

**Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und
Kommunikation / Bundesamt für Strassen**

Ausgestaltung von Terminals für den (unbegleiteten) kombinierten Ladungsverkehr

**Aménagement de terminaux pour le transport
combiné (non accompagné)**

**Design of Terminals for Unaccompanied Combined
Transport**

Rapp Trans AG, Zürich

Martin Ruesch, Dipl. Bau-Ing. ETH/SIA/SVI

Raphael Karrer, Dipl. Bau-Ing. ETH

Roman Steffen, Dipl. Bau-Ing. ETH

Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH Zürich

Jost Wichser, Dipl. Bau-Ing. ETH

Christoph Kölblle, Dipl.-Ing. SVI

Brane Bojanic, Dipl.-Ing.

**Forschungsauftrag VSS 1998/189 auf Antrag des Verbandes der
Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

Juni 2005

Forschungsstelle:

Rapp Trans AG

Uetlibergstrasse 132, 8045 Zürich, Tel. +41 (0)43 268 60 30
www.rapp.ch

Martin Ruesch, Dipl. Ing. ETH/SIA/SVI (Projektleitung)
Raphael Karrer, Dipl. Bau-Ing. ETH
Roman Steffen, Dipl. Bau-Ing. ETH

Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH Zürich

ETH Hönggerberg, 8093 Zürich, Tel. +41 (0)1 633 30 93
www.ivt.baug.ethz.ch

Jost Wichser, Dipl. Bau-Ing. ETH (Projektleitung-Stv)
Christoph Kölblé, Dipl.-Ing. SVI
Brane Bojanic, Dipl.-Ing.

Mitglieder der Begleitkommission (VSS-Expertenkommission EK8.04)

Martin Ruesch	Rapp Trans AG, Zürich (Präsident)
Peter Guha	Guha Consult, Zollikon
Onno Nannenber	SBB Cargo, Basel
Peter Pieren	Bundesamt für Verkehr, Bern
André Robert-Grandpierre	RGR SA, Lausanne
Hans-Peter Vetsch	Alptransit Gotthard
Jost Wichser	IVT ETH, Zürich

Zusammenfassung

Auftrag und Inhalt der Untersuchung

Die Forschung liefert die Grundlagen für eine Norm zur geometrischen Ausgestaltung und Dimensionierung von KLV-Anlagen mit dem Ziel, betrieblich effiziente und wirtschaftliche Umschlagterminals zu planen und zu erstellen. Damit soll die Verlagerung des Güterverkehrs von der Strasse auf den KLV gefördert werden. Terminals sind wichtige Schnittstellen in intermodalen Transportketten und haben einen wesentlichen Einfluss auf die Qualität und die Kosten der gesamten Transportkette.

Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit wurden folgende Themen bearbeitet:

- Analyse der heutigen KLV-Terminals (Infrastruktur und Equipment)
- Analyse der technischen Entwicklungen im KLV (inkl. Auswirkungen auf die Ausgestaltung)
- Terminalstandorte und –bedarf in der Schweiz
- Ausgestaltungsmöglichkeiten und Dimensionierung von KLV-Terminals
- Bestehende Normen und Normierungsbestrebungen in der Terminalplanung
- Normierungsbedarf und Normierungskonzept (inkl. Inhaltsstruktur einer Norm).

Erkenntnisse aus der Grundlagenanalyse

- Neben dem eigentlichen Umschlag ergeben sich auch aus dem Behälterservice, aus den Speditionsleistungen, Distributionsleistungen und dem Güterservice spezifische Anforderungen an die geometrische Ausgestaltung. Einen wesentlichen Einfluss auf den Terminallayout können auch die Funktion eines Terminals, die verschiedenen Bahnbetriebsformen und die Umschlagstechnik haben.
- Wesentliche Probleme an heutigen (insbesondere älteren) Terminals sind: hoher Rangieraufwand für die Gleisbedienung, schlechte Erreichbarkeit, lange Wartezeiten für Vor- und Nachlauftransporteure, Platzmangel für die Behälterlagerung und den Ausbau von Terminals, nicht effiziente terminalinterne Abläufe, unbefriedigendes Informations-, Kommunikations- und Schadensmanagement. Zahlreiche der bestehenden Anlagen genügen den heutigen Ansprüchen nicht mehr.
- Einen wesentlichen Einfluss auf die Ausgestaltung von Terminals haben folgende Entwicklungen: Entwicklung der Abmessungen der Ladeeinheiten und ihrer Stapelbarkeit, Umschlagstechnik und Automatisierung, Lagersysteme, neue Bahnbetriebskonzepte und Ausrüstung mit Telematik. Der grösste Einfluss darf von der Umschlagstechnik (Horizontalumschlag) und von neuen Bahnbetriebskonzepten erwartet werden.
- Diese Entwicklungen beeinflussen die Abläufe an den Terminals, den Flächenbedarf der Anlagenteile sowie der Verkehrs- und Manövriertflächen. Neue Anlagen müssen die möglichen Entwicklungen berücksichtigen und flexibel sein.

Ausgestaltungsmöglichkeiten und Dimensionierung von KLV-Terminals

- Für die Wirtschaftlichkeit eines Terminals spielt neben der Ausgestaltung auch der Standort eine zentrale Rolle. Für die Standortplanung und –evaluation wurde ein Set von 13 Makrostandortkriterien und 21 Mikrostandortkriterien entwickelt welche die relevanten Standortanforderungen für Terminals abdecken.

- Für die Ausgestaltung von Terminals sind folgende Aspekte wesentlich: Transportkonzept, Mengen, Technologie, Rahmenbedingungen und Zusatzdienstleistungen. Die zentralen Anforderungen an die Ausgestaltung von Terminals lassen sich prozessweise aufzeigen und entwickeln. Aus den Prozessen lassen sich auch die notwendigen Anlagenelemente ableiten.
- Für das Terminallayout sind die wesentlichen Merkmale: Anteil Schiene-Schiene / Schiene-Strasse-Umschlag, umgeschlagene Behältertypen, Bahnbetrieb, Umschlagverfahren, Umschlagtechnik, längerfristiges Behälterlager zusätzlich zu Pufferlager. Entsprechend der Merkmale wurden beispielhaft 6 verschiedene Layoutmöglichkeiten und auch der Einfluss neuer Technologien dargestellt. Wesentlich sind eine effiziente Abwicklung der Terminalprozesse und eine hohe Flexibilität der Anlage bezüglich möglicher künftiger Entwicklungen.
- Für die verschiedenen Anlagenteile (Gleisanlagen, Strassenanbindung, Umschlag- und Lagerbereich, Gatebereich, Terminalausrüstung, etc.) wurden die Grundlagen und Ausgestaltungsmöglichkeiten aufgezeigt. Die Planung und Projektierung der Bahn- und Strassenanlagen ist bereits zu einem grossen Teil in bestehenden Vorschriften (Regelwerk Technik Eisenbahn) und Normen (VSS) abgedeckt. Es gilt jedoch für die terminalspezifischen Aspekte Grundsätze und Anforderungen zu entwickeln und in eine Norm zu integrieren. Solche terminalspezifischen Aspekte sind beispielsweise: Abmessungen von Fahr- und Ladespuren, Abstände zwischen Gleisachsen, Krananlagen und Ladestrassen, Abstellplätze, Ausgestaltung Gatebereich, Sicherheitsabstände, Umweltaspekte etc.

Normierungsbedarf und Normierungskonzept

- Für die vorliegende Forschungsarbeit steht die Normierung in Bezug auf Terminalinfrastrukturplanung, -projektierung und -ausführung im Vordergrund. Für diesen Bereich bestehen auf internationaler (ISO) und europäischer Ebene (CEN) noch keine spezifischen Normen. Auf nationaler Ebene gibt es relativ umfangreiche Normen in Österreich, diese gehen jedoch auf die 80er Jahre zurück und sind teilweise veraltet. Weiter bestehen in Deutschland Richtlinien der DB Netz AG, welche aktuell sind (Juni 2004). Einzelne Grundsätze und Bestimmungen haben Normcharakter. Im Zusammenhang mit der Liberalisierung ist jedoch eine Umwandlung bahninterner „Richtlinien“ in offizielle Vorschriften oder Normen notwendig.
- Der Normierungsbedarf in der Schweiz ist aufgrund folgender CH-spezifischen Bedingungen gegeben: Hohe Priorität der Flächenbedienung, stärkerer Bedarf nach effizienten kleineren und mittleren Terminals mit möglichst geringem Landverbrauch (geringe Flächenverfügbarkeit und schwierige Topographie in der Schweiz), Ermöglichung des Einsatzes von Technologien, welche auch auf kurzen und mittleren Distanzen (80 bis 300 km) wirtschaftlich eingesetzt werden können, hohe Ressourcenproduktivität gefordert, zahlreiche Schnittstellen Normal-/Schmalspur.
- Die bestehenden VSS-Normen und die Richtlinien der Bahnen decken terminalspezifische Anforderungen nur teilweise oder überhaupt nicht ab. Damit ist der Normierungsbedarf auf Ebene Schweiz grundsätzlich gegeben. Wenn später eine europäische Norm vorbereitet wird, kann die Schweiz ihre Erfahrungen und Interessen einbringen. Die Normierungsarbeiten können in jedem Fall genutzt werden.

Wir schlagen vor, auf Schweizerischer Ebene folgende Normengruppe für Terminals für den Kombinierten Verkehr zu entwickeln und umzusetzen:

SN	Titel	Inhalt
SN 671 XX1	Planung und Projektierung von Terminals für den (unbegleiteten) Kombinierten Ladungsverkehr: Grundlagen	<ul style="list-style-type: none">▪ Planungsgrundlagen und -kriterien▪ Grundsätze der Standortplanung▪ Grundsätze der Ausgestaltung des Anlagenlayouts▪ Ausgestaltung von Anlageteilen▪ Hinweise zu Nachhaltigkeitsaspekten
SN 671 XX2	Planung und Projektierung von Terminals für den Kombinierten Ladungsverkehr: Dimensionierung	<ul style="list-style-type: none">▪ Details zur Bestimmung von Kapazität und Dimensionen einzelner Anlageteile
SN 671 XX3	Planung und Projektierung von Terminals für den Kombinierten Ladungsverkehr: ROLA-Terminals	<ul style="list-style-type: none">▪ Spezifische Elemente und Dimensionierung von Anlagen für die Rollende Landstrasse
SN 671 XX4	Planung und Projektierung von Terminals für den Kombinierten Ladungsverkehr: Wasserstrassenanschluss	<ul style="list-style-type: none">▪ Spezifische Elemente und Dimensionierung von Anlagen für Binnenschiffahrtsanschluss
SN 671 XX5	Planung und Projektierung von Terminals für den (unbegleiteten) Kombinierten Ladungsverkehr: Spezifische Aspekte	<ul style="list-style-type: none">▪ Umwelt-, Brand- und Katastrophenschutz▪ Safety und Security▪ weiteres
SN 671 XX6	Bau und Ausführung von Terminals für den Kombinierten Ladungsverkehr	<ul style="list-style-type: none">▪ Bauliche Ausführungsdetails

Sollte in den nächsten Jahren auf internationaler und europäischer Ebene Normierungsarbeiten aufgenommen werden, kann die Schweiz ihre Erfahrungen, Anforderungen und Normierungsvorschläge einbringen.

Empfehlungen zu weiteren Forschungsarbeiten im Zusammenhang mit Terminals

Bei folgenden Themen besteht Forschungsbedarf im Bereich Ausgestaltung von Terminals:

Erforderliche Abklärungen	Begründung
(1) Vertiefung und Konkretisierung von Aspekten des Umwelt-, Brand- und Katastrophenschutzes	Im Zusammenhang mit der Nachhaltigkeitsdiskussion haben diese Aspekte seit Auftragserteilung (2002) stark an Bedeutung gewonnen. Sie beeinflussen auch stark die Wirtschaftlichkeit von Terminals.
(2) Safety and Security Anforderungen und Ausrüstungen (inkl. Ausgestaltung des Gatebereichs)	Steigende Anforderungen vor dem Hintergrund des Terrorismus mit Einfluss auf Ausrüstung und Betrieb von Terminals; besonders im Exportverkehr veränderte Rahmenbedingungen (Überlastung Seehäfen, Sicherheitsanforderungen).
(3) Ausgestaltung von Anlagen des begleiteten Kombinierten Verkehrs (RoLa)	In der vorliegenden Untersuchung bewusst nicht vertieft untersucht.
(4) Bau und Ausführung von KLV-Anlagen	In der vorliegenden Untersuchung bewusst nicht vertieft untersucht.
(5) Wasserstrassenanschluss	In der vorliegenden Untersuchung bewusst nicht vertieft untersucht.

Résumé

Mandat et contenu de l'étude

L'étude fournit les bases d'une norme sur la configuration géométrique et le dimensionnement des infrastructures de transports combinés, dans le but de planifier et de construire des terminaux de transbordement qui soient rentables et efficacement exploitables. Le transfert du fret de la route vers le transport combiné doit ainsi être favorisé. Les terminaux sont des interfaces importantes dans les chaînes de transport intermodales et ils exercent une influence considérable sur la qualité et les coûts de l'ensemble de la chaîne des transports.

Les thèmes suivants ont été traités dans la présente étude:

- Analyse des terminaux actuels de transport combiné (infrastructure et équipement)
- Analyse des évolutions techniques dans le transport combiné (y compris les conséquences sur l'aménagement)
- Besoins et emplacements des terminaux en Suisse
- Possibilités d'aménagement et de dimensionnement des terminaux de transport combiné
- Normes existantes et efforts de normalisation dans la planification des terminaux
- Besoin et concept de normalisation (y compris la structure de contenu d'une norme).

Résultats issus de l'analyse de base

- En plus du transbordement lui-même, un certain nombre d'éléments présentent des exigences spécifiques par rapport à la configuration géométrique des terminaux, dont notamment les exigences du service des conteneurs, des prestations d'expédition et de distribution, ainsi que du service des marchandises. La fonction d'un terminal, les différentes formes d'exploitation ferroviaire ainsi que la technique de transbordement exercent une influence importante sur le layout d'un terminal.
- Les principaux problèmes des terminaux actuels (en particulier les plus anciens) sont: un immense effort de rangement pour l'utilisation des rails, une mauvaise accessibilité, de longs temps d'attente pour les transporteurs précédents et suivants, un manque de place pour le stockage des conteneurs et pour l'aménagement du terminal, des procédures internes au terminal qui ne sont pas efficaces, une gestion insatisfaisante des informations, de la communication et des sinistres. Bon nombre des infrastructures existantes ne répondent plus aux exigences actuelles.
- Les évolutions suivantes exercent une influence importante sur l'aménagement des terminaux: évolution des mesures des unités de chargement et de leur capacité d'empilement, technique de transbordement et automatisation, systèmes de stockage, nouveaux concepts de gestion ferroviaire et équipement télématique.
Les principaux facteurs d'influence sont la technique de transbordement (transbordement horizontal) et les nouveaux concepts de gestion ferroviaire.
- Ces développements influencent les procédures dans les terminaux, ainsi que les besoins en surface des éléments d'infrastructure et des zones de transport et de manœuvres. Les nouvelles installations doivent tenir compte de ces évolutions et être flexibles.

Possibilités d'aménagement et dimensionnement des terminaux de transport combiné

- En plus de son aménagement, le choix de l'emplacement d'un terminal joue un rôle déterminant dans le rendement. Un jeu de 13 macro-critères et de 21 micro-critères, couvrant les exigences pertinentes pour un terminal, a été élaboré en vue de la planification et de l'évaluation des emplacements.
- Les aspects suivants sont essentiels pour l'aménagement des terminaux: concept de transport, quantités, technologie, conditions-cadres et prestations supplémentaires. Les exigences centrales concernant l'aménagement de terminaux se dessinent et se développent selon les processus. Les éléments nécessaires de l'infrastructure ressortent également de ces processus.
- Les principales caractéristiques pour le layout du terminal sont les suivantes: part de transbordement rail-rail / rail-route, types de conteneurs transbordés, exploitation ferroviaire, procédures de transbordement, technique de transbordement, dépôt de conteneurs à long terme en plus du dépôt de transit. Six différentes possibilités de layout ont été présentées à titre d'exemples en tenant compte de ces caractéristiques et de l'influence des nouvelles technologies. Ce qui est important, c'est le déroulement efficace des procédures du terminal ainsi qu'une grande flexibilité de l'installation concernant les développements ultérieurs.
- Les bases et les possibilités d'aménagement des différents éléments d'infrastructure ont été mises en évidence (installations ferroviaires, raccordement à la route, secteurs de transbordement et de dépôt, secteur des portails, équipement du terminal, etc.).
La planification et la projection des infrastructures ferroviaires et routières sont d'ores et déjà en grande partie couvertes par les prescriptions existantes (arsenal législatif technique chemin de fer) et par les normes (VSS). Il faut toutefois développer des principes et des exigences concernant les aspects spécifiques au terminal, et les intégrer dans une norme. Parmi ces aspects spécifiques au terminal, on trouve par exemple: mesures des voies de conduite et de chargement, écarts entre les rails, grues et routes de chargement, places de déchargement, aménagement du secteur des portails, distances de sécurité, aspects environnementaux, etc.

Besoin et concept de normalisation

- La normalisation concernant la planification, la projection et la réalisation de l'infrastructure d'un terminal est au centre de la présente étude. Au niveau international (ISO) et européen (CEN), il n'existe pas encore de normes spécifiques dans ce domaine. Au niveau national, il existe des normes relativement complètes en Autriche, mais elles remontent déjà aux années 80 et sont en partie obsolètes. En Allemagne, on trouve les directives de la DB Netz AG, qui sont actuelles (juin 2004). Certains principes et dispositions y ont valeur de norme. Mais dans le cadre de la libéralisation, il s'agit encore de transformer ces "directives" internes aux chemins de fer en des prescriptions ou des normes officielles.
- En Suisse, le besoin de normalisation repose sur les conditions spécifiquement suisses suivantes: une grande priorité accordée à la desserte locale, un plus grand besoin de terminaux de petite taille et de taille moyenne, qui utilisent le moins de terrain possible (disponibilité réduite en surfaces et topographie difficile en Suisse), l'utilisation possible de technologies qui sont rentables également sur des distances courtes et moyennes (80 à 300 km), l'exigence d'une haute productivité des ressources, de nombreuses interfaces voie normale / voie étroite.
- Les normes VSS et les directives des chemins de fer en vigueur ne couvrent que partiellement ou pas du tout ces exigences spécifiques des terminaux. C'est ce qui détermine en principe le besoin de normalisation au niveau suisse. Si une norme européenne devait être élaborée à

l'avenir, la Suisse pourrait y intégrer ses expériences et ses intérêts. Les travaux de normalisation peuvent dans tous les cas être utilisés.

Au niveau suisse, nous proposons de développer et d'appliquer le groupe de normes suivant pour les terminaux de transport combiné:

SN	Titre	Contenu
SN 671 XX1	Planification et projection de terminaux pour le transport combiné (non accompagné): principes de base	<ul style="list-style-type: none">▪ Principes et critères de base pour la planification▪ Principes de la planification des emplacements▪ Principes d'aménagement du layout de l'infrastructure▪ Aménagement des éléments de l'infrastructure▪ Indications concernant les aspects liés à la durabilité
SN 671 XX2	Planification et projection de terminaux pour le transport combiné: dimensionnement	<ul style="list-style-type: none">▪ Détails pour l'estimation des capacités et des dimensions d'éléments d'infrastructure individuels
SN 671 XX3	Planification et projection de terminaux pour le transport combiné: terminaux ROLA	<ul style="list-style-type: none">▪ Eléments spécifiques et dimensionnement des installations pour des chaussées roulantes
SN 671 XX4	Planification et projection de terminaux pour le transport combiné: jonctions avec les voies navigables	<ul style="list-style-type: none">▪ Eléments spécifiques et dimensionnement des installations pour la jonction avec les voies navigables intérieures
SN 671 XX5	Planification et projection de terminaux pour le transport combiné (non accompagné): aspects spécifiques	<ul style="list-style-type: none">▪ Protection de l'environnement, contre les incendies et les catastrophes▪ Safety et Security▪ Autres
SN 671 XX6	Construction et réalisation de terminaux pour le transport combiné	<ul style="list-style-type: none">▪ Détails au niveau de la réalisation de la construction

Au cas où des travaux de normalisation devraient être entrepris au niveau international ou européen, la Suisse pourrait y intégrer ses expériences, ses exigences, ainsi que ses propositions de normalisation.

Recommandations concernant d'autres études en rapport avec les terminaux

Un besoin d'étude reste nécessaire dans le domaine de l'aménagement des terminaux pour les thèmes suivants:

Clarifications requises	Justification
(1) Approfondissement et concrétisation des aspects liés à la protection de l'environnement, contre les incendies et les catastrophes	Par rapport au débat portant sur la durabilité, ces aspects ont considérablement gagné en importance depuis l'attribution du mandat (2002). Ils exercent en outre une forte influence sur le rendement des terminaux.
(2) Safety et Security. Exigences et équipements (y compris l'aménagement du secteur des portails)	Des exigences croissantes sur fond de terrorisme avec une influence sur l'équipement et l'exploitation des terminaux; des nouvelles conditions-cadres, en particulier dans les transports à l'exportation (surcharge dans les ports maritimes, exigences en matière de sécurité).
(3) Aménagement des infrastructures du transport combiné accompagné (RoLa)	Examiné volontairement assez sommairement dans la présente étude.
(4) Construction et réalisation d'infrastructures de transport combiné	Examiné volontairement assez sommairement dans la présente étude.
(5) Jonctions avec les voies navigables	Examiné volontairement assez sommairement dans la présente étude.

Summary

Scope and content of the investigation

This research provides the basis for a standard on the geometric design and dimensioning of facilities for combined freight transport (CFT). The aim is to be able to design and construct intermodal terminals which are both operationally efficient and economically viable. This should encourage the transfer of freight traffic from roads to CFT. Terminals are important interfaces in inter-modal transport chains and have a major effect on the quality and the costs of the whole transport chain.

The following topics were analysed as part of the present research work:

- Analysis of existing CFT terminals (infrastructure and equipment)
- Analysis of the technical developments in CFT (including their effects on layout design)
- Need and locations for terminals in Switzerland
- Design alternatives and dimensioning of CFT terminals
- Existing standards and standardisation efforts for the design of terminals.
- Need for a standard and concept of a draft standard (including the structure of the contents of a standard)

Insights gained from the basic analysis

- Specific requirements for the geometric layout depend not only on the actual freight transfer operation itself but also on the container service and the forwarding, distribution and freight services. Other factors which can have a significant influence on the terminal layout include the function of a terminal, the various types of railway operation and the freight transfer technology.
- Major problems with existing terminals (particularly the older ones) are: greater shunting effort involved in the track operations, poor accessibility, long waiting times for pre- and end-haulage, lack of space for the container storage and for extending terminals, procedures inside the terminal which are not efficient, unsatisfactory damage- and communications management. Many of the existing facilities are no longer able to meet the requirements placed on them.
- The following developments have a major impact on the layout of terminals: developments in the dimensions of the loading units and in their stackability, freight transfer technology and automation, storage systems, new railway operations concepts and the use of telematics equipment. Freight transfer technology (horizontal transshipment) and new concepts in railway operation can be expected to have the greatest impact.
- These developments affect the processes in the terminal, the area required for the different parts of the facility, and the transport and manoeuvring areas. New facilities must take possible future developments into account, and must be flexible.

Design alternatives and dimensions for CFT terminals

- The location of a terminal plays a central role in its economic viability, as does its layout. A set of 13 macro-criteria and 21 micro-criteria were developed for location planning and evaluation. Taken together these cover all the important requirements for the location of terminals.

- The following are important aspects in the design of terminals: transport concepts, volumes, technology, framework conditions and additional services. The central requirements for the design of terminals can be presented and developed in terms of processes. The essential elements of the facility can also be derived from the processes.
- The most important features for the terminal design are: split between rail-rail and rail-road transshipment, types of containers transferred, railway operations, the transshipment procedure, the freight transfer technology, and longer-term container storage as additional to buffer storage. Six different possible designs have been prepared as examples; these take into account the above features and the effect of new technologies. Important aspects are an efficient development of the terminal processes and a high degree of flexibility in the facility to allow for possible future developments.
- The basic principles and possible designs are presented for each of the different parts of the facility (railway tracks, road access, transshipment and storage areas, the gate area, terminal equipment etc.) The planning and design of the rail and road facilities is already largely covered by existing regulations (the standard documents on railway technology) and standards (VSS). However the basic principles and requirements for the terminal-specific aspects have to be developed and then integrated into a standard. These terminal-specific aspects include e.g.: the dimensions of traffic lanes and loading lanes, the distances between the centrelines of tracks, crane facilities and loading roads, parking spaces, the design of the gate area, safety distances, environmental aspects etc.

Need for a standard and preparation of a draft standard

- The preparation of a standard related to the planning, design and implementation of terminal infrastructure lies at the forefront of the present research work. There are still no specific international (ISO) or European standards (CEN) covering this area. At a national level Austria has relatively comprehensive standards, but these date back to the 1980's and are in part out of date. In Germany there are the guidelines of the DB Netz AG. These are up to date (June 2004). Individual principles and clauses have the characteristics of a standard. However as part of the liberalisation, "guidelines" internal to the railway organisation now need to be converted to official regulations or standards.
- The need for standards in Switzerland is given by the following conditions, which are specific to Switzerland: high priority for the area coverage, an increased need for efficient, smaller and mid-sized terminals with as little land-take as possible (limited availability of land and the difficult topography to be found in Switzerland), opening up the possibility of using technologies which are economically viable even over short to middle distances (80 to 300 km), a requirement for higher productivity of resources, the many interfaces between normal and narrow gauge.
- The existing VSS standards and the railway organisation guidelines cover terminal-specific requirements only partially, and in some cases not at all. The need for a national level standard in Switzerland can therefore be taken as established. If a European standard is developed at some time in the future, then Switzerland will be able to provide input based on its own experience and interests. The work involved in preparing the standard would therefore be put to good use in any case.

We suggest that the following group of standards for terminals for combined freight transport should be developed and implemented at a Swiss national level:

SN	Title	Content
SN 671 XX1	planning and design of terminals for (unaccompanied) combined freight transport: basic principles	<ul style="list-style-type: none">▪ basic design principles and criteria▪ principles of location planning▪ principles for the design of facilities▪ the design of different parts of the facility▪ notes on aspects relating to sustainability
SN 671 XX2	planning and design of terminals for combined freight transport: dimensions	<ul style="list-style-type: none">▪ details concerning decisions on capacity and dimensions for individual parts of the facility
SN 671 XX3	planning and design of terminals for combined freight transport: ROLA terminals	<ul style="list-style-type: none">▪ specific elements and dimensions for ROLA (rolling road) facilities
SN 671 XX4	planning and design of terminals for combined freight transport: connections to waterways	<ul style="list-style-type: none">▪ specific elements and dimensions for facilities for connections to inland waterway transport
SN 671 XX5	planning and design of terminals for (unaccompanied) combined freight transport: specific aspects	<ul style="list-style-type: none">▪ environmental protection, fire protection and emergency services▪ safety and security▪ other
SN 671 XX6	construction and implementation of terminals for combined freight transport	<ul style="list-style-type: none">▪ construction engineering details

Should work begin over the next few years on the preparation of standards at an international and European level, then Switzerland will be able to provide knowledge gained from its own experience, together with its own requirements and suggested standards.

Recommendations for additional research work related to terminals

There is a need for research in the following areas which concern the design of terminals:

Required Clarification	Reasons
(1) more in-depth study and detailing of aspects concerning environmental protection, fire protection and emergency services	together with the discussion on sustainability, these aspects have increased in significance since the contract was awarded (2002). They also strongly affect the economic viability of terminals.
(2) safety and security requirements and equipment (including design of the gate area)	increasing requirements against the background of terrorism with the effect on the equipping and operation of terminals, changing conditions, particularly in the area of export traffic (overloading of ports, security requirements)
(3) design of facilities for accompanied combined freight transport (ROLA)	deliberately not investigated in depth in the present investigation
(4) construction and implementation of the CFT facility	deliberately not investigated in depth in the present investigation
(5) connections to waterways	deliberately not investigated in depth in the present investigation

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung (deutsch)	Z-1
----------------------------------	------------

Résumé (französisch)	R-1
-----------------------------	------------

Summary (englisch)	S-1
---------------------------	------------

1	Problemstellung	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Forschungsziele	2
1.3	Abgrenzung der Untersuchung	2
1.4	Vorgehen	2
1.5	Begriffe und Definitionen	4
1.6	Verwendete Grundlagen	4
2	Analyse bestehender KLV-Terminals	5
2.1	Grundlagen	5
2.1.1	Terminaltypisierung und –klassifizierung	5
2.1.2	Ladeeinheiten	8
2.1.3	Heutige Abmessungen der Ladeeinheiten	9
2.1.4	Strassenfahrzeuge	11
2.1.5	Bahnwagen	12
2.1.6	Binnengewässer-Schiffe	16
2.1.7	Bahnbetriebsformen	17
2.1.8	Umschlagtechnik	20
2.2	Terminallayout	22
2.2.1	Prozesse am Terminal	22
2.2.2	Basis Terminallayout	23
2.2.3	Spezielle Ausrüstung	26
2.3	Akteure im KLV	26
2.4	Kommunikation und Telematik	28
2.5	Umschlags- und Terminalkosten	29
2.5.1	Umschlagskosten	29
2.5.2	Terminalkosten	29
2.6	Probleme heutiger Terminalanlagen	31
2.6.1	Ergebnisse Interviews mit Terminalbetreibern	31
2.6.2	Ergebnisse Interviews mit Vor- und Nachlaufspediteuren	34
2.7	Folgerungen für die Ausgestaltung von Terminals und Normierungsbedarf	36
2.7.1	Folgerungen für die Ausgestaltung von Terminals	36
2.7.2	Mögliche Normierungsaspekte	38
2.7.3	Handlungsbedarf bei Gesetzen und Vorschriften	40
3	Technische Entwicklungen im KLV	41
3.1	Künftige Ladeeinheiten	41
3.1.1	ISO Container	41
3.1.2	Europäische Wechselbehälter nach CEN (Europäische Normierung)	42
3.1.3	Andere Behälter	42

3.1.4	Einfluss der Behälterentwicklungen auf Terminals	43
3.2	Künftige Umschlagtechnik	43
3.2.1	Feste Anlagen	43
3.2.2	Klassische mobile Anlagen	47
3.2.3	Kleinanlagen/Horizontalumschlag	47
3.2.4	Selbstlader	53
3.2.5	Roll-on-roll-off Systeme	55
3.2.6	Lagerbewirtschaftungssysteme	56
3.2.7	Auswirkungen auf Terminals	57
3.3	Künftiges Rollmaterial und Fahrzeuge	59
3.3.1	Eisenbahnfahrzeuge	59
3.3.2	Strassenfahrzeuge	60
3.3.3	Schiffe	60
3.4	Künftige Bahnbetriebskonzepte	61
2.1.1	Sammelzüge (Feederzüge)	61
3.4.1	Linienzug	62
3.4.2	Hub and Spoke – System	64
3.4.3	Kombinierter Verkehr involviert in EWL	65
3.5	Telematik	66
3.6	Folgerungen für die Ausgestaltung von Terminals	68
4	Terminalstandorte und Terminalbedarf in der Schweiz	71
4.1	Heutige Terminalstruktur	71
4.1.1	Klassische Terminals	71
4.1.2	Cargo Domino „Terminals“	72
4.2	Geplante Terminals	73
4.2.1	Klassische Terminals	73
4.2.2	Cargo Domino Terminals	73
4.3	Terminalbedarf in der Schweiz	74
4.3.1	Entwicklung KLV-Nachfrage	74
4.3.2	Terminalbedarf nach Funktion und Grösse	77
4.4	Folgerungen für die Ausgestaltung von Terminals	78
5	Ausgestaltung und Dimensionierung von KLV-Terminals	79
5.1	Verkehrspolitische Rahmenbedingungen für KLV-Terminals	79
5.2	Kriterien für die Terminalplanung	79
5.2.1	Kriterien für die Standortwahl	79
5.2.2	Kriterien für die Ausgestaltung	82
5.2.3	Wirtschaftliche Aspekte	83
5.3	Generelle Anforderungen an die Ausgestaltung	83
5.4	Terminallayout nach Typ	85
5.4.1	Elemente des Terminallayouts	85
5.4.2	Ausgestaltungsmöglichkeiten von Anlagen-Layouts	87
5.4.3	Einfluss neuer Technologien	95
5.5	Gleisanlagen	97
5.5.1	Bestehende Grundlagen	97
5.5.2	Ausgestaltungsmöglichkeiten	98
5.5.3	Technische Ausrüstung der Gleisanlagen	104
5.5.4	Dimensionierung	104
5.6	Strassenanbindung	106

5.6.1	Bestehende Grundlagen für die Dimensionierung und Ausgestaltung	106
5.6.2	Ausgestaltungsmöglichkeiten und Dimensionierung	107
5.6.3	Einfluss neuer Technologien	109
5.6.4	Folgerungen und Normierungsbedarf	109
5.7	Umschlag- und Lagerbereich	110
5.7.1	Bestehende Grundlagen für die Dimensionierung und Ausgestaltung	110
5.7.2	Ausgestaltungsmöglichkeiten und Dimensionierung	112
5.7.3	Einfluss neuer Technologien im Umschlagbereich	113
5.7.4	Folgerungen und Normierungsbedarf	114
5.8	Gatebereich	115
5.8.1	Bestehende Grundlagen	115
5.8.2	Ausgestaltungsmöglichkeiten und Dimensionierung	115
5.8.3	Einfluss neuer Technologien	116
5.8.4	Folgerungen und Normierungsbedarf	116
5.9	Terminalausrüstung	116
5.9.1	Bestehende Grundlagen	116
5.9.2	Ausgestaltungsmöglichkeiten und Dimensionierung	117
5.9.3	Einfluss neuer Technologien	117
5.9.4	Folgerungen und Normierungsbedarf	117
5.10	Umweltschutz, Brand- und Katastrophenschutz	117
5.10.1	Bestehende Grundlagen	117
5.10.2	Rechtliche Grundlagen in der Schweiz	118
5.10.3	Ausgestaltungsmöglichkeiten und Dimensionierung	120
5.10.4	Einfluss neuer Technologien	120
5.10.5	Folgerungen und Normierungsbedarf	121
6	Normierung von Terminals	122
6.1	Bestehende Normen	122
6.2	Normierungsbedarf für Terminals	122
6.3	Anforderungen an eine Norm	124
6.4	Vorschlag eines Normierungskonzepts für KLV-Anlagen	124
7	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	126
7.1	Schlussfolgerungen	126
7.2	Empfehlungen zur Normierung für Terminals im Kombinierten Ladungsverkehr	128
7.3	Empfehlungen zu weiteren Forschungsarbeiten im Zusammenhang mit Terminals	129

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Dienstleistungen in Terminals	6
Tabelle 2: Terminalklassifizierung nach Aufkommen	6
Tabelle 3: Strassennutzfahrzeuge (Quelle: VSS 1999/255)	11
Tabelle 4: Binnenschiffe (Auswahl)	16
Tabelle 5: Akteure und ihre Rollen (Quelle: Rapp Trans AG, 2005)	27
Tabelle 6: Aufschlüsselung der Terminalkosten für einige Beispielterminals [IMPULSE, 1997]	30
Tabelle 7: Probleme am Terminal und in der gesamten KLV-Kette	31
Tabelle 8: Probleme am Terminal aus anderen Forschungsarbeiten (Quelle: siehe Anhang 5)	35
Tabelle 9: Folgerungen für die Ausgestaltung von Terminals	38
Tabelle 10: Normierungsbedarf	39
Tabelle 11: Terminalausgestaltung als Folge der technischen Entwicklungen	70
Tabelle 12: Mengengerüst KLV Transporte Schweiz bis 2025 (ohne ACTS, Mobiler)	76
Tabelle 13: Terminalbedarf Schweiz	77
Tabelle 14: Bedarf/Hauptfunktion und Ausgestaltung Terminals	78
Tabelle 15: Kriterien für die Standortwahl	81
Tabelle 16: Kriterien für die Ausgestaltung	82
Tabelle 17: Anforderung an die Anlageausgestaltung nach Prozessen	85
Tabelle 18: Einflussfaktoren auf Terminallayout	87
Tabelle 19: Übersicht Layout-Skizzen	88
Tabelle 20: Neue Technologien und ihr Einfluss auf die Terminal-Ausgestaltung	97
Tabelle 21: Neue Technologien und ihr Einfluss auf die Terminal-Ausgestaltung	99
Tabelle 22: Für die Strassenanbindung relevante Normen des VSS	106
Tabelle 23: Einzelnorm versus Normengruppe	124
Tabelle 24: Vorschlag einer Normengruppe für Anlagen des KLV	125

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorgehen und Arbeitspakete	3
Abbildung 2: Ladeeinheiten im konventionellen Kombinierten Ladungsverkehr	8
Abbildung 3: Wechselbehälter Kombinierten Ladungsverkehr	10
Abbildung 4: Bahnwagen im Kombinierten Verkehr	13
Abbildung 5: Kombiniertes Tiefladewagen	13
Abbildung 6: 2-achsige Tragwagen Lgs (links) und Lgss (rechts) [www.dbjarmu.hu]	14
Abbildung 7: 4-achsiger Tragwagen Sgnss 60' [www.aae.ch]	14
Abbildung 8: 6-achsiger Tragwagen Sggmrss 90' für bis zu 4 Behälter [www.aae.ch]	14
Abbildung 9: 6-achsiger Doppeltaschenwagen Sdggmrss 104' zum Transport von Sattelanhängern (Megatrailer), Wechselbehältern und Containern [www.aae.ch]	15
Abbildung 10: 8-achsiger kurzgekuppelter Tragwagen Sffggmrss zum Transport von Highcube-Behältern (9'6") [www.aae.ch]	16
Abbildung 11: Direktzüge	17
Abbildung 12: Rangierhub	19
Abbildung 13: Kombiniertes Verkehr im Einzelwagenladungsverkehr	19
Abbildung 14: vertikale Umschlaggeräte	20
Abbildung 15: Fahrzeuggebundene Horizontale Umschlagtechnik	22
Abbildung 16: Prozesse am Terminal	23
Abbildung 17: Schematisches Layout einer Umschlaganlage	24
Abbildung 18: Layout einer kompakten Umschlaganlage: Terminal Singen (D)	25
Abbildung 19: Umschlagskosten	29
Abbildung 20: Beispiel eines nicht idealen Terminals: CT Zürich	32
Abbildung 21: Beispiel eines nicht idealen Terminals: Buchs SG	33
Abbildung 22: Kompaktanlage Krupp	44
Abbildung 23: Innovativer Umschlagterminal in Österreich A-IUT	45

Abbildung 24: Cargodrome in Wiler	46
Abbildung 25: ISO-Adapter beim System Mobiler	47
Abbildung 26: RTS 501: Funktionsweise beim Containerumschlag	49
Abbildung 27: RTS 501: Umschlag von Container (links) und Wechselbehälter (rechts)	50
Abbildung 28: RTS 302	51
Abbildung 29: Neuweiler Tuchs Schmid Horizontal System (NETHS)	52
Abbildung 30: Cargobeamer	53
Abbildung 31: Seitenlader	54
Abbildung 32: Kombilifter	54
Abbildung 33: Modalohr	55
Abbildung 34: Talgo-piggy-back-Waggon	56
Abbildung 35: RTS 100	57
Abbildung 36: Sammelzüge (Feederzüge)	62
Abbildung 37: Linienzug	63
Abbildung 38: HUB and Spoke	64
Abbildung 39: Standorte der Terminals in der Schweiz und im grenznahen Ausland	71
Abbildung 40: Cargo Domino Standorte 2002/2003 (Quelle: SBB Cargo)	72
Abbildung 41: Cargo Domino Transportabwicklung (Quelle: SBB Cargo)	74
Abbildung 42: Entwicklung Welthandel und Containerisierung (Quelle: Lemper, 2003)	74
Abbildung 43: KLV-Entwicklung 1970 bis 2003 (Sendungen pro Jahr, Quelle: UIRR)	75
Abbildung 44: Potential volle Behälter im Versand und Empfang pro Tag im Jahr 2025	76
Abbildung 45: Abstände in der Ladestrasse	111

Anhangverzeichnis

Anhang 1: Glossar

Anhang 2: Grundlagen- und Quellverzeichnis

Anhang 3: Übersicht Terminal

Anhang 4: Übersicht Probleme Terminal aus Telefoninterviews

Anhang 5: Probleme beim Terminal zusammengetragen aus Untersuchungen

Anhang 6: Norminhaltsraster Planung und Projektierung von Terminals für den (unbegleiteten) Kombinierten Ladungsverkehr: Grundlagen

Bearbeitungsteam:

Martin Ruesch, Dipl. Bau-Ing. ETH/SIA/SVI (Rapp Trans AG) (Projektleitung)

Jost Wichser, Dipl. Bau-Ing. ETH/SIA/SVI (IVT ETHZ) (PL-Stellvertreter)

Raphael Karrer, Dipl. Bau-Ing. ETH (Rapp Trans AG)

Christoph Kölbl, Dipl.-Ing. SVI (IVT ETHZ)

Brane Bojanic, Dipl.-Ing. (IVT ETHZ)

Roman Steffen, Dipl. Bau-Ing. ETH (Rapp Trans AG)

1 Problemstellung

1.1 Ausgangslage

Die Schweizerische Verkehrspolitik strebt einen nachhaltigen Güterverkehr an und fördert den Kombinierten Verkehr mit zahlreichen Massnahmen wie zum Beispiel Einführung LSVA (mit LSVA Rückerstattung für den KLV), Verlagerungsgesetz, Open Access und Beiträge an die Terminalinfrastruktur etc.

Die heute verfügbare Terminalinfrastruktur in der Schweiz vermag nur in beschränktem Umfang Mehrmengen abzuwickeln und nicht alle der bestehenden Anlagen lassen einen effizienten Betrieb zu. Insbesondere fehlen kostengünstige Konzepte und Anlagen für Terminals mit kleineren und mittleren Umschlagmengen. Effiziente Terminal-Anlagen sind wichtig, um die Wettbewerbsfähigkeit des KLV im Binnenverkehr und im Import-/Exportverkehr der Schweiz zu verbessern.

Neue KLV-Bedienungskonzepte wie Linienzüge und Hub&Spoke-Konzepte führen zu neuen Anforderungen an Terminals. Zudem sind bezüglich Umschlagtechnik zahlreiche Entwicklungen im Gange wie Automatisierung, Schnellumschlagtechnik und Horizontalumschlagtechnik, welche einen Einfluss auf die Ausgestaltung von Terminals haben.

Auf **Europäischer Ebene** wurden Projekte zum Kombinierten Ladungsverkehr und zur Terminalausgestaltung im 4. Rahmenprogramm (Projekte IQ, TERMINET, FREIA, IMPULSE, IDIOMA, REFORM, FV 2000, IRIS, PLATFORM, IMPREND etc.) und im 5. Rahmenprogramm (Projekte EUTP, ITIP, INHOTRA etc.) durchgeführt. Sie sind mehrheitlich abgeschlossen. Darüber hinaus sind Normierungsbestrebungen (CEN¹, ISO, etc.) im Gange, welche die Standardisierung im intermodalen Verkehr und teilweise auch von KLV-Terminals zum Gegenstand haben. Auf nationaler Ebene ist Österreich heute eines der wenigen Länder, das über Normen zur Planung von Güterumschlaganlagen (inkl. KLV-Terminals) verfügt.

Auf **Schweizerischer Ebene** sind Untersuchungen im Rahmen des NFP 41 „Verkehr und Umwelt“ (vorwiegend Projekte B2 „Standort- und Transportkonzepte für den KLV“ und B9 „Logistikplattformen“) bezüglich Funktionen von Terminals und Bedarf nach Terminals relevant. Im VSS-Forschungsauftrag 1999/255 wird der Normierungsbedarf in intermodalen Gütertransportketten aufgezeigt. Im SVI-Forschungsauftrag 1999/329 wird der „Vor- und Nachlauf im Kombinierten Ladungsverkehr“ untersucht.

Bezüglich der Ausgestaltung von KLV-Terminals wurde ein Forschungs- und Normierungsbedarf identifiziert. Insbesondere fehlen Grundlagen und Konzepte für effiziente Terminals für kleinere und mittlere Umschlagmengen.

¹ CEN TC 320 „Transport, Logistics and Services“, Working group 8 „Freight Terminals“ (gegründet Ende 2000)

1.2 Forschungsziele

Das Hauptziel des Vorhabens ist gemäss Ausschreibung:

„Die Forschung soll die Grundlagen für eine Norm zur geometrischen Dimensionierung von KLV-Anlagen liefern, mit dem Ziel, betrieblich effiziente und wirtschaftliche Umschlagterminals zu planen und zu erstellen, um damit die Verlagerung des Güterverkehrs von der Strasse auf den KLV zu fördern.“

Ein weiteres Ziel war die Berücksichtigung der spezifischen schweizerischen Verhältnisse (kleine bis mittlere Umschlagmengen, kurze bis mittlere Transportdistanzen, hohe Dichte an Ortsgüteranlagen etc.) Zudem sollen Terminalkonzepte berücksichtigt und untersucht werden, welche eine wirtschaftliche KLV-Bedienung der Schweiz sicherstellen können.

Im Rahmen der Forschungsarbeit waren somit in erster Linie die Grundlagen für eine Norm zur Dimensionierung von KLV-Anlagen zu klären und ein Normentwurf auszuarbeiten.

1.3 Abgrenzung der Untersuchung

Die Untersuchung beschränkte sich auf Terminals für den unbegleiteten Kombinierten Ladungsverkehr. Der Fokus wird dabei auf den Umschlag Strasse/Schiene gelegt. Der Umschlag auf Schiffe wird nur am Rande behandelt. Nicht Gegenstand der Forschungsarbeit ist der Luftverkehr. Der begleitete Kombinierte Ladungsverkehr wird nur am Rande behandelt, zum Beispiel wenn bei einem UKV-Terminal als Zusatzfunktion auch der Umschlag im begleiteten Kombinierten Verkehr möglich sein soll. Neben dem klassischen KLV werden auch nicht klassische KLV – Technologien (Horizontal-Umschlagssysteme, Abrollcontainer-Technik etc.) sowie weitere laufende Entwicklungen im KLV berücksichtigt.

1.4 Vorgehen

Das gewählte Vorgehen und die Arbeitspakete gehen aus Abbildung 2 hervor. Die Arbeitspakete werden nachfolgend kurz beschrieben:

AP1: *Projektvorbereitung/Projektleitung*

Im Rahmen der Projektvorbereitung wurden ergänzende Grundlagen beschafft und die Koordination mit anderen relevanten Projekten festgelegt. Die Projektleitung umfasst die Terminplanung, Kosten- und Qualitätskontrollen, die Vorbereitung von notwendigen Zwischenentscheiden sowie die Präsentation von Zwischenergebnissen im Rahmen von Sitzungen mit der Begleitgruppe.

AP2: *Analyse KLV-Terminals und Equipment*

Dieses Arbeitspaket umfasste die Analyse und Beurteilung ausgewählter KLV-Anlagen und des eingesetzten Equipments in der Schweiz und im Ausland. Basis dafür sind der Forschungsstelle bereits vorliegende Dokumente und Projektunterlagen über Terminals. Im Rahmen von Interviews mit Terminalbetreibern wurden die notwendigen Grundlagen ergänzt sowie Erfahrungen, Probleme und der Normierungsbedarf erfasst. Neben den Schweizerischen Terminals wurden auch ausgewählte Terminals aus dem grenznahen Ausland berücksichtigt.

Weiter wurden Statistiken und Material über die eingesetzten Ladeeinheiten, Umschlagtechniken, Strassenfahrzeuge und das Rollmaterial aufbereitet und analysiert. Neben klassischen KLV-Technologien werden auch andere KLV-Technologien wie das ACTS etc. berücksichtigt, welche schon eine gewisse Verbreitung haben und gegebenenfalls mit einem klassischen Terminal kombiniert werden können.

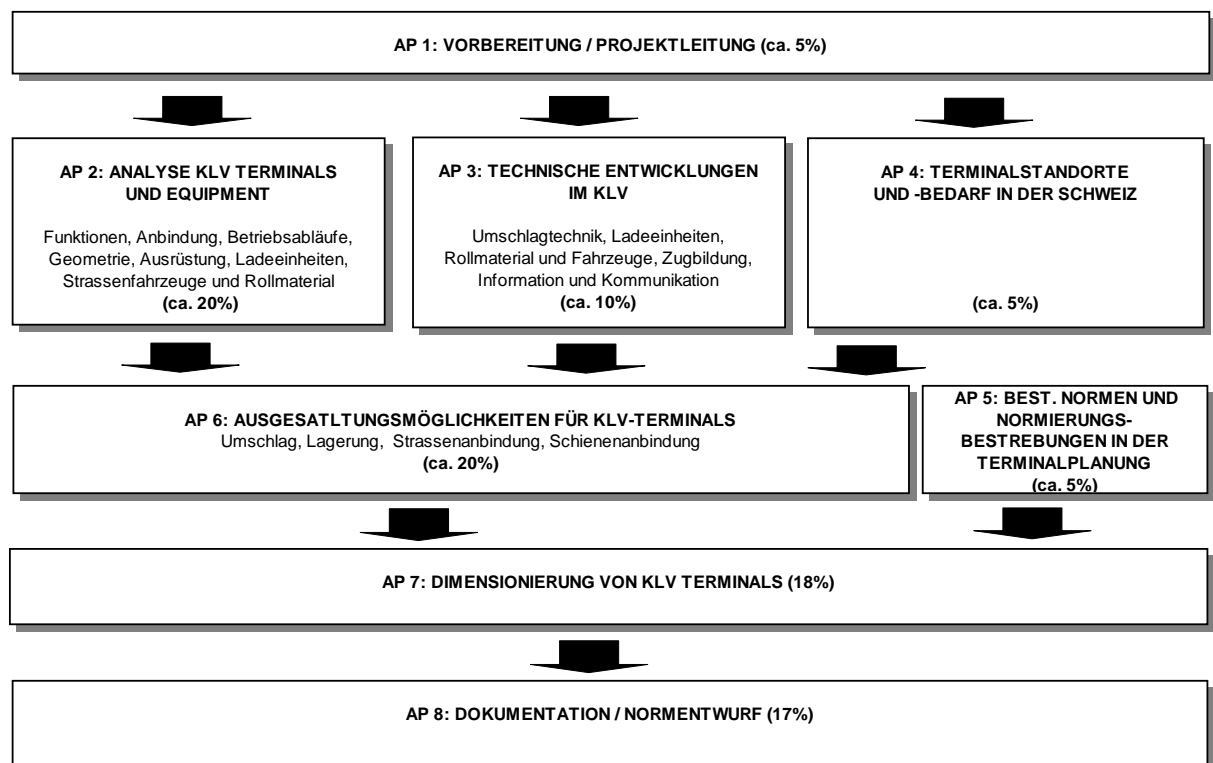


Abbildung 1: Vorgehen und Arbeitspakete

AP3: Technische Entwicklung im KLV

Dieses Arbeitspaket umfasste die Darstellung und Beurteilung der laufenden und geplanten Entwicklungen der für die Ausgestaltung von Terminals relevanten Technologien (Umschlag, Ladeeinheiten, Rollmaterial und Fahrzeuge, Betriebskonzepte und Zugbildung, Information und Kommunikation). Dafür werden bestehende Literatur und EU-Projekte ausgewertet. Neben der Weiterentwicklung von klassischen Technologien werden auch neue Technologien wie Mobiler, Swinglifter, etc. berücksichtigt.

AP4: Terminalstandorte und –bedarf in der Schweiz

Dieses Arbeitspaket umfasste eine Analyse und Beurteilung der heutigen Terminalstandorte und des künftigen Terminalbedarfs in der Schweiz. Dabei konnte vorwiegend auf bestehende Untersuchungen abgestützt werden.

AP5: Bestehende Normen und Normierungsbestrebungen in der Terminalplanung

Heute gibt es im europäischen Raum nur in Österreich Normen, welche sich mit der Terminalplanung befassen (ÖNORM B 4920). Diese sind jedoch nicht mehr in allen Teilen aktuell. Im AP 5 wurden diese analysiert und auf Ihre Zweckmässigkeit, Aktualität und Übertragbarkeit auf Schwei-

zerische Verhältnisse geprüft. Zusätzlich wurden Planungsrichtlinien von Bahnen, intermodalen Operateuren und Zwischenergebnisse der CEN TC 320 WG 8 „Freight Terminals“, welche Ende 2000 ins Leben gerufen wurde, einbezogen.

AP6: Ausgestaltungsmöglichkeiten für KLV-Terminals

In diesem zentralen Arbeitspaket ging es darum, aufgrund der Ergebnisse und Anforderungen aus den AP 2 bis AP 4 Ausgestaltungsmöglichkeiten für die Elemente Umschlag, Lagerung, Strassenanbindung, Schienenanbindung, etc. zu entwickeln. Dabei wurden die unterschiedlichen Funktionen (z.B. Gateway etc.), Bedienungsformen (Linienzug, Shuttle etc.) und Grössenklassen berücksichtigt. Zusätzlich wurden Integrationsmöglichkeiten bzw. Verknüpfungsmöglichkeiten mit Güterverkehrszentren / Logistikzentren sowie der Einfluss von I&K-Technologien auf die Infrastruktur aufgezeigt.

AP7: Dimensionierung von KLV Terminals

Im AP 7 wurden auf der Basis der AP 5 und AP 6 die Dimensionierungsgrundlagen für einen KLV-Terminal aufgearbeitet und zusammengestellt. Die Dimensionierungsgrundlagen wurden für die Bereiche Ladegleise, Ladespuren, Umschlaganlagen, Strassen- und Schienenzufahrten, Wartebereiche, Check-In, Zwischenlager, Störfallplätze etc. entwickelt. Es wurde auch aufgezeigt, wie die einzelnen Elemente eines KLV-Terminals zusammengesetzt werden.

AP8: Normentwurf / Dokumentation / Empfehlungen

Für die im AP 6 entwickelten Ausgestaltungsmöglichkeiten und im AP 7 erarbeiteten Dimensionierungsgrundlagen wurde ein Normentwurf für die Ausgestaltung von Terminals ausgearbeitet. Dieser beschränkt sich vorerst auf ein Inhaltsraster. Die Abklärungen und die Ergebnisse der Forschungsarbeit mit den Empfehlungen wurden im vorliegenden Bericht und ergänzenden Anhängen dokumentiert.

1.5 Begriffe und Definitionen

Die wichtigsten Begriffe und Definitionen befinden sich im Anhang 1.

1.6 Verwendete Grundlagen

Die verwendeten Grundlagen sind in Anhang 2 zusammengestellt.

2 Analyse bestehender KLV-Terminals

2.1 Grundlagen

2.1.1 Terminaltypisierung und –klassifizierung

Es gibt verschiedene Möglichkeiten einer Typisierung oder Klassifizierung von Terminals. Nachstehend werden einige Klassifizierungen nach Kriterien vorgenommen, wie sie im IN.HO.TRA - Bericht D3 (2002) bereits verwendet wurden, um im Projekt entwickelte Geräte für den horizontalen Behälterumschlag bestimmten Terminalklassen oder -typen zuordnen zu können.

1) Terminalfunktion: Terminals können nach ihren Funktion unterschieden werden. Der Begriff „Funktion“ bezieht sich hierbei auf die Funktion des Terminals innerhalb der Transportkette. Dabei ist entscheidend, zwischen welchen Verkehrsmitteln bzw. Transportfahrzeugen die Ladeeinheiten umgesetzt werden.

- Umschlagfunktion: In Umschlagterminals wechseln die Behälter das Verkehrsmittel. In einem klassischen Umschlagsterminal werden die Ladeeinheiten vom Lkw auf die Bahnwagen (oder umgekehrt) umgeschlagen. Umschlagterminals sind somit die System-Schnittstellen des Kombinierten Verkehrs, in dem der Umschlag der Ladeeinheiten durchgeführt wird (z.B. Endterminal, an dem alle Behälter eines Zuges/Wagengruppe umgeschlagen werden oder Zwischenterminal für Linienzüge, auf denen nur einzelne Behälter entladen und beladen werden).
- Gatewayfunktion: Gemäss Rapp (1998) ist dies eine Anlage, in welcher Ladeeinheiten des Kombinierten Ladungsverkehr zwischen verschiedenen Zügen umgeschlagen werden (Schiene/Schiene), z.B. zwischen Ferngüterzügen sowie Fern- und Nahgüterzügen². In der Regel gibt es keine reinen Gatewayterminals, es gibt aber einige Terminals, die - neben dem Umschlag Strasse/Schiene - auch eine Gatewayfunktion haben. In der Umschlaganlage der Hupac in Busto Arsizio werden weniger als 20% der Behälter zwischen 2 Zügen umgeschlagen (Verbindungen nach Genova (2 Züge / Woche) und Pomezia (6 Züge / Woche). Für die Schweiz besitzt das Terminal Zürich die wichtigste Gatewayfunktion, da im Terminal Zürich der „Limmat Shuttle“ (Zürich – Rotterdam) mit Behältern beladen und gebildet wird, die mit dem EWLV – und natürlich auch konventionell per Lkw – schweizweit zugeführt und verteilt werden.

Neben dem reinen Umschlag bieten einige Terminals noch Zusatzdienstleistungen an, welche von Behälterservice (Reparatur und Wartung von Containern) über Speditions- und Distributionsleistungen bis zum Güterservice reichen. Die (mittel- und längerfristige) Lagerung von Ladeeinheiten entwickelte sich an einigen Terminals zu einem lukrativen Nebengeschäft, da die Kunden und Verlader so eine weitere Lagermöglichkeit oder ein Produktionspuffer erhalten können. Tabelle 1 zeigt eine Zusammenstellung der angebotenen Dienstleistungen.

² Reine Gatewayterminals mit ausschliesslich Schiene/Schiene Umschlag sind jedoch selten. Zur Bedienung des Nahbereichs des Terminals wird oft ein Teil der Ladeeinheiten auf Strassenfahrzeuge umgeschlagen.

Umladevorgang	Behälterservice	Speditionsleistungen	Distributionsleistungen	Güterservice
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umschlag 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lagerung ▪ Reparatur ▪ Reinigung ▪ Verkauf, Leasing, Vermietung ▪ Wartung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zustellservice ▪ Behälterumschlag beim Kunden ▪ Verzollung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transportdistribuntion ▪ Tracking & tracing (Sendungsverfolgung) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Laden/Stauen ▪ Entladen ▪ Umladen

Tabelle 1: Dienstleistungen in Terminals

2) Betriebsform des Bahnhauptlaufs: Der Bahnhauptlauf kann mit verschiedenen Betriebsformen abgewickelt werden (mehr dazu unter Kapitel 2.1.7). Die Betriebsformen können zur Typisierung herangezogen werden und bilden folgende 3 Typen für Terminals:

- Bedient durch Ganz- oder Shuttlezüge, auch Züge eines Hub and Spoke Systems
- Bedient durch Wagengruppen/Teilzüge (Feederzüge)
- Bedient durch Linienzüge.

3) Terminalgrösse: In den EU-Projekten IMPULSE (1997) und IN.HO.TRA (2002) wurde eine Terminalklassierung nach täglichen Umschlägen/Zügen vorgenommen (vergl. Tabelle 2). Die Zugszahl basiert auf ca. 750m langen Zügen (inkl. Lok) mit 60 ITU's Kapazität (80-90% Auslastung).

Grössenklasse	Eingang/Ausgang ITU/Tag	Züge pro Tag	Zugspaare pro Tag
Mega Terminal	>1200 (>300'000/Jahr)	>20	>10
Large Terminal (Grosser Terminal)	480 –1200 (120'000-300'000/Jahr)	8-20	4-10
Medium Terminal (Mittlerer Terminal)	120-480 (30'000-120'000/Jahr)	2-8	1-4
Small Terminal (Kleiner Terminal)	<120 (<30'000/Jahr)	2 oder Wagengruppen	1 oder Wagengruppen
Mini Terminal	<40 (<10'000/Jahr)	nur Wagengruppen	nur Wagengruppen

Tabelle 2: Terminalklassifizierung nach Aufkommen

Die heutigen Terminals in der Schweiz gehören in die Kategorie Gross (z.B. Basel/Weil), Mittel (z.B. Aarau, trimodale Basler Hafenterminals, Cargodrome Wiler) und Klein (z.B. Buchs SG). Mini Terminals können mit den heute eingesetzten Umschlagstechniken und praktizierten Betriebskonzepten

wirtschaftlich nicht betrieben werden. Ausnahmen hiervon sind Produkte wie CargoDomino (siehe Kapitel 2.1.8), bei denen neue Technologien und Betriebsformen eingesetzt werden.

4) Umschlagverfahren: Eine weitere Unterscheidung kann bezüglich der Aufenthaltsdauer eines Zuges auf dem Ladegleis gemacht werden. Beim vertikalen Umschlag werden die beiden Verfahren Standverfahren und Fliessverfahren unterschieden (Ossberger, 2001). Die Begriffe „Stand“ und „Fließ“ beziehen sich dabei auf die Tragwageneinheit.

- Beim **Standverfahren** wird der einfahrende Güterzug sowohl ent- als auch beladen, ohne die Tragwagengarnitur zu verschieben. Dieses Verfahren erfordert eine entsprechend lange Gleisbelegung, da jede Destination ein eigenes Ladegleis benötigt. Dafür ist die Übersichtlichkeit gewahrt und ein Puffer (Zwischenlager) wird oft nicht oder nur in geringem Umfang benötigt, da die Gleise mit den darauf stehenden Tragwagen als Lagerfläche dienen. Das Standverfahren wird bei Grossterminals z.B. Oslo, Wien Nordwest Bahnhof und Basel/Weil angewendet und eignet sich gut für Gatewayterminals (siehe Kapitel 2.1.1).
In der internen Richtlinie der DB (Deutsche Bundesbahn, 1992) wird die Tatsache hervorgehoben, dass beim Standverfahren die Umschlaggleise mit dem darauf stehenden Zug als Lagerfläche für Ladeeinheiten dienen, bis sie vom Lkw abgeholt bzw. angeliefert werden.
- Beim **Fliessverfahren** wird der einfahrende Güterzug entladen und die Behälter in einen Puffer (Zwischenlager) abgestellt, von wo aus sie (später) auf Lkw verladen werden.
Beim optimalen Fliessverfahren werden die ankommenden Züge entladen und anschliessend sofort wieder beladen, abgefertigt und losgeschickt. Das Fliessverfahren kann aber auch im Zusammenhang mit Wartegleisen angewandt werden. Dabei werden die ankommenden Züge zwar sofort komplett entladen, verlassen danach aber den Terminal wieder (auf Wartegleise) und werden nach einer gewissen Zeit wieder zur Beladung bereitgestellt.
Die kurze Gleisbelegung garantiert eine hohe Zugdichte bzw. eine geringe Anzahl erforderlicher Gleise. Zudem können mehrere tägliche Abfahrten und Ankünfte pro Gleis stattfinden. Für das Eisenbahnunternehmen bedeuten kurze Standzeiten in den Terminals eine hohe Umlaufgeschwindigkeit und somit höhere Leistung, höhere Produktivität der Tragwagen sowie geringeren Kapitaleinsatz, da Fahrzeuge eingespart werden können. Der zweimalige Umschlag (Zug – Puffer / Puffer – Lkw) vermindert jedoch die Stundenleistung der Krananlage und macht ein Zwischenlager (Puffer) im Aktionsradius des Portalkrans nötig. Für die Strassentransportureure im Vor- und Nachlauf können Wartezeiten entstehen, diese können aber mit einer verbesserten Koordinierung und einem geeigneten Datenaustausch reduziert werden.
Bisher wird das Fliessverfahren angewendet, wenn das Abstellen von Zügen während langer Zeit nicht möglich ist (z.B. Terminal Güterbahnhof Zürich). Das reine Fliessverfahren zur Minimierung der Aufenthaltszeit von Zügen wird noch kaum praktiziert, da es dazugehörige Betriebskonzepte (Linienzüge, Hub&Spoke, Shuttlebetrieb mit mehreren Zügen pro Tag) nicht in grosser Anzahl gibt.
In der Richtlinie der DB wird das Fliessverfahren so verstanden, dass nur jene Behälter auf eine Abstellfläche gestellt werden, welche nicht direkt auf einen Lkw umgeschlagen werden können. Aber auch hier wird der Zug sofort entladen.

In zahlreichen Terminals wird (in Abhängigkeit der Relationen und deren Nachfrage und Bedienungshäufigkeit) eine Kombination aus Stand- und Fliessverfahren angewendet.

5) Umgeschlagene Ladeeinheiten: Es wird unterschieden zwischen Terminals des klassischen und des nicht-klassischen KLV. In Terminals des klassischen KLV werden Container, Wechselbehälter und Sattelanhänger umgeschlagen, welche ein anlageseitiges Umschlaggerät erfordern. Der nicht-

klassische KLV beinhaltet den Verkehr von Ladeeinheiten von Speziaisystemen (mit Container und Wechselbehälter nicht kompatibel) wie Mobiler und ACTS. Diese Systeme wurden entwickelt, um auf ein anlagebedingtes Umschlagsystem verzichten zu können. Es werden also auch einfache Umschlagplätze ohne aufwändige Infrastruktur als „Terminal“ bezeichnet, soweit sie für den Umschlag von intermodalen Ladeeinheiten genutzt werden. Der nicht-klassische KLV ist zudem im Bahnbetrieb eng mit dem EWLK verknüpft, im Gegensatz zum klassischen KLV, welcher vorwiegend mit Shuttle- und Ganzzügen betrieben wird.

2.1.2 Ladeeinheiten

Folgende Aufstellungen stammen inhaltlich vom Bericht Rapp AG (2002). Bei den Ladeeinheiten werden im konventionellen unbegleiteten KLV Container, Wechselbehälter und Sattelanhänger (Trailer, Sattelaufleger) unterschieden (siehe Abbildung 2).



Container [www.htbyb.com]



Wechselbehälter (WB)



Sattelanhänger (Sattelaufleger, Trailer) im unbegleiteten KLV



Container [www.cht-container.de]



Wechselbehälter [www.mn.man.de]



Sattelanhänger (Sattelaufleger, Trailer) im begleiteten KLV [www.dbjarmu.hu]

Abbildung 2: Ladeeinheiten im konventionellen Kombinierten Ladungsverkehr

Die weltweit wichtigste Ladeeinheit des Kombinierten Verkehrs ist der **Container**. Grosscontainer werden nach ihrer Länge (20', 30', 40'-Container), nach der Bauform (offen, geschlossen, Spezialcontainer) und Bauart (ISO-/Binnencontainer) unterschieden. ISO-Container können wegen der fehlenden Kompatibilität mit der Euro-Palette nicht optimal ausgenützt werden. Die Container können entweder über die Seiten oder die Stirnwand und teilweise über beide Varianten be- und entladen werden. Die Bodenbelastbarkeit gestattet den Einsatz von Flurförderzeugen im Container. Binnencontainer können in der Regel 3fach und ISO-Container 6fach gestapelt werden. Der Bahn-

transport erfolgt auf Tragwagen. Zur Be- und Entladung bei den Kunden werden die Container i.d.R. auf einem Chassis (Trägerfahrzeug, meistens Sattelanhänger bzw. Sattelaufleger) belassen.

In Europa werden **Wechselbehälter** (Wechselbrücke = austauschbarer und genormter Ladungsträger für Strassenfahrzeuge) verwendet. Diese können im Kombinierten Verkehr mittels spezieller Güterwagen (Taschenwagen, Tragwagen, gemischte Gelenkwagen) transportiert werden. Es werden vor allem die Aufbauarten Koffer, Plane und Spriegel, Isotherm, Silo und Tank verwendet. Die Behälter sind an der Unterseite mit Greifkanten (gelb markiert) für den Kranumschlag, Befestigungsbeschlägen sowie Stützbeinen ausgestattet. Der LKW kann unter die aufgestützten Behälter fahren und damit den Behälter aufnehmen. Durch die Stützbeine ist es möglich, dass ein Lkw den Wechselbehälter selbständig (ohne weiteres Equipment) an der Rampe des Kunden abstellen und aufnehmen kann.

Sattelanhänger (Sattelaufleger, Trailer) werden im Strassentransport von einer (Sattel-) Zugmaschine und im unbegleiteten Kombiverkehr alleine - d.h. ohne diese Zugmaschine – bzw. mit Zugmaschine im begleiteten Verkehr (Rollende Landstrasse) befördert.

Die Sattelanhänger (Sattelaufleger, Trailer) die im unbegleiteten Kombiverkehr befördert werden müssen – ähnlich wie Wechselbehälter - über Greifkanten an der Unterseite verfügen. Anbauteile (Unterfahrschutz, Beleuchtungsträger) müssen für den Bahntransport – je nach Tragwagentyp – klappbar ausgeführt sein. Es muss bei dieser Technik gewährleistet sein, dass auf der Empfangsseite eine entsprechende, zu den technischen Parametern des Sattelanhängers passende Zugmaschine zur Verfügung steht. Diese Problematik stellt sich vor allem im internationalen Verkehr. Die Beförderung der Sattelanhänger erfolgt auf Taschenwagen (siehe Kapitel 2.1.5).

2.1.3 Heutige Abmessungen der Ladeeinheiten

1) ISO Container: Die Container nach Normierung der ISO werden Seecontainer genannt, die ursprünglich für militärische Zwecke in den USA entwickelt wurden.

Es gibt heute 2 Serien, wobei die Serie 2 noch nie als Norm verabschiedet wurde.

- Behälter der Serie 1 mit 20'/30'/40' Länge³, 8' Breite und 8' oder 8,5' Höhe (entspricht 6'096/9'144/12'192 mm Länge, 2'438 mm Breite und 2'438 oder 2'591 mm Höhe). Das zulässige Bruttogewicht beträgt 24'000/25'400/30'480kg. Die 10' Länge ist zwar normiert, wird aber kaum mehr verwendet.
- Behälter der Serie 2 mit 45' Länge, 8,5' Breite und 8,5' (optional 9,5' high cube) Höhe (entspricht 13'716 mm Länge, 2'591 mm Breite und 2'591 bzw. 2'896 mm Höhe). Das maximale Bruttogewicht beträgt 24'000/30'480 kg. Mit gerundeten Ecken kann der mit 13'716 mm mehr als die zulässigen 13'600 mm lange 45'-Container auch auf der Strasse transportiert werden. Die Eckbeschläge sind gleich angeordnet wie bei den Serie 1 Containern. Für den ISO Container Serie 2 war eine Breite von 8.5' vorgesehen. Dieser ist aber wie erwähnt nie normiert worden. Die ISO Serie 2 ist das Produkt des Druckes der Transportwirtschaft auf grössere Ladevolumen, weil gerade bei in Containern transportierten Gütern leichte Halbfabrikate und Fertigprodukte dominieren. Es sind weltweit ca. 175'000 45'-Container für den Seetransport im Umlauf, welche nur 8' breit sind. Die Eckbeschläge (zum Greifen / Verriegeln von oben) sind bei 45' Container an den En-

³ 1 Fuss entspricht 0.305 m

den sowie an den gleichen Stellen wie bei 40' Containern angeordnet, also jeweils 2.5' vom Behälterende entfernt.

2) Europäische Wechselbehälter nach CEN (Europäische Normierung):

Die Europäischen Wechselbehälter oder WB sind eigentlich abnehmbare LKW Aufbauten und haben sich deshalb bezüglich der Abmessungen mit den zulässigen LKW Abmessungen entwickelt. Dabei gibt es 2 Klassen:

Klasse A WB, die auf Sattelanhänger transportiert werden. L = 12'192mm (40')/12'500mm/13'600mm, B = 2'500mm, H = 2'670mm, bis 34'000kg maximales Bruttogewicht.

Klasse C WB, die auf LKW und Anhänger transportiert werden. L = 7'150/7'430/7'820 mm, B = 2500mm, H = 2'670mm, bis 16'000kg maximales Bruttogewicht.

Die Länge, aber auch die Breite ist mit den zulässigen LKW Abmessungen mitgewachsen. Das zulässige Bruttogewicht basiert bereits auf 44t Bruttogewicht der LKW. Die bisher normierten Wechselbehälter müssen nicht stapelbar sein und haben oft Planenaufbauten. Daher haben sie für den Umschlag nur unten Greifkanten und Eckbeschläge (für die Sicherung auf Fahrzeugen).



Wechselbehälter Klasse A



Wechselbehälter Klasse C

Abbildung 3: Wechselbehälter Kombinierten Ladungsverkehr

3) Andere Behälter: Ausgehend von ISO Containern gibt es sog. Binnencontainer, die von den Bahnen entwickelt wurden. Es sind im wesentlichen ISO Container mit 2'500mm Breite und 2'600mm Höhe, um optimale Palettenladungen zu ermöglichen. Der Umschlag erfolgt gleich wie bei Seecontainern unter Benutzung oberer Eckbeschläge. Die Binnencontainer sind stapelbar.

Auf lokaler Ebene wurden vor allem in Deutschland aber auch in Skandinavien in der Vergangenheit Versuche unternommen, sog. Kleinbehälter oder Logistikboxen für kleinere Sendungsgrößen einzusetzen. Man ist aber nie über geschlossene Transportketten hinausgekommen. Kleinbehälter ermöglichen es, Sendungen an den Schnittstellen Nah-/Fernverkehr zusammenzufassen oder aufzuteilen und dabei Lade- und Sortieraufwand zu sparen. Im Rahmen der COST Aktion 339 (EU/COST 339 2002) wurden Design, Transport, Umschlag und Einsatzfelder von Behältern dargestellt und ein Normierungsvorschlag ausgearbeitet (vgl. Kap. 3.1.3). Der Umschlag erfolgt mit Staplern oder speziellen Systemen.

In Nord Amerika existieren auch 45'-Container mit einer Breite von 8.5' (2'591 mm), in Europa solche mit 2'550 mm Breite (z.B: Europacontainer von Global Container Trading GmbH, erfüllt Strassentransportvorschriften der EU und ist optimal für die Palettenbeladung).⁴ Die Verbreitung dieser Container in Europa ist nicht bekannt. Eine Breite von 2'591 mm (8,5') ist grösser als die erlaubte LKW-Breite von 2'550mm in Europa und würde zur Folge haben, dass man die ISO Container auf den Strassen mit Kühlaufbauten gleichsetzt. Die Folge davon wäre zweifellos, dass von der Strassen-Transportlobby 2'600 mm LKW Breite ohne Isolierung und 2'650 mm mit Isolierung gefordert würde. Die Höhe von 9,5' erfordert bei 4 m LKW Höhe kleinrädige Fahrzeuge. Adaptationen bestehender (Wechsel-) Behälter oder spezieller Behälter zum Zwecke der Verwendung spezieller Umschlagstechniken wurden oder werden immer entwickelt und angewendet. Beispiele sind ACTS, Mobiler oder Staplertunnel in Wechselbehältern.

2.1.4 Strassenfahrzeuge

In der Verkehrsregelverordnung vom 13. November 1962 (Stand 21. Dezember 2004) und in der Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge sind die massgebenden gesetzlichen Kenngrössen für Strassenfahrzeuge enthalten. Seit 01.01.2001 gilt ein maximal zulässiges Gesamtgewicht von 34 t; seit 1.1.2005 40 t. Im Zusammenhang mit Kontingentlösungen und Ausnahmen für den Strassenvor- und nachlauf im Kombinierten Ladungsverkehr sind in der Schweiz bereits seit längerem Fahrzeuge mit 40 t bzw. 44 t (im Vor- und Nachlauf zum KLV) Gesamtgewicht unterwegs.

Typ	Achszahl	Gesamtgewicht [Tonnen]	Eigengewicht [Tonnen]	Nutzlast [Tonnen]	Nutzlast KLV [Tonnen]
PKW und Lieferwagen	2	bis 3.5	bis ca. 1.9	bis ca. 1.6	
Leichtes Sattelmot.-Fz.	3	6.5	bis ca. 3.7	bis ca. 2.8	
LKW: Solofahrzeug	2	7.5 – 18	Ca. 3.5 - 8.5	Ca. 4 - 9.5	
	3	22 - 26	Ca. 9.5 bis 10.5	12.5 – 15.5	
	4	34	Ca. 12.5	Ca. 21.5	
Sattelmotorfahrzeug	5 und mehr	40	Ca. 14	Ca. 26t	
Anhängerzug					
Sattelmotorfahrzeug	5 und mehr	44	Ca. 16 bis 18		Ca. 22 bis 24
Anhängerzug					(unter Abzug Containergewicht)

Tabelle 3: Strassennutzfahrzeuge (Quelle: VSS 1999/255)

Mit dem höheren Gesamtgewicht im Strassenvor- und nachlauf von bis zu 44 t werden Nutzlastverluste durch den Behälter (ca. 2 bis 4 t) kompensiert. Die Länge von Motorfahrzeug und Anhänger (ausgenommen Sattelanhänger) darf ohne Ladung höchstens 18.75 m betragen. Bei Sattelanhängern sind es inklusive Zugfahrzeug 16.50 m. Motorfahrzeuge und Anhänger dürfen 2.55 m und Kühlfahrzeuge bis max. 2.6 m breit sein. Die Höhe der Fahrzeuge darf mit der Ladung 4 m nicht

⁴ Quellen: UN, Economic and Social Council, TRANS/WP.24/2004/4
 EU/COST 315 <http://www.global-container.com>

überschreiten. Die Fahrzeuge verfügen je nach Einsatzzweck über verschiedene Aufbauten (Brückenwagen, Kastenwagen, Kühlwagen etc.).

Seit dem 01. Januar 2001 wird in der Schweiz zudem die leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe LSVA erhoben. Der Abgabe unterliegen alle in- und ausländischen Fahrzeuge für den Gütertransport deren höchstzulässiges Gesamtgewicht 3.5 Tonnen übersteigt. Die Abgabe wird auf allen öffentlichen Strassen der Schweiz erhoben. Die Höhe der Abgabe hängt von den gefahrenen Kilometern, vom höchstzulässigen Gesamtgewicht und von den Emissionswerten EURO 0 bis EURO III des Fahrzeugs ab. Von 2001-2004 (Erhöhung der Gewichtslimite auf 34 Tonnen) betrug der durchschnittliche Abgabesatz pro tkm 1.68 Rappen. Seit 2005 (Erhöhung der Gewichtslimite auf 40 Tonnen) beträgt der mittlere Satz 2.47 Rappen. Der maximale Abgabesatz von 2.75 Rappen pro tkm kann erst ab dem 1.8.2008 erhoben werden. Strassenfahrzeuge, welche im Vor- und Nachlauf des KLV eingesetzt werden, erhalten pro umgeschlagenen Behälter eine Rückerstattung von 20 CHF bis 25 CHF (abhängig von der Containerlänge). Somit ist die LSVA als positive Massnahme für die Wettbewerbsfähigkeit des KLV zu bewerten.

2.1.5 Bahnwagen

Die grundsätzlichen Bestimmungen zu Bahnwagen befinden sich in der Eisenbahnverordnung vom 23. November 1983 (Stand am 29. August 2000). Die Begrenzung der Fahrzeuge bestimmt sich nach der gemeinsamen Bezugslinie Fahrzeuge – feste Anlagen, welche das Lichtraumprofil⁵ festlegt. Für die Planung der Terminalinfrastruktur bildet diese Bezugslinie eine Randbedingung. Im Kombinierten Verkehr muss sich das beladene Fahrzeug (Fahrzeug und Behälter) an diese Masse richten. Eine Veränderung der Behälterabmessungen bedeutet also bei gleich bleibendem Lichtraumprofil unmittelbare Konsequenzen auf die Tragwagen.

Im KLV werden Flach-, Taschen- und Niederflurwagen eingesetzt (siehe Abbildung 4). Die heutigen Behältertragwagen verfügen über folgende Wagenlängen: 2-achsige: 17m, 4-achsige: 21-24m, 6-achsige: ca. 34m.

- Flachwagen werden für den Transport von Containern und Wechselbehältern eingesetzt. Bestrebungen zur Optimierung der Nutzlänge bzw. zur Ausnutzung der Achslasten haben zu einer Vielzahl von Wagentypen (2-, 4-, 6-achsige Wagen mit verschiedenen Gelenk- oder Verbindungselementen) geführt.
- In Taschenwagen werden Sattelanhänger (Sattelaufleger, Trailer) transportiert, die mit einer Einrichtung zur Aufnahme des Königszapfens fixiert werden. Aufgrund der stetigen Zunahme der Behälterhöhen bei gleichzeitig beschränktem Lichtraumprofil der Bahn (insbesondere in Tunnels) entsteht ein Innovationsdruck, der in immer tieferen Ladehöhen der Tragwagen mündet. Um die Wagen möglichst flexibel für möglichst viele Behältertypen- und -abmessungen einsetzen zu können, wurden kombinierte Taschen- und Flachwagen entwickelt, mit denen sowohl Sattelanhänger als auch Container und Wechselbrücken transportiert werden (siehe Abb. 5).
- Niederflurwagen sind befahrbar und dienen dem begleiteten Kombinierten Verkehr (Rollende Landstrasse / Rollende Autobahn).

⁵ siehe Definition im Anhang

Seecontainer	Containertrag-, Flachwagen	Universal-Container- Tragwagen	Universal- Taschenwagen
Binnencontainer			
Wechselaufbauten	Flachwagen		
Sattelaufleger	Taschenwagen		
ACTS	Flachwagen mit Drehrahmen		
Rollende Landstrasse	Niederflurwagen		
Kombitrailer	Drehgestelle		



Flachwagen (www.aae.ch)



Taschenwagen



Niederflurwagen

Abbildung 4: Bahnwagen im Kombinierten Verkehr⁶



Kombinierter Tiefladewagen für Sattelanhänger,
 Container und Wechselbehälter



Aufnahme / Fixierung des Königszapfens
 von Sattelanhängern

Abbildung 5: Kombiniertes Tiefladewagen

⁶ Quelle: ETH Zürich/IVT 1996, Vorlesung B8

Beispiele für gebräuchliche Tragwagen:



Abbildung 6: 2-achsige Tragwagen Lgs (links) und Lgss (rechts) [www.dbjarmu.hu]

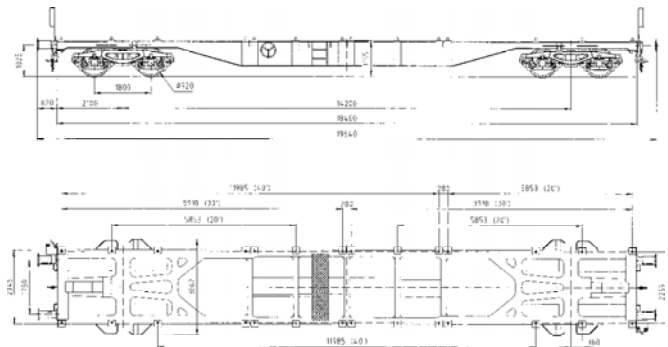


Abbildung 7: 4-achsiger Tragwagen Sgss 60' [www.aae.ch]

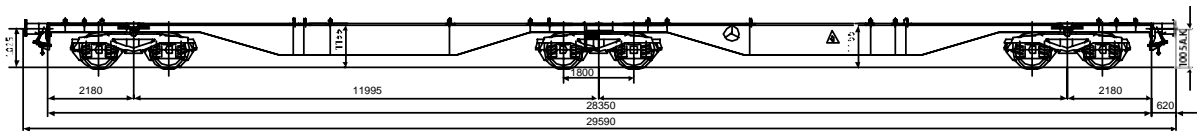


Abbildung 8: 6-achsiger Tragwagen Sggmrs 90' für bis zu 4 Behälter [www.aae.ch]

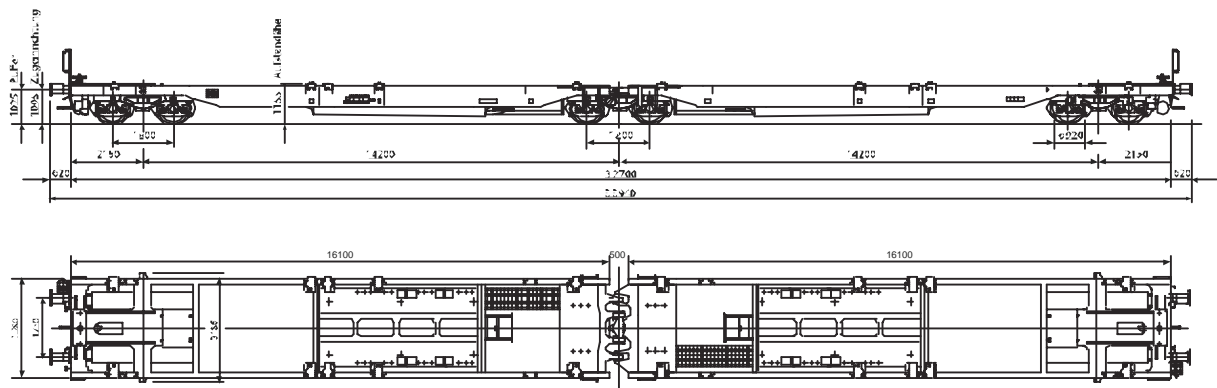


Abbildung 9: 6-achsiger Doppeltaschenwagen Sdggmrss 104' zum Transport von Sattelanhängern (Megatrailer), Wechselbehältern und Containern[www.aae.ch]

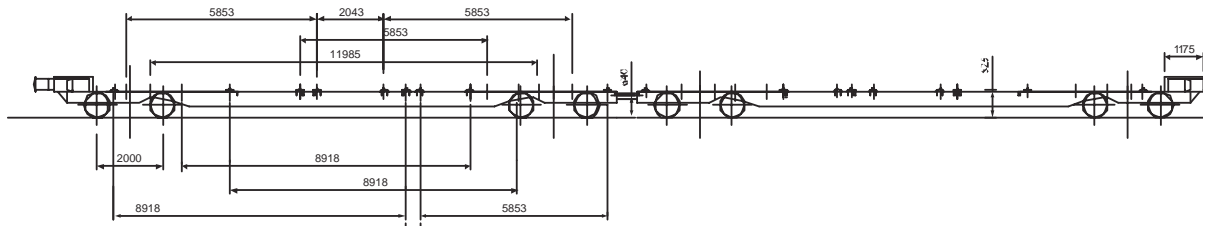


Abbildung 10: 8-achsiges kurzgekuppeltes Tragwagen Sffggmrrss zum Transport von Highcube-Behältern (9'6'') [www.aae.ch]

2.1.6 Binnengewässer-Schiffe

Binnenflotten bestehen im Wesentlichen aus Zugschiffen, Motorgüterschiffen, Schubschiffen, Kähnen, und Leichtern. Tabelle 4 enthält eine kurze Übersicht über die in der europäischen Binnenschifffahrt für den Transport von Containern gebräuchlichen Schiffstypen.

Typen	Tragfähigkeit [Tonnen]	Abmessungen [m]			Laderaum
		Länge	Breite	Tauchtiefe	
Motorgüterschiff	220 - 5000	38.5 - 135.0	5.0 - 17.0	2.0 - 4.0	bis 224 TEU
Schubschiffe					
Schubboot	nur Schub	10.0 - 40.0	7.6 - 15.0	1.4 - 2.2	
Schubleichter	1240 - 2800	70.0 - 76.5	9.5 - 11.4	2.5 - 4.0	
Koppelverband	2530 - 5000	150.0 - 186.5	9.5 - 11.4	2.5 - 3.5	
Containerschiff		135			bis 500 TEU

Tabelle 4: Binnenschiffe (Auswahl)

(Quelle: Bundesverband der Deutschen Binnenschifffahrt, www.binnenschiff.de)

Motorschiffe haben einen eigenen Antrieb, und sind meist auch geeignet die motorlosen Leichter und Kähne zu schieben oder zu ziehen. Die hier aufgeführten Schiffe können zu Schiffsverbänden oder Schleppzügen zusammengefügt werden. Bei einem Schiffsverband schiebt ein Motorschiff einen oder mehrere fest verbundene Schubleichter (Schubverband) oder Kähne. Es werden bis zu neun Schubleichter miteinander verbunden und vom Motorboot geschoben. Die maximale Breite und Länge eines solchen Verbandes sind je nach Binnenwasserstrasse verschieden. Sie können bis zu 285 m lang und 34 m breit sein, und bis zu 27'000 Tonnen wiegen.

Heute kommt auch das LASH-System (Lighter Aboard Ship) zum Einsatz. Geschobene Trägerschiffsleichter werden am Seehafen samt Inhalt auf ein Hochseeschiff geladen. In diesem Sinne ist ein Trägerschiffsleichter eine Art Container⁷. Eine weitere Art von Schiffsverbänden, die Schleppzüge (lose Verbindung zwischen Motorschiff und gezogenem Kahn), werden wegen ihrer geringen Beweglichkeit immer weniger eingesetzt.

2.1.7 Bahnbetriebsformen

Heutige Bahnverbindungen zwischen den Terminals unterscheiden sich in unterschiedlichen Betriebsformen. Die Bahnbetriebsform hat einen Einfluss auf die Funktion und Ausgestaltung des Terminals.

1) Direktzüge:

Terminals mit grossem Behälteraufkommen (Gateways, Grossterminals oder auch Güterverkehrszentren (GVZ) mit KLV-Anschluss) werden mit Direktzügen verbunden. Täglich fährt mindestens ein Ganzzug (d.h. ein reiner behältertransportierender Zug, ohne sonstige Güterwagen) ohne weitere Verkehrshalte zwischen den Terminals. Direktzüge werden in Blockzüge und Shuttlezüge unterschieden. Shuttlezüge unterscheiden sich von Blockzügen dadurch, dass sie stets in einem festen Zugverband verkehren, der dann unterschiedlich stark ausgelastet ist.

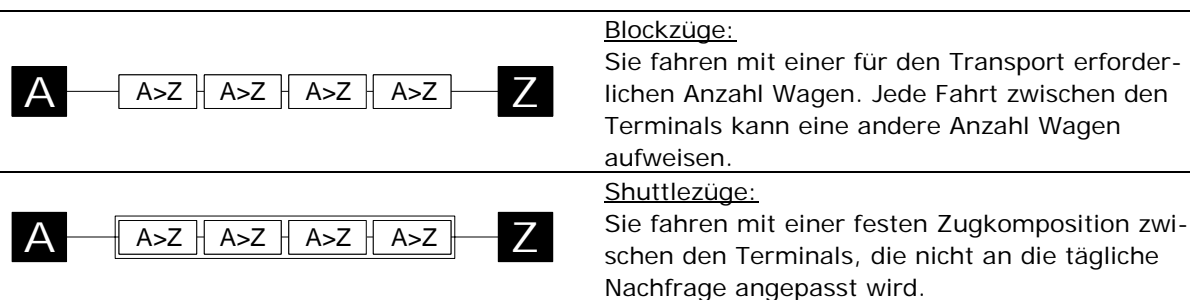


Abbildung 11: Direktzüge

Shuttle- oder Blockzüge erlauben kurze Transportzeiten über lange Strecken.

- Die durchschnittliche Geschwindigkeit zwischen zwei Terminals liegt bei 70 – 90 km/h, wobei die maximale Geschwindigkeit 120 km/h ist. Mit einer Fahrzeit von 10 Stunden kann man eine Distanz von 700 – 900 km zurücklegen.
- Das maximale Gewicht kann 2000 t und in manchen Fällen sogar mehr betragen.

⁷ Quelle: www.portofbasel.ch

- Maximale Zuglänge inkl. Triebfahrzeug ist 750 m. Ein 750 m langer Zug kann bis zu ca. 80 Wechselbehälter oder 90 Container TEUs (Twenty-foot equivalent unit) aufnehmen, falls das Maximalgewicht nicht überschritten wird.⁸
- Direktzüge können nur zwischen den grossen Wirtschaftszentren mit grossen Verkehrsaufkommen eingesetzt werden. Mittel- und Kleinzentren können nicht durch tägliche Züge verbunden werden. Es gibt wenige Verbindungen in Europa, auf denen solche Direktzüge eingesetzt werden können.
- Shuttlezüge können nur wirtschaftlich eingesetzt werden, falls die Transportnachfrage über die Tage und Richtungen einigermassen ausgeglichen ist.

Auswirkungen auf den Terminal:

- Der Terminal muss Züge mit einer Länge von 750 m aufnehmen können.
- Die Leistungsfähigkeit der Umschlaganlage muss gross genug sein, um die Züge in einer kurzen Zeit be-/entladen zu können. Die Dimensionierung auf Bedarfsspitzen kann eine niedrige durchschnittliche Kapazitätsauslastung verursachen.
- Es ist erforderlich, in diesem Fall ein grosses Lager für die Behälter-(zwischen) Lagerung (Puffer) bereitzustellen.
- Terminalstandorte, die von Direktzügen bedient werden, müssen ein grosses Verkehrsaufkommen aufweisen (Industriezentren) oder müssen ein grösseres Gebiet bedienen, was zu langen Vor- und Nachlauftransporten führt und dadurch einerseits die Kosten erhöht und andererseits die Vorteile des Teilsystems Schiene verringert.

Auswirkungen auf den Strassenvor- und Nachlauf:

- Da Direktzüge oft im Fliessverfahren be- und entladen werden kommt es dann, wenn Direktzüge ent- und beladen werden zu Wartezeiten für die Strassenfahrzeuge, da kein Direktumschlag Lkw – Zug oder umgekehrt gemacht wird, sondern stets ein Umschlag Lkw – Puffer – Bahn und umgekehrt.
- Um die Aufenthaltszeit der Behälter in den Terminals zu verringern und eine schnelle Bedienung der Kunden zu ermöglichen sind tendenziell mehr Strassenfahrzeuge erforderlich.

2) Kombiniertes Güterverkehr in Rangierhub-Systemen:

Der Kombinierte Verkehr in Rangierhub-Systemen ähnlich wird wie der konventionelle Einzelwagenladungsverkehr produziert werden. Wagen oder Wagengruppen werden im Terminal be- und entladen. KLV-Nahverkehrszüge bringen die unsortierten Wagen zum Rangierbahnhof, wo KLV-Ganzzüge zusammengestellt und an den Zielrangierbahnhof gefahren werden. Dort werden die Wagen wiederum mit Nahgüterzügen zu den einzelnen Zielterminals transportiert. Anstelle von Zielterminals können auch Anschlussgleise treten, wo die Behälter auf den Bahnwagen belassen und dort be- und entladen werden. Wenn als Rangierhub bestehende Anlagen des EWLK (mit-) benutzt werden sollen, so ist auf eine zeitliche Abstimmung dieser beiden Produkte zu achten. Normalweise muss die Hubarbeitszeit mit der EWLK-Arbeitszeit abgestimmt werden. Bei grosser Zahl von Wagenumstellungen ist es empfehlenswert, die Rangieranlage für das schnelle Rangieren zu benutzen. Es ist deshalb wichtig, die Rangieranlage zu benutzen, wenn im EWLK nicht rangiert wird oder es wird ein nicht mehr für den EWLK benötigter Rangierbahnhof verwendet.

⁸ Es bestehen jedoch oft anlagenspezifische Einschränkungen

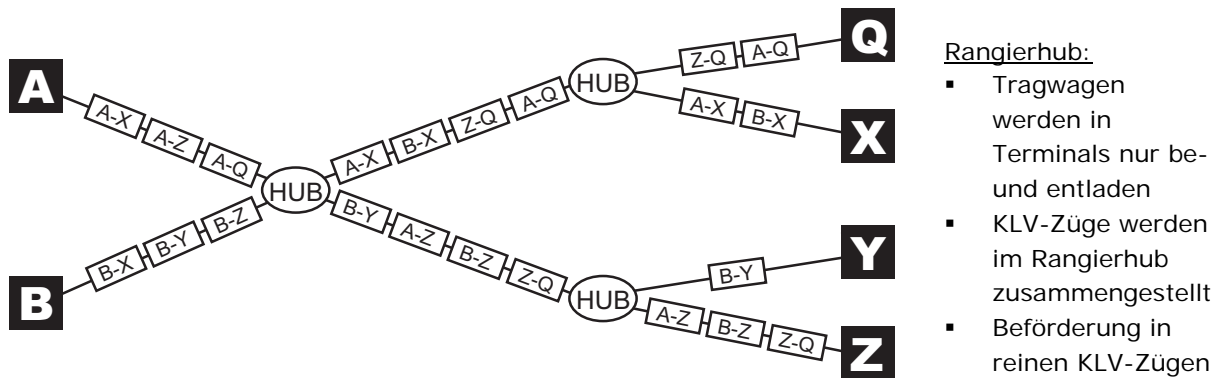


Abbildung 12: Rangierhub

Für Design und Ausstattung der Terminals bedeutet dies:

- Da das Rangieren und Zusammenstellen von Wagengruppen oder Einzelwagen in einer Rangieranlage über den Ablaufberg erfolgt, ist innerhalb der Terminals keine zusätzliche Ausrüstung für das Rangieren (Gleise, Lokomotiven, Personal) erforderlich.
- Wenn als Rangierhub bestehende Anlagen des EWLK (mit-) benutzt werden sollen, so ist auf eine zeitliche Abstimmung dieser beiden Produkte zu achten.

3) Kombiniertes Güterverkehr im Einzelwagenladungsverkehr:

Bei dieser in der Schweiz weit verbreiteten Bahnbetriebsform werden die Wagen des KLV in das System des Einzelwagenladungsverkehrs (EWLK) eingespielt und in gemischten Güterzügen zwischen den Rangierbahnhöfen (und grösstenteils auch zu den Terminals bzw. Entladestellen) transportiert.

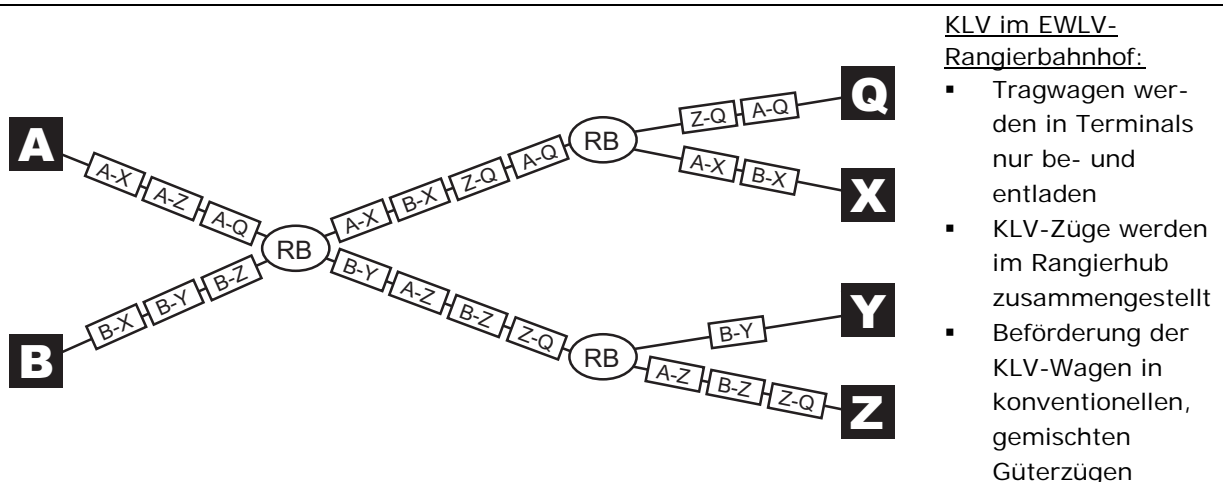


Abbildung 13: Kombiniertes Verkehr im Einzelwagenladungsverkehr

2.1.8 Umschlagtechnik

1) Vertikale Umschlagtechnik:

Für den vertikalen Umschlag von KLV-Behältern kommen Portalkrane oder mobile Umschlaggeräte (z.B. Greifstapler) zum Einsatz. Die Ladeeinheit wird von oben angefahren. Container und Wechselbehälter mit Eckbeschlägen werden oben, Wechselbehälter und Sattelanhänger unten an den Greifkanten gefasst. Dies bedingt, dass die Terminalgleise nicht elektrifiziert sind. Aufgrund der Grösse, der Komplexität und der umfassenden Funktionalität der Geräte sowie der Infrastrukturaufwendungen (Kranbahn oder sehr gut befestigter Untergrund für Greifstapler) sind bereits für eine Grundausrüstung relativ hohe Investitionen erforderlich, was den Umschlag bei geringem Aufkommen entsprechend teuer macht. Die umfangreiche und komplexe Ausstattung von Terminals erfordert eine entsprechende Anzahl von gut ausgebildetem Terminalpersonal, welches die Betriebskosten erhöht. Solche KLV-Terminals müssen deshalb eine gewisse Mindestgrösse haben, damit sie wirtschaftlich betrieben werden können (ICM 2003). Stapler dienen auf Terminals als Universalhebegeräte und werden oft eingesetzt, um leere und somit leichte Behälter zu verschieben oder zu stapeln. Um eine ständige Verfügbarkeit des Terminals zu gewährleisten, ist bei der Auswahl der Umschlagsmaschinen eine Notfallebene (back-up) vorzusehen. Hierzu gibt es verschiedene Lösungsansätze. Neben einem zweiten oder zusätzlichen Kran können auch (kostengünstigere) Greifstapler als Ersatz- oder Notfalllösung vorgehalten werden. Ein völlig anderer Ansatz besteht darin, nicht ganze Systeme vorzuhalten, sondern nur Teilsysteme. So gibt es Portalkrane, die über mehrere Antriebsmotoren verfügen, so dass beim Ausfall eines Motors der Kran – mit verminderter Geschwindigkeit bzw. Leistung – weiter betrieben werden kann (siehe Kapitel 3.2).



Portalkran

[Bild: www.hupac.ch]



Greifstapler (z.B. Belotti)

[Bild: www.hupac.ch]



Containerstapler (z.B. Kalmar)

[Bild: www.kalmarind.com]

Abbildung 14: vertikale Umschlaggeräte

Der Vertikalumschlag und der dadurch bedingte Verzicht auf eine Fahrleitung stellt besondere Anforderungen an den Bahnbetrieb. Entweder fahren die Züge mit Schwung auf das Ladegleis ein und bremsen so exakt, dass die Lokomotive wieder im Bereich mit Fahrleitung steht, der erste Behälter aber noch gegriffen werden kann, oder es sind zusätzliche Rangierfahrten mit Diesellokomotiven und Rangiergleisanlagen erforderlich.

2) Horizontale Umschlagtechnik:

Für den horizontalen Umschlag werden fahrzeuggebundene und selbständig arbeitende Geräte eingesetzt. Die selbständig arbeitenden Geräte sind erst am Anfang ihrer Entwicklung und werden noch nicht intensiv kommerziell eingesetzt. Sie werden deshalb erst im Kapitel 3.2 (künftige Umschlagtechnik) erläutert.

Seit mehreren Jahren sind fahrzeuggebundene Umschlagsysteme (z.B. Mobiler/Nik, ACTS) im Einsatz, die bei kleinem und mittlerem Aufkommen eine mögliche Lösung für kostengünstige Umschläge darstellen. Der entscheidende Vorteil dieser Geräte besteht darin, dass im Terminal keine technische Umschlaginfrastruktur vorhanden sein muss. Die Ladung wird horizontal verschoben oder auf einen Bahnwagen abgerollt. Damit ist auch ein Güterumschlag unter der Fahrleitung der Bahn möglich. Der Umschlag wird vom Lastwagenfahrer durchgeführt, was sich sehr günstig auf die Terminalbetriebskosten auswirkt. Es können auch bestehende und heute nicht mehr benötigte Ladegleise von Ortsgüter- oder Anschlussgleisanlagen benutzt werden.

Der Mobiler wurde von der Firma Bermüller für den Umschlag auf engstem Raum entwickelt (vgl. Abbildung 15). Er benötigt besondere Vorrichtungen sowohl an Bahnwagen für das Gleiten der Hebevorrichtung (Blechstreifen auf der Ladefläche als Unterlagen) als auch an den Behältern in Form von Aussparungen am Boden. Das am weitesten entwickelte Beispiel ist eine Weiterentwicklung mit dem Namen „Nik“, welche von den SBB im Rahmen des Konzepts „Cargo Domino“ eingesetzt wird. Das Umschlaggerät wird vom LKW angetrieben und besteht aus zwei U-Profilen mit Antrieb und Hydraulik, die sich ineinander verschieben und den aufliegenden Wechselbehälter, welcher Aufnahmeöffnungen für die Profile besitzen muss, schrittweise seitlich befördert. Das Mobilerfahrzeug fährt parallel zum Bahnwagen in einem Abstand von höchstens 40 Zentimeter und richtet sich hydraulisch in der Höhe mit Hilfe von Füßen, die auf den Boden gepresst werden. Die Wechselbehälter werden seitlich auf den Bahnwagen geschoben oder von diesem heruntergezogen. Der Vorgang dauert rund fünf Minuten. Der Umschlag ist zweiseitig möglich, d.h. die Anfahrrichtung des LKW zum Bahnwagen ist nicht vorbestimmt. Das Cargo Domino genannte System von SBB Cargo ist in der Schweiz seit Sommer 2002 in Betrieb. Für den Betrieb eines kleinen Terminals oder Umschlagplatzes ist es ausreichend, einen Lkw mit der Mobiler-Ausrüstung zu beschaffen, welcher die Behälter dann vom Bahnwagen ablädt und auf andere Lkw umlädt. In solchen Fällen wäre der Lkw dann sowohl Tarnsportmittel als auch Platzgerät/ Umschlagsgerät.

Während das ACTS-System eher für Massengüter eingesetzt wird (vor allem Kehrlicht und Bauschutt), können mit dem Mobiler/Nik wegen des sanften Umschlags auch empfindliche Güter umgeschlagen werden.

Beim System Mobiler besteht die Möglichkeit auch ISO-Container umzuschlagen. Dazu wird ein spezieller ISO-Adapter verwendet (siehe Kapitel 3.2.2). Dieser Adapter besteht aus zwei höhenverstellbaren Konsolen, die frontal hinter den Eckbeschlägen positioniert werden.

Eine grössere Verbreitung dieser Horizontal-Umschlagsysteme wurde bislang dadurch verhindert, dass es sich bei den eingesetzten Behältern stets um Spezialbehälter handelt und Normbehälter (Container und Wechselbehälter) nur mit zusätzlichem Aufwand (Zwischenrahmen, ISO-Adapter etc.) integriert werden können. Die Behälter der SBB der neuesten Generation (ACTS-Behälter und CargoDomino) wurden deshalb jeweils so ausgestattet (Greifkanten oder Eckbeschläge), dass sie auch vertikal umgeschlagen werden können (siehe Kapitel 3).



ACTS



Mobiler/Nik [www.sbbcargo.ch]

Abbildung 15: Fahrzeuggebundene Horizontale Umschlagtechnik

Bei den fahrzeuggebundenen Umschlagssystemen (Selbstlader, Mobiler, etc.) hat sich gezeigt, dass diejenigen Systeme eine gewisse Marktverbreitung erreicht haben, bei denen die Technologie auf dem Strassenfahrzeug installiert ist. Dies ist vor allem auf die Organisation und Verantwortlichkeit im Bereich der Wartung, Instandhaltung und Pflege zurück zu führen. Strassenfahrzeuge werden i.d.R. immer vom gleichen Fahrer gefahren, der mit „seinem“ Fahrzeug sorgfältig und gewissenhaft umgeht. Eine Zuverlässigkeit und Langlebigkeit der am Lkw installierten Umschlagseinrichtung ist so gewährleistet. Bei an Eisenbahnfahrzeugen (Tragwagen) installierten Umschlagseinrichtungen sind spezielle Wartungs- und Instandhaltungspläne erforderlich. Durch die fehlende „natürliche und persönliche Zuständigkeit“ besteht die Gefahr von Defiziten in Zuverlässigkeit und Langlebigkeit der Umschlagseinrichtung.

2.2 Terminallayout

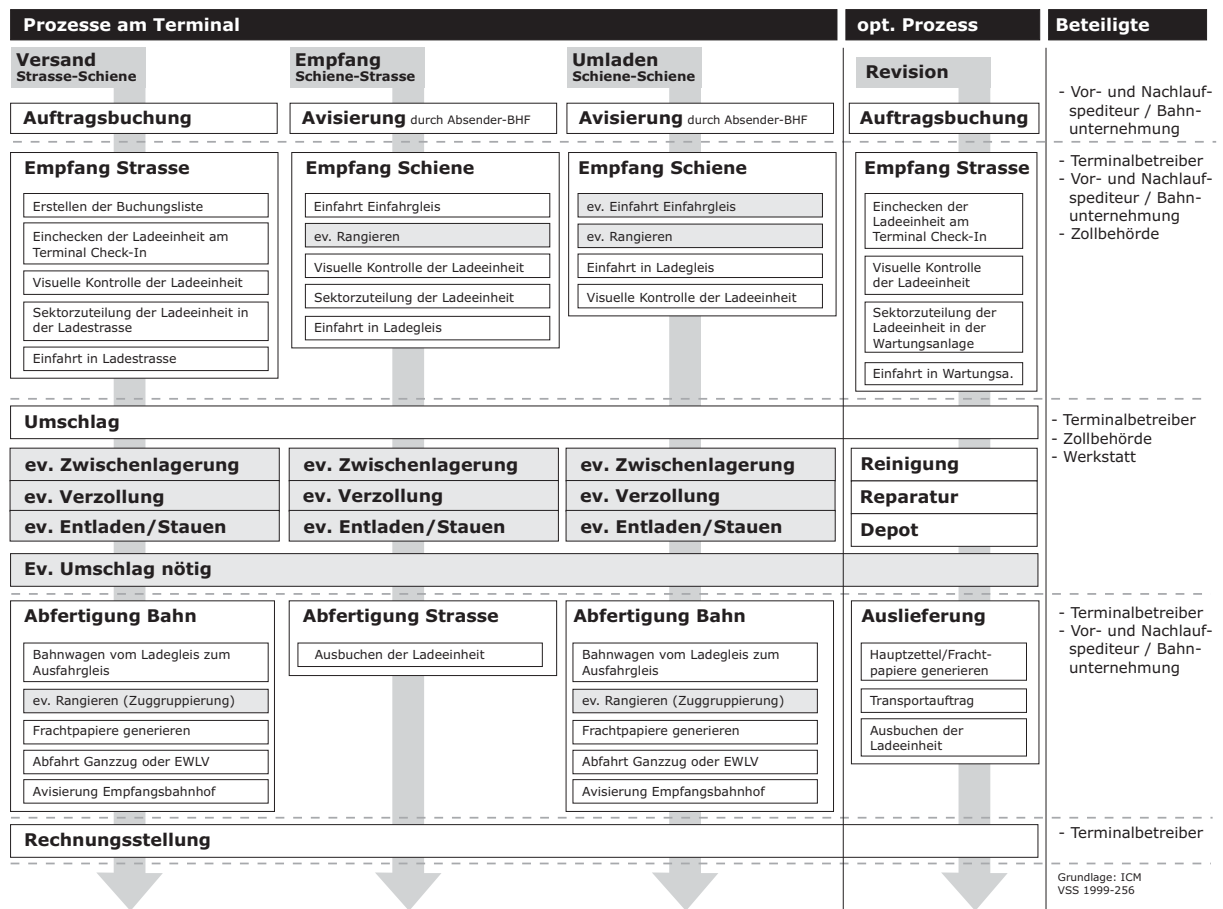
2.2.1 Prozesse am Terminal

Am Terminal können grundsätzlich drei verschiedene Hauptprozesse ablaufen, welche wiederum aus mehreren Teilprozessen bestehen: Versand, Empfang, Umladen (siehe Abbildung 16). Daneben gibt es noch optionale Prozesse im Zusammenhang mit den im Kapitel 2.1.1 angesprochenen Zusatzdienstleistungen.

- Versand: Anlieferung mit Lkw und Umschlag der Behälter auf die Bahn
- Empfang: Anlieferung mit der Bahn und Umschlag der Behälter auf Lkw
- Umladen: Umschlag der Behälter zwischen zwei Zügen

Am Beispiel eines konkreten Terminallayouts werden die einzelnen Abläufe im Kapitel 2.2.2 erläutert.

Bundesamt für Strassen/VSS Forschung 1998/189: Ausgestaltung von Terminals für den Kombinierten Ladungsverkehr



60.040.0 VSS-Terminalnormierung, ablaufschaema_terminal.cdr, ste, 22.04.03

Grundlage: ICM
 VSS 1999-256

Rapp Trans AG

Abbildung 16: Prozesse am Terminal

2.2.2 Basis Terminallayout

Abbildung 17 zeigt schematisch und beispielhaft eine Basisanordnung eines Terminals. Es ist zu beachten, dass die benötigten Gleisgruppen und die Anzahl Gleise vom Flächenzuschnitt, vom Betrieb und dem Umschlagaufkommen abhängig sind.

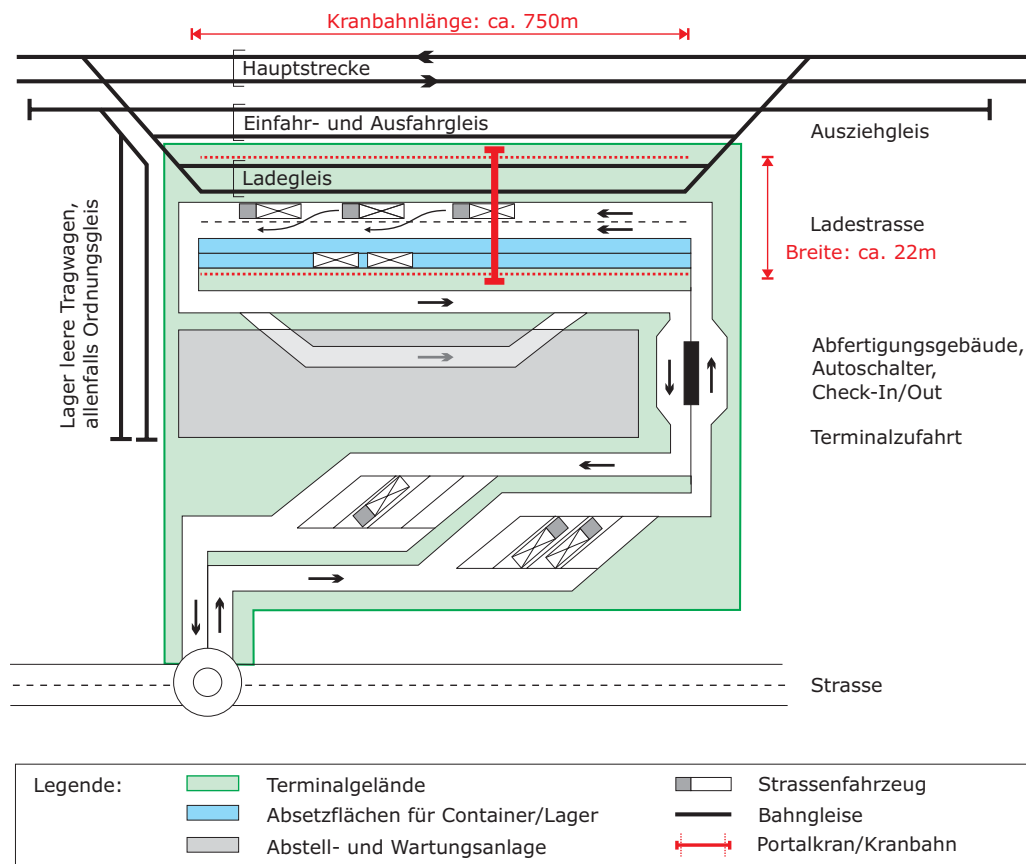


Abbildung 17: Schematisches Layout einer Umschlaganlage

Ein Terminal kann in einen Strassen- und in einen Bahnteil unterteilt werden, die im Bereich der Krananlage physisch und betrieblich miteinander verbunden sind. Die einzelnen Elemente werden nachfolgend entsprechend dem Prozessablauf beschrieben:

1.) Betrieb Strasse:

Der Behälter wird via Strasse angeliefert. Im Bereich der Terminalzufahrt befinden sich einige Wartepplätze für Fahrzeuge, die noch nicht abgefertigt werden können. Am Check-In werden die Strassenfahrzeuge erfasst (Registrierung, Behältereingangskontrolle (Schäden), Verzollung). Nach dieser Erfassung wird dem Lkw-Fahrer der genaue Entladeort (Ladespur und Standplatz) mitgeteilt. Der Lkw fährt in die Ladestrasse an den vorgegebenen Standplatz. In den meisten Terminals befindet sich auf der Ladespur noch ein Einweiser („Checker“) der die Kommunikation zwischen Kranführer und Lkw-Fahrer sicherstellt und so eine geordnete Abwicklung gewährleistet. Die Ladeeinheit wird dort mit einem Portalkran vertikal umgeschlagen. Entweder wird die Ladeeinheit direkt auf die Bahn verladen oder kurzfristig auf dem dafür reservierten Platz (Puffer) gelagert. Bei einer genügend breiten Ladestrasse (Überholmöglichkeit) kann er das Gelände sofort nach dem Entladen wieder verlassen oder einen angekommenen Behälter wieder aufnehmen (daraus resultiert eine minimale Wartezeit). Auch bei optimierter Betriebsführung wird die Reihenfolge der Umschlagaufträge unmittelbar von der Stochastik des Ankunftsprozesses der Strassenfahrzeuge bestimmt (Nestler, 1995).

2.) Betrieb Bahn:

Abgehende Direktzüge werden nach dem beladen auf die Ausfahringleise rangiert, wo die bahntech- nische Abfertigung (Bremsprobe, Streckenlok anhängen, Ladungs- und Behälterkontrolle durch das Eisenbahnverkehrsunternehmen) stattfindet. Wagen für Destinationen ohne grosses Aufkommen werden mit Nahgüterzügen oder Rangierfahrten zum Rangierbahnhof befördert und im System Einzelwagenladungsverkehr (EWLV) geführt.

Ankommende Züge verlassen die Hauptstrecke und fahren in die Einfahringleise ein. Die Wagen wer- den auf ein Ladegleis verschoben; durch das Ausziehgleis tangieren Rangierfahrten das Strecken- gleis nicht. Wenn das Betriebskonzept kurze Aufenthaltszeiten erfordert und die Sicherungsanlagen entsprechend ausgerüstet sind, so sind auch Schwungeinfahrten möglich, d.h. elektrische Lokomo- tiven fahren mit dem Zug direkt vom Streckengleis in das Ladegleis ein. Diese Methode wird u.a. in Deutschland erfolgreich angewendet.

Das Umladen von Ladeeinheiten ist nicht mit dem Rangieren bei den grossen Rangierbahnhöfen (mit Ablaufberg) zu verwechseln. Umladen findet z.B. in einem grossen Terminal (sogenannten Gateway oder Hub, siehe Kapitel und 3.4.2) statt. Ganzzüge fahren unter der Kranbahn auf neben- einander liegenden Gleisen ein. Der Portalkran kann nun die gewünschten Ladeeinheiten zwischen den Zugskompositionen umladen (oder nötigenfalls Zwischenlagern). Im Fachbegriff heisst dieses Verfahren Standverfahren und wurde bereits unter Kapitel 2.1.8 erläutert.

Hat ein Terminal ein hohes Güterverkehrsaufkommen, müssen einzelne Gleise zu selbständigen Gruppen erweitert werden. Eine Einfahrgruppe wirkt als Puffer, der den Spitzenanfall von Zügen aufzunehmen hat, bis die Wagen auf die einzelnen Ladegleise verteilt sind. Entsprechend wird auch eine Ausfahrgruppe geschaffen, die alle Gleise für die verschiedenen Versandrichtungen zusam- menfasst. Leere Bahnwagen, welche auf einen nächsten Einsatz warten, werden im Wagenlager abgestellt, welches via Ausziehgleis erreichbar ist (kein Konflikt mit dem Streckengleis). Zusatz- dienstleistungen im Terminal werden in der dafür vorgesehenen Abstell- und Wartungsanlage angeboten. Um Behälter in diesen Bereich zu transportieren, ist ein mobiles Umschlaggerät nötig. Es muss zwischen der Anzahl Gleise unter der Kranbahn, der Länge der Einfahr-, Ausfahr- und Ladegleise und dem entstehenden Rangieraufwand unter Betrieb optimiert werden. Höhere Inves- titionskosten beim Terminalbau können dabei die späteren Betriebskosten massiv senken.

3.) Krananlage

Der Portalkran kann aufgrund der langen Kranbahn die ganze Zuglänge bedienen (Länge ca. 750m, Breite ca. 22m). Sein Einsatz ist daher sehr flexibel und schnell. Für die Steigerung der Um- schlagkapazität kann ein zweiter Kran installiert werden.

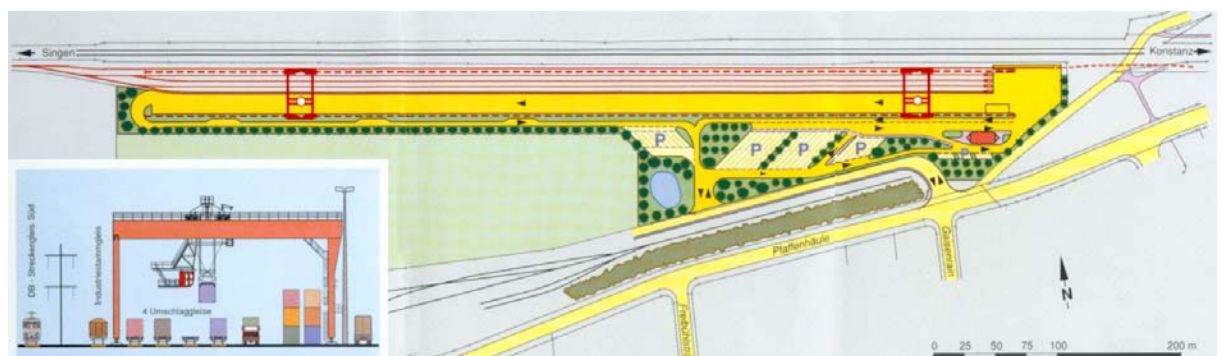


Abbildung 18: Layout einer kompakten Umschlaganlage: Terminal Singen (D)

Ein Beispiel für ein kompaktes Anlagelayout zeigt Abbildung 18 mit dem Terminal in Singen, welcher 1996 in Betrieb genommen wurde. Der Portalkran (Anlage kann um zusätzlichen Portalkran erweitert werden) kann bei Spitzenbelastung 30 Umschläge/h ausführen und auf der gesamten Nutzlänge von 650m vier Ladegeleise, sowie zwei Ladestrasse bedienen. Zusätzlich sind seitlich zwei Lagerflächen für Container unter der Kranbahn angeordnet. Der Terminal Singen weist zusätzlich ein Gleis für die Rollende Landstrasse auf.

Die Abfertigung der erwarteten Verkehrsmenge (56'000 Sendungen im Jahr 2010) wird kreuzungsfrei auf dem gesamten Terminal abgewickelt. Der Check-In garantiert dosierte LKW Zufahrten und ein gutes Standplatzmanagement für Umschläge. Zudem werden moderne Telekommunikation und EDV-Systeme zur Unterstützung der Abfertigung eingesetzt.

2.2.3 Spezielle Ausrüstung

Die Umschlagsposition ist grundsätzlich durch die Lage des be- oder entladenden Tragwagens bzw. Zwischenlager-Stellplatzes festgelegt. So kann es vorkommen, dass die Positionen zweier Strassenfahrzeuge, die Ladeeinheiten abholen und nacheinander bedient werden sollen, bei Gleislängen von bis zu 700 m mehr als 100 m voneinander entfernt liegen. Dadurch entstehen lange Kranfahrwege und Zeitverluste welche die Krankapazität reduzieren.

Um die Kapazität von Terminals zu erhöhen können Längsverschubanlagen eingesetzt werden, welche Behälter von einem Kranbereich in einen anderen Kranbereich befördern.

2.3 Akteure im KLV

Die folgenden Ausführungen stützen sich auf das Projekt „Vor- und Nachlauf im Kombinierten Verkehr“ (Rapp Trans AG 2005).

Im Gegensatz zum reinen Strassen- oder Schienengüterverkehr sind im Kombinierten Verkehr zusätzliche Partner beteiligt. Tabelle 5 zeigt eine Übersicht. Neben den Strassen- und Schienentransporteurern gehören auch Kombiverkehrsgesellschaften und Terminalbetreiber zu den Akteuren. Zwischen den Spediteuren und den Transporteurern sind in der Regel die Kombiverkehrsgesellschaften dazwischengeschaltet. Neben den Ferntransporten, welche die Kombigesellschaft teilweise mit eigenen Zügen oder auch mit Schiffen durchführt, organisiert diese (oder eine Spedition) auch die Endtransporte und ist teilweise auch Betreiberin und Besitzerin von Terminals. Diese Kombiverkehrsgesellschaften (HUPAC in der Schweiz, Intercontainer der europ. Bahnen, Kombiverkehr in Deutschland, Cemat in Italien etc.) gehören weitgehend den Bahnen und Strassentransporteurern. Zunehmend bilden sich Firmen, welche mehrere Akteurgruppen abdecken (Integratoren).

Verlader (Versender, Empfänger)	Kunde, Nachfrager nach Transport und sonstigen Dienstleistungen, definiert die Anforderungen an den Transport und wählt Dienstleister aus.
Spediteur und Logistikunternehmen	Anbieter von Logistikdienstleistungen und Organisation von Transporten (inkl. Lagerung, Kommissionierung, Verzollung, etc.)

Kombiverkehrsgesellschaft	Anbieter von KLV-Angeboten (Terminal-Terminal oder Tür-zu-Tür Transport) teilweise auch Terminalbetreiber, teilweise auch Durchführung von Schienentransporten.
Eisenbahnverkehrsunternehmen	Durchführung des Schienenhauptlaufs und des Schienenvor- und Nachlaufs
Strassentransportunternehmen	Durchführung des Strassenvor- und -nachlaufs
Terminalbetreiber	Durchführung des Umschlags zwischen Verkehrsträgern (inkl. allfälligen Nebenleistungen), teilweise auch Durchführung des Strassenvor- und -nachlaufs
Netz- Infrastrukturbetreiber	Bereitstellung von Bahn- und Strasseninfrastruktur Zuständig für die (Bahn-) Betriebsführung, Qualitätssicherung im Hauptlauf, Ladungs bzw. Zugverfolgung, Datenerfassung und -weiterleitung
Öffentliche Hand (Staatsakteure, Politik)	Festlegen der Verkehrspolitik und insbesondere auch KLV Politik, Festlegung von Rahmenbedingungen und Fördermassnahmen. Zudem Normierungsorganisationen

Tabelle 5: Akteure und ihre Rollen (Quelle: Rapp Trans AG, 2005)

Für die dispositive Planung des Vor- und Nachlaufs ist in der Regel eine Spedition oder die KLV-Gesellschaft zuständig, die operative Durchführung wird durch ein Strassentransportunternehmen (Nahverkehrsunternehmen) oder einen Terminalbetreiber (Umschlaggesellschaft) mit eigenem Fuhrpark wahrgenommen. Damit ist für die Abwicklung von Strassenvor- und Nachlauftransporten eine Absprache zwischen 4 Partnern notwendig – Spediteur oder KLV-Gesellschaft, Terminalbetreiber, Strassentransportunternehmen und Verlader. Für die Verlader (Kunden) ist es i.d.R. völlig unbedeutend, wie der Transport ihrer Waren abgewickelt wird. Sie wollen Komplettleistungen mit gesicherter Qualität und Zuverlässigkeit. Es ist deshalb die Aufgabe der Spediteure, diese Dienstleistungen komplett selber oder in Kooperation mit anderen Unternehmen anzubieten. Da Kooperationen immer mit Aufwand für Schnittstellenorganisation, Kommunikation, Verrechnung etc. verbunden sind, werden zukünftig vermehrt mehrere Rollen unter dem Dach eines Akteurs vereint.

Die grosse Anzahl Beteiligter mit den entsprechenden Schnittstellen erhöht die Anforderungen sowohl für die Planung und Organisation des Transportablaufs als auch für die Überwachung des Transportgutes. Die Transportorganisation wird so zum komplexen System.

2.4 Kommunikation und Telematik

Aus den Interviews mit den Terminalbetreibern kann klar festgehalten werden, dass die Kommunikation innerhalb der KLV-Kette heute noch mehrheitlich via Telefon (Natel), Fax, Email oder dem herkömmlichen Postweg läuft (vgl. Anhang 4). Bei grossen Terminals werden allerdings schon heute Telematikanwendungen eingesetzt, wie z.B. in Basel/Weil. Hier werden die Lastwagen am Gate bei der Ein- und Ausfahrt erfasst und ihnen Plätze auf der Ladespur zugewiesen.

Vor dem Hintergrund des Kostendrucks im Gütertransportsektor, den Kapazitätsengpässen bei der Verkehrsinfrastruktur sowie der rasanten Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien gewannen jedoch die Verkehrstelematikanwendungen in den letzten Jahren stark an Bedeutung. Hauptziele im KLV sind eine Effizienzsteigerung, die Verbesserung der Qualität und eine bessere Nutzung der bestehenden Infrastruktur.

Heute sind nur grössere Terminal mit solchen Telematiksystemen ausgerüstet. Leider werden die benutzten Daten oft nur terminalintern verwendet, statt dass sie jedem Partner der KLV-Kette direkt und in einem einheitlichen System zur Verfügung gestellt werden. Somit wird eine Ladung während des ganzen KLV-Transports immer wieder neu erfasst, was Fehler hervorrufen kann.

Geschlossene Regelkreise wie das Behältermanagement der Post (automatisches Erfassen der Behälter und Wagen bei Zugeinfahrt im eigenen Terminal) zeigen, dass Telematik den Gütertransport optimieren und Kosten reduzieren kann. Solche Systeme müssten aber europaweit und flächendeckend angeboten werden, da eine Insellösung in der Schweiz bei offenen Transportketten wenig Nutzen bringt. Dies scheint auch die plausibelste Begründung zu sein, wieso die Telematik heute noch nicht stärker verbreitet ist.

Einzelne Terminals bieten als Zusatzdienstleistung ein Frachtüberwachungssystem via Internet an (geschlossene Transportketten). Die Technik basiert auf der GPS-Technologie und wird am Behälter angebracht. Der Kunde kann somit den Zustand (z.B. Temperatur im Kühlcontainer) und den Aufenthaltsort der Ladeinheit verfolgen.

Im Rahmen des CESAR⁹ Projektes (www.cesar-online.com) wurde von mehreren KLV-Gesellschaften (HUPAC, CEMAT, Kombiverkehr, Novatrans) ein Internet-basiertes System aufgebaut und in Betrieb genommen mit folgenden Diensten: (1) Informationssystem zu KLV-Fahrplänen (2) On-line Buchungssystem für KLV-Aufträge (3) Tracking und Tracing für KLV-Sendungen bzw. Ladeeinheiten. Als Online-system verlangt CESAR leistungsfähige Kommunikationsleitungen zwischen den Zentralen der Operateure und ihren Umschlagterminals. Der Vor- und Nachlauf ist nicht integriert und Schnittstellen zu Terminalbetriebsteuerungssystemen bestehen unseres Wissens nicht.

Die Möglichkeiten der Informations- und Kommunikationstechnologien werden heute an Terminals noch wenig genutzt. Wesentliche Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Effizienzsteigerung des Umschlags und der Terminalabläufe, in der Bereitstellung von Statusinformationen und in der Minimierung von Standzeiten der Strassenfahrzeuge und der Züge.

⁹ Co-operative European System for Advanced Information Redistribution

2.5 Umschlags- und Terminalkosten

2.5.1 Umschlagskosten

Die folgende Abbildung 19 zeigt die Kostenanteile im Kombinierten Verkehr für „kurze“ und „lange“ Distanzen bzw. nationale und internationale Verbindungen (Bukold 1996, S. 35).

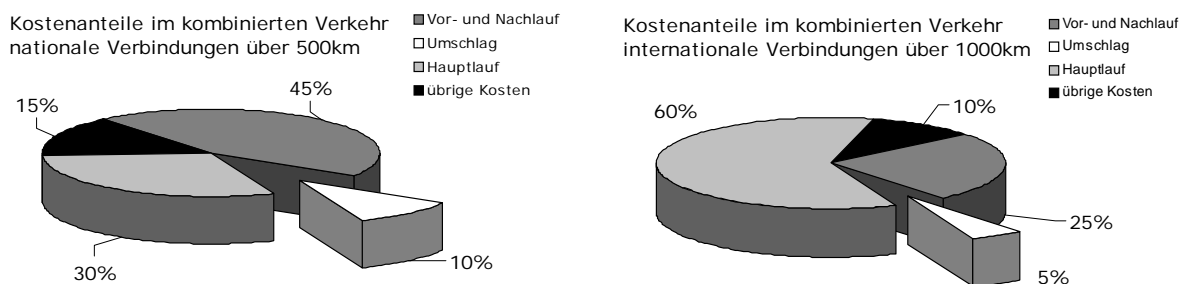


Abbildung 19: Umschlagskosten¹⁰

- Übliche Umschlagspreise sind 30 bis 40 CHF pro Umschlag. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass Terminals oft subventioniert werden (Landerwerb, Infrastruktur und Ausrüstung). Die Umschlagpreise decken in diesen Fällen die vollen Kosten nicht. Je nach Auslastung einer Anlage können die Vollkosten über 100 CHF pro Umschlag liegen.
- Der „Kostenanteil“ des Umschlags bewegt sich zwischen 5% und 10% der KLV - Gesamtkosten. Kostenmässig sind die Umschlagkosten nicht von zentraler Bedeutung, stellen jedoch einen nicht zu vernachlässigenden Betrag dar. Mit steigender Entfernung nimmt die Bedeutung der Terminalkosten ab. So beträgt auf „kurzen“ Distanzen über ca. 500km der Kostenanteil Umschlag 10% der gesamten Transportkosten im Kombinierten Verkehr. Bei längeren Gesamtdistanzen über 1000 km nimmt der Kostenanteil ab und beträgt noch ca. 5% der Gesamtkosten.
- Die Darstellung zeigt auch den hohen Kostenanteil der Vor- und Nachläufe auf der Strasse. Eine Senkung dieser Kosten ist nur erreichbar durch eine bessere Organisation und mehr Wettbewerb im Vor- und Nachlauf des Kombinierten Verkehrs (vgl. auch Projekt „Vor- und Nachlauf im Kombinierten Verkehr“, Rapp Trans AG 2005). Die Kosten des Strassenvor- und nachlaufs werden auch wesentlich durch den Ablauf am Terminal beeinflusst (Stand- und Wartezeiten).

2.5.2 Terminalkosten

Für klassische Terminals können die Investitionskosten zwischen 10 und 80 Mio. CHF betragen, in Abhängigkeit von der Grösse und der Ausrüstung. Z.B. betragen die Realisierungskosten des Terminals Basel/Weil rund 40 Mio Euro oder 60 Mio CHF. Für Kleinterminals ergeben sich in Abhängig-

¹⁰ Quelle: Basis Bukold 1996, S.36

keit der Infrastruktur deutlich geringere Kosten. Dies insbesondere dann, wenn bestehende Orts-
güteranlagen genutzt werden können.

Im EU Forschungsprojekt IMPULSE (IMPULSE 1997) ist die Aufteilung der Betriebskosten eines
Terminals auf einzelne Kostenstellen ermittelt worden. Die Ergebnisse der Kostenermittlung für
einige typische Beispielterminals sind in Tabelle 6 zusammengestellt. Es zeigt sich, dass
Infrastrukturkosten und Personalkosten bei mittleren Terminals bis Mega-Terminals zusammen ca.
66% der Kosten ausmachen. Höhere Infrastrukturkosten werden oft mit tieferen Personalkosten
kompensiert. Bei den kleinen Terminals nimmt der Anteil der Personalkosten stark zu. Die Anteile
der Unterhaltskosten (rund 20%), Energiekosten (1%) und Nebenkosten (13%) sind bei allen Ter-
minaltypen etwa gleich gross. Durch die Ausgestaltung eines Terminals werden vor allem Infra-
struktur- und Personalkosten beeinflusst.

Terminaltyp	Mega-Terminal		Grosser Terminal		Mittlerer Terminal		Kleiner Terminal	
	500'000	300'000	200'000	100'000	50'000	30'000	15'000	
Ladeeinheiten pro Jahr	500'000	300'000	200'000	100'000	50'000	30'000	15'000	
Infrastrukturkosten	58%	60%	57%	61%	63%	51%	57%	
Personalkosten	8%	5%	9%	5%	3%	18%	10%	
Unterhaltskosten	20%	21%	20%	21%	21%	17%	20%	
Energiekosten	1%	1%	1%	1%	0%	1%	1%	
Nebenkosten	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

Tabelle 6: Aufschlüsselung der Terminalkosten für einige Beispielterminals [IMPULSE, 1997]

2.6 Probleme heutiger Terminalanlagen

Mittels Literaturanalysen und Telefoninterviews mit Terminalbetreibern wurde versucht, die bestehenden Probleme an heutigen Terminalanlagen zu identifizieren (vgl. Anhänge 4 und 5). Weiter wurde auf Interviews mit Vor- und Nachaufspediteuren zurückgegriffen, welche im Rahmen des SVI-Projektes „Vor- und Nachlauf beim Kombinierten Verkehr“ (Rapp AG, 2005) durchgeführt wurden.

2.6.1 Ergebnisse Interviews mit Terminalbetreibern

In neun Telefoninterviews wurden Probleme der Terminalbetreiber erfasst (siehe Anhang 4). Die Interviews konzentrierten sich auf kleinere Terminals.

Folgende wesentlichen Probleme bei den Terminals und über die gesamte Transportkette wurden aus der **Sicht der Terminalbetreiber** identifiziert.

Aktuelle Probleme beim Terminal	Probleme der gesamten KLV-Kette
<ul style="list-style-type: none">▪ Hoher Rangieraufwand für die Bedienung der Gleise (Ungenügende Gleislängen, was Rangierarbeit und somit hohe Betriebskosten bedeutet)▪ Platzmangel für Behälterlagerung▪ Kommunikationsprobleme unter den KLV-Partnern▪ Probleme mit Umschlaggerät (Hebehöhe, Nutzlast, Konflikt mehrerer Laufkatzen)▪ Unbefriedigendes Schadenmanagement▪ Nur Einseitige Anbindung ans Bahnnetz▪ Ungenügende Kranbahnlängen▪ Kaum Erweiterungsmöglichkeiten▪ Teilweise beschränkte Umschlagkapazität (infolge ungünstiger Abläufe, Anlagelayout)	<ul style="list-style-type: none">▪ Verschiedene Kommunikations- und Speditionssysteme▪ Leistungserbringung / Zuverlässigkeit der Bahn (speziell bei ausländischen Bahnen)▪ Preispolitik der Bahn▪ Infrastruktur beim Empfänger (Laderampe kann keine Container aufnehmen)▪ Starker regionaler Einfluss des Strassentransportgewerbes▪ Auslastungsprobleme (KLV meist niedriger als reiner Strassentransport)▪ Klassischer KLV kaum konkurrenzfähig auf kurzen Distanzen (gegenüber reinem Strassentransport)

Tabelle 7: Probleme am Terminal und in der gesamten KLV-Kette

Die heute bestehenden Terminals verfügen mit wenigen Ausnahmen (Basel/Weil, Singen, etc.) nicht über einen idealen Layout, wie aus den Befragungen zu folgern ist (vgl. Anhang 4). Vor allem ältere Terminals (CT Güterbahnhof Zürich¹¹, etc.) wurden aufgrund von anderen Bedürfnissen geplant und genügen den heutigen Anforderungen nicht mehr. Teilweise wurden sie in bestehende Güterumschlaganlagen integriert.

Die Abbildung 21 zeigt zwei bestehende, typische Beispiele von Terminals, welche nicht mehr den heutigen Bedürfnissen entsprechen.

¹¹ wird in den nächsten Jahren geschlossen

Die Probleme lassen sich in 2 Bereiche einteilen:

Organisation / Kommunikation / Information

Ein grosses Hindernis, das sowohl nach innen (mit den anderen Partnern der KLV-Transportkette) als auch nach aussen (mit Kunden / Verladern) auftritt, ist ein fehlendes einheitliches Kommunikationssystem unter den KLV-Partnern. Dies macht einen fehleranfälligen Datenaustausch via Telefon und Frachtbriefe in Papierform nötig.

Bauliche Anlagen

Die Terminals sind oftmals nur einseitig an das Bahnnetz angeschlossen, oft ist die Kranbahn zu wenig lang, um ganze Züge ohne aufwendiges Rangieren zu entladen. Lagermöglichkeiten sind nicht vorhanden oder allenfalls nur für sehr kurze Zeit nutzbar. Dies verunmöglicht die Zwischenlagerung zwischen dem Eintreffen der Bahn und dem Umschlag, was sich oft in Wartezeiten für einen der KLV-Partner auswirkt. Das Konzept des Linienzuges wäre bei den meisten Terminals nicht umsetzbar. Zudem sind oft aufgrund der engen Platzverhältnisse Terminalerweiterungen oder bauliche Optimierungen kaum möglich. Nur zwei der neun befragten Terminals verfügen über einen so genannten Check-In. Somit kann der LKW-Zufluss zum Terminal nicht gesteuert werden. Ein effizienter Betrieb mit gutem Standplatzmanagement ist somit nicht möglich. Ein fehlendes Check-In bzw. eine ungeordnete Abwicklung der wartenden Lkws erweist sich in vielen Fällen als Betriebshindernis. Bei den neueren Terminals (Basel/Weil, Singen) wurden diese Probleme weitgehend gelöst.

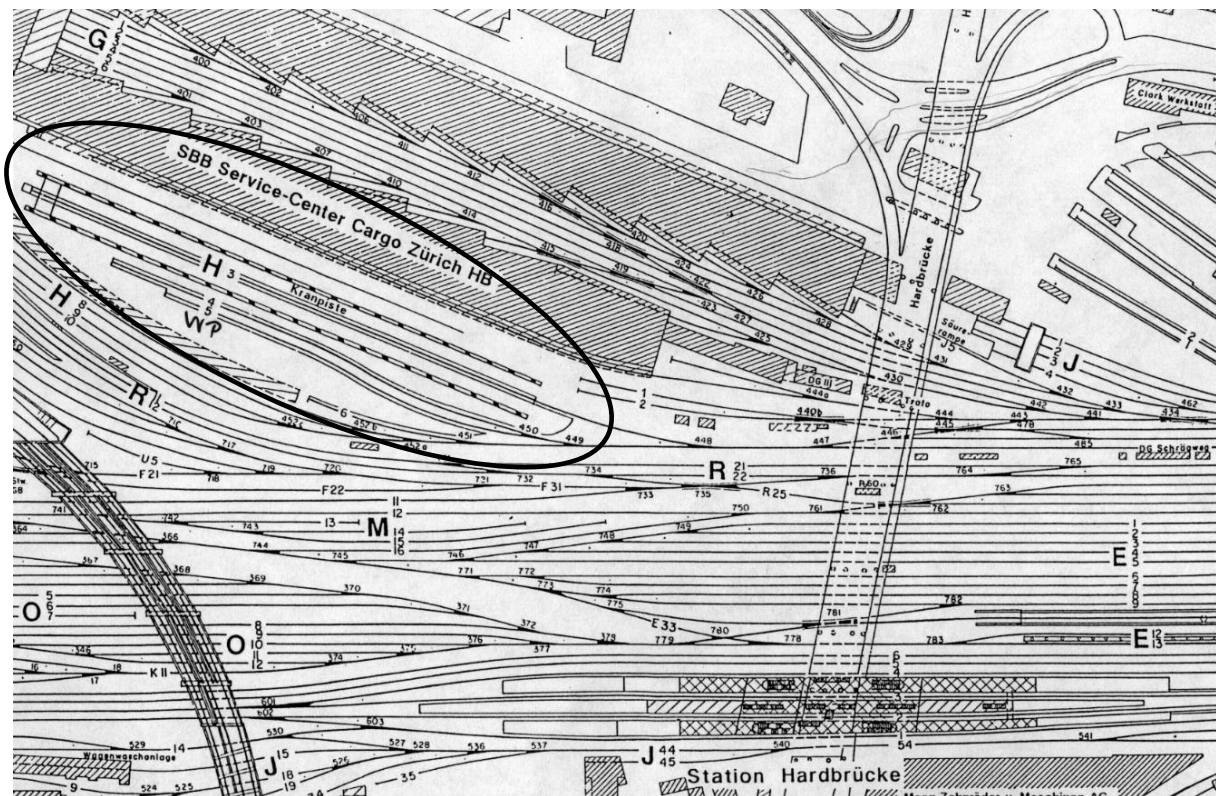


Abbildung 20: Beispiel eines nicht idealen Terminals: CT Zürich

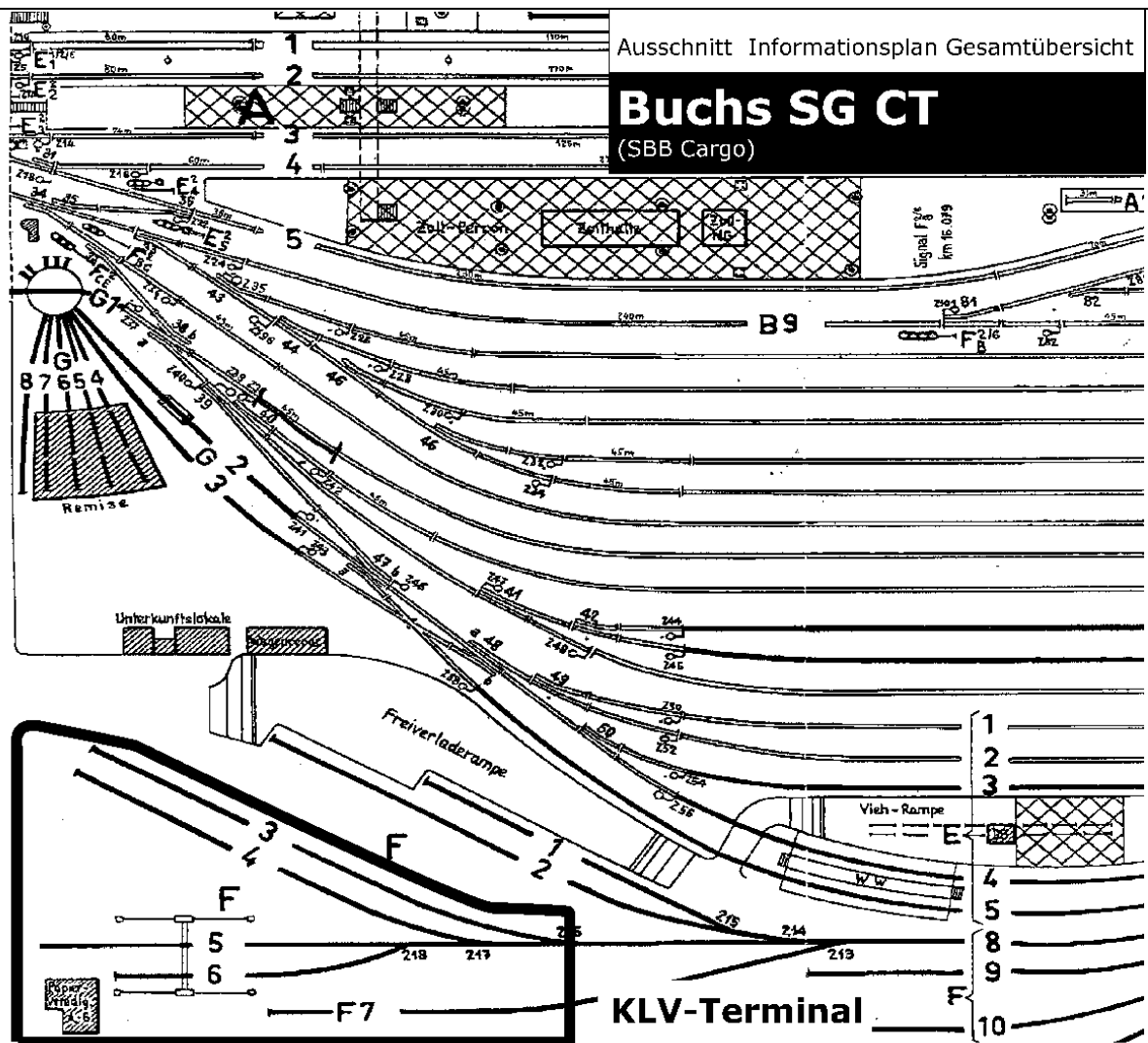


Abbildung 21: Beispiel eines nicht idealen Terminals: Buchs SG

Ein weiteres Problem ist die Kommunikation unter den KLV Partnern. Ein einheitliches Datenaustauschsystem hat sich bis heute nicht durchgesetzt. Intern werden oft Daten erfasst, vielleicht sogar noch elektronisch übermittelt (per Mail); doch Schnittstellen sind nicht gegeben. Daher geben acht befragte Terminalbetreiber an, immer noch mit Frachtbriefen in Papierform zu arbeiten. Fehler beim Übertragen der Angaben sind daher verbreitet. Zudem wird stark auf das Kommunikationsmittel Telefon gesetzt (sowohl bei der Kommunikation des Terminalpersonals mit der Bahngesellschaft, wie auch mit den Vor- und Nachlaufpediteuren). Bei grösseren Terminals sind diese Probleme oft eher gelöst.

2.6.2 Ergebnisse Interviews mit Vor- und Nachlaufspediteuren

Im Herbst 2003 wurden mit 10 Vor- und Nachlaufspediteuren Interviews durchgeführt (SVI-Projekt „Vor- und Nachlauf im Kombinierten Ladungsverkehr“, Rapp Trans AG, 2005). Neben Fragen zur operativen Abwicklung, zu den eingesetzten KLV-Technologien, sowie zur Planung, Information und Kommunikation wurde auch nach den Problemen an Terminals gefragt.

Im Rahmen der Interviews wurden folgende Probleme aus der **Sicht der Vor- und Nachlaufspediteure** identifiziert.

- Teilweise hoher Zeitbedarf für Strassenfahrzeuge an Terminals mit langen Wartezeiten. Im Durchschnitt werden am Terminal pro Aufenthalt 30 bis 45 Minuten benötigt. Die schnellsten Abwicklungszeiten liegen bei 10 Minuten (selten, Kleinterminals) und die längsten bei rund 3 Stunden! Zwischen den Terminals gibt es grosse Unterschiede. Die durchschnittlichen reinen Wartezeiten betragen 15 bis 60 Minuten. Gründe für den hohen Zeitbedarf werden in den hohen Nachfragespitzen, Bevorzugung von anderen Verkehrsträgern/Unternehmen, Platzprobleme, keine optimale Betriebsabwicklung und beschränkte Krankapazitäten geortet.
- Verspätungen bei den Zügen¹²
- Schlechte Kommunikation (z.B. bei Zugverspätungen)
- Ungenügende Kapazitäten in Spitzenzeiten
- Bevorzugung von Ganzzügen gegenüber EWLK-Zügen.

Ein hoher Zeitbedarf am Terminal wirkt sich ungünstig auf die tägliche Verteilleistung der im UKV eingesetzten Fahrzeuge aus und erhöht die Strassenvor- und Nachlaufkosten stark. Dies wirkt sich negativ auf die Nutzung des KLV aus. Die Terminalausgestaltung und –ausrüstung hat einen wesentlichen Einfluss auf die Abläufe, den Betrieb und damit auch den Zeitbedarf am Terminal.

2.6.3 Probleme aus Literaturanalyse

Neben den Interviews wurden auch EU-Forschungsprojekte und CH-Projekte zum Kombinierten Verkehr ausgewertet (vgl. Anhang 5).

Aktuelle Probleme beim Terminal

BAU / ANLAGE

- Ladegleislänge ist nicht auf Zuglänge abgestimmt. Das entsprechende teilen der Züge ist mit einem Zusatzaufwand verbunden. (Impulse)
- Ungenügende Zugänglichkeit des Terminals (Lage, Distanz zu Verladern, zeitliche Verfügbarkeit) (IQ)
- Mangelnder Anreiz in Terminal zu investieren, da Nutzen weniger im Terminal selbst, als in ganzer Transportkette (TERMINET)

¹² Verschiedene Gründe können zu Verspätungen führen: Kapazitätsprobleme des Netzes, Bevorzugung von Personenzügen etc.

BETRIEB
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grosser Andrang an den Terminals mit langen Wartezeiten wirkt sich negativ auf die Effizienz, Produktivität und die Kosten aus. (Imprend) ▪ Beschränkte und unkoordinierte Öffnungszeiten der Terminals, der Sender und der Empfänger erschweren den Betrieb. (Imprend) ▪ Lange Wartezeiten beim Anliefern und Abholen von Behältern an den Terminals, z.B. wegen unpünktlichen Zügen. (Imprend, TransCare, NFP41 B2, TERMINET) ▪ Im Bereich der Ladegleise sind keine Fahrleitungen vorhanden. Rangieraufwand mit Dieselloks wird nötig. (Impulse) ▪ Die Kosten im Vor- und Nachlauf (Bedienung der Kunden) sind abhängig von der Effizienz und Auslastung des Terminals. Unpaarige Güterströme sind problematisch. (Impulse) ▪ Zu lange Terminalzeiten für Behälter, d.h. zu hoher Zeitbedarf der Teilprozesse im Terminal. ▪ Ungenügende terminal-interne Abläufe durch unpassende Infrastruktur (Verkehrsfluss Lkw) und/oder Terminal-Organisation (Dokumentkontrolle, Zollabfertigung, Fehlen einer zentralen Anlaufstelle für Lkw, Koordination der Prozesse) (IQ) ▪ Diskrepanz zwischen Betriebskonzept des Bahn-Hauptlaufes und der Auslegung des Terminals (IQ) ▪ Ungenügende oder unpassende Infrastruktur bei Betriebskonzept mit Schiene-Schiene Umschlag (TERMINET) ▪ Manuelle, personalintensive Prozesse wie Kontrolle von Schäden, Bremskontrolle, Rangieren (TERMINET) ▪ Ohne genügend Lager wird die Zwischenlagerung schwierig, der Zeitbedarf beim Laden erhöht sich. (Impulse) ▪ Systemausfälle durch kleine Fehlertoleranz von technischen Systemen (TERMINET)
ORGANISATION
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Terminalbetreiber können keinen Einfluss auf Abfahrt/Ankunft von Zügen nehmen. (Impulse) ▪ Die Zusammenarbeit verschiedener Partner wie Terminalbetreiber – Transportunternehmung erschwert die Abläufe. (Impulse) ▪ Nicht optimierte Disposition der Leerbehälter wenn verschiedene Betreiber den Vor-/Nachlauf durchführen (TRB 2003, Ports of Long Beach – Transport Study) ▪ Ungenügender Schutz der Fracht im Terminal vor krimineller Tätigkeit (TRB 2003, Ports of Long Beach – Transport Study) ▪ Störung des Terminalbetriebs durch Kontrollen bei Import/Export-Sendungen (Betrifft eher nur Seehafen-Terminals (TRB 2003, Ports of Long Beach – Transport Study) ▪ Abhängigkeit der Terminalbetreiber von der Eisenbahnverkehrsunternehmung, wenn diese Rangieren durchführt, folglich nicht optimale Systemabgrenzung und schwierige Optimierung von Betrieb und Kosten (IQ)
INFORMATION / KOMMUNIKATION
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manuelle Eingabe von Basisdaten (Ladeeinheiten-, Wagenummer etc.) in Terminalbetriebssysteme: Fehlerpotential, Mehrkosten, Qualitätseinbusse (ICM 2003)

Tabelle 8: Probleme am Terminal aus anderen Forschungsarbeiten (Quelle: siehe Anhang 5)

Die in der Tabelle 8 aufgelisteten Probleme von Terminals haben eine unterschiedliche Wichtigkeit. Im Vordergrund stehen bei der Anlage vor allem die oft ungenügende oder unpassende Ladegleislänge und die Lagerkapazität. Beim Betrieb und bei der Organisation des KLV sind vorwiegend Schnittstellen-Probleme der terminalinternen Abläufe mit dem Strassenvor- und Nachlauf beziehungsweise mit dem Schienenhauptlauf auszumachen.

2.7 Folgerungen für die Ausgestaltung von Terminals und Normierungsbedarf

2.7.1 Folgerungen für die Ausgestaltung von Terminals

Probleme	Folgerungen für die Ausgestaltung von Terminals
BAU / ANLAGE	
Auflagen von Behörden	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baukosten ▪ Berücksichtigung der Kosten für Abdichtungen der Anlage, Rückhaltebecken etc. bereits von Beginn weg
Ungenügende Festigkeit und Dauerhaftigkeit des Untergrundes beim Einsatz von Mobilgeräten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausreichende Dimensionierung des Untergrundes ▪ Belag mit hoher Festigkeit (Spurrinnen) und Scherfestigkeit (Scherkräfte durch drehende Räder v.a. bei Betrieb mit Greifstapler) ▪ Berücksichtigung der Kosten für Oberflächen bei Wahl Greifstapler als Umschlaggerät ▪ Hohe Festigkeit von Randeinfassungen ▪ Erhöhung der Investitionen in Oberflächen um 20-30% reduzieren Sanierungskosten und Ausfallzeiten
Platzmangel für die Behälterlagerung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dimensionierung und Bereitstellung von ausreichenden Lagerflächen ▪ Prüfung von Alternativen zur Stapelung (Richtung Hochregallager für Ladeeinheiten) ▪ Entkoppelung Lager- und Umschlagfunktion ▪ Lagerung Container in geschlossenen Hallen ▪ Fläche für Depot Leerbehälter vorhalten (Depotfunktion des Terminals wichtig)
Probleme mit Umschlaggerät Hebehöhe, Nutzlast, mehrere Laufkatzen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausreichende Krandidimensionierung ▪ Optimale Ausgestaltung der Krananlagen
Keine Erweiterungsmöglichkeiten/-flächen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flächensicherung bei Neuanlagen für Reserven ▪ Modularartige Bauweise
Ungenügende Zugänglichkeit des Terminals	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geeigneter Mikrostandort ▪ Gute Anbindung an Schienenhauptstrecken (insbesondere auch Rangierbahnhof) ▪ Angepasster strassenseitiger Anschluss
BETRIEB	
Hoher Rangieraufwand für die Bedienung der Gleise	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bereitstellung von zugslangen Gleisen (ca. 750 m) ▪ Automatisierung der Rangierprozesse ▪ Beidseitige Anbindung des Terminals (750 m Gleis aber wichtiger) ▪ Spitzenbespannung der Züge
Zeitbedarf für Zugsabfertigung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beschränkung auf 1 Abfertigungskontrolle am ganzen Zug ▪ Bremsprobeanlage, Standardisierung der Bremsprobe und Möglichkeit, Bremsprobe und Abfertigung extern machen zu lassen ▪ Bremsprobe bereits während dem Beladen für Teilzüge
Hohe Stand- und Wartezeiten für	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausrüstung mit Telematik (Disposition der Bahnwagen, Strassen-

Strassenfahrzeuge	<p>fahrzeuge, Krane) und Informationstechnologien</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Frühzeitige Planung und Optimierung des Vor- und Nachlauftransport zur Verminderung von Spitzenbelastungen ▪ Terminalmanagementsysteme
Ausfall von Systemen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redundanz in Teilsystemen, wo Einsatzdauer eingeschränkt (z.B: bei Kranhubmotoren: zweiter Motor mit evtl. reduzierter Leistung) ▪ Systeme mit hoher Fehlertoleranz ▪ Ausreichende Dimensionierung der Belagsoberflächen, da Behinderung bei Sanierungsarbeiten
Unpünktliche Züge	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Frühzeitiger Informationsaustausch und Einsatz von Telematik zur Einsatzplanung der nachfolgenden/vorauslaufenden Prozesse
Unbefriedigendes Schadenmanagement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausrüstung mit Telematik (Erfassung der Behälter mit Kameras, welche automatisch auch kleinere Schäden erkennen) ▪ Durchgehende Überwachung des Behälters ab Terminaleinfahrt bis – ausfahrt, da für diesen Bereich der Betreiber haftbar ist
Ungenügende Kapazitäten in Spitzenzeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Längsverschubanlagen oder Kran für Längsfahrten (Beispiel: im Gateway-Terminal Paris ist eine solche Anlage nötig da 4 Krane am Zug arbeiten) ▪ Ausrüstung mit Telematik und Automatisierung Umschlag
Beschränkte und unkoordinierte Öffnungszeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine direkten Auswirkungen auf Ausgestaltung, allerdings sind Lade-schlusszeiten ein sensibles Element bezüglich Markterfolg da wichtig für Kunden
Hoher Rangieraufwand wegen fehlenden Fahrleitungen/Dieselbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schwungeinfahrt ▪ Ausschalt- und wegklappbarer Fahrdrabt ▪ Prüfung Horizontalumschlag (mit Umschlag unter Fahrdrabt)
Platzmangel für Behälterlagerung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bereitstellung von Lagerflächen abgestimmt auf Terminalfunktion: <ul style="list-style-type: none"> - Shuttlezug-Betrieb: Viel Fläche für Depothaltung um Leerplätze auf Zug zu minimieren - Gateway-Terminal: relativ wenig Lagerfläche nötig ▪ Bereitstellung von Lagerflächen abgestimmt auf Terminalgrösse ▪ Bereitstellung von Flächen für die Vor-/Nachlaufbetreiber, welche diese selber bewirtschaften damit sie flexibler sind ▪ Zug mit Platzmaschine auf Flächen der Vor-/Nachlaufbetreiber entladen ▪ Zwischenlagerung von Behältern zahlungspflichtig (Zahlungsbereitschaft der Verloader je nach Logistik vermehrt vorhanden) ▪ Betriebliche Unterscheidung zwischen Puffer- und Lageranlagen (Lager kann auch weiter entfernt sein von Umschlagsanlage) ▪ Lagerhalle für empfindliche Güter als Erweiterung des Service-Angebots eines Terminals
Unpaarige Güterströme	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Auswirkungen auf Ausgestaltung
Hoher Personalaufwand	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Automatisierung
ORGANISATION	
Erschwerte Zusammenarbeit der zahlreichen Partnern	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elektronische Auftragsabwicklung ▪ Ausrüstung mit Informations- und Kommunikationssystemen
Geringe Einflussmöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausrüstung mit Informations- und Kommunikationssystemen zur

des Terminalbetreibers auf Zugsfahrplan/ auf Rangierbe- trieb im Terminal	frühzeitigen Disposition
Security, Kriminalität	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umzäunung der Anlage ▪ Automatische Kontroll- und Überwachungseinrichtungen ▪ Bildaufnahmen bei Lkw-Ausfahrt mit Identifikation von Container, Nummernschild, Fahrerkabine ▪ Zeitlimit von Lkw-Einfahrt bis Ausfahrt (Einlesung bei Einfahrt, Ausfahrtkontrolle)
INFORMATION /KOMMUNIKATION	
Kommunikationsprobleme unter den KLV Partnern	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausrüstung mit Telematik (I&K-Technologien) Beispielsweise Übermittlung der Behälterdaten an Zielterminal bei Zugsausfahrt
Manuelle Datenerfassung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Automatische Identifikationssysteme für Ladeeinheiten

Tabelle 9: Folgerungen für die Ausgestaltung von Terminals

2.7.2 Mögliche Normierungsaspekte

Im Rahmen der Interviews und Gespräche wurde u.a. auch der Normierungsbedarf diskutiert. Zusätzlich wurden die laufenden Aktivitäten in CEN TC 320 „Transportation Services“ WG 8 Freight Terminals analysiert.

Die Normierung bei den Ladeeinheiten und Umschlagsystemen ist weit fortgeschritten. Hingegen ergibt sich Normierungsbedarf bei der Infrastruktur (Anlagen und Ausrüstung), bei Verkehrs-telematikanwendungen und bei Dienstleistungen (insbesondere Terminalprozesse, Qualitätsstandards).

Es bleibt allerdings noch zu diskutieren, ob der Begriff der „Normierung“ in diesem Zusammenhang geeignet ist. Denn es ist eine Eigenheit des Verkehrswesens (und insbesondere der Verkehrsinfrastruktur), dass es keine „Norm-Lösungen“ geben kann, da die Anforderungen und die Randbedingungen jeweils sehr spezifisch sind. Insofern können die folgenden Angaben als „Handlungsbedarf“ verstanden werden. Die Ergebnisse der hier vorgeschlagenen zukünftigen Arbeiten können auch als „Empfehlungen“ oder „Richtlinien“ deklariert werden.

2.7.3 Handlungsbedarf bei Gesetzen und Vorschriften

Obwohl die Überarbeitung von Gesetzen und Vorschriften nicht Hauptzielrichtung dieser vorliegenden Arbeit ist und sein kann, zeigte sich – nicht zuletzt bei den Interviews – dass die rechtlichen Rahmenbedingungen in vielen Fällen sehr unterschiedlich ausgelegt und angewendet werden.

Es kann vermutet werden, dass die restriktive Anwendung von Vorschriften seitens Planern und / oder Behörden oftmals aus einer persönlichen Unsicherheit heraus entsteht, die oftmals auf der mangelnden Erfahrungen der Beteiligten, kombiniert mit unpräzisen Vorgaben und nicht exakt definierten Ermessensspielräumen basiert.

Es besteht somit dringender Bedarf nach Richtlinien zu Handen von Behörden und Planern bezüglich Umweltauflagen und Sicherheitsanforderungen von Umschlagterminals. Die Erfahrungen bei der Planung des Terminals Singen zeigten, dass durch Umweltauflagen Mehrkosten von rund 30% entstehen können. Wegen nicht vorhandenen Richtlinien werden seitens der Behörden (Feuerwehr, Umweltbehörden, Baubehörden) tendenziell zu hohe Anforderungen an die Anlagen gestellt, mit hohen Kostenfolgen. Des Weiteren ist eine klare Regelung der Informations- und Kommunikationsprozesse über die Schnittstellen des Terminals hinaus wichtig.

Zu erwähnen ist an dieser Stelle noch das Problem der unklaren UVP-Pflicht bei Terminals. Diese ist gemäss Gesetz gegeben ab einer Lagerfläche von über 20'000 m². Bei einer Umschlagsanlage ist es aber nicht klar ob beispielsweise eine Fläche, die nur für kurzzeitiges Zwischenlagern beim Umschlag verwendet wird ebenfalls zur Lagerfläche gezählt wird.

3 Technische Entwicklungen im KLV

Das Kapitel 2 analysierte den Ist-Zustand des Kombinierten Verkehrs. Das folgende Kapitel zeigt Entwicklungen und zukünftige Systeme im KLV und die sich daraus ergebenden Anforderungen an die Terminalausgestaltung auf.

Um die Verkehrsmengen im Kombinierten Verkehr zu steigern sind neue Angebote nötig, die neue Güterverkehrsmärkte für den KLV erschliessen. Hierbei sind zwei Ausrichtungen denkbar:

- Neue Angebote mit neuen Qualitäten: z.B. Liniengüterzüge, in denen Qualitätsmerkmale des Personenverkehrs auf den Güterverkehr übertragen werden (fixe Zugeinheiten, mehrmalige und regelmässige tägliche Abfahrten, kurze Zwischenaufenthalte)
- Räumliche Ausweitung und Auslastung von bestehenden Angeboten mit Kleinterminals und nachfragegerechten Bedienkonzepten.

Diese neuen Angebotsformen bedingen nicht nur geänderte Produktionsweisen im Eisenbahn-, Strassen- und Terminalbetrieb sondern auch neue Umschlagstechnologien.

Die Erfahrungen aus diversen Forschungs- und Entwicklungsprojekten zeigen, dass nur diese Ideen eine Chance auf Realisierung und Marktreife haben, die mit vorhandenen Elementen der Transportwirtschaft (insbesondere Norm-Behälter, und Standard-Fahrzeuge) arbeiten.

3.1 Künftige Ladeeinheiten

3.1.1 ISO Container

Bei den ISO Containern ist mit der bisherigen Verhinderung der Gültigerklärung der Serie 2 die Weiterentwicklung blockiert worden. Die kostspieligen und langlebigen Containerschiffe, in denen die Container in Gestellen gegen Seegang gesichert sind, behindern ebenso Veränderungen der Abmessungen. Serie 2 Behälter werden heute als Deckladung transportiert, damit sie nicht in die für die Serie 1 bemessenen Gestelle geladen werden müssen. Es zeichnen sich 2 Entwicklungen ab:

- Länger und höher:
Ausgehend von Nordamerika, resp. deren zugelassenen LKW Abmessungen könnte Druck auf die Länge und die Höhe kommen. Amerikanische Sattelmotorfahrzeuge können 25m lang sein und die zulässige Gesamthöhe betrug schon vor Jahren 4'100 mm. Die Breite ist aber bei 8' oder 2'400 mm begrenzt. Bereits heute gibt es Container für leichte Güter mit 49' und 53'. Die Höhenentwicklung dürfte aber in den USA durch die Bahnen, die im Behälterverkehr eine viel bedeutendere Rolle spielen als in Europa wegen der Doppelstockbeladung gebremst werden.
- Breiter:
Ausgehend von Europa geht der Trend in Richtung Breite, wegen der Palettenbeladung und der zulässigen LKW Breite. Europa ist aber wie Nordamerika an einer grösseren Länge analog der Wechselbehälter interessiert. Die Höhe kann zumindest in Europa mit kleineren LKW Rädern auf das Mass von 9.5' resp. 2'900 mm erhöht werden. Das wird strassenseitig aber letztlich zu Druck auf 4'200mm Fahrzeughöhe führen, weil kleinere Räder die Betriebskosten erhöhen (Abnutzung) und die Strassen mehr belasten. Für das System Eisenbahn entstehen durch (noch) höhere Behälter deutliche Probleme, da das zur Verfügung stehende Lichtraumprofil bereits

heute weitgehend ausgenutzt wird. Tragwagen mit noch tieferen Ladehöhen sind nicht mehr realisierbar. Bereits bei den heutigen Niederflurwagen (z.B. für die RoLa) mussten zugunsten niedriger Ladehöhen Komponenten und Konstruktionen verwendet werden, die nicht-optimale Eigenschaften bezüglich Zuverlässigkeit, Verschleiss und Life Cycle Costs (LCC) haben.

Ausgehend von Südamerika, Asien und Afrika wird aber weiterhin grosser Widerstand gegen eine Vergrösserung der Containerabmessungen zu erwarten sein, weil dort die Infrastruktur von Bahn und Strasse enge Grenzen setzt. Langfristig kann man bei den Containern davon ausgehen, dass die Serie 2 zum Standard wird. Darüber hinausgehende Abmessungen müssen noch nicht erwartet werden. Eine Erhöhung der zulässigen Bruttogewichte ist zwar nicht prioritär, aber dennoch nicht auszuschliessen, auch wenn auf der Strasse ein grundsätzlicher Trend zur Erhöhung der zulässigen Gewichte besteht.

3.1.2 Europäische Wechselbehälter nach CEN (Europäische Normierung)

Es besteht ein Normvorschlag, der im Wesentlichen einerseits die Stapelbarkeit der Wechselbehälter und andererseits eine Einheitslänge von 7'450mm beim Klasse C (prEN 13853) und 13'710mm beim Klasse A Behälter (CEN WI Nr. 00119004) festschreiben will. Mit einer solchen Normierung könnte das stete Wachstum der Länge infolge kleiner Veränderungen der zulässigen Ladelänge von LKW allenfalls gebremst werden.

Mit der Stapelbarkeit ist auch die Forderung nach oberen Eckbeschlägen nach ISO (Abstand zwischen Eckbeschlägen 20' resp. 40') verbunden. Dadurch könnte der Umschlag in Terminals beschleunigt und gleichzeitig die Gefahr der Beschädigung der Behälter und Planen durch die Greifarme reduziert werden.

Ein weiterer Trend sind bei den Wechselbehältern hydraulisch verstellbare Stützbeine, um die Bedienung zu vereinfachen und Behälter auf unebenem Gelände abstellen zu können. Dadurch wird die Bedienung vereinfacht sowie das Abstellen und Aufnehmen beschleunigt.

3.1.3 Andere Behälter

1) Die sog. Binnencontainer (siehe Kapitel 2.1.2) werden dann nicht mehr benötigt, wenn die stapelbaren Wechselbehälter normiert und verbreitet im Einsatz sind.

2) Im Projekt COST 339 wurden einige vorbereitende Arbeiten zur Dimensionierung, Ausgestaltung und Normierung von Kleincontainern geleistet. Derzeit wird eine Fortführung der Arbeiten mit dem Ziel einer CEN Normierung in einem europäischen Projekt angestrebt. Ziel des Projektes COST 339 war es, Möglichkeiten zu finden, kleine Ladungseinheiten im KLV zu befördern. Dazu wurde vorgeschlagen, Kleincontainer zu entwickeln, die 1/2 oder 1/4 der Länge eines Wechselbehälters Klasse C aufweisen. Durch das Zusammenfügen von zwei 1/2-Containern bzw. vier 1/4-Containern zu einem Wechselbehälter ist es möglich, diese Gesamteinheit mit vorhandenem konventionellen Umschlagsgeräten in Terminals umzuschlagen und so in bestehenden KLV-Angeboten zu integrieren. Durch die neue Behältergeneration soll es dem KLV ermöglicht werden, am wachsenden Markt der Teilladungen teilnehmen zu können, neue Angebote aufzubauen und bestehende Angebote und Anlagen besser auszulasten. Leider ist derzeit die Unterstützung für eine Weiterentwicklung von normierten Kleincontainern sowohl seitens der verladenden Wirtschaft als auch seitens der Behörden nicht vorhanden.

3.1.4 Einfluss der Behälterentwicklungen auf Terminals

Die Entwicklungen der Behälterabmessungen wirken sich vor allem auf die Abmessungen und Anordnung von Lagerplätzen aus. Die neuen stapelbaren europäischen Wechselbehälter der Klasse A und C ermöglichen eine bessere Nutzung von Lagerflächen, resp. eine Verkleinerung derselben. Zudem führen die mit der Stapelbarkeit verbundene notwendige stabile Bauart und die oberen Eckbeschläge zu einer Beschleunigung des Umschlagvorgangs.

3.2 Künftige Umschlagtechnik

Immer neue Umschlaggeräte werden entwickelt, es finden sich Dutzende Beispiele in der Literatur. Der Haupttrend geht in Richtung Automatisierung des Ladevorgangs, sei es als Teil- oder als Vollautomatisierung der Umschlagsanlagen, um Terminals wirtschaftlicher zu betreiben. Sollen in Zukunft auch kleine Terminals wirtschaftlich betrieben werden können, ist es unumgänglich, dass Umschlaggeräte auch von Personal bedient werden kann, welches andere Hauptaufgaben hat (Rangierpersonal, LKW-Fahrer) und somit nur bei Bedarf Behälterumschläge ausführt. Dies kann erreicht werden, indem zumindest diejenigen Arbeitsschritte automatisiert werden, welche eine grosse Geschicklichkeit erfordern, wie das Greifen von Behältern oder das Abstellen auf Fahrzeugen.

Ein weiteres Potenzial zur Kostensenkung und Qualitätssicherung innerhalb des Terminalbetriebs sind die Notfall-Strategien, insbesondere die Rückfallebene beim Ausfall einer Umschlagsmaschine. Hierzu sind drei kostengünstige Ansätze denkbar:

- **Mehrfach-Komponenten:** Anstatt einen zusätzlichen Kran zu beschaffen (und zu betreiben) sind auch kostengünstigere Lösungen möglich: Durch das mehrfache Vorhandensein empfindlicher aber wesentlicher Bauteile (z.B. Antriebsmotoren) ist bei Ausfall eines Motors noch die ganze Anlage (mit reduzierter Leistung) betriebsfähig. Die zusätzlichen Investitionen für den komplexeren Aufbau (Mehrfach-komponenten) sind deutlich niedriger als zusätzliche Kraneinheiten.
- **Mobilgeräte:** Die Notfall-Ebene besteht nicht aus einem (weiteren) Kran, sondern aus Mobilgeräten (z.B. Greifstapler), die im Regelbetrieb sonstige Dienstleistungen (z.B. Lagerbedien-ung, Behälterservice) betreuen. Dies bedingt jedoch hohe Anforderungen an Manövrierrflächen und Oberflächendimensionierung.
- **Modulsysteme:** Mobile Kleinumschlagsmaschinen (z.B. NETHS, siehe Kapitel 3.2.2, 3.2.3) sind i.d.R. modulartig aufgebaut, d.h. das einzelne Gerät verfügt über eine begrenzte Leistungsfähigkeit, ist aber auch deutlich kostengünstiger in Anschaffung und Betrieb als eine grosse Krananlage. Um eine ausreichende Leistungsfähigkeit zu erhalten, müssen bei mittelgrossen Anlagen oder Terminals bzw. Betriebskonzepten mit kurzen Ent- und Beladezeitfenstern mehrere Geräte parallel betrieben werden. Beim Ausfall eines Gerätes kann die Gesamtanlage (mit verringerter Leistung) weiter arbeiten.

3.2.1 Feste Anlagen

Die (Neu-) Entwicklungen der letzten Jahre waren i.d.R. sogenannte Kompaktanlagen, die sich dadurch auszeichnen, dass sie eine hohe Umschlagsleistungen auf einer relativ kleinen Grundfläche erbringen können. Dies geschieht in der Regel durch eine dichte (hohe) und automatisierte Lage-

rung der Behälter sowie eine automatisierte Be- und Entladung.

Bei grossen Anlagen wird heute versucht, die Anlagen zu automatisieren. Damit können Personalkosten gespart und der Umschlag beschleunigt werden. So sind in Deutschland bei Krupp und in Frankreich unter dem Namen "Commutor" hochleistungsfähige automatische Anlagen entwickelt worden, welche sich aber am Markt nicht durchgesetzt haben. Das Testsystem einer Kompaktanlage von Krupp wurde wieder abgebaut.

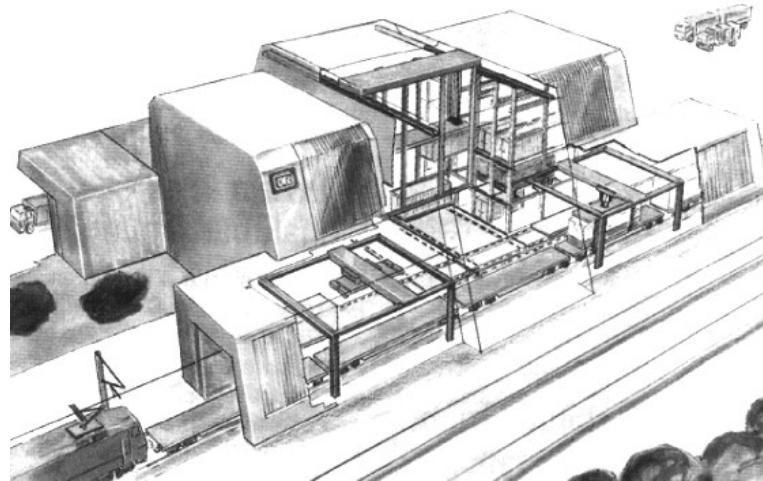


Abbildung 22: Kompaktanlage Krupp

Zur Zeit in der Entwicklung und Pilotphase ist noch das System A-IUT in Österreich, die andern Systeme werden nicht mehr weiter verfolgt. Als Nachteil solcher Systeme sind die extrem hohen Kosten und technische Probleme durch die Komplexität der Systeme und die Kopplung mehrerer neuer Technologien und Betriebsformen zu nennen. So hat sich das in anderen Bereichen schon länger existierende Prinzip der Hochregalanlagen beim KLV noch nicht durchsetzen können.

Bei der Automatisierung der Behälterbewegung im Terminal ist zu unterscheiden zwischen:

- Mikrovershub: Anheben und Absetzen der Behälter
- Makrovershub: Verschiebung eines Behälters von einem Standort zum anderen

Die Automatisierung des Makrovershubs ist möglich und wird teilweise bereits angewendet. Beim Mikrovershub sind aber noch nicht alle Probleme gelöst: Das Entladen ist machbar, das automatische Absetzen eines Behälters jedoch ist langsam, störungsanfällig, bedarf der manuellen/ visuellen Kontrolle und ist deshalb noch nicht serienreif. Die manuelle Bedienung der Umschlaggeräte gilt heute immer noch als schneller und zuverlässiger als die automatische. Denkbar ist aus heutiger Sicht der Einsatz solcher Systeme als Hilfsmittel für den Kranführer. Bei kleineren Terminals, wo die Umschlagzeit nicht zeitkritisch ist, können automatische Systeme dann Sinn machen, wenn nicht (ständig) entsprechend geschultes Personal anwesend ist.

1) Innovativer Umschlagterminal in Österreich A-IUT:

Das A-IUT wurde im Rahmen des Projektes InHoTra entwickelt und basiert auf der Idee, das „Umsteigen“ von Behältern zwischen zwei Zügen in einem Kreuzungspunkt verschiedener KLV-Züge (z.B. Liniengüterzüge) zu beschleunigen und zu automatisieren.

Ziel war es, die Aufenthaltszeit von Zügen im Terminal deutlich zu reduzieren. Der IUT besteht aus einem mehrgeschossigen Hochregallager für Container und Wechselbehälter und einem Regalbediengerät, welche die Behälter lagern, sortieren und bereitstellen. Ein Schnellumschlagsgeschäft wiederum sorgt für den Umschlag der Container/WAB zwischen Zug/LKW und Vorpositionierfläche bzw. den Umschlag zwischen Zug und Lkw.

Dazu wurden die Aufgaben der heute eingesetzten Portalkrane auf zwei getrennte Maschinen aufgeteilt:

- Umschlaggerät
- Lagergerät

Das Umschlaggerät ist ein kleiner aber leistungsstarker Portalkran, der die Behälter vom Zug nimmt und sie auf eine direkt neben dem Gleis befindliche Ladespur (Vorpositionierfläche) stellt. Durch die kurzen Wege (im Idealfall ohne Längsfahrten mit den Behältern) kann eine deutliche Reduzierung der Entladezeiten erreicht werden.

Von der Ladespur werden die Behälter mit dem Regalbediengerät aufgenommen und in ein Hochregallager an einen vorbestimmten Lagerplatz gestellt. Die beiden Maschinen (Umschlaggerät und Regalbediengerät) arbeiten koordiniert und nacheinander.

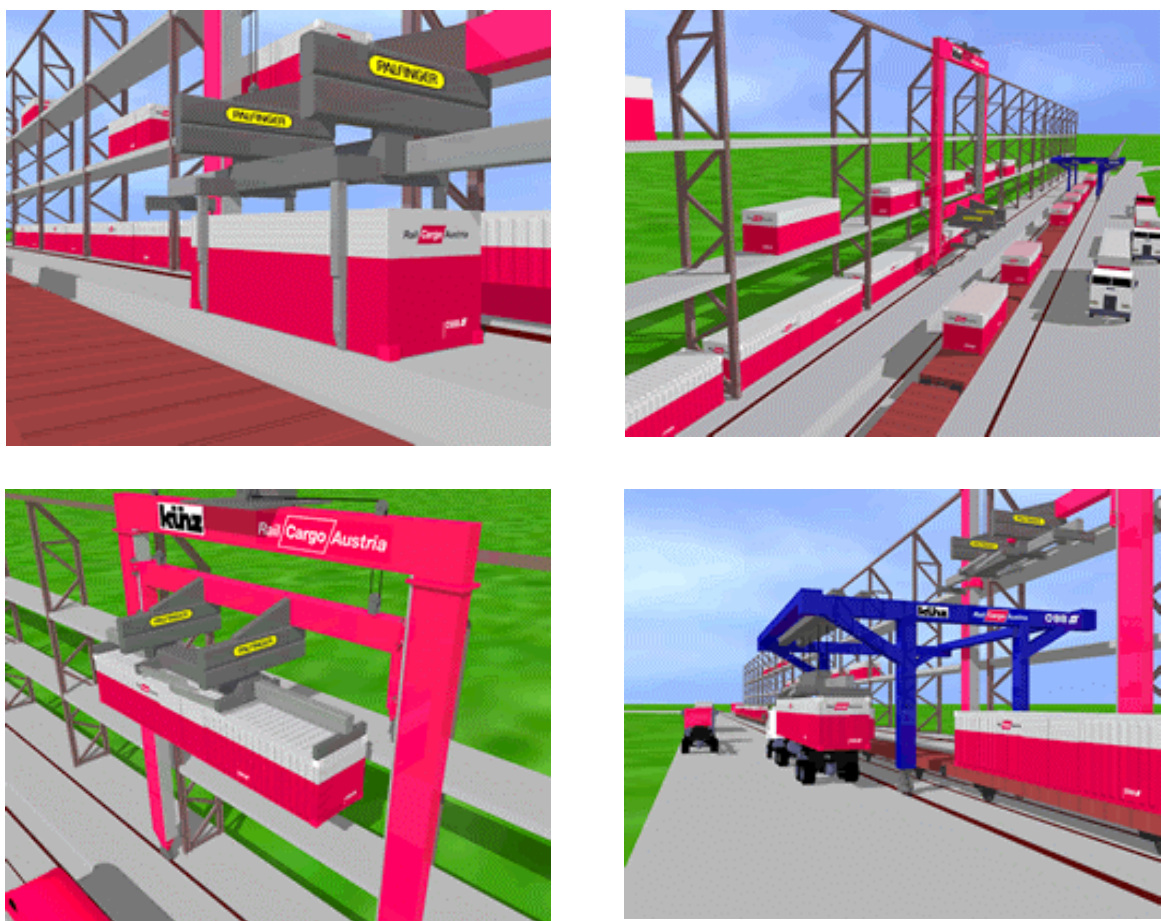


Abbildung 23: Innovativer Umschlagterminal in Österreich A-IUT

Die Längsverschiebung wird fast ausschliesslich vom Lagerbediengerät vorgenommen. Die IUT-Forschungsanlage ist 30m lang und 2 Ebenen hoch und kann alle gängigen Container und Wechselbehälter bewegen. Das Regalbediengerät kann Container und WAB mit maximal 45 Tonnen manipulieren. Diese Anlage kann im operativen Betrieb bis zu 700m lang und bis zu 3 Ebenen hoch sein. Da der eigentliche Umschlag vertikal erfolgt, sind im Arbeitsbereich keine Oberleitungen vorhanden. Der Zug wird mit Schwung eingefahren. Die Lok muss dann genau dort zum Stehen kommen, wo die Fahrleitung wieder beginnt.

Die Vorteile des IUT sind ein bis zu 40% geringerer Flächenbedarf, die verkürzte Standzeit der Züge und die stark erhöhte Leistungsfähigkeit dank parallel stattfindender Arbeitsabläufe. Durch den besonders effizienten Umschlag sinken auch die Gesamtbetriebskosten sowie der Verweildauer des KLV-Zuges und der LKW im Terminal.

2) Cargodrome in Wiler:

Das Cargodrome in Wiler ist eine Kombination aus KLV-Terminal und Distributionscenter. Im Cargodrome können KLV-Züge behandelt, Behälter gelagert aber auch Warensendungen gelagert, kommissioniert und in Transportgefässe (KLV-Behälter oder konventionelle Güterwagen) verladen werden. Der Verladekran im Cargodrome verfügt über eine hohe Leistungsfähigkeit (30 – 35 Umschläge / Stunde). Diese Eigenschaft basiert auf der besonderen Konstruktion: die Kranbahn befindet sich nicht - wie bei andren Portalkranen üblich – am Boden sondern ist aufgeständert auf Stützen. Der bewegliche Teil des Portalkran ist somit deutlich leichter und kann – auch wegen der besseren physikalischen Eigenschaften – für Längsfahrten deutlich schneller beschleunigen. Auf der anderen Seite kann die Konstruktion für die Fahrbahn die betrieblichen Möglichkeiten einschränken.



Abbildung 24: Cargodrome in Wiler

3.2.2 Klassische mobile Anlagen

1) Automatisierung

Ein Veränderungspotential stellt die Teilautomatisierung dar, insbesondere der Positionierung entlang der Behälter und des Greifvorgangs, um die Umschlagvorgänge zu beschleunigen, aber auch um Personal zu sparen und die Sicherheit zu erhöhen. Das Problem bilden die Greifkanten bei den Wechselbehältern, die nicht so präzise angeordnet sind und weniger exakte Abmessungen haben wie die Beschläge der Seecontainer.

2) Integration von Norm-Behältern

Ein grosser Nachteil der kostengünstigen mobilen fahrzeuggebundenen Umschlagsanlagen besteht darin, dass nur spezielle Behälter umgeschlagen werden können (CargoDomino, siehe Kapitel 2.1.8). Wenn diese Systeme flächendeckend eingesetzt werden oder dazu dienen sollen, nachfrageschwache Regionen an KLV-Angebote anzubinden, so müssen die gebräuchlichen genormten Behältertypen (zumindest Wechselbehälter Klasse C und 20'-ISO-Container) umgeschlagen werden können. Für das System Mobiler (siehe Kapitel 2.1.8) gibt es bereits einen ISO-Adapter, der seitlich an die unteren Eckbeschläge der ISO-Container angebracht wird. Für Wechselbehälter fehlt bisher eine praxistaugliche Lösung. Es sind hierfür sowohl Lösungen mit adaptierten Tragwagen (z.B. mit einem integrierten Verschiebkanal) oder Adapter (Zwischenrahmen, Unterlegbalken, etc.) denkbar.



Abbildung 25: ISO-Adapter beim System Mobiler

[www.mobiler.de]

3.2.3 Kleinanlagen/Horizontalumschlag

Der Betrieb von neuen Angeboten im KLV wie z.B. Linienzügen erfordern neue Anlagen und Prozesse für den Behälterumschlag. So erfordern kurze Aufenthaltszeiten (< 30 Minuten) von Linien-güterzügen in Zwischenterminals, dass die Zuglok am Zug verbleiben muss, kein Rangieren erforderlich sein darf und somit ein Umschlag unter der Fahrleitung erfolgen kann. Da herkömmliche Portalkrane diese Anforderungen nicht erfüllen, wurden u.a. im Projekt InHoTra mobile, spurgeführte Horizontalumschlagsmaschinen entwickelt, die parallel zu den Ladegleisen arbeiten.

Diese Maschinen weisen eine begrenzte und im Vergleich zu Portalkranen geringere Leistungsfähigkeit auf. In Abhängigkeit von den jeweiligen Anforderungen (Behältermenge, Lagerart, Zeitfenster) ist die Leistungsfähigkeit der Gesamtumschlagsanlage durch den modulartigen Aufbau durch eine Hinzunahme weiterer Geräte steigerbar.

Zur Ermöglichung eines Behälterumschlages unter der Fahrleitung und zur Minimierung der Hubwege werden derzeit horizontal arbeitende Umschlaggeräte entwickelt. Da diese schienengeführten Geräte eine begrenzte Leistungsfähigkeit aufweisen, teilautomatisch funktionieren und kostengünstig sind, eignen sie sich für kleine Terminals, auf denen ein multifunktional einsetzbarer Mitarbeiter den Umschlag allein bewältigt.

Horizontalumschlagsanlagen eignen sich für die (Teil-) Automatisierung, da die Bewegungsmöglichkeiten durch die Spurführung begrenzt sind. Die Beobachtungen und Messungen innerhalb des Projektes InHoTra haben gezeigt, dass ein halbautomatischer Betrieb (derzeit) am sinnvollsten erscheint: die Entladung von Fahrzeugen ist relativ leicht automatisierbar, während die Beladung bzw. das Absetzen von Behältern aufgrund der vielfältigen Ungenauigkeiten in manueller Bedienung zuverlässiger ist. Nach diesen Erfahrungen ist die Automatisierung eher ein Zugewinn an Sicherheit und Zuverlässigkeit sowie eine Arbeitserleichterung für das Bedienpersonal. Der manuelle Umschlag ist aber – wie die Tests im Projekt InHoTra gezeigt haben - dennoch deutlich schneller und leistungsfähiger. Ausserdem ist ein vollautomatischer Betrieb ohnehin nicht möglich,

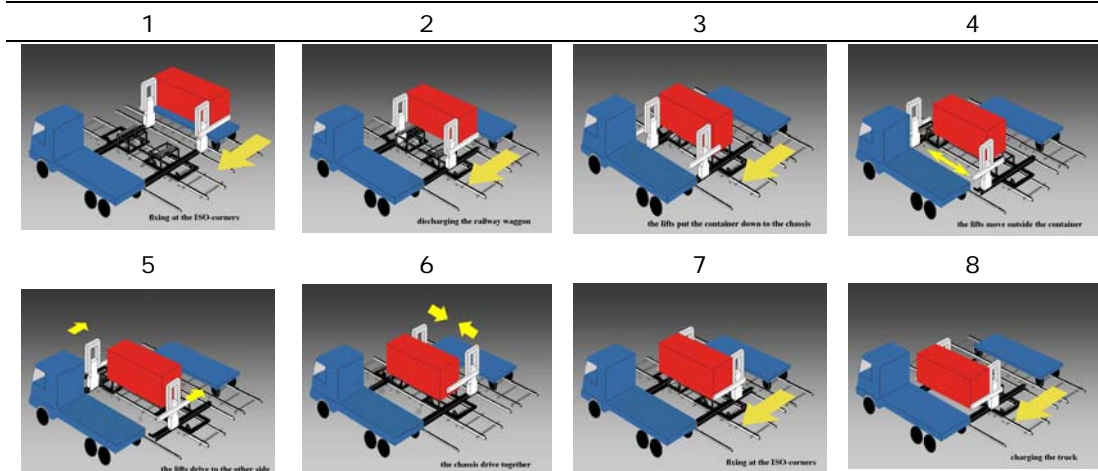
da stets eine Überwachung der Prozesse in irgendeiner (nicht-automatisierbaren) Form, also von einem Menschen durchgeführt werden muss.

Horizontalumschlagsanlagen eignen sich besonders auch für Kleinanlagen. Da einerseits der Kapitalaufwand geringer ist und eine Anpassung an eine sich veränderte Nachfrage durch zusätzliche Maschinen leicht möglich ist. Daneben ist u.U. zur Bedienung auch weniger gut geschultes Personal (z.B. Lkw-Fahrer oder Lagerarbeiter) einsetzbar.

1) Furmia RTS:

Das System Furmia wurde im Rahmen des Projektes IDIOMA (Rapp AG/ETH IVT 2001) in einer ersten Version (RTS 501) entwickelt und aufgebaut. Im Projekt InHoTra wurde die Maschine Furmia RTS 501 modifiziert sowie weitere Geräte zum Behälterumschlag und zur Lagerung entwickelt.

RTS 501 fährt auf einem Normalspurgleis und kann dadurch auch auf konventionellen Bahnhöfen mit (mindestens) 3 parallelen Gleisen zum Umschlag zwischen zwei Zügen eingesetzt werden (Nutzung vorhandener und anderweitig nicht mehr benutzter Gleise). Das Gerät muss gegenüber dem Behälter in die exakte Startposition gefahren, auf die Behältergrösse ausgerichtet und mit Stützbeinen gesichert werden. Der Behälter wird an den Eckbeschlägen mit zwei hydraulischen Verriegelungsbolzen seitlich gefasst. Dabei ziehen die beiden Verriegelungsbolzen den Container leicht zur Maschine, während im unteren Bereich des Containers zwei Druckstempel gegen den Containerrahmen drücken. So stabilisiert wird der Container leicht angehoben und dann horizontal verschoben, bis er sich in der Mitte des Umschlaggerätes befindet und auf dieses abgesetzt wird. Die beiden Laufkatzen fahren dann in die gegenüberliegende Position und greifen den Behälter erneut um ihn quer auf ein anderes Transportmittel oder eine Sortierfläche zu verschieben. Anschliessend wird der Greifer wieder in die Mittelstellung zurückgefahren, die Stützbeine eingezogen und das Umschlaggerät zu einem neuen Behälter längs verschoben. Es ist – aufgrund des seitlichen Greifens - nicht möglich, einen Container in einer Bewegung von einer Seite auf die andere Seite der Maschine zu bringen. Es sind immer zwei Bewegungen (mit Absetzen in der Mitte, auf der Maschine) erforderlich. Eine Längsverschiebung mit einem Behälter in Mittelstellung ist möglich. In der ersten Version der Furmia RTS 501 war es möglich, Wechselbehälter umzuschlagen. Dazu wurden sie an den Eckbeschlägen leicht angehoben (gekippt) um anschliessend zwei konische Gabeln unterzuschieben. Der Bewegungsablauf (kein durchgehender Verschub, sondern absetzen in der Mitte und neu von der anderen Seite nochmals greifen) war ähnlich wie beim Umschlag von Containern. In den Tests und der Bewertung des RTS 501 im Projekt InHoTra wurde nur der Containerumschlag berücksichtigt.



Darstellungen:

Abbildung 26: RTS 501: Funktionsweise beim Containerumschlag



Abbildung 27: RTS 501: Umschlag von Container (links) und Wechselbehälter (rechts)

Der Hersteller des Furmia RTS (BOSCH REXROTH, Ungarn) hat aus den Erfahrungen mit RTS 501 aus eigener Initiative eine weitere Horizontalumschlagsmaschine (RTS 302) gebaut, die Behälter anders greift und somit über deutlich umfangreichere Funktionalitäten verfügt. RTS 302 besteht

aus zwei fahrbaren Elementen, die auf einem konventionellen Eisenbahngleis laufen und mit einem Träger miteinander verbunden sind, an dem ein Greifer / Spreader montiert ist. Container werden von oben an den Eckbeschlägen gegriffen, Wechselbehälter Klasse A und C an den Greifkanten. Das System ist in der Lage in 30 Minuten 10 Behälter umzuschlagen. Neben dem Ladegleis können Container zweilagig gestapelt werden.

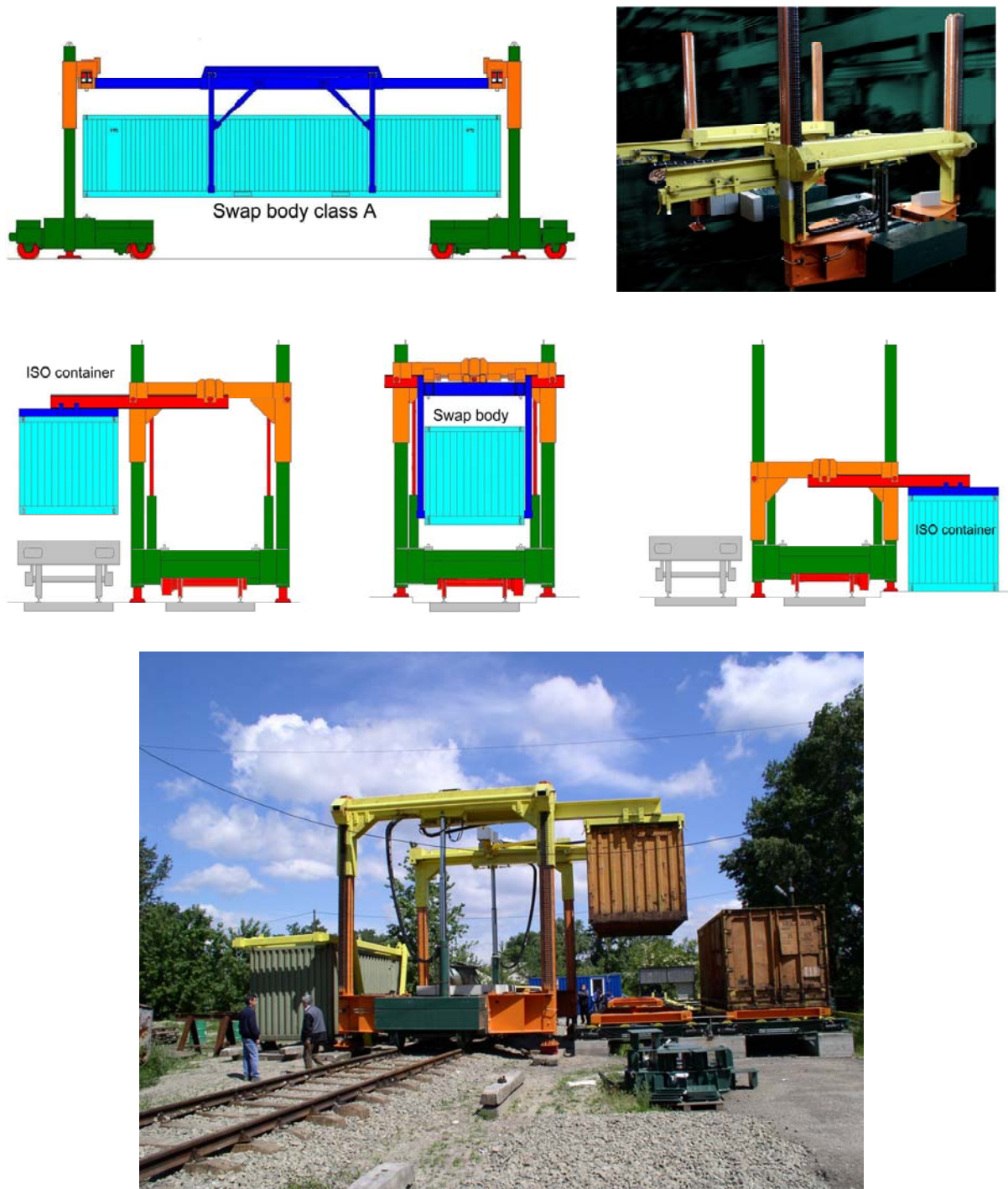


Abbildung 28: RTS 302

2) NETHS: Das Neuweiler Tuchs Schmid Horizontal System (NETHS) wurde für den Umschlag unter Fahrdrabt entwickelt. Es besteht aus zwei Liftmaschinen-Fahrwagen die auf Schienen ($a = 4.25\text{m}$) fahren. Die Container werden mit einem beweglichen Kranarm vom Bahnwagen gehoben, die Wechselbehälter hängen an vier zusätzlichen, auszugsfähigen Scheren die mit Greifzangen ausgerüstet sind. Die Kranmaschine fährt seitlich an den Lastwagen heran, die Kranarme bewegen sich in den Ladebereich des Strassenfahrzeugs und senken die Last ab. Umgeschlagen werden können Container bis zu 35 Tonnen und Wechselbehälter der Klasse C bis zu 20 Tonnen Gewicht. Ein Fahrwagen ist 6.6 m lang und 4.7m breit mit einem Eigengewicht von 40 Tonnen. Alle Antriebe funktionieren elektrisch mit Zuleitung über Stromschiene unter Boden. Das Gerät wurde im Rahmen des INHOTRA Projektes entwickelt, getestet und evaluiert. Ein Prototyp ist seit 2002 in Frauenfeld installiert, funktionsfähig und wird für kommerzielle Umschläge genutzt. Das Gerät kann manuell, halb- oder vollautomatisch betrieben werden. Dadurch ist es sowohl für den Einsatz in Linienzugsterminals (ggf. mehrere Maschinen) als auch in Kleinterminals (Industriebetrieb, Anschlussgleis, etc.) einsetzbar.



Fotos: Neuweiler

Abbildung 29: Neuweiler Tuchs Schmid Horizontal System (NETHS)

3) CargoBeamer: Eine neue Idee zur Minimierung der Haltezeiten von Zügen ist der CargoBeamer. Das Prinzip besteht darin, dass Behälter (zunächst nur Sattelanhänger) in Waggonaufsätze verladen werden können, welche dann mittels stationären, gleisfesten Hubeinrichtungen angehoben und auf Basiswaggons querverschoben werden können. Die Waggonaufsätze sind passive Leichtbaukonstruktionen, die auch mit Greifkanten ausgerüstet sind, damit sie auch mittels Hubstapler oder Portalkran verladen werden können. Sie werden mit dem Basiswaggon zu einem kompletten Flachwagen verbunden, entweder als Einzelwagen oder als feste Einheit mit Drehgestellen. Mittels der Hubeinrichtung und Bahnsteigen mit quer laufenden Schienen soll ein automatisiertes, unbegleitetes „Umsteigen“ der Güter zwischen LKW, Nah- und Fernverkehrsgüterzügen erreicht werden. Die Verladung unter der Oberleitung ist möglich. Das Be- und Entladen mehrerer Sattelanhänger kann parallel und gleichzeitig erfolgen. So soll der Umschlag eines ganzen Zuges mit 30 Wagen innert zehn Minuten erfolgen. Das System steht derzeit in der Entwicklung. Das System ist besonders für den Transport von Sattelauflegern geeignet und erfüllt die Anforderungen für den Einsatz bei Linienzugsystemen. Die Waggonaufsätze können aber auch wie andere Bahnwagen mit Behältern oder anderen Gütern beladen werden. Im alpenquerenden Verkehr könnten sich mit dem Cargo-Beamer allerdings Probleme ergeben, da die Ladehöhe im Vergleich zu Taschenwagen höher ist.

Aus Abbildung 30 geht die Funktionsweise eines Terminals für den CargoBeamer hervor. Im Vergleich zu konventionellen Umschlagtechniken unterscheidet sich die Ausgestaltung wesentlich.

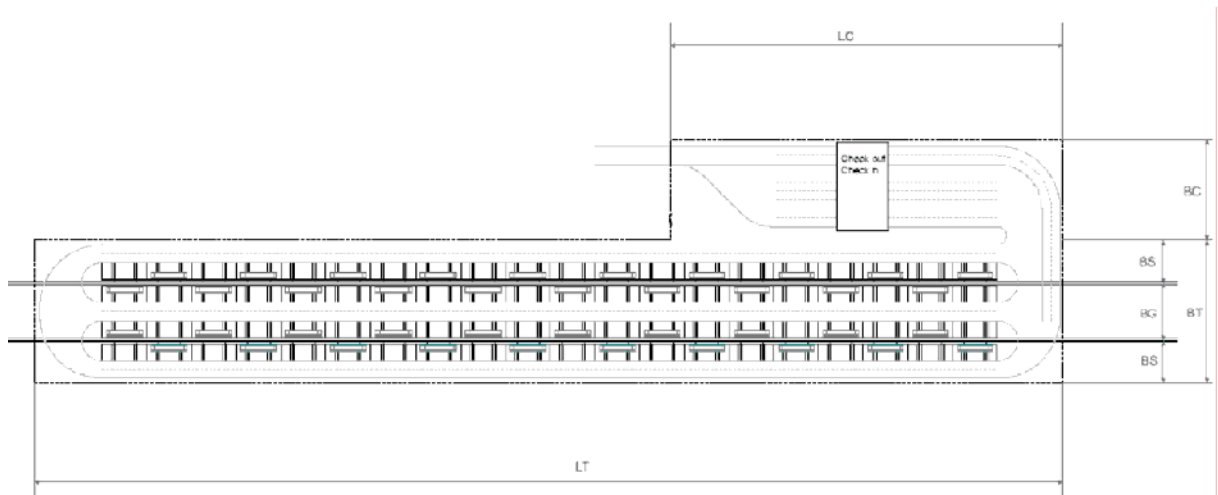
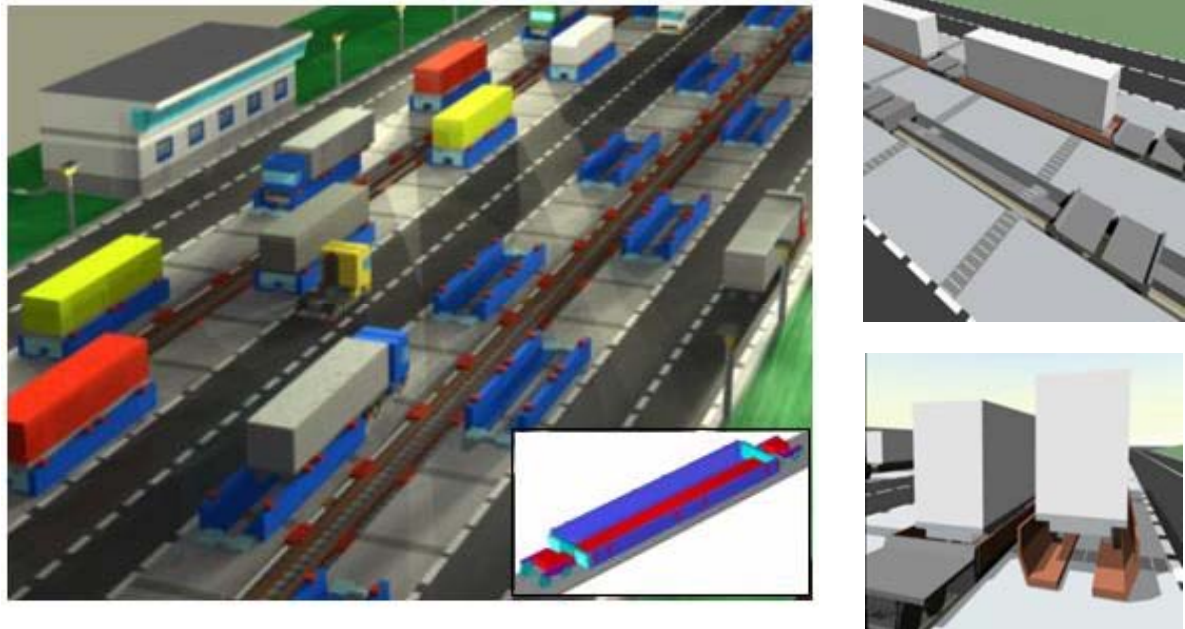


Abbildung 30: Cargobeamer

[www.cargobeamer.com]

3.2.4 Selbstlader

1) Seitenlader (Klaus Kranmobil und funktional vergleichbare Produkte): Wie der Name sagt, ist das Kranmobil ein selbstfahrender Kran, der die Ladeeinheiten seitlich erfasst, über die eigene Achse schwenkt und auf der anderen Seite wieder absetzen kann. Es besteht aus zwei Aggregaten

als Aufbau auf Strassenfahrzeugen wie auch als selbständige Kraneinheit auf einer Basis. Damit können bis zu 45'-Container bewegt werden. Die Zuladung wird aber durch das Krangewicht begrenzt, so dass bei 44t Bruttogewicht – ohne Ausnahmegenehmigung - keine voll beladenen 40'-Container auf dem Strassennetz befördert werden können. Seitenlader werden in anderen europäischen Ländern schon seit Jahrzehnten eingesetzt (insbesondere in Seehäfen). Sie dienen für den Umschlag und insbesondere für die Lagerbewirtschaftung (Bereitstellung von gelagerten, meistens leeren Containern; Stapelung von 2 Container) innerhalb der Terminals. In einigen kleinen Terminals dienen sie auch als einziges Umschlagsgerät, das sowohl andere Strassenfahrzeuge be- und entlädt als auch die Kundenbedienung im Strassenvor- und -nachlauf übernimmt. Hier ist es ein besonderer Systemvorteil von Seitenladern, dass Container auch direkt auf den Boden absetzen kann, wo sie dann mit Staplern be- und entladen werden können.



Abbildung 31: Seitenlader

2) Kombilifter: Der Mercedes Benz Kombilifter ist ein Bahnwagen mit einer Ausrüstung für den Umschlag von Wechselbehältern analog dem LKW Umschlag an den Ladestellen. Diese werden durch den Lkw mit den Stützbeinen direkt über die Gleise gestellt. Der Zug mit den Kombiliftern fährt unter die Ladeeinheiten und hebt sie hydraulisch oder pneumatisch an. Wenn die Behälter verriegelt sind, werden die Stützbeine eingezogen. Benötigt wird ein asphaltiertes Gleis. Negativ ist die exakte Positionierung und die Reihung der Behälter.



Abbildung 32: Kombilifter

3.2.5 Roll-on-roll-off Systeme

Neben der bekannten rollenden Landstrasse, wo auf die Wagen vom Zugende her aufgefahren wird, steht heute die unabhängige Beladung einzelner Wagen in der Entwicklung.

1) Modalohr: Unter dem Namen Modalohr hat die französische Firma Lohr Industrie einen Gelenkniederflurwagen mit einer schwenkbaren Plattform konzipiert. Diese Fahrzeuge sollen dem Transport von Sattelanhängern dienen. Auch wenn das System für den begleiteten Kombiverkehr entwickelt wurde, ist das System auch für den unbegleiteten Verkehr mit Sattelanhängern einsetzbar. Das Beladen erfolgt schräg seitlich und kann für jeden Wagen gleichzeitig geschehen. Die Hebevorrichtungen sind in den Gleisen eingebaut. Die Wagen werden zuerst in die exakte Position gezogen, die Plattformen gehoben, entriegelt und gedreht. Die Sattelzüge können nun mit eigener Kraft über eine Rampe auffahren. Die Last bleibt auf der Plattform zwischen den Drehgestellen. Es erfolgt ein Zurückdrehen in die ursprüngliche Position und ein Verriegeln von Plattform und Drehgestellen. Das Zugfahrzeug muss aber wegen der Länge abgekoppelt und separat verladen werden. Im begleiteten Kombiverkehr werden für den Transport von 2 Sattelzügen 3 Wagen benötigt, die beiden Sattelanhänger werden jeweils auf einen Tragwagen gezogen, die beiden Zugmaschinen werden gemeinsam mit einem Tragwagen transportiert. Der Zug muss nicht zerlegt werden und bleibt an der Lokomotive. Der Verladevorgang kann unter dem Fahrdracht erfolgen. Die Aufstandshöhe der LKW ist so niedrig gebaut, dass Fahrzeuge mit 4 Meter Eckhöhe auch auf Strecken befördert werden können, auf denen dies mit bestehenden Niederflurwagen nicht möglich ist. Im unteren Bereich benötigt das System aber einen grösseren Lichtraum, was Streckenanpassungen nötig macht. Nachteilig sind die vielen beweglichen Teile, die dem Verschleiss unterliegen. Das System Modalohr wird seit November 2003 auf der Verbindung Torino – Lyon (Mont Cenis: Orbassano – Aiton Bourgneuf) mit 4 Zugpaaren pro Tag eingesetzt. Das Lichtraumprofil auf dieser Strecke erforderte eine besonders niedrige Ladehöhe, was der Hauptgrund der Entwicklung dieses Systems war. Modalohr ist nicht ohne weiteres in ein bestehendes Terminal integrierbar. Für den Umschlag ist eine neue Infrastrukturanlage nötig, welche aber lediglich aus einem beidseits des Ladegleises asphaltiertem Platz besteht.



Abbildung 33: Modalohr

2) Talgo-piggy back-Waggon Sdfkmss: Die finnische Firma Talgo-Transtec entwickelte einen Waggon typ für die rollende Landstrasse, von dem sie selber behauptet, er sei der einzige Waggon, der ohne externes Equipment auskommt. Das Ausschwenken der Ladefläche erfolgt über Druckluft-Zylinder. Die Ladefläche verfügt über klappbare Rampen, damit die Strassenfahrzeuge auffahren

bzw. aufgeschoben werden können. Die Waggons können auch für den Vertikalumschlag eingesetzt werden, sofern die Sattelanhänger Greifkanten besitzen.



Abbildung 34: Talgo-piggy-back-Waggon

3.2.6 Lagerbewirtschaftungssysteme

Die Lagerbewirtschaftung und die hierfür eingesetzten Geräte und Methoden sind hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit ein entscheidendes Element innerhalb des Terminals. Die Behälterlagerung stellt für einige Terminals eine zusätzliche nicht unbedeutende Einnahmequelle dar. Andererseits senken Umschläge zur Behälterlagerung die Leistungsfähigkeit der Gesamtanlage, da sie meistens unbezahlte Umschläge (zusätzliches Aufnehmen, Verschieben und Absetzen) darstellen. Somit kann es sinnvoll sein, für die Lagerbewirtschaftung nicht die eigentlichen Umschlagsgeräte, sondern spezielle Maschinen einzusetzen. Auf konventionellen Terminals werden für die Lagerbewirtschaftung (neben dem Portalkran) mobile Geräte (Greifstapler, Seitenlader) eingesetzt. Mittlerweile gibt es auch einige automatisierte Systeme (z.B. A-IUT, siehe Kapitel 3.2.1).

1) System RTS 100 Dieses Lagersystem funktioniert prinzipiell wie das bekannte Spiel mit den 15 Zahlenplättchen, die in die richtige Reihenfolge zu verschieben sind, wobei es 16 mögliche Positionen gibt und mindestens eine Zelle frei bleiben muss. Die Behälter stehen auf rechteckigen Plattformen (Stahlrahmen), die auf Rollen aufliegen. Die Rollen auf der längeren Rahmenseite sind einzeln auf einem Betonfundament montiert, die Rollen auf der kürzeren Rahmenseite sind in einen Stahlträger integriert, der gehoben und gesenkt werden kann. Für ein Verschieben der Rahmen (mit den Behältern) in Richtung der langen Rahmenseite wird der Stahlträger auf der kurzen Rahmenseite abgesenkt, der Rahmen liegt dadurch nur noch auf den fest montierten Rollen unter der Längsseite des Rahmens. Diese Rollen werden über eine Kette in der gewünschten Richtung angetrieben, wodurch sich der Rahmen bewegt. Für eine Bewegung in Richtung der kurzen Rahmenseite wird der Stahlträger auf der kurzen Rahmenseite angehoben und diese dort integrierten Rollen werden angetrieben.

Grössere Behälter (ab 8.05m) benötigen zwei Plattformen, welche dann synchron bewegt werden müssen. Die Anzahl freier Plätze ist mit Vorteil grösser als eins um die Flexibilität zu verbessern. Das System kann modular erweitert und dem Verkehrsaufkommen angepasst werden. Die ungarischen Hersteller des RTS (Bosch Rexroth) haben dieses Lagersystem entwickelt, weil sie einen

Marktbedarf für kompakte und automatisierbare Lagersysteme, die neben der Platzersparnis auch einen Diebstahlschutz ermöglichen (durch die enge Lagerung) gesehen haben.



Abbildung 35: RTS 100

Unter dem Produktnamen RTS 200 soll eine Erweiterung des Lagergerätes RTS 100 errichtet werden, das in der Lage ist, bis zu 3 Behälter zu stapeln. Dadurch könnte die Lagermenge des RTS 100 deutlich erhöht (verdoppelt bzw. verdreifacht) werden.

3.2.7 Auswirkungen auf Terminals

Viele Umschlagsgeräte und -systeme sind jeweils nur für ganz bestimmte Terminalfunktionen und Grössen gut geeignet oder entwickelt worden. Eine endgültige Beurteilung über die Eignung muss immer vor dem Hintergrund der Behältermengen und der dafür benötigten Zeitfenster gesehen werden. Letztlich bedeutet eine hohe Leistungsfähigkeit einen hohen Finanzbedarf (Investitionen und Betriebskosten), der nur durch Umschlagsmengen und sonstige Dienstleistungen gedeckt werden kann. Es müssen daher auch die am Transportmarkt erzielbaren Preise für den Umschlag und die Lagerung mit in die Überlegungen zum Investitionsumfang einbezogen werden.

Es können zwei grundsätzliche Tendenzen in der Terminalentwicklung beobachtet werden:

- 1) grosse, leistungsfähige und schnelle Anlagen (Hubs, Gateways, Linienkreuze)
- 2) kleine kostengünstige Anlagen für den Start eines KLV-Angebotes, die einfach an die Nachfrage angepasst werden können (Module).

Eine wichtige und zukunftsweisende Entwicklungslinie stellen Geräte (Horizontale Umschlaggeräte und Selbstlader) und Systeme (Mobiler/Nik) dar, mit denen kleine Terminals eher wirtschaftlich betrieben werden können, was mit den konventionellen Geräten (z.B. Portalkranen) nicht möglich ist.

Solche Geräte haben spezielle Eigenschaften, die einen Einfluss auf die Terminalgestaltung haben:

- Behälter können nicht gedreht werden (NETHS, RTS, Mobiler; etc.): die Lkw müssen wenden können, die Ladespur muss von zwei Seiten befahrbar sein, was bauliche und betriebliche Auswirkungen hat.
- Die Leistungsfähigkeit ist aufgrund des aufwändigeren Greifvorgangs gering, bei grosser Nachfrage oder kleinen Zeitfenstern müssen mehrere Geräte eingesetzt werden, was organisatorischen und evtl. baulichen Aufwand (Bereichsbegrenzung) bedeutet.
- Direktumschlag ist abhängig von den Zeitfenstern (möglich bei Wagengruppen z.B. Feederzügen; nicht möglich bei Linienzügen)
- Die Lagerflächen sind wegen des begrenzten Arbeitsbereiches der Geräte parallel zum Ladegleis angeordnet, haben eine begrenzte Kapazität und sind nur in einer Ebene (Stapeln von Behältern nicht möglich). Die Terminals mit kleinen Geräten haben somit eher eine lange schmale Form. Für grössere Lagerflächen oder Lagerflächen in einer anderen Geometrie sind zusätzliche Geräte notwendig.
- Die horizontalen Umschlaggeräte erlauben den Umschlag unter der Fahrleitung, direkte Einfahrten von Zügen (z.B. Linienzüge) sind möglich, müssen aber bei der Gleisplangestaltung auch berücksichtigt werden (Weichen, Längsneigung, Signalisierung, etc.). Ausserdem sind besondere Sicherungsanlagen und -konzepte erforderlich, da die Umschlagsgeräte im Lichtraumprofil der Bahn arbeiten können. Es muss eine Abhängigkeit von der Maschinenposition und der Bahn-Sicherungstechnik vorgesehen werden.

Den neuen Systeme eigen ist auch die Möglichkeit der Automatisierung von Teilfunktionen zur Erhöhung der Sicherheit und Zuverlässigkeit, zur Personaleinsparung aber auch, um nicht speziell ausgebildetes und trainiertes Personal auch multifunktional einsetzen zu können. Die Automatisierung von (Teil-) Prozessen bedingt aber gleichzeitig neue Sicherheits- und Überwachungssysteme. Es muss gewährleistet werden, dass auch im automatischen Betrieb Fehlmanipulationen oder falsche Handlungen (auch von Unbeteiligten) nicht zu einer Kollision führen. Denkbar sind hierbei mit Zäunen vor Zutritt gesicherte Anlagenteile, Lichtschranken oder einfach zusätzliches Überwachungspersonal.

Bei direkter Ein- und Ausfahrt von KLV-Zügen in Terminals (z.B. im Linienzugterminal) ist auf der Sicherheitsebene eine Abhängigkeit zwischen Terminal und Eisenbahnbetrieb herzustellen. Dazu müssen die Elemente Kranbedienung im Lichtraumprofil der Bahn, Stromzufuhr in die Oberleitung, Signale, Weichen und Gleissperren aufeinander abgestimmt und gekoppelt sein. Hierzu sind geeignete Vorgehensweise sowohl hinsichtlich Technologien als auch hinsichtlich Vorschriften und Regelungen zu erarbeiten.

3.3 Künftiges Rollmaterial und Fahrzeuge

Es werden in diesem Kapitel nur die Eisenbahnfahrzeuge für den Hauptlauf und teilweise Vor- und Nachlauf auf der Schiene, sowie die Strassenfahrzeuge für den Vor- und Nachlauf behandelt. Auf die Entwicklungen bei Hochsee- und Binnenschiffen wird nur kurz eingegangen, soweit diese auf Terminals in der Schweiz einen Einfluss haben.

3.3.1 Eisenbahnfahrzeuge

Die Bahn hat mittlerweile keinen Einfluss mehr auf die Systeme des klassischen KLV. Sie muss vielmehr die verschiedenen Entwicklungen mitmachen, die insbesondere aus dem Strassenverkehr und der Hochseeschifffahrt kommen, um ihren Anteil am KLV zu sichern. Die Entwicklung der Eisenbahnwagen wird primär von der Entwicklung der Behälter gesteuert. Das zentrale Problem bei Behältertragwagen ist die Verlängerung von Behältern, die bei bestehenden Wagen die Ausnutzung der verfügbaren Ladelänge verschlechtern kann. Wenn das Ziel ist, die begrenzte Zuglänge (max. 750m, tlw. weniger) maximal zu nutzen, müssen für ISO Container und Wechselbehälter unterschiedliche Wagen eingesetzt werden.

- So kann ein 4-achsiger Bahnwagen mit 60' Ladelänge ein 40' und ein 20' Container oder aber nur ein 45' Container transportieren.
- Auf überlangen 4-achsigen Wagen können drei Wechselbehälter und auf 2-achsige Wagen zwei Wechselbehälter von 7.45 m geladen werden. Diese Wagen können auch für Container benutzt werden, wobei dann bei den ISO Serie 1 Containern die Ladelänge nicht voll ausgenutzt wird. Bei 2-achsigen Wagen ist jedoch das Ladegewicht mit 34 t begrenzt, was beim Belad mit 20' Containern (maximal 24.5 t schwer) Probleme geben kann. Bei 7.82m langen Wechselbehältern kann jeweils ein Behälter weniger geladen werden.
- Auf 6-achs Gelenkwagen können vier 20' Container, vier WB (max. Länge 7.82 m), zwei 40' oder 45' Container oder zwei WB bis 13.710 m transportiert werden. Diese Wagen sind bezüglich Ausnutzung der zulässigen Achslast interessant.

Im reinen ISO-Container- oder Wechselbehälterverkehr kann mit den jeweiligen Wagen eine annähernd optimale Ausnutzung der Ladelänge erreicht werden. Im Mischbetrieb kann das Optimum bezüglich Ausnutzung der Ladelänge damit erreicht werden, dass die Wagenlänge auf Wechselbehälter ausgerichtet werden, auch deshalb weil ausserhalb des Seehafenverkehrs - wo Wechselbehälter eine Ausnahme sind - die ISO-Container nur einen kleinen Anteil ausmachen.

Die Ausrichtung der 2- und 4-achs Wagen auf den Transport von 7.82 m langen Wechselbehältern (2 x auf 2-achs Wagen, 3 x auf 4-achs Wagen) ist aus Gründen des Lichtraumprofils (Auslenkung in den Kurven) nicht möglich. Würde der Trend in Richtung 7.82 m lange Wechselbehälter gehen, dann müssten 6-achsige Gelenkwagen eingesetzt werden, auf denen entweder 4 Wechselbehälter Klasse C 7.82 m oder 2 x 45' ISO Container resp. Klasse A Wechselbehälter geladen werden können.

Die grossen global agierenden Logistikkonzerne verfolgen im Zuge ihrer ständigen Restrukturierungs- und Optimierungsmassnahmen das Ziel ihren Behälterbestand zu vereinheitlichen. So möchte z.B. die DHL zukünftig nur noch die Länge 7.45m bei Klasse C-Wechselbehältern einsetzen.

Der allgemeine Trend geht bei den Wechselbehältern in Richtung eines stapelbaren 7.45 m und 13.6 m langen Wechselbehälters. Damit werden die heute gebräuchlichen Wagen (4-achsig 60' ISO, 6-achsig 2x2WB oder 2x45' ISO, 4-achsig lang 3xWB) auch künftig als Standardfahrzeug im Betriebsbestand bleiben. Die Stapelbarkeit ist verbunden mit Eckstützen und Eckbeschlägen. Dadurch wird der Umschlag von Wechselbehältern in Terminals beschleunigt und vereinfacht, da sie von oben gegriffen werden können. Da der Trend zudem in Richtung höhere Behälter geht, müssen für den Verkehr in den Alpen und in Südeuropa die Ladehöhen im Eisenbahnbetrieb reduziert werden. Es ist somit eine stetige (Weiter-) Entwicklung neuer Wagentypen mit niedrigerer Ladehöhe und verbesserten Lauf- und Betriebseigenschaften zu erwarten.

Letztlich hängt die Auswahl bzw. die Vorhaltung der Wagen auch von der Kundenstruktur ab. Hierbei sind regionale Unterschiede zu berücksichtigen. In den Benelux-Ländern haben bspw. Sattelanhänger eine viel grössere Verbreitung als im Rest Europas. Im KLV mit diesen Ländern sind somit Tragwagen für Klasse A-WB und Sattelanhänger vorzusehen.

Es fanden in den Jahren 2003 und 2004 zwar einige Versuche mit 1500m langen Güterzügen in der Schweiz statt, dennoch sind diese überlangen Züge nicht als massgebende Grösse beim Terminaldesign relevant, da sie i.d.R. aus zwei 750m langen Zügen bestehen und nur auf einer Teilstrecke (z.B. durch die Alpentunnel) zusammen befördert werden. Die maximale Zuglänge wird auch in Zukunft 750 m betragen (inkl. Lok). Idealerweise sind Gleislängen im Terminal von einem Vielfachen von 105 m vorzusehen (rund 6 x 17 m Wagenlänge), damit auch Teilzüge effizient gehandhabt werden können. Die Gleislängen sind mit Ausnahme von Grossterminals (Terminalnetze) nicht normierbar und müssen der jeweiligen Situation angepasst werden.

3.3.2 Strassenfahrzeuge

Bei reinen Strassenfahrzeugen (nicht KLV-tauglich, bzw. nicht im KLV-Einsatz, z.B. Sattelanhänger ohne Greifkanten und feste Aufbauten) besteht die ständige Tendenz, länger, höher und schwerer zu werden, insbesondere um das Ladevolumen für leichte Güter zu gewinnen (siehe Kapitel 3.1).

Um eine Übertragung dieser Tendenz auf die Behälter, die im KLV befördert werden zu verhindern ist zumindest eine gute Normierung – resp. deren Durchsetzung erforderlich.

Die höheren Behälter werden – ähnlich wie bei den Eisenbahnfahrzeugen - dazu führen, dass auch die Strassentragfahrzeuge für den Behältertransport niedriger gebaut werden.

Um im Vor- und Nachlauf flexibel agieren zu können, werden die LKW wie die Bahnwagen auf den Transport von Wechselbehältern verschiedener Länge ausgerichtet werden müssen. Der Transport von ISO-Container auf der Strasse wird – wegen dem Abstellen an der Rampe der Kunden - weiterhin vorwiegend mit Sattelanhängern (Chassis) erfolgen müssen. Dabei müssen die Lastwagen so ausgerüstet sein, dass die Fronttüren der Container mindestens bündig mit dem Fahrzeugabschluss sind, was Probleme mit den Nocken geben kann, wenn sowohl 40' als auch 45' Container mit dem selben Chassis transportiert werden sollen.

3.3.3 Schiffe

Die Tendenz, im Containerverkehr immer grössere Schiffe einzusetzen hat unmittelbare Auswirkungen auch auf die Terminals in der Schweiz.

Für die Vorbereitung der Schiffsbeladung müssen zum richtigen Zeitpunkt in den grossen Seehäfen grosse Mengen an Containern bereitgestellt werden. Die Seehäfen verlagern deshalb die Lagerung der Behälter in die im Hinterland liegenden Terminals, um selber die Lagerkapazität tief zu halten. Die Behälter werden vor Ankunft eines grossen Schiffes just in time abgerufen.

Dieser Trend führt dazu, dass Inland-Terminals die Container nicht dann zum Seehafen abführen, wenn sie strassenseitig angeliefert werden, sondern sie müssen die Behälter sammeln und dann zeitgerecht zum definierten Zeitpunkt zuführen. Somit werden Umschlagterminals (auch in der Schweiz) zu Lager für Seehäfen. Dies erfordert grösseren Lagerraum, als für den Durchlauf der Behälter eigentlich notwendig wäre.

Die Weiter-Rückverlagerung der Behälter-Zwischenlagerung zu den Verladern ist eher schlecht realisierbar. Die exakte Zuführung der Container zu den Seehäfen erfordert eine hohe Qualität und Zuverlässigkeit aller Teilleistungen der KLV-Tarnsportkette. Eine zentrale Lagerung der Behälter ist deshalb günstiger, da die Terminalbetreiber sofort auf die gelagerten Behälter zugreifen und den Zug beladen können und nicht erst noch auf die Strassenzufuhr von den Verladern warten müssen. Ausserdem ist dieses Lagergeschäft, das auch mit leeren Behältern so praktiziert wird (Nähe bei Verladern / Kunden) für die Terminals zunehmend eine wichtige Einnahmequelle, bei der die Reedereien und Häfen als Kunden auftreten.

3.4 Künftige Bahnbetriebskonzepte

Aufgrund der schon existierenden oder der diskutierten bzw. entwickelten Betriebsformen werden die folgenden Betriebsformen betrachtet und bezüglich zukünftiger Nutzung beurteilt.

2.1.1 Sammelzüge (Feederzüge)

Das Hauptziel von Feedersystemen ist die Verbindung von Terminals in Regionen mit kleinerem Verkehrsaufkommen durch Feederzüge (kurze Züge), die über den grössten Teil des Transportweges in einem gemeinsamen langen Zug fahren. Wagen oder Wagengruppen werden gesammelt und für eine längere Transportstrecke zum Zielort zusammengehängt. Diese Form scheint heute noch nicht konkurrenzfähig zu sein. Doch wenn technische Entwicklungen wie automatische Zugskuppungen oder motorisierte Güterwagenkompositionen (mit eigenem Antrieb) gefördert und eingeführt werden, verbessern sich die Möglichkeiten für solche Sammelzug-Systeme.

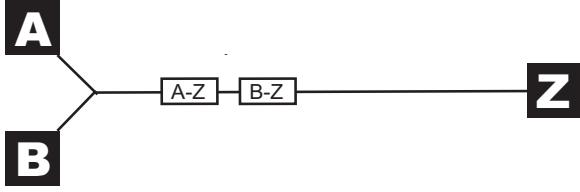
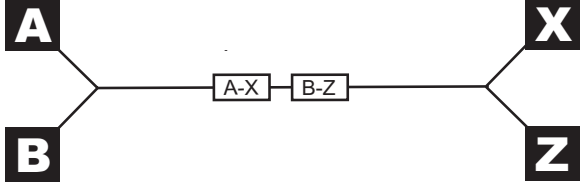
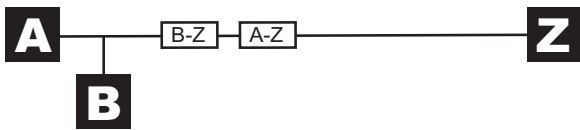
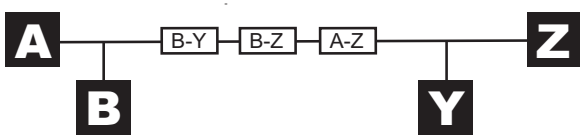
	<p><u>Sammelzug:</u> Kurzzüge werden gekoppelt und über eine längere Strecke gemeinsam geführt.</p>
	<p><u>Zug – Sharing:</u> Selbstkuppelnde Wagen oder Wagengruppen werden für lange Distanzen zusammengekuppelt und wieder auseinandergenommen Beispiel: Cargosprinter</p>
	<p><u>Pick-up Züge:</u> Der Zug nimmt auf seiner Fahrt zum Zielterminal noch Wagen an regionalen Bahnhöfen auf.</p>
	<p><u>Pseudo Linienzug:</u> Auf der Fahrt von Terminal zu Terminal nimmt der Güterzug noch Wagen dazu oder lässt Wagen stehen.</p>

Abbildung 36: Sammelzüge (Feederzüge)

Für einen wirtschaftlichen Transport ist es wichtig, dass die Transportdistanz der gekuppelten Feederzüge lang ist und dass die Zugkapazitäten (Zuglänge, -gewicht) gut ausgenutzt werden. Transportgeschwindigkeit und zurückgelegter Transportweg sind ähnlich wie bei Direktzügen. Der in einer bestimmten Zeit zurückgelegte Transportweg wird um den Zeitverlust während der Zugbildung/-trennung in Knoten reduziert.

Für Terminals und Strassendistribution bedeutet dies:

- Probleme der Spitzauslastungszeit in Terminals können reduziert werden, weil ITUs in mehrere kleinen Zügen in Terminals ankommen und abfahren.
- Für die Behandlung von Feederzügen (bzw. deren Wagengruppen) können kleinere Terminals eingesetzt werden. Wenn damit die Terminalabstände verringert werden, können die Strassendistributionskosten durch einen kleineren Fahrzeugpark und ein kleineres Einzugsgebiet reduziert werden, die Fahrzeugsdisposition wird vereinfacht, weil nur wenige Fahrzeuge auf kürzeren Vor- und Nachlaufwegen eingesetzt werden müssen. Werden kleine Terminals in nachfrageschwachen Gegenden eingesetzt (mit grossen Terminalabständen) ergeben sich bezüglich Strassenvor- und -nachlauf i.d.R. keine Einsparungen, da entweder viel Fahrzeuge eingesetzt werden müssen, um alle Kunden gleichzeitig zu bedienen, was zu einer schlechten Fahrzeugauslastung führt, oder es werden nur wenige Fahrzeuge eingesetzt, die aber durch die langen Wege die Kunden nur nacheinander und mit grosser Zeitverzögerung bedienen können.
- Für das An- und Abkuppeln der Wagen (-gruppen) müssen entsprechende Vorkehrungen (Fahrzeugausrüstung, Gleisanlagen, Signalisierung, Rangierloks, Personal, etc.) getroffen werden.

3.4.1 Linienzug

Unter einem Linienzug versteht man einen Zug, der nach Fahrplan, mit einer fixen Wagenkomposition mehrere Terminals bedient und dort nur kurze Aufenthaltszeiten aufweist. Linienzüge mit Distanzen von 50–100km zwischen Terminals erlauben die Verbindung von mehreren Terminals mit kleinen Güteraufkommen. Analog dem Reiseverkehr verkehren Güterzüge nach Fahrplan. Die Terminalinfrastruktur muss in der Lage sein, Züge auf der ganzen Länge innerhalb kurzer Zeit (die Aufenthaltszeit des Zuges soll ca. 15-60 Min betragen) zu Be- und Entladen, ohne die Bahnwagen zu rangieren (Zeitverlust). Idealerweise fährt der Linienzug direkt auf das Ladegleis des Terminals. Kurzfristige Lagerplätze für Ladeeinheiten müssen vorhanden sein. Ein technisches Problem ist der Umschlag der Behälter unter der Fahrleitung.

	<p><u>Linienzug 1:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Angebot auf einer bestimmten Strecke mit fester Komposition, Anzahl von Terminals und Fahrplan ▪ Be- und Entladen während des Zughaltes im Terminal ▪ Keine Rangierung, kurze Aufenthaltszeit im Terminal
	<p><u>Linienzug 2:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zwischenhalte auf der ganzen Linie ▪ nur nachfolgende Terminals sind verbunden
	<p><u>Kreis-Linienzug:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kreis-Linienzug mit kurzem Zwischenhalt in Terminals ▪ Alle Terminals sind auf einer Kreisstrecke untereinander verbunden

Abbildung 37: Linienzug

Für Terminals und Strassendistribution bedeutet dies:

- Infrastruktur, Betrieb und Ausstattung von Terminals in Linienzugsystemen hängen direkt vom Bahnbetriebskonzept ab. Wenn die Kreuzung von zwei Linienzügen in einem Terminal stattfindet, so ist dieser auf die gleichzeitige Abfertigung von zwei Zügen auszulegen (Gleise, Maschinen, Personal, etc.).
- Linienzug ermöglicht die Reduktion der Spitzbelastungszeit, falls mehrere Züge während des Tages durch Terminals fahren. Kurzfristige Lagerplätze für Ladeneinheiten müssen vorhanden sein, weil der Direktumschlag Bahn – Lkw i.d.R. in den kurzen Zeitfenstern nicht möglich ist und eine Koordination der Strassenfahrzeugflotte mit dem Ankommen von Zügen unwirtschaftlich ist.
- Terminalinfrastruktur muss nicht so gross sein wie in einem Terminal für Direktzüge. Es ist aber wichtig, dass ein langes Gleis für Zugumladen und ein oder mehrere Gleise für Wagen oder Wagengruppen, falls am Zug Wagen ausgetauscht werden, vorhanden sind.

3.4.2 Hub and Spoke – System

Verschiedene Terminals sind mittels eines Hub-Terminals miteinander verbunden. Shuttle Züge bringen die Behälter in einen anderen Hub, wo Züge zu weiteren grösseren Hubs zusammengestellt werden. Die Auslastung von Kapazitäten ist verbessert, weil ein Zug Behälter von/nach mehreren Terminals transportiert. Die Zugkosten sind gleich wie bei Direktzügen zuzüglich zusätzlicher Kosten für die Hubbehandlung. Zwischen Terminals und den Hubs können alle bisher genannten Bahnbetriebsformen vorkommen (Shuttle-, Block- Sammel- oder Linienzüge).

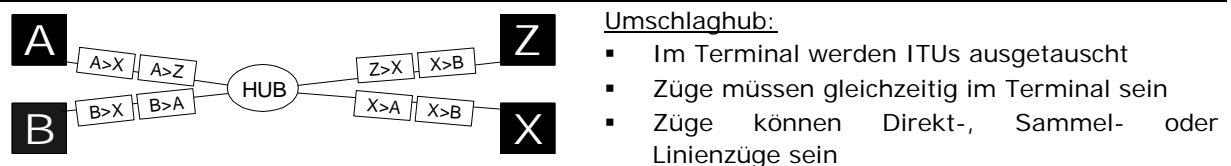


Abbildung 38: HUB and Spoke

Es sind folgende Formen möglich:

1) Umschlaghub:

Umschlag von ITUs zwischen Zügen durch Hochleistungskran. Der Umschlag von ITUs anstatt der Wagenrangierung kann schneller sein, falls die Anzahl von Anschlüssen gross ist oder die ankommenden Züge nicht in Wagengruppen vorsortiert sind. Es ist sinnvoll, einen Strasse/Schiene Terminal als Hub zu benutzen. So kann die Terminalinfrastruktur auch für den Schiene/Strasse Umschlag genutzt werden. Es ist wichtig, dass der Zug das Umschlaggleis einfach erreichen und verlassen kann (Problem ist elektrische Traktion und Gleislänge).

2) Rangierhub:

Rangieren von Wagen in einem Gleisareal. Anzahl von Gleisen ist abhängig von der Zahl von Zügen, die in einem Hub gleichzeitig behandelt werden. Die Zahl der erforderlichen Gleise ist zweimal die bedienten Gleise minus eins. Ein Hub mit 6 Spokes (= Zügen) muss 11 Gleise haben, sechs Gleise für ankommende Züge und fünf Gleise für das Formieren von neuen Zügen. Der sechste Zug kann in einem Gleis formiert werden, auf dem ein Zug (der erste Zug der zerlegt wird) eingefahren ist. Dieser Hubtyp soll in Knoten platziert werden, wo Gleise auch für andere Tätigkeiten gebraucht werden (z.B. Rangierbahnhöfe, wo die Gleise zwischenzeitlich für Rangierungen gebraucht werden können).

Der Hub ist ein problematisches Glied in diesem System weil:

- ... alle Züge in einer für den Umschlag bestimmten kurzen Zeit ankommen und abfahren müssen,
- ... zusätzliche Verbindungen (Spokes / Züge) die Zahl der Umschläge, der Gleise und die Aufenthaltszeit aller Züge erhöhen,
- ... der Betrieb (Umschlag oder Rangierungen) im Hub sehr schnell sein muss,
- ... die Anlagen im Tagesablauf nur während einer kurzen Zeit benutzt werden. Zur besseren Auslastung können richtungsgetrennte Hub-and-Spoke-Systeme (eher möglich bei Randlage im Netz), andere Eisenbahntätigkeiten (Rangierungen im EWL) oder die Nutzung als Schiene-Strasse-Umschlagsterminal eingesetzt werden.

3.4.3 Kombiniertes Verkehr involviert in EWL

Die meisten Bahnen haben ein Betriebskonzept im EWL mit Rangierbahnhöfen. Dieses System ist dem Hub-and-Spoke-System mit Rangierhubs ähnlich.

In vielen europäischen Eisenbahnnetzen ist deshalb der Teil des KLV in den EWL integriert, für den mangels Nachfrage keine Direktverbindungen gefahren werden können. Falls Terminals und wichtige Ziele (Knoten für Sammlung und Verteilung von Wagen) des EWL am gleichen Standort sind, kann man den Nahverkehr von Wagen des EWL und von ITUs gemeinsam durchführen. In Rangierbahnhöfen kann der intermodale Verkehr wieder vom EWL getrennt werden, so dass reine Behälterzüge direkt zu grossen Terminals fahren. Das bedeutet aber, dass sich der KLV der Nachsprung-Angebotstruktur der EWL anpassen muss.

Dies bedeutet für Terminals und die Strassendistribution:

- In Gross- und Mittel-Terminals bestehen die gleichen Spitzenzeitbelastungsprobleme wie bei den Direktzug- und Hub and Spoke Konzepten.
- Es besteht die Möglichkeit Direkttransporte von ITUs von oder zu Anschlussgleisen durchzuführen (z.B. wichtig für Überseecontainer).

Es bedeutet für die Organisation und den Schienenbetrieb:

EWL und der Kombinierte Verkehr sollten durch das gleiche Unternehmen betrieben werden. Falls es zwei verschiedene Eisenbahnverkehrsunternehmen sind, verliert der KLV-Anbieter die Systemführerschaft und die Qualitätskontrolle.

Probleme der Kombination des EWL und des KLV sind:

- Lange Aufenthaltszeit in Rangieranlage
- Hohe Rangierkosten
- Maximalgeschwindigkeit wird durch den EWL vorgegeben. Schnell laufende Behältertragwagen (> 120 km/h) nützen nichts
- Zustellungszeit und –kosten zu Terminals/Anschlussgleisen

Diese Probleme müssen für die zukünftige Anforderungen an EWL gelöst oder minimiert werden.

Die Kombination mit dem EWL ist für den KLV nur dann sinnvoll, wenn in Anschlussgleise gefahren wird (einseitiger Wegfall von Vor- und Nachlauf) oder wenn Angebote mit reinen KLV-Betriebskonzepten nicht wirtschaftlich sind, weil in einer Startphase von neuen Angeboten das Behälteraufkommen zu klein ist.

3.5 Telematik

Mit der Ausnahme von modernen Seehäfen (z.B. Terminal Altenwerder in Hamburg) werden heute Terminals des Kombinierten Verkehrs Strasse/Schiene noch nicht mit Unterstützung von Terminalmanagement-Systemen betrieben (vgl. Kapitel 2.4).

Aufgrund der heutigen Problematik der zwar in Teilen der Transportkette vorhandenen aber nicht durchgehend verknüpften Telematiklösungen ist zu erwarten, dass die gerade für die effiziente Steuerung von Terminals sehr wichtige Verknüpfung eingeführt wird.

Die heute noch notwendige Verknüpfung der Teilflüsse der Informationen über manuelle Eingaben von Daten vor oder beim Einlaufen von Behältern in den Terminal ist sowohl fehlerbehaftet als auch personal- und zeitaufwendig. Somit ermöglicht die Einführung eines über die ganze Transportkette durchgehenden Datenflusses sowohl Kostenersparnisse und Kapazitätsgewinne als auch Qualitätsverbesserungen.

Da die technischen Voraussetzungen vorhanden sind, ist damit zu erwarten, dass Terminals zukünftig mit vernetzten Datenflüssen der Kunden gesteuert werden können. Mit Telematiklösungen lassen sich folgende Teilabläufe unterstützen und effizienter gestalten:

1) Umschlagbereich: Automatisierung des Umschlages, Optimierung der Umschlagreihenfolge und Beschleunigung des Umschlags.

Die Automatisierung des Umschlags ermöglicht eine Steigerung der Kosteneffizienz, da Personal eingespart werden kann, sowie eine Erhöhung der Kapazität. Es ist aber zu beachten, dass bei grösseren Anlagen ein routinierter Kranführer den Umschlagvorgang bereits fast optimal steuert und eine Erhöhung der Kapazität in solchen Fällen durch Automatisierung kaum mehr möglich ist.

2) Lagerbereich: Lagerbewirtschaftung, Positionserkennung.

3) Check-in und automatische Führung der Strassenfahrzeuge: Automatisierung des Check-In mit elektronischer Identifikation und Registrierung und Abwicklung der Dokumente, Signalisation und Zielführung der Strassenfahrzeuge (z.B. Zuordnung von Warteplätzen)

Im Rahmen des VSS-Projektes „Telematikanwendungen im Kombinierten Güterverkehr“ (ICM 2003) wurde der Informations- und Kommunikationsbedarf in Umschlagterminals identifiziert und Automatisierungsmodule für Terminals aufgelistet. Solche Module sind:

- Strassen-Gate Identifikation
- Schienen-Gate Identifikation
- Inventarverwaltung
- Supply Chain Control
- Strassen-Gate Zustandskontrolle
- Schienen-Gate Zustandskontrolle
- Datenfunk
- Stellplatzidentifizierung
- Krankontrolle und
- Fahrzeugkontrolle.

Für Inland Terminals sind insbesondere wichtig: die vollautomatische Erkennung der Ladeeinheiten beim Check-In, Vollautomatisches Abbild der Ladeeinheiten und Eisenbahnwagen je Gleis, die vollautomatische Inventurverwaltung für Ladeeinheiten und Eisenbahnwagen im Terminal, Kommuni-

kation zwischen den Terminals, Vollautomatische Zustandskontrolle der Ladeeinheiten, Automatische Stellplatzidentifizierung und Automatische Kransteuerung (Vordisponierung für LE).

Wesentliche Vorteile von Telematik wurden in Bezug auf Personaleinsparungen, Qualitätsverbesserung, Kundenvernetzung und Erhöhung der Umschlagkapazität ausgemacht.

4) Kommunikation Terminal – Fahrzeuge im Strassenvor- und nachlauf:

Die Steuerung des Zuflusses der Fahrzeuge, die Optimierung des Terminalbetriebs (Zugsabfahrten) und die Behälterverteilung auf dem Zug und im Terminal erfordern eine lückenlose, schnelle und fehlerfreie Kommunikation. Terminalmanagement-Konzepte und Systeme wurden von der Industrie und auch im Rahmen von EU-Forschungsprojekten (z.B. PLATFORM, IDIOMA) entwickelt, getestet und evaluiert. In den Testanwendungen konnten Effizienzsteigerungen (Umschlagbeschleunigung, bessere Nutzung der Infrastrukturkapazitäten, Kostenreduktion etc.) erreicht werden. Durch weitergehende und zunehmende Kooperationen von Verkehrsunternehmen werden Hemmnisse in der Kommunikation tendenziell abgebaut, da gleiche oder zumindest kompatible Systeme eingesetzt werden. Gleichzeitig steigen die Aufwendungen für die Installation und Pflege der Kommunikationseinrichtungen und somit die Gesamtkosten des KLV.

5) Auftrags- und Dokumentenabwicklung: Elektronische Auftragsbuchung, Elektronische Abwicklung anstelle von Papierdokumenten.

6) Kundeninformation: Statusinformation, Verbesserung insb. auch zeitlich.

Bezüglich Kundenvernetzung ist auf das EU-Forschungsprojekt CESAR hinzuweisen. KLV-Operateure haben zusammen ein Pilot-System entwickelt, welches die Kommunikation mit den Kunden erleichtert. CESAR vermittelt dem Kunden aus einer Hand die dezentral bei den einzelnen KLV-Operateuren vorhandenen und zentral aufbereiteten Daten, so dass ein virtueller Operateur gegenüber dem Kunden entsteht. Das System erlaubt das Buchen eines Transports, sowie das Verfolgen der Sendung nach Buchung, Ladeinheit, Terminal oder Zug. Gleichzeitig ist es ein Informationssystem für KLV-Angebote.

Für die Terminalbewirtschaftung nachfolgend ein Konzept einer EDV-Lösung als Beispiel: Das System „TESS“ der Logistik-Software Unternehmung INFORM dient der Disponenten-Unterstützung sowohl in Intermodalen Terminals als auch in Binnen- und Seehäfen sowie in Logistikzentren. Es deckt den Umschlag von Ladungseinheiten zwischen verschiedenen Transportmodi ab sowie die Disposition von LKW und Eisenbahnwaggons. TESS ermöglicht die Echtzeit-Optimierung von Geräten. Speziell in Terminals optimiert TESS die Steuerung ein- und ausgehender LKW und Züge und die Verteilung der Einheiten (Container, Wechselbrücken, Sattelaufliegern etc.) innerhalb des Terminals. Die LKW erhalten an der Pforte die in Echtzeit bestimmten optimalen Stellplätze für die Einheiten. Eine Avisierung der Anlieferung ermöglicht darüber hinaus eine entsprechende Vorausplanung der Auslastung (Pforte und Zentrum). Ein spezielles Modul steuert die optimale Be- und Entladung von Zügen. Hierzu wird das genaue Abbild der Züge bestimmt. Damit ist auch eine halbautomatische Kransteuerung möglich. Alle Stellplätze im Terminal werden verwaltet und optimal genutzt. An der Benutzeroberfläche wird der Status auch grafisch dargestellt. (INFORM GmbH 2004)

Grundsätzlich sind die Auswirkungen der Telematikentwicklung auf die Terminalgestaltung vorwiegend im Bereich der Flächennutzung zu erwarten. So wird es weniger Warteräume für Strassenfahrzeuge benötigen, weil die LKW's im Vor- und Nachlauf besser gesteuert werden können und der Check-in und Check-out schneller abgewickelt wird. Zudem können Einsparungen bei Lagerplätzen erwartet werden.

3.6 Folgerungen für die Ausgestaltung von Terminals

Ladeeinheiten	
Vergrößerung Container und Wechselbehälter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lagerflächen und Einteilung auf 7.82m lange und 2.6m breite Einheiten ausrichten. Lagerplätze für 13.60m WB/45' Container als zusätzliche Kategorie. ▪ Alle Plätze 2.8 x 8m oder 2.8 x 14m ▪ Foundation der Lagerflächen: Längsfundamente von grösserer Bedeutung als Querfundamente
Einführung Kleinbehälter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Separate Behandlung von Kleinbehältern ist nur dann nötig, wenn sie nicht bereits ausserhalb zusammengefügt werden. Zum Umschlag sind keine speziellen Geräte/Spreader erforderlich (siehe COST 339)
Stapelbarkeit Wechselbehälter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Wechselbehälter werden zunehmend mit festen Eckstützen und Eckbeschlägen ausgestattet. Dadurch werden sie stapelbar, was den Flächenbedarf zur Lagerung verringert. Der Umschlag wird wegen der Eckbeschläge vereinfacht und beschleunigt.
Umschlagstechnik	
Krananlage klassisch	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Längseinrichtung durch Zuggrösse ▪ Klare Strukturen (Fahrspur unter Kran) ▪ Lager unter Kran (tendenziell unflexibel) ▪ Kranhöhe muss auf Lagerbedarf, Lagerfläche, Behälterarten und Stapelhöhe abgestimmt werden. ▪ Automatisierbarkeit
Kran mobil	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fläche auf Zuglänge erforderlich ▪ Anordnung Lagerplätze und Fahrspuren flexibel ▪ Bei einer Trennung von Umschlag- und Lagerbereich wird optimalerweise für den Umschlag ein klassischer Kran und für das separate Lager ein Mobilgerät verwendet ▪ Grössere Erreichbarkeit des Spreaders bei neueren Modellen (z.B.: Liebherr Reachstacker LRS 645 mit gebogenem Teleskoparm)
Kompakte Ganzanlage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anlage und Terminal kompakt (flächensparend), da Zug bewegt wird. ▪ Gleisanlage lang, da doppelte Zuglänge erforderlich ist.
Kleingeräte Selbstlader Klaus ACTS Mobiler/Cargo Domino	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nur Gleislänge bestimmt, Anordnung Ladespuren parallel zum Gleis. Rest (Lager) flexibel, aber Anordnung nach Massgabe minimaler Bewegungen der Umschlaggeräte anstreben. ▪ In der Regel Kleinterminal ohne Lager (ev. Pufferlager) ▪ Selbstlader werden flexibel als Platzgeräte (Lagergerät, Notfallebene) sowie auch zur Kundenbedienung eingesetzt
Horizontaler Umschlag RTS 500 NETHS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wie Krananlage, aber eher nicht für ganze Langzüge, da Kleinterminals (mit geringer Nachfrage) ▪ Bei langen Zügen (z.B. Linienzügen) Gerätespur auf ganzer Zuglänge. Anpassung an Nachfrage (Behälterzahl und / oder Zeitfenster) mit zusätzlichen Maschinen ▪ Lager und Umschlag mit der Strasse unmittelbar parallel zur Gerätespur, längliche Ausdehnung parallel zum Ladegleis. Andere (Grössere) Lagerflächen müssen mit einem zusätzlichen Anlageteil / Gerät / Modul

	realisiert werden.
RoLa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wenig hochwertige / technische Terminalinfrastruktur, da Auffahrt auf Zug am Anfang bzw. Ende ▪ Flächenbedarf für parkende / wartende Fahrzeuge ▪ Fahrspur/Bereitstellspur/Gleis (Abstand verbreitert)
Modalohr	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bahngleis mit beidseitiger Aufstell-/Wegfahrspur ▪ Keine Nutzung bestehender Terminals
Rollmaterial/Fahrzeuge	
Eisenbahnwagen für lange Behälter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gleislängen für Teilzüge sollen aufgrund der Wagenlänge ein Mehrfaches von ca. 105m sein, idealerweise 750m Zuglänge; (die Gleislänge ist jedoch nicht normierbar) ▪ Bahnnormen sind zu beachten
ACTS Tragwagen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Benötigen Gleisabstand von 5.0m statt sonst 4.5m
Strassenfahrzeuge	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strassennormen beachten, keine spez. Anforderungen
Immer grössere Schiffe	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lagerplatz für Seecontainer beachten. Dies gilt besonders für leere Container, welche die Reedereien nahe bei den Kunden haben wollen. Bei den beladenen Containern ist die Ankunft am Seehafen zum exakten Zeitpunkt äusserst wichtig, was ebenso zu einer erhöhten Nachfrage an Lagerkapazität im Terminal führt, falls die Container nicht in Hafennähe gelagert werden können. Bei einem zuverlässigen Transport zum Hafen werden die Terminals zum Lager für die Seehäfen
Betriebskonzepte	
Linienzüge, Feeder	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kleinterminals werden erst möglich, wenn diese im Bahnhauptlauf mit den neuen Betriebsformen bedient werden
Mehrfachabfahrten auf aufkommensstarken Relationen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zunahme der Bedeutung des Fliessverfahrens (sofortiges Entladen des Zuges in ein Zwischenlager, und freimachen des Ladegleises) und stärkere Entkoppelung strassen- und schienenseitigen Umschlags. Trennung Schiene-Lager und Lager-Strasse auf 2 Prozesse mit 2 Maschinen/Anlagen
Bessere Nutzung Bahnfahrzeuge	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wenn Züge auch tagsüber verkehren, werden Terminals erforderlich auf denen Züge im Fliessverfahren rasch behandelt werden. Das erfordert aber grössere Pufferlager.
Lagerbewirtschaftung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wird immer wichtiger, weil Kunden nicht alle Behälter gleichzeitig im Areal haben wollen und für ihre Bedürfnisse Terminals als Lager für Just in Time Anlieferung/Versand benützen wollen. Die Behälterlagerung über mehrere Tage wird – auch wirtschaftlich – immer wichtiger. Flächenbedarf und Ausbaumöglichkeiten sind entsprechend zu dimensionieren und in der Planung zu berücksichtigen.
Unternehmensstruktur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bei Komplettangeboten, die in einem Konzern oder in einer engen Kooperation produziert werden, können verschiedene bahnbezogene Prozesse (Bremsprobe, Zugabfertigung, Beladungskontrolle) innerhalb der Terminals abgewickelt werden, es werden weniger Ein- und Ausgangsgleise benötigt.
Telematik	
Check-in und vernetzte, signalisierte Zielführung der Strassenfahrzeuge	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimierung der Abläufe und Umschlagreihenfolge. Optimierung Bewirtschaftung der Abstellplätze und Ladespuren.

Terminalbetriebsführungs- systeme und Automatisierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Automatisierung von Terminaloperationen (vollständige, elektronische Erkennung der Ladeeinheiten und Tragwagen bei Ankunft, Zustandserfassung, Kransteuerung, Inventurverwaltung, Kommunikation zwischen den Terminals) verbessert die Sicherheit und die Wirtschaftlichkeit (Personalkostenreduktion), erhöht die Umschlagkapazität und verkürzt die Durchlaufzeit der Strassenfahrzeuge und Bahnwagen; ▪ Bemerkung: Bei kleineren und mittleren Terminals besteht noch Potential, aber mit der bereits heute für grosse Terminals verwendeten EDV (z.B. von Hupac) ist das Potential praktisch ausgeschöpft.
Auftrags- und Dokumentabwicklung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimierung Gate-Kapazität durch kürzere Schalterzeiten ▪ Elektronische Auftragsabwicklung erübrigt Notwendigkeit der Beschriftung von Behältern und somit Personen zwischen den Ladegleisen. Flächeneinsparung.
Kundeninformation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimierung Abstellplätze für wartende Lkw ▪ Ev. Minimierung Lagerkapazität
Kommunikation Terminal- Fahrzeuge im Strassenvor- und - nachlauf	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Zufluss der Strassenfahrzeuge kann optimiert werden. Optimierung Anzahl Abstellplätze für Strassenfahrzeuge.

Tabelle 11: Terminalausgestaltung als Folge der technischen Entwicklungen

4 Terminalstandorte und Terminalbedarf in der Schweiz

Im nachfolgenden Kapitel werden aufgrund von bereits vorliegenden Studien und Untersuchungen sowie aktuellen Informationen der heutige Terminalbestand und der voraussichtliche Terminalbedarf aufgezeigt.

4.1 Heutige Terminalstruktur

4.1.1 Klassische Terminals

In der Schweiz gibt es heute nur wenige Grossterminals mit über 50'000 Behältern pro Jahr (z.B. Basel/Weil, Basel Conteba, Basel Rhenus Alpina). Eine grosse Zahl von kleinen Terminals schlagen jährlich rund 1'000 Behälter um (entspricht ca. 4 Umschlägen pro Tag). Im nahen Ausland sind insbesondere die Terminals im Raum Mailand sowie in Singen und Wolfurt wichtig.

Die Terminals sind grundsätzlich gut an das Strassennetz angeschlossen, d.h. sie liegen in der Nähe von Nationalstrassen und ihre Zufahrten durchqueren meist kein bewohntes Gebiet. Die Terminals verfügen über 1 bis 12 Ladegleise, meist aber über weniger als deren 5. Der Umschlag erfolgt zu je 50% mittels Kran und mobilen Unschlaggeräten. In ca. 2/3 der Terminals wird auch ein Bahn/Bahn-Umschlag durchgeführt. In Abbildung 39 sind die heute wichtigsten Terminalstandorte dargestellt. Einen Überblick über die Terminals in der Schweiz gibt die Tabelle in Anhang 3.

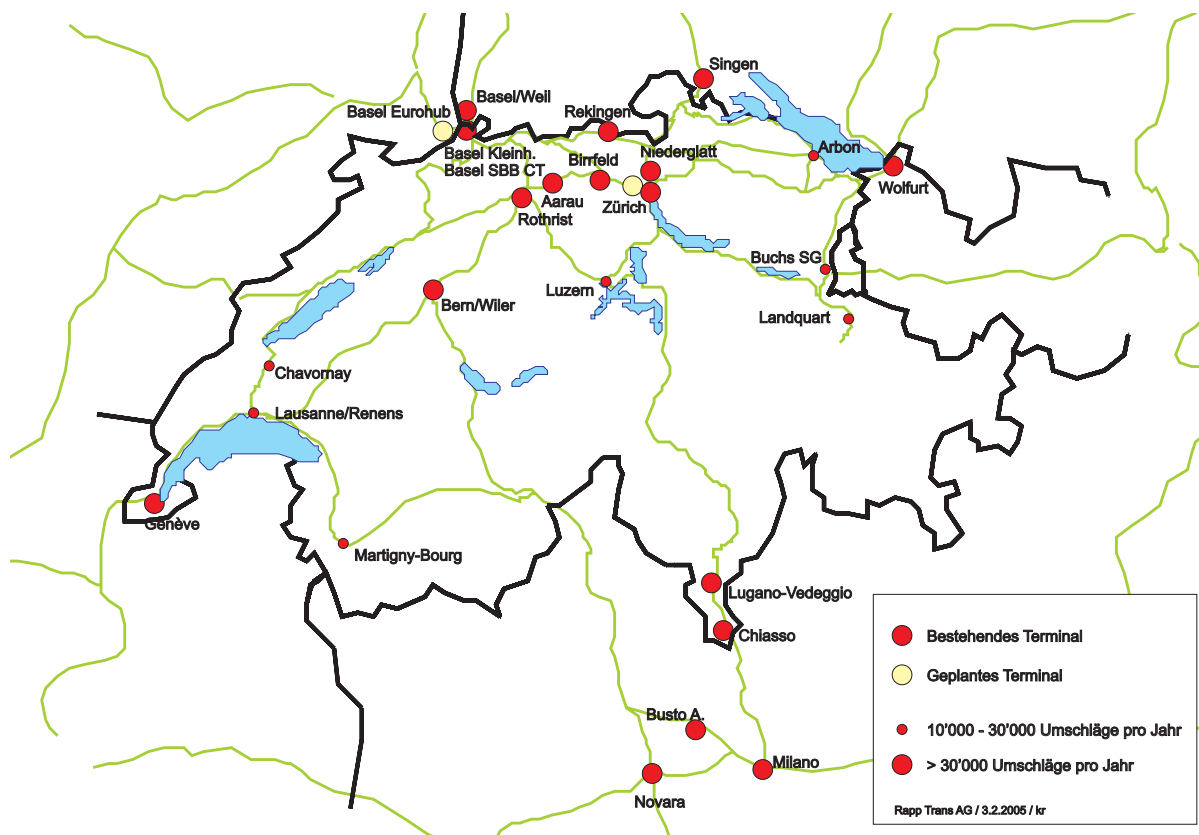


Abbildung 39: Standorte der Terminals in der Schweiz und im grenznahen Ausland

Das grösste Handicap der bestehenden Terminals in der Schweiz ist die mangelnde Ausbaumöglichkeit wegen nicht vorhandener Landreserven.

Rund die Hälfte der Terminals wird von den SBB betrieben. Die übrigen von anderen Bahngesellschaften, Kombiverkehrsgesellschaften oder Privaten. (siehe Anhang 3)

Wichtig für die Schweiz sind ausserdem die grenznahen Terminals in Basel/Weil, Singen, Busto Arsizio, Novara, Mailand und Wolfurt.

Zusätzlich zu den hier aufgeführten Terminals werden von der Post drei grössere Terminals in Frauenfeld, Härkingen und Daillens mit bis zu 80'000 Umschlägen pro Jahr betrieben (Frauenfeld). Diese Terminals sind jedoch heute nicht öffentlich, und es wird kein klassischer KLV betrieben, da die Hoffahrzeuge das Areal nicht verlassen. Hinzu kommt, dass sich die Terminals - wegen zu geringer Nutzlasten der Krane – nur beschränkt für den KLV eignen.

4.1.2 Cargo Domino „Terminals“

Im Sommer 2002 hat SBB Cargo im Schweizerischen Binnenverkehr das Cargo Domino Konzept umgesetzt. Cargo Domino ist ein Intermodales Transportsystem basierend auf fahrzeuggebundener horizontaler Umschlagtechnik (vgl. auch Kapitel 2.1.8). Bahnbetrieblich ist es in ein Nacht- und Tagesexpressnetz eingebunden, welches im Einzelwagenladungsverkehr betrieben wird¹³. Zentrale Drehscheibe für die Zugbildung der Expresszüge ist der Rangierbahnhof in Däniken.

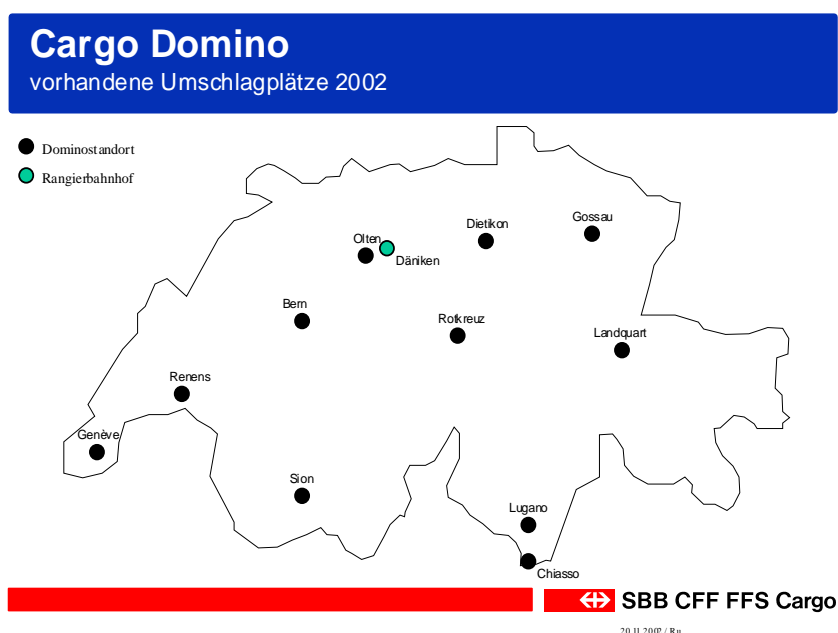


Abbildung 40: Cargo Domino Standorte 2002/2003 (Quelle: SBB Cargo)

Es werden heute rund 10 „Terminals“ bedient. Solche „Terminals“ sind bestehende Ortsgüteranlagen, welche für die Bedienung der Schweizerischen Regionen günstig liegen und an welchen von

¹³ Cargo Domino wird aber nicht ausschliesslich in Cargo Express gefahren.

der Infrastruktur her ein Umschlag möglich ist. Die Infrastrukturanforderungen sind gering. Es wird je nach Aufkommen ein Ladegleis von 60 bis 120 m benötigt (3 bis 6 Bahnwagen) mit angrenzenden Be- und Entladespuren von rund 6m Breite und der notwendigen Strassenzufahrt mit Manövrierfläche. Der Umschlag selbst wird durch den Chauffeur allein vorgenommen.

Aufgrund der gegenüber dem klassischen Kombinierten Ladungsverkehr höheren Standortdichte entstehen kurze Strassenvor- und Nachläufe von 4 bis maximal 60 km. Der Mittelwert dürfte heute bei 20 bis 30 km liegen.

4.2 Geplante Terminals

4.2.1 Klassische Terminals

1) Zürich (Gatewayterminal)

Im Westen von Zürich wurde der Bedarf für ein neues Terminal für den Kombinierten Verkehr inkl. Gatewayfunktion auch für den Import/Exportverkehr festgestellt (Rapp AG 2002b, 2002c). Der heutige Güterbahnhof Zürich, welcher auch als Umschlagterminal genutzt wird, genügt den heutigen Anforderungen nicht mehr. Zudem liegt er in der Zufahrt des geplanten Durchgangsbahnhofs und muss auch deshalb aufgegeben werden. Für das Jahr 2015 werden zwischen 300 und 600 Behälter pro Tag erwartet, für 2025 rund 1'000 (heute rund 100). Der Anteil des Schiene/Schiene-Umschlages beläuft sich heute auf 90%. Für das Jahr 2025 wird ein Anteil von 60% abgeschätzt. Die Dimensionierung basiert auf einem Maximal-Szenario für 2015. Für den Gatewayterminal wird eine 7-gleisige Anlage zu Grunde gelegt mit zusätzlichen 3 Gleisen für das Einfahren, Ausfahren und Abstellen von Zügen. Die Nutzgleislängen betragen ca. 740 m wobei zwei Gleise unter dem Kran beidseitig an das Streckengleis angebunden sind. Für die Basisanlage werden 2 Krane benötigt. Leistungssteigerungsmöglichkeiten sind ein 3. Kran bzw. ein zusätzliches Umschlagmodul. Unter Einbezug des Gate-Bereichs umfasst die Basisanlage eine Fläche von 7 bis 8 ha (Rapp AG 2002b). Die voraussichtliche Inbetriebnahme ist 2012.

2) Terminal Basel Nord

SBB Cargo plant für den Unbegleiteten Kombinierten Ladungsverkehr den Terminal Basel Nord. Er dient als europäische Drehscheibe insbesondere dem Transitverkehr. Güterzüge beladen mit Containern werden aus verschiedenen Richtungen auf dem Areal des ehemaligen badischen Rangierbahnhofs eintreffen. Dort werden die Container auf Anschlusszüge umgeladen und Basel mit neuem Ziel verlassen. Der Terminal dient zusätzlich auch dem klassischen Behälterumschlag Schiene / Strasse und wird mittelfristig den heutigen Terminal am Güterbahnhof Wolf ersetzen. Eine Inbetriebnahme ist für 2008 vorgesehen.

4.2.2 Cargo Domino Terminals

Beim Cargo Domino System ist in Abhängigkeit der Nachfrageentwicklung bis 2008 eine Verdichtung auf weitere Standorte vorgesehen. Neue Freiverladeanlagen werden domino-tauglich erstellt.

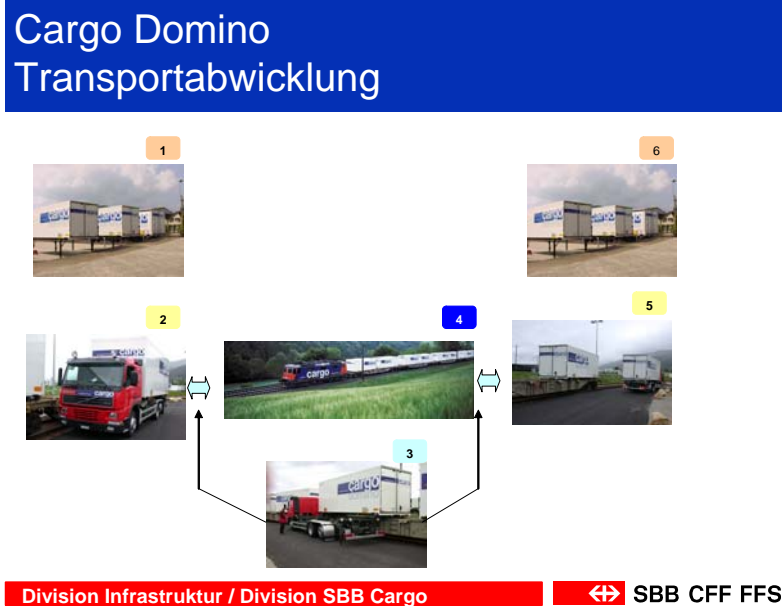


Abbildung 41: Cargo Domino Transportabwicklung (Quelle: SBB Cargo)

4.3 Terminalbedarf in der Schweiz

4.3.1 Entwicklung KLV-Nachfrage

1) Internationale Entwicklungen:

Der interkontinentale Welthandel hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Rund 98% des interkontinentalen Welthandels werden über die Hochseeschifffahrt abgewickelt. Dabei hat die Containerschifffahrt mit rund 9 bis 10 % pro Jahr am stärksten zugelegt (vgl. Abbildung 42).

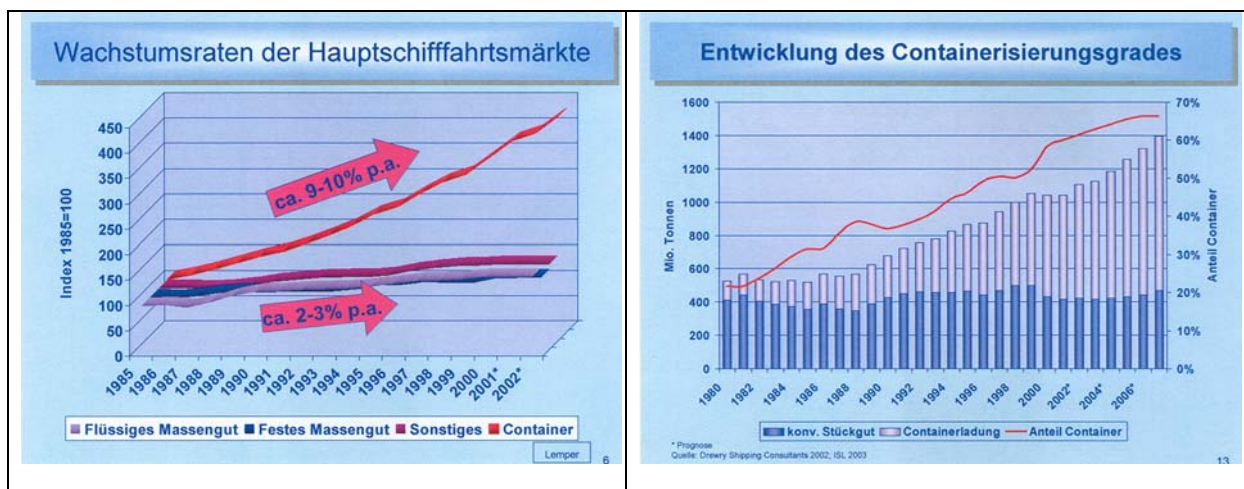


Abbildung 42: Entwicklung Welthandel und Containerisierung (Quelle: Lemper, 2003)

Der Containerisierungsgrad der interkontinentalen Warenströme hat zwischen 1980 und 2003 von 25 auf 60% zugenommen (Lemper, 2003, bezüglich Tonnen). Der Containerumschlag ist weltweit um den Faktor 3 stärker gewachsen als die Weltwirtschaft und hat auch das Wachstum des Welthandels deutlich übertroffen. Es wird mit einer weiteren Wachstum der Containerströme von rund 7% pro Jahr gerechnet, was zu einer Verdoppelung innerhalb von 10 Jahren führen würde. Wichtige europäische Einfallstore von Überseeverkehren und Ausgangspunkte für Hinterlandverkehre sind die Seehäfen (insbesondere Grossbritannien, Niederlande, Deutschland, Italien, Spanien und Belgien) und dabei insbesondere die Nordseehäfen (Rotterdam, Antwerpen). Deren Einzugsgebiete umfassen auch die Schweiz und reichen bis nach Norditalien. Nachdem die Mittelmeerhäfen gegenüber den Nordseehäfen den Anschluss verpasst haben (technologisch, starke Gewerkschaften) gewinnen sie seit der Hafenreform in Italien wieder mehr an Bedeutung (Rudel, Taylor 1999). Auch der Hafen von Koper (Slowenien) hat in den letzten Jahren stark als intermodaler Umschlagplatz an Bedeutung gewonnen.

Der Kombinierte Verkehr Strasse/Schiene ist heute in der EU noch von untergeordneter Bedeutung und beträgt am Gesamtverkehr in Tonnen nur etwa 4% bis 5%; er kann jedoch auf einzelnen Relationen bis zu 40% ausmachen (CH Alpenübergänge). Die KLV-Mengen der in der UIRR zusammengeschlossenen Kombiverkehrs-Gesellschaften haben seit 1970 kontinuierlich zugenommen. Deren Verkehre machen in Europa in etwa 50% aus. Die Wachstumsrate liegt bei rund 8 bis 10% pro Jahr und damit in der gleichen Grössenordnung wie die Wachstumsrate des Containerisierungsgrades der interkontinentalen Güterströme. In den letzten Jahren hat jedoch nur noch der internationale Verkehr und insbesondere die Rollende Landstrasse zugenommen, währenddem die KLV-Mengen im nationalen Verkehr leicht zurückgegangen sind. Die ROLA-Verkehre haben vor allem aufgrund der politischen Förderung und den finanziellen Anreizen in den letzten Jahren zugenommen. Auf Transportkorridoren Richtung Osteuropa wird auch die ROLA genutzt, weil die Strassentransportfahrzeuge nur teilweise die technischen Anforderungen der EU einhalten.

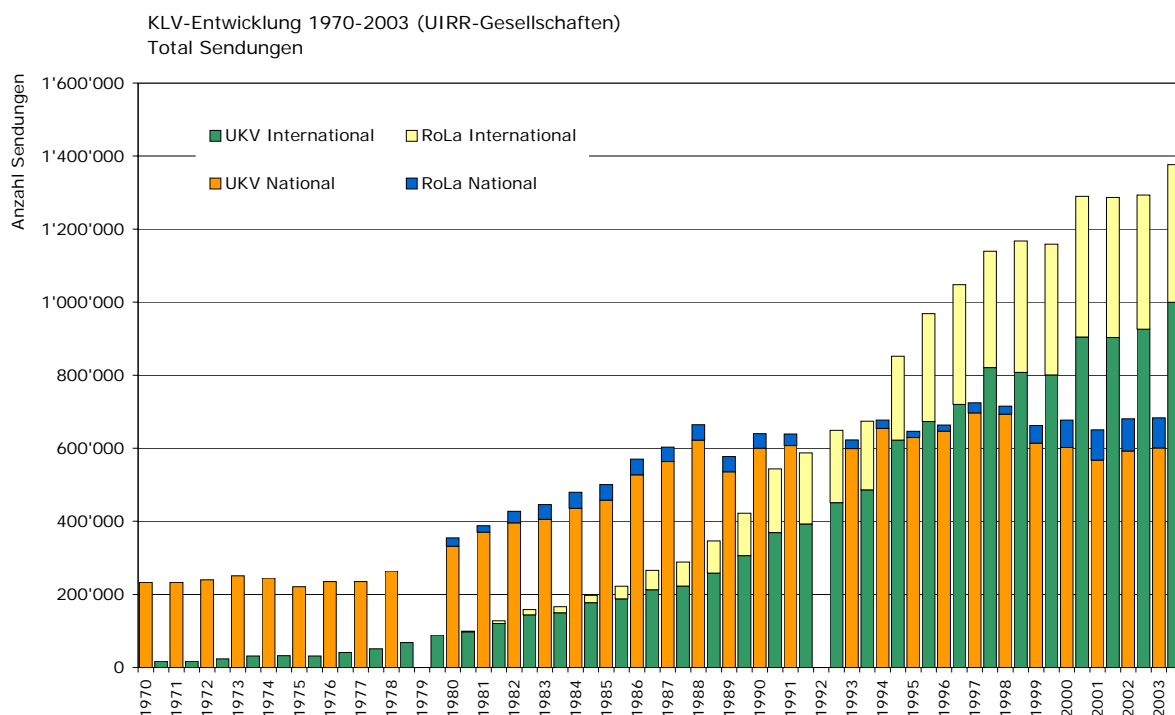


Abbildung 43: KLV-Entwicklung 1970 bis 2003 (Sendungen pro Jahr, Quelle: UIRR)

2) Entwicklungen Schweiz

Im für SBB Cargo ausgearbeiteten Strategiebericht „Nachfrageanalyse KLV Terminalstandorte Schweiz“ (Rapp AG 2002c) wurden die KLV-Potentiale für die Schweiz ermittelt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 44 und in Tabelle 12 dargestellt. Die Zahlen entsprechen den Behältermengen respektive Tonnagen von konventionellen, intermodalen Transporten von Containern und Wechselbehältern. Insgesamt werden im Jahr 2025 als Summe aller Zu- und Abgänge zwischen 3800 und 3900 Behältern pro Tag erwartet. Massgebend für den Terminalbedarf in der Schweiz ist vor allem die Entwicklung des Import/Export und des Binnenverkehrs. Der Transit spielt nur für die Regionen Basel und Südtessin eine Rolle, welche eine Transit-Gateway-Funktion übernehmen können. Die Abbildung 44 zeigt auch klar wo die grossen KLV-Potentiale in der Schweiz bestehen. Den Schwerpunkt bilden die Kantone Basel, Aargau und Zürich.

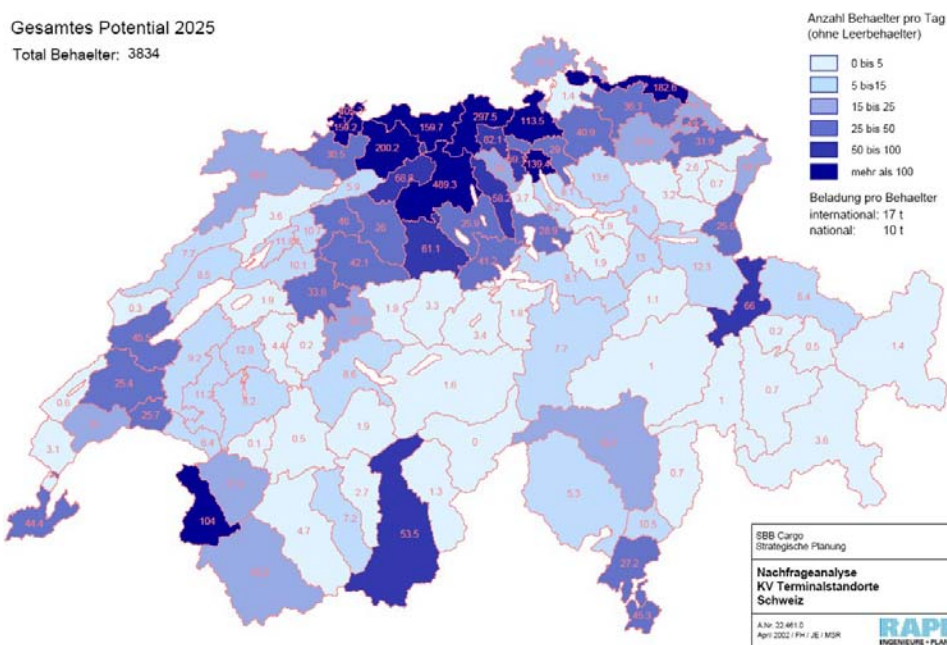


Abbildung 44: Potential volle Behälter im Versand und Empfang pro Tag im Jahr 2025

	Ist-Zustand		Prognose			
	2000 [Mio. t]	[%]	2015 [Mio. t]	[%]	2025 [Mio. t]	[%]
Inland	0.4	3	0.4	1	0.4	0.5
Import/Export	2.5	19	9.3	20	14.95	15
Transit	10.6	78	36.3	79	84.7	84.5
Total	13.5	100	46.0	100	100.0	100

Tabelle 12: Mengengerüst KLV Transporte Schweiz bis 2025 (ohne ACTS, Mobiler)

Zusätzlich zu den klassischen KLV Transporten werden für die nicht klassischen intermodalen Transporte wie ACTS und Cargo Domino für das Jahr 2015 zwischen 5 und 10 Mio. Tonnen pro Jahr prognostiziert (Rapp AG 2002c). Diese Werte sind in Tabelle 12 nicht enthalten.

4.3.2 Terminalbedarf nach Funktion und Grösse

In Tabelle 13 ist der aktuelle Bestand sowie der Bedarf an Terminals aufgeschlüsselt nach Grösse und Funktion dargestellt. Der Einteilung in Grössenklassen entsprechend der Tabelle 2 werden hier Funktionen zugewiesen. Ein Terminal mit der Hauptfunktion eines Gateways wird kaum unter 120'000 Umschlägen pro Jahr aufweisen (Schiene/Schiene-Umschlag und Schiene/Strasse-Umschlag zusammen). Ein regionales Terminal mit Horizontalumschlagstechnik wird nicht mehr als 30'000 Umschläge aufweisen (Mini- und Kleinterminals).

Ein Terminal hat nicht nur eine einzige Funktion. Der in Tabelle 13 bezeichnete Einsatzbereich entspricht der überwiegend getätigten Umschlagart im Terminal. Es existieren kaum Terminals, welche ausschliesslich eine Gateway-Funktion übernehmen. Eine solche Umschlaganlage weist gute Zugverbindungen auf, und ist deshalb besonders attraktiv für umliegende Verloader, so dass auf den Strassenumschlag nicht verzichtet werden kann.

Grössen- klasse		Räumliche Funktion (Hauptfunktion)	Bestand (inkl. kurzfristige realisiert)	Bedarf
Klassischer KLV	Mittel	International / national Gateway - Transit	1 bis 2 (Basel Weil, ev. Chiasso)	Insgesamt 3 (Basel Weil und Chiasso bestehend, neu Basel Nord ersetzt Basel Wolf)
		International / national Gateway – Import/Export	1 (Zürich)	1 (neuer Gatewayterminal Zürich bis 2010)
	Klein	National/regional Strasse-Schiene - CT/WAB	ca. 15	Konzentration auf 8 bis 12 Terminalstandorte (teilweise Erweiterung/ Erneuerung der Anlagen)
		Regional/lokal Horizontalumschlagstechnik (z.B. NETHS)	1 (Pilotanlage Frauenfeld)	10 bis 20
Nicht klassischer KLV	Mini	Regional/lokal (Abrollcontainersysteme, z.B. ACTS)	Heutige Güterbahnhöfe, genaue Zahl unbekannt (welche auch ACTS-tauglich sind)	Insgesamt 20 bis 30 Stand- orte (teilweise identisch mit Cargo Domino)
		Regional/lokal (Horizontalverschiebetechnik, z.B. Cargo Domino)	10 (www.sbbcargo.ch)	Zusätzlich 13 Standorte bis 2008 (teilweise identisch mit ACTS)

Tabelle 13: Terminalbedarf Schweiz

Der Bedarf stützt sich auf die im NFP 41 Bericht entwickelten Entwicklungsszenarien und Konzepte bis 2015 (Ruesch et al. 2000) wobei auch die aktuellen Entwicklungen berücksichtigt wurden. Für den internationalen Transitverkehr sind 2 Terminals in der Schweiz konzipiert. Je nach Betriebskonzept im nationalen und im Import/Export-Verkehr (Shuttle, Linienzug, Hub and Spoke) sind bis zu 16 Terminals von internationaler/nationaler Bedeutung vorgesehen (4 Gateway-Terminals resp. bis 12 klassische Strasse/Schiene-Terminals). Bei den klassischen Terminals von nationaler/regionaler Bedeutung ist eher eine Konzentration absehbar. Für die Bedienung der Fläche mit nicht-klassischen Systemen werden an bestehenden Ortsgüteranlagen zusätzliche dezentrale Kleinterminals

benötigt. Da heute zahlreiche bestehende Anlagen nicht mehr den heutigen Anforderungen entsprechen, sind auch Neuanlagen oder erweiterte Anlagen an bereits bestehenden Standorten notwendig.

4.4 Folgerungen für die Ausgestaltung von Terminals

Der Bedarf liegt einerseits beim Ersatz und in der Erweiterung von Gatewayterminals und klassischen Umschlagterminals durch leistungsfähige Anlagen, welche den heutigen Anforderungen entsprechen. Andererseits werden für die Bedienung der Fläche künftig auch dezentrale Kleinterminals benötigt. Bei diesen werden aufgrund der Bedürfnisse in der Regel bestehende Ortsgüteranlagen umgenutzt bzw. auch umgebaut.

Der Bedarf umfasst verschiedene Grössenklassen von Terminals. Bei der Ausgestaltung muss die unterschiedliche Funktion berücksichtigt werden (Tabelle 14). Bei den Gateway-Terminals für den Transit ist zu beachten, dass diese zwar vorwiegend für den Schiene/Schiene-Umschlag gedacht sind, aber auch attraktiv für den Strassenumschlag sind. Neben der Hauptfunktion Umschlag sind für die Ausgestaltung auch die Zusatzdienstleistungen (Lagerung, Wartung, etc.) sehr wichtig, welche nicht zwingend von der Hauptfunktion abhängen. So müssen beispielsweise auch kleinere Terminals das Verzollen anbieten können, obwohl sie nicht für den Import/Export ausgelegt sind.

Heutige Terminals	Folgerungen für die Ausgestaltung von Terminals
Mangelnde Reserveflächen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorhalten von Reserveflächen ▪ Neue Mikrostandorte wegen eingeschränkten Erweiterungsmöglichkeiten bestehender Terminals
Bedarf/Hauptfunktion	Folgerungen für die Ausgestaltung von Terminals
International/national Gateway - Transit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorwiegend für Schiene/Schiene-Umschlag auszulegen ▪ Hohe Flexibilität bezüglich neuer Betriebskonzepte
International/national Gateway – Import/Export	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorwiegend für Schiene/Schiene-Umschlag und Schiene/Strasse Umschlag auszulegen ▪ Hohe Flexibilität bezüglich neuer Betriebskonzepte
National/regional Strasse-Schiene - CT/WAB	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorwiegend für Strasse/Schiene-Umschlag auszulegen ▪ Hohe Flexibilität bezüglich neuer Betriebskonzepte
Regional/lokal Horizontalumschlagtechnik (z.B. NETHS)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorwiegend für Strasse/Schiene-Umschlag auszulegen ▪ Hohe Flexibilität bezüglich neuer Betriebskonzepte
Regional/lokal (Abrollcontainersysteme, z.B. ACTS)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nur für Strasse/Schiene-Umschlag auszulegen ▪ Möglichkeit eines ACTS-Umschlages ausserhalb des Kranbereichs bei überwiegend für Container und Wechselbehälter bestimmten Terminals
Regional/lokal (Horizontalverschiebetechnik, z.B. Cargo Domino)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nur für Strasse/Schiene-Umschlag auszulegen ▪ Möglichkeit des Mobiler-Umschlags ausserhalb des Kran-Bereichs vorsehen

Tabelle 14: Bedarf/Hauptfunktion und Ausgestaltung Terminals

5 Ausgestaltung und Dimensionierung von KLV-Terminals

5.1 Verkehrspolitische Rahmenbedingungen für KLV-Terminals

In der Schweiz wird der Kombinierte Ladungsverkehr und insbesondere auch die Realisierung von KLV-Terminals gefördert. Dies erfolgt gestützt auf die Verordnung über die Förderung des kombinierten Verkehrs und des Transportes begleiteter Motorfahrzeuge vom 29. Juni 1988. Der Bund übernimmt grundsätzlich höchstens 80% der anrechenbaren Projektkosten. Mindestens 20% hat der Gesuchsteller in der Regel mit Eigenmitteln zu finanzieren. Zu den anrechenbaren Kosten gehören unter anderem Kosten für Grundstück, Tiefbau, Erdbau, Hochbau, Gleisanlagen, Strassenanlagen, Umschlaggeräte und Ausrüstung.

Investitionshilfen werden nur dann gewährt wenn bestimmte Mindestanforderungen erfüllt sind (z.B. Verlagerungseffekte, Bedarf nach Umschlagkapazität, Wirtschaftlichkeit, Beitrag an Verlagerungsziele, etc.). Der Gesuchsteller muss die entsprechenden Grundlagen und Nachweise erbringen. Es werden auch Terminals im Ausland gefördert, wenn Sie zu einer Verkehrsverlagerung von der Strasse auf den KLV beitragen.

Es ist selbstverständlich, dass der Bund an möglichst tiefen Projektkosten (Investitionskosten) interessiert ist, um die Bundesmittel möglichst effizient einsetzen zu können. Auf der anderen Seite sollen aber auch die nationalen Gesetze und Verordnungen eingehalten werden (Raumplanung, Umwelt, etc.).

5.2 Kriterien für die Terminalplanung

Für die Wirtschaftlichkeit eines Terminals spielt neben der Ausgestaltung auch der Standort eine zentrale Rolle. Nachfolgend werden deshalb zuerst die Standortanforderungen und anschliessend die Anforderungen an die Ausgestaltung aus Sicht des Betreibers aufgezeigt.

5.2.1 Kriterien für die Standortwahl

In der Standortplanung wird stufenweise vorgegangen. Es ist zwischen der Makro- und der Mikrostandortwahl zu unterscheiden, wobei für die Wahl jeweils unterschiedliche Kriterien von Bedeutung sind. Unter Makrostandort wird eine Grossregion verstanden (5 bis 8 Regionen in der Schweiz). Der Mikrostandort ist die Lage innerhalb dieser Region.

In Tabelle 15 sind die Kriterien für die Makro- und Mikrostandortwahl und deren Wichtigkeit für die reine Umschlagfunktion aufgezeigt. Es wird unterschieden zwischen Terminals mit Gatewayfunktion (Schiene/Schiene-Umschlag) und solchen mit Umschlagfunktion („End-of-Pipe“-Terminal). Bei letzteren wird wiederum zwischen Terminals des klassischen KLV (Container, Wechselbehälter) und Terminals des nicht klassischen KLV (ACTS, Mobiler, etc.) unterschieden. Die Beurteilung erfolgt jeweils für eine idealisierte, reine Form. Für ein Terminal, welches mit einer Mischung dieser Funktionen betrieben werden soll, gilt die Spalte mit der höheren Wichtigkeit.

Legende:	Reine Funktion		
	Gateway-terminal Schiene / Schiene	Umschlag-terminal Strasse / Schiene klassisch	Umschlag-terminal Strasse / Schiene Nicht-klassisch
++ sehr wichtig + wichtig o weniger wichtig			
Makrostandort-Kriterien			
Lage in einem bedeutenden Wirtschaftsraum mit hohem KLV-Güteraufkommen, Marktpotential	o	++	+
KLV-Transportmengen, Mengenentwicklung	++	++	++
Gute Lage im übergeordneten Schienennetz	++	++	+
Gute Lage bezüglich Schnittstellen EWLK	+	o	o
Gute Lage im übergeordneten Strassenetz	o	++	+
Gute Einbindung in KLV-Netze (Angebot) und Lage bezüglich grossräumiger Güterströme (Nachfrage)	++	++	+
Grossräumige Terminalkonkurrenz (auch Ausland)	++	++	+
Affinität zur Logistik potentieller Kunden (bestehende Brechpunkte wie z.B. Distributionsplattformen in der Nähe)	o	++	+
Vereinbarkeit mit raumplanerischen Vorgaben (Sachplan, Richtplanung)	++	++	+
Verfügbarkeit von Fachpersonal für Terminalbetrieb (inkl. Arbeitsqualität, Lebensqualität Standortregion)	o	o	o
Arbeitskosten	o	o	o
Umfang von finanziellen Fördermitteln, Vorhandensein weiterer Investoren	o	o	o
Höhe von Steuern und Abgaben	o	o	o
Mikrostandort-Kriterien			
Erreichbarkeit Schiene (Anschluss an Netz, Kapazitäten)	++	+	+
Erreichbarkeit Strasse (Anschluss an regionales Netz, Kapazitäten, Verkehrssituation)	o	++	++
Aufkommenspotentiale im Nahbereich, Grossverlader	o	++	++
Lage in Güterverkehrs-Hauptströmen	o	++	+

Kleinräumige Terminalkonkurrenz	o	+	+
Synergiemöglichkeiten mit anderen Transport- und Logistikfunktionen	o	++	+
Nähe zu Transport- und Logistikdienstleister	o	++	+
Verfügbarkeit der Flächen (Besitzverhältnisse, Dienstbarkeiten wie Wegrechte)	++	++	++
Eignung Flächenzuschnitt, Grenzverlauf	++	++	+
Erweiterungsmöglichkeiten (Vorkaufsrecht, Option)	++	++	+
Vereinbarkeit mit raumplanerischen Vorgaben (Zonenplanung)	++	++	++
Empfindlichkeit der Umgebung bezüglich Umweltwirkungen am Terminalstandort	++	++	++
Empfindlichkeit der Umgebung bezüglich Umweltwirkungen entlang der Strassen- und Schienenzufahrten	+	+	+
Einschränkung durch Bauvorschriften, Auflagen (Begrünung, Landschaftsbild, Lärm-, Luft-, Gewässerschutz, Rodungsbewilligung)	++	++	++
Landerwerbskosten	++	++	+
Erschliessungskosten Bahn, Verbesserungen Zufahrtstrecken	o	+	+
Baukosten (Topographie, Untergrund, Rückbau, Rodung, Versetzen von Leitungen, Wasser-, Wärme-, Energieversorgung, Kooperationsmöglichkeiten)	++	++	+
Baurisiken (Kosten, Altlasten, Termine)	+	+	+
Bewilligungsrisiken, regionalpolitische Akzeptanz	++	++	+
Möglichkeit 24h Betrieb	++	++	o
Betriebsrisiken (z.B. Wind bei Spreader mit Seilen)	++	++	o
Zeitliche Realisierbarkeit	+	+	+

Tabelle 15: Kriterien für die Standortwahl

Zentrale Kriterien für die Makrostandortplanung sind das Aufkommenspotential, die grossräumige Verkehrsnetzanbindung und die raumplanerischen Voraussetzungen. Für die Makrostandortplanung in der Schweiz sind die Verfügbarkeit von Fachpersonal, die Arbeitskosten, sowie der Umfang von finanziellen Fördermitteln weniger wichtig weil nur geringe regionale Unterschiede bestehen. Aufgrund der geringen Wertschöpfung von Terminalaktivitäten ist auch die Höhe von Steuern und Ab-

gaben weniger wichtig. Bei grossräumigen Standortplanungen (z.B. Südwesteuropa) können diese Faktoren jedoch wichtig werden.

Zentrale Kriterien für die Mikrostandortplanung sind die kleinräumige Erreichbarkeit, die Verfügbarkeit geeigneter Flächen (inkl. Erweiterungsmöglichkeiten), die Empfindlichkeit der Umgebung, baurechtliche und bewilligungsrechtliche Einschränkungen sowie Baukosten.

5.2.2 Kriterien für die Ausgestaltung

Folgende Kriterien sind für die Ausgestaltung von Terminalanlagen relevant. Die Grundlagen dazu sind nach Möglichkeit vor der Planung des Layouts zu beschaffen oder festzulegen. Oft sind jedoch bei Planungsbeginn nicht alle nötigen Grundlagen erhältlich. Beispielsweise muss zu Beginn der Planungsarbeiten ein Transportplan angenommen werden, welcher sich im Verlauf des Projekts ändern kann.

Transportkonzept	
	Terminalfunktion
	Umschlag zwischen Verkehrsträger, Anteile (Wasser, Schiene, Strasse)
	Lage im Netz
	Bahnbetrieb (Betriebsform und Fahrplan)
Mengen	
	Anzahl Behälter nach Behälterart, Grösse und leer/beladen, Gefahrgut
	Anzahl pro Verkehrsträger
	Lagerungsdauer
	Puffer
	Ganglinien
	Ab Terminal bediente Relationen
Technologie	
	Umschlagtechnologie (Kran, Mobilgerät, Horizontalumschlaggerät, etc.)
	Behälter (nach Typ, Grösse, Gewicht)
	Bahn (Wagen, Zugsicherung, Kapazitäten, etc.)
	LKW (Abmessungen, Gewichte)
	Telematik, Automatisierung
Rahmenbedingungen	
	Gesetze, Verordnungen, Richtlinien
	Behörden, Auflagen
	Vorhandene Infrastruktur
Zusatzdienstleistungen	
	Logistiktätigkeiten (Lagerung etc.)
	Depothaltung
	Reparatur, Reinigung, Verkauf, Leasing, Vermietung, Wartung von Behältern
	Verzollung

Tabelle 16: Kriterien für die Ausgestaltung

5.2.3 Wirtschaftliche Aspekte

Über die Realisierung von Terminals entscheiden in der Regel Unternehmen (KLV-Gesellschaften, Transportunternehmen, etc.) aufgrund der Wirtschaftlichkeit der Anlage über die geplante Nutzungsdauer. In die Wirtschaftlichkeitsrechnung fliessen die Investitions- und die Betriebskosten ein unter Berücksichtigung von allfälligen Bundesbeiträgen.

Darum ergibt sich aus wirtschaftlicher Sicht die Forderung nach möglichst geringen Gesamtkosten (Investitionskosten- und Betriebskosten) pro Umschlag. Die Erträge pro Umschlag bewegen sich in der Regel zwischen 30 und 40 CH und können nicht beliebig hoch sein.

Aus wirtschaftlicher Sicht sind deshalb ungerechtfertigte Umweltauflagen zu vermeiden und es ist ein möglichst effizienter und zuverlässiger Betrieb sowie ein einfacher Unterhalt anzustreben.

Die Infrastrukturkosten machen 50 bis 60% und die Unterhaltskosten 15 bis 20% der Terminalkosten aus. Es ist deshalb wichtig, die Investitionskosten – neben den Betriebskosten – zu minimieren.

5.3 Generelle Anforderungen an die Ausgestaltung

In Tabelle 17 sind die generellen Anforderungen mit Relevanz für die Anlagenausgestaltung aus den vorangehenden Kapiteln zusammengefasst. Zudem sind ergänzende relevante Anforderungen sowie Punkte aus der Richtlinie der Deutschen Bahn (DB Netz AG, Richtlinie 800.06, 2004) und der österreichischen Norm (ÖNORM B 4920, 1985) enthalten.

Terminal-Prozess	Anforderungen an die Ausgestaltung
Für alle Prozesse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gegenseitige Abstimmung von Terminalbetriebskonzept und Bahnbetriebskonzept ▪ Layout optimieren auf Minimierung der durchschnittlichen Verweilzeit von ITUs, Zügen und Strassenfahrzeugen (Kundenfahrzeugen) ▪ Flexibilität bezüglich innovativer Bahnbetriebsformen und Marktanforderungen <ul style="list-style-type: none"> - Grundsätzlich hohe Flexibilität gegenüber neuen Betriebskonzepten - Berücksichtigung von Ausbauoptionen (Etappen), bei gleichzeitiger Vermeidung nicht zwingend benötigter Vorinvestitionen ▪ Nutzung der Möglichkeiten der Automatisierung und von Terminalbetriebssteuerungssystemen zur Effizienzsteigerung beim Umschlag, zur Minimierung von Abstell- und Lagerflächen und zur Minimierung von Wartezeiten für Strassenfahrzeuge ▪ Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten: <ul style="list-style-type: none"> - Umgang mit Gefahrgut: Vorhalten einer Leckagewanne, Rückhaltebecken für entwässerte Flächen - Gewährleistung Zutrittsicherheit mit Gate und Umzäunung (z.B. aus US-Sicherheitsvorschriften)
Empfang, Abfertigung Bahn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimierung des Rangieraufwandes durch optimale Gleisanordnung und -zahl ▪ Idealerweise beidseitige Anbindung des Terminals (je nach Betriebskonzept zwingend oder wünschenswert) ▪ Einfahrts- und Ausfahrtsgleise in der Regel nötig

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimierung der Ausfahrngleisanlage durch Bremsprobeanlage auf Ladespur (Rangieren nach der Bremsprobe wird von SBB aber nicht akzeptiert) ▪ Bei kompakten Ganzanlagen: zwar kleinere Anlagefläche, aber grössere Gleislänge (Bewegung des Zuges) ▪ Anbindung elektrische Traktion (bedingt Schwungfahrt unter Kran) oder Dieselerangierfahrten ▪ Schadwagengleis
Empfang, Abfertigung Strasse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einfachheit und Verständlichkeit der Anlagen zur Vermeidung von Kollisionen und Fehlfahrten <ul style="list-style-type: none"> - Möglichst Einbahnverkehr für LKW - Vermeidung von Schienenüberfahrten ▪ Anzahl Fahr-/Ladestreifen nicht zu grosszügig (Gesamtflächenbedarf) ▪ Stauraum vor Gate ▪ Ausstellbucht nach Gate ▪ Behandlung von Falschfahrern (z.B. unvollständige Dokumente)
Umschlag	<p><i>Entladen/Beladen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Krananlage optimiert für das Bahn- und Terminalbetriebskonzept, sowie für die Umschlagsmengen (kurze Kranwege) ▪ Modulare Erweiterbarkeit der Umschlagskapazität ▪ Längsverschanlage prüfen, wenn mehrere Portalkrane auf den selben Kran-schienen arbeiten ▪ Hochleistungskran mit hohem Automatisierungsgrad; Redundanz nicht mit einem in Reserve gehaltenen Mobilgerät sondern durch systeminterne Redundanz im Kran selbst (Mobilgerät ist ungeeignet wegen zusätzlichem Platzbedarf für Manövrierfläche und teurer Oberflächenbefestigung) ▪ Integrationsmöglichkeiten von verschiedenen (zukünftigen) Behältertypen <p><i>Umschlag auf Seite Bahn</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundsätzlich möglichst lange Ladegleise zur Minimierung von Rangieraufwand und Aufenthaltszeiten; optimal zugslange Ladegleise (je nach Bahnbetrieb bis 750 m) ▪ Gleislängen von Teilzügen sollen aufgrund der vorherrschenden Wagenlänge ein Mehrfaches von ca. 105 m sein, jedoch soll die Ladegleislänge in erster Priorität so lange wie möglich sein ▪ Gleisachsabstand zwischen Ladegleisen: 4.5 m (ACTS: 5.0 m, weitere je nach Spezialesystem) Gleisachsabstand Ladegleis zu Betriebsgleis: mindestens 5.00 m ▪ Hohe Flexibilität gegenüber neuen Betriebskonzepten <p><i>Umschlag auf Seite Strasse</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Portalkran: klare Trennung von Lade- und Fahrspur (bei kleinen Terminals reicht ev. kombinierte Fahr-/Ladespur) Mobilgerät: flexible Anordnung von Lager- und Fahrspur ▪ Gleis- und Kranbahnüberfahrten möglichst vermeiden
Lagerung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dimensionierung und Bereitstellung von ausreichenden Lagerflächen, auch für Leerbehälter (Bsp.: Terminal mit vorwiegend Strasse-Schiene Umschlag benötigt)

	<p>grössere Lagerfläche als Gatewayterminal)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Modular erweiterbare Lagerkapazität; je nach Markt anpassbares flexibles Verhältnis zwischen Langfristlager und Pufferlager ▪ Lagerfläche vom Umschlagbereich entkoppeln soweit möglich und sinnvoll ▪ Prüfung von Alternativen zur Stapelung (Hochregallager für z.B. Wechselbehälter da nicht stapelbar; bei hohen Landpreisen, knappem Land) ▪ Flächeneinteilung auf zunehmende Grösse der Ladeeinheiten abgestimmt (kein fixer 20ft.-Raster), Flexibilität in der LE-Länge ▪ Abstände Container: 2.50 m Behälterbreite + 0.20 m (Minimum) bis 0.70 m (begehrbar) Abstand; ein minimaler Abstand von 0.20 m bedingt eine hohe Genauigkeit der Höhenlage der Fundamente (< 0.5 cm Toleranz); kann diese Genauigkeit nicht gewährleistet werden ist ein grösserer Abstand zu wählen; in der Regel wird ein Achsabstand von 2.80 m zwischen den Lagerspuren für Container verwendet ▪ Abstellplätze Ladeeinheiten mit Gefahrgut (Gefahrgutwanne) ▪ Abstellplätze mit Anschlüssen für Kühlcontainer ▪ Abstellplätze für Trailer ▪ Abstellplätze für Wechselbrücken ▪ Fläche für separate Behandlung von Kleinbehältern falls Marktbedürfnis (Zusammenbau) ▪ Horizontalumschlag: Lagerfläche und Ladefläche unmittelbar parallel zu Umschlaggerätespur, grössere Lagerflächen mit zusätzlichem Anlageteil
Optionale Prozesse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eventuell Bereitstellung von Flächen ausserhalb des Gatebereichs für die Vor-/Nachlaufbetreiber, welche diese selber bewirtschaften (Flexibilität) ▪ Berücksichtigung von Marktanforderungen und Wertschöpfungspotentialen <ul style="list-style-type: none"> - Berücksichtigung des Gefahrgut-Aufkommens - zusätzliche Dienstleistungen: Behälterlagerung und –service - Lagerhalle für empfindliche Güter als Serviceangebot

Tabelle 17: Anforderung an die Anlageausgestaltung nach Prozessen

Da idealerweise das Gesamtsystem KLV optimiert wird, können umgekehrt auch Forderungen des Terminalbaus und –betriebs an die übrigen Teilprozesse im KLV gestellt werden. Beispielsweise lässt sich die Anlagegrösse durch Vermeidung von dimensionierungsrelevanten Bedarfsspitzen reduzieren.

5.4 Terminallayout nach Typ

5.4.1 Elemente des Terminallayouts

Tabelle 18 enthält eine Zusammenstellung der erforderlichen Elemente im Terminallayout in Abhängigkeit des KLV-Typs (klassischer oder nicht klassischer KLV, siehe Kap. 2.1.1).

Funktion	Elemente	Klassischer KLV	Nicht klassischer KLV
Hauptprozesse			
Anbindung	Strassenanbindung	T	T
	Gleisverbindung (Weichen und Sicherungstechnik)	T	T
Empfang Bahn	Einfahrgleise	T	-
	Rangiergleise, Ausziehgleise	T	*
	Kontrolleinrichtung für Ladeeinheiten	T	*
Empfang Strasse	Check-In Schalter, Gate	T	*
	Lkw-Warteraum vor der Einfahrt	T	*
	Kontrolleinrichtung für Ladeeinheiten	T	*
	Waage (meist im Kran integriert)	*	*
Umschlag	Lkw-Warteraum vor Umschlag	*	*
	Umschlaggeräte, Kranbahn	T	*
	Ladegleis	T	T
	Ladespur	T	T
	Fahrspur	T	T
	Zwischenlager / Puffer	T	T
	Längsverschanlage	*	*
Abfertigung Bahn	Ausfahrgleise	*	-
	Rangiergleise, Ausziehgleise	*	*
	Kontrolleinrichtung (Bremskontrolle)	T	T
Abfertigung Strasse	Wendeschlaufe für Lkw	*	*
	Kontrolleinrichtung für Ladeeinheiten	*	*
	Kontrolleinrichtung für Lkw	*	*
	Lkw-Warteraum	*	*
Allgemeine Infrastruktur	Verwaltungs- und Sozialräume	*	*
	Angestellten-Parkplatz	*	*
	Abstellplatz Reservegeräte	*	*
Lagerung	Leerbehälterlager	*	*
	Lagerfläche	*	*
	Ladespur	*	*
	Arbeitsfläche für Lagerumschlaggerät	*	*
	Lagerhaltungseinrichtung	*	*
Verzollung	Zollgebäude	*	*
	Kontrolleinrichtung	*	*
Zusatzfunktionen			
RoLa	Waage vor Gate (vollautomatisch)		T
	Vorstauraum vor Gate (ein Fahrer bringt mehrere Fahrzeuge)		*
	Auffahrrampen		T
	Bereitstellungsspur		T
	Ladegleis		T
Mobil- oder Fahrzeuggeräte	Ladegleis, Ladespur, Strassenanlagen, Behälter(zwischen)lager		T

(Mobiler, ACTS, etc.)		
Güterservice (Laden, Stauen, Umladen, Kommissionieren)	Logistikhalle, Hochregallager, Büro	*
Behälterservice (Reinigung, Wartung, Verkauf, Vermietung, Leasing)	Reinigungsanlage Reparaturwerkstatt, Abstellplätze für Behälter (mit Platzfahrzeug bedient)	* *
Tragwagenservice	Anlagen für Reparatur, Wartung, Reinigung	*
<i>Legende:</i> <i>T erforderlich</i> <i>- nicht erforderlich</i> <i>* bei Bedarf</i>		

Tabelle 18: Einflussfaktoren auf Terminallayout

5.4.2 Ausgestaltungsmöglichkeiten von Anlagen-Layouts

In der Folge sind ausgewählte Typen von Terminals schematisch dargestellt. Die Typen variieren in folgenden Merkmalen:

- Anteil Schiene-Schiene / Schiene-Strasse-Umschlag
- Behältertypen, welche umgeschlagen werden können (Bem.: Wechselbehälter enthalten jeweils nicht Abrollbehälter)
- Bahnbetrieb: Bahnseitige Bedienung des Terminals im KLV Hauptlauf
- Umschlagverfahren: Fließ- oder Standverfahren (vorherrschend oder besonders dazu geeignet)
- Umschlagtechnik (Kran, Mobilgerät, Horizontal, Abrolltechnik, Seitenvershub)
- Längerfristiges Behälterlager zusätzlich zu Puffer¹⁴

Aus der grossen Anzahl theoretischer Kombinationsmöglichkeiten wurden charakteristische Typen aufgrund obiger Kriterien ausgewählt. Kombinationen von klassischen und nicht klassischen Systemen wurden vorerst ausgeklammert. Miniterminals sind auf den Umschlag von Spezialbehältern beschränkt: nur Abrollsysteme und Vershubsysteme (z.B. ACTS und Mobiler). Sie werden nur mit Wagengruppen bedient und im Standverfahren betrieben.

Tabelle 19 liefert eine Übersicht über die gewählten Terminaltypen. Die nachfolgenden Skizzen sind rein schematisch zu verstehen und nicht massstäblich gezeichnet. Insbesondere ist die Länge der Anlage entlang der Ladegleise im Vergleich zur Anlagebreite verkürzt dargestellt. Die Skizzen sollen den Einfluss der tabellarisch aufgeführten Merkmale auf die Ausgestaltung der Layouts zeigen. Die grundsätzlichen Anforderungen an die einzelnen Terminalelemente aus Tabelle 17 werden in den Skizzen soweit in der schematischen Form sichtbar gleichermassen berücksichtigt.

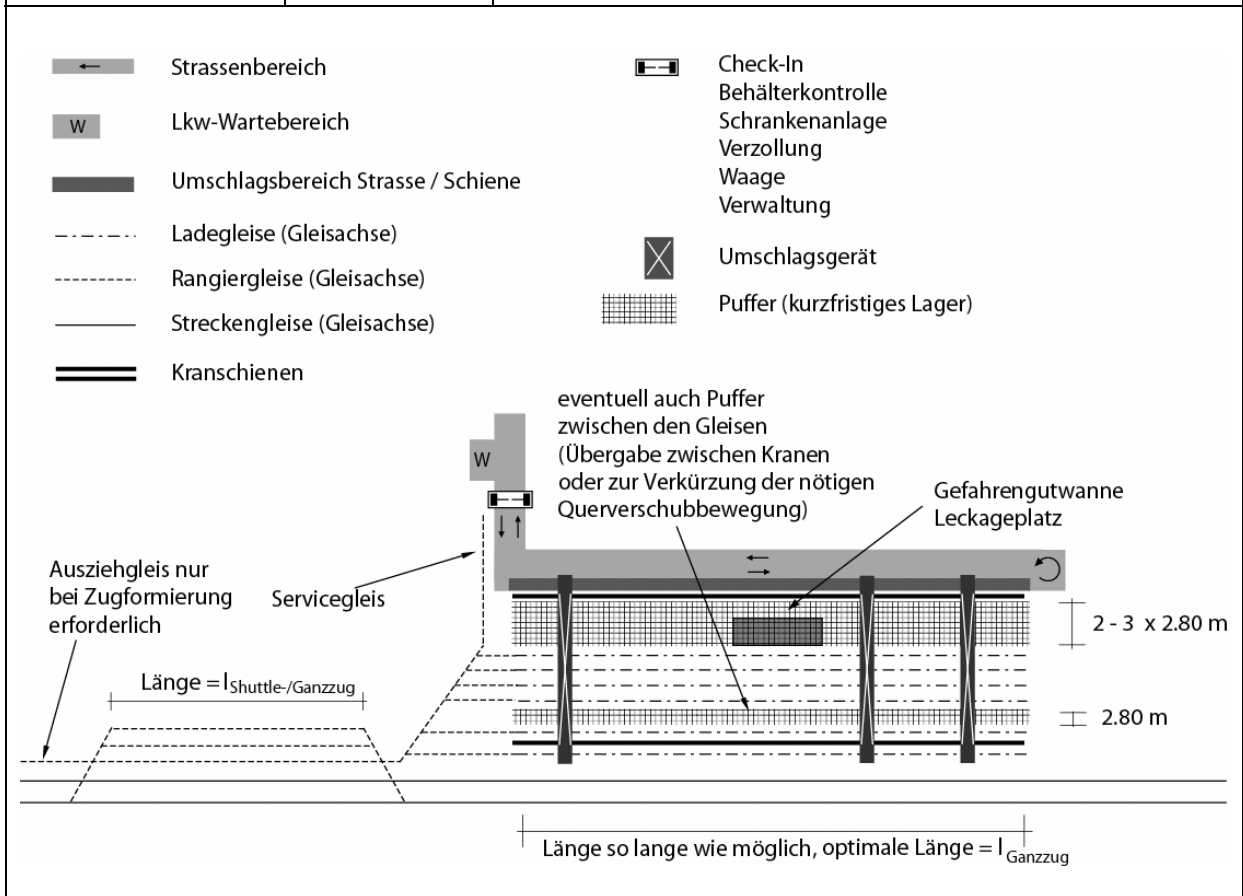
¹⁴ Zusatzfunktion, wird wegen Einfluss auf Gestaltung teilweise berücksichtigt. Vermehrt wird die Lagerung von einem Fremddienstleister in der Umgebung des Terminals angeboten. Der Betreiber hält ein Fahrzeug für die Aussenlager-Bedienung vor.

	Layout A	Layout B	Layout C	Layout D	Layout E	Layout F
Bezeichnung	Grossterminal mit hohem Schiene-Schiene Anteil	Mittleres Terminal mit integrierter Lagerfunktion	Mittleres Terminal mit Linienzugbedienung	Kleinterminal mit Linienzug- und Wagengruppenbedienung durch Mobilgerät	Kleinterminal mit Linienzugbedienung durch Horizontalumschlaggerät	Miniterminal mit Wagengruppenbedienung in Abroll- oder Seitenverschubtechnik
Merkmal						
Anteil Schiene-Schiene	75%	25%	25%	0%	0%	0%
Behältertypen	Container Wechselbehälter Sattelaufleger	Container Wechselbehälter Sattelaufleger	Container Wechselbehälter Sattelaufleger	Container, Wechselbehälter, Sattelaufleger	Container, Wechselbehälter	Spezialbehälter
Bahnbetrieb	Blockzug Shuttlezug	Blockzug Shuttlezug	Blockzug Shuttlezug Linienzug	Linienzug Wagengruppen	Linienzug	Wagengruppen
Umschlagverfahren	Standverfahren	Standverfahren	Fliessverfahren	Fliess- und Standverfahren	Fliessverfahren	Standverfahren
Umschlagtechnik	Portalkran	Portalkran	Portalkran	Mobilgerät	Horizontal	Abrolltechnik, Seitenverschub
Längerfristiges Behälterlager als Zusatzfunktion	nein	ja	nein	ja	ja	ja

Tabelle 19: Übersicht Layout-Skizzen

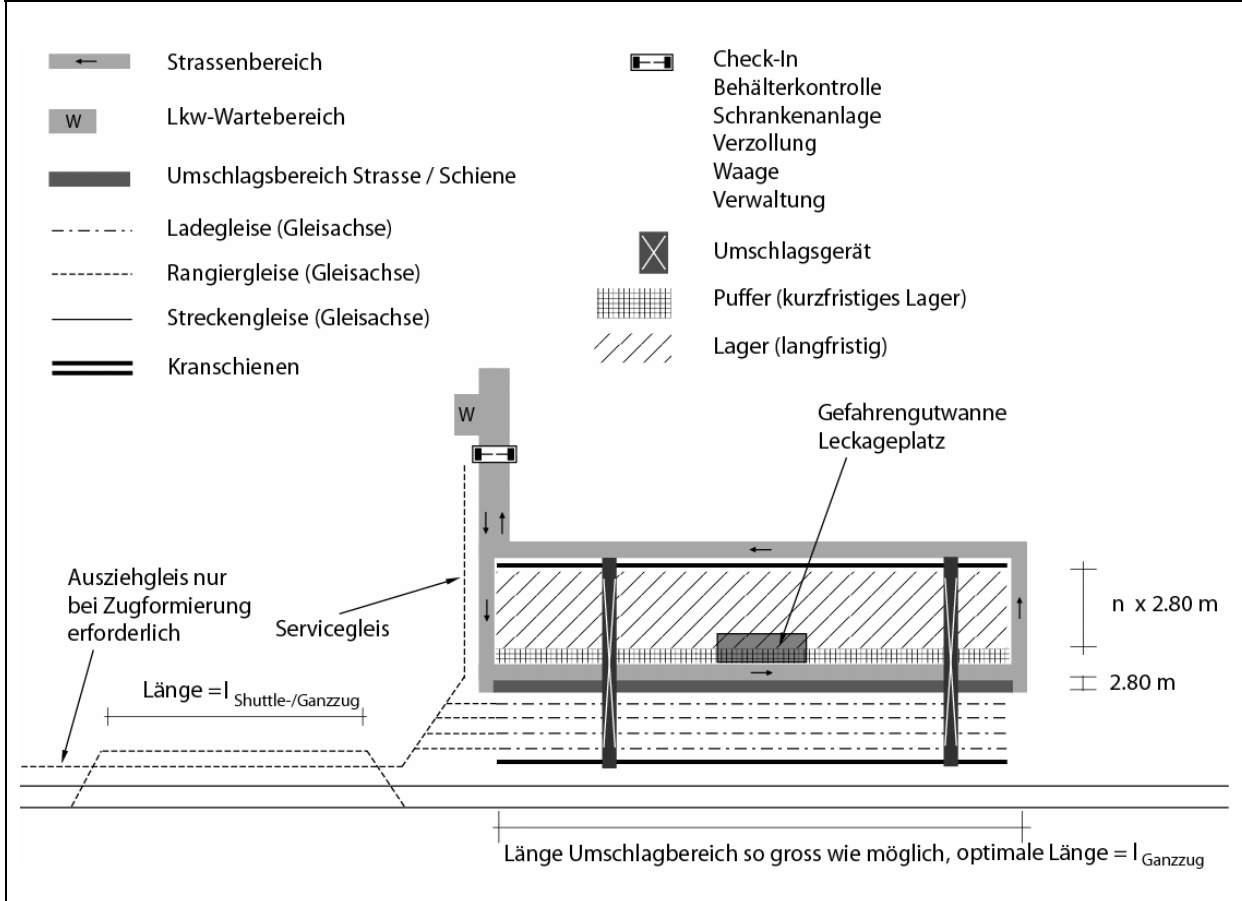
Layout A
Grossterminal mit hohem Schiene-Schiene Anteil

Kriterium	Annahme	Folgen für die Terminalausgestaltung
Anteil Schiene-Schiene	75%	<ul style="list-style-type: none"> Möglichst kurze Kranwege für Schiene-Schiene-Umschlag: Parallele, nebeneinander liegende Gleise; Pufferbereich direkt neben Umschlaggleisen, bei Einsatz mehrerer Krane auch zwischen den Gleisen (Übergabe)
Behältertypen	Container Wechselbehälter Sattelaufleger	<ul style="list-style-type: none"> Umschlaggerät anlageseitig Bei grossem Anteil Wechselbehälter (nicht stapelbar): grössere Puffer/Lagerflächen
Bahnbetrieb	Ganz-/ Shuttlezüge	<ul style="list-style-type: none"> Einseitige Bahnanbindung ausreichend Ein-/Ausfahrgruppe in Zuglänge Länge Umschlagsbereich so gross wie möglich; optimale Länge = Länge Blockzug (Vermeidung Rangiervorgänge); bei ungenügender Grundstücklänge auch paralleler, zweiter Anlagenteil
Umschlagverfahren	Standverfahren	<ul style="list-style-type: none"> Ausreichende Anzahl Ladegleise, Tragwagen als Puffer bis zum LKW-Umschlag
Umschlagtechnik	Kran	<ul style="list-style-type: none"> 1-3 Krane auf Kranfahrbahn, zusätzliche Kapazität mit Längsverschubanlage
Behälter-Lager zusätzlich zu Puffer	nein	<ul style="list-style-type: none"> Puffer auch für längere Lagerzeiten nutzbar



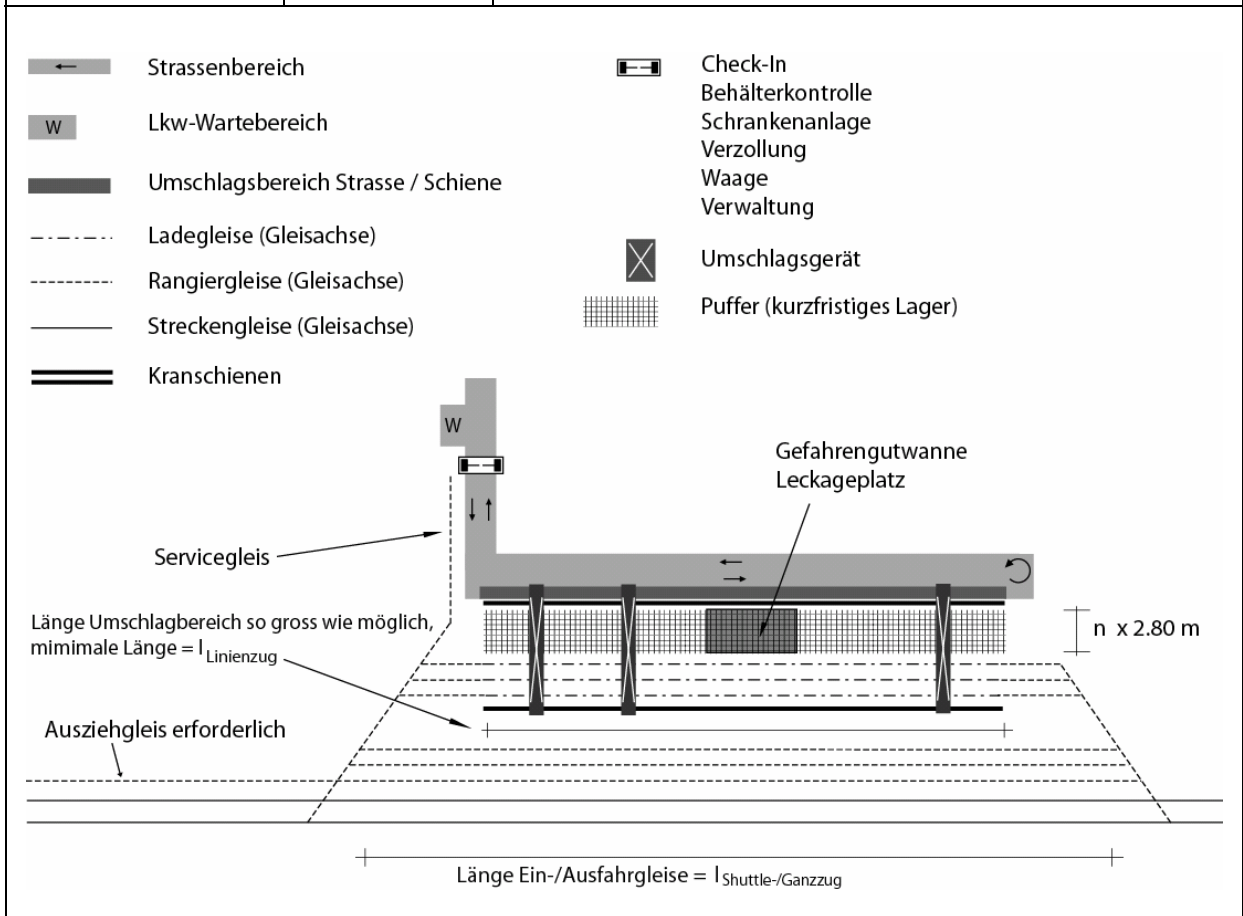
Layout B
Mittleres Terminal mit integrierter Lagerfunktion

Kriterium	Annahme	Folgen für die Terminalausgestaltung
Anteil Schiene-Schiene	25%	<ul style="list-style-type: none"> Ladespur zentral zwischen Gleisen und Puffer/Lager
Behältertypen	Container Wechselbehälter Sattelaufleger	<ul style="list-style-type: none"> Umschlaggerät anlageseitig Bei grossem Anteil Wechselbehälter (nicht stapelbar): grössere Puffer/Lagerflächen
Bahnbetrieb	Ganz-/ Shuttlezüge	<ul style="list-style-type: none"> Einseitige Bahnanbindung ausreichend Ein-/Ausfahrgruppe in Zuglänge
Umschlagverfahren	Standverfahren	<ul style="list-style-type: none"> Ausreichende Anzahl Ladegleise, Tragwagen als Puffer bis zum LKW-Umschlag Flexibel genutzte Puffer/Lagerspur Weniger Abstellgleise erforderlich als bei Fliessverfahren
Umschlagtechnik	Kran	<ul style="list-style-type: none"> Länge Umschlagsbereich so gross wie möglich; optimale Länge = Länge Blockzug (Vermeidung Rangiervorgänge) 1-3 Krane auf Kranfahrbahn
Behälter-Lager zusätzlich zu Puffer	ja	<ul style="list-style-type: none"> im Arbeitsbereich des Krans (Erweiterung ev. durch mit Mobilgerät bediente Lagerfläche)



Layout C
Mittleres Terminal mit Linienzugsbedienung

Kriterium	Annahme	Folgen für die Terminalausgestaltung
Anteil Schiene-Schiene	25%	<ul style="list-style-type: none"> Strasse-Schiene-Umschlag: Wegen schnellstmöglicher Be-/Entladung Linienzug Zwischenumschlag in Puffer, Bedienung LKW zwischen Linienzugsaufenthalten
Behältertypen	Container Wechselbehälter Sattelaufleger	<ul style="list-style-type: none"> Umschlaggerät anlageseitig Bei grossem Anteil Wechselbehälter (nicht stapelbar): grössere Puffer/Lagerflächen
Bahnbetrieb	Ganzzüge Linienzüge	<ul style="list-style-type: none"> Ein-/Ausfahrgruppe in Zuglänge Linienzug erfordert beidseitigen Gleisanschluss und Anwendung des Fliessverfahrens Länge Umschlagbereich: <ul style="list-style-type: none"> - so lange wie möglich; - mindestens Linienzugslang, alternativ: nur halbe Länge Linienzug → Vorschub des Zuges nach Bedienung Zughälfte, beidseitige Verlängerung der Gleisanlage ausserhalb des Umschlagbereichs
Umschlagverfahren	Fliessverfahren	<ul style="list-style-type: none"> Ausreichende Anzahl Abstellgleise für Ganzzüge (für Linienzüge nicht notwendig) Pufferkapazität grösser gegenüber Standverfahren
Umschlagtechnik	Kran	<ul style="list-style-type: none"> 2-3 Krane auf Kranfahrbahn (Zugaufenthaltszeiten bei Linienzügen kritisch, deshalb grössere Anzahl Krane)
Behälter-Lager zusätzlich zu Puffer	nein	<ul style="list-style-type: none"> Puffer auch für längere Lagerzeiten nutzbar



Layout D Kleinterminal mit Linienzug- und Wagengruppenbedienung durch Mobilgerät		
Kriterium	Annahme	Folgen für die Terminalausgestaltung
Anteil Schiene-Schiene	0%	<ul style="list-style-type: none"> keine parallelen, nebeneinander liegenden Ladegleise notwendig
Behältertypen	Container Wechselbehälter	<ul style="list-style-type: none"> Umschlaggerät anlageseitig
Bahnbetrieb	Linienzug Wagengruppen	<ul style="list-style-type: none"> Zwei getrennte Ladegleise erforderlich: <ul style="list-style-type: none"> - Linienzugladegleis mit beidseitiger Anbindung an das Gleisnetz - Wagengruppenladegleis mit einseitiger Anbindung an das Gleisnetz Be- und Entladung der Linienzüge ist zeitkritisch: mind. 2 Umschlagsgeräte
Umschlagverfahren	Fließverfahren Standverfahren	<ul style="list-style-type: none"> Ausreichende Pufferfläche am Linienzugladegleis und Geräteleistungsfähigkeit erforderlich
Umschlagtechnik	Mobilgerät	<ul style="list-style-type: none"> Ausreichend breite Manövrierfläche erforderlich Zur Steigerung der Leistungsfähigkeit, Erhöhung der Sicherheit und Vereinfachung des Betriebes ist eine periphere Führung der Lkw sinnvoll Backup: zweites Mobilgerät Nur ein Wagengruppengleis möglich, da Mobilgerät nur ein Gleis erreichen kann
Behälter-Lager zusätzlich zu Puffer	ja	<ul style="list-style-type: none"> Geometrie ist auch geräteabhängig

← Strassenbereich

W Lkw-Wartebereich

Umschlagsbereich Strasse / Schiene

--- Ladegleise (Gleisachse)

----- Rangiergleise (Gleisachse)

— Streckengleise (Gleisachse)

== Kranschienen

Manövrierfläche für Mobilgeräte

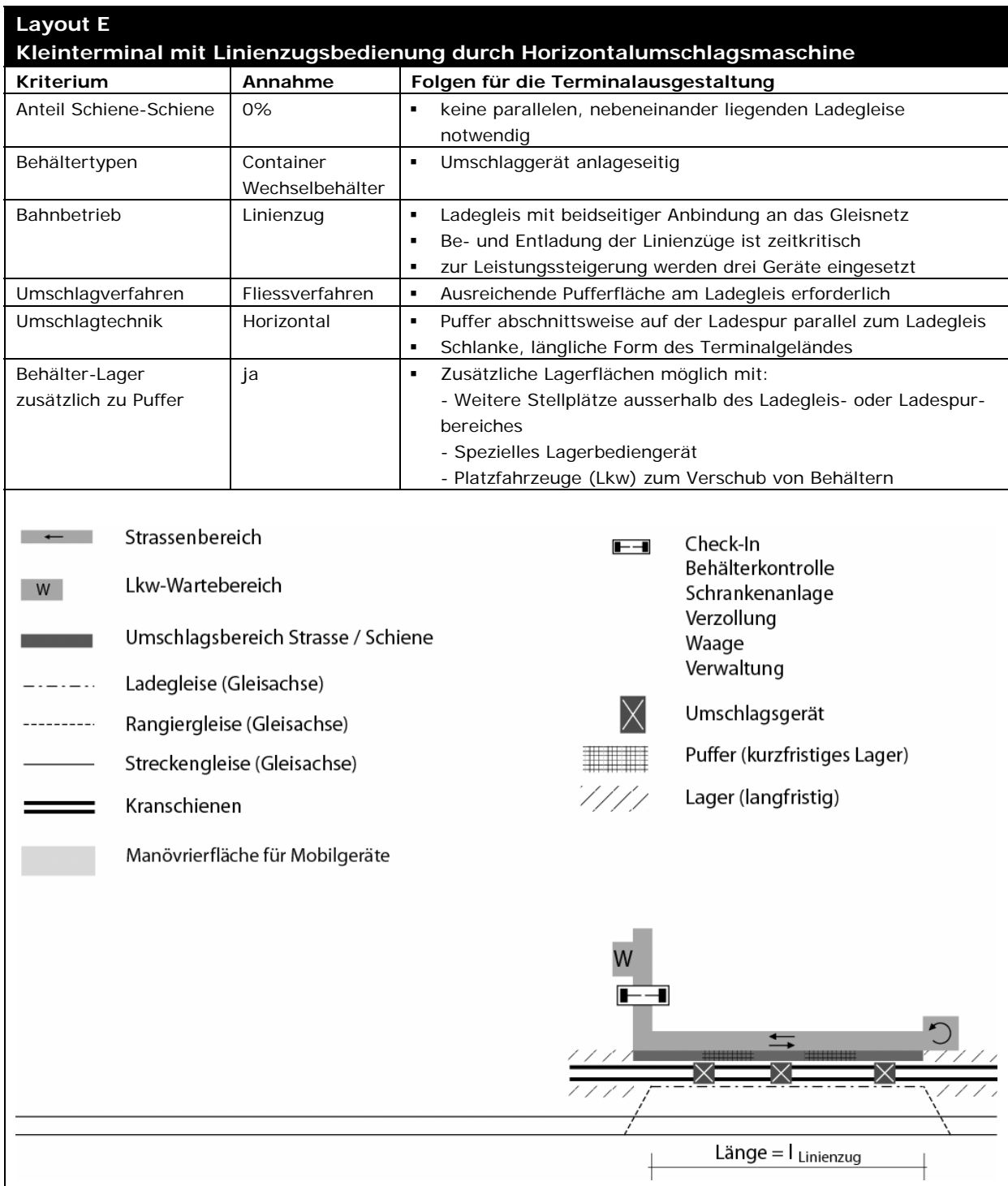
Check-In
Behälterkontrolle
Schrankenanlage
Verzollung
Waage
Verwaltung

Umschlagsgerät

Puffer (kurzfristiges Lager)

Lager (langfristig)

The diagram illustrates the terminal layout with a street area at the top, a truck waiting area (W) to the left, and a rail yard below. A mobile device (C) is positioned at the top of the rail yard. The rail yard consists of a line of wagons (Wagengruppe) and a line of containers (Linienzug). The length of the wagon group is indicated as $l_{Wagengruppe} = 2 \times 3.0 \text{ m}$. The length of the line of containers is indicated as $l_{Linienzug}$. The diagram also shows various symbols for the legend, such as check-in, container control, barriers, customs, weighing, and management, as well as symbols for transfer devices, short-term and long-term storage, and maneuvering areas for mobile devices.



Layout F Miniterminal mit Wagengruppenbedienung in Abroll- oder Seitenverschubtechnik		
Kriterium	Annahme	Folgen für die Terminalausgestaltung
Anteil Schiene-Schiene	0%	<ul style="list-style-type: none"> keine parallelen, nebeneinander liegenden Ladegleise notwendig
Behältertypen	Spezialbehälter (Normbehälter mit Adapter)	<ul style="list-style-type: none"> keine anlageseitigen Umschlaggeräte, Umschlagtechnik am Strassenfahrzeug Spezialbehälter: Abroll-, Seitenverschubtechnik Container können mit einem Adapter auch mit Seitenverschubtechnik umgeschlagen werden
Bahnbetrieb	Wagengruppen	<ul style="list-style-type: none"> einseitige Bahnanbindung ausreichend
Umschlagverfahren	Standverfahren	<ul style="list-style-type: none"> Tragwagen als Puffer bis zur Lkw-Abholung (da Entladezeiten meist nicht massgebend)
Umschlagtechnik	Abroll-Technik oder Seitenverschub	<ul style="list-style-type: none"> Administration (Büro etc.) muss nicht auf dem Terminalgelände sein Sehr einfache Form der Ausgestaltung Längliche Form des Terminalgeländes Abrolltechnik erfordert ausreichend breite Manövrierfläche für schräg anfahrende Lkw Puffer- und Lagerbedienung mit Lkw Ausreichender Gleisachsabstand zum Ausdrehen der Rahmen auf den Tragwagen Seitenverschubtechnik: Ladespur parallel zum Ladegleis
Behälter-Lager zusätzlich zu Puffer	ja	<ul style="list-style-type: none"> Puffer- und Lagerflächen flexibel für verschiedene Lagerdauern nutzbar Puffer und Langfristlager durch Lkw bedient

← Strassenbereich

W Lkw-Wartebereich

Umschlagsbereich Strasse / Schiene

--- Ladegleise (Gleisachse)

----- Rangiergleise (Gleisachse)

— Streckengleise (Gleisachse)

== Kranschienen

Manövrierfläche für Mobilgeräte

Check-In
Behälterkontrolle
Schrankenanlage
Verzollung
Waage
Verwaltung

Umschlagsgerät

Puffer (kurzfristiges Lager)

Lager (langfristig)

Breiten b1 und b2 sind systemabhängig:
Abrolltechnik erfordert
breiteren Umschlagsbereich
und grösseren Gleisachsabstand

Länge = l_{Wagengruppe}

5.4.3 Einfluss neuer Technologien

Soweit nicht in den dargestellten Skizzen im vorangehenden Kapitel bereits berücksichtigt (vgl. Kapitel 3.6), erfolgt in Tabelle 20 eine Übersicht über die Entwicklungstendenzen mit ihrem Einfluss auf die Ausgestaltung von Terminals. Im Gegensatz zur Tabelle 11, wird hier nur noch der Einfluss der Neuerungen und nur der Einfluss auf die bauliche Ausgestaltung aufgeführt.

Entwicklungsbereich	Beurteilung	Einfluss auf die Terminalausgestaltung
Ladeeinheiten		
Container und Wechselbehälter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tendenz zu grösseren Längen ▪ 2.60 m Breite 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Möglichst längs ausgerichtete (Längsfundamente), flexible Lagerflächen, so dass jede Behältergrösse abgestellt werden kann ▪ Lagerplätze mit 2.80 m Breite
Kleinbehälter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Je nach Markterfolg zu beachten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Behandlungsstelle zum Zusammenfügen und Trennen von Kleinbehältern vorsehen
Wechselbehälter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zunehmende Stapelbarkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verringerung Flächenbedarf für Lagerung
Umschlagstechnik		
Krananlage klassisch	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weitere Automatisierung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ grössere Kapazität der Krananlage aber kaum Einfluss auf Ausgestaltung
Kran mobil	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringfügig grössere Reichweite bei neuen Modellen (z.B. Liebherr) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flexibler nutzbare Lagerflächen durch Erreichbarkeit von Behältern in der 2. Reihe, kleinerer Platzbedarf
Kompakte Ganzanlage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Im Zusammenhang mit Automatisierung, Markterfolg ungewiss 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Komplette andersartige Anlage als klassische Terminals (geringerer Gesamtflächenbedarf, grösser Flächenanteil für Gleise)
Kleingeräte Selbstlader Klaus Kranmobil ACTS Mobiler/Cargo-Domino	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zunehmende Verbreitung dieser Systeme 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundsätzliches siehe Layoutskizze F für Mobiler und ACTS ▪ Fallspezifische Einrichtungen und Ausgestaltung des Terminals nach Flächenbedarf und Anlagenbedarf des eingesetzten Gerätes ▪ Kommt in der Regel in Kleinterminals zur Anwendung, deshalb allenfalls ohne Lager/Puffer
Horizontaler Umschlag RTS 500 NETHS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Je nach Bahnbetriebs-konzept angewendet (v.a. Linienzug) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Siehe Layoutskizze E ▪ Bei langen Zügen (z.B. Linienzügen) Gerätespur auf ganzer Zuglänge. Sonst eher in Kleinterminals angewendet. ▪ Lager und Umschlag mit der Strasse unmittelbar parallel zur Gerätespur, längliche Ausdehnung parallel zum Ladegleis. Andere (grössere) Lagerflächen müssen mit einem zusätzlichen Anlageteil / Gerät / Modul realisiert werden.
RoLa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter untersucht 	-
Modalohr	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spezialsystem für Sattelaufleger und RoLa 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bahngleis mit beidseitiger Aufstell-/ Wegfahrspur für Lkw ▪ Keine Nutzung bestehender Terminals (im Rahmen dieses Projekts nicht weiter behandelt)

Rollmaterial/Fahrzeuge		
Eisenbahnwagen für lange Behälter	-	<ul style="list-style-type: none"> Umschlaggleise so lange wie möglich
ACTS Tragwagen	-	<ul style="list-style-type: none"> ACTS-Umschlag erfordert Gleisabstand von 5.00 m statt sonst 4.50 m
Strassenfahrzeuge	-	<ul style="list-style-type: none"> Keine spez. Anforderungen
Schiffe	<ul style="list-style-type: none"> Tendenz zu grösseren Schiffen 	<ul style="list-style-type: none"> Lagerungsmöglichkeit für Seecontainer beachten. Leercontainerlager für Seehäfen auch in Binnen-terminals wegen beschränkten Lagerkapazitäten in Seehäfen
Betriebskonzepte		
Linienzüge	<ul style="list-style-type: none"> Umsetzung neuer Bahnbetriebskonzepte denkbar 	<ul style="list-style-type: none"> beidseitige Gleisanbindung mit der Möglichkeit der direkten Einfahrt von der Strecke auf die Ladegleise (siehe Layoutskizzen C, D und E)
Mehrfachabfahrten auf aufkommensstarken Relationen	<ul style="list-style-type: none"> Nachfrageabhängig 	<ul style="list-style-type: none"> Zunahme der Bedeutung des Fließverfahrens (sofortiges Entladen des Zuges in ein Zwischenlager, und freimachen des Ladegleises) und stärkere Entkoppelung strassen- und schienenseitiger Umschlag. Trennung Schiene-Lager und Lager-Strasse auf 2 Prozesse mit 2 Maschinen/Anlagen Grössere Pufferkapazität
Bessere Nutzung Bahnfahrzeuge	<ul style="list-style-type: none"> Züge verkehren vermehrt auch tagsüber, wodurch rasche Behandlung der Züge im Fließverfahren nötig 	<ul style="list-style-type: none"> Grössere Pufferlager und zusätzliche Abstellgleise ausserhalb des Umschlagbereichs
Lagerbewirtschaftung	<ul style="list-style-type: none"> Zunehmende (wirtschaftliche) Bedeutung für Terminalbetreiber 	<ul style="list-style-type: none"> Flächenbedarf und Ausbaumöglichkeiten sind entsprechend zu dimensionieren und in der Planung zu berücksichtigen.
Unternehmensstrukturen im KLV	<ul style="list-style-type: none"> Tendenz zu Komplettangeboten und Kooperationen 	<ul style="list-style-type: none"> Bahnbezogene Prozesse (Bremsprobe, Zugabfertigung, Beladungskontrolle) können innerhalb des Terminals abgewickelt werden. Die Zahl der Ein- und Ausgangsgleise kann reduziert werden.
Telematik		
Terminalbetriebsführungssysteme und Vernetzung Datenflüsse	<ul style="list-style-type: none"> Bei Klein- und Mittelterminals Entwicklungspotenzial vorhanden. Wenig Potential bei Grossterminals. 	<ul style="list-style-type: none"> Erhöhung der Umschlagkapazität, Verkürzung der Durchlaufzeiten und damit verringerter Flächenbedarf (Vorwiegend Reduktion der Betriebskosten)
Check-in und vernetzte, signalisierte Zielführung der Strassenfahrzeuge	<ul style="list-style-type: none"> Optimierter betrieblicher Ablauf im Terminal 	<ul style="list-style-type: none"> Kleinerer Flächenbedarf für Abstellplätze und Umschlagbereich
Terminalbetriebsführungssysteme und Automatisierung	<ul style="list-style-type: none"> In kleinen und mittleren Terminals Potential noch nicht ausgereizt 	<ul style="list-style-type: none"> Allgemein geringerer Flächenbedarf in allen Terminalteilen
Auftrags- und Dokumentabwicklung	<ul style="list-style-type: none"> Elektronische Erfassung von Ein- 	<ul style="list-style-type: none"> Minimierung Gate-Kapazität durch kürzere Schalterzeiten

	und ausgehenden Behältern zukunftsweisend	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Notwendigkeit der Beschriftung von Behältern und somit Personen zwischen den Ladegleisen. Flächeneinsparung.
Kundeninformation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Online Kundeninformation über veränderte Abhol-, Ladeschluss-Zeiten, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimierung Abstellplätze für wartende Lkw ▪ Ev. Minimierung Lagerkapazität
Kommunikation Terminal-Fahrzeuge im Strassenvor- und -nachlauf	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Steuerung Zufluss zum Terminal 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimierung Abstellplätze für wartende Lkw

Tabelle 20: Neue Technologien und ihr Einfluss auf die Terminal-Ausgestaltung

5.5 Gleisanlagen

5.5.1 Bestehende Grundlagen

Für Anlagen in der Schweiz müssen folgende Richtlinien beachtet werden:

- „Technische Spezifikationen für Anschlussgleise“ SBB 1995 Weisung der Schweizerischen Bundesbahnen
- „Empfehlung für Planung & Projektierung von werkiternen Gleisanlagen“ (SGL) Technische Planung, wirtschaftliche Beurteilung und Betrieb von Anschlussgleisen zwischen dem schweizerischen Eisenbahnnetz (SBB und Privatbahnen) und einem privatrechtlichen Gleisanschiesser. Die Empfehlung zeigt Lösungen zu bautechnischen und konstruktiven Problemen auf.
- Gesetze, Verordnungen (EBV)
- Regelwerk Technik Eisenbahnen
- Industriegleise, ein komplettes Vademecum (C.Kasa, F.Furrer, 1995) als Fachbuch

In technischen Spezifikationen für Anschlussgleise (RTE W BT 08/95) werden:

- Lichtraumprofil
- Trassierung
- Gleisabschlüsse
- Unterbau
- Brückenquerschnitte
- Schottergleise
- Eingedeckte Gleise
- Sicherungseinrichtungen für Weichen
- Konstruktion von Fahrleitungen
- Beleuchtung

beschrieben.

Die ÖNORM B 4920 Teil 3 behandelt die Anschlussgleise von Güterumschlagsanlagen. Aufgeführt sind eisenbahnrechtliche Genehmigungsverfahren (Verweise), Planungsgrundsätze (z.B. Priorität der Bahnanlage bei der Planung), Umschlagseinrichtung, Standort, Gleisanlagen, Linienführung, Weichen, mehrgleisige Anlagen, Lichtraumprofil, Oberbau, Unterbau, technische Einrichtungen (Waage, Sicherungstechnik), Anlagen in Gleisnähe (Abstände zu Rampen, Krane, Hochbauten), Verschiebemittel.

Das AGTC (Europäisches Übereinkommen über wichtige Linien des int. KLV und damit zusammenhängende Einrichtungen) legt eine Reihe von Parameter fest, die für die Gleisanlagen von Terminals von Bedeutung sind. Z.B: Zuglängen, Gewichte, Achslasten, Standorte, Aufenthaltszeiten, Lademasse, Kapazitäten im Terminal).

5.5.2 Ausgestaltungsmöglichkeiten

1) Allgemeines:

Aufgrund der Kosten- und Ertragssituation ist das Layout von Gleisanlagen in KLV-Terminals stets ein Kompromiss zwischen den örtlichen Gegebenheiten, den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und den betrieblich-technischen Funktionalitäten. Zur Kompromissfindung sind stets mehrere Kriterien einzubeziehen. Aufgrund der Dynamik des Güterverkehrsmarktes sind Aspekte wie Marktnähe und Realisierungszeiten für neue Angebote angemessen zu berücksichtigen. An einem Beispiel kann dies anschaulich erläutert werden:

Ausgangssituation: Ein bestehendes Freiladegleis soll für eine Nutzung als Kleinterminal verwendet werden. Die Nutzlänge des Gleises ist allerdings für die zu erwartenden Anzahl Behältertragwagen / Tag zu kurz.

Option 1: Verlängerung des bestehenden Gleises: Neben den zusätzlichen Kosten durch Land-erwerb und den Bau können zeitliche und juristische Risiken (Einsprachen, Genehmigungen, etc.) entstehen, die die Realisierung zumindest verzögern.

Option 2: Zweimalige Bedienung pro Tag: Falls ein Rangierbahnhof mit Zeit- und Platzkapazität in der Nähe ist, kann eine zweimalige Bedienung pro Tag mit kürzeren Wagengruppen vorgesehen werden, die u.U. auch aus Marktsicht sinnvoll sein kann und daneben auch besser auf den – bei Kleinterminals – eher kontinuierlichen Strassenbetrieb mit wenigen Strassenfahrzeugen abgestimmt ist.

Option 3: Standortwahl: Durch den Wahl eines anderen Standortes mit entsprechenden räumlichen Bedingungen können u.U. die bahnbetrieblichen und baulichen Probleme umgangen werden, die Kosten für den Strassenvor- und –nachlauf können aber evtl. höher sein.

Fazit: Die – auf den ersten Blick - unzureichende Nutzlänge darf nicht von vorneherein als Ausschluss-kriterium angesehen werden. Die Zielorientierung darf nämlich nicht die Nutzlänge sondern muss vielmehr die Marktattraktivität sein.

2) Drei funktionelle Gleisgruppen:

Die Gleisanlagen von KLV-Terminals können in drei funktionelle Gruppen eingeteilt werden:

- Umschlagsgleise

- Rangier- und Aufstellgleise (Ein- und Ausfahrgleise)
- Servicegleise

Umschlaggleise sind für alle Terminalgrößen und Umschlagstechnologien notwendig. Rangier-, Aufstell- und Servicegleise hingegen sind von der Umschlagsmenge, dem Betriebskonzept und von der Netzfunktion des KLV-Terminals abhängig.

	Bedarf und Anzahl abhängig von...	Gross-terminal	Mittleres Terminal	Klein-terminal	Mini-terminal
Umschlaggleise	- Mengengerüst	Ja	Ja	ja	ja
Rangier- und Aufstellgleise	- Mengengerüst - Lage im Netz - Netzkapazität - Traktion	Ja	Vorteilhaft	Nein	Nein
Servicegleise	- Terminal-Funktion aus Sicht des Betreibers	Ja	Evtl.	Evtl.	Nein

Tabelle 21: Neue Technologien und ihr Einfluss auf die Terminal-Ausgestaltung

Jede Gleisgruppe hat mehrere unterschiedliche Funktionen im Terminalbetrieb zu erfüllen. Dabei können gewisse Terminalfunktionen auch auf andere Gleisgruppen verlagert werden. (z.B. Eingangskontrolle oder Bremsprobe auf den Umschlaggleisen). Es sollten allerdings stets die ökonomischen Aspekte berücksichtigt werden: Umschlaggleise, die von Krananlagen überspannt werden, sind im Vergleich zu Abstellgleisen ein relativ teurer Stauraum für Züge.

3) Unterscheidung nach bahnbetrieblichen Gesichtspunkten:

Die Terminals lassen sich nicht nur hinsichtlich ihrer Größe, sondern auch hinsichtlich ihrer bahnbetrieblichen – und damit rechtlichen – Eigenschaften gruppieren:

In Gross- und mittleren Terminals beginnen und enden Züge, die bahntechnischen Anlagen müssen deshalb insbesondere hinsichtlich ihrer signaltechnischen Ausrüstung wie Bahnhöfe behandelt, projektiert, genehmigt, und betrieben werden.

Klein- und Miniterminals werden mit Wagengruppen oder einzelnen Wagen durch Rangierfahrten bedient. Sie haben damit den Charakter einer Industriegleisanlage, die lediglich über eine Anschlussstelle zum Eisenbahnnetz verfügt, die aber wiederum voll in die Sicherungstechnik integriert sein muss.

4) Gleisanlagen in Grossterminals:

Grossterminals zeichnen sich durch grosse Umschlagsmengen und hohe Anforderungen an Zuverlässigkeit und kurze Standzeiten der Züge aus. Grossterminals werden naturgemäss nur dort eingerichtet, wo eine grosse Nachfrage vorhanden ist. Diese grosse Nachfrage erlaubt und erfordert es aber auch, spezielle Massnahmen (z.B. grosszügige Dimensionierung, Reservekapazitäten, etc.) für eine hohe Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit zu treffen. Eine Amortisation solcher Massnahmen

kann trotz der grossen Nachfrage und der Qualitätssensibilität im KLV in Grossterminals problematisch sein.

Umschlaggleise:

Zur Gewährleistung einer kurzen Aufenthaltszeit sind möglichst wenige Rangiervorgänge vorzusehen. Hierzu kann das Design der Gleisanlagen einen wesentlichen Beitrag leisten. In Grossterminals sollte die Gleislänge der Umschlaggleise der im umgebenden Bahnnetz max. zulässigen Zuglänge entsprechen. Die heute zulässige Zuglänge beträgt auf den meisten europäischen Bahnnetzen 700m.

In Grossterminals wird jede Umschlaggleisgruppe von 2 - 3 Portalkranen bedient. Abhängig vom Umschlagsverfahren, der geforderten bzw. max. tolerierbaren Standzeit der Züge und der Länge der Gleise kann eine solche Umschlaggleisgruppe 2 – 5 Gleise umfassen.

An Umschlaggleise werden strenge Anforderungen hinsichtlich der horizontalen und vertikalen Linienführung gestellt.

Rangier- und Aufstellgleise:

Ein- und Ausfahrgleise müssen unbedingt die Länge entsprechend der auf dem Netz maximal zulässigen Zuglänge aufweisen. Abhängig von der Sicherungstechnik bzw. den nationalen Vorschriften sind zusätzl. Längenzuschläge (Durchrutschweg, Toleranz, etc.) vorzusehen. Die Aspekte der Sicherungstechnik haben Auswirkungen auf den Betriebsablauf und die Kapazität auf dem Bahnnetz. Wenn die Einfahrgleise über grosszügige („schnelle“) Weichen angefahren werden können und die Durchrutschwege ausreichend lang und konfliktfrei sind, dann sind grössere Einfahrtgeschwindigkeiten und somit geringere Zugfolgezeiten auf dem Bahnnetz möglich.

Bei Terminals, die nur aus einer Richtung bedient werden ist eine beidseitige Anbindung an das Streckennetz nicht erforderlich, eine Ein- und Ausfahrt mit Streckenloks aus den Umschlaggleisen ist dementsprechend nicht möglich, es ist also zumindest eine Ein- oder Ausfahrgleisgruppe erforderlich.

Im Gegensatz zu Umschlaggleisen können sich Rangiergleise tlw. auch im Gleisbogen befinden. Dies ergibt zusätzlichen Spielraum hinsichtlich der Geometrie und der Anordnung der Anlagenteile. Bereiche, in denen häufig An- und Abkuppelvorgänge stattfinden, sollten jedoch in einer Geraden liegen.

Die Anzahl der Ein- und Ausfahrgleise sowie deren sicherungstechnische Ausrüstung ist – unter Wahrung der wirtschaftlichen Aspekte - auf hohe Leistungsfähigkeit und grosszügige Kapazität auszurichten. Die bahnbetrieblichen Anforderungen an den Güterverkehr werden sich in Zukunft verschärfen. Güterzugtrassen können nicht mehr wie bisher mit grosszügigen Fahrplanreserven im zweistelligen Prozentbereich geplant und vorgehalten werden. Eine minutenscharfe Pünktlichkeit bei der Abfahrt in den Terminals ist absolut zwingend, um einen reibungslosen Betriebsablauf auf einem immer dichter befahrenen Netz zu gewährleisten. Die Reservezeiten im Gesamtablauf des KLV sind von den Streckenfahrten auf die Terminals bzw. dort auf die Einfahrgleise und insbesondere die Ausfahrgleise zu verschieben. Es sind deshalb bei der Dimensionierung der Aufstellgleise entsprechende Reserve- und Wartezeiten einzubeziehen.

Einfahrgleise: Einfahrgleise haben folgende Funktionen zu erfüllen:

- Lokwechsel von Strecken- auf Rangierlok zur Bedienung der Umschlagsgleise
- Stauraum von ankommenden Zügen
- Stauraum für entladene Züge bei Anwendung des Fliessverfahrens
- Eingangskontrolle der ankommenden Züge und Behälter (Beschädigungen).

Zur Bedienung der Umschlagsgleise gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten:

- Direkte Einfahrt der KLV-Züge über eine direkte Anbindung an das Streckennetz (Einfahrt mit Schwung oder Traktion mit Diesellokomotiven),
- Einfahrt der KLV-Züge in Einfahrgleise und Verschub der Wagen mit einer Rangierlokomotive oder mit der Streckenlok.

Durch die direkte Einfahrt der KLV-Züge in die Umschlagsgleise kann auf eine Einfahrgleisgruppe verzichtet oder zumindest die Zahl ihrer Gleise reduziert werden, der Stauraum für ankommende Züge muss betrieblich anderswo zur Verfügung gestellt werden (Rangierbahnhof, zus. Umschlagsgleise etc.), die Eingangskontrolle muss dann auf den Umschlagsgleisen stattfinden.

Ausfahrgleise: Im Prinzip können die bei den Einfahrgleisen dargestellten Ausführungen auf Ausfahrgleise übernommen werden. Der Aspekt des Stauens von abgehenden Zügen ist aber bei abgehenden Zügen noch wichtiger, da noch weitere betriebliche Tätigkeiten ausgeführt werden müssen: Bremsprobe, Wagen- und Behälter- und Beladungskontrolle. Der Zeitbedarf zwischen dem Ende der Beladung und der Abfahrt des KLV-Zuges ist also grösser als zwischen der Ankunft und dem Beginn des Entladens. Die Notwendigkeit und die erforderliche Anzahl an Ausfahrgleisen ist also potentiell grösser als bei Einfahrgleisen.

Rangiergleise:

Allgemein: Rangiergleise dienen rein eisenbahnbetrieblichen Zwecken. Zum einen dienen die Rangiergleise den Lokomotivfahrten, zum anderen sind sie zum Verteilen der Wagen, Wagengruppen und Züge erforderlich. Wenn alle Rangierfahrten und Zugbewegungen innerhalb des Terminals mit Rangierloks abgewickelt werden und die elektrischen Streckenloks nur die Zu- und Abfuhr der kompletten Züge übernehmen, so sind Abstell- und Umfahrgleise für die Streckenloks vorzusehen. Werden die Rangierarbeiten (z.B. das Verschieben der Züge von den Einfahrgleisen in die Umschlagsgleise) mit den Streckenloks gemacht, dann sind deutlich weniger Rangiergleise (und ausserdem weniger bzw. keine Rangierfahrzeuge) erforderlich.

Ausziehgleis: Ein Ausziehgleis wird erforderlich, wenn die Ein- und Ausfahrgleise nicht vor oder hinter, sondern parallel zu den Umschlagsgleisen liegen und die Umschlagsgleise nicht direkt (z.B. mit Zurückstossen) von den Ein- und Ausfahrgleisen erreicht werden können. Ein Ausziehgleis wird auch dann erforderlich, wenn Züge vor der Abfahrt neu zusammengestellt werden müssen. Bei einer ausreichenden Anzahl nicht parallel liegender Ein- und Ausfahrgleise und direkter Anfahrbarkeit der Umschlagsgleise kann auf ein Ausziehgleis verzichtet werden.

Servicegleise:

Servicegleise sind weder zum eigentlichen Terminalbetrieb noch zum Bahnbetrieb erforderlich. Sie werden für Nebentätigkeiten oder weitere Funktionen innerhalb des Terminals benötigt. Grundsätzlich können diese Aufgaben aber auch ausserhalb des Terminals erledigt werden.

Manche Terminals verfügen über bestimmte spezifische Funktionen innerhalb eines Terminalnetzes oder eines KLV-Eisenbahnverkehrsunternehmens. Somit sind – neben dem Mengengerüst und dem Betriebsprogramm der KLV-Züge – auch Angaben zum Betriebsablauf des Gesamtangebotes zur Dimensionierung und zum Layout notwendig.

Zu diesen spezifischen Funktionen können gehören:

- Ausreihen, Wiedereinstellen und Sammeln von Tragwagen zur Wartung
- Hinterstellen und Warten von Triebfahrzeugen (z.B. Tankstelle für Rangierloks)
- Zugbildung mit Wagengruppen aus benachbarten Anschlussgleisen
- Spezielle Gleise zur Be- und Entladung von Behältern, die auf dem Tragwagen verbleiben (z.B. Flüssigkeiten, etc.).

Besonders hervorzuheben sind die Anforderungen im Zusammenhang mit der Wartung von Wagen: Die Wartung der Lokomotiven und Wagen erfolgt meist zentral in speziellen Werkstätten. In der Planung des Eisenbahnbetriebs muss daher – unternehmensspezifisch - zeitlich und räumlich die Zuführung zu diesen Werkstätten definiert werden. In der Regel geschieht dieses – aufwändige – Ausreihen und Wiedereinstellen der Wagen in einem – für das jeweilige Terminal- bzw. Unternehmensnetz – zentral gelegenen Terminal. Für diese Rangierbewegungen sind dann die entsprechenden Gleisanlagen zum Teilen und Neuordnen der Züge vorzusehen. Daneben sind zusätzliche Abstellgleise für die Lagerung zu wartender oder gewarteter Wagen vorzusehen.

Servicegleise verfügen meist über geringe Nutzlängen und können am Rande der Gesamtanlage eingerichtet werden. Funktionsabhängig ist auf eine Zugänglichkeit mit Strassenfahrzeugen zu achten (z.B. zur Belieferung der Lok-Tankstelle)

7) Gleisanlagen in mittleren Terminals:

In mittleren Terminals wird aufgrund des geringeren Behälteraufkommens oft das Standverfahren angewendet. Zur wirtschaftlicheren Nutzung des Rollmaterials ist aber auch hier das Fliessverfahren zunehmend zu erwarten. Die Tragwagen bilden somit auch das Lager für ankommende Behälter bis zu deren Abholung mit Strassenfahrzeugen.

Oftmals werden von mittleren Terminals nur eine oder sehr wenige Relationen bedient. Die Umschlaggleise sind also gleichzeitig Stauraum.

Ein- und Ausfahrgleise werden dann erforderlich, wenn die Länge der Umschlaggleise kürzer ist als die maximale Zuglänge, da in diesem Fall die Züge auf mehrere Umschlaggleise aufgeteilt werden müssen. Dieses Aufteilen der Züge kann u.U. sogar mit der (elektrischen) Streckenlok geschehen, es muss dann bis unmittelbar vor den Umschlagsbereich eine Oberleitung vorhanden sein.

Der Bedarf an Servicegleisen richtet sich nach den örtlichen Anforderungen (bspw. Vorhaltung einer Rangierlok).

8) Gleisanlagen in Kleinterminals:

Kleinterminals zeichnen sich – neben dem geringen Behälteraufkommen – u.a. dadurch aus, dass sie nicht von KLV-Direktzügen sondern von Linienzügen oder aber von Rangierfahrten bedient werden. Im letzteren – derzeit ausschliesslich praktizierten - Fall werden die Wagen mit anderen Produkten des Güterverkehrs (Einzelwagenladungsverkehr, Sammelgut) zwischen Knotenbahnhöfen

oder Rangierbahnhöfen befördert. Diese Art der Bedienung stellt andere Anforderungen an die Gleisanlagen des Terminals.

Kleinterminals mit Bedienung durch Rangierfahrten:

Kleinterminals mit Bedienung durch Rangierfahrten können aus bahnbetrieblicher Sicht wie Industrie-Anschlussgleise behandelt werden. Sie unterliegen ebenfalls den dafür geltenden Vorschriften hinsichtlich Geometrie und Ausstattung.

Kleinterminals mit Bedienung durch Linienzüge:

Für Linienzüge ist eine beidseitige Anbindung des Umschlaggleises eine notwendige Anforderung. Die Länge des Umschlaggleises muss der maximalen Zuglänge entsprechen. Wenn wegen der Umschlagtechnologie keine Oberleitung über dem Umschlaggleis installiert werden kann so ergeben sich drei Optionen:

- Schwungeinfahren
- Dieseltraktion
- Wegklappbare Oberleitung

Für das Schwungeinfahren sind Vorkehrungen zu treffen, die erstens ein Liegenbleiben des Zuges verhindern (z.B. keine engen Weichen und nicht zu geringe Einfahrtgeschwindigkeiten) und zweitens um liegen gebliebene Züge weiter zu befördern (z.B. Diesellok).

Diese Randbedingungen ergeben zusätzliche Anforderungen an die vertikale und horizontale Linienführung vor und nach dem Umschlagsbereich.

9) Gleisanlagen in Miniterminals

In Miniterminals werden die Behälter i.d.R. nicht mit ortsfester, sondern mit strassen-fahrzeugseitiger Umschlagtechnik umgeschlagen. Dies hat insbesondere Auswirkungen auf den strassen-seitigen Flächenzuschnitt und die Flächengrösse, da häufig dort auch die eingesetzten Spezialbehälter gelagert werden.

Umschlaggleise:

Die Umschlaggleisanlagen von Miniterminals entsprechen prinzipiell den Standards von Industrieanschlussgleisen. Bei der Verwendung von speziellen Waggons können sich – technologie-bedingt - Anforderungen an die Geometrie (z.B. Gleisachsabstand für ausdrehbare Schwenkrahmen beim ACTS-System) ergeben. Aufgrund der strassenfahrzeugseitigen Umschlagtechnik müssen die Umschlaggleise direkt mit Strassenfahrzeugen anfahrbar sein.

Rangiergleise:

Auf Rangiergleise kann i.d.R. aus Terminalsicht verzichtet werden. Bahnbetriebliche Randbedingungen (z.B. Abstellen von Wagengruppen zur nachfolgenden Bedienung weiterer Anschlussgleise oder Bedienung aus zwei verschiedenen Richtungen) können es aber erfordern, im Bereich von Miniterminals ebenfalls auch Rangiergleise vorzusehen

Servicegleise:

Über Miniterminals werden häufig nur ganz spezifische Transporte abgewickelt, so bspw. Kehrrichttransporte mit ATCS oder Holz- und Nahrungsmittelverladung mit dem System „Mobiler“ (z.B. Cargo Domino). Diese Technologien erfordern Spezialwaggons, die nur für diese Transporte eingesetzt werden. Oftmals bilden sich so geschlossene Transportsysteme heraus, die aber dennoch gewissen Nachfrageschwankungen unterliegen. Es ergibt sich daraus der Bedarf, irgendwo innerhalb dieses Transportnetzes (möglichst kundennah) eine gewisse Anzahl dieser Spezialwaggons vorzuhalten. Diese Vorhaltung kann auf separaten Abstellgleisen oder auf einem Teil des Umschlaggleises erfolgen. Dieses Servicegleis muss nicht im Umschlagsbereich liegen, bedarf somit auch keiner Strassenzugänglichkeit und hat auch weniger strikte geometrische Anforderungen.

5.5.3 Technische Ausrüstung der Gleisanlagen

1) Bahnstromversorgung

Werden die KLV-Züge mit elektrischen Lokomotiven zwischen den Terminals befördert, so müssen alle Gleise, auf denen ankommende oder abfahrtsbereite Züge abgestellt werden – zumindest in definierten Bereichen - mit einer Oberleitung ausgerüstet sein.

Verfügt ein Terminal mit konventionellen Portalkranen über keine separaten Ein- und Ausfahrtsgleise, so können auch Umschlaggleise am Anfang über eine Oberleitung verfügen. Es muss gewährleistet werden, dass das Greifgeschirr des Portalkrans nicht die Oberleitung berühren kann. Ein präzises Rangieren ist daher erforderlich.

Eine Traktion von KLV-Zügen mit Diesellokomotiven ergibt deutliche Vereinfachungen in der Infrastrukturausrüstung, es ist jedoch eine Tankanlage (oder zumindest ein Mitbenutzungsrecht) in oder in der Nähe von zentralen Terminals vorzusehen.

Die Ausrüstung von Rangier- und Servicegleisen hängt von der Betriebsabwicklung innerhalb des Terminals ab. Wenn gewährleistet werden kann, dass alle Rangierfahrten und Zugbewegungen innerhalb des Terminals mit dieselangetriebenen Rangierloks abgewickelt werden und die elektrischen Streckenloks nur die Zu- und Abfuhr der kompletten Züge übernehmen, so ist lediglich ein Hinterstell- oder Umfahrtsgleis für die elektrischen Loks mit Oberleitung auszurüsten.

2) Leit- und Sicherungstechnik

Alle Gleise, die direkt von KLV-Zügen angefahren werden können, sind sicherungstechnisch als Bahnhofsgleise auszurüsten. Züge können dort beginnen und enden, alle Zugbewegungen müssen signalmässig gegenüber dem restlichen Eisenbahnverkehr auf dem Bahnnetz gesichert sein.

Die Signalanlagen müssen dem „Reglement über die Signale (RS)“ entsprechen.

5.5.4 Dimensionierung

1) Trassierung

Horizontale Linienführung: Horizontale Trassierung kennt drei Trassierungselemente: die Gerade, der Bogen und den Übergangsbogen.

Minimale Radien: Grundsätzlich ist anzustreben, Gleisbögen mit Radien von mindestens 185 m auszuführen. Bei Gleisbögen mit Radien kleiner als 275 m ist mit zusätzlichen baulichen Anforderungen (Verbreiterung des Lichtraumes, Spurerweiterung) und betrieblichen Einschränkungen zu rechnen.

Zwischengerade: Zwischen zwei Gegenbogen mit den Radien R_1 und R_2 ist im Hinblick auf die Pufferüberdeckung eine Zwischengerade anzuordnen. Die Länge der Zwischengeraden ist nach R 220.46 zu bestimmen. Empfehlungswert für einen flüssigen Betrieb ist eine Zwischengerade von mindestens der Länge des längsten Wagens.

Gleisüberhöhung: Werkinterne Anlagen werden normalerweise ohne Überhöhung trassiert.

Weichen: Die Auswahl der Weichen ist von erwarteter Belastung in t/Jahr bzw. Anzahl Achsen/Jahr, Rangierbewegungen, Achslasten, Geschwindigkeit abhängig. Aus wirtschaftlichen Gründen (Baukosten, Know-how, Unterhalt) sind Regelweichen zu bevorzugen. Es ist wichtig, dass die Anschlussweiche an die Hauptstrecke für grössere Geschwindigkeit befahrbar ist, um einen einwandfreien Betriebsablauf auf Hauptstrecke zu gewährleisten.

Querungen mit Strassen: Querungen mit öffentlichen Strassen sind grundsätzlich zu vermeiden. Terminalinterne Querungen von Strassenverkehrsflächen sind ebenfalls zu vermeiden. Unvermeidbare Gleisquerungen sind so anzuordnen, dass Sie gut einsehbar sind. Grundsätzlich sollte Bahn- und Strassenbetrieb im Terminal möglichst getrennt werden, damit gegenseitige Behinderungen ausgeschlossen werden können und die Übersichtlichkeit verbessert wird.

Vertikale Linienführung: Umschlaggleise sollten horizontal liegen. Ausnahmsweise können sie bis 1,5‰ geneigt sein; insbesondere der Umschlag von Wechselbehältern wird dadurch erschwert. Rangiergleise sollen im Allgemeinen nicht mehr als 1,5‰ Neigung aufweisen.

Auszieh- und Umfahrgleise dürfen grössere Neigungen aufweisen, doch müssen mit zunehmender Steigung stärkere und schwerere Triebfahrzeuge eingesetzt werden, was mit dem zusätzlichen Energieverbrauch verbunden ist.

2) Querschnitt

Gleisabstände: Die Bestimmung des Abstandes von zwei nebeneinander verlaufenden Gleisen ist in der Eisenbahnverordnung (AB-EBV) festgehalten.

3) Abstände zu ortsfesten Einrichtungen

Lichtraum, Sicherheitsraum, Bedienungsraum: Massgebende Grundlagen sind R 200.12 Handbuch Lichtraumprofil (RTE) Ausgabe 1.1.1997. Bei kleinen Radien ist mit der Erweiterung des Lichtraumprofils zu rechnen.

5.6 Strassenanbindung

5.6.1 Bestehende Grundlagen für die Dimensionierung und Ausgestaltung

Die für die Strassenanbindung relevanten VSS-Normen sind in Tabelle 22 aufgeführt.

Terminalbereich	Band	Norm	Für Terminals massgebende, geregelte Aspekte
Terminalinterne Strassen und Fahrwege, Parkplätze und befestigte Oberflächen	4	SN 640 039 – SN 640 198, SN 640 271a	Linienführung horizontal und vertikal inkl. Befahrbarkeit
	4	SN 640 200 – SN 640 202	Querschnitt (Normalprofil)
	5	SN 640 280 – SN 640 293	Parkieren (Geometrie, Anordnung für PKW / LKW)
	5	SN 640 340 – SN 640 366	Entwässerung
	5	SN 640 312 – SN 640 330	Dimensionierung des Untergrunds und des Oberbaus
	6	SN 640 560	Randabschlüsse
Ausführung	9	SN 640 400 - SN 640 588	Ausführung von Erdbau, Asphalt-, Betonbeläge, Oberflächenbehandlungen etc.
	12 / 13	SN 670 000 ff	Foundation und Erdarbeiten
Für Ein-/ Ausfahrt zusätzlich	3	SN 640 016 - SN 640 024	Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität und Belastbarkeit
	3	SN 640 040 - SN 640 045	Projektierung / Grundlagen der Strassentypen
	5	SN 640 250 – SN 640 273	Entwurf von Knoten
	7	SN 640 832 – SN 640 877	Lichtsignalanlagen, Markierungen, Signalisation
Gleisanlagen	4	SN 671 511	Höhengleiche Kreuzung Schiene – Strasse; Bau
	4	SN 671 520	Schiene – Strasse; Parallelführung und Annäherung; Abstand und Schutzmassnahmen
	5	SN 671 250	Lärmschutzwände bei Eisenbahnen
	6	SN 671 260	Querungen von Leitungen mit Gleisanlagen

Tabelle 22: Für die Strassenanbindung relevante Normen des VSS

Für die speziellen Bedingungen in Terminals sind in der Österreichischen Norm, sowie in der Richtlinie der Deutschen Bahn weitergehende Bereiche thematisiert, welche in der Folge zusammengestellt sind.

In der Österreichischen Norm für Güterumschlagsanlagen (ÖNORM 1985, Teil 2) sind speziell für den LKW-Verkehr Empfehlungen und Grenzwerte zu Höhenunterschieden (Ausrundungen) und Zuschläge zur lichten Höhe angegeben. Hinzu kommen gegenüber der VSS-Normung detailliertere Angaben zur Geometrie für LKW-Standplätze. Der Teil 5 geht speziell auf Anlagen des Kombinierten Verkehrs ein. Im Bereich Strassenanbindung werden einzig Rampen (z.B. Neigungen) für RoRo-Verkehr (Wasseranschluss) und RoLa behandelt (Kap. 5, Teil 5). Die übrigen in der

österreichischen Norm behandelten Themen zur Strassenanbindung sind in der Schweiz weitestgehend durch die VSS-Normen abgedeckt.

Richtlinie der Deutschen Bahn (DS 800.06, 1.6.2004): Im Kapitel 4 der Richtlinie wird speziell auf die Verkehrsflächen für Lkw eingegangen. Es werden Abmessungen zu lichten Höhen, Breiten von Fahr- und Ladespuren, Parkflächen, Wendeschlaufen angegeben.

- Der Fahrzeugbewegungsspielraum in Fahrstrassen ist 3.00 m breit x 4.20 m hoch (Artikel 3)
- Der lichte Raum für eine Fahrstrasse mit Gegenverkehr ($v < 50\text{km/h}$) beträgt 7.50 m x 4.50 m. Berücksichtigt wurde hierin ein Gegenverkehrszuschlag von 0.50 m wegen überbreiten Kühlbehältern, sowie ein Sicherheitsraum von je 0.50 m seitlich und 0.25 m oben. (Artikel 4)
- Wendeschlaufen sind gegenüber der in Deutschland allgemein gültigen Norm (EAE) auf 15.00 m Aussenradius zu vergrössern. (Artikel 5)
- Höhengleiche Kreuzungen sollen vermieden werden. (Artikel 6)
- Freiräume für Ladegeschirr: beidseits der Ladeeinheit 0.70 m bei Ladegeschirr mit Pendeldämpfung (Artikel 8)
- Angaben zu Anordnung und Geometrie von Parkplätzen und Fahrgassen (Artikel 11), sowie die Forderung, dass Parkplätze mit Betondecken oder Beton-Verbundsteinpflaster auszuführen sind.

In Kapitel 7 der Richtlinie wird die Terminalzufahrt beschrieben:

- Der Verkehrsablauf auf öffentlichen Strassen soll nicht gestört werden. Zum Auffangen von unregelmässigem Lkw Zulauf und zum Vorstauen vor Arbeitsbeginn sind 15 bis 20% der Spitzenstundenanforderung vorzusehen (Artikel 3)

Zur Dimensionierung der strassenseitigen Anlage wird in Kapitel 1, Artikel 7 angenommen:

- In der Spitzenstunde tritt ca. 20 bis 25% der täglichen Eingangsmenge auf.
- In der ersten Tageshälfte wird die gesamte Eingangsmenge abgeholt und zusätzlich ca. 20% des Versands ausgeliefert.
- Gleichzeitiges Abholen und Anliefern erfolgt im ungünstigsten Fall von nur 25 % der Lkw

Der Anhang der Norm enthält umfangreiche Angaben zur Bemessung der befestigten Flächen.

5.6.2 Ausgestaltungsmöglichkeiten und Dimensionierung

Die verkehrstechnischen Aspekte des Strassenbereichs eines Terminals sind grösstenteils in den bestehenden VSS-Normen geregelt. Aus den erwarteten Verkehrsmengen (LKW und PKW) können mit den VSS Normen die Zufahrt, der Anschluss und die Parkplätze der Angestellten dimensioniert werden. Die bautechnischen Belange der Anlageplanung wie Erdarbeiten, Unter- und Oberbau können ebenso aus den VSS-Normen abgeleitet werden. Folgende Punkte sind noch anzumerken:

1) Ein-, Ausfahrt

Ist die Anlage direkt an einer Hauptverkehrsstrasse angeschlossen, so ist die Anordnung eines Verzögerungs- und Beschleunigungstreifens zu prüfen, da hier fast nur Lkw verkehren. Die Normen des VSS sind aufgrund des Anschlusses an das öffentliche Strassennetz zwingend zu berücksichtigen. Der Zunahme des Lkw-Anteils auf den unmittelbaren Zufahrtstrecken ist Rechnung zu tragen und allenfalls nötige Anpassungen vorzunehmen.

2) Linienführung und Querprofile

Die Fahrstrassen müssen nicht zwingend die VSS-Normen erfüllen, da das Terminalareal Privatgrund ist. Zu beachten ist jedoch die Werkeigentümerhaftpflicht. Da mit Fahrern gerechnet werden muss, die die Anlage nicht kennen, muss der Spurverlauf möglichst leicht verständlich und klar angelegt sein. Um Kollisionen und gegenseitige Behinderungen zu vermeiden wird die Anlage idealerweise im Einbahnverkehr betrieben. Rückwärtsfahrten und Kreuzungen, mit Lkw-Fahrspuren und besonders mit Schienen und Kranschiene, sind zu vermeiden. Eine gute Ausschilderung ist erforderlich. Zur Ermittlung des Lichtraumprofils für die Fahrstrasse ist von einer Breite der Lastwagen von 2.60 m (Kühlbehälter) auszugehen und im Übrigen nach den Vorgaben der VSS Normen SN 260 200 bis 260 202 vorzugehen. Im Umschlagbereich ist das Lichtraumprofil gemäss Angaben in Kap. 5.7 anzupassen (Raum für Greifarm).

3) Warteraum für LKW

Der Warteraum für Lkw ist vor dem Gate anzuordnen, so dass sich vorzugsweise innerhalb des Gatebereichs keine Personen und Fahrzeuge unnötig aufhalten. Auf der anderen Seite können neue Sicherheitsanforderungen dazu führen, dass die Behälter in der Transportkette lückenlos überwacht werden müssen, wodurch die Abstellplätze in einer geeigneten Form ebenso zu kontrollieren sind. Dies könnte bei internationalen Sendungen in die Vereinigten Staaten in Zukunft erforderlich sein. Entsprechende Forderungen seitens U.S. Customs and Border Protection werden in den C-TPAT (Customs-Trade Partnership Against Terrorism) gestellt. Nach Ebeling 2003 könnten diese Anforderungen zu einer Art ISO-Standard werden. Für die Ausgestaltung eines Terminals ist diese Entwicklung in angemessener Form zu berücksichtigen, so dass eine Überwachung des Warteraums, falls erforderlich, möglich ist.

Die Kapazität des Warteraums ist so festzulegen, dass kein Rückstau auf das öffentliche Strassenetz entsteht und der Verkehr auf dem Areal nicht behindert wird. Zur Bemessung der Parkplatzzahl sind zu berücksichtigen:

- Transportplan mit Tagesganglinien
- Art der Behälter (Container/WB, Sattelanhänger)
- Ankünfte und Abfahrten der Züge. Besonders bei Ganzzügen und Linienzugsystemen ist das Behälteraufkommen strassenseitig konzentriert.
- Abliefer- und Abholverhalten der Kunden (z.B. von wichtigen Grosskunden)
- Bei unbekannter Ganglinie kann für die Spitzenstunde 20-25% der Tagesmenge, sowie in der ersten Tageshälfte die gesamte Eingangsmenge und ca. 20 % der Ausgangsmenge angenommen werden.
- Als ungünstiger Fall kann angenommen werden, dass nur 25% der Lkw gleichzeitig einen Behälter abliefern und abholen. Die übrigen sind mit einer Leerfahrt verbunden.
- Parkplätze für wartende Fahrzeuge ohne Transportauftrag berücksichtigen
- Parkplätze für RoLa Fahrzeuge falls RoLa in Terminal integriert ist

Die Norm SN 640 291 „Parkieren, Geometrie“ enthält Angaben zur Parkplatzgestaltung für schwere Motorwagen. In Abhängigkeit des Parkplatzwinkels sind die Abmessungen und die Fahrstreifenbreiten angegeben. Es soll vorwärts ein- und ausgefahren werden können. Empfohlen wird in der VSS-Norm ein Winkel von 45° und eine Breite von 4.00 m. Eine Mindestbreite von 3.50 m (analog Ö-Norm) dürfte jedoch ausreichen.

Nach dem Gate ist die Anordnung von einigen wenigen Lkw-Ausstellplätzen zu prüfen. Die Ladestrasse wird so nicht unnötig mit wartenden Fahrzeugen belegt und kann effizient genutzt werden.

Es müssen hierfür Signal und Kommunikationseinrichtungen vorhanden sein, um dem Fahrer die Abfahrt anzuzeigen.

4) Parkplätze für Angestellte

Für Terminalangestellte ist eine ausreichende Anzahl Parkplätze beim Betriebs-/Bürogebäude vorzusehen.

5) Strassen-Unterbau

Für die Dimensionierung des Unterbaus liefern die Normen des VSS ausreichende Grundlagen (SN 640 312).

6) Strassen-Oberbau

Die Dimensionierung des Oberbaus erfolgt nach den vorhandenen Grundsätzen der VSS Norm SN 640 324. Die Bemessung basiert auf der vertikalen Belastung. Erfahrungsgemäss ergibt sich daraus die Notwendigkeit einer Betontragschicht für die Ladespur, die Fahrspur unter dem Kran und die LKW-Wartefläche zur Vermeidung von Spurrillen. Die Dauerhaftigkeit der Flächen, welche von Mobilgeräten während dem Umschlag befahren werden, wurde verschiedentlich als ungenügend bezeichnet (Interviews Terminalbetreiber / Planer). Die Oberflächen sind durch die Scherbewegung der Steuerräder der Fahrzeuge hohen Schubkräften ausgesetzt, Deformationen und Abplatzungen sind die Folgen. Ist der Umschlag mit Mobilgeräten vorgesehen, so muss der Dimensionierung der Deckschicht und insbesondere die Binderschicht (Übertragung der Schubkräfte von der Deckschicht auf die Tragschicht) ausreichend Beachtung geschenkt werden.

7) Entwässerung

Nach Norm SN 640 120 „Quergefälle in Geraden und Kurven“ ist wegen der Oberflächenentwässerung ein Quergefälle von mindestens 2,5% nötig (beidseitige Entwässerung). Im Umschlagbereich gelten andere Voraussetzungen.

5.6.3 Einfluss neuer Technologien

Die vermehrte Anwendung von IT-Mitteln hat Einfluss auf den Flächenbedarf, indem Warteräume, Umschlagbereich und Lagerfläche effizienter genutzt werden können. Die Informations-Technologie hat besonderen Einfluss auf die Abläufe am Gate, was sich in kürzeren Abfertigungszeiten und Wartezeiten auswirkt und somit baulich eine Reduktion der erforderlichen Flächen, weniger der Gestalt dieser Anlageteile zur Folge hat.

Es sind in diesem Bereich keine neuen Entwicklungen absehbar, welche auf die Terminalausgestaltung einen wesentlichen Einfluss hätten.

5.6.4 Folgerungen und Normierungsbedarf

Zur Dimensionierung der Strassen im Terminal, der Zufahrten und der baulichen Ausführung reichen die bestehenden Normen des VSS aus. Es sind lediglich die besonderen Verhältnisse zu berücksichtigen, wie die fast ausschliessliche Verwendung durch Lkw (Befahrbarkeit, Lichtraumprofil,

Oberbaudimensionierung). Ebenso vorhanden sind Normen zum Parkieren für Personenwagen (Bedarf und Geometrie) sowie für Lkw (Parkfeld-Geometrie).

Eine Terminal-Norm sollte folgende Punkte enthalten:

- Allgemeine Grundsätze für den Strassenbereich in Terminals gemäss obigen Bemerkungen
- Zu berücksichtigende Normen
- Bedarf Lkw-Standplätze vor und nach Gate
- Spezielle Oberbaudimensionierung bei Nutzung der Fahrstrassen durch Mobilgeräte
- Berücksichtigung von 2.60 m breiten Fahrzeugen
- Weitere terminalspezifische Aspekte

5.7 Umschlag- und Lagerbereich

5.7.1 Bestehende Grundlagen für die Dimensionierung und Ausgestaltung

Es sind heute in der Schweiz keine terminalspezifischen Normen vorhanden.

Österreichische Norm (ÖNORM B4920, Teil 5):

- Beim Einsatz von mehreren Portalkranen wird eine Einsatzlänge je Kran von 150 – 200 m empfohlen (entspricht bei 700 m nutzbarer Ladegleislänge ca. 4 Kranen)
- Maximal anzunehmende Wagenzuglänge: 700 m
- Im Kran-Arbeitsbereich enthalten: maximal 4 Ladegleise, 1 Ladestrasse, Zwischenlager
- Hubhöhe eines Portalkrans: je nach Stapelhöhe mit 0.20 m Abstand zwischen gekranter Ladeeinheit und stehenden Behältern / festen Anlagen. Empfohlen wird eine Hubhöhe von 11.80 m.
- Kranbahn soll optimalerweise horizontal und geradlinig sein
- Gleisanlagen im Umschlagsbereich: maximale Längsneigung von 0.8 ‰
- Möglichst beidseitiger Schienenanschluss
- Achsabstand Ladegleise: 4.50 m
- Vermeidung von Kreuzungen zwischen Fahrstrassen und Gleisen wenn möglich
- Anwendung von eingedeckten Gleisen, wenn Gleise von Mobilgeräten überfahren werden
- Ladestrasse besteht aus je mindestens einer Fahr- und einer Ladespur, Mindestbreite: 7.00 m
- Maximale Querneigung von Ladespuren im Kranbereich: 2.0 ‰
- Lagerflächen: maximale Querneigung 0.5%, oder 2.0% bei Dachform
- Entwässerungsrinnen mit Innenneigung und für Belastung durch Mobilgeräte bemessen
- Freiräume für Greifzangen: Kran mit/ohne Pendeldämpfung beidseits: 0.70 m / 0.90 m
Freiräume für Spreader: Kran mit / ohne Pendeldämpfung beidseits: 0.50 / 0.70 m
- Personendurchgänge: 0.80 m x 2.00 m
- Abstand zwischen bewegten Teilen des Krans und festen Gegenständen, Behältern: 0.50 m
- Abstand zwischen Gleisachse und bewegtem Kran: 2.50 m
- Bauausführung: Berücksichtigung von Bodendrücken der Eckbeschläge von bis zu 30t je Eckbeschlag, bis zu 4.0 t je Stützenfuss eines Wechselbehälters, bis zu 12 t je Stützenfuss bei Sattelanhängern und 100 t pro Achse bei Mobilgeräten

Richtlinie der Deutschen Bahn (DS 800.06, 1.6.2004):

- Umschlaggleise: Linienführung bei Portalkran muss gerade sein; bei RoLa mindestens 2000 m Radius; maximale Längsneigung von 2.5 ‰ aber optimalerweise ohne Neigung; Ausserhalb

der betrieblich nutzbaren Gleislänge sollte an den Enden der Umschlaggleise Platz für eine Zuglok (ev. an beiden Enden) vorhanden sein; Oberleitung im Umschlagbereich nur bei Horizontalumschlag; Abstände zwischen Umschlaggleisen 4.70 m

- Empfohlene Abmessungen des Fahrzeugbewegungsspielraums in der Fahr- und Ladespur: 3.00 m breit, 4.20 m hoch.
- Abstand Kranstütze – Bezugslinie für Fahrzeuge/Abstellspur: 1.00 m; keine gleichzeitige Bewegung von Kran und Tragwagen
- Sicherheitsmasse zwischen Bewegungsspielräumen der Lade- und Fahrspur 1.00 m, zwischen Bewegungsspielraum nach aussen: 1.25 m, siehe Abbildung 45.
- Beschränkung der Querneigung der Ladespur auf maximal 2.0% (empfohlen wird 0.5%) so dass Wechselbehälter mit Greifzangen aufgenommen werden können.
- Kranbahnen: möglichst ohne Längsneigung, maximal 2.5 ‰; die nutzbare Länge von der Kranbahn soll ca. 20 m mehr als die grösste Wagenzuglänge betragen.
- Krane: Wichtige Vorgaben für die Dimensionierung sind: Anzahl eingesetzte Krane, Leistungsfähigkeit (Anzahl Umschläge pro Stunde), Hubhöhe (OK Fahrbahn bis höchste Spreaderstellung) und Tragfähigkeit (ab Drehzapfen bzw. Greifkante)
- Abstellflächen für Ladeeinheiten: Streifenfundamente wenn ausschliesslich durch Kran bedient; maximal 0.5 % Querneigung der Ladeeinheiten (Fassen der Greifzangen); bei Betondecken (nötig mit Mobilgerät) ausreichende Entwässerung, Entwässerung längs über Schlitzrinnen mit Innengefälle da Längsgefälle der Anlage mit Kranbahn gering (< 0.25%)
- Die Richtlinie enthält Angaben zur Ausbildung des Oberbaus der Manövrierrflächen beim Einsatz von Mobilgeräten.

Der umfangreiche Anhang zur Richtlinie enthält detaillierte Angaben zur Konstruktion und Dimensionierung von Oberbau, Kranbahn, Fundamenten etc.

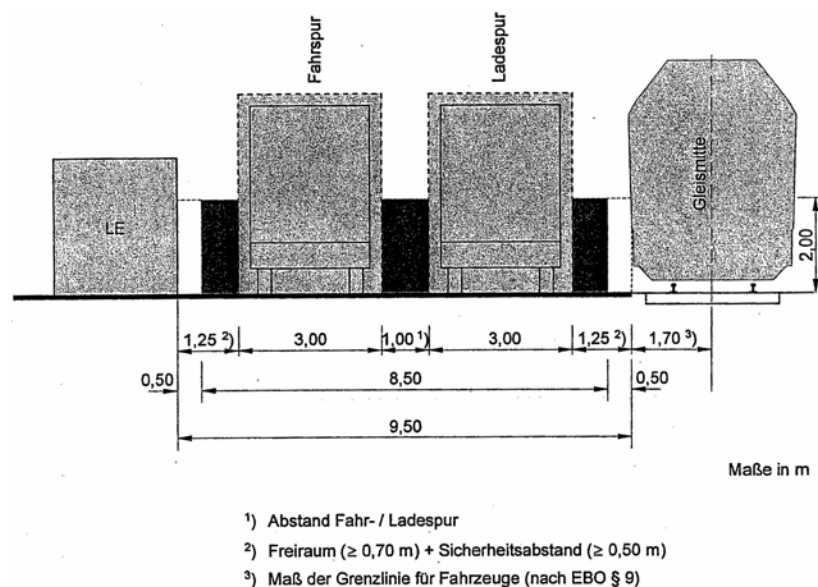


Abbildung 45: Abstände in der Ladestrasse

(Quelle: DB Netz AG)

5.7.2 Ausgestaltungsmöglichkeiten und Dimensionierung

1) Umschlagkapazität der Anlage

Die Anzahl und Länge der Umschlaggleise, die Umschlagkapazität der Geräte (Anzahl und Leistung), die Bahnbetriebsform und der Terminalbetrieb (Stand-, Fliessverfahren) bestimmen zusammen die Leistung der ganzen Anlage. Je nach Betriebskonzept ist die Gesamtkapazität, und demzufolge die Anzahl Umschlaggleise, Umschlaggeräte und deren Leistung auf eine Tagesmenge, oder auf eine Spitzenstunde auszulegen.

2) Umschlaggleise

Die Anzahl erforderlicher Gleise ergibt sich hauptsächlich aus der erwarteten Anzahl Züge, welche gleichzeitig im Terminal bedient werden sollen, und wie unter „Umschlagkapazität der Anlage“ erwähnt aus dem Zusammenspiel weiterer Komponenten.

Bei den Ladegleisen zu unterscheiden ist die betrieblich nutzbare Gleislänge (Wagenzug plus Zuglok und Abstand aus Sicherheitstechnik) und die für den Umschlag nutzbare Gleislänge. Letztere muss sich mit dem Wirkungsbereich des Umschlaggeräts decken.

3) Ladespur, Fahrspur

Im Umschlagsbereich ist im Unterschied zu den übrigen Fahrstrassen darauf zu achten, dass die Behälter nicht zu stark geneigt sind, damit die Hebewerkzeuge die Behälter greifen können. Ein maximales Quergefälle von 0.5% wird von der ÖNORM und der DB-Richtlinie empfohlen. Dieses Gefälle, zusammen mit Querrillen mit grösserem Gefälle, ergibt eine ausreichende Entwässerung. Das Gefälle im Umschlagsbereich kann auch grösser sein, wenn der Gefällsbruch in der Mitte der Abstell- resp. Ladespur ist, so dass Ladeeinheiten und Fahrzeuge horizontal liegen.

4) Umschlaggerät

Die Vielzahl an Umschlagtechnologien und Ausführungen von Umschlagsgeräten lässt keine allgemein gültigen Aussagen zu.

Für Portalkrane ist in der DB Richtlinie eine Hubhöhe von 11.80 m angegeben (zwischen Auflagefläche und Drehzapfen). Hiermit kann ein High Cube Container (ca. 2'900 mm) über 3 gestapelte High Cubes, resp. ein Sattelanhänger über zwei gestapelte High Cubes gehoben werden.

Zentrale Anforderung beim Horizontalumschlag ist die Möglichkeit den Umschlag unter dem Fahrdrabt zu ermöglichen. Entsprechend sind die Richtlinien zu Arbeiten unter dem unter Spannung stehenden Fahrdrabt zu beachten.

5) Leistungsfähigkeit Kran

Die DB Richtlinie gibt eine rechnerische Umschlagkapazität von 30 Umschlägen pro Stunde für einen Hochleistungs-Portalkran vor. Die Krankapazität eines einzelnen Krans beim Einsatz mehrerer Krane auf der selben Fahrbahn reduziert sich infolge der gegenseitigen Behinderung. Die Kapazität einer Anlage hängt nicht nur ab von der Greif-, Hub-, Bewegungs- und Absetzgeschwindigkeit des Krans ab, sondern auch von:

- Management des Fahrzeugzuflusses
- Lagermanagement

- Behälterverteilung auf den Zügen und im Lager (Notwendigkeit von Längsbewegungen des Krans)
- Notwendigkeit einer Übergabe zwischen zwei Kranen beim Einsatz mehrerer Krane
- Optimierung der nötigen Bewegungen durch erfahrenen Kranführer und Software

6) Leistungsfähigkeit andere Umschlaggeräte

Für Mobilgeräte, sowie Horizontalumschlaggeräte sind die Kapazitäten sehr unterschiedlich und deshalb mit dem jeweiligen Hersteller abzuklären. Je nach Einsatzbedingungen beträgt die Leistung zwischen 20 und maximal 30 Umschlägen pro Stunde.

7) Lagerspuren

Unter einem Portalkran wird in der Regel eine möglichst platz sparende Anordnung der Behälterlagerspuren angestrebt. Wird die Spur auch längerfristig nur für Container benutzt, so kann der Abstand zwischen den Spuren wenig mehr als die maximale Containerbreite von 8.5' (2'591 mm) betragen. Der Abstand ist für die Greifarme bei WB-Lagerung zu erweitern. Die DB Richtlinie schlägt folgende Abstände vor:

- Umschlag mit Greifzangen bei Kranen mit/ohne Pendeldämpfung: 0.70 m / 0.90 m
- Umschlag mit Spreader bei Kranen mit /ohne Pendeldämpfung: 0.50 m / 0.70 m
- Spreader mit Drehzapfen und Greifzangen können i.d.R. die Greifzangen einklappen, so dass kein zusätzlicher Abstand nötig ist.

Zu beachten ist, dass die WB in Zukunft vermehrt stapelbar werden, und entsprechend gemischt mit den Containern gelagert werden können. Somit ist der kleinere Abstand für den Umschlag mit Drehzapfen von Containern nur in Ausnahmefällen anzuwenden.

8) Sattelanhänger

Um ein mehrmaliges Umschlagen von Sattelanhängern zu vermeiden, sind Flächen im Wirkungsbereich des Umschlaggeräts vorzusehen, welche von den Zugfahrzeugen direkt angefahren werden, so dass die Anhänger ohne Beizug des Krans abgestellt werden können. Dies kann entweder auf der Ladespur, oder am Anfang/Ende der Lagerspuren erfolgen.

9) Fahrleitung im Umschlagsbereich

Nur bei Horizontalumschlag sind Fahrleitungen im Umschlagsbereich möglich. Ist aufgrund der Zuglänge und der Gleisanbindung ohnehin kein Rangieren notwendig (beispielsweise bei Linienzugskonzepten), so besteht die Möglichkeit der Schwungeinfahrt und des Wegklappens der Oberleitung (vgl. Kap. 5.5).

5.7.3 Einfluss neuer Technologien im Umschlagbereich

Die Umschlagkapazität einer Krananlage ist unter anderem stark abhängig von der Häufigkeit und Distanz von Längsverschiebewegungen. Werden mehrere Krane in einem Modul (d.h. auf demselben Krangleis) eingesetzt so muss ein Behälter unter Umständen übergeben werden. In diesem Fall kann der Einsatz einer Längsverschiebeanlage zweckmässig sein. Eine Spur unter dem Kran wird mit einer Förderanlage ausgerüstet, welche die Behälter dem jeweils anderen Kran zuarbeitet. Es ist

abzuwägen, ob die grössere Kapazität den Verzicht auf eine Spur unter dem Kran wirtschaftlich rechtfertigt. Die Wirtschaftlichkeit könnte besonders wenn auf einem Ladegleis mehrere Destinationen gleichzeitig beladen werden gegeben sein.

Horizontalumschlaggeräte können für den Umschlag unter der Fahrleitung verwendet werden. Neu entwickelte Horizontalumschlaggeräte erfüllen die Anforderungen für den Lininezugsbetrieb.

Eine Gruppe von Horizontalumschlaggeräten, welche ISO-Container, Binnencontainer und Wechselladungen - also herkömmliche Ladeeinheiten des unbegleiteten Kombinierten Verkehrs -unter der Fahrleitung umzuschlagen vermögen sind die Systeme NETHS (Tuchschmid AG) sowie Furmia RTS (Bosch Rexroth). In Abschnitt 5.4.2 sind Beispiele von Layouts für diese Horizontalumschlaggeräte dargestellt (Layout E).

Die beiden KLV-Spezialsysteme ACTS und Mobiler (verwendet im SBB Cargo Angebot „Cargo Domino“) mit horizontalem Umschlag benötigen keine Investitionen in feste Umschlaggeräte. Das Layout der in der Regel kleinen Umschlaganlage beschränkt sich deshalb auf das Ladegleis und asphaltierte Flächen seitlich, oder ganzflächig auch zwischen den Schienen. (Beispiel eines Layouts vgl. Layout F)

Das System CargoBeamer erfordert eine vollständig andere Gestaltung des Umschlagbereichs des Terminals als bei konventionellen Systemen. Eine Einbindung in ein Terminal mit Mobilgerät oder Portalkran ist nicht ohne weiteres möglich, oder nur in einem unabhängigen Anlagenteil. Ein 2-gleisiges Terminal mit insgesamt 60 Ladeplätzen beansprucht eine Fläche von ca. 54'000 m². (Details zum System und eine Situationsansicht siehe Kap. 3.2.3)

Neuere Roll-on-Roll-off Systeme wie Modalohr und Talgo-Piggy-Back benötigen gegenüber dem herkömmlichen, von der Kopfseite befahrenen Wagenzug eine befahrbare Fläche auf der ganzen seitlichen Länge des Ladegleises (Modalohr auf beiden Seiten). Die Vorteile sind: Es müssen keine Rampen gebaut werden und durch den drehbaren Wagenaufbau können alle Wagen gleichzeitig beladen werden. Diese Systeme wurden teilweise auf Grund einer erforderlichen niedrigeren Ladehöhe für den begleiteten Kombinierten Verkehr entwickelt.

Auch das Kombilifter-System erfordert nur wenige bauliche Investitionen, da nur ein Asphaltiertes Gleis erforderlich ist, wo die Wechselbehälter abgestellt werden.

Bei der Lagerbewirtschaftung mit Mobilgeräten können mit neueren Typen von Reach-Stackern, welche eine grössere Reichweite des Spreaders aufweisen, auf der gleichen Lagerfläche mehr Behälter gelagert werden (Bsp. Liebherr Reachstacker LRS 645: 6-fache Stapelung, greift auch Container in 2. Reihe auf gleicher Höhe wie 1. Reihe).

5.7.4 Folgerungen und Normierungsbedarf

Eine Norm sollte folgende Punkte enthalten:

- Wichtigste Abstände im Umschlagbereich zwischen Gleisachsen, Krananlage, Ladestrasse
- Lage und Abmessungen von Sicherheitsräumen zwischen Ladegleisen und bewegten Kranteilen

5.8 Gatebereich

5.8.1 Bestehende Grundlagen

Richtlinie der Deutschen Bahn (DS 800.06, 1.6.2004): Angaben zur platzsparenden Anordnung mehrerer Abfertigungsschalter versetzt nebeneinander und zur baulichen Ausgestaltung der Schalter.

ÖNORM: Keine Spezifikationen zu Gate oder Abfertigungsseinrichtungen, nur Angaben zu möglichen Sicherheitseinrichtungen (siehe 5.9.1)

5.8.2 Ausgestaltungsmöglichkeiten und Dimensionierung

1) Betrieb

Der betriebliche Hauptprozess am Gate ist die Erfassung und Einbuchung der Ladeeinheit bei der strassenseitigen Ankunft, beziehungsweise des unbeladenen Lkw (beim Empfang). Für die Ausgestaltung dieser Einrichtung besteht eine grosse Abhängigkeit der Anforderungen von der Betriebsart (Standverfahren/Fliessverfahren), Mengengerüst, Anlagegrösse, Automatisierungs-, Informatisierungsgrad etc, weshalb keine allgemeinen Vorgaben formuliert werden können (und sollen). Grundsätzlich werden am Gate je nach Erfordernis folgende Prozesse durchgeführt:

- Entgegennahme und Kontrolle der Frachtpapiere, Gefahrgutdokumente
- Kontrolle der Ladeeinheit auf Beschädigungen
- Identifikation der Ladeeinheit (Beschriftung/Beschilderung)
- Wägen (falls nicht im Kran integriert)
- Anweisungen an den Fahrer bezüglich Warten, zugeordnetem Standplatz auf der Ladespur (z.B. schriftlich mit Quittung, Situationsplan des Terminals)
- Warenkontrolle und Versiegelung des Behälters bei Export durch Zollbehörde

Die Abfertigungskapazität richtet sich wiederum nach der Umschlagkapazität: Das Gate soll nicht den Flaschenhals bilden.

In der Regel ermöglicht ein Schalter einem Terminalangestellten die Papiere und Informationen witterungsgeschützt mit dem Fahrer auszutauschen. Direkt nach dem Gate bei der Einfahrt ist die Erstellung einer Ausstellbucht für einige Lkw zu prüfen, wo diese kurz warten können bis der vorgesehene Platz auf der Ladespur frei ist. Dadurch kann die Ladespur von wartenden Fahrzeugen entlastet werden.

2) Sicherheitsaspekt (Security)

Der Terminal-Verkehr sollte sowohl bei der Ein- wie bei der Ausfahrt durch das Gate geführt werden. So kann kontrolliert werden, welche Fahrzeuge, Behälter und eventuell auch Fahrer im Terminal ein- und ausgehen. Da Terminalanlagen in der Regel eine grosse Längenentwicklung haben, kann es sinnvoll sein, die Ein- und Ausfahrt zu trennen. In diesem Fall sollte bei der Ausfahrt ebenso eine Kontrolleinrichtung vorhanden sein (ev. fern überwacht).

5.8.3 Einfluss neuer Technologien

Die Kontrolle der Ladeinheit erfolgt vermehrt automatisch mit Sensoren (z.B. Erkennung der Beschriftung), der Datenaustausch elektronisch (z.B. Ersatz der Frachtpapiere), was den physischen Papieraustausch erübrigt, den Abfertigungsprozess beschleunigt und somit weniger Abfertigungsschalter dafür vermehrt Erfassungseinrichtungen erforderlich sind. Es ist mit einer Platzeinsparung zu rechnen.

Die Abläufe beim Check-in inklusive der Anordnung des Warteraums (vor oder nach dem Gate) könnten sich aufgrund neuer Entwicklungen seitens der Informationstechnologie und der Sicherheitsanforderungen für Überseesendungen künftig ändern. Hierzu sind weitere Abklärungen nötig, aus welchen die optimale Ausgestaltung hervorgeht (nicht im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt).

5.8.4 Folgerungen und Normierungsbedarf

Eine Norm sollte folgende Punkte enthalten:

- Vorgänge, welche am Gate durchgeführt werden sollen
- Mögliche Einrichtungen zur Durchführung dieser Prozesse

5.9 Terminalausrüstung

5.9.1 Bestehende Grundlagen

Richtlinie der Deutschen Bahn (DS 800.06, 1.6.2004):

- Bei Mobilgeräten: Tankanlage, Waschplatte
- Vollständige Einzäunung mit Zauntoren
- Portalkrane mit Wechselsprecheinrichtungen bei Aufstieg

ÖNORM:

- Die Norm teilt Anlagen in Klassen bezüglich Sicherheitsbedürfnis gegenüber krimineller Tätigkeit ein, und schlägt jeweils Massnahmen vor:
 - Klasse 1: Schutz vor unbefugtem Zutritt, Sachbeschädigungen, Vandalismus, Gelegenheitsdiebstählen. (Zäune, Mauern, mechanische Sicherung)
 - Klasse 2: Schutz vor Einbruch und Diebstahl durch planende und entsprechend ausgerüstete Täter. Verhinderung des Eindringens von unbefugten Personen. (zusätzlich Portierdienst und Zutrittskontrolle, Fahrzeugkontrolle, Vergitterung, Einbruchmeldeanlage, Tresore, unregelmässiger Streifendienst)
 - Klasse 3: Schutz vor professionellem Einbruch, organisiertem Diebstahl grosser Warenmengen und Sabotage sowie gegen Eindringen unbefugter, gut ausgerüsteter Personen. (zusätzlich erweiterte Fahrzeugkontrolle, ständiger Sicherheitsdienst, Zutrittskontrolle mit Identifizierung/ Dokumentation / Fernüberwachung, Einbruchmeldeanlage, Überfallmeldeanlage)

5.9.2 Ausgestaltungsmöglichkeiten und Dimensionierung

Die Terminalausrüstung hat grundsätzlich keinen wesentlichen Einfluss auf die Anordnung für den Umschlag zentraler Anlageteile. Es wird an dieser Stelle lediglich auf die bei der Planung zu beachtenden Ausrüstungspunkte hingewiesen (ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- Kommunikationseinrichtungen und Telematik: Bahnbetriebsfunk, Datenübermittlung Empfang Strasse/Schiene, Disponent, Kranführer, Mobilgerätfahrer, Einweiser, Versand Strasse/Schiene, Rangierpersonal,
- Energieversorgung (Strom, verschiedene Spannungen ev. Gas)
- Treibstofftankanlage für Mobilgerät
- Werkstatt, Waschplatz für Mobilgerät
- Entsorgungsplatz / -stelle
- Beleuchtung (Kranbahn, Gate, Ladegleise, Rangiergleise, Fahrwege)
- Bahnausrüstung: Bahnstrom, Sicherungstechnik, Stellwerk, Weichenheizung
- Waagenbrücke falls nicht im Kran integriert
- Sicherungseinrichtungen zur Sicherung von Gebäuden, Anlagen und Behältern
- Sozialeinrichtungen für Personal

5.9.3 Einfluss neuer Technologien

Neue Technologien betreffen vorwiegend Informations- und Kommunikationseinrichtungen und bahntechnische Ausrüstung. Es sind keine wesentlichen Auswirkungen auf die geometrische Ausgestaltung zu erwarten.

5.9.4 Folgerungen und Normierungsbedarf

In einer Norm wären im Sinne einer Checkliste die zu berücksichtigenden Aspekte aufzulisten.

5.10 Umweltschutz, Brand- und Katastrophenschutz

5.10.1 Bestehende Grundlagen

ÖNorm: Bezüglich Brandschutz werden im Wesentlichen Hinweise auf anderweitig geltende Richtlinien gegeben. Zu Explosions- und Umweltschutz sind lediglich mögliche Gefährdungsbereiche und Verweise angegeben, jedoch keine konkreten Massnahmen.

Richtlinie der Deutschen Bahn (DS 800.06, 1.6.2004): Für den Brand und Katastrophenschutz sieht die Richtlinie ein Konzept vor, welches u.a. einen Alarmplan, einen Noftallageplan mit Angaben zu Lage und Bedienung von Notfalleinrichtungen enthält (Hydranten, Feuerwehrezufahrten, Schlauchtröge, Schieber, Oberleitungsabschaltung, Erdungseinrichtungen etc.). Es ist eine Leckagewanne vorzuhalten. Gefahrgutbehälter müssen ebenerdig, ungestapelt, von allen Seiten zugänglich und in der Nähe der Leckagewanne gelagert werden. Abwasseranlagen müssen dicht und mit Reinigungsmöglichkeit ausgebildet werden. Sammelleitungen müssen mit Absperrschiebern versehen werden.

5.10.2 Rechtliche Grundlagen in der Schweiz

In der Schweiz gibt es keine vergleichbaren Normen oder Richtlinien für KLV-Terminals wie in Österreich oder Deutschland. Die Gesetzgebung bildet jedoch eine relativ konkrete Basis für die Planungsaspekte Umwelt und Störfälle. Die relevanten Bundes-Erlasse des öffentlichen Baurechts für bauliche und betriebliche Massnahmen zum Schutz der Umwelt sind im Wesentlichen:

- Umweltschutzgesetz (USG, SR 814.0)
- Gewässerschutzgesetz (GSchG, SR 814.20)
- Natur- und Heimatschutz Gesetz (NHG, SR 421)

Folgende Verordnungen konkretisieren die Vorschriften der Gesetze:

- Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV, SR 814.011): Spezielle Verfahrensergänzung für Anlagen, die die Umwelt erheblich beeinträchtigen können.
- Störfallverordnung (StFV, SR 814.012): Sicherheitsstandards für Betriebe mit erhöhtem Risiko, ausgedrückt als Produkt von Eintretenswahrscheinlichkeit und Schadenausmass zur Beurteilung der Tragbarkeit eines Risikos.
- Luftreinhalte-Verordnung (LRV, SR 814.318.142.1): Vorschriften über Emissionsbegrenzungen bei Bauten und Anlagen, Maschinen, Lüftungsanlagen.
- Lärmschutzverordnung (LSV, SR 814.41): Normen über den konstruktiven und organisatorischen Schutz vor Lärm sowohl von der Emissions- als auch von der Immissionsseite aus; Lärmempfindlichkeitsstufen.
- Gewässerschutzverordnung (GSchV, SR 814.201): Vorschriften über die Abwasserbeseitigung, Restwassermengen, den planerischen Gewässerschutz.
- Verordnung über den Schutz der Gewässer vor wassergefährdenden Flüssigkeiten (VWF, SR 814.266.21): Vorschriften über Lager- und Tankanlagen.

Umweltverträglichkeitsprüfung:

Im Anhang zur UVPV (Stand 1. Februar 2005) ist eine abschliessende Liste mit den UVP-pflichtigen Anlagen zu finden. Demnach ist eine UVP durchzuführen für:

- Güterumschlagplätze mit mehr als 20'000 m² Lagerfläche oder
- Anlagen, die ganz oder überwiegend dem Bahnbetrieb dienen im Kostenvoranschlag von mehr als 40 Millionen Franken (ohne Sicherungsanlagen).

Die effektive Lagerfläche in einem Terminal ist allerdings schwer zuordenbar (Pufferfläche dient direkt dem Umschlag, und nicht der Lagerung). Und ob ein Terminal mit grossem Anteil Lagerfläche und Strassenfläche „überwiegend“ dem Bahnbetrieb dient ist ebenso schwierig festzustellen. Gemäss Handbuch UVP (BUWAL 1990) entscheidet im Zweifelsfall die für das massgebliche Verfahren zuständige Behörde nach Anhörung der Umweltschutzfachstelle über die UVP-Pflicht. Aufgrund der Lagergrösse oder der Bausumme, dürfte in der Regel bei einem Grossterminal (d.h. ab ca. 120'000 ITE pro Jahr) eine UVP-Pflicht bestehen. Bei kleineren Anlagen ist die UVP-Pflicht abzuklären.

Ist eine UVP durchzuführen, so wird diese in das bestehende Bewilligungsverfahren integriert. Das Handbuch UVP des BUWAL (BUWAL 1990) hat für die Durchführung Richtliniencharakter. Es enthält Hinweise, Vorgehen und Methodik sowie den erforderlichen Inhalt des Umweltverträglichkeitsberichts (UVB). In einer allfälligen UVP sind die einzelnen Projektbelange (Einrichtung, Betrieb,

Transporte, etc.) nach Umweltbereichen (Luft, Wasser, Boden etc.) zu spezifizieren. Das öffentliche Baurecht ist in der Schweiz vorwiegend kantonales und kommunales Recht, weshalb die entsprechenden Bauvorschriften zum Tragen kommen.

Störfälle:

Besteht durch den Betrieb des Terminals ein Gefährdungspotential für die Umwelt und die Bevölkerung durch Störfälle¹⁵, so fällt die Anlage unter die Störfallverordnung (StfV, SR 814.012). Im speziellen Fall gelten die StfV für Eisenbahnanlagen auf denen gefährliche Güter transportiert werden (gemäss Verordnung über den Transport im öffentlichen Verkehr (TV), Anlage 1 RSD). Darunter fallen auch Umschlagplätze mit allen dem Güterumschlag dienenden Anlagen wie Rangieranlagen, Be- und Entladevorrichtungen, Güterschuppen etc. Ein KLV-Terminal, auf welchem gefährliche Güter nach RSD/RID¹⁶ (Schiene) oder nach SDR/ADR¹⁷ (Strasse) umgeschlagen werden, fällt demzufolge unter den Geltungsbereich der StfV gemäss Art. 1 Absatz 2 StfV.

Das Handbuch III zur Störfallverordnung (BUWAL 1992) enthält Richtlinien über zu treffende Sicherheitsmassnahmen, über den Kurzbericht, der vom Inhaber des „Verkehrsweges“ (worunter auch KLV-Terminals fallen) erstellt werden muss, sowie über die Risikoermittlung und deren Prüfung und Beurteilung.

Die StfV setzt grundsätzlich auf die kontrollierte Eigenverantwortung der Anlageninhaber. D.h. der Inhaber trifft alle zur Verminderung des Risikos geeigneten Massnahmen, die „nach dem Stand der Sicherheitstechnik verfügbar und wirtschaftlich tragbar“ sind. Die Vollzugsbehörde bestimmt mittels Kurzbericht des Inhabers (enthält die getroffenen Sicherheitsmassnahmen und eine Einschätzung der Wahrscheinlichkeit eines Störfalles mit schweren Schädigungen der Bevölkerung oder der Umwelt) die Notwendigkeit einer vertieften Risikobeurteilung. Wird auf Grund der Risikoermittlung ein Risiko als „nicht tragbar“ beurteilt, so müssen zusätzliche Massnahmen ergriffen werden, oder es werden Beschränkungen auferlegt.

Sicherheitsmassnahmen können grundsätzlich in drei Gruppen eingeteilt werden:

- Massnahmen zur Herabsetzung des Gefahrenpotentials
- Massnahmen zur Verhinderung von Störfällen
- Massnahmen zur Begrenzung der Einwirkungen von Störfällen

Auf die Ausgestaltung von Terminals haben insbesondere die Massnahmen für die Einwirkungsbegrenzung einen wesentlichen Einfluss. Aber auch Massnahmen zur Herabsetzung des Gefahrenpotentials und zur Verhinderung von Störfällen, welche meist organisatorischer oder betrieblicher Natur sind, können die Ausgestaltung beeinflussen.

In Anlehnung an Kap. 3.3 Handbuch III StfV können die *baulichen* Massnahmen aus folgenden Bereichen stammen (nicht abschliessend):

¹⁵ Störfall: Ausserordentliches Ereignis in einem Betrieb oder auf einem Verkehrsweg, bei dem erhebliche Einwirkungen ausserhalb des Betriebs beziehungsweise auf dem oder ausserhalb des Verkehrswegs eintreten.

¹⁶ RSD/RID: Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit der Eisenbahn (SR 742.401.6) / Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (SR 0.741.403.1)

¹⁷ SDR/ADR: Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (SR 741.621) / Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (SR 0.741.621)

- Einhaltung der erforderlichen Sicherheitsabstände, geeignete (konfliktfreie) Linienführung und Ausbaustandard
- Einrichtungen die verhindern, dass Fahrzeuge bei einem Unfall den Strassenraum verlassen, umkippen und schwer beschädigt werden
- Entwässerungseinrichtungen in bestimmten Anlagenteilen
- Rückhalteeinrichtungen für wassergefährdende Flüssigkeiten und Einrichtungen zu deren Behandlung und Entsorgung
- Zufahrten für strassengebundene Einsatzfahrzeuge (schienegebundene Fahrzeuge sind in einem Terminal eher unzweckmässig) der Ereignisdienste für die Störfallbewältigung
- Bereitstellung der erforderlichen Einsatzmittel für Betriebswehren

Daneben seien hier noch Hinweise zu organisatorischen Massnahmen und zur Ausrüstung erwähnt (nicht abschliessend):

- Mess-, Melde und Warnanlagen, wie Zugüberwachungstelefon, Zug- und Rangierfunk, automatische Zugmeldeanlagen, Wärmedetektoren
- Einrichtungen zur Erstbekämpfung von Bränden
- Einsatzplanung in Abstimmung mit der Alarmorganisation der öffentlichen Ereignisdienste, insbesondere Alarm- und Einsatzpläne
- Durchführung von periodischen Übungen mit den öffentlichen Ereignisdiensten auf der Basis der Einsatzplanung

Gemäss der StFV werden keine detaillierten Sicherheitsmassnahmen vorgeschrieben, sondern es wird verlangt, dass die Massnahmen „dem Stand der Sicherheitstechnik“ entsprechen. Dies ist der Fall, wenn die Massnahme bei vergleichbaren Anlagen im In- und Ausland bereits erfolgreich eingesetzt wird, oder bei Versuchen mit Erfolg erprobt worden sind. Der Stand der Sicherheitstechnik umfasst also mehr als die anerkannten Regeln der Technik, die in Normen und Gesetzen festgehalten sind (oder festgehalten werden könnten).

Lärm und Landschaftsschutz:

Vorschriften bezüglich Lärm- und Lichtemissionen, sowie bezüglich Beeinträchtigung der Landschaft sind schon bei der Standortwahl zu berücksichtigen. Als wichtige Grundlage sei hier die Lärm-schutzverordnung erwähnt.

5.10.3 Ausgestaltungsmöglichkeiten und Dimensionierung

Bezüglich Wasserentsorgung, Gewässerschutz (Entwässerung, Regenrückhaltebecken), Feuer (insbesondere Brand Gefahrgut) und Havarie (Leckageplatz, Gefahrgutwanne) sind die gleich hohen Anforderungen wie ansonsten bei Verkehrswegen üblich zu erreichen. Für detaillierte Angaben sind weitere Abklärungen nötig, welche den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

5.10.4 Einfluss neuer Technologien

Die Entwicklungen in der Telematik zur Behälterüberwachung (z.B. Leckage) werden künftig vermehrt eingesetzt. Aus heutiger Sicht sind aber keine wesentlichen technischen Entwicklungen absehbar, welche die Ausgestaltung des Terminals beeinflussen.

5.10.5 Folgerungen und Normierungsbedarf

Wie oben erwähnt muss gemäss Störfallverordnung jede Anlage auf dem „Stand der Sicherheitstechnik“ sein, in der eine mögliche schwere Beeinträchtigung von Mensch und Umwelt besteht. Die Festlegung von Minimalanforderungen in einer Norm ist somit aufgrund der langen Aktualisierungsabstände nicht zweckmässig, u.U. sogar hinderlich, da eine Sicherheitskonzeption dadurch auf einem nicht mehr aktuellen Stand der Technik abgestellt würde.

Hingegen ist die Dimensionierung von Anlageteilen, welche zum Schutz der Umwelt im Normalbetrieb dienen, sinnvollerweise in einer Norm festzulegen. Da die Dimensionierung solcher Anlageteile weitere Abklärungen erfordert, und ausserdem der Einfluss auf die Anlageausgestaltung marginal ist (es handelt sich um Ausrüstung, welche situationsabhängig und frei in der Anlage platziert werden), werden im Rahmen dieser Studie keine weiteren Spezifikationen gemacht.

Folgende Aspekte sollen in einer Norm aufgenommen werden:

- Liste der zu berücksichtigenden Umweltaspekte, Störfälle und Gewässerschutz
- Lage, Behälterkapazität des Lagers für Gefahrgutbehälter
- Lärm, Lichtemissionen
- Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch Kran

6 Normierung von Terminals

6.1 Bestehende Normen

Es gilt 3 Normierungsbereiche zu unterscheiden:

- Planung, Projektierung und Ausführung der Terminalinfrastruktur
- Terminal Ausrüstung (Umschlagtechnologie, Telematik etc.)
- Betriebsprozesse und Dienstleistungen auf Terminals (inkl. Terminal Management)

Für die vorliegende Forschungsarbeit steht die Normierung in Bezug auf **Terminalinfrastrukturplanung, -projektierung und –ausführung** im Vordergrund. Für diesen Bereich bestehen auf internationaler (ISO) und europäischer Ebene (CEN) noch keine spezifischen Normen. Auf nationaler Ebene gibt es relativ umfangreiche Normen in Österreich, diese gehen jedoch auf die 80er Jahre zurück und sind teilweise veraltet. Weiter bestehen in Deutschland Richtlinien der DB Netz AG, welche aktuell sind (Juni 2004). Einzelne Grundsätze und Bestimmungen haben Normcharakter. Im Zusammenhang mit der Liberalisierung ist jedoch eine Umwandlung bahninterner „Richtlinien“ in öffentlich zugängliche und allgemeingültige Normen notwendig.

Für eine Normierung im Bereich **Terminaldienstleistungen, -prozesse und –betrieb** sind auf europäischer Ebene Vorabklärungen zu einer Standardisierung im Gange (Projekt Freight Integrator Action Plan der DG TREN). Dabei geht es nicht nur alleine um eine Normierung sondern auch um ein Benchmarking und Quality Label für Terminals. Für eine spätere Erarbeitung von Normen wäre die CEN TC 320 Transport, Logistik und Dienstleistungen (Working Group 8 Freight Terminals) zuständig. Diese Aspekte sind nicht Gegenstand des vorliegenden Berichts.

Bei der Normierung der **Terminalausrüstung** ist je nach Art der Ausrüstung der Stand der Normierung unterschiedlich. Bezüglich Umschlagtechnik ist die Normierung für den vertikalen Umschlag bereits sehr weit fortgeschritten (ISO TC 96 Cranes). Für neuere Entwicklungen für den horizontalen Umschlag bestehen noch keine Normen. Für die Normierung von Informations- und Kommunikationstechnologien werden im Rahmen der ISO TC 204 Intelligent Transport Systems und der CEN TC 278 Road Transport and Traffic Telematics (WG 12 Automatic vehicle and equipment identification) Normen erarbeitet. Diese Aspekte sind nicht Gegenstand des vorliegenden Berichts. Sie sind im VSS-Bericht 1999/256 Telematikanwendungen im Kombinierten Güterverkehr (ICM 2004) abgehandelt.

6.2 Normierungsbedarf für Terminals

Als **Grundlage für die Beurteilung des Normierungsbedarfs** sind folgende Entwicklungen und Punkte zu erwähnen:

- Es ist von einem weiteren starken weltweiten Wachstum im intermodalen Verkehr auszugehen.
- Die internationalen Güterströme zwischen den Kontinenten nehmen weiter zu (insbesondere auch Märkte China und Indien).
- Es ist mittel- und längerfristig mit erheblichen Engpässen in der europäischen Verkehrsinfrastruktur zu rechnen.

- Der KLV kann die Gütertransportbedürfnisse nachhaltiger befriedigen als der reine Strassen-transport. Es besteht deshalb das politische Ziel zur Vergrösserung des Anteils des Kombinierten Verkehrs. Dies bedarf effizienter Terminals mit geringen Kosten pro Umschlag und geringem Platzbedarf.
- Bestehende – insbesondere ältere - Terminals weisen oft eine mangelnde Qualität und Effizienz, aufgrund einer nicht optimalen räumlichen Gestaltung und daher aufwendiger Betriebsprozesse auf.
- Es ist eine zunehmende Vielfalt an KLV-Techniken (z.B. Modalohr, neue Behälter, Horizontalumschlag etc.) zu beobachten.
- Es besteht europaweit ein Bedarf nach leistungsfähigen Grossterminals.
- Es besteht ein grosser Bedarf nach Leistungssteigerungen und Verbesserungen der Umschlagsabläufe bei bestehenden Terminals.

Die Ausgestaltung der Terminals hat einen grossen Einfluss auf die Effizienz und die Qualität des Intermodalen Verkehrs und auf die Nutzungsmöglichkeiten des KLV. **Deshalb ist auf europäischer Ebene die Normierung von Terminals grundsätzlich wichtig.**

Der **Normierungsbedarf in der Schweiz** ist grundsätzlich dann gegeben, wenn spezifische CH-Bedingungen zu berücksichtigen sind oder auf europäischer Ebene noch keine Normen absehbar sind. Solche spezifischen Bedingungen sind¹⁸:

- hohe Priorität der Flächenbedienung
- stärkerer Bedarf nach effizienten kleineren und mittleren Terminals mit möglichst geringem Landverbrauch (geringe Flächenverfügbarkeit und schwierige Topographie in der Schweiz)
- Ermöglichung des Einsatzes von Technologien, welche auch auf kurzen und mittleren Distanzen (80 bis 300 km) wirtschaftlich eingesetzt werden können
- Hohe Ressourcenproduktivität gefordert
- Zahlreiche Schnittstellen Normal-/Schmalspur (mit Umschlagbedarf Bahn/Bahn)

Die bestehenden VSS-Normen und die Richtlinien der Bahnen decken terminalspezifische Anforderungen nur teilweise oder überhaupt nicht ab. Im VSS Forschungsauftrag „Heutige und künftige Transportketten im Güterverkehr: Analyse und Normierungsbedarf“ (Rapp AG 2002) wird der Schwerpunkt der Normierungsbestrebungen auf europäischer und internationaler Ebene in den Bereichen Qualitäts- und Leistungsstandards, Intermodale Transportsysteme und Verkehrstelematik gesehen. Auf nationaler Ebene wird ein Normierungsbedarf für allgemeine Planungsgrundlagen und die feste Infrastruktur ausgemacht.

Damit ist der Normierungsbedarf auf Ebene Schweiz grundsätzlich gegeben. Wenn später eine europäische Norm vorbereitet wird, kann die Schweiz ihre Erfahrungen und Interessen einbringen. Die Normierungsarbeiten können in jedem Fall genutzt werden.

¹⁸ Gelten auch für andere Länder mit ähnlichen Strukturen und Rahmenbedingungen (z.B. Österreich)

6.3 Anforderungen an eine Norm

Generell soll die Norm zur Erreichung folgender Ziele ausgelegt sein:

- Harmonisierung der Ausgestaltung von Terminals (Vereinheitlichung Anlagen auch zur Vereinfachung für den Benutzer)
- Gewährleistung der Interoperabilität
- Liberalisierung der Beschaffung von Dienstleistungen im Zusammenhang mit der Planung und Realisierung von Terminals

Im Speziellen werden folgende Anforderungen an eine Norm gestellt:

- Eine Norm soll grundsätzliche Zusammenhänge, Anforderungen und Kriterien für die Terminalplanung aufzeigen (auch Schnittstellen zu Betriebsprozessen und Terminalausrüstung).
- Eine Norm soll Dimensionierungsgrundsätze nach dem neusten Stand der Technik aufzeigen.
- Eine Norm soll zum Denken anregen und nicht zum „Kopieren“!

6.4 Vorschlag eines Normierungskonzepts für KLV-Anlagen

Die Norm soll die bestehenden Normen und Vorschriften mit terminalspezifischen Aspekten ergänzen. Es dürfen keine Wiederholungen anderer Normen enthalten sein, sondern entsprechende Verweise. Jedoch soll eine neue Norm (oder Normengruppe) erarbeitet werden, welche speziell den Bereich Terminals betrifft. Die neue Norm muss folgende Hauptbereiche abdecken:

- Grundlagen für die Planung und Projektierung von Terminals für den Kombinierten Ladungsverkehr
- Planung und Projektierung von Terminals für den begleiteten Kombinierten Ladungsverkehr
- Planung und Projektierung des Wasserstrassenanschlusses bei Terminals des Kombinierten Ladungsverkehrs
- Dimensionierung von Terminals des Kombinierten Ladungsverkehrs
- Bau und Ausführung von Terminals des Kombinierten Verkehrs

Die Normierung kann entweder in einer einzelnen Norm oder aber in einer Normengruppe erfolgen. In Tabelle 23 sind Vor- und Nachteile der beiden Variante aufgeführt.

	Vorteile	Nachteile
Einzelnorm	<ul style="list-style-type: none">▪ Ein einziges, übersichtliches Dokument▪ benutzerfreundlich für Leser▪ Inhaltliche Kohärenz gewährleistet	<ul style="list-style-type: none">▪ zeitverzögerte Einführung wegen weiterem Forschungsbedarf (begleiteter KLV, Wasserstrassenanschluss, etc.)▪ sehr umfangreiches Dokument
Normengruppe	<ul style="list-style-type: none">▪ stufenweise Einführung möglich (1. Grundlagennorm mit Ausgestaltung)▪ Norm Grundlagen/Ausgestaltung bereits in Kürze erhältlich▪ Einfach ergänzbar und erweiterbar um weitere Themenfelder	<ul style="list-style-type: none">▪ Abgrenzung des Inhalts zum Teil schwierig▪ Konsistenz schwierig zu gewährleisten

Tabelle 23: Einzelnorm versus Normengruppe

Wird bei der Normenausarbeitung besonders stark auf die Flexibilität und Fristen geachtet, so ist die Variante Normengruppe vorzuziehen. Die erste Norm kann basierend auf der vorliegenden Forschungsarbeit und der entwickelten Normstruktur relativ rasch realisiert werden.

Wesentliches Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung von Ausgestaltungsgrundsätzen und Richtlinien für die Layout-Planung von KLV-Terminals. Aus der Analyse bestehender Terminals, der technischen Entwicklung im KLV und dem Terminalbedarf ist jedoch neben der Ausgestaltung noch weiterer Normierungsbedarf hervorgegangen. Einen möglichen Aufbau einer Normengruppe für Anlagen des KLV basierend auf der vorliegenden Analyse zeigt nachfolgende Tabelle.

SN	Titel	Inhalt
SN 671 XX1	Planung und Projektierung von Terminals für den (unbegleiteten) Kombinierten Ladungsverkehr: Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planungsgrundlagen und -kriterien ▪ Grundsätze der Standortplanung ▪ Grundsätze der Ausgestaltung des Anlagenlayouts ▪ Ausgestaltung von Anlageteilen ▪ Hinweise zu Nachhaltigkeitsaspekten
SN 671 XX2	Planung und Projektierung von Terminals für den Kombinierten Ladungsverkehr: Dimensionierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Details zur Bestimmung von Kapazität und Dimensionen einzelner Anlageteile
SN 671 XX3	Planung und Projektierung von Terminals für den Kombinierten Ladungsverkehr: ROLA-Terminals	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spezifische Elemente und Dimensionierung von Anlagen für die Rollende Landstrasse
SN 671 XX4	Planung und Projektierung von Terminals für den Kombinierten Ladungsverkehr: Wasserstrassenanschluss	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spezifische Elemente und Dimensionierung von Anlagen für Binnenschiffahrtsanschluss
SN 671 XX5	Planung und Projektierung von Terminals für den (unbegleiteten) Kombinierten Ladungsverkehr: Spezifische Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umwelt-, Brand- und Katastrophenschutz ▪ Safety und Security ▪ weiteres
SN 671 XX6	Bau und Ausführung von Terminals für den Kombinierten Ladungsverkehr	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bauliche Ausführungsdetails

Tabelle 24: Vorschlag einer Normengruppe für Anlagen des KLV

Basierend auf der vorliegenden Studie wurde eine Normstruktur für die Ausgestaltung von KLV-Anlagen des unbegleiteten Kombinierten Verkehrs erstellt (Anhang 6). Der Grundlagen-Teil der Norm enthält auch eine Übersicht über die Begriffe des KLV, soweit diese nicht im Glossar des

öffentlichen Verkehrs im Anhang zur VSS-Norm SN 671 201 (Entwurf, VSS März 2005) definiert werden.

7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

7.1 Schlussfolgerungen

Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit wurden folgende Themen bearbeitet:

- Analyse der heutigen KLV-Terminals (Infrastruktur und Equipment)
- Analyse der technischen Entwicklungen im KLV (inkl. Auswirkungen auf die Ausgestaltung)
- Terminalstandorte und –bedarf in der Schweiz
- Ausgestaltungsmöglichkeiten und Dimensionierung von KLV-Terminals
- Bestehende Normen und Normierungsbestrebungen in der Terminalplanung
- Normierungsbedarf und Normierungskonzept (inkl. Inhaltsstruktur einer Norm).

Aus den Abklärungen können folgende wesentlichen Erkenntnisse und Schlussfolgerungen gezogen werden:

Analyse der heutigen KLV-Terminals (Infrastruktur und Equipment)

- Terminals sind wichtige Schnittstellen in intermodalen Transportketten und haben einen wesentlichen Einfluss auf die Qualität und die Kosten der gesamten Transportkette. Die Abläufe an Terminals und das Zusammenspiel der Akteure ist komplex.
- Neben dem eigentlichen Umschlag ergeben sich auch aus dem Behälterservice, aus den Speditionsleistungen, Distributionsleistungen und dem Güterservice spezifische Anforderungen an die geometrische Ausgestaltung. Einen wesentlichen Einfluss auf den Terminallayout können auch die Funktion eines Terminals (hub, end of pipe), die verschiedenen Bahnbetriebsformen und die Umschlagtechnik (vertikal, horizontal) haben.
- Wesentliche Probleme an heutigen (insbesondere älteren) Terminals sind: hoher Rangieraufwand für die Gleisbedienung, schlechte Erreichbarkeit, lange Wartezeiten für Vor- und Nachlauftransporteure, Platzmangel für die Behälterlagerung und den Ausbau von Terminals, nicht effiziente terminalinterne Abläufe, unbefriedigendes Informations-, Kommunikations- und Schadensmanagement. Zahlreiche der bestehenden Anlagen genügen den heutigen Ansprüchen nicht mehr.

Analyse der technischen Entwicklungen im KLV (inkl. Auswirkungen auf die Ausgestaltung)

- Einen wesentlichen Einfluss auf die Ausgestaltung von Terminals haben folgende Entwicklungen: Entwicklung der Abmessungen der Ladeeinheiten und ihrer Stapelbarkeit, Umschlagtechnik und Automatisierung, Lagersysteme, neue Bahnbetriebskonzepte und Ausrüstung mit Telematik. Der grösste Einfluss darf von der Umschlagtechnik (Horizontalumschlag) und von neuen Bahnbetriebskonzepten erwartet werden.
- Diese Entwicklungen beeinflussen die Abläufe an den Terminals, den Flächenbedarf der Anlagenteile sowie der Verkehrs- und Manövriertflächen. Neue Anlagen müssen die möglichen Entwicklungen berücksichtigen und flexibel sein.

Terminalstandorte und –bedarf in der Schweiz

- In der Schweiz bestehen heute ca. 19 Terminals für den klassische Kombinierten Ladungsverkehr Strasse/Schiene, welche sich vor allem auf den Raum Basel, Aarau und Zürich konzentrieren (8 Terminals). Im nahen Ausland bestehen weitere wichtige Terminals in Singen, Busto Arsizio und Wolfurt. Weiter bestehen an Ortsgüteranlagen oder Anschlussgleisen noch zahlreiche Klein-Terminals für den nicht-klassischen Kombinierten Verkehr (ACTS, Cargo Domino, etc.).

- Aufgrund der Mengenentwicklungen im KLV sind in der Schweiz weitere Umschlagkapazitäten erforderlich, welche durch eine Erweiterung bestehender und neue Anlagen bereitgestellt werden können. 2 grössere leistungsfähige Terminals für den klassischen KLV sind in Basel und Zürich geplant. Weitere Kleinterminals für Cargo Domino, ACTS an bestehenden Ortsgüteranlagen sollen das KLV-Netz ergänzen. Wichtig für diese Terminals ist eine hohe Flexibilität bezüglich Bahnbetriebskonzepte und angebotener Dienstleistungen.

Ausgestaltungsmöglichkeiten und Dimensionierung von KLV-Terminals

- Für die Wirtschaftlichkeit eines Terminals spielt neben der Ausgestaltung auch der Standort eine zentrale Rolle. Für die Standortplanung und -evaluation wurde ein Set von 13 Makrostandortkriterien und 21 Mikrostandortkriterien entwickelt welche die relevanten Standortanforderungen für Terminals abdecken.
- Für die Ausgestaltung von Terminals sind folgende Aspekte wesentlich: Transportkonzept, Mengen, Technologie, Rahmenbedingungen und Zusatzdienstleistungen. Die zentralen Anforderungen an die Ausgestaltung von Terminals lassen sich prozessweise aufzeigen und entwickeln. Aus den Prozessen lassen sich auch die notwendigen Anlagenelemente ableiten.
- Für das Terminallayout sind die wesentlichen Merkmale: Anteil Schiene-Schiene / Schiene-Strasse-Umschlag, umgeschlagene Behältertypen, Bahnbetrieb, Umschlagverfahren, Umschlagtechnik, längerfristiges Behälterlager zusätzlich zu Pufferlager. Entsprechend der Merkmale wurden beispielhaft 6 verschiedene Layoutmöglichkeiten und auch der Einfluss neuer Technologien dargestellt. Wesentlich sind eine effiziente Abwicklung der Terminalprozesse und eine hohe Flexibilität der Anlage bezüglich möglicher künftiger Entwicklungen.
- Für die verschiedenen Anlagenteile (Gleisanlagen, Strassenanbindung, Umschlag- und Lagerbereich, Gatebereich, Terminalausrüstung, etc.) wurden die Grundlagen und Ausgestaltungsmöglichkeiten aufgezeigt. Die Planung und Projektierung der Bahn- und Strassenanlagen ist bereits zu einem grossen Teil in bestehenden Vorschriften (Regelwerk Technik Eisenbahn) und Normen (VSS) abgedeckt. Es gilt jedoch für die terminalspezifischen Aspekte Grundsätze und Anforderungen zu entwickeln und in eine Norm zu integrieren. Solche terminalspezifischen Aspekte sind beispielsweise: Abmessungen von Fahr- und Ladespuren, Abstände zwischen Gleisachsen, Krananlagen und Ladestrassen, Abstellplätze, Ausgestaltung Gatebereich, Sicherheitsabstände, Umweltaspekte etc.

Bestehende Normen und Normierungsbestrebungen in der Terminalplanung

- Für die vorliegende Forschungsarbeit steht die Normierung in Bezug auf Terminalinfrastrukturplanung, -projektierung und -ausführung im Vordergrund. Für diesen Bereich bestehen auf internationaler (ISO) und europäischer Ebene (CEN) noch keine spezifischen Normen. Auf nationaler Ebene gibt es relativ umfangreiche Normen in Österreich, diese gehen jedoch auf die 80er Jahre zurück und sind teilweise veraltet. Weiter bestehen in Deutschland Richtlinien der DB Netz AG, welche aktuell sind (Juni 2004). Einzelne Grundsätze und Bestimmungen haben Normcharakter. Im Zusammenhang mit der Liberalisierung ist jedoch eine Umwandlung bahnterner „Richtlinien“ in offizielle Vorschriften oder Normen notwendig.

Normierungsbedarf und Normierungskonzept (inkl. Inhaltsstruktur einer Norm).

- Der Normierungsbedarf in der Schweiz ist aufgrund folgender CH-spezifischen Bedingungen gegeben: Hohe Priorität der Flächenbedienung, stärkerer Bedarf nach effizienten kleineren und mittleren Terminals mit möglichst geringem Landverbrauch (geringe Flächenverfügbarkeit und schwierige Topographie in der Schweiz), Ermöglichung des Einsatzes von Technologien, welche auch auf kurzen und mittleren Distanzen (80 bis 300 km) wirtschaftlich eingesetzt werden können, hohe Ressourcenproduktivität gefordert, zahlreiche Schnittstellen Normal-/Schmalspur.

- Die bestehenden VSS-Normen und die Richtlinien der Bahnen decken terminalspezifische Anforderungen nur teilweise oder überhaupt nicht ab. Damit ist der Normierungsbedarf auf Ebene Schweiz grundsätzlich gegeben. Wenn später eine europäische Norm vorbereitet wird, kann die Schweiz ihre Erfahrungen und Interessen einbringen. Die Normierungsarbeiten können in jedem Fall genutzt werden.

7.2 Empfehlungen zur Normierung für Terminals im Kombinierten Ladungsverkehr

Wir schlagen vor, auf Schweizerischer Ebene folgende Normengruppe für Terminals für den Kombinierten Verkehr zu entwickeln und umzusetzen:

SN	Titel	Inhalt
SN 671 XX1	Planung und Projektierung von Terminals für den (unbegleiteten) Kombinierten Ladungsverkehr: Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> Planungsgrundlagen und -kriterien Grundsätze der Standortplanung Grundsätze der Ausgestaltung des Anlagenlayouts Ausgestaltung von Anlageteilen Hinweise zu Nachhaltigkeitsaspekten
SN 671 XX2	Planung und Projektierung von Terminals für den Kombinierten Ladungsverkehr: Dimensionierung	<ul style="list-style-type: none"> Details zur Bestimmung von Kapazität und Dimensionen einzelner Anlageteile
SN 671 XX3	Planung und Projektierung von Terminals für den Kombinierten Ladungsverkehr: ROLA-Terminals	<ul style="list-style-type: none"> Spezifische Elemente und Dimensionierung von Anlagen für die Rollende Landstrasse
SN 671 XX4	Planung und Projektierung von Terminals für den Kombinierten Ladungsverkehr: Wasserstrassenanschluss	<ul style="list-style-type: none"> Spezifische Elemente und Dimensionierung von Anlagen für Binnenschiffahrtsanschluss
SN 671 XX5	Planung und Projektierung von Terminals für den (unbegleiteten) Kombinierten Ladungsverkehr: Spezifische Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> Umwelt-, Brand- und Katastrophenschutz Safety und Security weiteres
SN 671 XX6	Bau und Ausführung von Terminals für den Kombinierten Ladungsverkehr	<ul style="list-style-type: none"> Bauliche Ausführungsdetails

Sollte in den nächsten Jahren auf internationaler und europäischer Ebene Normierungsarbeiten aufgenommen werden, kann die Schweiz ihre Erfahrungen, Anforderungen und Normierungsvorschläge einbringen.

7.3 Empfehlungen zu weiteren Forschungsarbeiten im Zusammenhang mit Terminals

Während den Recherchen zu den einzelnen Anlageteilen wurden verschiedentlich Lücken ausgemacht, welche mit weitergehenden Abklärungen zu schliessen sind, um eine vollständige Normengruppe entwerfen zu können. Ein Teil der angesprochenen Aspekte wurde in dieser Untersuchung auch bewusst noch nicht untersucht.

Bei folgenden Themen besteht Forschungsbedarf im Bereich Ausgestaltung von Terminals:

Erforderliche Abklärungen	Begründung
(1) Vertiefung und Konkretisierung von Aspekten des Umwelt-, Brand- und Katastrophenschutzes	Im Zusammenhang mit der Nachhaltigkeitsdiskussion haben diese Aspekte seit Auftragserteilung (2002) stark an Bedeutung gewonnen. Sie beeinflussen auch stark die Wirtschaftlichkeit von Terminals.
(2) Safety and Security Anforderungen und Ausrüstungen (inkl. Ausgestaltung des Gatebereichs)	Steigende Anforderungen vor dem Hintergrund des Terrorismus mit Einfluss auf Ausrüstung und Betrieb von Terminals; besonders im Exportverkehr veränderte Rahmenbedingungen (Überlastung Seehäfen, Sicherheitsanforderungen).
(3) Ausgestaltung von Anlagen des begleiteten Kombinierten Verkehrs (RoLa)	In der vorliegenden Untersuchung bewusst nicht vertieft untersucht.
(4) Bau und Ausführung von KLV-Anlagen	In der vorliegenden Untersuchung bewusst nicht vertieft untersucht.
(5) Wasserstrassenanschluss	In der vorliegenden Untersuchung bewusst nicht vertieft untersucht.

Rapp Trans AG

IVT ETHZ

Martin Ruesch

Jost Wichser

Zürich, 30.6.2005/ 60.040.0

60.040-001

Anhang 1: Glossar

- ACTS: Fahrzeuggebundene horizontale Umschlagtechnik für Wechselbehälter im Kombinierten Verkehr Strasse/Schiene, bei welcher der Wechselbehälter vom Strassenfahrzeug mit einem Haken oder Kettengerät auf den ausgedrehten Drehrahmen des Bahnwagens geschoben wird.
- ANHÄNGER: Jedes zum Anhängen an ein Kraftfahrzeug bestimmte motorlose Fahrzeug für den Güterverkehr, ausgenommen Sattelanhänger.
- ANSCHLUSSGLEIS: Gleisverbindung zwischen dem Eisenbahnnetz eines Bahninfrastrukturbetreibers und einer Ladestelle eines Güterverladens sowie Gleisladebereich selbst (im Besitze des Verladens oder einer Gemeinschaft von Verladern).
- AUS- UND EINFAHRGLEIS: Gleisanlage zwischen der Bahnhauptstrecke und dem Ladegleis. Güterzüge werden beim Versand/Empfang auf diesen Gleisen gebildet, umgebildet oder aufgelöst.
- AUSZIEHGLEIS: Gleiskörper zum Ausziehen von Zügen am Bahnhof.
- BEGLEITETER KOMBINIERTER VERKEHR: Beförderung eines von seinem Fahrer begleiteten Kraftfahrzeuges mit einem anderen Verkehrsträger (z.B. Fähre oder Bahn).
- BEREITSTELLUNGSZEIT: Zeitpunkt, zu welcher Ladeeinheiten des Kombinierten Verkehrs am Terminal zum Abholen bereit stehen.
- BINNENCONTAINER: Container, der den UIC Normen entspricht und im Kombinierten Verkehr Strasse/Schiene eingesetzt werden kann.
- CONTAINER: Grundbegriff für einen Behälter, der für den Gütertransport verwendet wird, stabil genug für wiederholte Benutzung, normalerweise stapelbar und mit Elementen für den Umschlag zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern ausgestattet ist.
- CONTAINERTRAGWAGEN: Eisenbahnwagen für den Transport von Containern und Wechselbehältern.
- DIREKTZUG: Zug, welcher ohne Zwischenhalt von einem Punkt im Schienennetz an einen anderen Punkt im Schienennetz fährt, wobei die Zuglänge und Zusammensetzung variabel ist.
- ECKBESCHLÄGE: Genormte Befestigungspunkte an Containern für das Umschlaggerät und die Eckverriegelung.
- ECKVERRIEGELUNG: Genormte Befestigungsnocken auf Fahrzeugen für die gesicherte Beförderung von intermodalen Transporteinheiten.
- EMPFÄNGER: Die Person, die zur Abnahme der Güter berechtigt ist.
- FRACHTFÜHRER: Die Person, die für den Gütertransport verantwortlich ist und ihn entweder selbst durchführt oder durch andere durchführen lässt.

- **GANZZUG:** Direktzug mit einheitlichem Rollmaterial. Im eigentlichen Sinne vom Absender gebildeter Durchgangsgüterzug, der geschlossen bis zum Empfänger verkehrt. Er besteht meist nur aus Wagen mit einem bestimmten Massengut (z.B. Behälter des Kombinierten Verkehrs).
- **GATEWAY:** Anlage, in welcher Ladeeinheiten des Kombinierten Ladungsverkehrs zwischen verschiedenen Zügen umgeschlagen werden (Schiene/Schiene), z.B. zwischen Ferngüterzügen sowie zwischen Fern- und Nahgüterzügen. Reine Gatewayterminals mit ausschliesslich Schiene/Schiene Umschlag sind jedoch selten.
- **GABELSTAPLER:** Fahrzeug mit mobiler Frontgabel für das Aufheben, Bewegen oder Stapeln von Paletten, Containern und Wechselbehältern, wobei die beiden letzteren normalerweise leer sind.
- **GREIFSTAPLER, REACHSTACKER:** Traktorfahrzeug mit mobilem Fronthebegerät (Spreader) für das Bewegen oder Stapeln von intermodalen Transporteinheiten.
- **GÜTERVERKEHRSZENTRUM:** Industrie- und –gewerbegebiet mit bester Verkehrsanbindung, die speziell zur Ansiedlung güterverkehrsintensiver Unternehmungen wie Speditionen und Kurierdienste ausgewiesen wird. Idealerweise ist sie Umschlagspunkt zwischen verschiedenen Verkehrsträgern im Güterverkehr. (engl. freight village).
- **GÜTERVERTEILZENTRUM (HUB):** Ein Knotenpunkt für das Sammeln, Sortieren, Umschlagen und Verteilen von Gütern für eine bestimmte Region.
- **HUCKEPACK VERKEHR:** Transportform im kombinierten Verkehr, bei der ein beladenes oder leeres Fahrzeug auf einem anderen Fahrzeug befördert wird (Schiene–Strasse).
- **INTERMODALE TRANSPORTEINHEIT (ITE/ITU/UTI):** Container, Wechselbehälter und Sattelanhänger, die für den intermodalen Verkehr geeignet sind.
- **INTERMODALER TRANSPORT:** Transport von Gütern auf verschiedenen Verkehrsträgern, wobei der Einzelumschlag der Ladung entfällt, da die Ladung in intermodalen Transporteinheiten (Container, Wechselbehälter und Sattelanhänger, die für den intermodalen Verkehr geeignet sind) befördert werden.
- **ISO-CONTAINER:** Güterbehälter, welcher zum Zeitpunkt seiner Fertigung alle relevanten ISO-Container-Standards berücksichtigt.
- **KLEINBEHÄLTER:** Behälter, der maximal der Hälfte eines 7.45 m langen Norm-Containers entspricht und im intermodalen Verkehr eingesetzt werden kann.
- **KOMBINIERTER LADUNGSVERKEHR (KLV):** Transport von Gütern auf verschiedenen Verkehrsträgern, wobei der Einzelumschlag der Ladung entfällt, da die Ladung in Gütertransporteinheiten (Container, Wechselbehälter, Sattelanhänger) befördert wird.
- **KOMBINIERTER VERKEHR:** Intermodaler Verkehr, bei dem der grösste Teil der Strecke auf der Schiene, mit Binnen- oder Seeschiffen abgewickelt wird und der Vor- und Nachlauf auf der Strasse so kurz wie möglich gehalten wird.

- LADEEINHEIT: Gutmenge, die beim Güterumschlag als geschlossenes Ganzes behandelt werden kann. Die Ladeeinheit ergibt sich entweder aus der Natur des Gutes (z.B. grosse Maschine) oder wird durch Zusammenfügung (Verpackung) bzw. durch Verwendung von Containern, Paletten usw. gebildet.
- LADEGLEIS: Gleis, auf dem der Güterumschlag vom Eisenbahnwagen auf die Umladestelle bzw. auf das Strassenfahrzeug und umgekehrt erfolgt.
- LADESCHLUSSZEIT: Späteste Ankunftszeit einer Ladeeinheit in einem Terminal, so dass die Ladeeinheit noch auf den fahrplanmässigen Zug umgeschlagen werden kann.
- LADESPUR: Verkehrsfläche im Terminal für Lastwagen beim Umschlag der Ladeeinheit.
- LADESTRASSE: Strasse unter der Kranbahn des Portalkrans oder im Einzugsbereich des mobilen Umschlaggeräts, welche der Zufahrt der Kraftfahrzeuge zum Umschlagspunkt dient. Mit Vorteil ist die Ladestrasse zweispurig ausgebildet aus Ladespur und Fahrspur, damit die Kraftfahrzeuge ungehindert zu- und wegfahren können.
- LAGERSPUR: Abstellfläche für Ladeeinheiten in einem Terminal.
- LASTZUG: Kraftfahrzeug mit einem Anhänger gekuppelt.
- LICHTRAUMPROFIL: Begrenzungslinie des zu einem Fahrweg gehörenden lichten Raumes. Dieser Lichtraum ist für die Durchfahrt von Fahrzeugen freizuhalten und muss daher immer größer sein als die Fahrzeugumgrenzung, bauliche Anlagen oder Gegenstände dürfen nicht hineinragen. Das Lichtraumprofil kann von einem stehenden Fahrzeug ausgehend unter Berücksichtigung von Bogenradius und Sicherheitszuschlägen definiert werden oder von einem bewegten Fahrzeug aus unter Berücksichtigung von Fahrzeugausschlägen (Radreifenabnutzung, Achswiengenspiel, seitliche Ausschläge, Federungseigenschaften) als kinematisches Lichtraumprofil definiert werden.
- LINIENZUG: Betriebskonzept im kombinierten Ladungsverkehr, bei dem eine fixe Zugseinheit nach Fahrplan auf einer vorgegebenen Linie verkehrt und an den Haltepunkten (Güterumschlagterminals) beladen/entladen wird.
- LOGISTIK: Planung, Ausführung und Kontrolle von Warenbewegungen innerhalb eines Systems, inkl. den dazugehörigen Operationen, um bestimmte Ziele zu erreichen.
- MOBILER: Ein LKW-basiertes Horizontal-Umschlagsystem für speziell dafür eingerichtete Container (18, 25 und 32 t) mit geringen Ansprüchen an die Schieneninfrastruktur.
- MOBILGERÄT: Fahrzeug mit Hebevorrichtung zum Verschieben und stapeln von intermodalen Transporteinheiten. z.B. Greifstapler oder Gabelstapler.
- NIEDERFLURWAGEN: Eisenbahnwaggons mit durchgehend tiefer Ladefläche zur Aufnahme von Kraftfahrzeugen.
- PORTALKRAN: Hebegerät für den Vertikalumschlag, das die Ladespuren (Ladestrasse und Lade Gleis) durch ein auf seitlichen Stützen montiertes Portal überbrückt. Diese Stützfüße können

auf Schienen oder mittels Reifen üblicherweise auf einem begrenzten Raum bewegt werden. Die Ladung kann in den 3 Dimensionen der Höhe, Breite und Länge nach bewegt werden.

- RANGIERBAHNHOF: Bahnbetriebsanlage, die der Zerlegung und Bildung von Güterzügen im Wagenladungsverkehr dient.
- RID: Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter
- ROLLENDE LANDSTRASSE (RoLa): Beförderung von kompletten Fahrzeugen auf Zügen unter Verwendung von Niederflurwagen mit durchgehenden Ladeflächen, wobei die Roll-on-Roll-off Technik benutzt wird.
- ROLL-ON-ROLL-OFF: Auf- oder Abladen eines Kraftfahrzeuges, eines Eisenbahnwagens oder intermodalen Transporteinheiten unter Verwendung der eigenen Räder oder von Rädern, die für diesen Zweck unterstellt werden.
- SATTELANHÄNGER: Ein motorloses Fahrzeug für den Güterverkehr, das dazu bestimmt ist, so an ein Sattelzugfahrzeug angekuppelt zu werden, dass ein wesentlicher Teil seines Gewichtes und seiner Ladung von diesem Kraftfahrzeug getragen wird. Sattelanhänger werden als intermodale Transporteinheiten im Kombinierten Ladungsverkehr eingesetzt.
- SHUTTLEZUG: Feste Wagenkomposition, die periodisch zwischen zwei Terminals nach Fahrplan und ohne Zwischenstopps hin- und herpendelt.
- SPEDITEUR: Unternehmen, welches für die Organisation und Planung von Transporten verantwortlich ist.
- SPREADER: Adapter, der es ermöglicht, eine intermodale Transporteinheit hochzuheben, entweder von oben durch Einhaken an den oberen Eckbeschlägen der Container oder von unten durch Hebearme, welche die intermodale Transporteinheit an der Unterseite aufheben.
- STRADDLE CARRIER: Hebegerät auf Gummireifen für den Vertikalumschlag, das Bewegen oder Stapeln von Containern auf einer ebenen und befestigten Fläche.
- TASCHENWAGEN: Eisenbahnwaggon mit tief liegender Tasche zur Aufnahme der Achsaggregate eines Sattelanhängers.
- TERMINAL: Ein für den Umschlag und die Lagerung von intermodalen Transportbehältern ausgerüsteter Knotenpunkt des Kombinierten Ladungsverkehrs, auch als Umschlagbahnhof bezeichnet.
- TEU (Twenty-foot Equivalent Unit): Zwanzig-Fuß-äquivalente-Einheit. Eine statistische Hilfsgrösse auf der Basis eines 20-Fuß ISO-Containers zur Beschreibung von Verkehrsvolumen und -kapazitäten.
- UNBEGLEITETER KOMBINIERTER VERKEHR (UKV): Beförderung eines von seinem Fahrer nicht begleiteten Kraftfahrzeuges oder einer intermodalen Transporteinheit mit einem anderen Verkehrsträger (z.B. Fähre oder Bahn).

- UMSCHLAG: Wechsel von intermodalen Transporteinheiten von einem Verkehrsmittel auf ein anderes.
- VERLADER: Versender oder Empfänger eines Transportgutes
- WECHSELBEHÄLTER: Ein für den Gütertransport bestimmter Behälter, der im Hinblick auf die Abmessungen von Strassenfahrzeugen optimiert wurde und mit Greifkanten für den Umschlag zwischen den Verkehrsmitteln, in der Regel Strasse–Schiene, ausgestattet ist.

Quellen:

- OCDE - Economic Commission for Europe, New York and Geneva, 2001
- Heutige und künftige Transportketten im Güterverkehr, VSS 1999/255 (21/00), Anhang A
- Quelle: Fachwörterbuch Schnellbahnen, Dornier + INRETS (Hrsg.), 1993
- VSS EK 8.04: Glossar Fachbegriffe Güterverkehr, Stand 29.1.2005

Anhang 2: Grundlagen- und Quellverzeichnis

- Bukold S. (1996). Kombiniertes Verkehr Schiene/Strasse in Europa. Eine vergleichende Studie zur Transformation von Gütertransportsystemen. Frankfurt a.M. 1996
- BUWAL (1990). Handbuch Umweltverträglichkeitsprüfung. Bern. September 1990
- BUWAL (1992). Handbuch III zur Störfallverordnung StfV. Richtlinien für Verkehrswege. Bern. Dezember 1992
- Deutsche Bundesbahn (1992). Bahnanlagen Entwerfen – Güterverkehrsanlagen. Gültig vom 1. April 1992. München. 1991
- DB Netz AG (2004). Richtlinien 800.06. Netzinfrastruktur Technik entwerfen; Bauliche Anlagen des Kombinierten Verkehrs. Gültig ab 1.6.2004.
- COST 339 (2002). Small Containers. Final Report of the Action. EUR 20367. Brussels, 2002
- Dasen S. (1998). Gütertransportmittel. Vorlesungskapitel H5. Prof. H. Brändli. ETH Zürich. Zürich.
- Ebeling Klaus (2003). Security in Intermodal Transport. European Intermodal Association. Maritime and Security Expo & Conference Hamburg 1. /2. October 2003
- EU/COST (2003). COST 339. Small Containers. Final Report.
- Herry Max (2001). Transportpreise und Transportkosten der verschiedenen Verkehrsträger im Güterverkehr. Verkehr und Infrastruktur Nr. 14. Wien. Dezember 2001
- ICM Intermodal Concepts & Management AG, Guha AG (2004). Telematikanwendungen im Kombinierten Verkehr. VSS 1999-256. Juli 2004
- IDIOMA (2002). Innovative Distribution with Intermodal Freight Operation in Metropolitan Areas. Final Report. 2002
- IMPRED (1999). Improvement of Pre- and Endhaulage. Final Report for Publication. 1999
- IMPULSE (1997). IMPULSE-Project. Operating Forms for Network Modes. Deliverable D4. Brussels. 1997
- InHoTra (2002). Bericht D3. Report on Common Methodology about the assessment for horizontal transshipment technologies. 2002.
- INFORM GmbH (2004). Produkteinformation INFORM GmbH. Gefunden am 18.3.2004 auf www.inform-ac.com
- IQ (2000). Intermodal Quality. Summary Report and other deliverables. Hamburg. 2000
- Lemper B. (2003). Containerschiffahrt und Welthandel – eine Symbiose. ISL, Bremen.

- Nestler Steffen (1995). Untersuchungen zu Terminalkonzepten im Kombinierten Ladungsverkehr. Diplomarbeit. Technische Universität Dresden. Dresden. Juli 1995
- OCDE (2001). Economic Commission for Europe. New York and Geneva. 2001
- ÖNORM (1985). B 4920. Güterumschlagsanlagen Planung. Wien. Juni 1985
- Ossberger M. (2001). Kombiniertes Verkehr als Rettung des Schienengüterverkehrs. Diplomarbeit 2001. Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen, Technische Universität Wien. Wien. 2001
- PLATFORM (1999). Computer controlled freight platforms for a time-tabled rail transport system. 4. EU-Rahmenprogramm.
- Rangosch S. (1991). Güterverkehrsanlagen. Vorlesungskapitel K3, Prof. H. Brändli, ETH Zürich. Mai 1991
- RAPP AG/ ETH IVT (2001a). EU-Projekt IDIOMA Testregion Zürich. Teilprojekt 1: Combibox System. Ausgestaltung und Ergebnisse des Demonstrationsprojektes. 24.7.2001. (vertraulich)
- RAPP AG/ ETH IVT (2001b). EU-Projekt IDIOMA Testregion Zürich. Teilprojekt 2: Innovative Horizontalumschlagtechnik. Ausgestaltung und Ergebnisse des Demonstrationsprojektes. 13.8.2001. (vertraulich)
- RAPP AG/ ETH IVT (2001c). EU-Projekt IDIOMA Testregion Zürich. Teilprojekt 3: Innovative Systemintegration intermodaler Transporttechnologien. August 2001. (vertraulich)
- RAPP AG (1996). Umschlagbahnhof Singen für den Kombinierten Ladungsverkehr. Studie und Projekt. Termini SA/Hupac. Chiasso. 1992 – 1996
- Rapp AG (1998). Standortvergleich „Gatewayterminal“ im Kanton Zürich. Zürich. 1998
- Rapp AG (2002a). Heutige und künftige Transportketten im Güterverkehr: Analyse und Normierungsbedarf. Forschungsauftrag 21/00 (Aramis-Nummer VSS 1999/255). Bern. 2002
- Rapp AG (2002b). Vertiefung und Aktualisierung der Standortevaluation Gatewayterminal Zürich. Zürich. März 2002
- Rapp AG (2002c). Nachfrageanalysen KV Terminalstandorte Schweiz. SBB Cargo – Strategische Planung. Zürich. August 2002
- Rapp Trans AG (2005). Vor- und Nachlauf im Kombinierten Ladungsverkehr. Bericht SVI 1999/329. Zürich. 2005
- Rudel u. Taylor (1999). European Sea Transport and Intermodalism. NFP 41 Bericht B8.
- Ruesch Martin et al. (2000). Bericht B2. Standort- und Transportkonzepte für den Kombinierten Ladungsverkehr. Verlagerungspotentiale und Umsetzungsstrategie für den Im-

port- / Export- und Binnenverkehr. NFP 41 Verkehr und Umwelt. Bern. 2000

Runge Wolf-Rüdiger (2002). Vorlesung „Transporttechnologie II“ Teil C. Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel. Fachbereich Transport und Verkehr. Braunschweig. 15.12.2002

VSS (2004). Aktuelle Fassungen des Normenwerks. Schweizerischer Verband der Strassen und Verkehrsfachleute. 2004.

VSS (2005). Entwurf SN 671 201, Anhang. Glossar. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute. 21.1.2005.

Steffen Roman (2002). Systemanalyse verschiedener Umschlagtechniken im intermodalen Güterverkehr. Semesterarbeit 01/02. IVT ETHZ. Zürich. Januar 2002

Studiengesellschaft für den Kombinierten Verkehr. Webseite www.sgkv.de. und direkte Informationen. Frankfurt a. Main.

Süddeutsche Consultants (2004). Intermodal - Technologien für den Umschlag Strasse/Schiene. 1. Auflage. Augsburg. November 2004.

Terminet (2000). Towards a new generation of networks and terminals for multimodal freight transport. Final Report. 2000.

UVEK (2000). Leitbild Strassenverkehrstelematik (Leitbild SVT-CH 2010). ASTRA, Bundesamt für Strassen. Bern. 2000

U.S. Customs and Border Protection (2004). Customs-Trade Partnership Against Terrorism. Washington.

Wichser Jost, Dasen S., Kammacher P., SBB (1996). Kombiniertes Güterverkehr. Vorlesungskapitel B8. Prof. H. Brändli. ETH Zürich. April 1996

Anhang 3: Übersicht Terminal

Bundesamt für Strassen/VSS Forschung 1998/199: Ausgestaltung von Terminals für den Kombinierten Ladungsverkehr

Anhang 3

Übersicht Terminal

Stand 22.3.2004

Terminal	Betreiber	Telefon	Internet	Öffnungszeiten	Umschlagsmöglichkeiten Lagerung						Umschlaggeräte Geleise		Landestr.	Zufahr Kapazität			Weiters							
					Mobiler/ACTS	Wechselbehälter	Sattelaufleger	Grosscontainer	Gefahrengut (RID)	Max. Bruttogew.	nein	ja, auch langfristig		ja, aber nur kurzfristig	Portalkran (Anzahl)	Portalkran (Kranbahnlänge)	mobiles Umschlaggerät (Anzahl)	Geleise (Anzahl)	Nutzlänge Geleise Max (Meter)	Ladestrasse (Anzahl)	Ladestrasse Max (Nutzlänge)	Nationalstrasse (km entfernt)	Kantonsstrasse	Fläche (m2)
Schweiz																								
Aarau CT	Hupac Intermodal SA	062 823 03 32	www.hupac.ch	Mo-Fr 07-19	x	x	x	x	40	x			6	300	2	300	1	50000	30	26100	x			
Basel Kleinh/Conteba	Conteba	061 639 51 51	www.conteba.ch	Mo-Fr 06-18 (ev.Sa)				x	40	x		1	170	5	3	170	1	12000	100U/h	51	60000	x	R,K	
Basel Kleinh/Rhenus Alpina	Rhenus Alpina	061 639 34 60	www.rhenusalpina.ch	Mo-Fr 05-21 (ev.Sa)				x	35			1	200	1	4	250	1				55000	x		
Basel SBB CT	SBB Cargo, Hupac	0512 29 25 12	www.hupac.ch	Mo-Fr 07-12, 12.45-18.30	x	x	x	x	40	x		1	240	3	5	230	3	27500	180TEU/h	40	24200	x		
Bern CT	SBB Cargo	0512 20 21 60	www.sbbcargo.ch	Mo-Fr 07-12, 13-17			x	x	40		x	1	80	1	1	150	1	1085	3w/h	40	261	x		
Birrfeld CT	Bertschi AG	062 767 67 00	www.bertschi.com	Mo-Fr 05-22	x	x	x	x	35	x		5	120	3	3	275	2	40000	33U/h	40	30000	x	Re	x
Birsfelden Hafen	Ultra Brag	061 639 72 00	www.ultra-brag.ch	Mo-Fr 05-21			x	x	50	x		1	125	2	2	125	x			600		x		
DHL Freight (Buchs SG)	Danzas	081 755 12 61	www.danzas.ch	Mo-Fr 7.30-12, 13.30-17.30	x	x	x	x	60	x		-	1	4	1		1			60	1000		S	x
Buchs SG CT	SBB Cargo	0512 28 73 10	www.sbbcargo.ch	Mo-Fr 7-12,13.30-17	x	x	x	x	31		x	1	60	1	2	95	1	34000		40	3250	x	R	x
Madenazzo	Stisa SA	091 858 14 31	www.stisa.ch	Mo-Fr 07.30-17.30			x	x	40		x	1	65	1	4	2	3			20		x		
Chavornay	PESA	024 442 99 99	www.pesa-chavornay.ch	Mo-Fr 07-12,13-17			x	x	38		x	1	150	1	2	150	1	2000		38		x		
Chiasso CT	Hupac Intermodal SA	0512 27 98 94	www.hupac.ch	Mo-Fr 07-12,14-18	x	x	x	x	40	x		1	50	1	2	150	3	10000	5w/h	40	549	x		
Dietlikon	SBB Cargo	01 740 80 04	www.sbbcargo.ch	Mo-Fr 07-21	x	x	x	x	40	x		1	150	1	2	250	2			48		x		
Embrach Embraport CT	Zürcher Freilager AG	01 865 27 22		Mo-Fr 07.30-17.30	x	x	x	x	64	x		2	60	-	1	60	1	2420		64	200	x	B/E	x
Ems Werk CT	Ems Chemie AG	081 632 73 09	www.emschem.com	Mo-Fr 07-16	x	x	x	x	32	x		2	200	2	2	200	2			32				
Fehraltorf	Schütz AG	01 954 11 49	www.schuetz-fehraltorf.ch	Mo-Fr 06.30-17 (ev.22)	x	x	x	x	40	x		1	2	2	150	2	2			40				
Frankendorf-Füllinsdorf	Container-Depot AG	061 906 45 45	www.condep.ch	Mo-Fr 07.30-12,13-17			x				x	1	250	2	3	250	1	38000					R	
Frauenfeld	Die Post	052 728 56 40	www.post.ch	Mo-Fr 0-24	x	x			16		x	1	210	-	4	210							R	
Genève CT	CTG-AMT	022 343 04 12	www.ctg-amt.ch	Mo-Fr 07.30-12,13-17	x	x	x	x	40	x		2	2	2	215		<1	10000	20U/h	45	78300	x	R	x
Landquart	SBB Cargo	0512 28 65 31	www.sbbcargo.ch	Mo-Fr 06.45-16	x	x	x	x	40	x		2	100	1	3	200	1			40				
Landquart	Cargo Rail RhB	0812 882 304	www.rhb.ch/gueter	Mo-Fr 02.45-17	x	x	x	x	25		x	2	33	2	3		0			29	2800		R	x
Langenthal	SBB Cargo	062 922 54 20	www.sbbcargo.ch	Mo-Fr 03.00-20.00				x	40	x		1	30		2	200	1			40				
Lugano-Veduggio CT	Hupac Intermodal SA		www.hupac.ch														20000	48U/h	40	18967	x			
Lugano-Veduggio CT	SBB Cargo	091 605 18 00	www.sbbcargo.ch	Mo-Fr 07.30-11.50,13.30-17.20	x	x	x	x	40	x		1	100		1	350	2	20000	5w/h	40	434	x		
Luzern CT	SBB Cargo	0512 27 30 71	www.sbbcargo.ch	Mo-Fr 07-11.45, 13.30-18.30	x	x	x	x	25	x		1	90		2	100	1	400	4TEU/h	30	40	x		
Martigny-Bourq CT	Port-franc de Martigny	027 722 73 33	www.port-franc-martigny.ch	Mo-Fr 07-12,13-17	x	x	x	x	35	x			1		1	200	2	9700		35		x		
Mendrisio	Magazzini Generali	091 647 14 22		Mo-Fr 07.45-17.45			x	x	30	x		1		1	4	300	2	300				x		
Niederglatt CT	Container-Depot AG	01 850 52 32	www.condep.ch	Mo-Fr 07.30-12,13-17	x	x	x	x	34	x		1	250	1	3	222	1	34000		34		x	R,K,V	
Renes VD CT	SBB Cargo	0512 24 41 61	www.sbbcargo.ch	Mo-Fr 7-12,13.30-17.30	x	x	x	x	40	x		1	80	1	3	168	1	1200	12TEU/h	40	584			
Rothrist	Giezendanner Transport AG	062 785 70 70	www.giezendanner-rothrist.ch	Mo-Fr 06-19	x	x	x	x	35	x		1	200	1	2	200	1	5000	10/h	44	6500	x	Re,R,B/E	x
Samedan	Cargo Rail RhB	0812 885 290	www.rhb.ch/gueter		x	x	x	x	30			1		4	4		x			30				
Schaffhausen	SBB Cargo	0512 23 45 55	www.sbbcargo.ch	Mo-Fr 7-16	x	x		x	40	x		1	65	2	1	105	1	65		40	2200	x	B/E	x
Sion	SBB Cargo	027 329 21 01	www.sbbcargo.ch	Mo-Fr 8-17.30	x	x	x	x	25	x		1	55		1	212	1			25				
Solothurn	SBB Cargo	0512 26 98 30	www.sbbcargo.ch	Mo-Fr 8-12,13.30-16.30				x	20	x		1	x		1	180				20				
Visp	Bertschi AG	027 948 55 04	www.bertschi.com	Mo-Fr 7-12, 13-16.30	x	x	x	x	34	x		1	90		1	90	1			34				
Wiler Cargodrome	Wiler Terminal + Logistik AG	032 666 36 00	www.cargodrome.ch		x	x	x	x	40	x		1	245					30000	35U/h	40		x	R,V,B/E	
Wil SG	SBB Cargo	0512 28 22 25	www.sbbcargo.ch	Mo-Fr 05-16.30	x	x		x	20	x		1	8		3	130	2			12	3500	x		x
Zürich HB CT	TERZAG Terminal AG	0512 22 51 01		Mo-Fr 07-17	x	x	x	x	40		x			3	2	350	3			30		(x)		
Ausland																								
UBF Basel-Weil a.Rhein	DB Netz AG	061 639 66 10		Mo-Fr 6.30-18.40 Sa 7-11	x	x	x	x	41	x		2	500		6	500	2			125000		x		
Singen	Terminal Singen TSG	0049773187900	www.hupac.ch								x	4	690	1			1	50000	90U/h	41	40000			
Container Center (Weil/Rhe Wolfurt)	Rheinhafen-Gesell. Rhein	004976219775	www.rheinhafen-weil.de	Mo-Fr 06.30-19 (ev.Sa)				x	36	x		1	120	1	1	200	1			48	20000	x		

Quelle:
- Anhang B1 des Berichts "Standort- und Transportkonzepte für den Kombinierten Ladungsverkehr" (27.07.2000)
- SBB Cargo (19.02.2002)
- Telefoninterviews mit einigen Betreibern vom 08.04.03-25.04.03

B/E ... Be- und Entladen
S ... Spedition/Transportorganisation
Re ... Reinigung
R ... Reperatur
K ... Kühlcontainer möglich
V ... Verkauf, Vermietung

Anhang 4: Übersicht Probleme Terminal aus Telefoninterviews

Frage	Landquart (Cargo Rail RhB)	Embraport, Embrach (Zürcher Freilager AG)	Buchs SG CT (SBB Cargo)	Buchs SG (DHL Danzas)	Wil SG (SBB Cargo)	Schaffhausen (SBB Cargo)	Frauenfeld (Die Post)	Birrfeld CT (Bertschi AG)	Rothrist (Giezendanner Transport)
Anteile LKW der angelieferten Transporte	15% Solofahrzeuge 35% Anhängerzüge 50% Sattelaufleger	30% LKW unter 3.5 Tonnen	70% Solofahrzeuge 30% Sattelaufleger	100% Solofahrzeuge	keine Antwort	70% Solofahrzeuge 30% Sattelaufleger	noch keine privaten Spediteure	100% Sattelaufleger	10% Anhängerzüge 90% Sattelaufleger
Relationen, welche vom Terminal aus bedient werden	RhB - Netz in Graubünden	Nordhäfen (Le Havre, Antwerpen, Bremen, Rotterdam, Hamburg) und Schweiz	Netz SBB Cargo	Netz SBB Cargo	Netz SBB Cargo	Netz SBB Cargo >Ganzzüge: Sissach, Glattbrugg, Erstfeld, Ottelfingen	> St.Gallen, Lanquart/Chur > Paketpostzentren: Daillens, Härkingen, Bern und Zürich Mülligen	> Köln, Antwerpen, Busto Arsizio, (Skandinavien)/Hamburg, Österreich	> Köln
Anteil der Umschläge in %	15% Schiene/Schiene 85% Schiene/Strasse (ohne Post)	100% Schiene/Strasse	2% Schiene/Schiene 98% Schiene/Strasse	50% Schiene/Schiene 50% Schiene/Strasse	100% Schiene/Strasse	100% Schiene/Strasse	100% Schiene/Schiene	100% Schiene/Strasse	100% Schiene/Strasse
Gleisanbindung	einseitig	einseitig	einseitig	einseitig	zweiseitig	zweiseitig und einseitig	einseitig	einseitig	einseitig
Anzahl Spediteure	Regelmässig: 2	ca. 25	Regelmässig: 3	Regelmässig: 2	Regelmässig: 1	Regelmässig: 3-4	noch keine privaten Spediteure	Terminal bis anhin nur intern benutzt	Terminal vor allem intern benutzt
Dokumentabwicklung	Papier/Email	Papier/Email	Papier/Telefon	elektronisch	Papier/elektronisch	Papier/elektronisch	elektronisch (zur Kontrolle Fax)	Papier/elektronisch	Papier
Benachrichtigung der Spediteure bei Zugverspätung	ja, via Telefon	nein, ev. SBB benachrichtigt Spediteur	ja, via Telefon	ja, via Telefon	ja, via Telefon oder SMS	ja, via Telefon	noch keine privaten Spediteure	ja, via Telefon	Fax/Mail
Wird Terminal über Zugverspätung anvisiert	ja, bahninterne Kommunikation	nein	ja, bahninterne Kommunikation	ja	ja, bahninterne Kommunikation	ja, bahninterne Kommunikation	ja, Funk	ja, Fax & Mail	ja
Aufenthaltszeit der LKW im Terminal	2-60 min	bis 60 Minuten (abhängig von Bahn)	5-10 Minuten	10 Minuten	keine	20 Minuten	noch keine privaten Spediteure	minim	10 Minuten
Check-IN für LKW?	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja, vorhanden	nein	ja
LKW am Check-In disponiert?	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja, vorhanden	ja	ja
Steuerung vom LKW-Zufluss?	nein	möglich	nein	nein	nein	ja	ja, vorhanden	ja	ja
Zufahrtszeitpunkt an LKW vorgegeben?	ja, aber Probleme	nein	regelmässige Transporte gemäss Programm	nein	nein	ja	noch keine privaten Spediteure	ja	nein
Kommunikation mit Bahnunternehmung	Intern	Telefon, Persönlich	Telefon	Telefon	Internet/Fax/Telefon	Internet/Telefon	Funk	Mail/Fax/Telefon	Telefon
Kommunikation mit Spediteur?	Telefon	Telefon, Email	Telefon	Email	Telefon	Telefon	noch keine privaten Spediteure	Telefon	Telefon
weitere Verkehrstelematik-instrumente	Rhb intern (Erfassen Güterverkehr)	nein	nein	Speditionsprogramm Danzas intern	nein	nein	Elektronische Datenübermittlung mit Transponder/Lesegerät: Behältererfassung	auf Wunsch: Satellitenüberwachung der Ladeeinheit	nein
Verkehrstelematik in naher Zukunft?	nein	möglich (bei Bedürfnis)	keine Antwort	keine Antwort	nein	keine Antwort	nein	nein	ja, Überwachung Tankcontainer
Probleme beim Terminal?	Platzmangel	Kommunikationsprobleme zwischen KLV-Partner	Hebehöhe des Kran (Behälter auf High Cube-Behältern)	Kapazitätsgrenze	keine	keine Probleme, da Behälteraufkommen klein und genügend Platz	> zwei Krane auf gleicher Kranbahn schränken Betrieb massiv ein > kein Abstellgleis vorhanden	> Gleislängen > nötiger Platz für Erweiterungen ist nicht vorhanden > Schadenmanagement bei Behältern ist unbefriedigend gelöst	> Unpünktlichkeit der Bahn (und somit Qualitätsprobleme)
Probleme zwischen Terminal und Spedieur	Anvisierung (vor allem mit dem Ausland)	späte Anvisierung durch Spediteur (resultiert Wartezeit)	kein Antwort	keine Antwort	keine	keine	noch keine privaten Spediteure	kein	kein Angaben
Stau am Terminal?	selten	nie	selten	nie	nie	nie	nie	häufig	häufig: 15-30min
Terminalzufahrt?	ideal (durch Industriegebiet)	schon vorgekommen	nie	nie	nie	nie	nie	nie (ausser Probleme mit Barrengangpass)	nie
Probleme des KLV	Verschiedene Systeme der Bahngesellschaften (Kommunikation)	> Leistungserbringung der Bahn (Desinteresse der Bahn an KLV-Transporten) > zu schwaches Aufkommen	> Infrastruktur beim Empfänger nicht optimal (Rampen nicht containertauglich) > grosser regionaler Einfluss des Strassentransportgewerbe > Wirtschaftlich ideal für Terminal wäre ein grosser Einzugsbereich. Konflikt mit Sinn des KLV und Transportkosten	> vorhandene Kapazität ist zu klein > Infrastruktur vor allem der ausländischen Bahnen > Auslastungen wie im reinen Strassentransport sind kaum möglich (schwierigere Distribution der Fahrten/Bahälter)	keine	> auf kürzeren Distanzen (< 100-150km) ist der KLV gegenüber dem reinen Strassentransport nicht konkurrenzfähig	keine Antwort	> auf kurzen Distanzen ist der KLV nicht konkurrenzfähig > Flexibilität in der KLV-Kette fehlt (vor allem wegen noch Monopolstellung der Bahn)	> Preispolitik der Bahn (Transportangebote sind zu teuer) > Qualität der Pünktlichkeit > Probleme mit ausländischen Bahnen (vorallem Richtung Süden)
Normierungsbedarf?	> Kommunikation unter den Akteuren des KLV > Umschlagplatz mit doppelter Funktion: Terminal, Umschlag EWL-Verkehr	> Behälter, Fahrzeuge und Rollmaterial > Kommunikation unter den Partnern	> Standardisierung relativ gut > Kranbahnlänge > Anzahl Geleise unter der Kranbahn	> Kommunikation unter den Partnern (zu viele Insellösungen) > Klar definiertes Güterverkehrsnetz	kein Bedarf	Anschlussgleise vorschreiben/fördern	Nutzlast	> verschiedene Stromsysteme in den Ländern > Eckhöhe in Tunnels vereinheitlichen	kein unmittelbarer Normierungsbedarf
Massnahmen zur Verbesserung des KLV?	WB/Container fördern (auf Kosten des EWL), da einfacher in der Handhabung	> Funktionierende Ausrüstung und Kommunikation	> Umdecken beim Versender (KLV statt reiner Strassentransport) > LSVA erhöhen	> dichtes Netz von Terminals	keine	> Zentrale Stelle für Distribution von Bahn und LKW (Auslastung erhöhen)	Massensendungen vermehrt auf die Bahn bringen (hier kann Vorteil ausgespielt werden)	> Ab/Zulieferung einfach und unkompliziert / Angebot aus einer Hand	> LSVA für Vor/Nachlauf abschaffen > grössere Behälter
Plan der Anlage vorhanden?	nein	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	ja

- Quelle: Telefoninterviews vom 08.04.03- 25.04.03

60.040.0 VSS-Terminalnormierung, uebersicht probleme.xls, ste, 25.04.03

Anhang 5: Probleme beim Terminal zusammengetragen aus Untersuchungen

Grau hinterlegt: allgemeines KLV-Problem, nicht terminalspezifisch

Literatur Quelle	Hindernis, Problem oder Konflikt	Mögliche Ursache	Art							Potentielle Wirkung						Ort (KLV)		Involvierte Akteure	Betroffene Akteure	Bemerkungen
			rechtlich	politisch	organisatorisch	institutionell	technisch Betriebsmittel	technisch Infrastruktur	wirtschaftlich	Preis/ Kosten	Zuverlässigkeit / Pünktlichkeit	Laufzeit	Kapazität	Sicherheit	Erreichbarkeit / Flächenbedienug	Terminal	Transportkette allgemein			
IMPRED State-of-the-Art Pre- and Endhaulage WP1, D1. p. 59, 60	<ul style="list-style-type: none"> Grosser Andrang an den Terminals mit langen Wartezeiten wirkt sich auf die Effizienz, Produktivität und die Kosten aus 	<ul style="list-style-type: none"> Spitzen bei Zugsankünften Lieferzeiten der Verlader 			x		x		x	x	x	x			x		<ul style="list-style-type: none"> Terminal-Betreiber Versender und Empfänger 	<ul style="list-style-type: none"> Strassen-Transporteure Kombiverkehrs-Gesellschaften 		
	<ul style="list-style-type: none"> Beschränkte und unkoordinierte Öffnungszeiten der Terminals sowie bei Sendern/ Empfängern erschweren den Betrieb 	<ul style="list-style-type: none"> mangelndes privates Interesse 		(x)	x	x	x		x	x	x	x	(x)		x		<ul style="list-style-type: none"> Terminal-Betreiber 	<ul style="list-style-type: none"> Strassen-Transporteure Strassen-Transporteure Kombiverkehrs-Gesellschaften 		
	<ul style="list-style-type: none"> Lange Wartezeiten beim Anliefern und Abholen von Behältern an den Terminals Kein Spielraum bei der Planung, schlechte Koordination 	<ul style="list-style-type: none"> Spitzen bei Zugsankünften Lieferzeiten der Verlader 			x	x	x		x	x	x	(x)		x		<ul style="list-style-type: none"> Terminal-Betreiber 	<ul style="list-style-type: none"> Bahn-Gesellschaften Strassen-Transporteure Kombi-Verkehrs-Gesellschaften 			
	<ul style="list-style-type: none"> Unpünktliche Züge führen zu langen Wartezeiten (tote Zeit) an den Terminals 	<ul style="list-style-type: none"> überlastetes Schienennetz Personenverkehr hat Vorrang 			x	x			x	x		x			x		<ul style="list-style-type: none"> Bahn-Gesellschaften 	<ul style="list-style-type: none"> Kombiverkehrs-Gesellschaften Strassen-Transporteure Terminal-Betreiber 	vgl. auch Literatur TransCare	

Literatur Quelle	Hindernis, Problem oder Konflikt	Mögliche Ursache	Art							Potentielle Wirkung					Ort (KLV)		Involvierte Akteure	Betroffene Akteure	Bemerkungen	
			rechtlich	politisch	organisatorisch	institutionell	technisch Betriebsmittel	technisch Infrastruktur	wirtschaftlich	Preis/ Kosten	Zuverlässigkeit / Pünktlichkeit	Laufzeit	Kapazität	Sicherheit	Erreichbarkeit / Flächenbedienug	Terminal				Transportkette allgemein
	<ul style="list-style-type: none"> Schlechter Service der Bahngesellschaften: zu wenig Züge an die falschen Destinationen 	<ul style="list-style-type: none"> Monopolstellung der Bahngesellschaften, kaum Wettbewerb 			x	x				x								<ul style="list-style-type: none"> Bahn-Gesellschaften 	<ul style="list-style-type: none"> Kombiverkehrs-Gesellschaften Strassen-Transporteure Versender und Empfänger 	
IMPULSE D4 Operating Forms for Network Modes p. 11	<ul style="list-style-type: none"> Abfahrt und Ankunft der Züge ist fahrplangebunden, Terminalbetreiber können keinen Einfluss nehmen. Für wartende Züge sind Korridore nötig. 	<ul style="list-style-type: none"> technisch nicht anders zu lösen. 			x											x		<ul style="list-style-type: none"> Bahn-Gesellschaften Verantwortliche aus Politik 	<ul style="list-style-type: none"> Kombiverkehrs-Gesellschaften Terminal-Betreiber 	
	<ul style="list-style-type: none"> Sind die Ladegleise in den Terminals kürzer als die Züge, müssen diese entsprechend verkürzt werden (Zusatzaufwand) 	<ul style="list-style-type: none"> verbesserte Technologien (Traktionsmittel) und Infrastruktur verbesserte Sicherheitstechnik 			x					x	x					x		<ul style="list-style-type: none"> Terminal-Betreiber Kombiverkehrs-Gesellschaften 	<ul style="list-style-type: none"> Terminal-Betreiber Bahn-Gesellschaften 	
	<ul style="list-style-type: none"> Grosse Volumen müssen vor Ankunft der ersten Züge durch den Terminal geschleust werden, knappe Kapazitäten und hoher Zeitaufwand 	<ul style="list-style-type: none"> unterschiedliche Gütermengen, die nur schwer planbar sind Lieferzeiten Verlader 			x					x	x					x		<ul style="list-style-type: none"> Versender und Empfänger 	<ul style="list-style-type: none"> Terminal-Betreiber Strassen-Transporteure 	

Literatur Quelle	Hindernis, Problem oder Konflikt	Mögliche Ursache	Art							Potentielle Wirkung					Ort (KLV)		Involvierte Akteure	Betroffene Akteure	Bemerkungen
			rechtlich	politisch	organisatorisch	institutionell	technisch Betriebsmittel	technisch Infrastruktur	wirtschaftlich	Preis/ Kosten	Zuverlässigkeit / Pünktlichkeit	Laufzeit	Kapazität	Sicherheit	Erreichbarkeit / Flächenbedienug	Terminal			
	<ul style="list-style-type: none"> Steht nicht genügend Raum zur Verfügung, wird die Lagerung von Behältern schwierig, der Zeitbedarf erhöht sich 	<ul style="list-style-type: none"> stetig wachsende der Güterverkehrsm engen 							x	x		x			x		<ul style="list-style-type: none"> Terminal-Betreiber 	<ul style="list-style-type: none"> Terminal-Betreiber 	
	<ul style="list-style-type: none"> Die Zusammenarbeit verschiedener Partner wie Transportunternehmen und Terminalbetreiber erschweren die Abläufe im KLV. 	<ul style="list-style-type: none"> Struktur des Kombinierten Verkehrs als komplexe Transportform 			x										x		<ul style="list-style-type: none"> Kombiverkehrs-Gesellschaften Bahn-Gesellschaften Strassen-Transporteure Terminal-Betreiber 	<ul style="list-style-type: none"> Kombiverkehrs-Gesellschaften Bahn-Gesellschaften Strassen-Transporteure Terminal-Betreiber 	
	<ul style="list-style-type: none"> Die subventionierten KLV Transporte (inkl. Infrastruktur) widerspiegeln die effektiven Kosten nicht. Es besteht wenig Wettbewerb. 	<ul style="list-style-type: none"> Die Informationen sind mangelhaft. KLV als komplexe Transportform ist Vertrauenssache 	x	x		x			x							x	<ul style="list-style-type: none"> Verantwortliche aus Politik Wirtschaftsverbände Bahn-gesellschaften 	<ul style="list-style-type: none"> Terminal-betreiber Kombiverkehrs-Gesellschaften 	

Literatur Quelle	Hindernis, Problem oder Konflikt	Mögliche Ursache	Art							Potentielle Wirkung						Ort (KLV)		Involvierte Akteure	Betroffene Akteure	Bemerkungen
			rechtlich	politisch	organisatorisch	institutionell	technisch Betriebsmittel	technisch Infrastruktur	wirtschaftlich	Preis/ Kosten	Zuverlässigkeit / Pünktlichkeit	Laufzeit	Kapazität	Sicherheit	Erreichbarkeit / Flächenbedienug	Terminal	Transportkette allgemein			
	<ul style="list-style-type: none"> Im Bereich der Ladegleise (Terminal) sind keine Fahrleitungen vorhanden, Züge werden mit Dieselloks eingeschoben, rangieren ist zeitlich aufwendig 	<ul style="list-style-type: none"> technisch nicht anders zu lösen, freier Zugang des Krans zu den Bahnwagen notwendig. 					x	x		x		x				x		<ul style="list-style-type: none"> Terminalbetreiber 	<ul style="list-style-type: none"> Bahn-gesellschaften Terminalbetreiber 	
	<ul style="list-style-type: none"> Die Kosten im Vor- und Nachlauf zur Bedienung der Kunden sind abhängig von der Effizienz und Auslastung der Terminals. Unpaarige Güterströme sind problematisch. 	<ul style="list-style-type: none"> mangelhafte Planung der Touren in Vor- und Nachlauf fehlende Kommunikationssysteme 			x			(x)		x						x		<ul style="list-style-type: none"> Kombiverkehrsgesellschaften Bahn-gesellschaften Terminalbetreiber Strassen-Transporteure Versender und Empfänger 	<ul style="list-style-type: none"> Strassen-Transporteure Terminalbetreiber 	
	<ul style="list-style-type: none"> Betriebszeiten der Terminals sind den Zugfahrplänen und der Kundennachfrage angepasst. Folglich steigen die Betriebskosten. 				x		x		x	x						x		<ul style="list-style-type: none"> Kombiverkehrsgesellschaften Bahn-gesellschaften Versender und Empfänger 	<ul style="list-style-type: none"> Strassen-Transporteure Terminalbetreiber 	

Literatur Quelle	Hindernis, Problem oder Konflikt	Mögliche Ursache	Art							Potentielle Wirkung					Ort (KLV)		Involvierte Akteure	Betroffene Akteure	Bemerkungen	
			rechtlich	politisch	organisatorisch	institutionell	technisch Betriebsmittel	technisch Infrastruktur	wirtschaftlich	Preis/ Kosten	Zuverlässigkeit / Pünktlichkeit	Laufzeit	Kapazität	Sicherheit	Erreichbarkeit / Flächenbedienug	Terminal				Transportkette allgemein
TransCare	<ul style="list-style-type: none"> Die Abfertigung der Papiere ist mit unterschiedlichem (Zeit-) Aufwand verbunden (Binnen- bzw. grenzüberschreitender Verkehr) 	<ul style="list-style-type: none"> 	x		x					x	x		x			x		<ul style="list-style-type: none"> Kombiverkehrsgesellschaften 	<ul style="list-style-type: none"> Strassen-Transporteure Terminalbetreiber Bahngesellschaften 	
	<ul style="list-style-type: none"> Zugverspätungen führen zu längeren Terminalaufenthaltszeiten 	<ul style="list-style-type: none"> überlastetes Schienennetz, technische Störung Personenverkehr hat Vorrang 			x	(x)			x	x		x			x		<ul style="list-style-type: none"> Bahngesellschaften 	<ul style="list-style-type: none"> Bahngesellschaften Strassen-Transporteure Terminalbetreiber Kombiverkehrsgesellschaften 	vgl. auch Literatur IMPREND	
	<ul style="list-style-type: none"> Schlechte Kommunikationssysteme erschweren den Betrieb. Der Zeitbedarf für sehr kurzfristige Touren und Aufträge ist nur schwer abzuschätzen. 	<ul style="list-style-type: none"> Produktionsform „Just in Time“. schlechter, langsamer Informationsflusses 			x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	<ul style="list-style-type: none"> Strassen-Transporteure Kombiverkehrsgesellschaften Bahntransporteure Terminalbetreiber 	<ul style="list-style-type: none"> Strassen-Transporteure Terminalbetreiber Versender und Empfänger 	Vgl. auch Literatur NFP 41 B2	

Literatur Quelle	Hindernis, Problem oder Konflikt	Mögliche Ursache	Art							Potentielle Wirkung					Ort (KLV)		Involvierte Akteure	Betroffene Akteure	Bemerkungen	
			rechtlich	politisch	organisatorisch	institutionell	technisch Betriebsmittel	technisch Infrastruktur	wirtschaftlich	Preis/ Kosten	Zuverlässigkeit / Pünktlichkeit	Laufzeit	Kapazität	Sicherheit	Erreichbarkeit / Flächenbedienug	Terminal				Transportkette allgemein
Standort- und Transportkonzepte für den Kombinierten Verkehr NFP 41, B2 Anhang C5	<ul style="list-style-type: none"> Mangelnde Durchsetzung flankierender KLV-fördernder Massnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> fehlende klare KLV- Strategie (Massnahmenplan und Umsetzungsprogramm) fehlender politischer Wille. fehlende Mittel zu geringe Bevorzugung Strassenvor- und -nachlauf 	(x)	x	x					x	x		(x)				x	<ul style="list-style-type: none"> Verantwortliche aus Politik Wirtschaftsverbände 	<ul style="list-style-type: none"> Strassen-Transporteure Terminalbetreiber KLV Gesellschaften 	
	<ul style="list-style-type: none"> Schlechte Abstimmung der KLV Politik innerhalb Europa 	<ul style="list-style-type: none"> EU Politik vs. Länderpolitik unterschiedliche Betroffenheit und Dringlichkeit zur Lösung von Kapazitäts- und Umweltproblemen 		x						x	x	(x)	x		(x)		x	<ul style="list-style-type: none"> Verantwortliche aus Politik Wirtschaftsverbände 	<ul style="list-style-type: none"> Bahngesellschaften Terminalbetreiber Kombiverkehrsgesellschaften 	

Literatur Quelle	Hindernis, Problem oder Konflikt	Mögliche Ursache	Art							Potentielle Wirkung					Ort (KLV)		Involvierte Akteure	Betroffene Akteure	Bemerkungen	
			rechtlich	politisch	organisatorisch	institutionell	technisch Betriebsmittel	technisch Infrastruktur	wirtschaftlich	Preis/ Kosten	Zuverlässigkeit / Pünktlichkeit	Laufzeit	Kapazität	Sicherheit	Erreichbarkeit / Flächenbedienug	Terminal				Transportkette allgemein
	<ul style="list-style-type: none"> Zu hohe Strassenvor- und -nachlaufkosten 	<ul style="list-style-type: none"> Anteil des Strassenvor- und -nachlaufs macht im Kurzdistanzbereich 30- 45% (mit Umschlag 50-60% der Kosten aus). Strassenvor- und -nachlauf ist oft ebenso teuer wie Strassendirektransport. 		x	x					x	x						x	<ul style="list-style-type: none"> Verantwortliche aus Politik Wirtschaftsverbände Strassentransporteur Kombiverkehrsgesellschaften 	<ul style="list-style-type: none"> Strassentransporteur Strassentransporteur Terminalbetreiber 	
	<ul style="list-style-type: none"> Zu kurze Distanzen im Binnenverkehr Schweiz 	<ul style="list-style-type: none"> der KLV ist erst ab Distanzen zwischen 400 und 500km wirtschaftlich. Hohe Umschalgskosten machen konkurrenzfähiges Angebot schwierig 			x	x	x		x								x	<ul style="list-style-type: none"> Bahngesellschaften Terminalbetreiber Kombiverkehrsgesellschaften 		

Literatur Quelle	Hindernis, Problem oder Konflikt	Mögliche Ursache	Art							Potentielle Wirkung					Ort (KLV)		Involvierte Akteure	Betroffene Akteure	Bemerkungen
			rechtlich	politisch	organisatorisch	institutionell	technisch Betriebsmittel	technisch Infrastruktur	wirtschaftlich	Preis/ Kosten	Zuverlässigkeit / Pünktlichkeit	Laufzeit	Kapazität	Sicherheit	Erreichbarkeit / Flächenbedienug	Terminal			
	<ul style="list-style-type: none"> Schlechte Kommunikations-, EDV-, Buchungssysteme erschweren den Betrieb 	<ul style="list-style-type: none"> zu viele Insellösungen, keine kompatiblen EDV Systeme. schlechter langsamer Informationsflus 			x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	<ul style="list-style-type: none"> Kombiverkehrsgesellschaften Bahntransporteure Terminalbetreiber Strassen-Transporteure 	<ul style="list-style-type: none"> Strassen-Transporteure Terminalbetreiber 	
	<ul style="list-style-type: none"> Beschränkte Eckhöhen auf gewissen Strecken 	<ul style="list-style-type: none"> rasante Entwicklung der Transportbehälter 	x	(x)			x	x	x	x	(x)		x	(x)		x	<ul style="list-style-type: none"> Bahngesellschaften 	<ul style="list-style-type: none"> Kombiverkehrsgesellschaften Strassen-transporteure Terminalbetreiber 	
Transport Research Board, Meeting 2003	<ul style="list-style-type: none"> Nicht optimierte Disposition der Leerbehälter im Vor- und Nachlauf 	<ul style="list-style-type: none"> Verschiedene Betreiber führen den Vor- und Nachlauf durch, keine Zusammenarbeit 			x					x		x			x	<ul style="list-style-type: none"> Strassen-transporteure Terminalbetreiber 	<ul style="list-style-type: none"> Strassen-transporteure Terminalbetreiber 		
	<ul style="list-style-type: none"> Kriminelle Tätigkeit im Terminal 	<ul style="list-style-type: none"> Ungenügender Schutz der Fracht, resp. der Anlage 		x					x	x			x		x	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Terminalbetreiber 		
	<ul style="list-style-type: none"> Störung des Terminalbetriebs durch Zollkontrollen 	<ul style="list-style-type: none"> Kontrolle nicht bereits bei Versand im Export 	x	x	x	x				x	x	x			x	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Terminalbetreiber 		

Literatur Quelle	Hindernis, Problem oder Konflikt	Mögliche Ursache	Art							Potentielle Wirkung					Ort (KLV)		Involvierte Akteure	Betroffene Akteure	Bemerkungen	
			rechtlich	politisch	organisatorisch	institutionell	technisch Betriebsmittel	technisch Infrastruktur	wirtschaftlich	Preis/ Kosten	Zuverlässigkeit / Pünktlichkeit	Laufzeit	Kapazität	Sicherheit	Erreichbarkeit / Flächenbedienug	Terminal				Transportkette allgemein
IQ, Intermodal Quality	<ul style="list-style-type: none"> Erschwerte Optimierung von Betrieb und Kosten, wenn Bahngesellschaft rangiert 	<ul style="list-style-type: none"> Nicht optimale Systemabgrenzung zwischen Terminalbetrieb und Durchführung Hauptlauf 			x	x				x	x					x		<ul style="list-style-type: none"> Bahngesellschaften 	<ul style="list-style-type: none"> Terminalbetreiber Kombiverkehrsgesellschaften Bahngesellschaften 	
	<ul style="list-style-type: none"> Diskrepanz zwischen Betriebskonzept Bahn-Hauptlauf und Auslegung des Terminals 	<ul style="list-style-type: none"> Änderung des Bahn-Betriebskonzeptes nach Terminalbau 			x		x	x		x	x	x				x		<ul style="list-style-type: none"> Kombiverkehrsgesellschaften Terminalbetreiber 	<ul style="list-style-type: none"> Kombiverkehrsgesellschaften Bahngesellschaften Terminalbetreiber 	
	<ul style="list-style-type: none"> Ungenügende Zugänglichkeit des Terminals 	<ul style="list-style-type: none"> Lage, Distanz des Terminals zu Verladern 														x		<ul style="list-style-type: none"> Terminalbetreiber 	<ul style="list-style-type: none"> Terminalbetreiber Strasstransporteur 	
	<ul style="list-style-type: none"> Zu lange Terminalzeiten der Behälter 	<ul style="list-style-type: none"> Zu hoher Zeitbedarf für Teilprozesse im Terminal Ungenügende Koordination, Informationsaustausch, Organisation 			x					x		x				x		<ul style="list-style-type: none"> Terminalbetreiber Strasstransporteur 	<ul style="list-style-type: none"> Strasstransporteur Kombiverkehrsgesellschaften Terminalbetreiber 	

Literatur Quelle	Hindernis, Problem oder Konflikt	Mögliche Ursache	Art							Potentielle Wirkung					Ort (KLV)		Involvierte Akteure	Betroffene Akteure	Bemerkungen
			rechtlich	politisch	organisatorisch	institutionell	technisch Betriebsmittel	technisch Infrastruktur	wirtschaftlich	Preis/ Kosten	Zuverlässigkeit / Pünktlichkeit	Laufzeit	Kapazität	Sicherheit	Erreichbarkeit / Flächenbedienug	Terminal			
TERMINET	<ul style="list-style-type: none"> Ungenügende terminal-interne Abläufe wie Verkehrsfluss LKW, Dokumentkontrollen, Zollabfertigung 	<ul style="list-style-type: none"> Unpassende Terminal-Infrastruktur Ungenügende Terminal-Organisation und Koordination der Prozesse Fehlen einer zentralen Anlaufstelle für Lkw 			x		x	x		x	x	x			x		<ul style="list-style-type: none"> Terminalbetreiber Strassen-transporteure 	<ul style="list-style-type: none"> Terminalbetreiber Strassen-transporteure 	
	<ul style="list-style-type: none"> Fehlen von internen Transportsystemen, nicht optimales Layout bei Schiene-Schiene-Umschlag 	<ul style="list-style-type: none"> Ungenügende Terminalausrüstung 			x		x	x		x	x	x			x		<ul style="list-style-type: none"> Kombiverkehrsgesellschaften Terminalbetreiber 	<ul style="list-style-type: none"> Kombiverkehrsgesellschaften Terminalbetreiber 	
	<ul style="list-style-type: none"> ungenügende Kapazität 	<ul style="list-style-type: none"> ungenügende, nicht optimale Infrastruktur oder Organisation 			x	x	x	x		x	x	x			x		<ul style="list-style-type: none"> Terminalbetreiber 	<ul style="list-style-type: none"> Kombiverkehrsgesellschaften Bahngesellschaften Strassen-transporteure Terminalbetreiber 	
	<ul style="list-style-type: none"> personalintensive Prozesse 	<ul style="list-style-type: none"> manuelle Kontrollen (Schäden, Siegel, Pin-Auflage, Bremskontrollen, Rangieren) 			x		x	x	x	x			x		x		<ul style="list-style-type: none"> Terminalbetreiber Bahngesellschaften 	<ul style="list-style-type: none"> Terminalbetreiber Bahngesellschaften 	

Literatur Quelle	Hindernis, Problem oder Konflikt	Mögliche Ursache	Art							Potentielle Wirkung					Ort (KLV)		Involvierte Akteure	Betroffene Akteure	Bemerkungen	
			rechtlich	politisch	organisatorisch	institutionell	technisch Betriebsmittel	technisch Infrastruktur	wirtschaftlich	Preis/ Kosten	Zuverlässigkeit / Pünktlichkeit	Laufzeit	Kapazität	Sicherheit	Erreichbarkeit / Flächenbedienug	Terminal				Transportkette allgemein
Bebie, Guha 2003	▪ Ausfall von technischen Systemen	▪ Zu kleine Fehlertoleranz von technischen Systemen					x	x		x	x					x		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kombiverkehrsgesellschaften ▪ Bahngesellschaften ▪ Strassentransporteure ▪ Terminalbetreiber 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kombiverkehrsgesellschaften ▪ Bahngesellschaften ▪ Strassentransporteure ▪ Terminalbetreiber 	
	▪ mangelnder Anreiz in Terminal zu investieren	▪ Von Investitionen in Terminal profitiert nicht in erster Linie Terminalbetreiber selbst, sondern die gesamte Transportkette	x	x		x			x	x	x	x		x	x		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verantwortliche aus Politik 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kombiverkehrsgesellschaften ▪ Terminalbetreiber 		
	▪ Fehlerpotential, Mehrkosten, Qualitätseinbusse bei Datenerfassung	▪ manuelle Eingabe von Basisdaten in Terminalbetriebsysteme			x		x			x	x					x		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kombiverkehrsgesellschaften ▪ Terminalbetreiber ▪ Strassentransporteure 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kombiverkehrsgesellschaften ▪ Terminalbetreiber ▪ Strassentransporteure 	

Anhang 6: Norminhaltsraster Planung und Projektierung von Terminals für den (unbegleiteten) Kombinierten Ladungsverkehr: Grundlagen



Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute
Association suisse des professionnels de la route et des transports
Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti
Swiss Association of Road and Transportation Experts

Schweizer Norm
Norme Suisse
Norma Svizzera
Swiss Standard

SN
671 xxx

INGETRAGENE NORM DER SCHWEIZERISCHEN NORMEN-VEREINIGUNG SNV NORME ENREGISTRÉE DE L'ASSOCIATION SUISSE DE NORMALISATION

Umschlaganlagen des Kombinierten Ladungsverkehrs

Grundlagennorm und Ausgestaltung

INHALTSVERZEICHNIS	Seite	TABLE DES MATIÈRES	Page
A Allgemeines			
1 Geltungsbereich			
2 Gegenstand			
3 Zweck			
4 Begriffe			
B Grundlagen			
5 Typisierung und Klassifizierung von Terminals			
6 Ladeeinheiten des Kombinierten Ladungsverkehrs			
C Standortplanung			
7 Vorgehen und Methodik bei der Standortwahl			
8 Kriterien			
D Vorgehen bei der Terminalplanung			
E Planungs- und Dimensionierungsgrundlagen			
9 Transportkonzept			
10 Mengen			
11 Technologien			
12 Rahmenbedingungen			
13 Zusatzdienstleistungen			
F Generelle Anforderungen an die Ausgestaltung			
14 Stellenwert der Ausgestaltungsgrundsätze			
15 Generelle Anforderungen			
G Terminallayout Beispiel-Schemata			
16 Grossterminal mit hohem Schiene – Schiene Anteil			
17 Mittleres Terminal mit integrierter Lagerfunktion			

Herausgeber:
Schweizerischer Verband der
Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)
Seefeldstrasse 9, 8008 Zürich
Bearbeitung:
VSS-Fachkommission 8, öffentlicher Verkehr
Genehmigt:
Gültig ab:

Editeur:
Association suisse des professionnels
de la route et des transports (VSS)
Seefeldstrasse 9, 8008 Zurich
Elaboration:
Commission technique VSS 8, transport public
Adoptée:
Valable dès:

© 2005, VSS Zürich

- 18 *Mittleres Terminal mit Linienzugsbedienung*
- 19 *Kleinterminal mit Linienzug- und Wagengruppenbedienung durch Mobilgerät*
- 20 *Kleinterminal mit Linienzugbedienung durch Horizontalumschlaggerät*
- 21 *Miniterminal mit Wagengruppenbedienung in Abroll- oder Seitenverschubtechnik*

H Bahnanbindung

- 22 *Bestehende Grundlagen*
- 23 *Gleisopologie, Elemente*
- 24 *Horizontale und vertikale Linienführung*
- 25 *Querschnitt*

I Strassenanbindung

- 26 *Bestehende Grundlagen*
- 27 *Anbindung an das öffentliche Strassennetz*
- 28 *Strassen im Terminalareal*
- 29 *Warteraum für LKW*
- 30 *Parkplätze für Angestellte*

J Umschlag- und Lagerbereich

- 31 *Bestehende Grundlagen*
- 32 *Umschlagkapazität*
- 33 *Umschlaggleise*
- 34 *Ladespur, Fahrspur*
- 35 *Umschlaggerät*
- 36 *Behälterpuffer*
- 37 *Behälterlager*
- 38 *Besonderes*
- 39 *Neue Technologien*

K Gate

- 40 *Check-in Schalter*
- 41 *Einrichtung für Sicherheit*
- 42 *Abfertigung*

L Massnahmen zum Schutz der Umwelt

- 43 *Wasser*
- 44 *Boden*
- 45 *Luft*
- 46 *Lärm*

M Brand- und Katastrophenschutz, Havarie

N Optionale Terminalausrüstung

O Aufbau der Normengruppe Anlagen des KLV

P Literaturverzeichnis