



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**15.05.2002 Patentblatt 2002/20**

(51) Int Cl.7: **B61L 15/00**

(21) Anmeldenummer: **01440359.6**

(22) Anmeldetag: **25.10.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• **Klein, Siegfried  
70469 Stuttgart (DE)**  
• **Gröger, Martin  
70435 Stuttgart (DE)**  
• **Litzenburger, Manfred Dr.  
76646 Bruchsal (DE)**

(30) Priorität: **09.11.2000 DE 10107571**

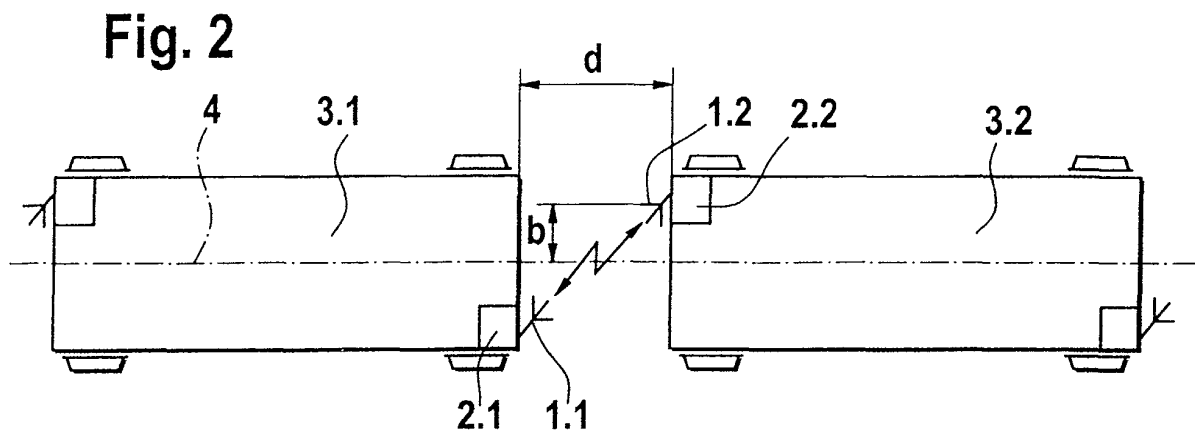
(71) Anmelder: **ALCATEL  
75008 Paris (FR)**

(74) Vertreter: **Rausch, Gabriele, Dr. et al  
Alcatel  
Intellectual Property Department, Stuttgart  
70430 Stuttgart (DE)**

(54) **System zur Kommunikation zwischen zwei benachbarten Fahrzeugeinheiten in einem Fahrzeugverbund, sowie ein Verfahren hierfür**

(57) Die Erfindung betrifft ein System zur Kommunikation zwischen zwei benachbarten (Fahrzeug-) Einheiten, in einem Fahrzeugverbund mindestens zweier Einheiten, wobei die benachbarten Einheiten jeweils (Kurzstanz-) Kommunikationsmittel zur Kommunikation miteinander aufweisen, wobei die Kurzstanz-Kommunikationseinrichtungen gerichtete Sende- und Emp-

fangs-Antennen aufweisen, wobei benachbarte Kurzstanz-Kommunikationseinrichtungen bezüglich einer Mittelachse des Fahrzeugverbundes zueinander versetzt angeordnet sind und die Sende/Empfangsbereiche der gerichteten Antennen einander überlappen, sowie ein Verfahren zur Überprüfung der Vollständigkeit eines Fahrzeugverbundes hierfür.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein System zur Kommunikation zwischen zwei benachbarten Fahrzeugeinheiten in einem Fahrzeugverbund mindestens zweier Einheiten, wobei die benachbarten Einheiten jeweils Kurz-

distanz-Kommunikationsmittel zur Kommunikation miteinander aufweisen, sowie ein Verfahren zur Überprüfung der Vollständigkeit eines Fahrzeugverbundes.

**[0002]** Aus der DE 4027186 ist ein System bekannt,

bei welchem Daten zwischen benachbarten Schienenfahrzeugen mittels Mikrowellensender und Mikrowellenempfänger jeweils mit divergenter Strahlungscharakteristik in der Symmetrieebene (Längsachse) der Schienenfahrzeuge Empfänger ausgetauscht werden.

**[0003]** Aus der DE 198 30 053 C1 ist eine Einrichtung zur Zugschlusserkennung bekannt, bei der seitens des Triebfahrzeuges Funktelegramme im Polling-Verfahren nacheinander an die einzelnen Wagen ausgesandt werden, welche ihrerseits diese Funktelegramme an das Triebfahrzeug quittieren. Auf diese Weise ist eine permanente Überwachung der Zugintegrität möglich, d.h. eine sichere Information darüber, ob eine Entgleisung oder eine Auftrennung des Zugverbundes stattgefunden hat. Die Reichweite des Kommunikationsmediums muss dabei mindestens der Länge des Zugverbundes, beispielsweise bis zu 1,5 km, entsprechen.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes System zur Kommunikation zwischen Einheiten in einem Fahrzeugverbund anzugeben, bei welchen eine Trennung zweier gekuppelter Einheiten auf kürzester Distanz sicher detektiert werden kann.

**[0005]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0006]** Zur schnellen und sicheren Erkennung eines Havariezustandes weisen die Kommunikationsmittel Richtantennen auf, die nicht achsenparallel senden und empfangen, d.h. deren Sende- und Empfangsachse mit jeweils der Längsachsen der dazugehörigen Einheit einen bestimmten Winkel ungleich null Grad bilden. Dadurch ergibt sich bei Trennen einer Verbindung zweier Fahrzeugeinheiten oder Wagen eine Störung der Funkübertragung (beispielsweise Abriss der Funkverbindung) bereits lange bevor die Reichweitengrenze der Funkübertragung erreicht wird.

**[0007]** Durch die sukzessive Informationsweiterleitung nur zwischen benachbarten Wagen, wobei die Kommunikationseinrichtungen quasi als Relaisstationen fungieren, kann die Reichweite des Kommunikationsmittels auf wenigen Meter reduziert werden. Besonders geeignet für diese Ultra-Kurzstanz-Kommunikation ist die Bluetooth-Technologie. Bisher sind Bluetooth-Chips vor allem als Kommunikationsmedium zwischen Computern und peripheren Geräten, wie Drucker, Scanner, Digitalkamera, Mobilfunkgerät, vorgesehen. Die Grundidee besteht darin, Bluetooth-Chips als sehr billiges drahtloses Funk LAN (Local Area Network)

zu verwenden. Für die Stromversorgung der Bluetooth-Chips ist nur eine sehr geringe Leistung notwendig. Als Energielieferanten kommen beispielsweise Akkumulatoren, Druckluft, Solarzellen, Achsgenerator oder Unruhe-Wandler in Frage. Wegen des geringen Stromverbrauches und des sehr niedrigen Preises der Bluetooth-Chips können diese auch mehrfach vorgesehen sein, um die Verfügbarkeit zu erhöhen. Selbstverständlich muss die Reichweite nicht ausgenutzt werden. Zur Überbrückung des Übertragungsweges zwischen zwei benachbarten Wagen können pro Wagen auch mehrere Bluetooth-Chips angeordnet sein. Die in den Identifikationsmitteln des letzten Wagens gespeicherten Informationen werden über alle vorgeordneten Bluetooth-Chips an den Fahrzeugrechner weitergeleitet, so dass bei ordnungsgemäßer Informationsübertragung davon ausgegangen werden kann, dass Vollständigkeit des Zuges besteht, d.h. dass kein Wagen von dem Fahrzeugverbund abgetrennt wurde.

**[0008]** Um die hohen Sicherheitsanforderungen im Bahnbereich zu erfüllen, sind in den Identifizierungsmitteln der einzelnen Einheiten jeweils zusätzlich zur Identifikationsnummer oder Wagenummer auch ein elektronischer Schlüssel zur Bildung einer Sicherungsinformation oder eines sogenannten Prüfmusters gespeichert. Als elektronischer Schlüssel kann beispielsweise ein sogenannter Cyclic redundancy Code (CRC) verwendet werden. Um die Sicherheit weiter zu erhöhen, hat jede Einheit einen einheitenspezifischen elektronischen Schlüssel. Die Speicherparameter, Wagenummer und elektronischer Schlüssel sind dabei beispielsweise in einem PROM (Programmable Read Only Memory) abgelegt, welcher zusammen mit dem Bluetooth-Chip in einer kleinen Box zum mechanischen und gegebenenfalls auch thermischen Schutz untergebracht ist.

**[0009]** Besonders vorteilhaft ist die Verwendung eines sogenannten asymmetrischen Schlüsselsystems. Dabei werden zur Verschlüsselung oder Signatur von Daten und zur Entschlüsselung oder Prüfung der Signatur unterschiedliche Schlüssel verwendet. Dabei besitzt jede Einheit einen spezifischen privaten Schlüssel (engl.: private key), welcher in den entsprechenden Identifikationseinrichtungen gespeichert ist. Im Fahrzeugrechner ist dann mindestens der öffentliche Schlüssel der letzten Einheit gespeichert. Selbstverständlich kann auch eine Speicherung der privaten Schlüssel sämtlicher Einheiten des Zugverbands vorgesehen sein. Auf diese Weise kann auch die Richtigkeit einer vorgegebenen Wagenreihung überprüft werden. Außerdem ist dadurch eine Unterstützung bei Rangiervorgängen bzw. der sogenannten Zugtaufe möglich.

**[0010]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den abhängigen Ansprüchen und der Beschreibung zu entnehmen.

**[0011]** Im folgenden wird die Erfindung unter Zuhilfenahme der Zeichnungen weiter erläutert:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung wichtiger Komponenten und eines Verfahrens zur Zugschlusserkennung,
- Fig. 2 eine Draufsicht auf zwei ordnungsgemäß gekoppelte Wagen und
- Fig. 3 eine Fig. 2 entsprechende Ansicht bei entkoppelten Wagen.

[0012] Fig. 1 veranschaulicht das Zusammenwirken der Komponenten des Triebfahrzeuges mit den Komponenten der Wagen. Es ist ersichtlich, dass der Fahrzeugrechner mit einer Stromversorgung, einem signaltechnisch sicheren (beispielsweise redundanten) Rechner und einer Funk LAN Einrichtung, insbesondere mindestens einem Bluetooth-Chip ausgestattet ist, während die Wagen neben einer Stromversorgung nur eine Funk LAN Einrichtung, insbesondere mindestens einen Bluetooth-Chip, und einen einfachen (signaltechnisch nicht sicheren) Rechner aufweisen. Zur Vorbereitung für eine sichere, d.h. gegen Übertragungsfehler und Rechnerfehler gesicherte, Zugschlusserkennung werden bei der Zusammenstellung des Zuges, der sogenannten Zugtaufe, in den sicheren Rechner des Triebfahrzeuges die Wagennummern mit entsprechender Reihenfolge und zugehörigen elektronischen Schlüsseln — z.B. die öffentlichen Schlüssel (public keys) — eingespeichert.

[0013] Während der Zugfahrt wird periodisch, beispielsweise alle drei Sekunden, eine (hinreichend große) Zufallszahl generiert, welche zusammen mit der Wagennummer des letzten Wagens mittels des Bluetooth-Chips an den Bluetooth-Chip des ersten Wagens gesendet wird. Der Rechner des ersten Wagens vergleicht die empfangene Wagennummer mit der eigenen Wagennummer und stellt Nichtübereinstimmung fest. Infolgedessen reicht der erste Wagen die Zufallszahl und die Wagennummer des letzten Wagens an den zweiten Wagen weiter, der seinerseits, sofern er nicht der letzte Wagen des Zuges ist, die Zufallszahl und die Wagennummer des letzten Wagens an den nächstfolgenden Wagen weiterreicht, bis der letzte Wagen die Informationen empfangen hat. Dieser letzte Wagen verschlüsselt die Zufallszahl mit seinem privaten Schlüssel (private key) und sendet das Verschlüsselungsergebnis auf dem gleichen Weg rückwärts an das Triebfahrzeug zurück — durch Pfeile dargestellt. Der (sichere) Rechner des Triebfahrzeuges decodiert das Verschlüsselungsergebnis mit Hilfe des gespeicherten öffentlichen Schlüssels des letzten Wagens. Als Resultat muss sich die Zufallszahl ergeben, damit davon ausgegangen werden kann, dass sich die Zugkonfiguration in ordnungsgemäßem Zustand befindet, d.h. dass der letzte Wagen noch am Zug befindlich ist. Falls sich eine andere Zahl ergibt oder der Fahrzeugrechner keine Antwort erhält, ist nicht sicher, ob der letzte Wagen noch ordnungsgemäß an den Zugverbund angekoppelt ist. In diesem Fall müssen entsprechende Maßnahmen eingeleitet wer-

den, die entweder manuell durch einen Triebfahrzeugführer oder auch automatisch durch den Fahrzeugrechner — beispielsweise eine Zwangsbremmung — eingeleitet werden.

5 [0014] Fig. 2 zeigt eine Möglichkeit zur Anordnung von gerichteten Sende- und Empfangs-Antennen 1.1 und 1.2 der Funk LAN Einrichtungen 2.1 und 2.2 benachbarter Wagen 3.1 und 3.2. Die Antennen 1.1 und 1.2 sind bezüglich der Mittelachse 4 des Zugverbundes versetzt angeordnet. Die Ausrichtung der Antennen 1.1 und 1.2, d.h. deren Winkel zur Mittelachse 4 hängt dabei von der Größe des Versatzes  $b$  und dem axialen Abstand  $d$  der Antennen 1.1 und 1.2 ab. Diese Anordnung gestattet eine sehr empfindliche Kommunikation zwischen den Funk LAN Einrichtungen 2.1 und 2.2. Eine Abkopplung des Wagens 3.2 vom Wagen 3.1 ist augenblicklich erkennbar und nicht von der Reichweite des Funksignals abhängig.

10 [0015] Als weitere Applikationen auf der Basis des Funk LANs sind beispielsweise Bremszettlersatz, Sensor-Informationsübertragung, Passagierinformationen, Passagierraumüberwachung oder die Übertragung von Daten für fahrerlosen Betrieb denkbar.

15 [0016] Der zu überwachende Fahrzeugverbund kann auch aneinander gereihte Gegenstände aller Art darstellen beispielsweise Container oder Landfahrzeuge, die auf einem Schiff transportiert werden. Mittels zueinander versetzt angeordneter benachbarte Kurzstanz-Kommunikationseinrichtungen (2.1, 2.2) gemäss des erfindungsgemäßen Systems kann beispielsweise 20 kann beispielsweise dabei schon ein geringfügiges Verutschen der Ladung auf dem Schiff festgestellt werden. Der Fahrzeugverbund kann aus miteinander gekoppelten Schienenfahrzeugen, Landfahrzeugen oder Schiffe bestehen. Die Kupplung kann dabei mechanisch erfolgen oder auch elektronisch, beispielsweise bei der sogenannten elektronischen Deichsel zweier Lastkraftwagen.

#### 40 Patentansprüche

1. System zur Kommunikation zwischen zwei benachbarten (Fahrzeug-) Einheiten (3.1, 3.2), in einem Fahrzeugverbund mindestens zweier Einheiten, wobei benachbarten Einheiten (3.1, 3.2) jeweils (Kurzstanz-) Kommunikationsmittel (1.1, 2.1) zur Kommunikation miteinander aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kurzstanz-Kommunikationseinrichtungen (2.1, 2.2) gerichtete Sende- und Empfangs-Antennen (1.1, 1.2) aufweisen, wobei benachbarte Kurzstanz-Kommunikationseinrichtungen (2.1, 2.2) bezüglich einer Mittelachse (4) des Fahrzeugverbundes zueinander versetzt angeordnet sind und die Sende-/Empfangs-Bereiche der gerichteten Antennen (1.1, 1.2) einander überlappen.

2. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Überprüfung der Vollständigkeit des Fahrzeugverbundes eine erste, insbesondere führende, Einheit (3.1) einen Fahrzeugrechner und die weiteren Einheiten (3.2) Identifikationseinrichtungen aufweisen, wobei
- der Fahrzeugrechner Mittel zum Senden einer Vollständigkeitsanfrage, welche die Identifikationsnummer der letzten Einheit (3.2) im Fahrzeugverbund enthält, an die folgende Einheit (3.2) und Mittel zum Prüfen einer von dieser Einheit (3.2) empfangenen Vollständigkeitsnachricht aufweist und
  - die Identifikationseinrichtungen jeweils Mittel zum Speichern der eigenen Identifikationsnummer, Mittel zum Empfang der Vollständigkeitsanfrage von der Identifikationseinrichtung der vorangehenden Einheit, Mittel zum Vergleichen der empfangenen Identifikationsnummer mit der eigenen Identifikationsnummer und Mittel zum Weiterleiten der Vollständigkeitsanfrage an die Identifikationseinrichtung der folgenden Einheit oder zum Generieren der Vollständigkeitsnachricht und Rücksenden an den Fahrzeugrechner aufweisen.
3. System nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens die Identifikationseinrichtung der letzten Einheit (3.2) Mittel zum generieren einer mit einem individuellen elektronischen Schlüssel codierten Vollständigkeitsnachricht aufweist.
4. System nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fahrzeugrechner einen Decoder zur Decodierung einer codierten Vollständigkeitsnachricht aufweist.
5. Verfahren zur Überprüfung der Vollständigkeit eines Fahrzeugverbundes mit mindestens zwei (Fahrzeug-) Einheiten (3.1, 3.2) mit die Kurzstanz-Kommunikationseinrichtungen (2.1, 2.2), welche gerichtete Sende- und Empfangs-Antennen (1.1, 1.2) aufweisen, wobei benachbarte Kurzstanz-Kommunikationseinrichtungen (2.1, 2.2) bezüglich einer Mittelachse (4) des Fahrzeugverbundes zueinander versetzt angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** folgende Schritte durchgeführt werden:
- der Fahrzeugrechner der ersten Einheit (3.1) sendet eine Nachricht mit der Identifikationsnummer der letzten Einheit (3.2) an die Identifikationseinrichtung der folgenden Einheit (3.2),
  - die Identifikationseinrichtung der folgenden
- Einheit (3.2) vergleicht die empfangene Identifikationsnummer mit der eigenen gespeicherten Identifikationsnummer,
- falls die empfangene Identifikationsnummer nicht mit der eigenen Identifikationsnummer übereinstimmt, sendet die Identifikationseinrichtung die empfangene Nachricht an die nächstfolgende Einheit,
  - falls die empfangene Identifikationsnummer mit der eigenen Identifikationsnummer übereinstimmt, sendet die Identifikationseinrichtung eine Vollständigkeitsnachricht zurück an den Fahrzeugrechner der ersten Einheit (3.1) und
  - der Fahrzeugrechner prüft die Vollständigkeitsnachricht daraufhin, ob sie von der Identifikationseinrichtung des letzten Wagens (3.2) stammt.

Fig. 1

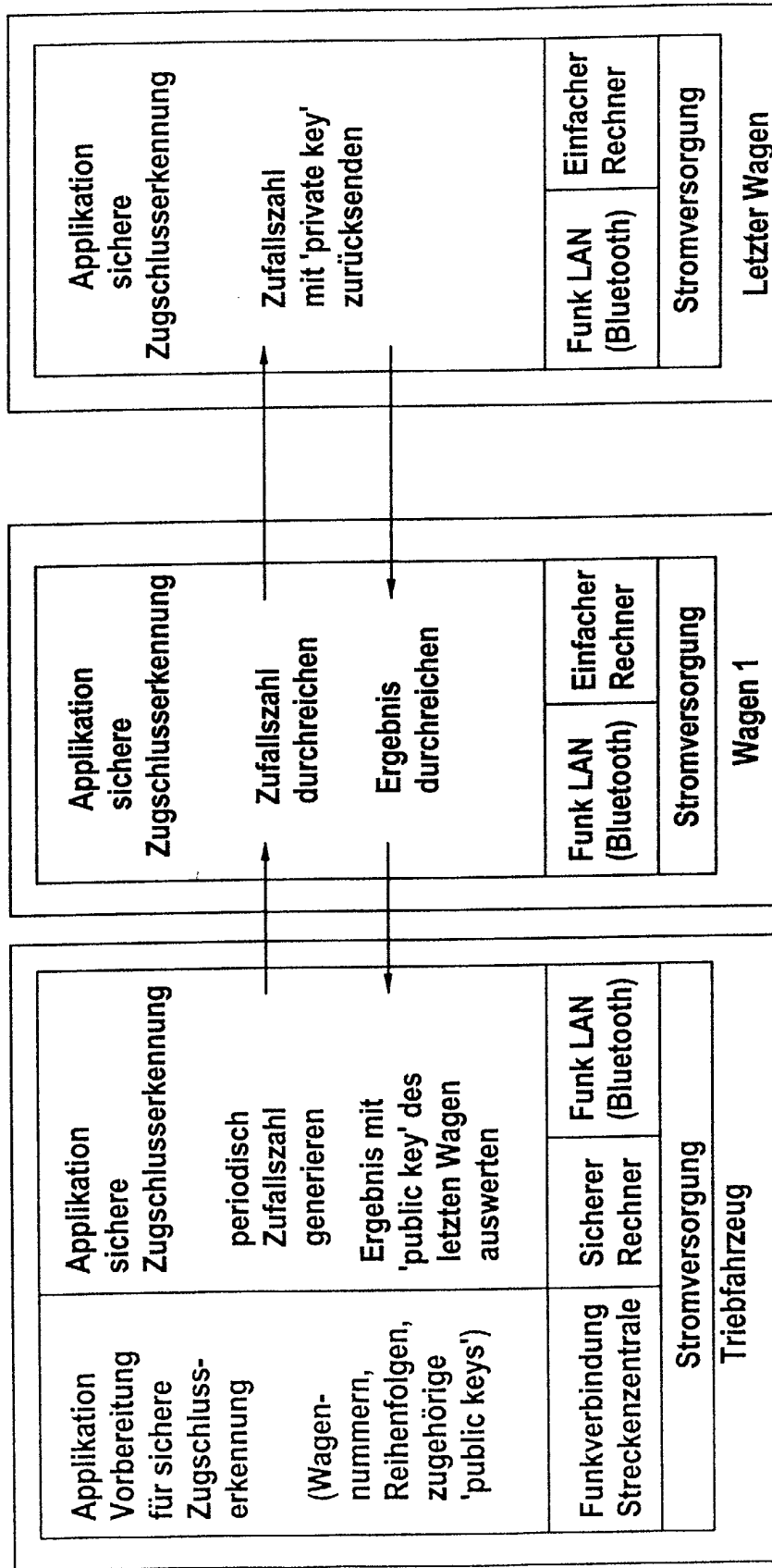


Fig. 2

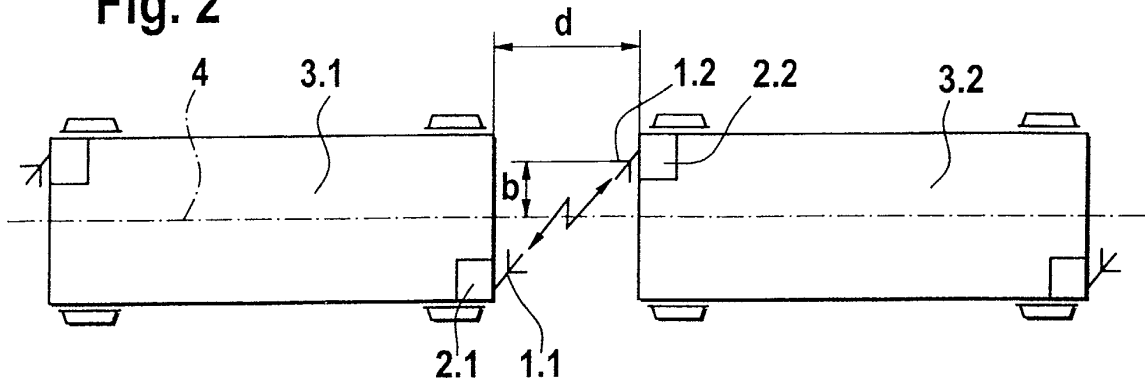
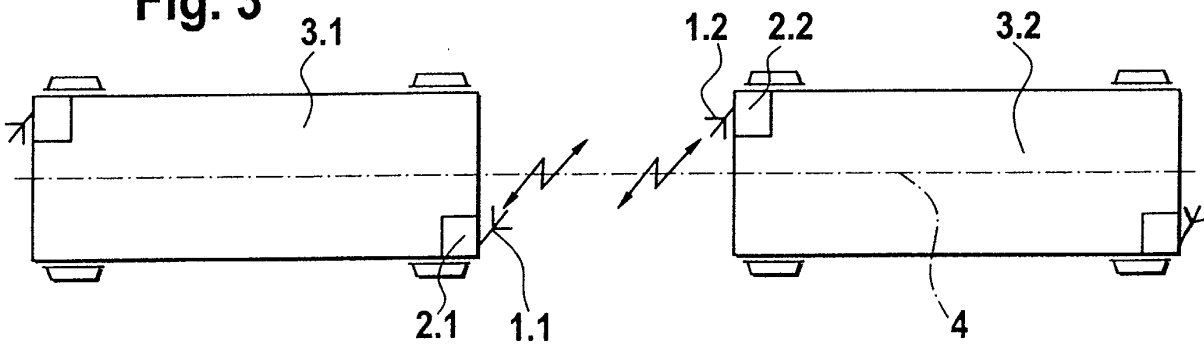


Fig. 3





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 44 0359

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 5 777 547 A (WALDROP JEREMY S) 7. Juli 1998 (1998-07-07) * Spalte 1, Zeile 55 - Spalte 2, Zeile 55 * ---	1-5	B61L15/00
A	US 2 690 555 A (BAYNARD L W) 28. September 1954 (1954-09-28) * Spalte 4, Zeile 66 - Spalte 5, Zeile 62; Abbildungen 4-6 *	1-5	
A	GB 2 336 011 A (SEMA GROUP UK LTD) 6. Oktober 1999 (1999-10-06) * Seite 2, Zeile 5 - Seite 5, Zeile 14 *	1-5	
A	US 5 642 869 A (MILLER JOHN) 1. Juli 1997 (1997-07-01) * Zusammenfassung *	1	
D,A	DE 198 30 053 C (THYSSEN KRUPP STAHL AG) 18. November 1999 (1999-11-18) * das ganze Dokument * -----	1-5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B61L G08G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	28. Januar 2002	Reekmans, M	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPC FORM 1508 03/82 (P04/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 44 0359

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-01-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5777547	A	07-07-1998	WO 9819885 A1 ZA 9709700 A	14-05-1998 21-05-1998
US 2690555	A	28-09-1954	KEINE	
GB 2336011	A	06-10-1999	KEINE	
US 5642869	A	01-07-1997	KEINE	
DE 19830053	C	18-11-1999	DE 19830053 C1 EP 0970870 A2	18-11-1999 12-01-2000

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82