



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.07.2020 Patentblatt 2020/30

(51) Int Cl.:
B61L 27/00^(2006.01) B61L 5/18^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19151779.6**

(22) Anmeldetag: **15.01.2019**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Siemens Mobility AG**
8304 Wallisellen (CH)

(72) Erfinder:
• **MOSER, Mario**
9630 Wattwil (CH)
• **SCHUMACHER, Reto**
8180 Bülach (CH)
• **HOFFMANN, Alexandra**
8304 Wallisellen (CH)

(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR ÜBERWACHUNG DER AUSRICHTUNG UND/ODER DER SICHTBARKEIT EINES SIGNALLEUCHTPUNKTS IM SCHIENENGEBUNDENEN VERKEHR**

(57) Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Überwachung der Ausrichtung und/oder der Sichtbarkeit eines vorhandenen und/oder geplanten Signalleuchtpunkts eines Lichtsignals im schienenengebundenen Verkehr anzugeben, bei dem die Einhaltung der regulatorischen/geforderten Grenzwerte gewährleistet ist, ohne dass der Gleisbereich zu begehen ist und eine separate Testfahrt erforderlich ist.

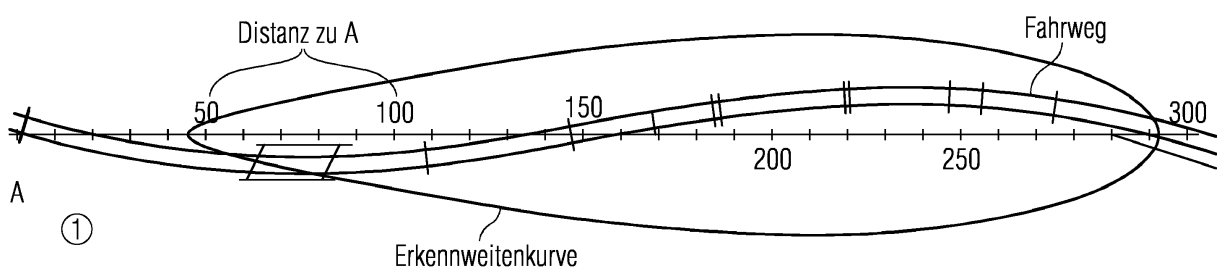
Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch ein Verfahren zur Überwachung der Ausrichtung und/oder der Sichtbarkeit eines vorhandenen und/oder geplanten Signalleuchtpunkts im schienenengebundenen Verkehr gelöst, welches die folgenden Verfahrensschritte umfasst:

- Bestimmen eines für die Überwachung vorgesehenen Signalleuchtpunkts;
- in Abhängigkeit von dem bestimmten Signalleuchtpunkt das Bestimmen eines von einem Schienenfahr-

zeug befahrbaren Gleisabschnitts, auf dem das von dem Signalleuchtpunkt abgestrahlte Signallicht einem Führer des Schienenfahrzeugs oder einem Kamerasystem des Schienenfahrzeugs zur Kenntnis gebracht werden soll;

- Abfliegen des zuvor bestimmten Gleisabschnitts mit einer mit einem Kamerasystem ausgestatteten Drohne und dabei das Aufzeichnen des von dem Signalleuchtpunkt abgestrahlten Signallichts; und
- Auswerten des aufgezeichneten Verlaufs des Signallichts in Bezug auf vorgebbare Kriterien für die Ausrichtung und/oder Sichtbarkeit von Signalleuchtpunkten.

Auf diese Weise kann der Signalpunkt ohne die Anwesenheit von Personen auf dem Gleis und ohne die Vornahme einer Testfahrt auf seine ordnungsgemässe Ausrichtung und/oder Sichtbarkeit geprüft werden. Zudem kann die Drohne den Gleisabschnitt in Zugpausen befliegen, sodass auch der fahrplanmässige Betrieb auf diesem Streckenabschnitt nicht durch dieses Überprüfungsverfahren behindert wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Überwachung der Ausrichtung und/oder der Sichtbarkeit eines vorhandenen und/oder geplanten Signalleuchtpunkts im schienengebundenen Verkehr.

[0002] Lichtsignale spielen im schienengebundenen Verkehr auch im Zuge der zunehmenden Ausrüstung von Eisenbahnstrecken mit dem europäischen Zugsicherungssystem ETCS noch eine sehr tragenden Rolle zur Steuerung des Schienenverkehrs. Ein Lichtsignal kann dabei mehrere Signalleuchtpunkte umfassen, die bei entsprechender Ansteuerung Fahrbegriffe, wie FAHRT, LANGSAMFAHRT oder HALT, anzeigen. Zur Erzielung der notwendigen Sicherheit ist es enorm wichtig, dass der Lokführer nicht an der Wahrnehmung des richtigen für ihn relevanten Signalbegriffs gehindert ist und die Signalleuchtpunkte gut erkennen kann.

[0003] Vor der Aufstellung eines Lichtsignals wird daher das Streckenprofil im Anfahrweg zum Lichtsignal analysiert und eine Lichtstärkenverteilung, z.B. mittels Streuscheibe, gewählt, die gewähren soll, dass sich der Zugführer bei der Annäherung an das Lichtsignal immer in der Hauptabstrahlkeule des Signalleuchtpunktes befindet. Bei der Werkprüfung eines neu aufgestellten Lichtsignals wird die Abstrahlcharakteristik zunächst durch eine Begehung und im Anschluss daran mit Hilfe einer Lokfahrt überprüft. Dabei müssen die gesetzmässig vereinbarten Kriterien für die Ausrichtung und die Sichtbarkeit erfüllt werden. Diese Überprüfung führt zu einem zusätzlichen Aufwand und erfordert das Vorhandensein von Menschen am Gleis und eine Testfahrt, die den normalen Ablauf des Zugverkehrs stört.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Überwachung der Ausrichtung und/oder der Sichtbarkeit eines vorhandenen und/oder geplanten Signalleuchtpunkts im schienengebundenen Verkehr anzugeben, bei dem die Einhaltung der regulatorischen/geforderten Grenzwerte gewährleistet ist, ohne dass der Gleisbereich zu begehen ist und eine separate Testfahrt erforderlich ist.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch ein Verfahren zur Überwachung der Ausrichtung und/oder der Sichtbarkeit eines vorhandenen und/oder geplanten Signalleuchtpunkts im schienengebundenen Verkehr gelöst, welches die folgenden Verfahrensschritte umfasst:

- a) Bestimmen eines für die Überwachung vorgesehenen Signalleuchtpunkt;
- b) in Abhängigkeit von dem bestimmten Signalleuchtpunkt das Bestimmen eines von einem Schienenfahrzeug befahrbaren Gleisabschnitts, auf dem das von dem Signalleuchtpunkt abgestrahlte Signallicht einem Führer des Schienenfahrzeugs oder einem Kamerasystem des Schienenfahrzeugs zur Kenntnis gebracht werden soll;
- c) Abfliegen des zuvor bestimmten Gleisabschnitts

mit einer mit einem Kamerasystem ausgestatteten Drohne und dabei das Aufzeichnen des von dem Signalleuchtpunkt abgestrahlten Signallichts; und d) Auswerten des aufgezeichneten Verlaufs des Signallichts in Bezug auf vorgebbare Kriterien für die Ausrichtung und/oder Sichtbarkeit von Signalleuchtpunkten.

[0006] Auf diese Weise kann der Signalpunkt ohne die Anwesenheit von Personen auf dem Gleis und ohne die Vornahme einer Testfahrt auf seine ordnungsgemässe Ausrichtung und/oder Sichtbarkeit geprüft werden. Zudem kann die Drohne den Gleisabschnitt in Zugpausen befliegen, sodass auch der fahrplanmässige Betrieb auf diesem Streckenabschnitt nicht durch dieses Überprüfungsverfahren behindert wird.

[0007] Zu einer weitgehend automatischen Steuerung der Drohne ist es sinnvoll, wenn anhand des bestimmten Gleisabschnitts ein Satz von Flugsteuerdaten, z.B. GPS-Datenverlauf, bestimmt wird, der zur Steuerung des Fluges der Drohne genutzt wird. Damit kann die Drohne bei Vorhandensein eines drohnenseitigen Ortsbestimmungssystems (wie z.B. ein GPS-Sensor) den Streckenabschnitt selbsttätig gemäss dem gewünschten Verlauf auf Führerstandshöhe abfliegen und das vom Lichtsignal abgestrahlte Signallicht aufzeichnen.

[0008] Mit einer entsprechenden Ausrüstung der Drohne mit der das Signallicht aufnehmenden Kamera oder auch einer separaten zusätzlichen Kamera und entsprechenden auf der Drohne vorhandenen Mitteln (DSP und Software) zur Videoauswertung (Bildbearbeitung) ist es möglich, dass die Drohne selbststeuernd, beispielsweise anhand einer Erkennung des Gleises, etwa in der Position des Führers des Schienenfahrzeugs den zuvor bestimmten Gleisabschnitt abfliegt. Somit kann die Drohne ihre Flughöhe selbsttätig einstellen und hinsichtlich der Flugsteuerdaten kann die Angabe eines Anfangspunktes und eines Endpunktes des abzufliegenden Gleisabschnitts bereits ausreichend sein, um den Kontrollflug durchführen zu können.

[0009] Zusätzlich kann es vorgesehen sein, dass die Drohne ihre Position periodisch mit den Flugsteuerdaten auf Richtigkeit abgleicht.

[0010] Weiter kann es vorgesehen sein, dass das Auswerten des aufgezeichneten Verlaufs des Signallichts in Bezug auf vorgebbare Kriterien für die Ausrichtung und/oder Sichtbarkeit von Signalleuchtpunkten direkt auf der Drohne vorgenommen wird und eine nicht-tolerierbare Abweichung von den vorgebbaren Kriterien von der Drohne an ein Bodensystem zurückgemeldet wird, so dass beispielsweise direkt eine Rückmeldung an das Aufstellpersonal abgegeben werden.

[0011] Besonders vorteilhaft kann es dann sein, wenn der Signalleuchtpunkt in Antwort auf die zurückgemeldete nicht-tolerierbare Abweichung im Hinblick auf die Ausrichtung und/oder die Sichtbarkeit neu ausgerichtet wird, beispielsweise direkt durch das am Lichtsignal befindliche Aufstellpersonal. So kann die optimale Ausrichtung

tung des Lichtsignals iterativ vorgenommen werden, da die Drohne problemlos in der Lage ist einen Gleisabschnitt von einigen Hundert Metern Länge mehrmals in kurzer Zeit abzufliegen, was beispielsweise mit einem Testzug in der Regel aufwendiger ist, da der Testzug oder der Testwagen den Gleisabschnitt dann länger belegt.

[0012] Zu einer weiteren Vereinfachung des Verfahrens kann es kommen, wenn das zu überwachende Lichtsignal von der Drohne anhand einer mit dem Lichtsignal assoziierten Signalbezeichnungsinformation, beispielsweise ein Signalbezeichnungsschild, und/oder anhand des von dem Lichtsignal angezeigten Signalbegriff selbsttätig erkannt wird. Die Drohne kann so beispielsweise am Start des Erkennungsfluges direkt vor dem Standort des Lichtsignals das Lichtsignal erkennen und dann den Flug in der Position eines Lokführers etwa 2 bis 3 Meter über dem Gleis entlang des bestimmten Gleisabschnitts starten.

[0013] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind den übrigen Unteransprüchen zu entnehmen.

[0014] Vorteilhafte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend mit Bezug auf die anhängende Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt die Figur schematisch einen Aufstellort 2 eines Lichtsignals S an einem Gleis 4. Für die Abstrahlcharakteristik des Lichtsignals S ist eine Erkennweitenkurve 6 definiert, innerhalb derer ein das Gleis 4 befahrender Lokführer das von dem Lichtsignal 4 abgestrahlte Signallicht mit einer vorgegebenen Leuchtstärke wahrnehmen können muss. Dabei sind mit dem Buchstaben D jeweils die Abstände des Gleises 4 von dem Lichtsignal 4 angegeben. Der durch die Erkennweitenkurve 6 definierte Bereich weist hier eine Länge von etwa 300 Meter auf, was bei einer Geschwindigkeit von 160 km/h (ca. 45 m/s) einer Zeitdauer von knapp sieben Sekunden entspricht, die dem Lokführer zum Erkennen des Lichtsignals S vom Eintreten in die Erkennweitenkurve 6 bis zum Erreichen des Lichtsignals S verbleiben.

[0015] Bei dem Verfahren zur Überwachung der Ausrichtung und/oder der Sichtbarkeit eines vorhandenen und/oder geplanten Signalleuchtpunkts (hier das Lichtsignal S) wird der Aufstellort 2 des Lichtsignals S bestimmt und beispielsweise in Form von GPS-Daten gespeichert. Ausgehend von diesem Aufstellort 2 wird unter Berücksichtigung der Erkennweitenkurve 6 der von einem hier nicht weiter dargestellten Schienenfahrzeug befahrbare Gleisabschnitt bestimmt, auf dem das von dem Lichtsignal S abgestrahlte Signallicht (hier als Abstrahlkegel 8 schematisch dargestellt) einem Führer des Schienenfahrzeugs oder einem Kamerasystem eines autonom fahrenden Schienenfahrzeugs zur Kenntnis gebracht werden muss. Für das Gleis 4 wird somit durch den Aufstellort 2 des Lichtsignals S und einen Endpunkt 10 am Ende der Erkennweitenkurve 6 der Gleisabschnitt definiert, der zur Überprüfung der Abstrahlcharakteristik zu verifizieren ist.

[0016] Dieser somit bestimmte Gleisabschnitt wird nun mit einer mit einem Kamerasystem ausgestatteten, aber hier nicht weiter dargestellten Drohne abgefliegen. Dabei wird das Lichtsignal S abgestrahlte Signallicht aufgezeichnet. Der aufgezeichnete Verlauf des Signallichts wird dann in Bezug auf die vorgegebenen Kriterien für die Ausrichtung und/oder Sichtbarkeit von Signalleuchtpunkten untersucht.

[0017] Zur Steuerung der Drohne wird anhand des bestimmten Gleisabschnitts ein Satz von Flugsteuerdaten, z.B. GPS-Datenverlauf, ermittelt. Dieser Flugsteuerdatensatz kann dabei beispielsweise nur den Aufstellort 2 und den Endpunkt 10 umfassen. Ergänzend kann aber auch der gesamte Verlauf des Gleisabschnitts in Form von GPS-Daten bestimmt werden. Die Drohne ist hier typischerweise mit Bildverarbeitungsmitteln zur Erkennung des Gleises 4 ausgestattet, sodass die Drohne selbststeuernd etwa in der Position des Führers des Schienenfahrzeugs den zuvor bestimmten Gleisabschnitt abfliegt. Dabei kann die Drohne ihre Position periodisch mit den Flugsteuerdaten auf Richtigkeit abgleichen.

[0018] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Drohne auch dahingehend ausgerüstet, dass das Auswerten des aufgezeichneten Verlaufs des Signallichts in Bezug auf vorgebbare Kriterien für die Ausrichtung und/oder Sichtbarkeit von Signalleuchtpunkten bereits auf der Drohne vorgenommen wird und eine nicht-tolerierbare Abweichung von den vorgebbaren Kriterien zurückgemeldet wird, beispielsweise an einen Steuerstand für die Drohne. In Antwort auf die zurückgemeldete nicht-tolerierbare Abweichung kann das Lichtsignal S im Hinblick auf die Ausrichtung und/oder die Sichtbarkeit entsprechend ausgerichtet werden und/oder mit einer entsprechenden Streulinse und/oder anderen optischen Elementen (z.B. Linse) versehen werden. Diese Überprüfung des Lichtsignals S muss dann für jeden auf dem Lichtsignal S angeordneten Leuchtpunkt vorgenommen werden. Dabei können im Betrieb auch mehrere Leuchtpunkte gemeinsam zur Anzeige eines bestimmten Signalbegriffs leuchten. Beim Start der Drohne kann es so auch vorgesehen sein, dass die Drohne das zu überwachende Lichtsignal S anhand einer mit dem Lichtsignal S assoziierten Signalbezeichnungsinformation - in der Regel wird hierzu ein Signalbezeichnungsschild verwendet - und/oder anhand des abgestrahlten Signalbegriffs selbsttätig erkennt. Bezüglich der Erkennung des Signalbegriffs muss der Drohne natürlich auch vor dem Beginn des Überprüfungsfluges der zu findende Signalbegriff mitgeteilt werden. Nur der Vollständigkeit halber sei hier erwähnt, dass die Drohne mit entsprechenden Kommunikationsmitteln zum Empfang und Abstrahlen von drahtlos übertragenen Mitteilungen ausgestattet ist.

[0019] Somit kann der Signaleuchtpunkt S auch ohne die Anwesenheit von Personen auf dem Gleis 4 und ohne die Vornahme einer Testfahrt auf seine ordnungsgemäße Ausrichtung und/oder Sichtbarkeit geprüft werden. Zudem kann die Drohne den Gleisabschnitt in Zugpausen

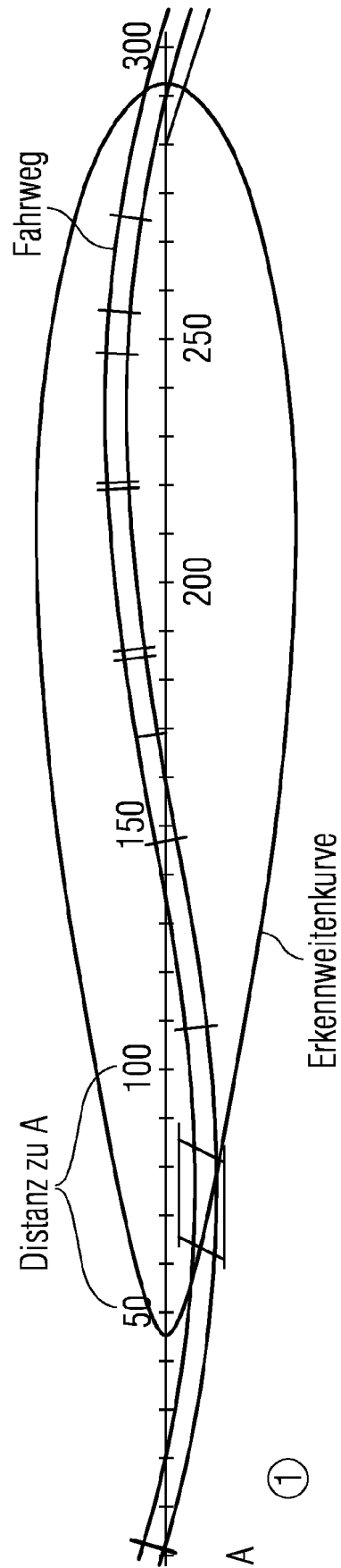
wiederholt befliegen, sodass auch der fahrplanmässige Betrieb auf diesem Streckenabschnitt nicht durch dieses Überprüfungsverfahren behindert wird und trotzdem eine optimale Ausrichtung des Lichtsignals S bzw. genau gesagt dessen Signalleuchtpunkte, erreicht wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung der Ausrichtung und/oder der Sichtbarkeit eines vorhandenen und/oder geplanten Signalleuchtpunkts eines Lichtsignals (S) im schienenengebundenen Verkehr, umfassend die folgenden Verfahrensschritte:
 - a) Bestimmen eines für die Überwachung vorgesehenen Signalleuchtpunkt;
 - b) in Abhängigkeit von dem bestimmten Signalleuchtpunkt (S) das Bestimmen eines von einem Schienenfahrzeug befahrbaren Gleisabschnitts, auf dem das von dem Signalleuchtpunkt abgestrahlte Signallicht (8) einem Führer des Schienenfahrzeugs oder einem Kamerasystem des Schienenfahrzeugs zur Kenntnis gebracht werden soll;
 - c) Abfliegen des zuvor bestimmten Gleisabschnitts mit einer mit einem Kamerasystem ausgestatteten Drohne und dabei das Aufzeichnen des von dem Signalleuchtpunkt abgestrahlten Signallichts (8); und
 - d) Auswerten des aufgezeichneten Verlaufs des Signallichts (8) in Bezug auf vorgebbare Kriterien für die Ausrichtung und/oder Sichtbarkeit von Signalleuchtpunkten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** anhand des bestimmten Gleisabschnitts ein Satz von Flugsteuerdaten, z.B. GPS-Datenverlauf, bestimmt wird, der zur Steuerung des Fluges der Drohne genutzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drohne selbststeuernd, beispielsweise anhand einer Erkennung des Gleises, etwa in der Position des Führers des Schienenfahrzeugs den zuvor bestimmten Gleisabschnitt abfliegt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drohne ihrer Position periodisch mit den Flugsteuerdaten auf Richtigkeit abgleicht.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Auswerten des aufgezeichneten Verlaufs des

Signallichts (8) in Bezug auf vorgebbare Kriterien für die Ausrichtung und/oder Sichtbarkeit von Signalleuchtpunkten auf der Drohne vorgenommen wird und eine nicht-tolerierbare Abweichung von den vorgebbaren Kriterien zurückgemeldet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Signalleuchtpunkt in Antwort auf die zurückgemeldete nicht-tolerierbare Abweichung im Hinblick auf die Ausrichtung und/oder die Sichtbarkeit neu ausgerichtet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zu überwachende Lichtsignal (S) von der Drohne anhand einer mit dem Lichtsignal (S) assoziierten Signalbezeichnungsinformation, beispielsweise ein Signalbezeichnungsschild, und/oder anhand eines von dem Lichtsignal (S) angezeigten Signalbegriffs selbsttätig erkannt wird.





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 19 15 1779

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)
A	US 2014/151512 A1 (COOPER JARED KLINEMAN [US] ET AL) 5. Juni 2014 (2014-06-05) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-2 * * Absätze [0007], [0008], [0010] * * Absätze [0017] - [0019], [0021] - [0024] *	1-7	INV. B61L27/00 ADD. B61L5/18
A	FLAMMINI FRANCESCO ET AL: "Towards Automated Drone Surveillance in Railways: State-of-the-Art and Future Directions", 21. Oktober 2016 (2016-10-21), INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER ANALYSIS OF IMAGES AND PATTERNS. CAIP 2017: COMPUTER ANALYSIS OF IMAGES AND PATTERNS; [LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE; LECT.NOTES COMPUTER], SPRINGER, BERLIN, HEIDELBERG, PAGE(S) 336 - 348, XP047360148, ISBN: 978-3-642-17318-9 [gefunden am 2016-10-21] * das ganze Dokument *	1-7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. August 2019	Prüfer Robinson, Victoria
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 19 15 1779

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.

02-08-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 2014151512 A1	05-06-2014	KEINE	
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