



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 000 833 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.05.2000 Patentblatt 2000/20

(51) Int. Cl.⁷: **B61L 23/04**

(21) Anmeldenummer: **99440301.2**

(22) Anmeldetag: **05.11.1999**

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

(30) Priorität: **11.11.1998 DE 19851931**

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

(72) Erfinder: **Mindel, Klaus, Dr.
71563 Affalterbach (DE)**

(74) Vertreter:
**Rausch, Gabriele, Dr. et al
Alcatel
Intellectual Property Department, Stuttgart
Postfach 30 09 29
70449 Stuttgart (DE)**

(54) **Anordnung zur Erkennung von Schienenbrüchen und Verfahren zur Herstellung einer derartigen Anordnung**

(57) Es wird eine Anordnung zur Erkennung von Schienenbrüchen angegeben, die eine Schiene (SCH), eine an der Schiene befestigte optische Faser (OF) und eine Auswerteeinrichtung zum Erfassen von durch die optische Faser übertragenen Signalen umfaßt. Erfindungsgemäß ist die optische Faser im Bereich des Schienenkopfes (KOPF) befestigt. Auf diese Weise wird die optische Faser nicht nur unterbrochen, wenn die Schiene vollständig durchbricht, sondern auch dann, wenn lediglich der Schienenkopf einreißt oder teilweise herausbricht. Ein unerkanntes Durchtrennen der Schiene im Rahmen eines Sabotageakts ist nicht möglich ist, da dabei immer auch die optische Faser durchtrennt werden muß. Da die Auswerteeinrichtung lediglich zu überwachen braucht, ob ein in die Faser eingekoppelter Lichtstrahl unterbrochen ist oder nicht, ist keine aufwendige Signalregenerierung und -auswertung notwendig. Entsprechend weit können Lichtsender und Auswerteeinrichtung voneinander entfernt sein.

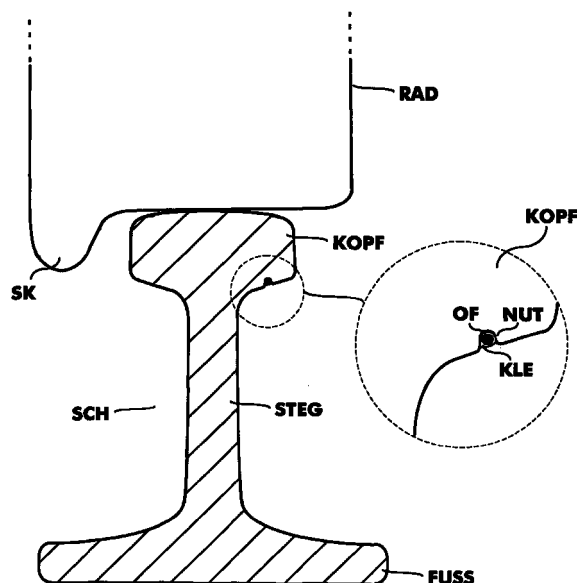


Fig. 2

EP 1 000 833 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Erkennung von Schienenbrüchen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zur Herstellung einer Anordnung zur Erkennung von Schienenbrüchen nach Anspruch 7.

[0002] Eisenbahnschienen sind hohen dynamischen und thermischen Belastungen ausgesetzt, die eine Materialermüdung bewirken und schließlich auch zu Schienenbrüchen führen können. Um eine Gefährdung des Bahnbetriebs zu vermeiden, werden die Schienen deswegen nach einiger Zeit ausgewechselt. Dadurch entstehen allerdings hohe bauliche und auch betriebliche Kosten, denn während der Gleisbauarbeiten sind die betroffenen Strecken nicht befahrbar. In letzter Zeit haben auch Sabotageakte an Schienen zugenommen, bei denen mit Hilfe von Werkzeugen, beispielsweise Trennscheiben, die Schienen durchtrennt werden.

[0003] Es sind daher Anstrengungen unternommen worden, Schienenbrüche sofort nach ihrem Auftreten zu erkennen. Auf diese Weise lassen sich die Auswechselintervalle verlängern, da ein Schienenbruch, wenn er sofort erkannt wird, unmittelbar zu einer Streckenspernung führt und somit keine Gefahr für herannahende Schienenfahrzeuge darstellt. Auch Schienenbrüche infolge von Sabotageakten können bei sofortiger Erkennung den Betrieb nicht ernsthaft gefährden.

[0004] Bekannte Systemen zur Schienenbrucherkennung beruhen meist auf dem Prinzip der Stromkreisunterbrechung. Die Schienenstrecke wird dazu in voneinander isolierte Abschnitte unterteilt, die jeweils in sich einen geschlossenen Stromkreis darstellen. Bricht eine Schiene vollständig auseinander, so wird der Stromkreis unterbrochen und über eine Auswerteschaltung eine Alarmhandlung veranlaßt. Nachteilig bei auf diesem Prinzip beruhenden Systemen ist, daß überhaupt nur solche Brüche erkennbar sind, bei denen die Schiene über ihr gesamtes Profil hinweg auseinanderbricht. Häufig bricht aber nur ein Teil aus dem Schienenkopf heraus, ohne daß dabei die Schiene ihre elektrische Leitfähigkeit verliert. Ein derartiger Schienenbruch ist folglich nicht mit diesen bekannten Systemen erkennbar. Außerdem lassen sich derartige Systeme durch Saboteure überwinden, indem vor dem Durchtrennen der Schiene der betreffende Abschnitt mit Hilfe eines elektrischen Leiters überbrückt wird.

[0005] Aus der EP-A1-514 702 ist ein Verfahren zur Erkennung von Schienenbrüchen bekannt, bei dem in regelmäßigen Abständen angeordnete Sender akustische Signale in die Schienen einkoppeln. Zwischen den Sendern befinden sich Empfänger, die die durch die Schienen sich ausbreitenden akustischen Signale aufnehmen und auswerten. Kommt es zu einem Schienenbruch, so wird das akustische Signal durch die Bruchstelle verfälscht. Die Empfänger erkennen diese Verfälschung und veranlassen eine geeignete Alarm-

handlung. Dieses bekannte Verfahren hat vor allem den Vorteil, daß es sich durch Saboteure nur schwer überwinden läßt. Nachteilig ist allerdings, daß der Abstand zwischen den Sendern 1200 Meter nicht überschreiten sollte. Aufgrund der Vielzahl der benötigten Sender und Empfänger ist der investive Aufwand sehr hoch. Außerdem müssen bei Gleisbauarbeiten die Sender und Empfänger ab- und nach Abschluß der Arbeiten wieder anmontiert werden. Auch dadurch werden hohe Kosten verursacht.

[0006] Aus der DE-A1-44 32 329 ist schließlich ein Verfahren zur Zuglauf- und Fahrwegüberwachung bekannt, bei dem ein faseroptisches Band zwischen Schiene und Schwelle in Verbindung mit oder an Stelle der dort eingebauten elastischen Zwischenlagen geführt wird. Dieses Band nimmt an jeder Schwelle den Schwellengegendruck zwischen Schiene und Schwelle auf. Alternativ ist vorgesehen, das Faserband seitlich am Schienensteg anzubringen. Falls während der Befahrung durch ein Schienenfahrzeug ein Schienenbruch auftritt, so kommt es zu einer plötzlichen Änderung der Lastverteilung in der Schiene. Diese geänderte Lastverteilung wird vom Sensorband registriert und über sogenannte Sensorkoordinatoren an einen Streckenrechner weitergegeben. Die Auswertung im Streckenrechner ist allerdings relativ aufwendig, da ein genaues Abbild der Lastverteilung in Echtzeit errechnet werden muß, und zwar nur auf der Grundlage des am Abschnittsende des Sensorbands abgegriffenen Ausgangssignals. Das Verfahren stößt an seine Grenzen, wenn, wie oben bereits angesprochen, nicht die ganze Schiene durchbricht, sondern nur ein Teil des Schienenkopfes aus der Schiene herausbricht. Die Lastverteilung in der Schiene ändert sich in diesem Fall nur unwesentlich, da zur Steifigkeit der Schiene in Vertikalrichtung vor allem der nicht beschädigte Schienensteg beiträgt.

[0007] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung zur Erkennung von Schienenbrüchen anzugeben, die auch auf den Bereich des Schienenkopfes beschränkte Schienenbrüche erkennt, einfach im Aufbau ist und nicht mutwillig durch Saboteure überwunden werden kann. Die Anordnung soll zudem Gleisbauarbeiten möglichst wenig beeinträchtigen.

[0008] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Auf diese Weise wird die optische Faser nicht nur unterbrochen, wenn die Schiene vollständig durchbricht, sondern auch dann, wenn lediglich der Schienenkopf einreißt oder teilweise herausbricht. Die erfindungsgemäße Anordnung gewährt ferner einen wirksamen Schutz gegen Sabotageakte, da ein Durchtrennen der Schiene nicht möglich ist, ohne dabei auch die optische Faser zu durchtrennen. Die Auswerteeinrichtung braucht lediglich zu überwachen, ob ein in die Faser eingekoppelter Lichtstrahl unterbrochen ist oder nicht. Eine aufwendige Signalauswertung ist nicht erforderlich. Da es auf eine korrekte Übertragung bestimm-

ter Signalformen nicht ankommt, können der Lichtsender und die Auswerteeinrichtung sehr weit voneinander entfernt sein; Abstände in der Größenordnung von 100 km sind ohne weiteres möglich. Daher sind, wenn man von der optischen Faser selbst absieht, entlang der Strecke nur äußerst wenige zusätzliche Einrichtungen erforderlich.

[0009] Die optische Faser wird entweder an der seitlichen Flanke oder an der Unterseite des Schienenkopfes befestigt. Bei einer Befestigung auf der Unterseite des Schienenkopfes ist die optische Faser besonders gut gegen aufgeworfene Schottersteine geschützt.

[0010] Vorzugsweise wird die optische Faser auf der Seite des Schienenkopfes befestigt, die nicht vom Spurkranz eines über die Schiene rollenden Rades berührt werden kann. Dadurch wird eine Beschädigung durch Spurkränze von Fahrzeugrädern verhindert.

[0011] Bei einem anderen vorteilhaften Ausführungsbeispiel hat der Schienenkopf eine Nut in Längsrichtung zur Aufnahme der optischen Faser. Die in diese Nut eingelegte optische Faser ist auf diese Weise besonders gut geschützt. Diese Variante ist vor allem dann sinnvoll, wenn Gleisbaumaschinen eingesetzt werden, deren Greifarme zum Anheben der Schiene unter den Schienenkopf greifen. Eine Beschädigung der optischen Faser durch die Greifarme ist in dieser Situation ausgeschlossen.

[0012] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Ausführungsbeispiele und der Zeichnungen eingehend erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: Einen Schnitt durch eine Schiene zur Erläuterung eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung;

Fig. 2: Einen Schnitt durch eine Schiene zur Erläuterung eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

[0013] Fig. 1 zeigt in einem Querschnitt eine Eisenbahnschiene SCH, die aus einem Schienenfuß FUSS, einem Schienensteg STEG und einem Schienenkopf KOPF besteht. Darüber ist das Rad RAD eines Schienenfahrzeugs angedeutet, welches mit seiner Lauffläche auf der Oberseite des Schienenkopfs KOPF aufliegt.

[0014] Auf der Unterseite des Schienenkopfs KOPF ist eine optische Faser OF befestigt. Wie im vergrößerten Ausschnitt erkennbar ist, befindet sich die optische Faser kurz vor der Stelle, an der der Schienenkopf KOPF in den Schienensteg STEG übergeht. Vorzugsweise ist die optische Faser OF am Schienenkopf KOPF mit Hilfe eines Klebstoffs KLE befestigt. Der Klebstoff KLE sollte so beschaffen sein, daß die optische Faser OF ausreichend gegen Umwelteinflüsse geschützt ist. Außerdem soll bei einem Bruch des Schienenkopfs KOPF auch der Klebstoff brechen und die eingebettete

optische Faser OF durchtrennen. Andererseits sollte eine gewisse Elastizität gegeben sein, damit die Faser nicht bereits bei geringer Durchbiegung bricht, z. B. beim Anheben von Schienen im Zusammenhang mit Gleisbauarbeiten.

[0015] Als optische Faser können preisgünstige handelsübliche Mehrmodenfasern verwendet werden, da, wie oben bereits erwähnt, keine Ansprüche an eine qualitative Erhaltung des eingespeisten Lichtsignals gestellt werden. Bei sehr langen zu überwachenden Strecken ist allenfalls darauf zu achten, optische Fasern mit geringer optischer Dämpfung zu verwenden, damit auf den Einsatz von optischen Regeneratoren verzichtet werden kann.

[0016] Die optische Faser OF befindet sich bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel auf der Seite des Schienenkopfs KOPF, die nicht vom Spurkranz des Laufrades RAD berührt werden kann. Dadurch wird eine Beschädigung durch den Spurkranz SK des Rades RAD von vornherein ausgeschlossen. Prinzipiell ist aber natürlich eine Befestigung auf der gegenüberliegenden Seite ebenso möglich. Dies ist sogar sinnvoll, wenn eine zweite optische Faser am Schienenkopf KOPF befestigt werden soll. Diese zweite optische Faser wird dann vorzugsweise symmetrisch zu der in Fig. 1 dargestellten optischen Faser OF auf der anderen Seite des Schienenkopfs KOPF befestigt. Mit Hilfe einer so befestigten zweiten optischen Faser lassen sich auch besonders seltene Fälle von Schienenbrüchen erkennen, bei denen der Schienenkopf KOPF nur halbseitig herausbricht.

[0017] Fig. 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung. Im Unterschied zu dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist dort die optische Faser OF nicht auf der Außenfläche des Schienenkopfs KOPF, sondern in einer in Längsrichtung der Schiene SCH verlaufenden Nut NUT befestigt. Die Nut NUT kann in den Schienenkopf KOPF bereits beim Walzen der Schiene SCH eingebracht oder auch nachträglich in die verlegte Schiene SCH hineingearbeitet sein, z. B. durch Fräsen, Schleifen oder unter Verwendung eines Lasers. Das nachträgliche Hineinarbeiten hat den Vorzug, daß an Schienenstößen kein Versatz der Nut NUT auftreten kann, der ein maschinelles Einlegen und Befestigen der Faser erschwert. Die Nut NUT ist vorzugsweise so tief, daß sie die optische Faser OF mit dem ggf. verwendeten Klebstoff vollkommen aufnimmt. Die Außenfläche des Schienenkopfs KOPF bleibt dadurch frei von Erhebungen, die Ansatzpunkte für mechanische Beschädigungen der optischen Faser OF bieten könnten. Als Ursache derartiger Beschädigungen kommen insbesondere Gleisbaumaschinen in Betracht, deren Greifarme zum Anheben der Schiene SCH unter den Schienenkopf KOPF greifen. Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine Beschädigung durch eine derartige Gleisbaumaschine ausgeschlossen. Es sei aber darauf hingewiesen, daß eine Beschädigung auch bei außen befestigten opti-

schen Fasern OF verhindert werden kann, wenn die Greifarme der eingesetzten Gleisbaumaschinen an der entsprechenden Stelle eine Nut aufweisen, so daß ein direkter Kontakt zwischen der optischen Faser OF und dem Greifarm verhindert wird.

[0018] Die Verlegung des optischen Faser OF erfolgt vorzugsweise maschinell. Falls der Schienenkopf KOPF bereits über eine eingewalzte Nut NUT verfügt, werden die Schienen SCH in herkömmlicher Weise an den Stößen miteinander verschraubt oder verschweißt. Im letztgenannten Fall muß im Bereich der Schweißnaht die Nut NUT von Hand nachgefräst werden. Anschließend fährt eine auf dem fertigen Gleis fahrende Maschine die Schiene SCH ab und klebt in die Nut NUT die optische Faser OF ein.

[0019] Falls der Schienenkopf KOPF nicht bereits über eine eingewalzte Nut NUT verfügt, werden die Schienen SCH ebenfalls in herkömmlicher Weise an den Stößen miteinander verschraubt oder verschweißt. Anschließend fährt eine auf dem fertigen Gleis fahrende Maschine die Schiene SCH ab und arbeitet an der vorgesehenen Stelle im Schienenkopf KOPF die Nut NUT ein. Möglichst im gleichen Arbeitsgang befestigt sodann die Maschine - z. B. durch Kleben KLE - die optische Faser OF in der Nut NUT. Schließlich verbindet man das eine Ende der optischen Faser OF mit einer Lichtquelle, beispielsweise mit einem Halbleiterlaser. Das andere Ende der optischen Faser OF wird mit einer Auswerteeinrichtung verbunden, die eine Photodiode zum Empfangen des gesendeten Lichts umfaßt. Die Auswerteeinrichtung ist so ausgeführt, daß eine Alarmhandlung veranlaßt wird, sobald die Stärke des empfangenen Lichtsignals unter einen vorgegebenen Schwellenwert sinkt.

[0020] Alternativ kann sich die Auswerteeinrichtung auf der gleichen Seite befinden wie die Lichtquelle. Das andere Ende der optischen Faser OF ist verspiegelt, so daß ein ankommendes Lichtsignal zurückgeworfen wird und von der Auswerteeinrichtung empfangen werden kann. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß bei einem Brechen der optischen Faser OF die Bruchstelle als Spiegel fungiert. Aus der Laufzeit des Signals kann dann auf die Entfernung der Bruchstelle von der Lichtquelle geschlossen werden. Auf diese Weise ist eine Lokalisierung der Bruchstelle möglich.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Erkennung von Schienenbrüchen, umfassend eine Schiene (SCH), eine an der Schiene (SCH) befestigte optische Faser (OF) und eine Auswerteeinrichtung zum Erfassen von durch die optische Faser (OF) übertragenen Signalen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die optische Faser (OF) im Bereich des Schienenkopfes (KOPF) befestigt ist, und dass eine Lichtquelle, insbesondere ein Halbleiterlaser, zur Erzeugung der zu übertragenden Signale vorgese-

hen ist, wobei die Auswerteeinrichtung zum Erfassen der übertragenen Signale eine Lichterfassungseinrichtung, insbesondere eine Fotodiode, aufweist.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Faser (OF) auf der Unterseite des Schienenkopfes (KOPF) befestigt ist.
3. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Faser (OF) auf der Seite des Schienenkopfes (KOPF) befestigt ist, die nicht vom Spurrkranz (SK) eines über die Schiene (SCH) rollenden Rades (RAD) berührt werden kann.
4. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schienenkopf (KOPF) eine Nut (NUT) in Längsrichtung der Schiene (SCH) zur Aufnahme der optischen Faser (OF) aufweist.
5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Faser (OF) durch eine Klebverbindung (KLE) befestigt ist.
6. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere optische Fasern (OF) am Schienenkopf (KOPF) befestigt sind.
7. Verfahren zur Herstellung einer Anordnung zur Erkennung von Schienenbrüchen, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:
 - a) Schaffen einer Nut (NUT) in dem Schienenkopf (KOPF) einer auf Schwellen oder einem festen Oberbau verlegten Schiene (SCH),
 - b) Befestigen einer optischen Faser (OF) in der Nut (NUT),
 - c) Verbinden der optischen Faser (OF) mit einer Lichtquelle und mit einer Auswerteeinrichtung zum Erfassen von durch die optische Faser (OF) übertragenen Signalen.

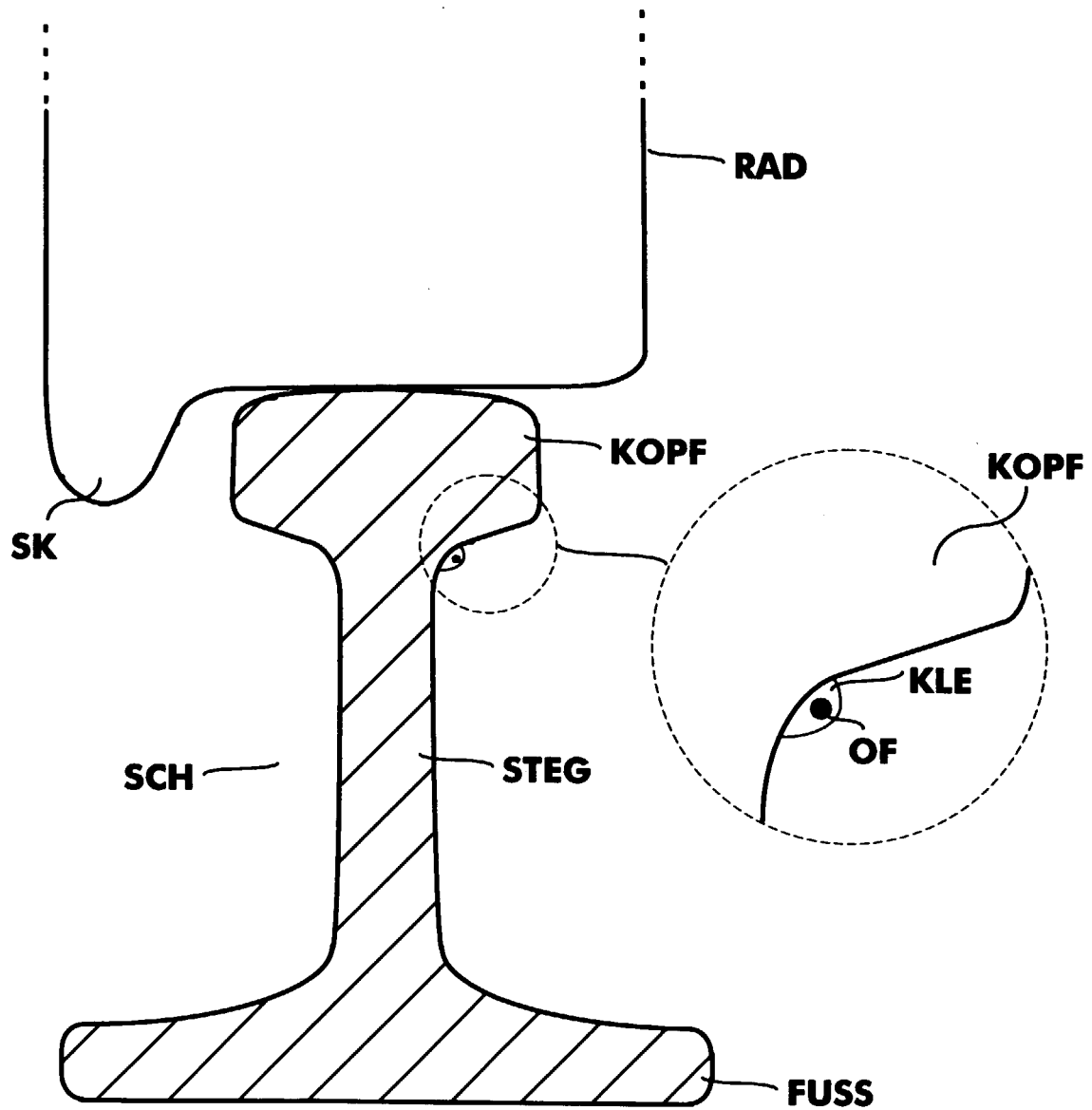


Fig. 1

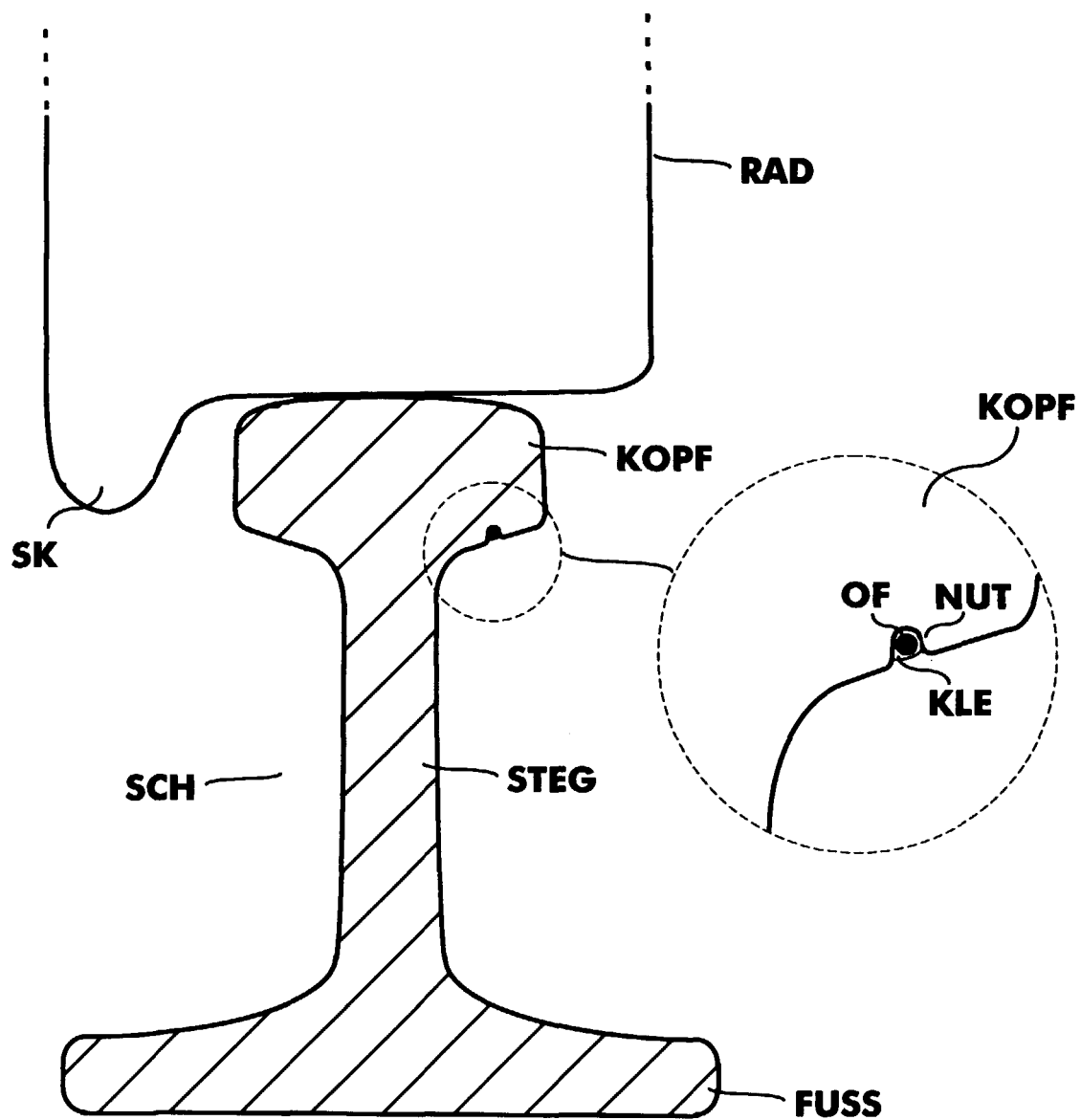


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 44 0301

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 330 136 A (COLBAUGH MICHAEL E) 19. Juli 1994 (1994-07-19) * Spalte 6, Zeile 15 - Zeile 38; Abbildung 5 *	1,2,4,7	B61L23/04
D,A	DE 44 32 329 A (DAIMLER BENZ AG) 14. März 1996 (1996-03-14)		
A	US 4 654 520 A (GRIFFITHS RICHARD W) 31. März 1987 (1987-03-31)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 11. Februar 2000	
		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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur 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			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 99 44 0301

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.

11-02-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5330136 A	19-07-1994	AU 661810 B	03-08-1995
		AU 4860993 A	31-03-1994
		CA 2106635 A,C	26-03-1994
		MX 9305888 A	31-05-1994
DE 4432329 A	14-03-1996	DE 59504417 D	14-01-1999
		WO 9607577 A	14-03-1996
		EP 0728091 A	28-08-1996
US 4654520 A	31-03-1987	EP 0278143 A	17-08-1988
		AU 597937 B	14-06-1990
		AU 6875687 A	18-08-1988
		US 4812645 A	14-03-1989
		US 4927232 A	22-05-1990
		US 5026141 A	25-06-1991

EPO FORM P0461

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