

7  
JAHRE

# ETR

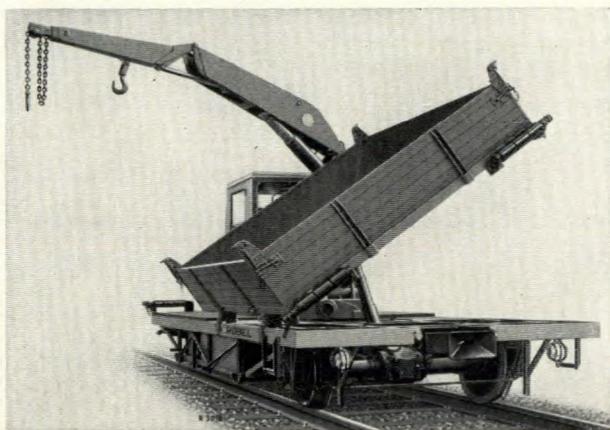
EISENBAHNTECHNISCHE RUNDSCHAU

# STREIFLICHT

Intermodal und  
innovative Güterwagen



DVV Media Group



## Gleiskraftwagen Robel 11

Hundertfach bewährt bei Bahnen des In- und Auslandes, bei Braunkohlen-, Gruben- und Hüttenwerken.

Lieferbar mit mechanischem Kran oder mit hydraulisch betriebenen Kran und auf Wunsch auch mit kippbarer Plattform.

## ROBEL & CO., MÜNCHEN 25,

die im Jahr 1901 gegründete Spezial-Gleisbaumaschinenfabrik mit dem vielseitigen Arbeitsprogramm.

## ZEITSCHRIFTENSCHAU

(Fortsetzung)

### 14. Neuzeitliche Verkehrsbedienung

**Internationale Palettennormen.** Von P. G r ü t z b a c h. — Stand der Arbeiten des internationalen Normenausschusses. Allgemeine Bestimmungen. Flachpaletten für allgemeine Verwendung und Sonderzwecke. Boxpaletten. Normungsvorschläge über Werkstoffe, Abmessungen, Konstruktion und Prüfverfahren.

DK 621.798.128.2:658.516(100)  
(Förd. u. Heben 10 [1960] H. 3, S. 148—150)

**Schienerersatzverkehr mit pa-Großbehältern.** Von J. von G a l l é r a. — Entwicklung und Möglichkeiten des Einsatzes von pa-Großbehältern im „Von-Haus-zu-Haus-Verkehr“ für Verfrachter ohne Anschlußgleis.

DK 621.798.128.6-181.2:656.2.073.235  
(Nahverk.prax. 8 [1960] H. 2, S. 37—42, 6 A.)

**Transportrationalisierung durch Palettenaustauschverkehr.** Von M. L a u. — Die volkswirtschaftlichen Vorteile des überbetrieblichen Transports und Umschlags mit Ladeeinheiten und die sich dabei ergebenden Probleme.

DK 62.002.71:65.011:621.798.149  
(Technik 15 [1960] H. 2, S. 65—67, 3 A., 5 L.)

**Eine technisch-ökonomische Analyse von Transportmitteln für den kombinierten Verkehr Schiene — Straße.** Von W. H a m m e r. — Der Behälterverkehr in der Sowjetunion; Behälterpark, Beförderungsmengen, wirtschaftlicher Nutzeffekt des Behälterverkehrs. Palettenverkehr, Paletteneinsatz, Wirtschaftlichkeit, Selbstkosten, Beförderungsweite. Großraumbehälter- und Huckepackverkehr, Sattelaufleger.

DK 656.2.073.235/24:621.798.128.2  
(Dt. E.bahntechn. 8 [1960] H. 3, S. 89—94, 3 A., 6 T., 7 L.)

**Der Behälterverkehr in Moskau, seine Struktur, Organisation und die technischen Be- und Entlademittel.** Von W. H u p e. — Entwicklung, Vorteile, Organisation. Behältertypen, Ordnung des Behälterverkehrs. Aufbau der Behälterbahnhöfe mit Beispielen aus Moskau. Ergebnisse und Perspektiven des Behälterverkehrs.

DK 656.073.235(47)

(Dt. E.bahntechn. 8 [1960] H. 3, S. 99—104, 6 A., 1 T., 16 L.)

**Probleme der Standardisierung im Eisenbahnwesen.** Von H. M ü l l e r / K. W i l k e n / K. L e y e r / U. M ü l l e r / R. T a k k e r t / H. N i n n e m a n n / W. W e r n e r. — Standardisierung bei der Entwicklung moderner Triebfahrzeuge und auf dem Gebiet des Wagenbaus. Standardisierung auf dem Gebiet des Sicherungswesens. Lehrschau Standardisierung des Ministeriums für Verkehrswesen der DDR.

DK 658.516:389.6:061.4:625.2:656.25  
(Dt. E.bahntechn. 8 [1960] H. 2, S. 41—66, 22 A., 2 T., 5 L.)

**Um die automatische Kupplung bei den Eisenbahnen.** Von H. H e i s s. — Sinkende Betriebskosten und Umlaufzeiten, steigende Reisegeschwindigkeiten. Höhere Sicherheit bei höherer Beförderungskapazität. Einsparung an Material. Technische Anforderungen an eine Mittelpufferkupplung.

DK 625.2.013:658.564  
(Dt. E.bahntechn. 8 [1960] H. 3, S. 108—110, 3 L.)

**Die Verbesserungen im Bahn- und Autoverkehr Schweiz — Italien.** — Ausbau und Elektrifizierung italienischer Eisenbahnlinien. Die neuen Verladeanlagen in Brig und Iselle für den Auto-transport durch den Simplontunnel. Bahnhofserweiterung in Göschenen. Der neue Bahnhof Bremgarten.

DK 621.331(45):656.212.7(494):656.2.073.445:629.114.6  
(Schweiz. techn. Z. 57 [1960] Nr. 5, S. 93—98, 6 A.)

**Wien bekommt eine Schnellbahn.** Von O. S l e z a k. — Linienführung, Bahnhöfe und Fahrzeuge des 1958 in Angriff genommenen Ausbaues der früheren Nordsüd-Verbindungsbahn Meidling — Floridsdorf der ÖBB zu einer S-Bahn. Tarifprobleme.

DK 625.1/2:625.41/42(436.14)  
(Flügelrad 15 [1960] H. 3, S. 70—73, 4 A.)

### 15. Allgemeine Wirtschaftlichkeitsfragen

**Die Verkehrswirtschaft im Jahr 1959.** — Statistischer Überblick über die Veränderungen bei den Verkehrswegen, den Fahrzeugbeständen, im Güter- und Personenverkehr aller Verkehrsmittel im Bundesgebiet.

DK 385/388(43-15), 1959“:31  
(Wirtsch. u. Statist. 12 [1960] H. 2, S. 114—118, 3 A., 5 T.)

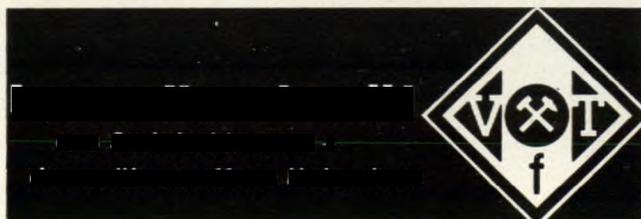
**Gutachten über die „Beförderung von flüssigen Brennstoffen durch Rohrleitungen in allgemeiner volkswirtschaftlicher Sicht und Auswirkung auf die drei Inlandsverkehrsträger“.** — Überblick über die Mineralölwirtschaft und den Mineralölverkehr. Ermittlung und Vergleich der Selbstkosten von Rohöl- und Ölproduktenteilungen, Großraum-Kesselwagenzügen und Tankschiffen. Verkehrspolitische Fragen des Rohrleitungsverkehrs. Zusammenfassung und Vorschläge.

DK 657.92:656.56.003.1:662.753.002.71  
(Schr.Reihe Wiss. Beirat BVM [1960] H. 8, 54 S., 11 T., 10 L.)

**Die Mineralölindustrie der Bundesrepublik im Jahre 1959 — Lage und Aussichten der Kohle in Europa.** Von R. F r i t z. — Statistische Übersicht der Entwicklung der Energiewirtschaft in den letzten Jahren mit Kommentar; bei der Kohle auch für Osteuropa und mit Erörterung der Zukunftsaussichten.

DK 31:620.9:665.4(43-15):662.66(4)  
(Glückauf 96 [1960] H. 5, S. 303—305, 2 T., bzw. S. 305—309, 5 T.)

(Fortsetzung übernächste Seite)



	lung (Anlagen zum Trocknen, Geräte und Anlagen zur Nachbehandlung); sonstige Anlagen, Bauteile und Zubehör (Abluft- und Abwasserreinigungsanlagen, Wasseraufbereitungsanlagen, Belüftungsanlagen, Meß- und Prüfgeräte).		<b>Wasser- aufbereitung</b> Halle 6 Mitte und Süd, Halle 7	Trinkwasser-Aufbereitungs-Anlagen; Brauchwasser-Reinigungs-Anlagen; Enthärtungs- und Entsäuerungs-Anlagen; Entkeimungsgeräte; Destillierapparate; Emulsions-Spaltanlagen; Kläranlagen; Filteranlagen; Meß-, Prüf- und Regelanrichtungen für die Wasseraufbereitung.
<b>Systembauteile für Messe- und Ausstellungsbauten</b> Halle 5, Nord			<b>Werbemittel</b> Halle 4/0	
<b>Unterhaltungs- Elektronik, Audio- Visuelle Technik</b> Halle 9 A	Rundfunk-, Fernseh- und Phonogeräte; Empfangsantennen; elektro-akustische Bauteile und Zubehör; audio-visuelle Geräte und Einrichtungen für kommerzielle Zwecke.		<b>Werkzeuge Interfachmesse</b> Halle 4	Werkzeuge; Präzisionswerkzeuge; Meßwerkzeuge; Elektrowerkzeuge; Druckluftwerkzeuge; Schleif- und Poliermittel; Werkstattausrüstungen; Stahlerzeugnisse.
* <b>Wärmetechnik</b> Halle 6 Mitte und Süd	Industrieöfen; Ofen für die Eisen- und Metallindustrie; Gasbrenner; Ölbrenner, Kessel- und Lagerbehälter; Schalt- und Regelgeräte.			Ab 1974 ist die Angebotspalette Porzellan, Glas, Keramik, Schmuck, Uhren, Silberwaren, Bestecke, Metallwaren, Geschenkartikel, kunstgewerbliche Erzeugnisse aus der Hannover-Messe ausgegliedert. Die Firmen stellen getrennt im Rahmen der Interfachmesse Hannover vom 15. bis 19. März 1974 aus.

Wilhelm Stelter

## Hat der 2achsige Güterwagen eine Zukunft?

### Probleme der 2- und 4achsigen Güterwagen bei der Standardisierung

DK 625.24.005(430.1) "71":625.24(083.74)(4):625.24.011.124(083.74)(4)

Internationale Arbeiten zur Vereinheitlichung und Standardisierung der Güterwagen führten zu Untersuchungen über den notwendigen Anteil der 2- und 4achsigen Wagen. Unter Berücksichtigung der Baubedingungen durch die Automatische Kupplung wurden verschiedene Drehgestellwagen vereinheitlicht oder bereits standardisiert. Die Möglichkeiten, den Lenkachswagen nach Einführung der Automatischen Kupplung entgleisungssicher zu bauen, führen zur Vereinheitlichung auch dieser Wagen.

International efforts to unify and standardize freight wagons led to investigations into the necessary proportion of two- and four-axle wagons. In view of the requirements of the automatic coupling, various bogie wagons were standardized. The possibility of being able to build a non-derailing steering-axle wagon after the introduction of the automatic coupling also facilitates the standardization of this wagon type.

Les travaux internationaux en vue de l'unification et de la standardisation des wagons ont conduit à étudier quelle devait être la part des wagons à deux et à quatre essieux dans le parc. Compte tenu des conditions de construction résultant de l'attelage automatique, divers types de wagons à bogies ont été unifiés ou même déjà standardisés. Les possibilités offertes de construire les wagons à essieux après introduction de l'attelage automatique en toute sécurité contre le risque de déraillement conduisent maintenant à unifier également ces types de wagons.

Con motivo de diversas iniciativas internacionales tendentes a unificar y estandarizar los vagones, se estudió, también, la proporción conveniente entre vagones de 2 y 4 ejes. Teniendo en cuenta las premisas constructivas impuestas por el enganche automático, diversos vagones de bogies fueron unificados o ya estandarizados. La posibilidad de construir indescarrilable el vagón de ejes orientables, después de adoptado el enganche automático, ha llevado a unificar también este tipo de vehículo.

#### 1. Einleitung

Im Gegensatz zum Reisezugwagen, der frühzeitig — besonders wegen des Fahrkomforts — als Drehgestellwagen gebaut wurde, herrschte im Güterwagenpark bisher der 2achsige Lenkachswagen vor. Nur ein geringer

Anteil an Güterwagen, überwiegend Flachwagen, bestand bei den deutschen Eisenbahnen aus 4- oder auch 6achsigen Wagen. Dieses Bild hat sich im letzten Jahrzehnt gewandelt. Nicht nur bei der Deutschen Bundesbahn (DB), sondern auch im benachbarten Ausland wurde der Bestand an Drehgestellwagen vergrößert. Einige Verwaltungen, wie die Italienischen (FS) und Französischen Staatsbahnen (SNCF), beschafften in den letzten Jahren fast ausnahmslos Drehgestellwagen.

Dipl.-Ing. Wilhelm Stelter, Ministerialrat, Hauptverwaltung der Deutschen Bundesbahn, 6 Frankfurt (Main) 1, Friedrich-Ebert-Anlage 43-45.

Jahr	Gesamtumschlag		davon		DB-Anteil			
	t	t	Stückgut	Container	Gesamtumschl. (Empfang + Versand)		Container	
					t	%	Stück	%
<b>Bremische Häfen</b>								
1967	17 391 035	9 526 000			9 687 000	55,7	4 534	
1968	18 983 535	10 362 000			10 824 000	57,0	13 422	
1969	20 595 345	11 530 125	632 406		12 011 000	58,3	24 900	56,4
1970	23 381 102	11 245 713	1 125 410		12 959 000	55,4	43 693	59,9
1971	22 193 552	10 956 798	1 511 837		11 636 000	52,4	48 125	56,8
1972	23 146 216	11 643 367	1 989 000		11 907 000	51,4	53 276	52,4
1973	25 372 984	12 419 489	2 697 638		13 125 000	51,7	64 518	49,5
<b>Hamburger Hafen</b>								
1967	35 420 880	11 609 000	90 549		5 829 192	16,6	2 019	40,1
1968	38 139 094	12 882 500	283 972		6 574 069	17,2	8 461	52,8
1969	40 899 822	13 320 230	364 786		7 760 381	19,0	9 910	41,1
1970	46 948 575	13 780 114	570 637		10 005 660	21,3	17 054	46,3
1971	45 046 095	12 743 702	841 246		8 832 002	19,6	27 711	50,4
1972	45 896 077	13 019 895	1 259 358		8 800 090	19,2	32 918	45,6
1973	49 303 632*)	14 264 642	2 103 326		10 649 699	21,6	51 942	46,9

\*) In allen Jahren etwa 50% loco-Verkehr

Tafel 10: Entwicklung des Transcontainerumschlages in Netto-Tonnen in den bremischen Häfen und im Hamburger Hafen von 1967 bis 1973 nach [39].

einen alle Einzelleistungen umfassenden Gesamtpreis an.

Die TRANSFRACHT verfügt über eine eigene Organisation (Zentrale und 5 Verkaufsbüros (VB), Stand 1974). Zusätzlich ist in die Akquisition der gesamte Verkaufsapparat der DB eingeschaltet, nicht nur die Generalvertretungen (GV) der DB, sondern auch die bei 400 größeren Güterabfertigungen bestehenden Agenturen der TFG (Stand 1974) [41]. Wegen des besonders starken Containerverkehrs in den bremischen Häfen (Bremen-Großland/Roland, Bremerhaven) und im Hamburger Hafen (Hamburg-Waltershof) sind Transfracht-eigene Betriebsstellen (BS) eingerichtet worden. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, den Ablauf von Containern in Ganzzügen oder in Wagengruppen zu organisieren. In Zusammenarbeit mit der DB bietet die TRANSFRACHT Gesamtbeförderungszeiten für die bremischen Häfen und Hamburg an. Der

überwiegende Teil der binnenländischen Container-Umschlagplätze wird von den deutschen Seehäfen im „Nachtsprung“ erreicht.

### 5. Das Problem der Information und Dokumentation im Containerverkehr

Die vorstehenden Ausführungen machen deutlich, daß in der Regel technische Probleme nicht entscheidend sind für die Einrichtung von Containerterminals, sondern fast ausschließlich Intermodal<sup>20)</sup>-Aspekte. Fragen der betrieblichen Kompatibilität der Abläufe dominieren und engen die Freiheitsgrade technischer Alternativen stark ein. Der Containerverkehr ist – abgesehen von Finanzierungsfragen – zu einem reinen Organisationsproblem geworden.

Wenn man sich die Behandlung eines Vollcontainerschiffes mit zwei, drei oder gar vier Brücken vorstellt, läßt

sich leicht erkennen, daß über jede Containerbewegung im voraus ein exakter Plan bestehen muß. Dies wiederum hat zur Voraussetzung, daß sämtliche Daten über die zu behandelnden Container vor Arbeitsbeginn vorliegen. Nur anhand dieser Informationen ist es möglich, das Schiff auf dem Terminal vorzustauen. Besonders schwierig wird die Situation aufgrund fehlender Daten dann, wenn noch der Umschlag von Feeder-Schiffen hinzukommt, die gleichzeitig im Hafen liegen.

Die an der Abfertigung eines Vollcontainerschiffes Beteiligten – Reedereien einschließlich Maklern und Spediteuren einerseits und Umschlagbetriebe andererseits – verständigen sich in der Regel über vorab angefertigte Container-Lade<sup>21)</sup> und Löschlisen<sup>22)</sup>. Für die Exportrichtung müssen im wesentlichen folgende Informationen (Daten) vorliegen:

- Anzahl der zu erwartenden Container,
- Eigentümer des Containers,
- Nummer des Containers,
- Verkehrsart (z. B. Haus/Haus oder Pier/Pier),
- Ankunftsdatum des Containers,
- Ankunftszeit des Containers,
- Größe des Containers (z. B. 20-, 40-Fuß),
- Gewicht des Containers (brutto und netto),
- Bestimmungshafen des Containers,
- Anlieferungsart des Containers (z. B. Bahn, Lkw),
- Vorschriften für die Verladung des Containers an oder unter Deck des Schiffes,
- ggf. besondere Hinweise (IMCO<sup>23)</sup>-Merkmale, z. B. feuergefährliche Ladung).

Für den Import treten an die Stelle der Ankunftsdaten das Löschdatum und die Löschzeit. Weiter muß der Bestimmungsort bekannt sein und die Entscheidung vorliegen, ob der Container auf der Straße oder Schiene abgefahren werden oder im Hafengebiet zur Entladung verbleiben soll. Die Erfahrung in Westeuropa hat ge-

20) Mit „Intermodal“-Systemen sind Formen kombinierter Verkehre gemeint, d. h. Systeme, an denen unterschiedliche Verkehrsträger beteiligt sind, z. B. flying-fish (Luft/See); Land-See-Verkehrsträger.

21) Die Ladelliste für den Export, die sog. „CAL“ (Container-Anmelde-Liste), fertigt die Reederei und stellt sie dem Umschlagbetrieb zur Verfügung.

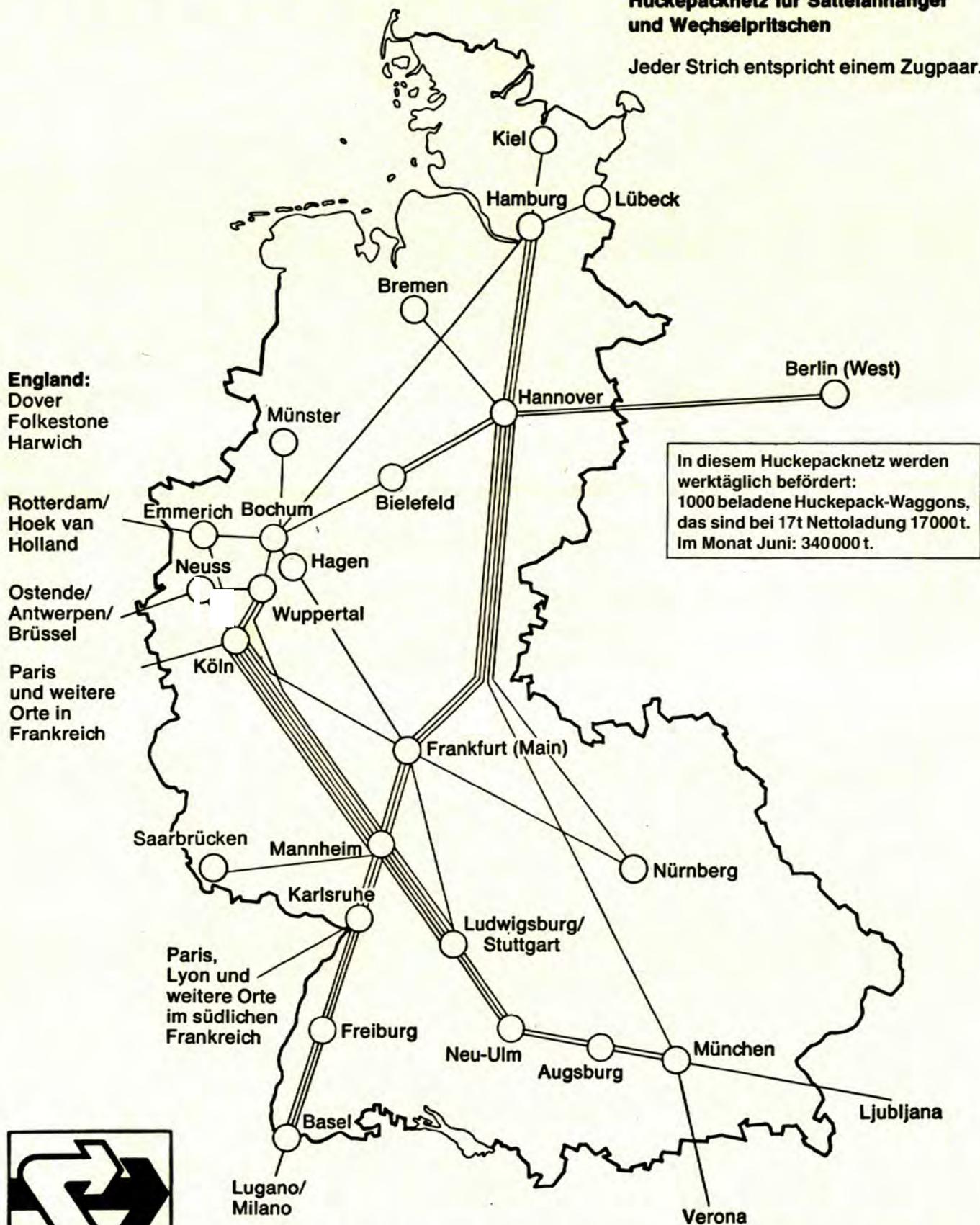
22) Die Löschlise für den Import, die sog. „CLAL“ (Container-Lösch- u. Auslieferungs-Liste), erhält der Umschlagbetrieb durch Luftpost vom letzten Ladehafen des Schiffes etwa 48 Std. vor der Schiffsankunft.

23) IMCO = Intergovernmental Maritime Consultative Organization (Zwischenstaatliche beratende Schifffahrtsorganisation der UNO, Sitz London) [12].

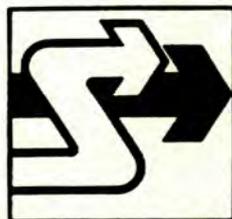
# Kombiverkehr

Huckepacknetz für Sattelanhänger  
und Wechsellpritschen

Jeder Strich entspricht einem Zugpaar.



In diesem Huckepacknetz werden  
werktäglich befördert:  
1000 beladene Huckepack-Waggons,  
das sind bei 17t Nettoladung 17000t.  
Im Monat Juni: 340000 t.

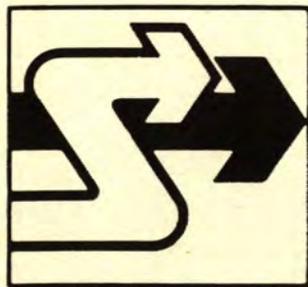


KOMBIVERKEHR Deutsche Gesellschaft für kombinierten Güterverkehr mbH & Co. KG,  
Breitenbachstr. 1, Postf. 930260, 6000 Frankfurt/M. 93, Tel. (0611) 79191, Telex 0411627

# Kalmar LMV Kompletstapler – Basis für gute Zusammenarbeit



**Unsere leistungsfähigen Kalmar LMV Kompletstapler steigern die Umschlagsleistung und Wirtschaftlichkeit im Kombi-Verkehr.**



**KOMBIVERKEHR**  
Deutsche Gesellschaft für  
kombinierten Güterverkehr  
mbH. & Co Kommandit-  
gesellschaft

Postanschrift:  
KOMBIVERKEHR KG  
Postfach 93 02 60  
6000 Frankfurt/M.  
Telefon (06 11) 7 9191  
Telex 04 11 627



**Kalmar Kockum GmbH**  
Theodorstraße 100  
4000 Düsseldorf 30  
Telefon (02 11) 65 20 01-04  
Telex 8 587 279 klmvd

**Kalmar Kockum-Nord**  
Reichsbahnstraße 72  
2000 Hamburg 54  
Telefon (0 40) 5 40 40 91-92  
Telex 2 164 052 klmvd

**CARGO  
SYSTEMS**

**SCHIENE**

**STRASSE**

**SCHIFF**

# INTER MODAL AUSSTELLUNG EUROPE

HAMBURG MESSE – 28.–30. NOVEMBER 1989

## FÜR UNTERNEHMER IM KOMBINIERTEN VERKEHR

Besichtigen Sie Ausrüstung und Fahrzeuge, die Sie für den Transportmarkt der neunziger Jahre benötigen.

*Ausgestellte Anlagen und Transportmittel:* Wechselaufbauten und Umschlaggeräte – Straßen/Schienen-Anhänger/Transportwaggons – Container/Behälter. Kühlwagen, Miet-/Leasing-Service etc. Fordern Sie Ihr kostenloses Exemplar der Ausstellungs-Informationen **intermodal exhibition news** an. Eine Freikarte für die Ausstellung im Wert von 20 DM liegt bei. Verlangen Sie auch Einzelheiten über die drei Transportkonferenzen:



THE  
*Container  
Conference*      *Intermodal  
Europe 89*      *Reefer  
89*      *Trans*

Bitte schicken Sie den ausgefüllten Coupon an folgende Adresse:

Cargo Systems Publications Ltd,  
McMillan House, 54 Cheam Common Road,  
Worcester Park, Surrey KT4 8RJ, England.  
Tel.: 01-330 3911 (National) + 44 1330 3911  
(International), Telex: 8953141 CARSYS G,  
Fax: 01-330 5112



Name \_\_\_\_\_

Funktion \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Branche \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tel. \_\_\_\_\_ Telefax \_\_\_\_\_

Telex \_\_\_\_\_ 3

68% Sattelanhänger als Bimodalfahrzeug, z. B. Kombitrailer, verbessert, s. Tabelle 1.

Weiterhin führt das Prinzip bimodaler Fahrzeuge zu einer sehr günstigen Fahrzeughöhe beim Schienentransport, die eine Kodifizierung entsprechend dem Taschenwagen mit P22 ermöglicht. Damit ist die Überquerung der Alpen und die Fahrt bis Südtalien möglich.

Zusätzlich ist der Luftwiderstand und damit die erforderliche Traktionsleistung der Lokomotive durch die systembedingt geringen Abstände zwischen den Sattelanhängern deutlich geringer. Gleichzeitig wird auch die verfügbare Zuglänge optimal genutzt, s. Tabelle 1.

Modality	Einheiten	Tonnen	Nutzlastanteil
KOMBITRAILER-ZUG	49 Einheiten <sup>1)</sup>	1290 Tonnen <sup>2)</sup>	68% Nutzlastanteil
SATTELAUFLIEGER auf Taschenwagen	42 Einheiten	1440 Tonnen	50% Nutzlastanteil
CONTAINER und WAB auf Tragwagen	41 Einheiten	1440 Tonnen	51% Nutzlastanteil
Rollende Autobahn	36 Einheiten	1695 Tonnen	47% Nutzlastanteil <sup>3)</sup> 70% Nutzlastanteil <sup>4)</sup>
			100%

## 2 Entwicklung bimodaler Systeme

Erste Entwicklungen bimodaler Systeme in den USA führten zu Sattelanhängern, die fest mit Schienenradsätzen ausgerüstet wurden [1]. Bei der Straßenfahrt werden die Schienenlaufwerke angehoben, die Straßenachsen abgesenkt. Zur Schienenfahrt wurden die Schienenradsätze abgesenkt und die Straßenlaufwerke angehoben, Bild

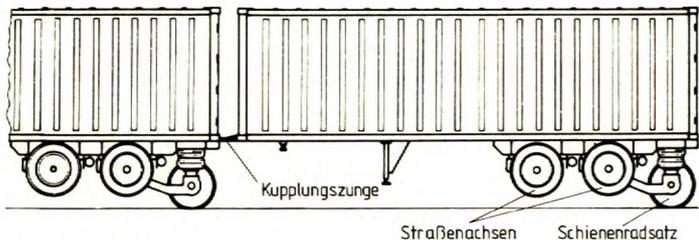


Bild 1: Zugbildungsfähige Zweiwege-Transporteinheit (SSW), 1 Schienenradsatz

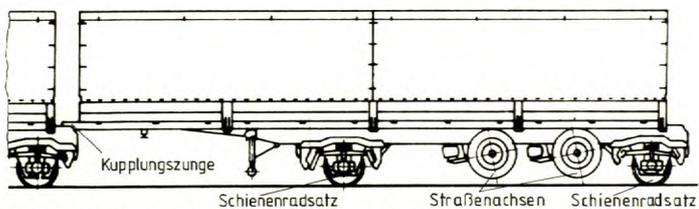


Bild 2: Schienen-Straße-Waggons (SSW), 2 Schienenradsätze

1. Jeweils ein Schienenradsatz ist dazu am Heck des Sattelanhängers fest installiert. Im Heck des Sattelanhängers befindet sich auch die Kupplung, in die die am Sattelanhänger vorn befindliche Zunge eingeführt und gekuppelt wird. D.h., die die Längskräfte, Trag- und Führungskräfte zwischen den Sattelanhängern übertragende Kuppelungseinrichtung ist im Sattelanhänger untergebracht.

Die Kupplungszunge ragt über die Sattelanhängerfront hinaus und leitet die Längs- und Tragkräfte von Sattelanhänger zu Sattelanhänger direkt weiter, wobei die Tragkräfte über den durch die Kupplungszunge

Tabelle 1: Nutzlastanteile im kombinierten Verkehr

- 1) Zuglänge 700 m
- 2) Zuggewicht bei 30 Einheiten
- 3) Nutzlastanteil =  $m_{Lad} / (m_{LKW} + m_{Lad} + m_{RA})$
- 4) Nutzlastanteil =  $(m_{Lad} + m_{LKW}) / (m_{LKW} + m_{Lad} + m_{RA})$

verlängerten Hebelarm am Sattelanhänger ein erhöhtes Biegemoment in der Sattelanhängerstruktur bewirken.

Die aktiven sicherheitsrelevanten Kuppelungsmechanismen, die die Zunge greifen und kuppeln, sind im Heck des Sattelan-

USA wegen der höheren zulässigen Radsatzlast weniger relevant). Ausführungen mit zwei Schienenradsätzen unter dem Sattelanhänger, s. Bild 2, sind technisch möglich [2], reduzieren jedoch noch einmal die Nutzlast bei der Straßenfahrt und damit auch die Akzeptanz des Straßentransport-



Bild 3: Road Railer Mark IV [3]

hängers untergebracht. Diese Art bimodaler Sattelanhänger mit Kupplung im Trailer (Trailer-Kupplung) enthält also eine ganze Reihe von schienenspezifischen Zusatzeinrichtungen, die, bei der Straßenfahrt unnütz mitgeführt, die Nutzlast reduzieren. Außerdem stellen sie eine gewisse Unwägbarkeit bezüglich der Sicherheit des Bahntransportes dar, da sie zur Straßenfahrt den Kontroll- und Einflusbereich der Eisenbahn verlassen.

Auf der Schiene ist die Nutzlast ebenfalls gegenüber Sattelanhängern auf Taschenwagen reduziert, da nur ein Schienenradsatz je Sattelanhänger die Last trägt (in den

gewerbes gegenüber diesem im wesentlichen von den Belangen des Schienenverkehrs geprägten „Sattelanhänger“.

In den USA verkehren solche Sattelanhänger, ausgerüstet mit einem Schienenradsatz am Heck des Trailers und einer kompletten Schienenfahrzeugbremse im Sattelanhänger, in einer Stückzahl von ca. 2500 Stück, s. Bild 3 [3], und haben sich technisch bewährt.

Wohl wegen der hohen Nutzlastverluste beim Straßentransport wurde das System inzwischen auch dort derart weiterentwickelt, daß der Schienenradsatz am Sat-

telanhänger weggelassen wurde. Dieser Weiterentwicklung ist am US-Markt der Durchbruch zu größeren Stückzahlen noch nicht gelungen.

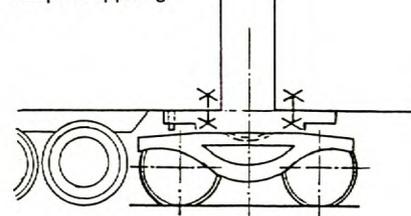
Zum Schienentransport werden die Sattelanhänger bei diesen neueren Typen, z. B. Road Railer Mark V, auf Drehgestelle aufgesattelt. Die Zunge an der Sattelanhängerfront und die im Heck befindliche Kupplungseinrichtung sind mit allen Funktionen, Aufgaben und Auswirkungen geblieben. Zusätzlich ist eine Kupplung mit entsprechenden Verriegelungseinrichtungen in und am Sattelanhängerheck zum Kuppeln mit einem auf dem Drehgestell befindlichen Adapter erforderlich und hinzugekommen. In das Drehgestell ist jetzt auch die gesamte Bremsvorrichtung mit Ausnahme der Hauptluftleitung eingebaut.

Ein ähnliches System (Trailer Train) wurde in Großbritannien von Tiger-Rail für europäische Verhältnisse entwickelt und mit Prototypen erprobt. Wegen der o. g. Nachteile ist jedoch von Tiger-Rail inzwischen das System der Trailer-Kupplung verlassen und ein System mit einer sogenannten Adapter-Kupplung entwickelt worden, das zur Erprobung bei der NSB ansteht.

Dieser gravierende Schritt wurde von Tiger-Rail gemacht, weil mit der Adapter-Kupplung die o. g. Nachteile vermieden werden können, s. Bild 4 [4]. Bei der Adapter-Kupplung werden Längs- und Tragkräfte über den Adapter und nicht mehr direkt zwischen den Sattelanhängern übertragen, so ist es möglich, die aktiven sicherheitsrelevanten Kupplungsteile völlig in den Adapter zu verlegen.

Einen solchen Lösungsweg hatten zuvor auch die Firmen Ackermann-Fruehauf und die Waggonfabrik TALBOT aufgrund der seit Beginn der 80er Jahre vorgenommenen Untersuchungen, Analysen und technischen Machbarkeitsstudien [1, 2], gewählt.

Adapterkupplung



Trailerkupplung

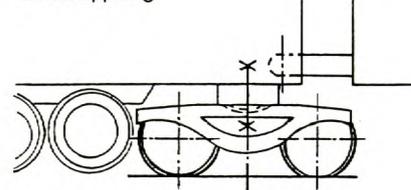


Bild 4: Systemfamilien [4]

Bei diesen grundlegenden Studien waren u. a. auch die Firma Kombiverkehr und das Bundesbahn-Zentralamt (BZA) Minden maßgeblich beteiligt [5]. So führten diese Studien zu den grundlegenden bereits angedeuteten Forderungen und zur Definition der Aufgabenstellung zur Entwicklung eines bimodalen Systems, das Kombitrailer-System, das hier im einzelnen dargestellt werden soll.

### 3 Das Kombitrailer-System

Ziel der von Ackermann-Fruehauf und TALBOT gemeinsam durchgeführten Entwicklung war ein bimodales System, das folgende sich aus der Situation und den Belangen des europäischen Transportmarktes und des Schienenverkehrs ergebende Forderungen erfüllt:

- ▷ Das Straßenfahrzeug soll möglichst wenig Zusatzausrüstungen erhalten und äußerst robust sein.
- ▷ Das Straßenfahrzeug darf keine aktiven sicherheitsrelevanten Bauteile für den Bahntransport aufweisen (Adapterkupplung).
- ▷ Die aus dem Bahnbetrieb resultierenden Beanspruchungen müssen ertragen werden.
- ▷ Die beim Schienentransport auftretenden Relativbewegungen zwischen den Sattelanhängern und zwischen Sattelanhänger und Schienenlaufwerk müssen möglich sein (Durchfahren von Gleisbögen, Senken, Kuppen).
- ▷ Die Längskräfte sollen von Sattelanhänger zu Sattelanhänger über Adapterkupplungen weitergeleitet werden.
- ▷ Tragkräfte sollen zentral in die Drehgestelle eingeleitet werden und nicht zu Radsatzlastunterschieden führen.
- ▷ Soweit möglich, sollen bewährte Bauprinzipien und Bauteile zum Einsatz kommen.
- ▷ Die Sattelanhänger sollen auf der Schiene als Gruppe oder Ganzzug verkehren; die Enden der Kombitrailer-Einheiten müssen konventionell kuppelbar sein.
- ▷ „Einmann-Bedienung“ beim Kupplungsvorgang ist erforderlich.

Dabei sollte das System selbstverständlich so einfach wie möglich sein und der Kuppelvorgang geringste Anforderungen an die Genauigkeiten der Positionen der Sattelanhänger aufweisen, d. h. der Schnittstelle zwischen dem Sattelanhänger und der Adapterkupplung auf dem Schienenlaufwerk kommt besondere Bedeutung zu.

Das Kombitrailer-System läßt sich durch die technischen Merkmale des Sattelanhängers, der Schnittstelle Sattelanhänger/

Schienenlaufwerk und insbesondere durch den Kupplungs- und Entkupplungsvorgang beschreiben. Die Betriebsabwicklung mit dem Kombitrailersystem wird von diesen Merkmalen mitbestimmt und beeinflusst und ist in mehreren Varianten möglich.

#### 3.1 Der Kombitrailer-Sattelanhänger

Für die Straßenfahrt weisen die Kombitrailer-Sattelanhänger alle von der STVZO vorgeschriebenen Einrichtungen auf. Diesbezüglich handelt es sich um ganz normale Sattelanhänger, die in allen Bauarten möglich sind.

Für den Schienenverkehr sind lediglich folgende Modifikationen und Zusatzeinrichtungen vorhanden:

- ▷ Modifizierte Bodengruppen-Struktur für eine Längskraftübertragung von  $\pm 1,2$  MN und eine maximale vertikale Durchbiegung des Sattelanhängers beim Bahntransport von  $3\text{‰}$ .
- ▷ Front und Heck des Kombitrailer-SAnh haben für das Kuppeln mit den Adaptern einen Königszapfen ( $\varnothing 120$  mm, für 2,0 MN dimensioniert). Der vordere Schienenkönigszapfen sitzt in einer Tasche und ist so außerhalb der Straßenkuppelebene angeordnet. Beim Aufsatteln auf eine Straßenzugmaschine wird dieser Schienenkönigszapfen nicht berührt. Die Schienenkönigszapfen und zwei Kuppelzapfen am Adapter sind austauschbar von unten montiert, s. Bild 5 und Bild 6. Weiterhin befinden sich zwei Konusbuchsen am Sattelanhängerheck, die zusammen mit dem Schienenkönigszapfen die Verbindung über drei Punkte zum Adapter hin ermöglichen, s. Bild 6 und vgl. Abschnitt 3.2 und 3.3.
- ▷ Der Kombitrailer-Sattelanhänger ist mit einem Unterfahrschutz gemäß EG-Richtlinien ausgestattet, der zum Schienentransport hochgeklappt wird, s. Bild 7.
- ▷ Das Achsaggregat des Kombitrailer-SAnh ist luftgefedert und wird für den Schienentransport pneumatisch angehoben, bis es profillfrei ist und selbsttätig in der Endstellung mechanisch verriegelt. Die mechanische Verriegelung wird von der Außenseite des Sattelanhängers zusätzlich von Hand mechanisch gesichert, wobei die mechanische Sicherung sich ausschließlich bei ordnungsgemäß mechanisch verriegelten Straßenachsen betätigen läßt. Die Stellung der Sicherung zeigt so die ordnungsgemäße Verriegelung des Achsaggregates an, s. Bild 8.

Die Luftfederung dient auch zur Höhenanpassung vor dem Kuppelvorgang auf den Schienenfahrzeugadapter. Alle dazu erforder-

eine auf beide Radsätze wirkende Feststellbremse.

Das Drehgestell erlaubt bei dieser Ausführung Radsatzlasten von 22,5 t bei  $V_{\max} = 100$  km/h. Die RIV läßt für 120 km/h eine maximale Radsatzlast von 18 t zu. Durch Einbau einer entsprechenden Scheibenbremsanlage ist das Laufwerk bei 120 km/h für 22,5 t Radsatzlast und mit 18 t Radsatzlast für  $V_{\max} = 160$  km/h geeignet. Das Eigengewicht des Drehgestells inkl. Bremse beträgt 5,4 t, mit Zwischenadapter 6,0 t und mit Endadapter 6,8 t.

### 3.4 Zugbildung-/auflösung

Die Zugbildung und Zugauflösung erfolgt auf einfache Weise ohne Kran im Horizontalumschlag. Es ist lediglich ein eingepflastertes Gleis erforderlich.

Der Kupplungsvorgang zur Zugbildung läßt sich von einer Person allein durchführen. Das System zeigt sich bezüglich Kuppeln und Entkuppeln als recht einfach und anspruchslos. Schräges und/oder seitenversetztes Anfahren zum Kuppeln ist in einem beeindruckendem Maße möglich. Dies wird durch die bisher stattgefundenen vielen Kuppelversuche und Demonstrationsveranstaltungen belegt, die von SBB, HUPAC und Danzas durchgeführt wurden. Insbesondere wird dies aber durch den seit dem Sommer 1990 in Norwegen von der NSB mit der Hansa-Brauerei als Kunden durchgeführten kommerziellen Einsatz von zwei Kombitrailern (zwei Sattelanhänger und drei Laufwerke) nachgewiesen.

Der Aufsattelvorgang auf die Adapter der Schienenlaufwerke ist vom Prinzip jedem sattelzuggeführten Kraftfahrer bekannt, da die Sattelkupplung des Kombitrailer-Systems aus dem Kraftfahrzeugbereich stammt.

Zur Zugbildung, s. Bild 16, fährt ein Sattelzug rückwärts gegen ein gebremstes oder mit Hemmschuhen blockiertes Schienenlaufwerk, z. B. mit Endadapter, an. Zuvor wurde der Unterfahrerschutz hochgeklappt und festgelegt. Bevor endgültig aufgesetzt wird, nimmt der Fahrer erforderlichenfalls eine Höhenkorrektur durch die Luftfederung des Kombitrailer-Sattelanhängers vor.

Dann drückt die Sattelzugmaschine das Sattelanhängerende auf den Adapter und mit dem Schienenkönigszapfen völlig in die Kupplung hinein, die selbsttätig verriegelt. Jetzt werden die Straßenachsen pneumatisch angehoben.

Nach Ablassen der Stützfüße des Sattelanhängers entkuppelt die Sattelzugma-

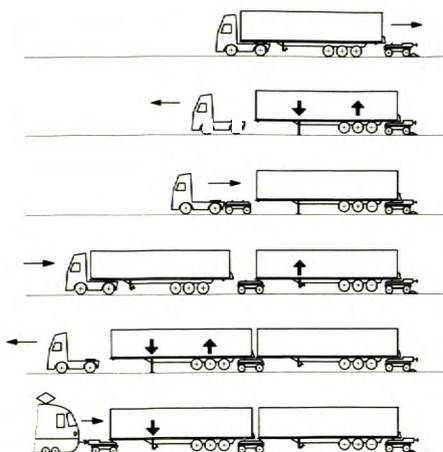


Bild 16: Zugbildung



Bild 17: Kombitrailer-Einheit (NSB)

schine. Nun wird ein weiteres Laufwerk mit Zwischenadapter (oder Endadapter) unter den Sattelanhänger geschoben, wobei der zweite vorn am Sattelanhänger positionierte Königszapfen in der Kupplung des Zwischenadapters (oder Endadapters) verriegelt.

Über den Antrieb der Stützfüße kann auch hierbei, falls erforderlich, eine Höhenkorrektur vorgenommen werden.

Nachdem der Sattelanhänger auf zwei Schienenlaufwerken aufgesetzt ist, kann der Fahrer die Stützfüße einfahren, die Hauptluftleitung kuppeln sowie die mechanische Sperre des Achsaggregat-Hubmechanismus sichern und den nächsten Sattelanhänger in analoger Weise aufsatteln usw. Die Zugbildung schließt ab mit dem Ankuppeln eines Schienenlaufwerks mit Endadapter.

Die Gesamtzugbildung kann auch in mehreren Untergruppen erfolgen, die dann zum

Zug verbunden werden. Die Zugauflösung erfolgt sinngemäß in umgekehrter Reihenfolge.

Nach den bisherigen Erfahrungen kann die Dauer eines Kuppelvorganges, je nach Übung des Personals, mit 3 bis 5 Minuten angenommen werden.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem Kombitrailer-System, s. Bild 17, liegt eine Alternative zu den bisherigen Systemen des kombinierten Verkehrs und anderen, zwischenzeitlich entwickelten bimodalen Systemen vor, die allen Forderungen und Belangen des Straßen- und Schienenverkehrs entspricht. Nicht zuletzt wird dabei die Zuverlässigkeit und das hohe Sicher-

heitsniveau des Schienenverkehrs eingehalten.

So wurden alle Versuche zur bahntechnischen Abnahme und Zulassung von der SBB (lauftechnische Versuche) in Zusammenarbeit mit der VersA Minden, DB und von TALBOT/Ackermann-Fruehauf (statische und Auflaufversuche) inzwischen erfolgreich durchgeführt und abgeschlossen.

Die bis heute bei der NSB und von den Firmen HUPAC und Danzas bei der SBB gewonnenen Erfahrungen mit dem Kombitrailer-System zeigen, daß die Entwicklungsziele erreicht und insbesondere das Kupplungssystem bezüglich Handhabung, Einfachheit, Robustheit alle Anforderungen erfüllt, ja sogar übertrifft.

Neben dem einfachen kostengünstigen Umschlag können durch die hohe Effektivität des Kombitrailer-Systems beim Schienentransport Einsparungen erzielt werden, die bei ausreichender Weitergabe über ent-

### 3 Kombierter Verkehr in Osteuropa

Hinsichtlich der skizzierten Rahmenbedingungen im Straßengüterverkehr zwischen Deutschland und osteuropäischen Ländern sprechen eine Vielzahl von Gründen für den Auf- und Ausbau des kombinierten Verkehrs:



Bild 2: Kombiverkehr-Terminals mit Anbindung an Umschlagbahnhöfe in Tschechien und Slowakei

(Quelle: Kombiverkehr)

- ▷ Grundsätzlich erfüllen bereits derzeitiges Verkehrsvolumen und jetzige Güterstruktur des Straßenverkehrs die Voraussetzungen für den Kombinierten Verkehr. Die zunehmende wirtschaftliche Verflechtung sowie die aufgrund von günstigen Lohnstrukturen bedingte Produktionsverlagerung nach Osteuropa wird mit weiter wachsenden Warenströmen und größerer Paarigkeit diese Voraussetzungen noch verbessern.
- ▷ Kapazitätsengpässe der Straßeninfrastruktur werden nicht in dem Ausmaß beseitigt werden können wie der LKW-Verkehr zunimmt. Dadurch wird die Zuverlässigkeit des durchgehenden Straßengüterverkehrs mittelfristig weiter zurückgehen.
- ▷ Durch den drastischen Rückgang des Eisenbahngüterverkehrs haben die osteuropäischen Bahnen ungenutzte Kapazitätsreserven.
- ▷ Kombierter Verkehr ist umso wirtschaftlicher, je länger die Transportentfernung ist. In dieser Hinsicht finden sich im Korridor West-Osteuropa nahezu ideale Voraussetzungen.
- ▷ Mittel- und langfristig werden auch die betriebs- und volkswirtschaftlichen Vorteile des Kombinierten Verkehrs stärker wirksam werden.

Das bestehende Leistungsangebot der Kombiverkehr KG umfaßt die osteuropä-

schen Länder Ungarn, Tschechien und Slowakische Republik sowie Slowenien und Kroatien, da sich hier schon früh Chancen für eine Markterschließung gezeigt haben. Vor kurzem wurden darüber hinaus Beförderungsangebote via Mukran von und nach den Baltischen Staaten und GUS geschaffen. Eine besonders erfolgreiche Entwicklung konnte der seit

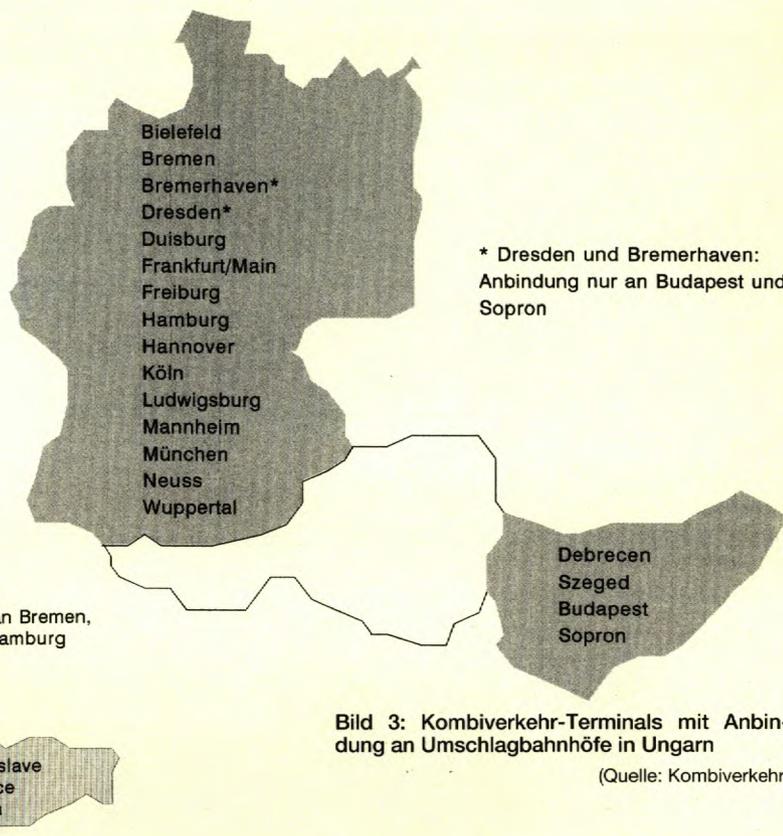


Bild 3: Kombiverkehr-Terminals mit Anbindung an Umschlagbahnhöfe in Ungarn

(Quelle: Kombiverkehr)

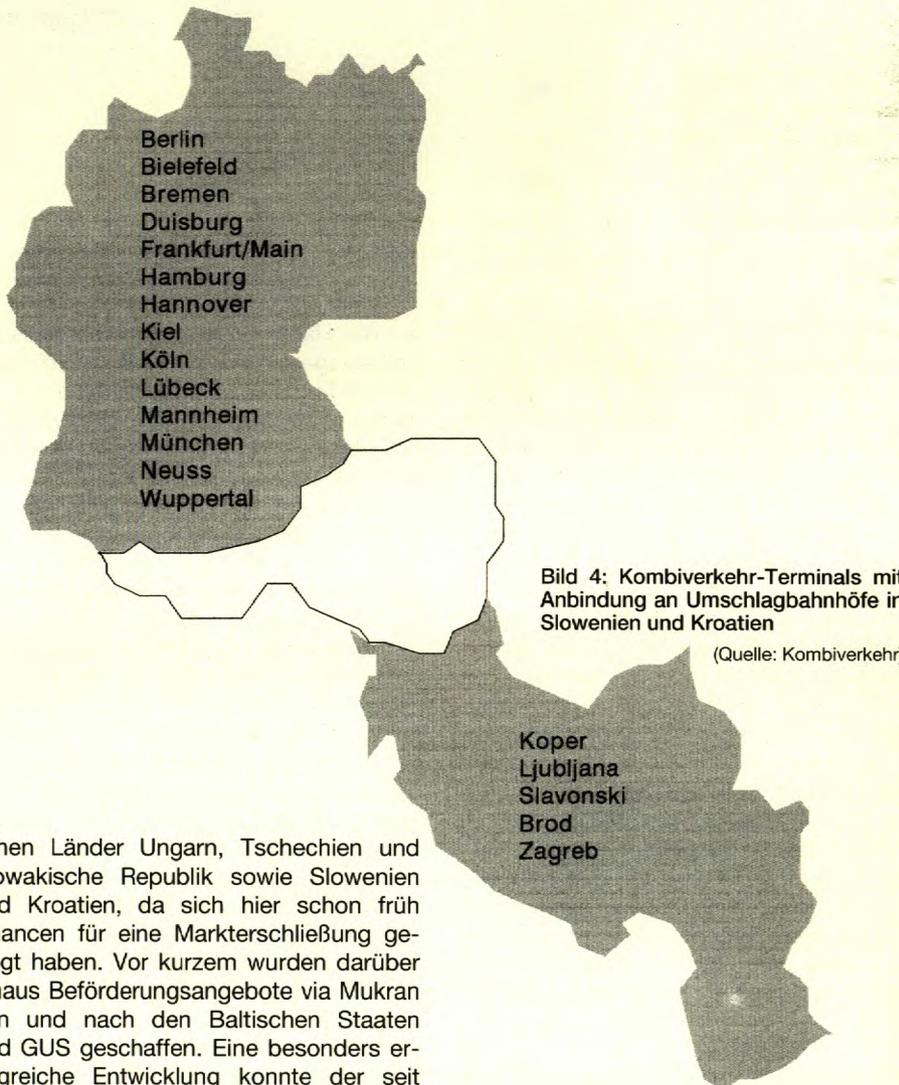


Bild 4: Kombiverkehr-Terminals mit Anbindung an Umschlagbahnhöfe in Slowenien und Kroatien

(Quelle: Kombiverkehr)

munikationssysteme, da auch an den Systemschnittstellen die Sicherheit vollständig gewährleistet sein muß. Die Erfahrungen, die mit der Inbetriebnahme des „Eurostar“ (Kanaltunnel) gesammelt wurden, sind von großem Nutzen, da viele Probleme gelöst werden konnten. Die UIC treibt die Entwicklung eines europäischen Zugsteuerungs- und -sicherungssystems (ETCS) voran, dessen Erprobung für den TGV Est (Paris—Strasbourg/Saarbrücken) im Jahre 2000 vorgesehen ist.

Die Europäische Kommission hat am 15. April 1994 einen „Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über die Interoperabilität des europäischen Hochgeschwindigkeitsbahnnetzes“ vorgelegt. Damit wird vor allem eine Kompatibilität zwischen den Teilnetzen angestrebt. Der Harmonisierungsprozeß ist anhand von „technischen Spezifikationen für die Interoperabilität“ (TSI) durchzuführen. Diese TSI müssen die „wesentlichen Anforderungen“ enthalten, indem sie die „Grundlagenparameter“ festlegen. Die Gesamtaufgabe ist auf acht Arbeitsgruppen aufgeteilt:

- ▷ Infrastruktur,
- ▷ Energieversorgung,
- ▷ Instandhaltung,
- ▷ Zugsteuerung/Zugsicherung/ Signalgebung,
- ▷ Fahrzeuge,
- ▷ Umwelt,
- ▷ Betrieb,
- ▷ Kunden.

Zur Bewältigung dieser sehr umfassenden Aufgabe arbeitet die UIC mit der Eisenbahnindustrie und ihrem Verband UNIFE eng zusammen. In Brüssel wurde eine „Europäische Vereinigung für die Eisenbahn-Interoperabilität“ (AEIF) gegründet.

## 5 Hochgeschwindigkeitsverkehr und Umwelt

Wird ein neuer Verkehrsweg gebaut, so ist dies mit einem Eingriff in die Natur verbunden. Allerdings liegt der spezifische Flächenverbrauch der Schiene mit 3,2 ha/km (Neubaustrecken Hannover—Würzburg und Mannheim—Stuttgart) bei nur einem Drittel der Straße (westdeutsche Autobahnen: 9,3 ha/km).

Da entlang elektrischer Strecken die Luft nicht verschmutzt wird, bleiben etwa zwei Drittel der für eine Neubaustrecke benötigten Flächen als biologisch wertvolle Lebensräume erhalten. Der Ausstoß von Schadstoffen hängt direkt vom Energieverbrauch ab. Der spezifische Energieverbrauch des ICE beträgt 2,4 Liter Ben-

zin pro 100 Personenkilometer, das heißt nur etwa ein Drittel des Pkw im Fernverkehr. Nach Verwirklichung des Hochgeschwindigkeitsnetzes können in Westeuropa jährlich beachtliche Energiemengen (umgerechnet 4,2 Mrd. Liter Benzin) eingespart werden (Tafel aus [6]). Dieses Ergebnis berücksichtigt selbstverständlich den zusätzlichen Energiebedarf infolge induzierten Verkehrs durch die Hochgeschwindigkeitszüge.

		Liter Benzin/Jahr
▷ Schiene (induzierter Verkehr)	+ 41 Mrd. Pkm	
(ICE/TGV * : 1,85 Liter/100 Pkm)		+ 759 Mio.
▷ Luftverkehr	- 44 Mrd. Pkm	
(A 320, 65 % Bes., 7,7 Liter/100 Pkm, Gewinn : 5,85 Liter/100 Pkm)		- 2 574 Mio.
▷ Pkw	- 57 Mrd. Pkm	
(1,7 P/Pkw, 6 Liter/100 Pkm, Gewinn : 4,15 Liter/100 Pkm)		- 2 366 Mio.
		<b>Σ - 4 181 Mio.</b>

Quellen: ▷ Inrets/Intraplan  
 ▷ DB AG  
 ▷ SNCF  
 ▷ eigene Berechnungen

\* Mittelwert (Pkm '93 ; ICE : 2,4 ; TGV : 1,6, reale Auslastung)

Tafel: Veränderungen im Primärenergieverbrauch nach Realisierung des europäischen Hochgeschwindigkeitsnetzes (2010: + 142 Mrd. Pkm für die Schiene) (aus [6])

Mit Erfolg haben die Bahnen in den zurückliegenden Jahrzehnten den Lärm reduziert. Moderne Fahrzeuge sind deutlich leiser als ihre Vorgänger. Erst bei etwa 300 km/h erreicht der ICE die Pegel, die als Durchschnittswerte von IC-Zügen bei 200 km/h abgestrahlt werden. Umfangreiche Forschungsprogramme zielen darauf ab, den Lärm an der Quelle weiter zu reduzieren. Soweit die gewählte Trasse einer Neubaustrecke für die Anlieger zu laut ist, müssen Lärmschutzwände oder -wälle gebaut werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Schienenlärm um 5-10 db (A) weniger lästig als Straßenverkehrslärm empfunden wird.

An dieser Stelle soll die Frage erlaubt sein, wie das für die Relation Hamburg-Berlin angedachte neue Verkehrsmittel Transrapid mit einer beabsichtigten Geschwindigkeit von 400 km/h die Lärmproblematik bei der aufgeständerten Fahrbahn (freie Abstrahlung des aerodynamischen Lärms) lösen will?

Die bereits 1981 von Linkerhägner gestellte Frage zur Magnetbahn „ob es unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit, Verfügbarkeit der Energie und Belastung der Umwelt sinnvoll ist, eine wesentliche Steigerung der Höchstgeschwindigkeit von erdgebundenen Verkehrsmitteln über 200 km/h bis 300 km/h hinaus anzustreben?“ erscheint noch immer berechtigt [7].

## 6 Frachthochgeschwindigkeit

Die Bahnen konnten durch die Einführung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs Markt-

tendenzen umkehren und erhebliche Marktanteile im Personenfernverkehr zurückgewinnen. Die Entwicklung des Güterverkehrs ist hingegen ernüchternd. Betrachtet man die Kurier-, Express- und Paketdienstmärkte, so muß man feststellen, daß die rasante Marktentwicklung der vergangenen Jahre vollständig an der Bahn vorübergegangen ist. Hier waren die Luftfracht und der Straßengüterverkehr die klaren Gewinner. Deshalb scheint die

Frage berechtigt, ob es den Bahnen nicht gelingen könnte, ihre Erfahrungen aus dem Personenhochgeschwindigkeitsverkehr für eine Trendumkehr im schnellen und hochwertigen Güterverkehr zu nutzen. Die für den Hochgeschwindigkeitsverkehr getätigten hohen Investitionen in die Infrastruktur könnten so mit geeignetem Fahrzeugmaterial auch für den leichten Güterverkehr genutzt werden.

Unter „Frachthochgeschwindigkeit“ (FHG) ist die Beförderung von Gütern auf genormten Ladeeinheiten mit speziellem Fahrzeugmaterial und Geschwindigkeiten  $\geq 200$  km/h zu verstehen. Die Züge können auch die ausschließlich für den Personenverkehr ausgelegten Neubaustrecken mit Neigungen bis zu 4% uneingeschränkt befahren.

Einige Angebote können als Vorläufer der zukünftigen FHG angesehen werden: Allen voran die drei Trains à Grande Vitesse (TGV) der französischen Post, die seit 1984 auf der Achse Paris-Lyon mit 270 km/h Post befördern. Die Mitnahme von eiligen Gütern in Hochgeschwindigkeitszügen des Personenverkehrs ist bereits mit dem „IC-Kurierdienst“ der Deutschen Bahn AG, sowie der Beförderung von Kleingut im spanischen Hochgeschwindigkeitszug AVE und im französischen TGV realisiert. Diese Dienste stellen jedoch Nischenprodukte dar, die durch die Kuppelproduktion mit dem Personenverkehr ermöglicht werden.

Der Kernvorteil der FHG würde die sehr schnelle und zuverlässige Beförderung von Gütern in Relationen bis ca. 1500 km sein. Die Verkehrspotentiale ergeben sich

tion bei einer notwendigen Standortverlagerung.

Es gilt also, die LCT-Terminals mit leistungsfähigen Portalkränen auszustatten, die ähnlich flexibel arbeiten wie Mobilgeräte (Bild 2). Ein solches in Portalbauweise und vorzugsweise schienenfahrbar ausgeführtes Umschlaggerät verfügt über zwei Lastaufnahmemittel LAM (Greifzangen-Spreader-Kombination). Diese sind an den Laufkatzen angebracht, die sich, voneinander unabhängig, innerhalb des Portals verfahren lassen. Eine starre Lastführung für die hydraulisch oder mechanisch angetriebene Hubvorrichtung macht das Ganze kompakter. Für die Drehvorrichtung können Hydraulikelemente eingesetzt werden, wie sie zum Beispiel auch bei Mobilumschlaggeräten zur Anwendung kommen. Das Umschlaggerät wird

zwar die Kranwege, jedoch gleicht die Zweifach-Anordnung der Lastaufnahmemittel dies wieder aus. Zudem beträgt die Länge der Gleisanlagen von Terminals in Mittelzentren in der Regel auch nicht mehr als 300 Meter. Berechnungen anhand eines Simulationsmodells haben ergeben, daß beim LCT-Terminal die Durchlaufzeiten für die LKW denen klassischer Terminals entsprechen, auf denen der LKW die größere Strecke auf seiner Fahrspur entlang der Gleise zurücklegt.

## 6 Zielvorgabe: Qualität

Insgesamt ergibt sich bei konsequent eingerichteten LCT-Terminals neben den kurzen Durchlaufzeiten eine hohe Umschlagqualität. Der Abwicklungsaufwand an LCT-Terminals ließe sich darüber hin-

bililität von Anlagenkomponenten und einem entsprechenden Terminaldesign soll ein Beitrag sein zur Steigerung der Flexibilität im Kombinierten Verkehr. Die Schaffung von markt- und bedarfsgerechter Flexibilität gehört zu den wesentlichen Aufgaben für die Zukunftssicherung des Kombinierten Verkehrs. Ein ausgewogener „modal split“, also die Verteilung von Güterströmen auf die einzelnen Verkehrsträger, läßt sich nur erreichen, wenn alle Wachstumschancen für den Kombinierten Verkehr ausgenutzt werden. Die eingangs beschriebene Erschließung der Wirtschaftszentren mit mittlerem Aufkommen gehört vorrangig dazu. Zusammen mit dem Partner DUSS wird neben der Deutschen Bahn AG auch Kombiverkehr mit dem spezifischen Kunden-Know how an einer Umsetzung des LCT-Konzepts in die Praxis arbeiten.

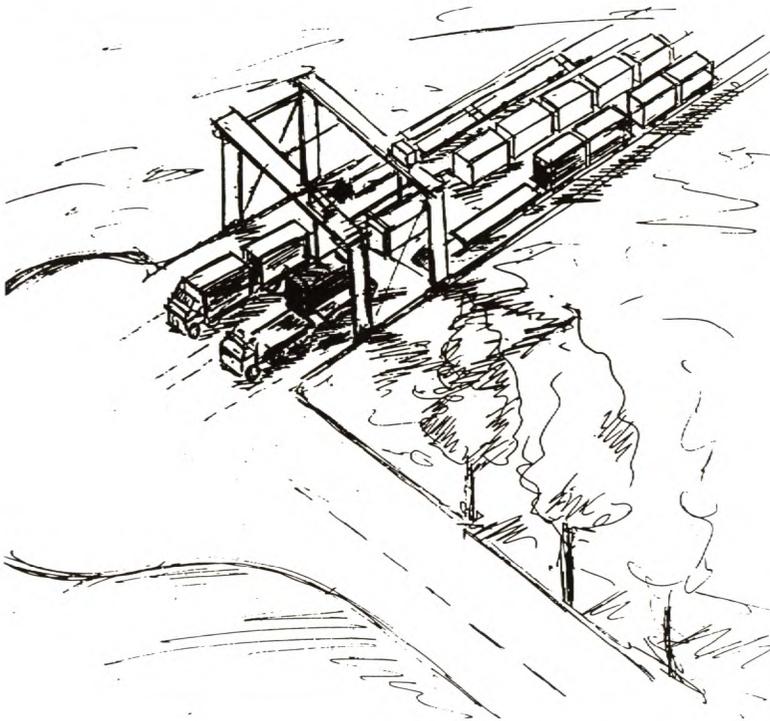


Bild 2

von einem Dieselmotor angetrieben (dieselelektrisch oder dieselhydraulisch) und kann eine Fahrgeschwindigkeit von bis zu 250 m/min erreichen. Der Umschlag im Bereich der Ladegleise ist prinzipiell automatisierbar. Aus Sicherheitsgründen muß der Umschlag am LKW durch Terminalpersonal erfolgen.

Diese Gerätekonfiguration verknüpft die klassischen Elemente der Containerkräne sowie bewährte und preiswerte Elemente aus dem Bereich der Mobilgeräte. Die Ausstattung mit zwei getrennt arbeitenden Lastaufnahmemitteln läßt sowohl den Umschlag von zwei Ladeeinheiten desselben LKW als auch den Umschlag je einer Ladeeinheit von zwei aufeinander folgenden Fahrzeugen zu. Die fest definierte Be- und Entladezone für die LKW verlängert

aus noch reduzieren, indem Umschlagkomponenten automatisiert oder auch die Möglichkeiten zur Integration in EDI-Systeme genutzt würden. Ein weiteres Potential zur Kostenersparnis ergibt sich bei der Wartung der Umschlaganlagen. Von vornherein müssen die Terminalkonstruktoren einen Schwerpunkt auf die Wartungsfreundlichkeit der Anlagen setzen, z. B. indem sie das Prinzip des modularen Aufbaus auch im Sinne einer vereinfachten Instandhaltung und Reparatur anwenden. Die letztgenannten Aspekte treffen im übrigen ebenso auf die klassischen Großterminals zu, denn auch hier liegen noch Potentiale zur Effizienzsteigerung und Kostenminimierung.

Das von Kombiverkehr entwickelte LCT-Konzept mit seiner Betonung auf der Mo-

## Résumé

Low-cost terminals in combined road-rail transport

Important objectives in combined transport are cost reduction and increased quality. When building terminals in medium-sized centres a special problem is the reliability of the investment. Here the need is to reduce the risk by way of less "immobles" and, with flexibly employable plants, simply to "turn around" components when there is a change in requirements. The concept of the "Low Cost Terminal (LCT)" developed by the Kombiverkehr company proposes a compact terminal at the head end of the loading siding and modified portal cranes with diesel drive.

## Récapitulation

Terminals à faibles coûts dans le transport combiné rail-route

La réduction des coûts et l'augmentation de la qualité sont des objectifs importants dans le transport combiné. La construction de terminaux de transbordement dans des centres moyens, soulève surtout le problème de la sécurité des investissements. Dans ce cas, il faut diminuer les risques en acquérant moins d'immobilier mais des éléments d'un emploi plus souple qui, en cas de changement des besoins, peuvent facilement "déménager". Le concept développé par la société Kombiverkehr "Terminals à faibles coûts (LCT)" prévoit un terminal compact en tête des voies de chargement et des grues à portique modifiées à motorisation Diesel.

## Resumen

Terminales de bajo costo en el transporte combinado ferrocarril-carretera

Objetivos importantes en el transporte combinado son la disminución de los costos y el aumento de la calidad. En la construcción de terminales de transbordo en lugares intermedios se destaca en gran medida la objetividad de la inversión. Aquí es válido disminuir el riesgo con menos bienes y utilizar componentes de instalaciones de empleo flexible, los cuales puedan simplemente cambiarse de lugar de acuerdo a la necesidad. El concepto de transporte combinado "Low Cost Terminal (LCT) — Terminales de bajo costo" desarrollado por la sociedad prevee una terminal compacta al final de la vía férrea de carga y puentes grúas modificados con accionamiento Diesel.

sind und als „Level 3“ Bestandteil des ERTMS/ETCS und in der Folge auch des FFB wurde. Es gibt nun eine ganze Palette von Spielarten des Moving Block:

- ▷ Fahren im absoluten Betriebsbremswegabstand,
- ▷ Fahren im absoluten Schnellbremswegabstand,
- ▷ Fahren im Bremswegabstand mit variablen Schutzabständen,
- ▷ bis hin zum Fahren im relativen (verkürzten) Bremswegabstand, das zum Beispiel für die Annäherungsphase bei Rendez-Vous-Manövern erforderlich wird.

Zielsetzung all dieser Überlegungen ist: die Zugfolge auf der Strecke, bei der Ein- und Ausfahrt in Bahnhöfen (CIR-ELKE-Ansatz) aber auch die Bahnsteigwechselzeiten der Züge zu verbessern [4].

### 3.2 Längere Züge

Die Transport-Dimensionsgrößen der Bahn, beginnend bei der Größe der Lad Behälter bis hin zum Profil der Wagen und der Länge der Züge gilt es, besser zu nutzen. Lange Züge mit nur einem Triebfahrzeugführer sind effizient und damit ein Wettbewerbsvorteil des Systems Bahn, dem sich der Wettbewerber Straßengüterverkehr mit Platooningkonzepten nur sehr mühsam annähern kann, solange er nicht auf isolierte, von den nicht automatisierten Verkehrsteilnehmern abgetrennten Spuren übergeht und damit mit allen Konsequenzen zum spurgeführten, außengesteuerten Verkehr umschwenkt. Die maximale Länge der Züge hängt von den Längen der Gleise ab, wo die Züge gebildet und aufgelöst werden; aber auch verbesserte Betriebsführungssysteme müssen dazu beitragen, die Obergrenze für die maximale Zuglänge heraufzusetzen:

- ▷ planerisches und dispositives Vermeiden von Überholungen,
- ▷ Moving Block statt fester Blockabschnittslängen,
- ▷ Mehrfachtraktionssteuerung von über den Zug verteilten Traktionseinheiten.

### 3.3 Disposition

Die Zugfahrten finden in einem Regelkreis statt, denn sie werden von der Leit- und Sicherungstechnik sowohl gesteuert als auch in ihrem Lauf verfolgt. Dieser Regelkreis ist heute noch *nicht technisch* geschlossen, denn Dispositionsentscheidungen werden *fernmündlich* an Fahrdienstleiter und Triebfahrzeugführer gegeben. Das Netz hat Systeme in Auftrag gegeben (LeiBIT — Leitsystem zur betrieblichen In-

formationsverteilung und LeiDis — Leitsystem zur Disposition), um diese Lücke zu verringern und die Disposition weitergehend technisch unterstützen. Davon ausgehend bestehen weitere Potentiale:

- ▷ Übergang von der heute abschnittswisen Zuglaufverfolgung zu einer *kontinuierlichen oder quasikontinuierlichen Zugverfolgung*. Damit würden automatische Dispositions- und Zuglenkverfahren besser unterstützt und damit effizienter, aber auch die Pünktlichkeitsüberwachung bei Bahnhofshalten würde verbessert.
- ▷ *Direkte Disposition*: direkte Datenübertragung von Fahrempfehlungen in die Züge, die mit ERTMS/ETCS bzw. FFB ausgestattet sind. Geschwindigkeitsempfehlungen, die beispielsweise helfen, unnötige Halte im Zulauf auf Knoten zu vermeiden, könnten so zentral errechnet werden und dezentral angezeigt werden. In diesen Zusammenhang fällt auch das energiesparende Fahren, bei dem Abschnittsgeschwindigkeiten geregelt und Aufträge für das Ausrollen von Zügen gegeben werden müssen.
- ▷ *Online-Slot-Management* im Zusam-

des Netzes (künftig den Betriebszentralen) und den Leitzentralen der konzerninternen und -externen Eisenbahn-Transportunternehmen.

- ▷ *Freight Transport Control*: Verfolgung von Güterwagen und Überwachen des Ladeguts. Hierzu hat das Forschungs- und Technologie-Zentrum „SANDY“ entwickelt, ein kompaktes, portables Gerät, das sich mit GPS ortet und über Mobilfunk seine Daten an die Kundenzentren des Güterverkehrs abgeben kann, siehe Bild 4.

### 3.4 Vereinigen und Trennen von Zuggarnituren im Stand und während der Fahrt

Heute werden S-Bahn-Zuggarnituren am Bahnsteig automatisch ge- und entkuppelt, wobei der gesamte Vorgang vom Triebfahrzeugführer gesteuert und überwacht wird. Zwei ICE2-Garnituren können ebenfalls automatisch ge- und entkuppelt werden, für den CargoSprinter wird dieses Verfahren in einem Vorlaufbetrieb praktiziert, Bild 5 zeigt das Prinzip. Mit Einführung des ERTMS/ETCS und des FFB eröffnet sich die Möglichkeit, dieses

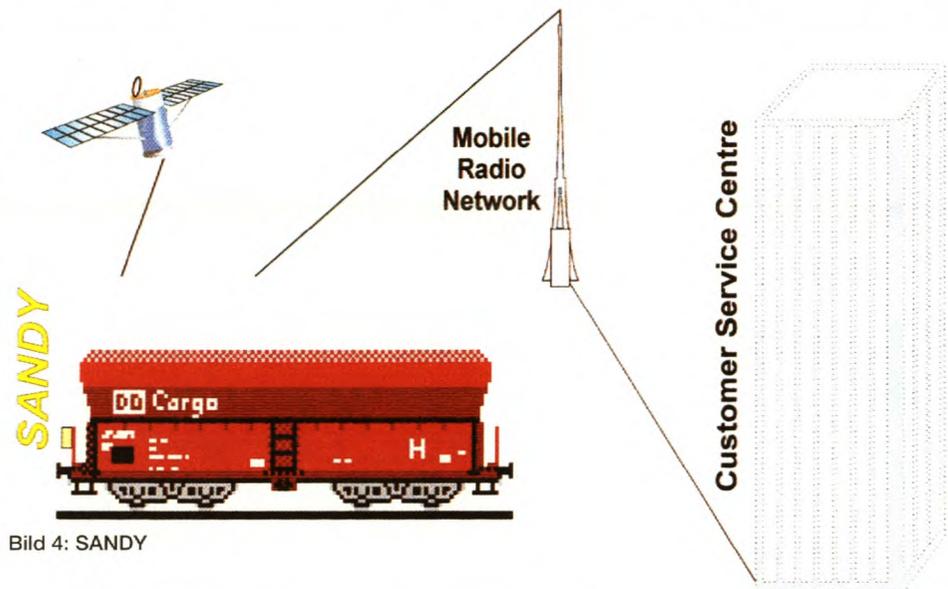


Bild 4: SANDY

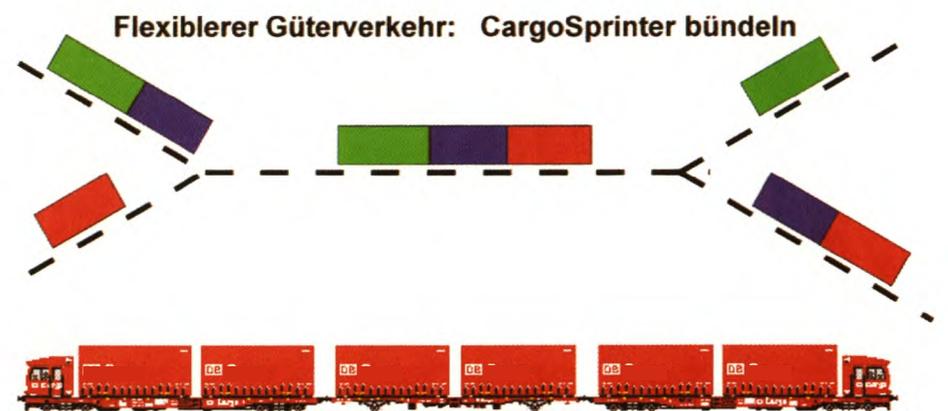


Bild 5: Neue Betriebsweisen



**Bild 4:** Betriebskonzept Rollende Autobahn

(Quelle: RAlpin AG)

Schweizerischen Bundesbahnen SBB Cargo AG mit je 30 % des Aktienkapitals die Firma RAlpin AG gegründet. Anfang 2002 hat FS Trenitalia 10 % des Aktienkapitals der RAlpin AG übernommen.

Die Bauarbeiten für den Huckepack-Korridor auf der Lötschberg—Simplon-Achse waren Ende Mai 2001 soweit fortgeschritten, dass der Betrieb der Rollenden Autobahn für Lastwagen mit einer Eckhöhe von 4 Metern, einer Breite von 2,5 Metern und einem Gewicht bis 44 Tonnen ab 11. Juni 2001 fahrplanmässig aufgenommen werden konnte.

Die RAlpin AG ist für den Betrieb der Rollenden Autobahn Freiburg i.B.—Novara verantwortlich. Sie verfügt über keine eigenen Ressourcen. Sie kauft diese ein, um eine hochwertige, den Markterfordernissen flexibel angepasste Leistung zu erbringen.

Die RAlpin AG wird von zwei Geschäftsführern geleitet, Carlo Degelo (BLS Cargo AG) und Dot. Alberto Grisone (HUPAC Intermodal SA). Den beiden Geschäftsführern steht jeweils die Infra-

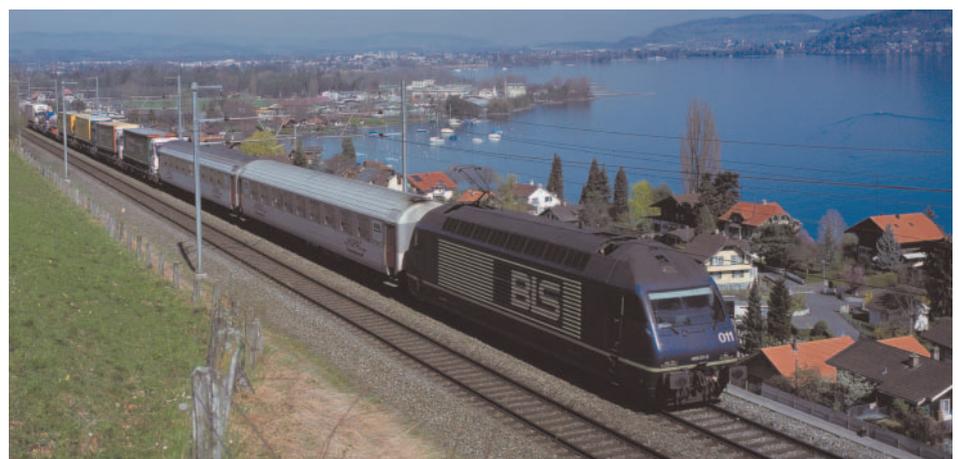
struktur in ihren Unternehmen zur Verfügung. Die Leistungen werden der RAlpin AG nach Aufwand verrechnet.

### 7.2 Das Betriebskonzept der RAlpin AG

Die RAlpin AG ist Betreiberin der Rollenden Autobahn zwischen Freiburg i.B.

(Deutschland) und Novara (Italien) (Bilder 3 und 4).

Mit dem Produkt der Rollenden Autobahn leistet die RAlpin AG einen kurzfristig realisierbaren Beitrag an die Umsetzung der schweizerischen Verkehrspolitik. Das Angebot der Rollenden Autobahn orientiert sich an den Bedürfnissen des Marktes, was bedeutet, dass in



**Bild 5:** Rollende Autobahn, hier mit 2 Begleitwagen bei Einigen am Thuner See (Berner Oberland)  
 (Quelle: RAlpin AG)

# Bietet die Containerisierung neue Chancen für den Einzelwagenverkehr?

Trotz umfangreicher Bemühungen ist der Einzelwagenverkehr im Schienengüterverkehr noch immer nicht wirtschaftlich zu betreiben. Eine Idee, die Wirtschaftlichkeit des Einzelwagenverkehrs zu verbessern, ist die vollständige Containerisierung des Einzelwagenverkehrs. Das Institut für Verkehrswesen und Verkehrsbau der Universität Duisburg-Essen untersucht mit Unterstützung der Railion Deutschland AG die Auswirkungen einer Containerisierung auf das Produktionssystem im Einzelwagenverkehr.

Dipl.-Ing.  
Dirk Bruckmann

Wissenschaftlicher Assistent. –

Anschrift: Uni Duisburg-Essen, Institut für Verkehrswesen und Verkehrsbau, Universitätsstraße 15, D-45141 Essen.

E-Mail: dirk.bruckmann@uni-due.de



Foto: DB AG/Neuhäus

## 1 Situation des Einzelwagenverkehrs

### 1.1 Aufkommensentwicklung und Marktanteile des Einzelwagenverkehrs

Die deutschen Eisenbahnen haben in den vergangenen Jahrzehnten in großem Umfang Marktanteile an den Straßengüterverkehr abgeben müssen. Die gesamte Transportleistung im Eisenbahnverkehr ist zwar von 1970 bis 2003 um 9,8 % gestiegen und war 2003 mit 78,5 Mrd. tkm so hoch wie niemals zuvor. Dennoch ist der Marktanteil des gesamten Schienenverkehrs von 33,1 % im Jahr 1970 auf 17,7 % im Jahr 2003 zurückgegangen [1], [2]. Für das Produkt Einzelwagenverkehr sind keine entsprechenden Zahlen verfügbar. Allerdings ist davon auszugehen, dass sich das Verkehrsaufkommen hier wesentlich ungünstiger entwickelt hat und in seiner Tendenz sinkend ist.

Dennoch stellt der Einzelwagenverkehr immer noch ein großes Marktsegment des Schienengüterverkehrs dar. Im Jahr 2004 wurden im Einzelwagenverkehr insgesamt 90,5 Mio. t Güter in 3,7 Mio. Wagenladungen befördert. Damit wurden mehr als 40 % des Eisenbahngüterverkehrs in Deutschland im Einzelwagenverkehr abgewickelt.

### 1.2 Ursachen für die Entwicklung

Die Ursachen für die unbefriedigende Entwicklung des Verkehrsaufkommens

sind vielfältig und zu einem großen Teil durch externe Entwicklungen verursacht worden. In den vergangenen Jahren haben sich dramatische Veränderungen bei der Güterstruktur, der Marktregulierung im Straßen- und Schienenverkehr, den logistischen Abläufen und den Produktionsstrukturen bei den Verladern sowie der Marktsituation im Wettbewerb mit dem Straßenverkehr ergeben. [3]

Die Qualitäts- und Kostenvorgaben werden den Bahnen von den Kunden und durch die konkurrierenden Verkehrsträger gemacht. Dabei spielen Zeit, Flexibilität, Service und Wirtschaftlichkeit eine große Rolle. In einer Umfrage bei industriellen Verladern hat der Bundesverband der Deutschen Industrie im Jahre 1999 deren Ansichten zum Schienengüterverkehr ermittelt [4]. Von den Verladern wurden folgende Kriterien als besonders wichtig genannt:

- ▷ *Zeitliche Kriterien:* die Transportlaufzeiten, die kurzfristige Verfügbarkeit und die zeitnahe Bereitstellung der Wagen in den Gleisanschlüssen.
- ▷ *Zuverlässigkeit:* die Zuverlässigkeit der Transporte, die Pünktlichkeit und die Schadensfreiheit.
- ▷ *Transportkosten:* das Preis-Leistungs-Verhältnis im Wettbewerb mit anderen Verkehrsträgern.

Die Wettbewerbssituation des Einzelwagenverkehrs wird wesentlich von der Erfüllung dieser Transportkriterien bestimmt.

### 1.3 Marktsituation des Einzelwagenverkehrs

Eine Analyse der Transportzeiten für einen fiktiven Transport über 600 km (Bild 1) zeigt die Mängel des Einzelwagenverkehrs deutlich auf. Während ein Lkw-Transport auf dieser Entfernung vom Auftreten des Transportwunsches bis zur Ankunft der Güter am Ziel in 27 Stunden abgewickelt werden kann, benötigt die Eisenbahn selbst beim hochwertigen Quality-Produkt des Einzelwagenverkehrs 93 Stunden. Auch der Kombinierte Verkehr liegt mit 42 Stunden deutlich über dem Zeitbedarf einer Lkw-Direktfahrt. Hinzu kommt, dass im Einzelwagenverkehr die Einhaltung der Transportzeit nur für 95 % aller Fälle garantiert wird.

Ein ergänzender Vergleich der Beförderungszeiten auf ausgewählten von Bad Neuenahr ausgehenden Relationen (Bild 2) bestätigt die Defizite des Einzelwagenverkehrs. Während die reine Beförderungszeit ohne Berücksichtigung der für Disposition und Bereitstellen erforderlichen Zeiten im Lkw-Verkehr für alle Relationen unter 9 Stunden liegt, werden im Einzelwagenverkehr 24 Stunden und mehr benötigt.<sup>1)</sup>

Weitere Wettbewerbsnachteile ergeben sich durch die stark eingeschränkte

<sup>1)</sup> Reisezeitermittlung im Einzelwagenverkehr über das elektronische Güterkursbuch, Internetseite <http://gueterfahrplan.hacon.de>; im Kombinierten Ladungsverkehr über den Fahrplan der Kombiverkehr; für den Lkw-Verkehr über den Routenplaner Seite <http://routenplanung.dr-staedtler.de/>.