



(11)

EP 4 826 173 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.10.2026 Patentblatt 2026/43

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E02F 9/24^(2006.01) E02F 9/26^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **26171949.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E02F 9/24; E02F 9/262

(22) Anmeldetag: **13.04.2026**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH LA MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Bender, Frank**
70190 Stuttgart (DE)
• **Glogger, Simon**
89284 Pfaffenhofen (DE)
• **Lanuschny, David**
40597 Düsseldorf (DE)
• **Schmid, Marc**
73345 Hohenstadt (DE)

(30) Priorität: **17.04.2025 DE 102025115152**

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR KOLLISIONSVERMEIDUNG BEIM BETRIEB EINER MOBILEN ARBEITSMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kollisionsvermeidung beim Betrieb einer mobilen Arbeitsmaschine (100), die mehrere verschiedene Sensoren (120, 122, 124) zur Umgebungserfassung aufweist, umfassend: Bereitstellen oder Empfangen von Sensorinformationen (210, 220, 230) von jedem der mehreren verschiedenen Sensoren; Bereitstellen einer parametrierbaren Sensorfusionslogik (242), die mehrere

Ansteuervorgaben für die mobile Arbeitsmaschine umfasst; Bestimmen, basierend auf den Sensorinformationen und der parametrierbaren Sensorfusionslogik, einer ausgewählten der mehreren Ansteuervorgaben für die mobile Arbeitsmaschine; und Bereitstellen der ausgewählten Ansteuervorgabe und insbesondere Ansteuern der mobilen Arbeitsmaschine gemäß der ausgewählten Ansteuervorgabe.

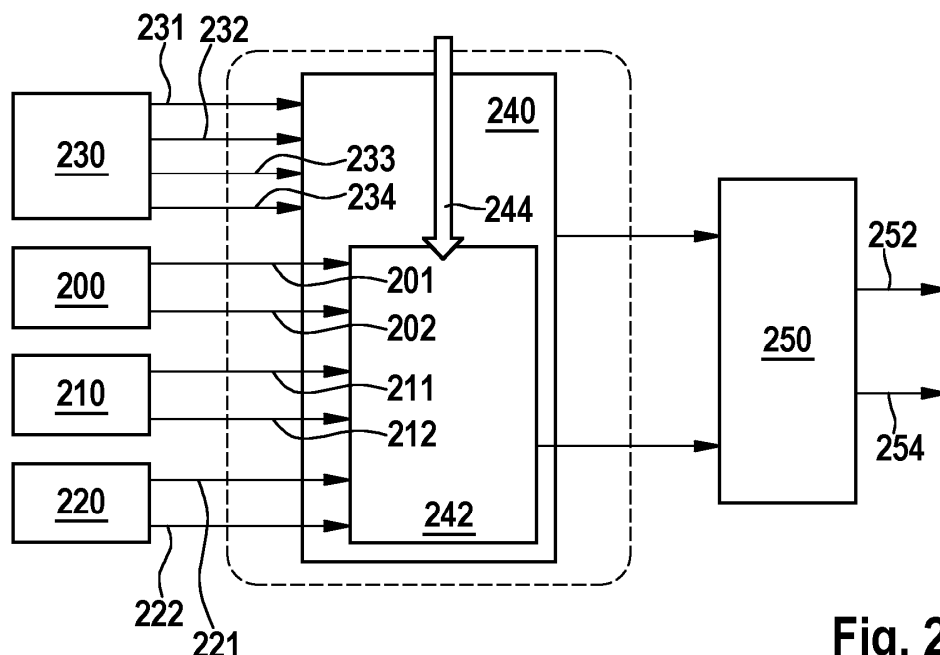


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kollisionsvermeidung beim Betrieb einer mobilen Arbeitsmaschine, eine Recheneinheit und ein Computerprogramm zu dessen Durchführung, sowie eine solche mobile Arbeitsmaschine.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Mobile Arbeitsmaschinen wie z.B. Bagger, Radlader und dergleichen können mit verschiedenen Sensoren ausgestattet sein, um etwaige Kollisionen frühzeitig erkennen und so vermeiden zu können.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Erfindungsgemäß werden ein Verfahren zur Kollisionsvermeidung beim Betrieb einer mobilen Arbeitsmaschine, eine Recheneinheit und ein Computerprogramm zu dessen Durchführung, sowie eine mobile Arbeitsmaschine mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vorgeschlagen. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

[0004] Die Erfindung beschäftigt sich mit einer mobilen Arbeitsmaschine bzw. mit dem Betrieb einer mobilen Arbeitsmaschine, und dort konkret einer Kollisionsvermeidung. Als mobile Arbeitsmaschine kommen beispielsweise Bagger, Radlader, Muldenkipper, Gabelstapler, Walzen sowie Kommunalfahrzeugen (Stadtreinigung) in Betracht.

[0005] Kollisionen mobiler Arbeitsmaschinen stellen dabei für Mensch und Maschine ein erhebliches Risiko dar. Insbesondere bei eingeschränkter Sicht (verursacht z.B. durch eine beladene Schaufel am Radlader oder eine beladene Mulde am Muldenkipper) kann es zu schweren Unfällen kommen. Systeme zur Vermeidung oder Begrenzung derartiger Kollisionen können auf Sensoren basieren. Insbesondere Rückfahrkameras und Bird-Eye-View-Kameras (als Sensoren) zur besseren Rundumsicht, aber auch Systeme zur Kollisionswarnung und Kollisionsvermeidung basierend auf Kamera-, Ultraschall-, Radar- oder Lidar-Technik können als Assistenzsysteme die Sicherheit des Maschinenbetriebes erhöhen.

[0006] Bei Systemen beruhend auf Umfeldsensorik (z.B. Radar) kann vom Sensorsystem ein Hindernis (z.B. ein Person, ein anderes Fahrzeug oder eine Wand) erkannt werden. Dabei kann aufgrund des im Rahmen von Sensordaten oder Sensorinformationen übermittelten Abstandes zum Objekt und dessen Relativgeschwindigkeit eine "time-to-collision" sowie einen Abstand, bei dessen Unterschreitung gewarnt werden soll (es bleibt noch genug Zeit für den Fahrer zum manuellen Bremsengriff) bestimmt werden, oder aber z.B. ein Abstand, bei dessen Unterschreitung der Brems- bzw. Verzögerungseingriff automatisiert erfolgen soll.

[0007] Kamera-basierte System bieten die Möglichkeit, Objekte basierend auf (künstlichen) neuronalen Netzen bzw. allgemeine Maschinenlernmodellen zu klassifizieren und insbesondere Personen zu erkennen. Kamera-, Radar-, Ultraschall- oder Lidar-basierte Systeme aus dem Automobilbereich können mit entsprechenden Anpassungen auch im Bereich mobiler Arbeitsmaschinen zum Einsatz kommen. Ihre Umsetzung umfasst typischerweise einen oder mehrere Sensoren (z.B. Radar), Inertialsensorik zur Übermittlung der Eigenbewegungen (Gierraten) an die zugehörigen Radarsensoren sowie ein Steuergerät bzw. eine Recheneinheit zur Auswertung der von den Sensoren erkannten Objekte und der Berechnung der zur Auslösung von Warnung bzw. Eingriff relevanten Größen.

[0008] Zur Kollisionsvermeidung an mobilen Arbeitsmaschinen können unterschiedliche Sensoren genutzt werden. Die Sensoren unterscheiden sich dabei insbesondere bzgl. überwachtem Bereich, insbesondere ihrer Reichweite, der ermittelten Information (z.B. Position, Abstand, Relativgeschwindigkeit, Existenzwahrscheinlichkeit), der Fähigkeit, Objekte zu klassifizieren, dem Integrationsaufwand sowie den Kosten.

[0009] Je nach Anwendung und Einsatzbedingungen kann die Verwendung unterschiedlicher Sensoren zur Kollisionsvermeidung empfehlenswert sein. Auch eine Fusion von mehreren komplementären Systemen kann zum Einsatz kommen, um die jeweiligen Nachteile der Einzel-Sensoren zu kompensieren und eine bestmögliche Systemleistung zu gewährleisten, d.h. eine möglichst gute Erkennung realer Hindernisse und eine möglichst seltene Erkennung von nicht vorhandenen Objekten (sog. "False Positives").

[0010] Eine Herausforderung bei der Entwicklung eines Systems zur Kollisionsvermeidung für mobile Arbeitsmaschinen besteht, wie sich gezeigt hat, darin, möglichst viele unterschiedliche Anwendungen mit einem System bedienen zu können und dabei die jeweils geeignete Sensorik zu unterstützen. Je nach Anwendung kann dabei auch eine unterschiedliche Reaktion gewünscht sein: So kann z.B. an einem Radlader, der rückseitig mit Radar, Ultraschall und Kamera ausgestattet wurde, auf unterschiedliche Objekte auch eine differenzierte Reaktion erforderlich sein. So kann z.B. auf von der Kamera detektierte Personen gewarnt werden, wohingegen auf vom Ultraschall oder Radar erkannte Objekte mit Warnung und/oder aktivem Eingriff reagiert wird. Das gewünschte Verhalten hängt dabei von der auf am mobilen Arbeitsgerät verfügbaren Sensorik und der vom Betreiber gewünschten Reaktion ab.

[0011] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird hierfür eine parametrierbare Sensorfusionslogik vorgeschlagen,

die mit unterschiedlichen Sensoren funktioniert und bei der die Reaktion auf von den Sensoren erkannten Objekten und/oder Personen individuell für eine Zielanwendung konfiguriert werden kann. Dieses Konzept ermöglicht eine einfache, intuitive Form der Sensorfusion, so dass das gewünschte Systemverhalten sehr einfach an beliebige Anwendungen (möglicherweise mit anderer Sensorik) adaptiert werden kann.

[0012] Für die Kollisionsvermeidung beim Betrieb der mobilen Arbeitsmaschine werden dann Sensorinformationen von jedem der mehreren verschiedenen Sensoren der mobilen Arbeitsmaschine bereitgestellt (oder in einer ausführenden Recheneinheit empfangen). Zudem wird die parametrierbare Sensorfusionslogik bereitgestellt. Hierbei handelt es sich um eine Art Anweisung, wie basierend auf den Sensorinformationen eine Reaktion der mobilen Arbeitsmaschine bestimmt werden kann. Diese Sensorfusionslogik ist parametrierbar, d.h. ein Benutzer kann diese Logik je nach Bedarf ändern oder anpassen oder wählen. Diese parametrierbare Sensorfusionslogik umfasst mehrere Ansteuervorgaben für die mobile Arbeitsmaschine.

[0013] Basierend auf den Sensorinformationen und der parametrierbaren Sensorfusionslogik wird dann eine ausgewählte der mehreren Ansteuervorgaben für die mobile Arbeitsmaschine bestimmt und bereitgestellt. Insbesondere wird die der mobile Arbeitsmaschine gemäß der ausgewählten Ansteuervorgabe angesteuert bzw. betrieben.

[0014] In einer Ausführungsform ist jede der mehreren Ansteuervorgaben jeweils einer der folgenden Vorgabekategorien zugeordnet: Einwirken auf eine Bewegung der mobilen Arbeitsmaschine, Ausgabe einer Warnung, sowie Keine Reaktion. Insbesondere umfassen die Sensorinformationen von jedem der mehreren verschiedenen Sensoren jeweils eine Kollisionsbewertung. Die Kollisionsbewertung gibt jeweils eines von mehreren vorgegebenen Risiken für eine Kollision an. Diese Risiken können z.B. "hohes Risiko", "mittleres Risiko" und "kein oder geringes Risiko" sein. In Abhängigkeit von den Kollisionsbewertungen wird dann eine der Vorgabekategorien bestimmt, und als die ausgewählte Ansteuervorgabe wird dann eine Ansteuervorgabe mit der bestimmten Vorgabekategorie bestimmt. Hierbei kann auch auf geeignete Weise eine Und-Verknüpfung oder eine Oder-Verknüpfung berücksichtigt werden. Bei "geringem Risiko" müsste dies z.B. für alle Sensoren gelten (Und-Verknüpfung), um die Ansteuervorgabe "Keine Reaktion" hervorzurufen. Bei "mittlerem Risiko" oder "hohem Risiko" hingegen würde z.B. ein Sensor mit dieser Kollisionsbewertung ausreichen, um ein "Einwirken auf eine Bewegung der mobilen Arbeitsmaschine" oder eine "Ausgabe einer Warnung" hervorzurufen.

[0015] Eine erfindungsgemäße Recheneinheit, z.B. ein Steuergerät oder eine Steuereinheit einer mobilen Arbeitsmaschine, ist, insbesondere programmtechnisch, dazu eingerichtet, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen. Die Recheneinheit kann also z.B. entsprechende Ansteuersignale oder Ansteuerbefehle für den elektrischen Antrieb und die Betriebsbremse erzeugen und ausgeben.

[0016] Auch die Implementierung eines erfindungsgemäßen Verfahrens in Form eines Computerprogramms oder Computerprogrammprodukts mit Programmcode zur Durchführung aller Verfahrensschritte ist vorteilhaft, da dies besonders geringe Kosten verursacht, insbesondere wenn ein ausführendes Steuergerät noch für weitere Aufgaben genutzt wird und daher ohnehin vorhanden ist. Geeignete Datenträger zur Bereitstellung des Computerprogramms sind insbesondere magnetische, optische und elektrische Speicher, wie z.B. Festplatten, Flash-Speicher, EEPROMs, DVDs u.a.m. Auch ein Download eines Programms über Computernetze (Internet, Intranet usw.) ist möglich.

[0017] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

[0018] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachfolgend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0019] Die Erfindung ist anhand von Ausführungsbeispielen in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

Figurenbeschreibung

[0020]

Figur 1 zeigt schematisch eine mobile Arbeitsmaschine, z.B. einen Mobilbagger, zur Erläuterung der Erfindung.

Figur 2 zeigt schematisch einen Ablauf eines Verfahrens in einer Ausführungsform.

Figuren 3a, 3b, 3c, 3d zeigen schematisch parametrierbare Sensorfusionslogiken in verschiedenen Ausführungsformen.

Detaillierte Beschreibung der Zeichnung

[0021] In Figur 1 ist schematisch eine mobile Arbeitsmaschine 100 in einer Ausführungsform zur Erläuterung der Erfindung dargestellt. Bei der mobilen Arbeitsmaschine 100 kann es sich um eine erfindungsgemäße mobile Arbeitsmaschine in einer Ausführungsform handeln, bei der ebenfalls ein erfindungsgemäßes Verfahren durchführbar ist.

[0022] Bei der mobilen Arbeitsmaschine 100 handelt es sich beispielhaft um einen Bagger bzw. Mobilbagger. Beispielhaft sind ein Oberwagen 102, ein Unterwagen 104, ein Ausleger 110, ein Arm 112 sowie eine Schaufel 114 gezeigt. Weiterhin weist die mobile Arbeitsmaschine 100 eine Dreheinrichtung bzw. ein Drehwerk 116 für eine Drehung des Oberwagens 102 relativ zum Unterwagen 104 auf, sowie einen Fahrtrieb 118 am Unterwagen 104, z.B. mit zwei Achsen.

[0023] Weiterhin weist die mobile Arbeitsmaschine 100 beispielhaft eine Kamera 120, einen Ultraschall-Sensor 122 sowie einen Radar-Sensor 124 als Sensoren auf. Zudem weist die mobile Arbeitsmaschine 100 eine als Steuereinheit ausgebildete Recheneinheit 160 zum Ansteuern der mobilen Arbeitsmaschine auf, z.B. um die genannten Komponente zu bewegen, eine Bewegung zu stoppen oder auch um Warnungen auszugeben.

[0024] Nachfolgend soll die Erfindung hauptsächlich mit Bezug auf Radar, Ultraschall und Kameras erläutert werden, es können aber weitere Sensortypen ergänzt werden oder auch andere Sensortypen verwendet werden. Bei Vorhandensein der jeweiligen Sensortypen ermöglicht die Erfindung dann eine frei wählbare logische Verknüpfung der gelieferten Information über erkannte Objekte, so dass die Reaktion auf erkannte Personen sich von der generellen Reaktion auf Objekte unterscheiden kann. Alternativ könnte auch eine Und-Verknüpfung der Sensoreingänge erfolgen, so dass z.B. ein Eingriff nur dann erfolgt, wenn alle Sensorsysteme das Objekt erkannt haben. Eine Oder-Verknüpfung hingegen würde zu einem Eingriff führen, sobald eines der Sensorsysteme ein Objekt detektiert.

[0025] In Figur 2 ist schematisch ein Ablauf eines Verfahrens in einer Ausführungsform gezeigt. Dabei sind Sensorinformationen 200 eines Radar-Sensors, Sensorinformationen 210 eines Ultraschall-Sensors und Sensorinformationen 220 einer Kamera zu sehen. Die Sensorinformationen 200 des Radar-Sensors können Informationen über erkannte Objekte 201 sowie über einen Sensorstatus 202 umfassen. Die Sensorinformationen 210 des Ultraschall-Sensors können Informationen über direkte Echos 211 sowie über einen Sensorstatus 212 umfassen. Die Sensorinformationen 220 der Kamera können Informationen über erkannte Personen 221 sowie über einen Kamerastatus 222 umfassen.

[0026] Zudem werden Betriebsinformationen 230 bereitgestellt, z.B. auf einem CAN-Bus der mobilen Arbeitsmaschine. Diese Betriebsinformationen 230 können z.B. Informationen über eine Geschwindigkeit 231, eine Fahrpedalstellung 232, eine Bremspedalstellung 233 sowie einen Wahlhebel für eine Fahrtrichtung 234 umfassen.

[0027] All die genannten Informationen können in einer ausführenden Recheneinheit 240, z.B. dem Steuergerät gemäß Figur 1.

[0028] Zudem wird eine parametrierbare Sensorfusionslogik 242 bereitgestellt, die mehrere Ansteuervorgaben für die mobile Arbeitsmaschine umfasst, z.B. ebenfalls auf der ausführenden Recheneinheit 240. Ein Benutzer kann diese parametrierbare Sensorfusionslogik 242 nach Bedarf parametrieren, wie mittels eines Pfeiles 244 angedeutet.

[0029] Basierend auf den Sensorinformationen und der parametrierbaren Sensorfusionslogik 242 wird dann eine ausgewählte Ansteuervorgabe 250 der mehreren Ansteuervorgaben für die mobile Arbeitsmaschine bestimmt. Dies kann eine Warnung 252 oder einen Eingriff bzw. ein Einwirken auf eine Bewegung 254 sein, oder aber ggf. keine Reaktion. Insbesondere für den Eingriff, aber auch generell, können die Betriebsinformationen relevant sein.

[0030] In den Figuren 3a, 3b, 3c, 3d sind schematisch parametrierbare Sensorfusionslogiken in verschiedenen Ausführungsformen dargestellt. Die parametrierbaren Sensorfusionslogiken sind jeweils als Tabelle gezeigt. Dort sind in der linken Spalte Ansteuervorgaben 310 gezeigt, nämlich konkret:

- 311: Verhinderung einer Bewegung, insbesondere eines Anfahrens, der mobilen Arbeitsmaschine.
- 312: Beendigung einer Bewegung, insbesondere ein Anhalten, der mobilen Arbeitsmaschine.
- 313: Ausgabe einer Warnung bzgl. einer Kollision.
- 314: Ausgabe einer Warnung bzgl. einer Person.
- 315: Keine Reaktion.

[0031] Die Ansteuervorgaben 311 und 312 sind der Kategorie "Einwirken auf eine Bewegung der mobilen Arbeitsmaschine" zugeordnet, die Ansteuervorgaben 313, und 314 hingegen der Kategorie "Ausgabe einer Warnung". Die Ansteuervorgabe 315 entspricht der Kategorie "Keine Reaktion".

[0032] In den anderen Spalten sind Kollisionsbewertungen für die drei Arten von Sensoren Radar 301, Ultraschall 302 und Kamera 303 gezeigt. Die Kollisionsbewertungen sollen "hohes Risiko" 321 (oder auch "kritische Bewertung"), "mittleres Risiko" 322 (oder auch "potentielles Risiko") sowie "geringes Risiko" 323 sein.

[0033] Verknüpfungen der Kollisionsbewertungen der verschiedenen Sensoren sind mit den Zeichen "Λ" und "V" veranschaulicht, wobei mit "Λ" eine Und-Verknüpfung und mit "V" eine Oder-Verknüpfung bezeichnet ist.

[0034] Die Sensorfusionslogik gemäß Figur 3a bedeutet z.B., dass bei einer Kollisionsbewertung von "hohem Risiko" von nur einem der drei Sensoren sowohl eine Verhinderung einer Bewegung der mobilen Arbeitsmaschine erfolgt, als auch eine Beendigung einer Bewegung der mobilen Arbeitsmaschine. Hier kann der Gedanke dahinterstehen, dass jede Detektion mit kritischer Bewertung bzgl. Kollision ein Anfahren verhindern soll, und ebenso, dass jede Detektion mit kritischer Bewertung eine automatisches Verzögern und Anhalten bewirken soll.

[0035] Bei einer Kollisionsbewertung von "mittlerem Risiko" von nur einem der drei Sensoren erfolgt eine Ausgabe einer Warnung bzgl. einer Kollision, und falls dies für die Kamera gilt, auch eine Ausgabe einer Warnung bzgl. einer Person. Hier kann der Gedanke dahinterstehen, dass jede Detektion mit potentielltem Risiko soll zu einer Warnung führen soll, und dass eine detektierte Person soll zu einer dedizierten Personen-Warnung führen soll.

[0036] Nur wenn keines der Systeme bzw. keiner der Sensoren ein Objekt mit Risiko oder nur mit "geringem Risiko" bewertet, muss nicht reagiert werden.

[0037] Diese Sensorfusionslogik folgt dem Ansatz, dass alle Sensoren beachtet werden sollen.

[0038] Die Sensorfusionslogik gemäß Figur 3b bedeutet z.B., dass bei einer Kollisionsbewertung von "hohem Risiko" der Kamera sowohl eine Verhinderung einer Bewegung der mobilen Arbeitsmaschine erfolgt, als auch eine Beendigung einer Bewegung der mobilen Arbeitsmaschine. Hier kann der Gedanke dahinterstehen, dass jede Kamera-Detektion mit kritischer Bewertung bzgl. Kollision ein Anfahren verhindern soll, und ebenso, dass jede Detektion mit kritischer Bewertung eine automatisches Verzögern und Anhalten bewirken soll.

[0039] Bei einer Kollisionsbewertung von "mittlerem Risiko" von nur einem der drei Sensoren erfolgt eine Ausgabe einer Warnung bzgl. einer Kollision, und falls dies für die Kamera gilt, auch eine Ausgabe einer Warnung bzgl. einer Person. Hier kann der Gedanke dahinterstehen, dass Hier kann der Gedanke dahinterstehen, dass jede Detektion mit potentielltem Risiko soll zu einer Warnung führen soll, und dass eine detektierte Person soll zu einer dedizierten Personen-Warnung führen soll.

[0040] Nur wenn keines der Systeme bzw. keiner der Sensoren ein Objekt mit Risiko oder nur mit "geringem Risiko" bewertet, muss nicht reagiert werden.

[0041] Diese Sensorfusionslogik folgt dem Ansatz, dass insbesondere die Personenerkennung im Vordergrund steht und dass dann gebremst oder gar nicht erst angefahren werden soll.

[0042] Die Sensorfusionslogik gemäß Figur 3c bedeutet z.B., dass bei einer Kollisionsbewertung von "hohem Risiko" von allen drei Sensoren sowohl eine Verhinderung einer Bewegung der mobilen Arbeitsmaschine erfolgt, als auch eine Beendigung einer Bewegung der mobilen Arbeitsmaschine. Hier kann der Gedanke dahinterstehen, dass nur von allen Systemen erkannte und bzgl. Kollision kritisch bewertete Objekte ein Anfahren verhindern sollen, und ebenso, dass nur von allen Systemen erkannte und bzgl. Kollision kritisch bewertete Objekte zu einer automatischen Verzögerung und Anhalten führen sollen.

[0043] Bei einer Kollisionsbewertung von "mittlerem Risiko" von allen drei Sensoren erfolgt sowohl eine Ausgabe einer Warnung bzgl. einer Kollision, als auch eine Ausgabe einer Warnung bzgl. einer Person. Hier kann der Gedanke dahinterstehen, dass nur von allen Systemen erkannte und mit potentielltem Kollisionsrisiko bewertete Objekte zur automatischen Verzögerung und Anhalten führen, und ebenso, dass nur wenn die von der Kamera erkannte Person auch von Radar und Ultraschall als Objekt erkannt wurde, auf die Person gewarnt wird.

[0044] Nur wenn keines der Systeme bzw. keiner der Sensoren ein Objekt mit Risiko oder nur mit "geringem Risiko" bewertet, muss nicht reagiert werden.

[0045] Diese Sensorfusionslogik folgt dem Ansatz, dass nur bei einer sicher erkannten Person gebremst werden soll.

[0046] Die Sensorfusionslogik gemäß Figur 3d bedeutet z.B., dass bei einer Kollisionsbewertung von "hohem Risiko" von Radar oder Ultraschall sowohl eine Verhinderung einer Bewegung der mobilen Arbeitsmaschine erfolgt, als auch eine Beendigung einer Bewegung der mobilen Arbeitsmaschine. Hier kann der Gedanke dahinterstehen, dass jede Detektion von Radar oder Ultraschall mit kritischer Bewertung bzgl. Kollision ein Anfahren verhindern soll, und ebenso, dass jede Detektion Radar oder Ultraschall mit kritischer Bewertung eine automatisches Verzögern und Anhalten bewirken soll.

[0047] Bei einer Kollisionsbewertung von "mittlerem Risiko" von Radar oder Ultraschall erfolgt eine Ausgabe einer Warnung bzgl. einer Kollision, und bei einer Kollisionsbewertung von "hohem Risiko" oder "mittlerem Risiko" der Kamera erfolgt eine Ausgabe einer Warnung bzgl. einer Person. Hier kann der Gedanke dahinterstehen, dass jede Detektion von Radar oder Ultraschall mit potentielltem Risiko soll zu einer Warnung führen soll, und dass jede Erkennung einer Person zu einer dedizierten Personen-Warnung führen soll.

[0048] Nur wenn keines der Systeme bzw. keiner der Sensoren ein Objekt mit Risiko oder nur mit "geringem Risiko" bewertet, muss nicht reagiert werden.

[0049] Diese Sensorfusionslogik folgt dem Ansatz, dass auf Objekte gewarnt und gebremst werden soll, auf Personen aber dediziert gewarnt werden soll.

[0050] Das vorgeschlagene Vorgehen ermöglicht eine flexible Nutzung einer Plattform zur Kollisionsvermeidung für unterschiedliche Anwendungen, sowie die flexible Nutzung unterschiedlicher Sensorsysteme und eine beliebige Kom-

bination dieser. Es kann aufgrund der frei konfigurierbaren Reaktion auch z.B. mit nicht-sicheren Kamerasystemen gearbeitet werden, wenn diese z.B. nur zur dedizierten Personenwarnung genutzt werden. Die Leistung des Systems wird verbessert, z.B. durch Vermeidung von sog. "False Positives" durch Auswertung mehrerer komplementärer Sensorsysteme. Die Leistung des Systems wird auch insofern verbessert, als z.B. durch eine bessere Abdeckung von Nah- und Fernbereich durch unterschiedliche Sensoren möglich ist.

[0051] Die konfigurierbare Fusion kann auch genutzt werden, um z.B. ein "Muting" (d.h. temporäres Deaktivieren) der Kollisionsvermeidung zu überschreiben. So kann z.B. sichergestellt werden, dass auch bei durch den Benutzer oder Fahrer deaktiviertem System immer noch auf Personen gewarnt und gebremst wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kollisionsvermeidung beim Betrieb einer mobilen Arbeitsmaschine (100), die mehrere verschiedene Sensoren (120, 122, 124) zur Umgebungserfassung aufweist, umfassend:

Bereitstellen oder Empfangen von Sensorinformationen (210, 220, 230) von jedem der mehreren verschiedenen Sensoren;
Bereitstellen einer parametrierbaren Sensorfusionslogik (242), die mehrere Ansteuervorgaben für die mobile Arbeitsmaschine umfasst;
Bestimmen, basierend auf den Sensorinformationen und der parametrierbaren Sensorfusionslogik, einer ausgewählten der mehreren Ansteuervorgaben für die mobile Arbeitsmaschine; und
Bereitstellen der ausgewählten Ansteuervorgabe und insbesondere Ansteuern der mobilen Arbeitsmaschine gemäß der ausgewählten Ansteuervorgabe.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei jede der mehreren Ansteuervorgaben jeweils einer der folgenden Vorgabekategorien zugeordnet ist:

- Einwirken auf eine Bewegung der mobilen Arbeitsmaschine,
- Ausgabe einer Warnung,
- Keine Reaktion (315).

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Sensorinformationen von jedem der mehreren verschiedenen Sensoren jeweils eine Kollisionsbewertung umfassen, wobei die Kollisionsbewertung jeweils eines von mehreren vorgegebenen Risiken für eine Kollision angibt, wobei in Abhängigkeit von den Kollisionsbewertungen eine der Vorgabekategorien bestimmt wird, und wobei als die ausgewählte Ansteuervorgabe eine Ansteuervorgabe mit der bestimmten Vorgabekategorie bestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die parametrierbare Sensorfusionslogik eine, vorzugsweise vom Benutzer, auswählbare Regel umfasst, die festlegt, mittels welcher logischen Verknüpfung, insbesondere einer UND-Verknüpfung und/oder einer ODER-Verknüpfung, die Kollisionsbewertungen der mehreren verschiedenen Sensoren zu einer der Vorgabekategorien führen.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die mehreren Ansteuervorgaben wenigstens eine, vorzugsweise mehrere, der folgenden Vorgaben umfassen:

- Verhinderung einer Bewegung, insbesondere eines Anfahrens, der mobilen Arbeitsmaschine (311),
- Beendigung einer Bewegung, insbesondere ein Anhalten, der mobilen Arbeitsmaschine (312),
- Ausgabe einer Warnung bzgl. einer Kollision (313),
- Ausgabe einer Warnung bzgl. einer Person (314).

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, weiterhin umfassend: Bereitstellen oder Empfangen von Betriebsinformationen des mobilen Arbeitsgeräts, wobei die Ansteuervorgaben weiterhin basierend auf den Betriebsinformationen bestimmt werden.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei mehreren verschiedenen Sensoren wenigstens einen der folgenden Sensoren umfassen:

- Einen Radar-Sensor,

EP 4 826 173 A1

- Einen Ultraschall-Sensor,
- Eine Kamera.

- 5 **8.** Recheneinheit (160) umfassend einen Prozessor, der so konfiguriert ist, dass er das Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche ausführt.
- 9.** Mobile Arbeitsmaschine (100) mit mehreren verschiedenen Sensoren und mit einer Recheneinheit nach Anspruch 8
- 10 **10.** Computerprogramm umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 auszuführen.
- 11.** Computerlesbarer Datenträger, auf dem das Computerprogramm nach Anspruch 10 gespeichert ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

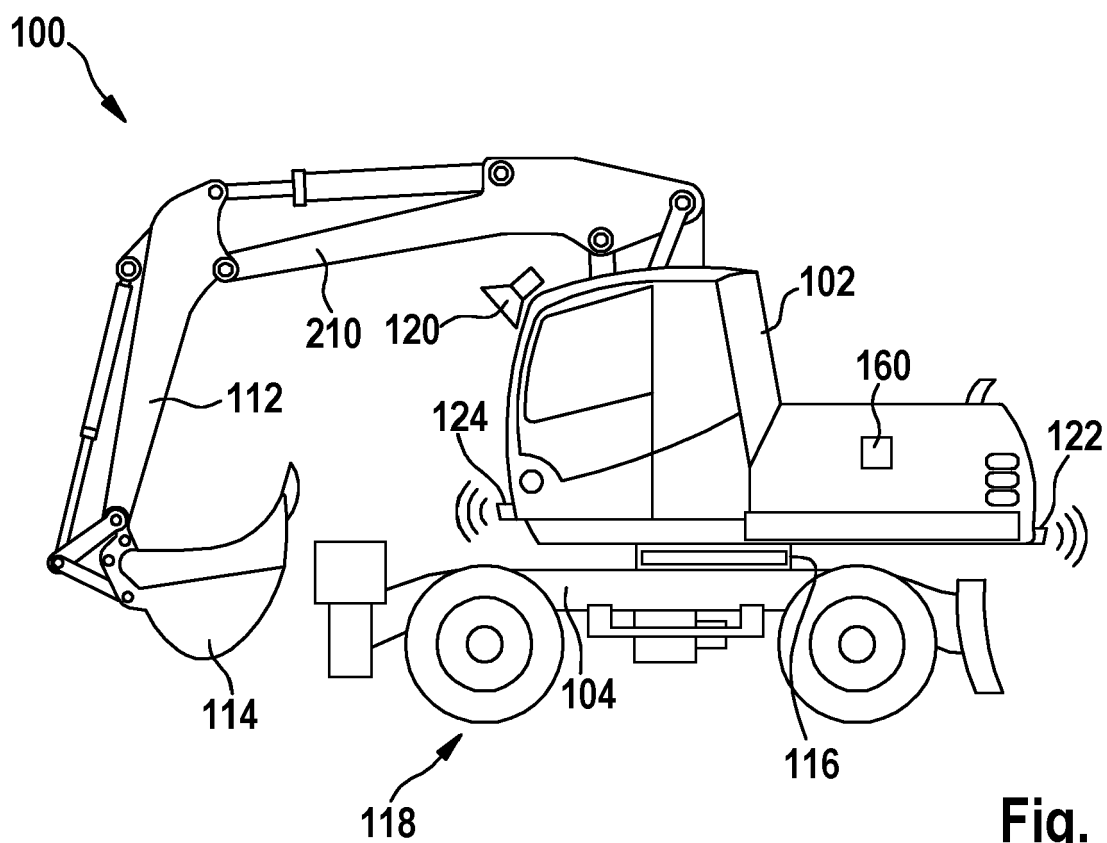


Fig. 1

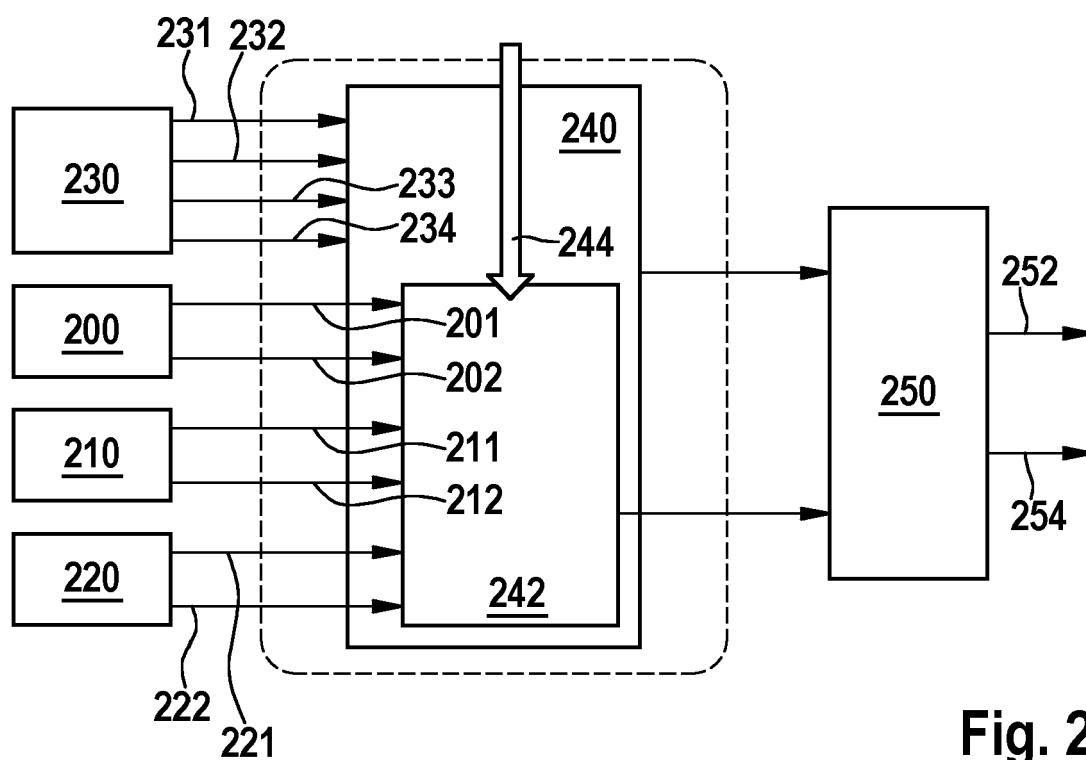


Fig. 2

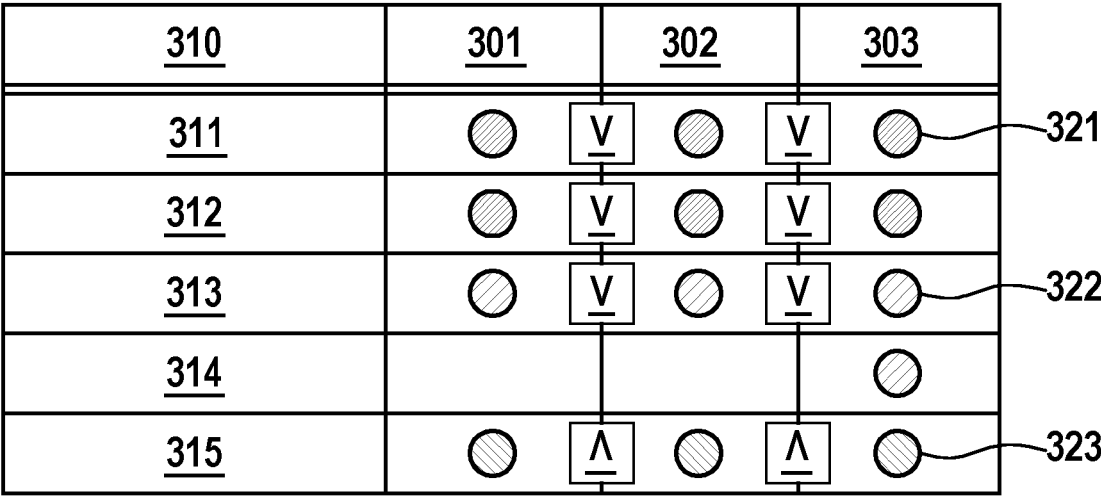


Fig. 3a

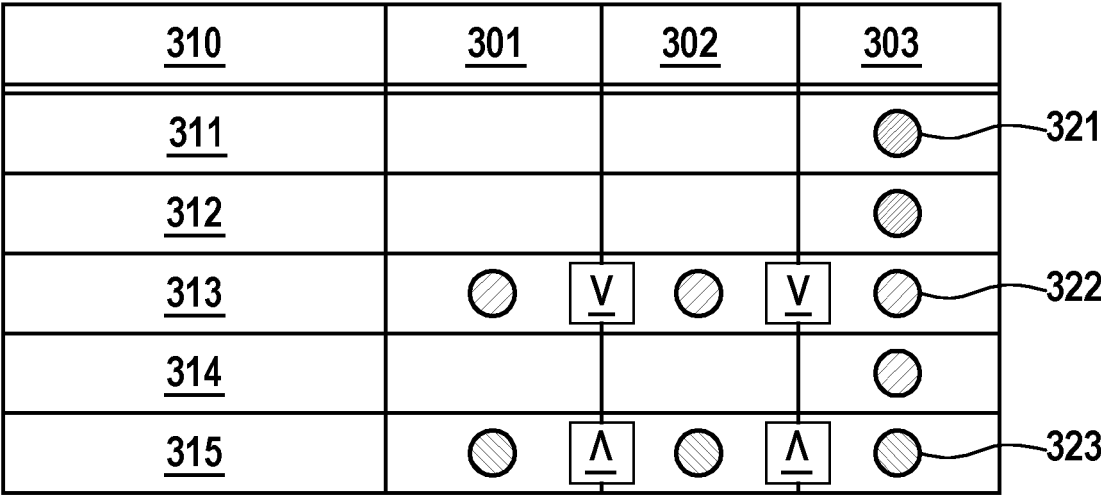


Fig. 3b

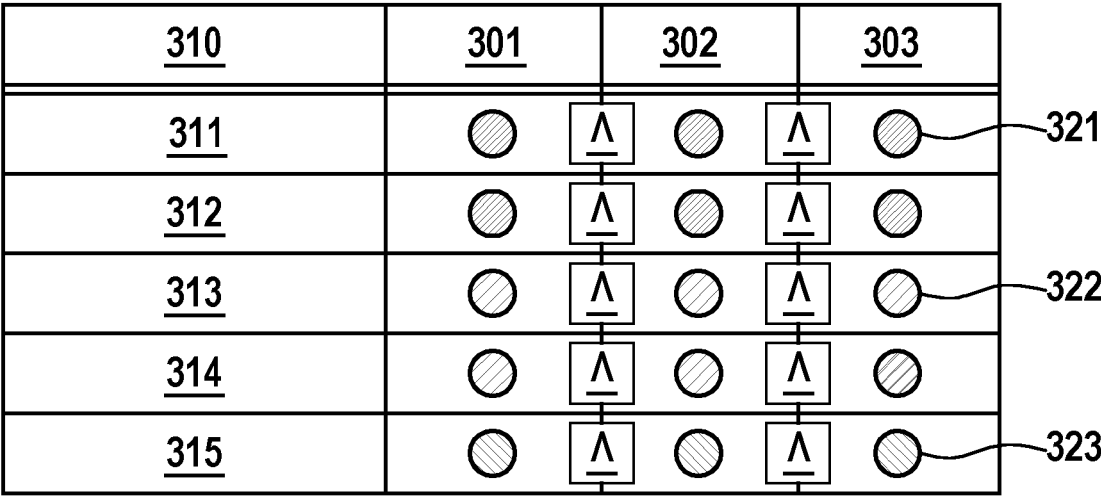


Fig. 3c

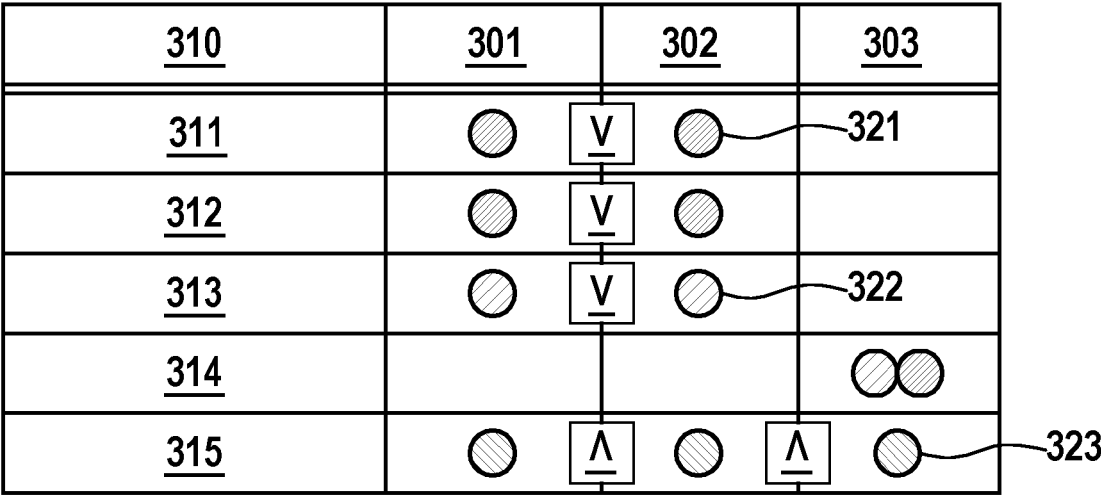


Fig. 3d



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 26 17 1949

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WANG XIAORUI ET AL: "Intelligent Excavation Monitoring System Based on Multi-Sensor Data Fusion", 2024 IEEE 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRONIC TECHNOLOGY, COMMUNICATION AND INFORMATION (ICETCI) IEEE, 24. Mai 2024 (2024-05-24), Seiten 444-448, XP034644557, DOI: 10.1109/ICETCI61221.2024.10594354 [gefunden am 2024-07-18]	1,2,5-11	INV. E02F9/24 E02F9/26
Y	* das ganze Dokument * -----	3-6	
X	DE 10 2010 007603 A1 (KAESSBOHRER GELAENDEFAHRZEUG [DE]) 11. August 2011 (2011-08-11)	1-11	
Y	* das ganze Dokument * -----	3-6	
A	CN 119 553 735 A (QINGZHOU YINGNUO HEAVY IND MACHINERY CO LTD) 4. März 2025 (2025-03-04) * das ganze Dokument * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E02F G06V G06F G05D
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 26. August 2026	Prüfer Ferrien, Yann
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 (P24C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 26 17 1949

5 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.

26-08-2026

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010007603 A1	11-08-2011	DE 102010007603 A1	11-08-2011
		EP 2354316 A1	10-08-2011
-----	-----	-----	-----
CN 119553735 A	04-03-2025	KEINE	
-----	-----	-----	-----

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

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