



(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.01.2003 Patentblatt 2003/05

(51) Int Cl.7: B61L 1/14

(21) Anmeldenummer: 02090255.7

(22) Anmeldetag: 15.07.2002

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

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

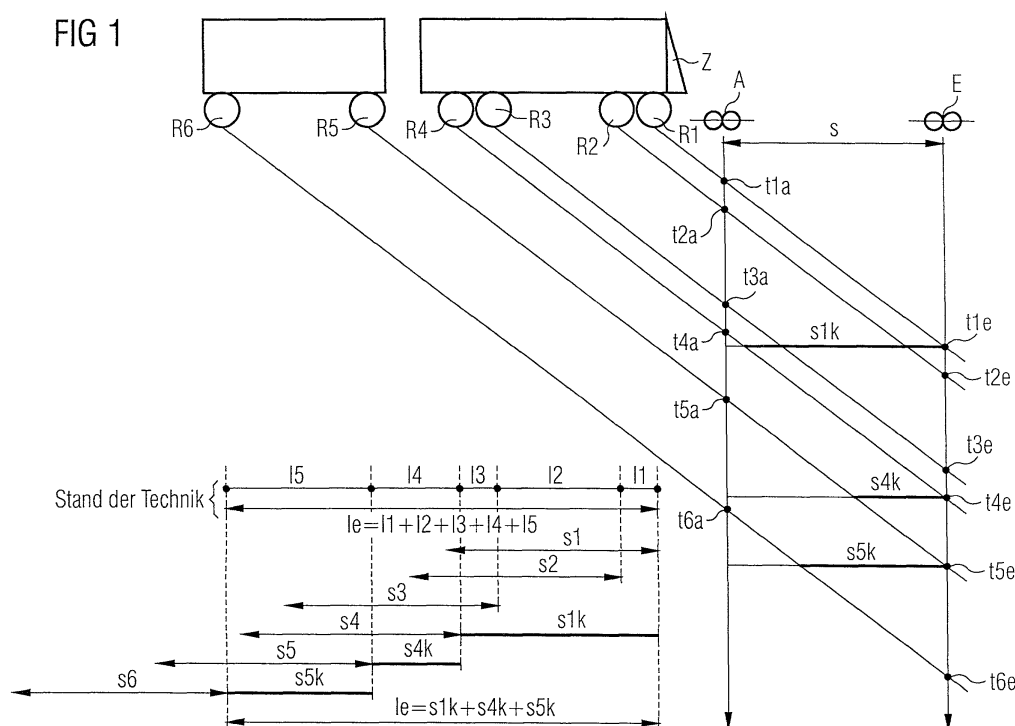
(72) Erfinder: Kobus, Michael
38162 Cremlingen (DE)

(30) Priorität: 16.07.2001 DE 10136607
16.08.2001 DE 10140052

(54) Vorrichtung zur externen Zuglängenmessung

(57) Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur externen Zuglängenmessung eines in Bewegung befindlichen Zuges (Z), wobei streckenseitig mindestens zwei in definiertem Abstand (s) angeordnete Sensoren (A, E) vorgesehen sind, welche beim Passieren des Zuges (Z) auf zugseitige Einrichtungen, insbesondere Radachsen (R1 bis R6) ansprechen. Um die Genauigkeit der Zuglängenmessung zu verbessern, sind Teillängenberechnungsmittel und Summationsmittel

vorgesehen, wobei die Teillängenberechnungsmittel aus der Zeitdifferenz zwischen dem Passieren des hinteren Sensors (E) durch die erste Einrichtung (R1) und dem Passieren des vorderen Sensors (A) durch eine zweite Einrichtung (R4), der Geschwindigkeit (v1 bis v4) einer Einrichtung (R1 bis R4) zwischen den Sensoren (A, E) und dem Abstand (s) der Sensoren (A, E) eine erste Teillänge (s1k) und in gleicher Weise weitere Teillängen (s4k, s5k) berechnen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur externen Zuglängenmessung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Zuglängenmessung während der Fahrt ist insbesondere aus sicherheitstechnischen Gründen erforderlich. Es muss gewährleistet sein, dass ein Zugverbund, der aus mehreren Wagen besteht, den jeweiligen Gleisabschnitt vollständig passiert. Das Entkoppeln oder Abreißen eines oder mehrerer Wagen muss unbedingt erkannt werden, um Kollisionen mit anderen Zügen zu vermeiden. Auch für logistische und steuerungstechnische Zwecke kann die Zuglängenmessung notwendig sein.

[0002] Aus der DE 33 00 429 A1 ist ein Verfahren zur Zuglängenmessung bekannt, bei dem die Teillängen zwischen den Achsen ermittelt werden und diese Teillängen unter Berücksichtigung endseitiger Wagenüberhänge addiert werden. Für jede Teillängenermittlung wird dabei eine Eichmessung für die Bestimmung der zum Durchlaufen des durch die beiden Sensoren bestimmten Abstandes erforderlichen Zeitspanne durchgeführt. Auf diese Weise werden Geschwindigkeitsänderungen während der Messzeit mit einer gewissen Genauigkeit berücksichtigt. Der verbleibende Restfehler bewirkt, dass bei einer Beschleunigung während der Messung eine höhere Zuglänge ermittelt wird, während bei einer Verzögerung eine geringere Länge ermittelt wird. Diese Abweichung von der realen Zuglänge kann entsprechend der Aufgabenstellung zu Sicherheitsproblemen führen. Wenn die Zuglänge als Kriterium für eine Gleisfreimeldung verwendet wird, kann im Falle der Verzögerung und der daraus resultierenden zu gering ermittelten Zuglänge eine vorzeitige Freimeldung des betreffenden Gleisabschnittes resultieren. Andererseits kann die im Falle der Verzögerung zu hoch ermittelte Zuglänge zu Problemen beispielsweise bei der genauen Positionsvorgabe des Zuges in Bahnhöfen oder bei Güterzügen an Beund Entladerampen führen.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diese Nachteile weitestgehend zu vermeiden, d. h. ein Verfahren der gattungsgemäßen Art hinsichtlich der Genauigkeit der Zuglängenmessung bei nicht konstanter Geschwindigkeit während der Messzeit zu verbessern.

[0004] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Der prinzipielle Lösungsansatz beruht darauf, nur diejenigen Achsen zu berücksichtigen, die zur lückenlosen Erfassung der Zugbewegung unbedingt benötigt werden. Dabei muss gewährleistet sein, dass sich immer mindestens eine Achse innerhalb der Messstrecke, d. h. zwischen den Sensoren befindet. Messungsrelevant ist eine beispielsweise zweite, dritte oder vierte Achse demzufolge nur dann, wenn diese den vorderen Sensor passiert hat, bevor die erste Achse den hinteren Sensor passiert, d. h. die Messstrecke verlässt. Nur die vor dem Verlassen der Messstrecke durch die erste Achse als letzte in die Messstrecke einfahrende hintere Achse wird bei der Messung berücksichtigt. Das kann - wie bei dem weiter unten näher dargestellten Ausführungsbeispiel - beispielsweise die vierte Achse sein. Diese vierte Achse wird beginnend mit dem Einfahren in die Messstrecke zur neuen vorderen Achse usw.. Zunächst wird der Abstand der zu berücksichtigenden Achsen mit der Messstrecke gleichgesetzt. Der resultierende Überlappungsfehler zwischen Messstrecke und Achsabständen ist der während der Überlappungszeit zurückgelegte Weg und wird von der Messstrecke abgezogen. Dabei wird die Geschwindigkeit einer während der Überlappungszeit auf der Messstrecke befindlichen Achse zugrunde gelegt. Das oben angeführte bekannte Verfahren arbeitet nach dem Strahlensatz, wobei lediglich Zeitmessungen im Verhältnis zur bekannten Länge der Messstrecke ausgewertet werden. Eine explizite Berücksichtigung der Geschwindigkeit ist im Gegensatz zur erfindungsgemäßen Lösung nicht vorgesehen. Infolge dessen entfallen bei der erfindungsgemäßen Lösung die für das Strahlensatzverfahren notwendigen Eichmessungen. Stattdessen wird für jede Achsabstandsberechnung die Geschwindigkeit einer bestimmten Achse für die Subtraktion des Überlappungsweges von der Messstrecke ermittelt. Voraussetzung für die Anwendung des Verfahrens ist, dass die Länge der Messstrecke, d. h. der Abstand der Sensoren mindestens dem maximalen Achsabstand zweier benachbarter Achsen des Zuges entspricht. Dadurch ist gewährleistet, dass während der gesamten Überfahrzeit des Zuges ständig mindestens eine Achse auf der Messstrecke ist. Diese Sensorabstandsbedingung ist beispielsweise für die Ausschaltkontakte von Bahnübergängen grundsätzlich gegeben. Solche Kontakte haben üblicherweise einen Abstand, der mindestens 30 m beträgt. Auch Achszähler, welche Gleisfreimeldeabschnitte begrenzen, können als Sensoren geeignet sein.

[0005] Die Überhänge vor der ersten Achse und/oder hinter der letzten Achse können bei Bedarf durch zusätzliche, an der Zugspitze und am Zugschluss angebrachte Einrichtungen, die die Sensoren wie echte Achsen ansprechen, berücksichtigt werden. Es ist aber auch denkbar, diese Überhangbeträge aus einer Liste in Abhängigkeit vom Zugtyp, dem Achsabstandsmuster oder anderen Kriterien zu entnehmen.

[0006] Der verbleibende Messfehler ist sehr viel geringer als der des bekannten Strahlensatzverfahrens. Für absolute Genauigkeit müsste für jede Teillängenermittlung ein integrativer Geschwindigkeitswert verwendet werden. Jedoch ergibt sich auch bei diskreten Geschwindigkeitswerten eine extrem hohe Genauigkeit. Um zu verhindern, dass eine zu geringe Zuglänge ermittelt wird, muss zum Errechnen der Überlappungsstrecke die niedrigere Geschwindigkeit der beiden zu berücksichtigenden Achsen herangezogen werden. Wenn es aufgabenbedingt nicht darauf ankommt, in welcher Richtung ein Restfehler entsteht, dieser Restfehler aber so gering wie möglich sein soll, kann zur Berechnung der Überlappungsstrecke eine mittlere Geschwindigkeit der relevanten Achsen verwendet werden.

[0007] Im Schienenfahrzeug kann eine Funktion integriert werden, die während der Zuglängenermittlung unnötige Beschleunigungen oder Bremsmanöver verhindert oder eine diesbezügliche Signalisierung für den Fahrzeugführer generiert.

[0008] Die Erfindung wird nachfolgend anhand figürlicher Darstellungen näher erläutert.

[0009] Es zeigen:

Figur 1 eine erste schematische Darstellung zur Veranschaulichung der Zuglängenmessung und

Figur 2 eine ebensolche zweite schematische Darstellung.

[0010] Figur 1 zeigt einen Zug Z, bestehend aus zwei Wagen mit insgesamt sechs Radachsen R1 bis R6. Diese passieren nacheinander einen ersten streckenseitigen Sensor A am Anfang einer Messstrecke s und einen zweiten streckenseitigen Sensor E am Ende der Messstrecke s. Die Sensoren A und E registrieren die Überfahrzeitpunkte t1a bis t6a bzw. t1e bis t6e durch die entsprechenden Radachsen R1 bis R6.

[0011] Es ist ersichtlich, dass die letzte in die Messstrecke s einfahrende Radachse vor dem Verlassen der Messstrecke s durch die erste Radachse R1 die vierte Radachse R4 ist. Die zugehörigen Zeitpunkte t1e und t4a liegen relativ dicht beieinander. Daraus ergibt sich, dass der Abstand zwischen den Radachsen R1 und R4, d. h. eine erste Teillänge s1k nur wenig kleiner als die bekannte Länge der Messstrecke s ist. Die Teillänge s1k ergibt sich als korrigierte Länge der Messstrecke s in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit v und den gemessenen Zeitpunkten t1e und t4a. Es gilt

$$s_{1k} = s - (t_{1e} - t_{4a}) \cdot v.$$

[0012] In einer bevorzugten Lösung wird als Geschwindigkeitswert entweder die Geschwindigkeit v1 der ersten Achse R1 oder die Geschwindigkeit v4 der vierten Achse R4 eingesetzt. Falls die Bedingung, dass die ermittelte Zuglänge größer oder gleich der realen Zuglänge sein soll, zu erfüllen ist, wird die kleinere der beiden Geschwindigkeiten v1 und v4 verwendet. Dieser Sachverhalt ist in etwas anderer Darstellungsweise in Figur 2 veranschaulicht, wobei hier die ermittelte Zuglänge le die Summe der Teillängen s2k + s3k + s4k ist.

[0013] Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ergibt sich die ermittelte Zuglänge le als Summation der Teillängen s1k + s4k + s5k. Die Teillängen s4k und s5k werden auf analoge Weise wie die Teillänge s1k ermittelt, wobei für die Ermittlung der Teillänge s4k entweder die Geschwindigkeit der vierten Radachse R4 oder der fünften Radachse R5 und für die Ermittlung der Teillänge s5k entweder die Geschwindigkeit der fünften Radachse R5 oder der sechsten Radachse R6 verwendet werden.

[0014] Neben dieser bevorzugten Lösung, bei der die Abweichung der ermittelten Zuglänge le von der realen Zuglänge lr immer positiv sein soll, ist eine Variante praktikabel, bei der die Abweichung minimiert ist und positiv oder negativ sein kann. Bei dieser Variante werden die Geschwindigkeiten der beiden relevanten Radachsen berücksichtigt, um Beschleunigungs- oder Verzögerungsfahrten möglichst genau erfassen zu können. Dabei fließen die Geschwindigkeit der ersten relevanten Achse $v_1 = s / (t_{1e} - t_{1a})$ und die Geschwindigkeitsänderung der beiden relevanten Achsen $v_4 - v_1 = s / (t_{4e} - t_{4a}) - s / (t_{1e} - t_{1a})$ in die Berechnung ein, wobei die Geschwindigkeitsänderung mit dem von der Beschleunigung abhängigen Verhältnis $(t_{4a} - t_{1a}) / (t_{4a} - t_{1a} + t_{4e} - t_{1e})$ multipliziert wird. Dadurch ergibt sich für gleichmäßige Beschleunigungen eine exakte Längenbestimmung. Bei den betriebsbedingt langsamen Beschleunigungs- und Bremsmanövern im Eisenbahnverkehr kann auch für nicht gleichmäßige Beschleunigungen von einer sehr genauen Längenbestimmung ausgegangen werden.

Es gilt

$$s_{1k} = s - (t_{1e} - t_{4a}) \cdot (v_1 + (v_4 - v_1) \cdot (t_{4a} - t_{1a}) / (t_{4a} - t_{1a} + t_{4e} - t_{1e})) \text{ bzw.}$$

$$s_{1k} = s \cdot (1 - (t_{1e} - t_{4e}) \cdot (1 / (t_{1e} - t_{1a}) + 1 / (t_{4e} - t_{4a}) - 1 / (t_{1e} - t_{1a})) \cdot (t_{4a} - t_{1a}) / (t_{4a} - t_{1a} + t_{4e} - t_{1e})).$$

[0015] Figur 1 veranschaulicht außerdem die bekannte Verfahrensweise nach dem Strahlensatz. Dabei werden die Teillängen l1 bis l5 zwischen allen benachbarten Radachsen R1 bis R6 addiert.

[0016] Die Überlegenheit der erfindungsgemäßen Verfahrensweise ist nachfolgend anhand eines durch Computersimulation erzeugten Zahlenbeispiels dargestellt.

Eingangswerte		
Anfangsgeschwindigkeit zum Zeitpunkt t1v:	V[km/h]	80,0
gleichmäßige Beschleunigung:	a[m/s ²]	0,5
Achsabstände	11 [m]	3,0
	12[m]	23,0
	13 [m]	3,0
	14 [m]	5,0
	15 [m]	6,0
Reale Länge zwischen den Achsen:	lr[m]	40,0
maximale Zuglänge	lmax[m]	700
Längen der Messstrecke	S [m]	30,0

Ergebnisse		
Ermittelte Länge zwischen den Achsen:		
nach Strahlensatz:	le[m]	40,2821672
bevorzugte Lösung:	le[m]	40,1115854
Variante:	le[m]	40
Prozentuale Abweichung:		
nach Strahlensatz:		0,70542%
bevorzugte Lösung:		0,27896%
Variante:		0,0%
Abweichung auf maximale Zuglänge hoch gerechnet:		
nach Strahlensatz:	dmax[m]	4,94
bevorzugte Lösung:	dmax[m]	1,95
Variante:	dmax[m]	0,0m

[0017] Die zugrunde gelegten Achsabstände entsprechen dabei im Wesentlichen den Verhältnissen des in Figur 1 dargestellten Zugverbundes.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur externen Zuglängemessung eines in Bewegung befindlichen Zuges (Z), wobei streckenseitig mindestens zwei in definiertem Abstand (s) angeordnete Sensoren (A, E) vorgesehen sind, welche beim Passieren des Zuges (Z) auf zugseitige Einrichtungen (R1 bis R6), insbesondere Radachsen ansprechen, aufweisend
 - Teillängenberechnungsmittel, welche aus der Zeitdifferenz zwischen dem Passieren des hinteren Sensors (E) durch die erste Einrichtung (R1) und dem Passieren des vorderen Sensors (A) durch die zweite Einrichtung (R4), der Geschwindigkeit (v1 bis v4) einer Einrichtung (R1 bis R4) zwischen den Sensoren (A, E) und dem Abstand (s) der Sensoren (A, E) eine erste Teillänge (s1k) berechnet,
 - wobei als zweite Einrichtung (R4) die Einrichtung verwendet wird, welche als letzte Einrichtung vor dem Passieren des hinteren Sensors (E) durch die erste Einrichtung (R1) den vorderen Sensor (A) passiert,
 - wobei dann die zweite Einrichtung (R4) zur Ermittlung einer zweiten Teillänge (s4k) als erste Einrichtung verwendet wird usw.,
 - wobei zur Geschwindigkeitsermittlung die erste (R1) oder zweite Einrichtung (R4) oder beide Einrichtungen (R1 und R4) verwendet wird bzw. werden, und
 - wobei der Abstand (s) zwischen den Sensoren (A, E) mindestens dem maximalen Abstand zwischen zwei benachbarten Einrichtungen (R1 bis R6) entspricht und

EP 1 279 581 A1

- Summationsmittel zur Berechnung der Summe aller Teillängen (s_{1k} , s_{4k} , s_{5k}) gegebenenfalls zuzüglich eines vorderen Abstandes zwischen der Zugspitze und der ersten Einrichtung (R1) und/oder eines hinteren Abstandes zwischen der letzten Einrichtung (R6) und dem Zugschluss.

- 5 **2.** Vorrichtung nach Anspruch 1,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass als Sensoren (A, E) Ausschaltkontakte von Bahnübergängen verwendet werden.
- 10 **3.** Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass die Geschwindigkeit (v_1) der ersten Einrichtung (R1) verwendet wird, falls diese geringer ist als die Geschwindigkeit (v_4) der zweiten Einrichtung (R4) und anderenfalls die Geschwindigkeit (v_4) der zweiten Einrichtung (R4) verwendet wird.
- 15 **4.** Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass eine auf die Teillänge bezogene mittlere Geschwindigkeit verwendet wird.
- 20 **5.** Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass Mittel zur Baufschlagung einer Geschwindigkeitssteuerung oder einer Geschwindigkeitsempfehlungssignalisierung für den Zeitraum der Zuglängenmessung vorgesehen sind.

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

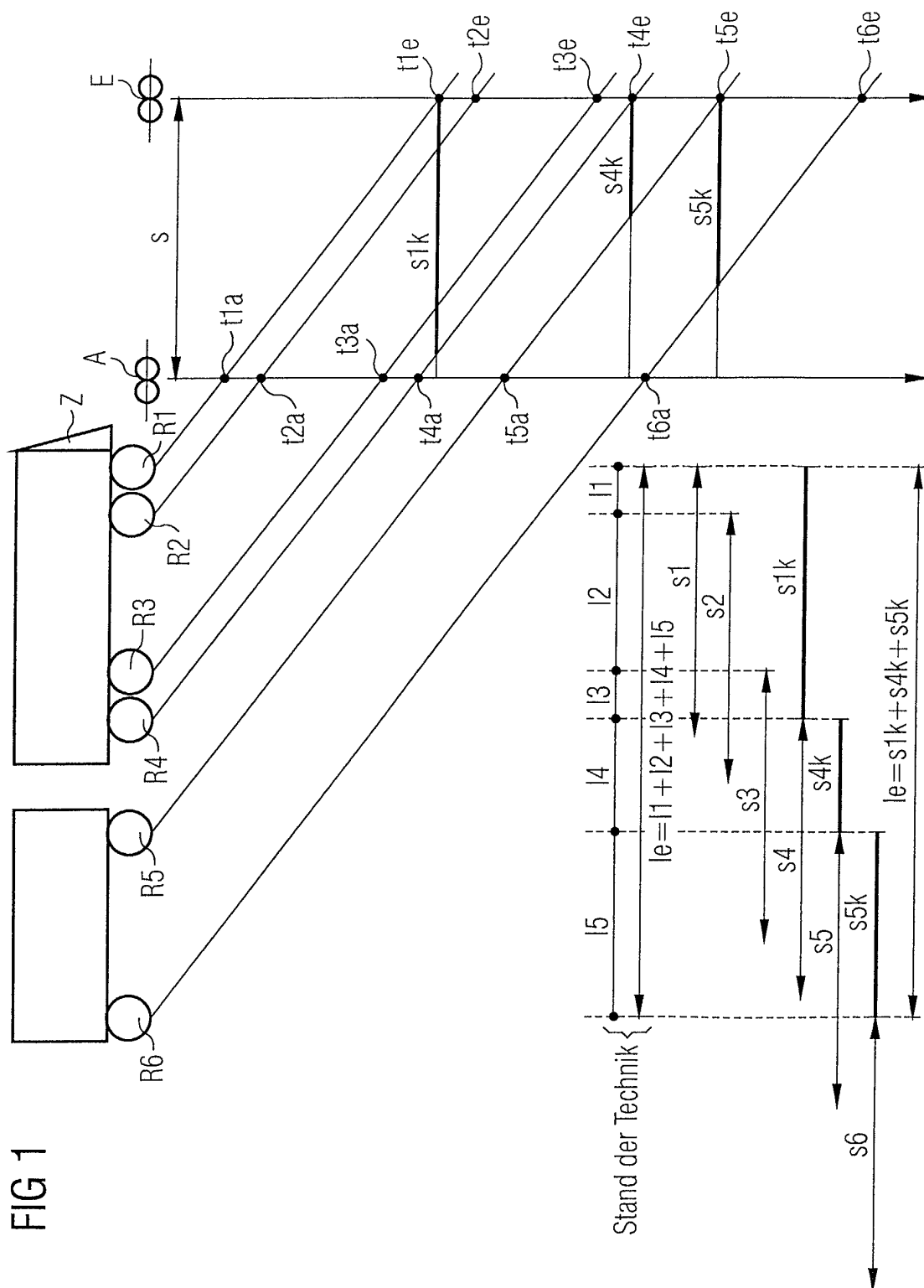
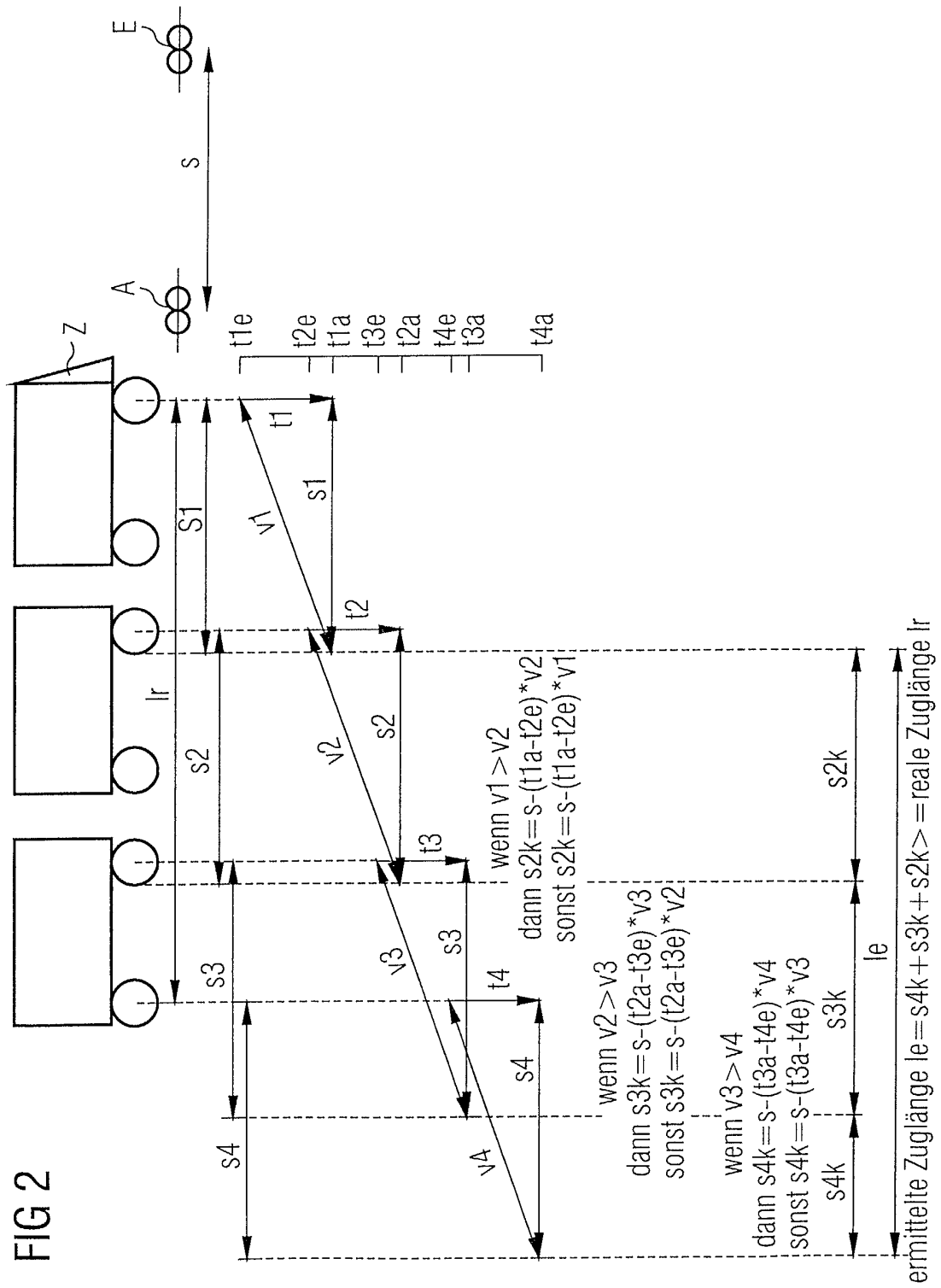


FIG 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 09 0255

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	DE 33 00 429 A (SIEMENS AG) 12. Juli 1984 (1984-07-12) * das ganze Dokument * -----	1-5	B61L1/14
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 15. Oktober 2002	Prüfer Reekmans, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03/82 (P04003)

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

EP 02 09 0255

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

15-10-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3300429 A	12-07-1984	DE 3300429 A1	12-07-1984

EPO FORM P0461

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