



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.04.2021 Patentblatt 2021/17

(51) Int Cl.:
B61L 27/00 ^(2006.01) **G06Q 50/30** ^(2012.01)

(21) Anmeldenummer: **19204369.3**

(22) Anmeldetag: **21.10.2019**

(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

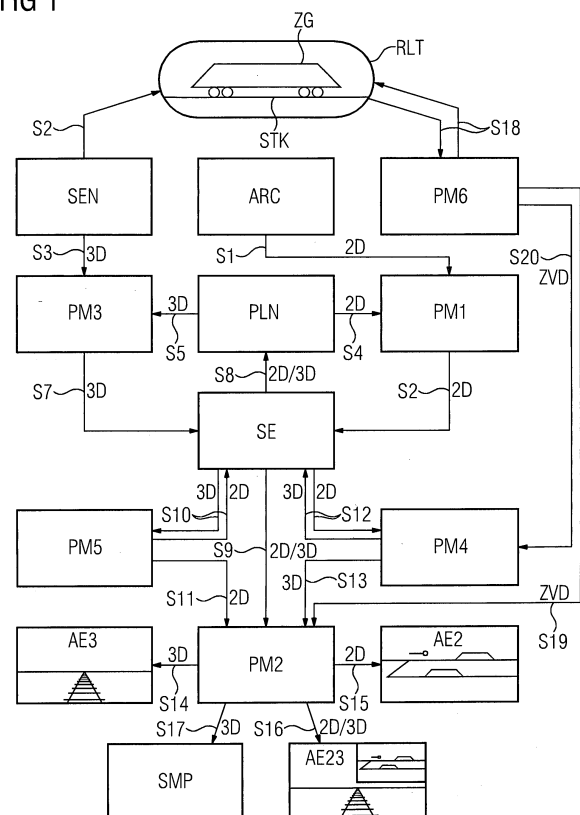
(71) Anmelder: **Siemens Mobility GmbH**
81739 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Lange, Jürgen**
38112 Braunschweig (DE)
• **Le Da, Tuan**
99752 Bleicherode (DE)
• **Stork, Andreas**
38527 Meine (DE)

(54) **RECHNERGESTÜTZTE PLATTFORM ZUR DARSTELLUNG EINER BAHNINFRASTRUKTUR UND VERFAHREN ZU DEREN BETRIEB**

(57) Die Erfindung betrifft eine rechnergestützte Plattform zur Darstellung einer Bahninfrastruktur RLT. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass diese Plattform sowohl mit 3D-Daten als auch mit 2D-Daten arbeitet. 3D-Daten können beispielsweise mittels einer Messeinrichtung SEN erzeugt werden, während 2D-Daten beispielsweise im Rahmen einer Streckenplanung STP mit einem Planungswerkzeug PLN erzeugt werden können. Wesentlich für die Erfindung ist, dass sowohl 2D-Daten als auch 3D-Daten in einer Speichereinrichtung SE abgespeichert werden und jeweils durch Programmmodule PM4, PM5 in das jeweils andere Datenformat, also von 2D nach 3D und von 3D nach 2D, transformiert werden können. Deshalb ist es möglich, in einem zweiten Programmmodul PM2 beispielsweise in einer Ausgabeeinrichtung AE23 sowohl 2D-Daten als auch 3D-Daten eines Planungsprozesses darzustellen oder mit einem Simulationswerkzeug SMP eine Simulation im virtuellen dreidimensionalen Raum durchzuführen.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Rechnergestützte Plattform zur Darstellung einer Bahninfrastruktur, mit

- einem ersten Programmmodul zum Erfassen von die Bahninfrastruktur beschreibenden Daten,
- einer Speichereinrichtung SE für die die Bahninfrastruktur beschreibenden Daten,
- einem zweiten Programmmodul zur Ausgabe der die Bahninfrastruktur beschreibenden Daten.

Außerdem betrifft die Erfindung Verfahren zur Darstellung einer Bahninfrastruktur, bei dem

- die Bahninfrastruktur beschreibende Daten erfasst werden,
- die die Bahninfrastruktur beschreibenden Daten gespeichert werden,
- die die Bahninfrastruktur beschreibenden Daten ausgegeben werden.

Zuletzt betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt sowie eine Bereitstellungsvorrichtung für dieses Computerprogrammprodukt, wobei das Computerprogrammprodukt mit Programmbefehlen zur Durchführung dieses Verfahrens ausgestattet ist.

[0002] Nach dem Stand der Technik werden Planungsdaten für Streckennetze von Zügen im Augenblick vorzugsweise zweidimensional erhoben. Geeignete Planungswerkzeuge werden angewendet, um die Strecken zu planen, wobei zur Strecke gehörige Streckenelemente abhängig von den Streckenkilometern, also zweidimensional, geplant werden. Ein Planungswerkzeug, welches durch die Siemens Mobility GmbH benutzt wird, ist beispielsweise Entegro Engineering.

[0003] Weiterhin ist es bekannt, dass Streckenverläufe dreidimensional vermessen werden können. Dieses erfolgt beispielsweise durch einen Messwagen, der die Strecke abfährt, und eine Laservermessung bzw. eine visuelle Erfassung (Film, Foto) der Strecke erlaubt, oder Vermessungen aus der Luft, die zum Beispiel mit Drohnen vorgenommen werden kann. Die so ermittelten Daten können beispielsweise mit Open Rail Designer, einem Werkzeug der Firma Bentley, erstellt werden.

[0004] Beide Verfahren haben Vorteile und Nachteile. Dreidimensionale Umgebungen zur Streckenplanung sind insbesondere für die Streckenplaner sehr intuitiv. Dreidimensionale Daten beinhalten jedoch lediglich geometrische Informationen. Andererseits wurden Strecken traditionell zweidimensional geplant, weswegen diesbezüglich eine große Menge von Daten gespeichert wurde. Neue Planungen bauen unter anderem auch auf diese gespeicherten Daten auf. Desweiteren werden 2D-Daten nicht durch eine einzige Aufnahmemethode erzeugt, sondern durch mehrere verschiedene Methoden aufgenommen und die Daten müssen von unterschiedlichen Datenquellen in einer Datenquelle mit einem ge-

meinsamen Datenformat zusammengeführt werden, war mit einem gewissen Aufwand verbunden ist.

[0005] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Plattform zur Verarbeitung und/oder Darstellung einer Bahninfrastruktur anzugeben, die einerseits intuitiv bedienbar ist und andererseits die Möglichkeit bietet bestehende Planungsdaten aufzunehmen. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung ein Verfahren anzugeben, mit dem sich Ausgaben intuitiv bearbeiten lassen und bei dem bestehende Planungsdaten berücksichtigt werden können. Zuletzt besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein Computerprogrammprodukt sowie eine Bereitstellungsvorrichtung für dieses Computerprogrammprodukt anzugeben, mit dem das vorgenannte Verfahren durchgeführt werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird mit dem eingangs angegebenen Anspruchsgegenstand (rechnergestützte Plattform) erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass

- das erste Programmmodul dazu ausgebildet ist, als die Bahninfrastruktur beschreibende Daten 2D-Daten zu verarbeiten, wobei die Daten auf den Streckenverlauf von Bahnstrecken in der Bahninfrastruktur bezogen sind,
- ein drittes Programmmodul zum Erfassen von die Bahninfrastruktur beschreibenden Daten dazu ausgebildet ist, als die Bahninfrastruktur beschreibende Daten 3D-Daten zu verarbeiten, wobei die Daten den Streckenverlauf von Bahnstrecken inklusive ihrer Umgebung in einem dreidimensionalen Raum beschreiben,
- ein viertes Programmmodul dazu ausgebildet ist, die 2D-Daten in 3D-Daten zu transformieren und/oder ein fünftes Programmmodul dazu ausgebildet ist, die 3D-Daten in 2D-Daten zu transformieren,
- das zweite Programmmodul dazu ausgebildet ist, sowohl die durch das erste Programmmodul zur Verfügung gestellten als auch die durch das fünfte Programmmodul zur Verfügung gestellten 2D-Daten und/oder sowohl die durch das zweite Programmmodul PM2 zur Verfügung gestellten als auch die durch das vierte Programmmodul zur Verfügung gestellten 3D-Daten auszugeben.

[0007] Mit anderen Worten ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass sowohl 2-D Daten als auch 3-D Daten verarbeitet werden können. Um bei der Anwendung der rechnergestützten Plattform flexibel zu bleiben, sollen jedoch 2-D Daten in 3-D Daten transformiert werden und 3-D Daten in 2-D Daten transformiert werden. Hierdurch ist es möglich, dass das zweite Programmmodul alle verfügbaren Daten verarbeiten kann und gleichzeitig eine Darstellung dieser Daten sowohl in einer 2D-Umgebung als auch einer 3D-Umgebung durchführen kann.

[0008] Hierdurch wird zunächst der Vorteil erreicht, dass sowohl 3-D Daten als auch 2-D Daten für die Plattform zur Verfügung stehen. Sowohl 2-D Daten als auch 3-D Daten haben ihre Vorzüge. 2-D Daten sind insbe-

sondere historisch verfügbar, wobei auf der Plattform durch Übertragung von 2-D Daten aus dem Archiv diese Daten beschafft werden können. 3-D Daten können insbesondere durch Messverfahren von der aktuellen Strecke aufgenommen werden und dienen vorzugsweise der Schaffung einer virtuellen Realität.

[0009] Die Verarbeitung sowohl von 3-D Daten als auch von 2-D Daten hat den weiteren Vorteil, dass das zweite Programmmodul verwendet werden kann, um die 2-D Daten mit den 3-D Daten zu vergleichen. Auf diese Weise können Unstimmigkeiten aufgedeckt werden. Zum Beispiel können die historischen 2-D Daten aus dem Archiv veraltet sein, weil diese in der Vergangenheit nicht genügend gepflegt wurden. In diesem Falle ist den aktuelleren 3-D Daten der Vorrang zu geben so dass eine Korrektur erfolgen kann. Es ist aber auch möglich, dass die 3-D Daten durch das Messverfahren fehlerhaft aufgenommen wurden oder durch das dritte Programmmodul fehlerhaft interpretiert wurden. So kann es zum Beispiel vorkommen, dass in den 3-D Daten ein Streckenelement fälschlich erkannt wurde, welches in den 2-D Daten nicht zu finden ist.

[0010] Die Beispiele machen deutlich, dass im Falle von Abweichungen zu entscheiden ist, welche der Daten die richtigen sind. Hier kann ein menschliches Eingreifen notwendig sein, oder es wird eine künstliche Intelligenz mit dieser Aufgabe betraut. Es können zunächst Wahrscheinlichkeiten ermittelt werden, welche der Daten die richtigen sein könnten. Letztendlich lässt sich eine absolute Sicherheit aber nur erlangen, wenn ein Abgleich der Realität (und damit ist nicht die erzeugte virtuelle Realität gemeint, sondern die "tatsächliche" Realität) mit den zweidimensionalen bzw. dreidimensionalen Daten (also mit anderen Worten den 2-D Daten und den 3-D Daten) erfolgt. Insgesamt erhöht sich jedoch die Sicherheit, Fehler aufzudecken, da die 2-D Daten und die 3-D Daten überhaupt erst die Möglichkeit eines Vergleiches schaffen.

[0011] Bei den 2-D Daten handelt es sich vorzugsweise um Streckendaten. Als Streckendaten können Daten aus einem Streckenatlas dienen. Die Streckendaten erhalten Informationen über den Streckenverlauf in der Realität. Außerdem können die Streckendaten Streckeneigenschaften enthalten (Alter der Strecke, zulässige Höchstgeschwindigkeit auf der Strecke usw.). Die Streckendaten enthalten außerdem Informationen über die Anwesenheit von Streckenelementen. Hiermit sind beispielsweise Signale, Weichen, Bahnübergänge, Bahnhöfe und dergleichen gemeint.

[0012] Sofern es in der nachfolgenden Beschreibung nicht anders angegeben ist, beziehen sich die Begriffe "erstellen", "berechnen", "rechnen", "feststellen", "generieren", "konfigurieren", "modifizieren" und dergleichen vorzugsweise auf Handlungen und/oder Prozesse und/oder Verarbeitungsschritte, die Daten verändern und/oder erzeugen und/oder die Daten in andere Daten überführen. Dabei liegen die Daten insbesondere als physikalische Größen vor, beispielsweise als elektrische

Impulse oder auch als Messwerte. Die erforderlichen Anweisungen/Programmbefehle sind in einem Computerprogramm als Software zusammengefasst. Weiterhin beziehen sich die Begriffe "empfangen" "aussenden", "einlesen", "auslesen", "übertragen" und dergleichen auf das Zusammenwirken einzelner Hardwarekomponenten und/oder Softwarekomponenten über Schnittstellen. Die Schnittstellen können hardwaretechnisch, beispielsweise kabelgebunden oder als Funkverbindung, und/oder softwaretechnisch, beispielsweise als Interaktion zwischen einzelnen Programmmodulen oder Programmteilen eines oder mehrerer Computerprogramme, realisiert sein.

[0013] Unter "rechnergestützt" oder "computerimplementiert" kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise eine Implementierung des Verfahrens verstanden werden, bei dem ein Computer oder mehrere Computer mindestens einen Verfahrensschritt des Verfahrens ausführt oder ausführen. Der Ausdruck "Computer" ist breit auszulegen, er deckt alle elektronischen Geräte mit Datenverarbeitungseigenschaften ab. Computer können somit beispielsweise Personal Computer, Server, Handheld-Computer-Systeme, Pocket-PC-Geräte, Mobilfunkgeräte und andere Kommunikationsgeräte, die rechnergestützt Daten verarbeiten, Prozessoren und andere elektronische Geräte zur Datenverarbeitung sein, die vorzugsweise auch zu einem Netzwerk zusammengeschlossen sein können. Unter einer "Speichereinheit" kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise ein computerlesbarer Speicher in Form eines Arbeitsspeichers (engl. Random-Access Memory, RAM) oder Datenspeichers (Festplatte oder eines Datenträger) verstanden werden.

[0014] Als "Cloud" soll eine Umgebung für ein "Cloud-Computing" (deutsch Rechnerwolke oder Datenwolke) verstanden werden. Gemeint ist eine IT-Infrastruktur, welche über ein Netzwerk wie das Internet verfügbar gemacht wird. Sie beinhaltet in der Regel Speicherplatz, Rechenleistung oder Anwendungssoftware als Dienstleistung, ohne dass diese auf dem die Cloud nutzenden lokalen Rechner installiert sein müssen. Angebot und Nutzung dieser Dienstleistungen erfolgen dabei ausschließlich durch technische Schnittstellen und Protokolle, etwa mittels eines Webbrowsers. Die Spannweite der im Rahmen des Cloud-Computings angebotenen Dienstleistungen umfasst das gesamte Spektrum der Informationstechnik und beinhaltet unter anderem Infrastruktur, Plattformen und Software.

[0015] Als "Programmmodule" sollen einzelne Funktionseinheiten verstanden werden, die den erfindungsgemäßen Programmablauf ermöglichen. Diese Funktionseinheiten können in einem einzigen Computerprogramm oder in mehreren miteinander kommunizierenden Computerprogrammen verwirklicht sein. Die hierbei realisierten Schnittstellen können softwaretechnisch innerhalb eines einzigen Prozessors umgesetzt sein oder hardwaretechnisch, wenn mehrere Prozessoren zum Einsatz kommen.

[0016] Unter einem "Prozessor" kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise eine Maschine, zum Beispiel ein Sensor zur Erzeugung von Messwerten oder eine elektronische Schaltung, verstanden werden. Bei einem Prozessor kann es sich insbesondere um einen Hauptprozessor (engl. Central Processing Unit, CPU), einen Mikroprozessor oder einen Mikrocontroller, beispielsweise eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung oder einen digitalen Signalprozessor, möglicherweise in Kombination mit einer Speichereinheit zum Speichern von Programmbefehlen, etc. handeln. Bei einem Prozessor kann es sich beispielsweise auch um einen IC (integrierter Schaltkreis, engl. Integrated Circuit), insbesondere einen FPGA (engl. Field Programmable Gate Array) oder einen ASIC (anwendungsspezifische integrierte Schaltung, engl. Application-Specific Integrated Circuit), oder einen DSP (Digitaler Signalprozessor, engl. Digital Signal Processor) handeln. Auch kann unter einem Prozessor ein virtualisierter Prozessor oder eine Soft-CPU verstanden werden. Es kann sich beispielsweise auch um einen programmierbaren Prozessor handeln, der mit einer Konfiguration zur Ausführung eines rechnergestützten Verfahrens ausgerüstet ist.

[0017] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das zweite Programmmodul dazu ausgebildet ist, sowohl die durch das erste Programmmodul zur Verfügung gestellten als auch die durch das fünfte Programmmodul zur Verfügung gestellten 2D-Daten gemeinsam und/oder sowohl die durch das zweite Programmmodul PM2 zur Verfügung gestellten als auch die durch das vierte Programmmodul zur Verfügung gestellten 3D-Daten gemeinsam auszugeben.

[0018] Hiermit ist gemeint, dass eine gemischte Ausgabe auch auf einem Display oder dergleichen in ein und derselben Ansicht (d. h. Displayfläche) Information beider Welten, also die Darstellung von 2-D Daten und 3-D Daten, enthält. Dies hat den Vorteil, dass eine Darstellung von 2-D Daten und 3-D Daten besonders übersichtlich erfolgen kann. Insbesondere, wenn das Display, beispielsweise ein Bildschirm, als Schnittstelle für einen menschlichen Entwickler gedacht ist, kann bei der Konzeption neuer Strecken oder der Modifikation bereits bestehender Strecken eine schnelle Verarbeitung der Informationen aus beiden Welten erfolgen. Außerdem reicht ein Display, um sowohl die 2-D Daten als auch die 3-D Daten auszugeben, was gleichzeitig eine kostengünstige technische Lösung darstellt.

[0019] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das zweite Programmmodul dazu ausgebildet ist, die 2D-Daten und/oder die 3D-Daten mit einem Index auszugeben, wobei der Index eine Information darüber enthält, ob die betreffenden Daten aus dem ersten Programmmodul oder aus dem dritten Programmmodul stammen.

[0020] Dies ist bei einer gemeinsamen Darstellung insofern interessant, als bewertet werden kann, welche Daten bei Inkonsistenzen die verlässlicheren sind oder Vorrang haben. Dabei kann vorteilhaft berücksichtigt

werden, ob 2-D Daten tatsächlich ursprünglich als 2-D Daten ermittelt wurden oder aus 3-D Daten transformiert wurden. Genauso kann andersherum berücksichtigt werden, ob 3-D Daten tatsächlich ursprünglich als 3-D Daten beispielsweise durch eine Messung erstellt wurden oder durch Transformation von 2-D Daten in 3-D Daten generiert wurden. Diese Information steckt vorteilhaft in der Indizierung.

[0021] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Speichereinrichtung SE dazu ausgebildet ist, dass die 2D-Daten und die 3D-Daten gemeinsam, insbesondere in einer Cloud, abgespeichert werden.

[0022] Cloudbasierte Lösungen haben den Vorteil, dass sowohl die Rechenleistung wie auch die Speicherleistung auf mehrere Einheiten verteilt werden kann (Speichereinheiten und Prozessoren), so dass dezentrale und kostengünstige Lösungen gefunden werden können. Kostengünstig, weil die Rechenkapazität von Prozessoren und die Speicherkapazität von Speichereinheiten optimal ausgenutzt werden kann, indem für die betreffende Anwendung freie Rechenkapazität bzw. freie Speicherkapazität gesucht wird. Außerdem werden auf der erfindungsgemäßen Plattform unterschiedliche Datenquellen herangezogen, die vorteilhaft bei einer cloudbasierten Lösung auch räumlich voneinander entfernt sein können. Das Archiv mit 2-D Daten befindet sich vielleicht in einer Zentrale, während die Messvorrichtung eine Strecke zur Generierung von 3-D Daten abfährt und somit mobil unterwegs ist. Das Management der Nutzung freier Speichereinheiten und Prozessoren erfolgt über ein Common Data Environment, kurz CDE.

[0023] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass ein sechstes Programmmodul dazu ausgebildet ist, einen realen Zugverkehr zu beeinflussen, wobei das zweite Programmmodul dazu ausgebildet ist, durch das sechste Programmmodul erzeugte Zugverhaltensdaten auszuwerten.

[0024] Vorteilhaft schafft die Berücksichtigung von Zugverhaltensdaten die Möglichkeit, beispielsweise bei der Konzipierung einer neuen Strecke oder der Modifikation einer bereits bestehenden Strecke Erfahrungswerte mit einzubringen, welche typischerweise Züge in bestimmten Situationen betreffen. Beispielsweise können Geschwindigkeitsbegrenzungen gefälleabhängig oder in Abhängigkeit von Kurvenradien eingebracht werden.

[0025] Insbesondere bei der Modifikation von Strecken können auch Ereignisse ausgewertet werden, die im Betrieb mit Zügen aufgetreten sind. Beispielsweise könnte die wiederholte Erforderlichkeit einer Bremsung dahingehend berücksichtigt werden, dass ein betreffender Streckenabschnitt mit einer Geschwindigkeitsbegrenzung versehen wird. Dies erleichtert vorteilhaft die Planung bzw. Modifikation von Strecken, wobei die ausgewählten Maßnahmen somit unter Berücksichtigung der Realität ausgewählt werden, sodass deren Sinnhaftigkeit gegeben ist.

[0026] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das sechste Programmmodul dazu ausgebildet ist, die Zugverhaltensdaten als das Zugverhalten beschreibende 2D-Daten zu erfassen.

[0027] Das sechste Programmmodul ist daher vorteilhaft dazu ausgelegt, die Zugverhaltensdaten in einer Form zu erfassen, wie diese üblicherweise erhoben werden. Während des Zugbetriebs fährt der Zug die Strecke ab, so dass die Zugverhaltensdaten zweidimensional in Abhängigkeit des Streckenverlaufes (beispielsweise kilometerabhängig) ermittelt werden können. Die Erfassung durch das sechste Programmmodul kann daher vorteilhaft sehr effizient erfolgen, wenn dieses zur Erfassung von 2-D Daten ausgebildet ist.

[0028] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Zugverhaltensdaten durch das vierte Programmmodul in das Zugverhalten beschreibende 3D-Daten umgewandelt werden.

[0029] Da auch die Zugverhaltensdaten beispielsweise Planungsprozesse unter Verwendung von 3-D Daten vereinfachen können, ist es vorteilhaft, die Zugverhaltensdaten, die, wie bereits beschrieben, vorzugsweise als 2-D Daten vorliegen, in 3-D Daten zu transformieren. Dies bedeutet mit anderen Worten, dass Zugverhaltensdaten nicht abhängig vom Streckenverlauf sondern abhängig von der virtuellen 3-D Umgebung dargestellt werden. Auf diese Weise können diese durch das zweite Programmmodul auch bei der Auswertung von 3-D Daten und ebenfalls bei deren Darstellung direkt berücksichtigt werden.

[0030] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Messvorrichtung dazu ausgebildet ist, die die Bahninfrastruktur beschreibende 3D-Daten in der real existierenden Bahninfrastruktur zu erfassen.

[0031] Wie bereits erwähnt, kann die Messvorrichtung beispielsweise aus einem Messwagen bestehen, der die betreffende Strecke abfährt. Dies ist eine effiziente Möglichkeit, um 3-D Daten von der Strecke und deren Umgebung zu erheben. Hierbei können beispielsweise Laserscanner und Kameras zum Einsatz kommen. Auch eine Vermessung mit Ultraschall oder Radar ist denkbar.

[0032] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das zweite Programmmodul PM2 dazu ausgebildet ist, die 2D-Daten und/oder die 3D-Daten an ein Simulationsprogramm auszugeben.

[0033] Mit dem Simulationsprogramm steht vorteilhaft eine weitere Anwendung zur Verfügung, die insbesondere die 3-D Daten sinnvoll nutzen kann. Das Simulationsprogramm kann beispielsweise Teil eines Fahrsimulators für Eisenbahnen sein, bei dem beispielsweise Zugpersonal auf eine virtuell abgebildete und in Wirklichkeit existierende Strecke trainiert wird. Das Zugpersonal durchfährt dabei den virtuellen Raum und lernt somit die Strecke und ihre Umgebung kennen, ohne persönlich vor Ort zu sein.

[0034] Die genannte Aufgabe wird alternativ mit dem eingangs angegebenen Anspruchsgegenstand (Verfahren)

ren) erfindungsgemäß auch dadurch gelöst, dass

- die die Bahninfrastruktur beschreibende Daten zum Teil als 2D-Daten verarbeitet werden, wobei die Daten auf den Streckenverlauf von Bahnstrecken in der Bahninfrastruktur bezogen sind,
- die die Bahninfrastruktur beschreibende Daten zum Teil als 3D-Daten verarbeitet werden, wobei die Daten den Streckenverlauf von Bahnstrecken inklusive ihrer Umgebung in einem dreidimensionalen Raum beschreiben,
- die 2D-Daten in 3D-Daten transformiert werden und/oder die 3D-Daten in 2D-Daten transformiert werden,
- sowohl die untransformierten 2D-Daten als auch die transformierten 3D-Daten und/oder sowohl die untransformierten 3D-Daten als auch die transformierten 2D-Daten gemeinsam ausgegeben werden.

[0035] Das genannte Verfahren kann insbesondere auf der vorstehend ausführlich beschriebenen rechnergestützten Plattform ablaufen. Die mit der Nutzung des Verfahrens verbundenen Vorteile entsprechen denjenigen, die zur rechnergestützten Plattform bereits erläutert wurden und werden an dieser Stelle nicht wiederholt.

[0036] Des Weiteren wird ein Computerprogrammprodukt mit Programmbefehlen zur Durchführung des genannten erfindungsgemäßen Verfahrens und/oder dessen Ausführungsbeispielen beansprucht, wobei mittels des Computerprogrammprodukts jeweils das erfindungsgemäße Verfahren und/oder dessen Ausführungsbeispiele durchführbar sind.

[0037] Darüber hinaus wird eine Bereitstellungsvorrichtung zum Speichern und/oder Bereitstellen des Computerprogrammprodukts beansprucht. Die Bereitstellungsvorrichtung ist beispielsweise ein Datenträger, der das Computerprogrammprodukt speichert und/oder bereitstellt. Alternativ und/oder zusätzlich ist die Bereitstellungsvorrichtung beispielsweise ein Netzwerkdienst, ein Computersystem, ein Serversystem, insbesondere ein verteiltes Computersystem, ein cloudbasiertes Rechnersystem und/oder virtuelles Rechnersystem, welches das Computerprogrammprodukt vorzugsweise in Form eines Datenstroms speichert und/oder bereitstellt.

[0038] Die Bereitstellung erfolgt beispielsweise als Download in Form eines Programmdatenblocks und/oder Befehlsdatenblocks, vorzugsweise als Datei, insbesondere als Downloaddatei, oder als Datenstrom, insbesondere als Downloaddatenstrom, des vollständigen Computerprogrammprodukts. Diese Bereitstellung kann beispielsweise aber auch als partieller Download erfolgen, der aus mehreren Teilen besteht und insbesondere über ein Peer-to-Peer Netzwerk heruntergeladen oder als Datenstrom bereitgestellt wird. Ein solches Computerprogrammprodukt wird beispielsweise unter Verwendung der Bereitstellungsvorrichtung in Form des Datenträgers in ein System eingelesen und führt die Programmbefehle aus, sodass das erfindungsgemäße Ver-

fahren auf einem Computer zur Ausführung gebracht wird oder das Erstellungsgerät derart konfiguriert, dass dieses das erfindungsgemäße Werkstück erzeugt. Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Gleiche oder sich entsprechende Zeichnungselemente sind jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden nur insoweit mehrfach erläutert, wie sich Unterschiede zwischen den einzelnen Figuren ergeben.

[0039] Bei den im Folgenden erläuterten Ausführungsbeispielen handelt es sich um bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung. Bei den Ausführungsbeispielen stellen die beschriebenen Komponenten der Ausführungsformen jeweils einzelne, unabhängig voneinander zu betrachtende Merkmale der Erfindung dar, welche die Erfindung jeweils auch unabhängig voneinander weiterbilden und damit auch einzeln oder in einer anderen als der gezeigten Kombination als Bestandteil der Erfindung anzusehen sind. Des Weiteren sind die beschriebenen Ausführungsformen auch durch weitere der bereits beschriebenen Merkmale der Erfindung ergänzbar.

[0040] Es zeigen:

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen rechnergestützten Plattform als Blockschaltbild,

Figur 2 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens als Ablaufdiagramm.

[0041] In Figur 1 ist die Architektur der erfindungsgemäßen rechnergestützten Plattform als Blockschaltbild dargestellt. Damit die Plattform arbeiten kann, ist eine Speichereinheit oder auch Speichereinrichtung SE vorgesehen. Wie im Folgenden noch näher erläutert wird, ist es erforderlich, dass eine Bahninfrastruktur beschreibende Daten als 2D-Daten und als 3D-Daten vorliegen.

[0042] Ausgangspunkt zur Verwendung der rechnergestützten Plattform ist einerseits die Realität RLT, welche sowohl das Eisenbahn-Streckennetz (Strecke STK) sowie dessen reale Umgebung inklusive des darauf stattfindenden Zugverkehrs (Zug ZG) beinhaltet. Außerdem liegen in einem über eine erste Schnittstelle S1 mit einem ersten Programm Modul PM1 verbundenen Archiv ARC Planungsdaten als 2D-Daten vor, die bereits erstellt wurden und z.B. aus Streckenplänen oder Streckenatlanten stammen. Hier wurden mit anderen Worten die Daten entlang des Streckenverlaufes erhoben und gespeichert, wobei sich die Position auf der Strecke STK beispielsweise eines Signals oder einer Balise zweidimensional darstellen lässt.

[0043] Weiterhin steht eine Messvorrichtung SEN zur Verfügung, mit der die Strecke über eine zweite Schnittstelle S2 dreidimensional vermessen werden kann, und zwar in der Realität RLT. Diese Messvorrichtung SEN kann in an sich bekannter Weise beispielsweise aus einem über die Strecke geführten Messwagen bestehen, der unter anderem sowohl eine Laservermessung der

Strecke sowie deren Umgebung als auch optische Aufnahmen der Strecke und ihrer Umgebung anfertigen kann. Hierdurch entstehen 3D-Daten, auch wenn beispielsweise fotografische Aufnahmen an sich zweidimensional sind. Die 3D-Daten werden über eine zweite Schnittstelle S2 an ein drittes Programmmodul PM3 übergeben und dort durch eine geeignete Transformation der Messwerte in eine virtuelle 3D-Umgebung umgewandelt. Hierzu müssen die Daten außerdem analysiert werden. Die Analyse sowie die Transformation der 3D-Daten erfolgen in dem dritten Programmmodul PM3. Für die Analyse der Daten kann beispielsweise die Anwendung Open Rail Designer der Firma Bentley verwendet werden.

[0044] Das erste Programmmodul PM1 ist dazu ausgelegt, 2D-Daten zu verarbeiten. Diese können beispielsweise aus dem Archiv ARC stammen, z.B. aus historischen Streckenplänen bestehen oder diesen entnommen werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, ein Planungswerkzeug PLN beispielsweise in Form eines Computerprogramms zu nutzen, welches über eine Viertelschnittstelle S4 mit dem ersten Programmmodul PM1 kommunizieren kann. Außerdem ist eine fünfte Schnittstelle S5 vorgesehen, über die das Planungswerkzeug PLN auch mit dem dritten Programmmodul PM3 kommunizieren kann.

[0045] Das erste Programmmodul PM1 sendet 2D-Daten über eine sechste Schnittstelle S6 an die Speichereinrichtung SE. Genauso sendet das dritte Programmmodul PM3 über eine siebente Schnittstelle S7 3D-Daten an die Speichereinrichtung SE. Sofern in der Speichereinrichtung SE 2D-Daten und 3D-Daten vorhanden sind, können diese auch über eine achte Schnittstelle S8 an das Planungswerkzeug PLN übertragen werden.

[0046] In der Speichereinheit SE liegen somit 2D-Daten und 3D-Daten vor, wobei diese, wie bereits erläutert, unterschiedlichen Ursprungs sind und sich diesbezüglich auch hinsichtlich des Informationsgehalts überschneiden können. Die Daten sollen daher in einem zweiten Programmmodul PM2 aufbereitet werden. Hierbei können die 3D-Daten sowie die 2D-Daten, soweit diese verfügbar sind, über eine neunte Schnittstelle S9 an das zweite Programmmodul PM2 übergeben werden. Weiterhin können 3D-Daten aus der Speichereinrichtung SE über eine zehnte Schnittstelle S10 an ein fünftes Programmmodul PM5 übertragen werden, wo diese Daten in 2D-Daten transformiert werden. Sie werden damit mit den 2D-Daten kompatibel, die über das erste Programmmodul PM1 generiert wurden. Die so erzeugten 2D-Daten werden sowohl an die Speichereinrichtung SE über die zehnte Schnittstelle S10 sowie direkt an das zweite Programmmodul PM2 über eine elfte Schnittstelle S11 übertragen.

[0047] Genauso kann ein viertes Programmmodul PM4 über eine zwölfte Schnittstelle S12 2D-Daten aus der Speichereinheit SE empfangen, in 3D-Daten transformieren und die 3D-Daten dann über die zwölfte Schnittstelle S12 an die Speichereinheit SE bzw. über

eine 13. Schnittstelle S13 an das zweite Programmmodul PM2 übertragen.

[0048] Das zweite Programmmodul PM2 ist in der Lage, die durch das erste Programmmodul PM1 zur Verfügung gestellten 2D-Daten sowie die durch das fünfte Programmmodul PM5 zur Verfügung gestellten transformierten 2D-Daten und/oder auch die durch das zweite Programmmodul PM2 zur Verfügung gestellten 3D-Daten sowie die durch das vierte Programmmodul PM4 transformierten 3D-Daten zu verarbeiten und auszugeben. Die Verarbeitung erfolgt vorzugsweise auch dahingehend, dass Inkonsistenzen in den Daten, die ja aus unterschiedlichen Quellen stammen, identifiziert werden können.

[0049] Es ist nun möglich, dass das zweite Programmmodul PM2 eine automatische Bewertung durchführt, welche der Daten mit einer höheren Wahrscheinlichkeit die richtigen Daten sind. Wie im Folgenden noch näher erläutert wird, kann zur automatischen Bewertung beispielsweise eine künstliche Intelligenz (KI, siehe Figur 2) zum Einsatz kommen. Beispielsweise können 2D-Daten aus dem Archiv ARC veraltet sein, während die 3D-Daten, die von der Realität RLT abgeleitet wurden, wenn sie jüngeren Datums sind, bevorzugt behandelt werden können. Andererseits ist es auch möglich, dass bei der Aufarbeitung der durch die Messvorrichtung SEN zur Verfügung gestellten Daten durch das dritte Programmmodul PM3 Fehler unterlaufen sind. Beispielsweise könnte ein bestimmtes Streckenelement (Lichtsignal, Balise) falsch erkannt worden sein.

[0050] Die Ausgabe von Inkonsistenzen ermöglicht auch menschliches Eingreifen, wobei der Benutzer Inkonsistenzen prüfen kann, um einen möglichen Fehler aufzudecken. Im Zweifelsfall kann der Benutzer die Fehler durch einen Vergleich mit der Realität aufdecken und gegebenenfalls beheben.

[0051] Die Ausgabe der 3D-Daten und/oder der 2D-Daten erfolgt in Abhängigkeit eines bestimmten Bedarfs. Beispielsweise kann über eine 14. Schnittstelle S14 eine Ausgabeeinrichtung AE3 mit 3D-Daten versorgt werden. Bei der Ausgabeeinrichtung AE3 handelt es sich beispielsweise um einen Bildschirm, auf dem eine virtuelle 3D-Realität mittels der 3D-Daten dargestellt werden kann.

[0052] Eine andere Möglichkeit besteht darin, über eine 15. Schnittstelle S15 2D-Daten auf einer Ausgabeeinrichtung AE2 zur Darstellung der 2D-Daten auszugeben. Auch bei der Ausgabeeinrichtung AE2 kann es sich um einen Bildschirm handeln, wobei die 2D-Daten beispielsweise als Streckenplan oder Streckenatlas dargestellt werden können. Eine Alternative wäre eine tabellarische Darstellung mit Streckenelementen sowie dem Ort, dargestellt in Streckenkilometern, wo sich das Streckenelement befindet.

[0053] Selbstverständlich ist es auch möglich auf einer vorzugsweise ebenfalls in Form eines Bildschirms ausgeführten Ausgabeeinrichtung AE23 sowohl die 2D-Daten als auch die 3D-Daten darzustellen, welche über eine

16. Schnittstelle S16 übertragen werden. Eine solche Ausgabe ermöglicht es dem Anwender in besonders übersichtlicher Weise, eventuelle Inkonsistenzen bei den 2D-Daten und den 3D-Daten aufzudecken. Diese Ausgabe eignet sich vorteilhaft auch dazu, in einem Planungsprozess bestehender Strecken STK oder neuer Strecken integriert zu werden.

[0054] Zuletzt ist es auch möglich, vorzugsweise 3D-Daten über eine 17. Schnittstelle S17 an ein Simulationsprogramm SMP weiterzugeben. Das Simulationsprogramm SMP kann vorteilhaft dazu genutzt werden, geplante oder real existierende Strecken virtuell abzufahren, um ein Planungsergebnis auf seine Realisierbarkeit hin zu überprüfen. Eine andere Möglichkeit, das Simulationsprogramm SMP anzuwenden, ist ein Training für Zugführer.

[0055] Zusätzliche Daten können durch eine sechste Programmmodul PM6 zur Zugbeeinflussung CLR (vergleiche Figur 2) erhoben werden. Hierbei kann es sich beispielsweise um das Produkt Train Guard MT der Firma Siemens Mobility GmbH handeln. Das sechste Programmmodul PM6 kommuniziert über eine 18. Schnittstelle S18 in an sich bekannter Weise mit der Realität RLT, um den Zug ZG auf der Strecke STK zu beeinflussen. Hierbei werden Zugverhaltensdaten ZVD ermittelt, die das sechste Programmmodul PM6 über eine 19. Schnittstelle S19 an das zweite Programmmodul PM2 übertragen kann. Diese können beispielsweise verwendet werden, um Datensätze sowohl mit 2D-Daten als auch mit 3D-Daten des Zugverhaltens zu ergänzen und so beispielsweise eine realitätsnähere Simulation mit dem Simulationsprogramm SMP zu verwirklichen. Auch bei der Planung können Zugverhaltensdaten ZVD ausgewertet werden. Beispielsweise könnte die Tatsache, dass Züge in bestimmten Bereichen häufig abbremsen müssen zu einer veränderten Geschwindigkeitsbegrenzung auf der Strecke STK führen. Da Zugverhaltensdaten ZVD primär zweidimensional sind, kann zusätzlich eine 20. Schnittstelle S20 vorgesehen werden, über die die Zugverhaltensdaten ZVD dem fünften Programmmodul PM5 zugeführt werden, um diese in 3D-Daten zu verwandeln.

[0056] In Figur 2 ist der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens als Ausführungsbeispiel in einem Ablaufdiagramm dargestellt. Zunächst ist zu bemerken, dass bei dem Verfahren gemäß Figur 2 eine gemeinsame Datenumgebung (Common Data Environment) CDE genutzt wird. Das Common Data Environment CDE ist Teil einer auf einer Cloud CLD basierten Lösung, bei der die Plattform gemäß Figur 1 als Cloudlösung realisiert ist. Diese Cloudlösung beinhaltet somit auch eine Integration der Speichereinheit SE sowie des Archivs ARC, sodass deren gespeicherten Daten im Common Data Environment CDE zur Verfügung stehen. Das Verfahren gemäß Figur 2 kann somit auf einer Plattform gemäß Figur 1 ausgeführt werden.

[0057] Wie Figur 2 zu entnehmen ist, laufen mehrere Verfahren gleichzeitig ab, wobei die Elemente des Block-

schaltbildes gemäß Figur 1 in Figur 2 durch Strich-Punkt-Linien angedeutet sind, sodass gemäß Figur 2 ein Beispiel aufgezeigt werden kann, wie das Verfahren gemäß Figur 2 auf die Funktionselemente gemäß Figur 1 aufgeteilt sind.

[0058] Zur Aufzeichnung der Realität RLT (vgl. Figur 1) wird ein Verfahren VF1 angestoßen. Dieses besteht zunächst aus einem Messschritt MSR, welcher durch die Messeinrichtung SEN durchgeführt wird. Die so aufgenommenen Daten werden in dem dritten Programmmodul PM3 zunächst einem Analyseschritt ANL unterzogen, wobei die im Messschritt MSR gewonnenen Daten herangezogen werden, um Elemente der Strecke STK inklusive weiterer Streckenelemente wie Balisen, Lichtsignale, Weichen, Oberleitungen usw. zu erkennen. Außerdem können auch andere Objekte erkannt werden, wie z.B. Gebäude, Bahnsteige, Bahnübergänge, Bäume, Tunnel usw., wobei diese Umgebung nicht direkt zur Strecke selbst gehört. Je nach Sichtweise kann bei dem Messschritt MSA eine Umgebung um die Strecke STK herum erfasst werden, die sich von wenigen Metern (Tunnel) bis zu einigen 100 Metern (freies Feld) erstrecken kann.

[0059] Als nächstes müssen die Daten in einem Transformationsschritt TRN ebenfalls in dem dritten Programmmodul PM3 derart transformiert werden, dass diese eine virtuelle Realität ergeben. Hierbei wird ein geschlossener dreidimensionaler Raum dargestellt, dessen Ausdehnung dem Umfang der in dem Analyseschritt ANL aufgrund des Messschritts MSR erhobenen Daten entspricht.

[0060] Das Ergebnis der Transformation kann in Form von 3D-Daten an das Common Data Environment CDE übertragen werden. Außerdem wird das Ergebnis dem fünften Programmmodul PM5 zu Verfügung gestellt, damit dieses einen Transformationsschritt 3D-2D durchführen kann. Bei dieser Transformation werden ebenfalls die Daten analysiert, sodass beispielsweise im dreidimensionalen Raum erkannte Streckenelemente in eine geeignete 2D-Darstellung umgewandelt werden können. Dabei ist es wichtig, dass die Lage des erkannten 3D-Streckenelementes im virtuellen Raum bekannt ist und auf diesem Wege bei der Transformation ermittelt werden kann, um hieraus eine 2D-Streckeninformation zu generieren. Damit ist bekannt, auf welchem Streckenkilometer der 2D-Darstellung der Strecke STK das identifizierte Streckenelement lokalisiert ist. Die so erhaltenen 2D-Daten werden an das Common Data Environment CDE weitergegeben. Das Verfahren VF1 ist damit beendet.

[0061] Parallel hierzu kann ein zweites Verfahren VF2 gestartet werden. Dieses verwendet das erste Programmmodul PM1, wobei 2D-Daten aus dem Common Data Environment CDE entnommen werden. In einem Verfahrensschritt der Streckenplanung STP können nun auch auf an sich bekanntem Weg Streckeninformationen generiert werden, die für den Zugbetrieb auf der Strecke STK erforderlich sind. Hierbei kann es sich um eine Neu-

konzeption einer Strecke STK handeln oder um eine Modifikation, z.B. eine Modernisierung der Strecke STK auf den ETCS-Standard (European Train Control System).

[0062] Das Ergebnis des Streckenplanungsschrittes STP wird an das vierte Programmmodul PM4 weitergegeben. Zu erwähnen ist hierbei auch, dass 2D-Daten, die im Archiv ARC gespeichert sind, ebenfalls über das Common Data Environment CDE entnommen werden können, um dem vierten Programmmodul PM4 zu Verfügung gestellt zu werden. Die im Streckenplanungsschritt STP erzeugten 2D-Daten werden an das Common Data Environment CDE übertragen.

[0063] Das vierte Programmmodul PM4 führt anschließend eine Transformation 2D-3D durch, womit 3D-Daten aus dem Planungsprozess erstellt werden. Hierbei werden zweidimensionale Streckeninformationen zur Lage bestimmter Streckenelemente auf der Strecke ausgewertet, um diese in eine virtuelle Umgebung dreidimensional, also versehen mit X, Y, Z-Koordinaten, einzubetten. Hierzu ist es erforderlich, dass der Verlauf der Strecke bekannt ist. Darauf aufbauend lässt sich die Angabe der Lage eines bestimmten Streckenelementes in Kilometern in eine 3D-Information umwandeln. Hierzu muss sowohl ein Höhenprofil der betreffenden Strecke STK bekannt sein, wie auch ihr Verlauf auf der Erdoberfläche. Solche Daten können beispielsweise einem Streckenatlas entnommen werden, der beispielsweise im Archiv ARC vorliegen kann. Die ermittelten 3D-Daten werden an das Common Data Environment CDE übergeben, womit das zweite Verfahren VF2 beendet ist.

[0064] Parallel hierzu kann ein drittes Verfahren VF3 gestartet werden. Genaugenommen ist dies ein Verfahren, was den Zugbetrieb in der Realität RLT dauerhaft begleitet. Durch das sechste Programmmodul PM6 wird ein Schritt der Zugbeeinflussung CLR durchgeführt, der an sich in einer in Figur 2 nicht dargestellten Weise der Zugbeeinflussung CLR in der Realität RLT dient. Hierbei werden allerdings auch Zugverhaltensdaten ZVD ermittelt, die das Zugverhalten der sich in der Realität RLT bewegend Züge beinhaltet. Dieses kann beispielsweise durch Sensoren in den Zügen ZG ermittelt werden. Die Zugverhaltensdaten ZVD sind jedoch auch wertvoll für Planungsprozesse für das Streckennetz und sind durch die Übertragung im Common Data Environment CDE verfügbar.

[0065] Bei dem vierten Verfahren VF4 geht es um die Nutzung der 2D-Daten, 3D-Daten und Zugverhaltensdaten ZVD, die nach Start des Verfahrens aus dem Common Data Environment CDE abgerufen werden. Diese werden in dem zweiten Programmmodul PM2 zur Verfügung gestellt. Im zweiten Programmmodul PM2 erfolgt ein Kombinationsschritt CMB, bei dem 2D-Daten, 3D-Daten und Zugverhaltensdaten ZVD gemeinsam verarbeitet werden können. Dabei wird eine Datenanalyse durchgeführt, beispielsweise durch eine künstliche Intelligenz KI oder in nicht dargestellter Weise durch Eingriff eines Menschen. Treten zwischen insbesondere den 2D-Daten und den 3D-Daten Inkonsistenzen auf, so muss

eine Fehlersuche durchgeführt werden, um die Daten in einem Korrekturschritt COR in geeigneter Weise zu korrigieren. Die so korrigierten Daten können als 2D-Daten und/oder 3D-Daten an das Common Data Environment CDE zurück übertragen werden.

[0066] Weiterhin können die Daten genutzt werden, um je nach Bedarf eine Ausgabe ausschließlich von 2D-Daten, eine Ausgabe ausschließlich von 3D-Daten oder eine Ausgabe gemischt von 2D-Daten und 3D-Daten zu erzeugen. Die Ausgabe von 2D-Daten könnte beispielsweise der Erzeugung eines Streckenatlases dienen (nicht dargestellt). Die 3D-Daten können beispielsweise zwecks eines Simulationsschrittes SIM übertragen werden, welcher durch das Simulationsprogramm SMP durchgeführt wird.

[0067] Besondere Bedeutung kommt der gemischten Ausgabe von 2D-Daten und 3D-Daten zu. Diese können wieder dem ersten Programmmodul PM1 zugeführt werden (vergleiche Figur 1), welches die Daten für einen verbesserten Prozess der Streckenplanung STP nutzen kann. Hierbei kann das Planungswerkzeug PLN verwendet werden, dass sowohl unter Ausnutzung der 2D-Daten als auch der 3D-Daten Planungsfunktionen anbieten kann, wie in Figur zwei dargestellt. Das so erhaltene Planungsergebnis enthält dann auch 2D-Daten und 3D-Daten, die an das Common Data Environment CDE übertragen werden können. Dort stehen sie selbstverständlich auch nachfolgenden Durchläufen der Verfahren VF1 und VF2 zur Verfügung, sodass diese bei Bedarf auch jeweils in Transformationsschritten 3D-2D und 2D-3D in das jeweilige andere Format übertragen werden können.

Bezugszeichenliste

[0068]

PM1...PM6	Programmmodule
SE	Speichereinrichtung
AE2	Ausgabeeinrichtung für 2D-Daten
AE3	Ausgabeeinrichtung für 3D-Daten
AE23	Ausgabeeinrichtung für 2D-Daten und 3D-Daten
SEN	Messvorrichtung
PLN	Planungswerkzeug
ARC	Archiv
SMP	Simulationsprogramm
RLT	Realität
ZG	Zug
STK	Strecke
2D	2D-Daten
3D	3D-Daten
ZVD	Zugverhaltensdaten
CLD	Cloud
CDE	Common Data Environment
MSR	Messschritt (in realer Umgebung)
ANL	Analyseschritt

TRN	Transformationsschritt
STP	Streckenplanung
CLR	Zugbeeinflussung
2D-3D	Transformationsschritt von 2D nach 3D
3D-2D	Transformationsschritt von 3D nach 2D
CMB	Kombinationsschritt
SIM	Simulationsschritt
COR	Korrekturschritt
KI	Künstliche Intelligenz

Patentansprüche

1. Rechnergestützte Plattform zur Darstellung einer Bahninfrastruktur, mit

- einem ersten Programmmodul (PM1) zum Erfassen von die Bahninfrastruktur beschreibenden Daten,
- einer Speichereinrichtung (SE) für die die Bahninfrastruktur beschreibenden Daten,
- einem zweiten Programmmodul (PM2) zur Ausgabe der die Bahninfrastruktur beschreibenden Daten,

dadurch gekennzeichnet,
dass

- das erste Programmmodul (PM1) dazu ausgebildet ist, als die Bahninfrastruktur beschreibende Daten 2D-Daten zu verarbeiten, wobei die Daten auf den Streckenverlauf von Bahnstrecken in der Bahninfrastruktur bezogen sind,
- ein drittes Programmmodul (PM3) zum Erfassen von die Bahninfrastruktur beschreibenden Daten dazu ausgebildet ist, als die Bahninfrastruktur beschreibende Daten 3D-Daten zu verarbeiten, wobei die Daten den Streckenverlauf von Bahnstrecken inklusive ihrer Umgebung in einem dreidimensionalen Raum beschreiben,
- ein viertes Programmmodul (PM4) dazu ausgebildet ist, die 2D-Daten in 3D-Daten zu transformieren und/oder ein fünftes Programmmodul (PM5) dazu ausgebildet ist, die 3D-Daten in 2D-Daten zu transformieren,
- das zweite Programmmodul (PM2) dazu ausgebildet ist, sowohl die durch das erste Programmmodul (PM1) zur Verfügung gestellten als auch die durch das fünfte Programmmodul (PM5) zur Verfügung gestellten 2D-Daten und/oder sowohl die durch das zweite Programmmodul (PM2) zur Verfügung gestellten als auch die durch das vierte Programmmodul (PM4) zur Verfügung gestellten 3D-Daten auszugeben.

2. Plattform nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

- dass** das zweite Programmmodul (PM2) dazu ausgebildet ist, sowohl die durch das erste Programmmodul (PM1) zur Verfügung gestellten als auch die durch das fünfte Programmmodul (PM5) zur Verfügung gestellten 2D-Daten gemeinsam und/oder sowohl die durch das zweite Programmmodul (PM2) zur Verfügung gestellten als auch die durch das vierte Programmmodul (PM4) zur Verfügung gestellten 3D-Daten gemeinsam auszugeben.
3. Plattform nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zweite Programmmodul (PM2) dazu ausgebildet ist, die 2D-Daten und/oder die 3D-Daten mit einem Index auszugeben, wobei der Index eine Information darüber enthält, ob die betreffenden Daten aus dem ersten Programmmodul (PM1) oder aus dem dritten Programmmodul (PM3) stammen.
4. Plattform nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Speichereinrichtung (SE) dazu ausgebildet ist, dass die 2D-Daten und die 3D-Daten gemeinsam, insbesondere in einer Cloud (CLD), abgespeichert werden.
5. Plattform nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein sechstes Programmmodul (PM6) dazu ausgebildet ist, einen realen Zugverkehr zu beeinflussen, wobei das zweite Programmmodul (PM2) dazu ausgebildet ist, durch das sechste Programmmodul (PM6) erzeugte Zugverhaltensdaten auszuwerten.
6. Plattform nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass das sechste Programmmodul (PM6) dazu ausgebildet ist, die Zugverhaltensdaten als das Zugverhalten beschreibende 2D-Daten zu erfassen.
7. Plattform nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zugverhaltensdaten durch das vierte Programmmodul (PM4) in das Zugverhalten beschreibende 3D-Daten umgewandelt werden.
8. Plattform nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Messvorrichtung (SEN) dazu ausgebildet ist, die die Bahninfrastruktur beschreibende 3D-Daten in der real existierenden Bahninfrastruktur zu erfassen.
9. Plattform nach einem der voranstehenden Ansprüche
- che,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zweite Programmmodul (PM2) dazu ausgebildet ist, die 2D-Daten und/oder die 3D-Daten an ein Simulationsprogramm (SIM) auszugeben.
10. Verfahren zur Darstellung einer Bahninfrastruktur, bei dem
- die Bahninfrastruktur beschreibende Daten erfasst werden,
 - die die Bahninfrastruktur beschreibenden Daten gespeichert werden,
 - die die Bahninfrastruktur beschreibenden Daten ausgegeben werden,
- dadurch gekennzeichnet,**
dass
- die die Bahninfrastruktur beschreibende Daten zum Teil als 2D-Daten verarbeitet werden, wobei die Daten auf den Streckenverlauf von Bahnstrecken in der Bahninfrastruktur bezogen sind,
 - die die Bahninfrastruktur beschreibende Daten zum Teil als 3D-Daten verarbeitet werden, wobei die Daten den Streckenverlauf von Bahnstrecken inklusive ihrer Umgebung in einem dreidimensionalen Raum beschreiben,
 - die 2D-Daten in 3D-Daten transformiert werden und/oder die 3D-Daten in 2D-Daten transformiert werden,
 - sowohl die untransformierten 2D-Daten als auch die transformierten 3D-Daten und/oder sowohl die untransformierten 3D-Daten als auch die transformierten 2D-Daten gemeinsam ausgegeben werden.
11. Verfahren zur Planung einer Bahninfrastruktur,
dadurch gekennzeichnet,
dass die gemäß dem Verfahren nach Anspruch 10 erzeugten 2D-Daten und/oder 3D-Daten bei der Planung verwendet werden.
12. Verfahren zur Simulation eines Bahnbetriebs in einer Bahninfrastruktur
dadurch gekennzeichnet,
dass die gemäß dem Verfahren nach Anspruch 10 erzeugten 2D-Daten und/oder 3D-Daten bei der Planung verwendet werden.
13. Computerprogrammprodukt mit Programmbefehlen zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 10 - 12 und/oder zur Installation auf einer Plattform nach einem der Ansprüche 1 - 9.
14. Bereitstellungsvorrichtung für das Computerprogrammprodukt nach Anspruch 13, wobei die Bereitstellungsvorrichtung das Computerprogrammpro-

dukt speichert und/oder bereitstellt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

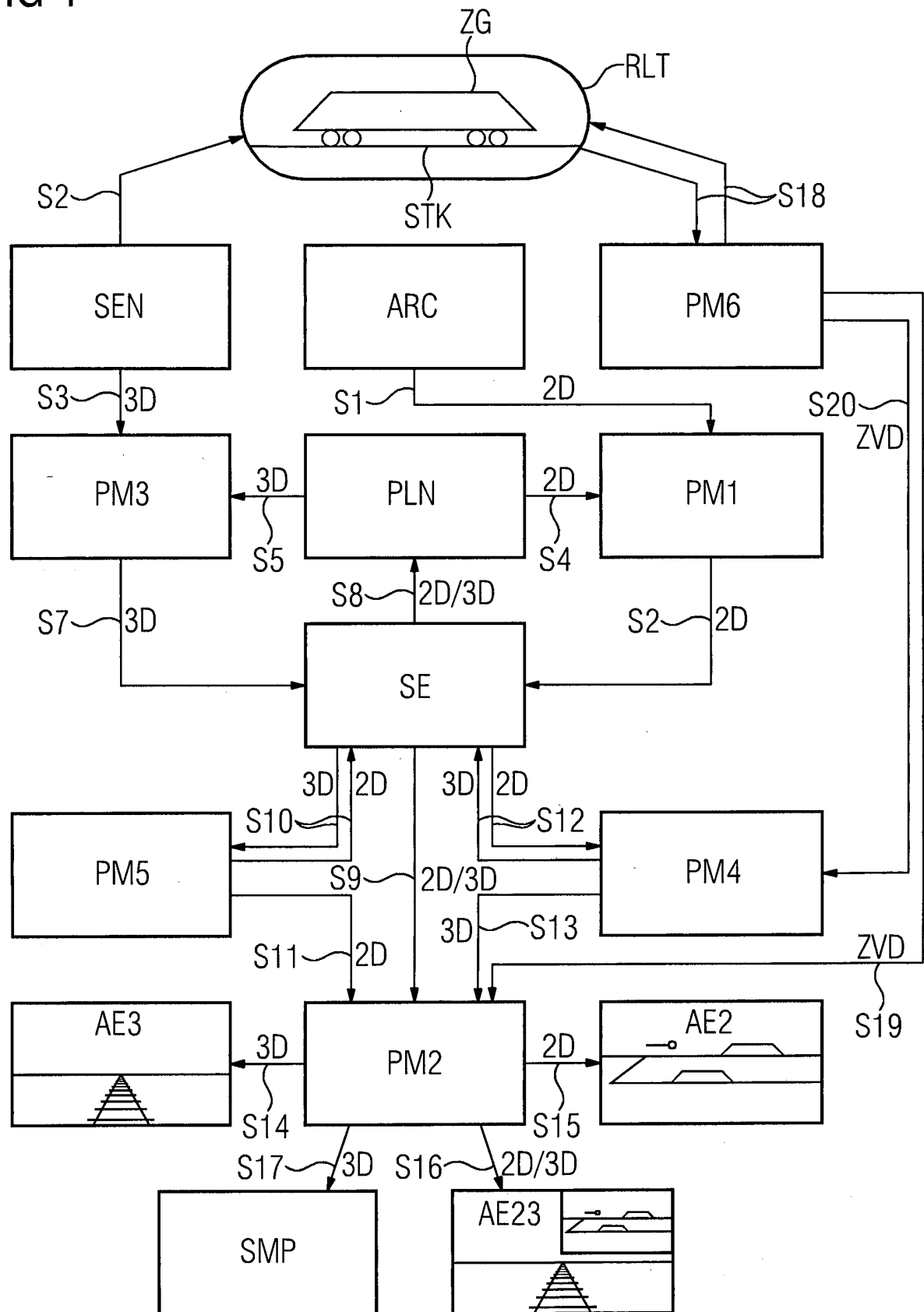
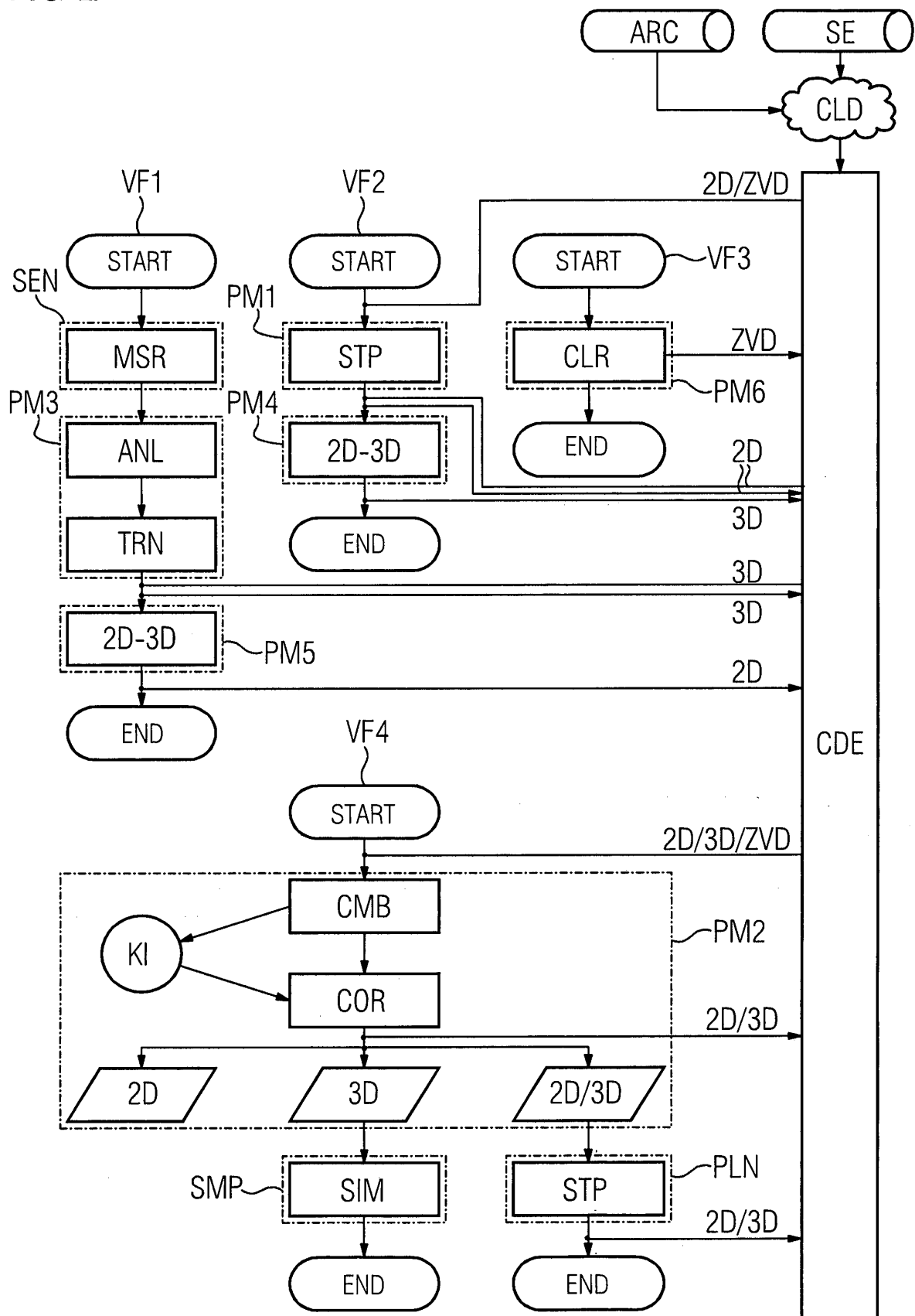


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 20 4369

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 3 388 307 A2 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]) 17. Oktober 2018 (2018-10-17) * Absätze [0001] - [0007], [0012] - [0042], [0045] - [0088]; Abbildungen 1-2 *	1-14	INV. B61L27/00 ADD. G06Q50/30
Y	----- LUCAS ANDREAS SCHUBERT ET AL: "Zentralisiertes Management von Geodaten im Schienenverkehr - Centralised management of geodata for railway applications", SIGNAL + DRAHT, Bd. 108, Nr. 12, 9. Dezember 2016 (2016-12-09), Seiten 6-14, XP055340166, * das ganze Dokument *	1-14	
A	----- US 2016/221592 A1 (PUTTAGUNTA SHANMUKHA SRAVAN [US] ET AL) 4. August 2016 (2016-08-04) * Absätze [0043] - [0046], [0069] - [0072]; Abbildungen 1-25 *	1-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	----- WO 2018/208153 A1 (FUGRO TECH BV [NL]) 15. November 2018 (2018-11-15) * Absätze [0007], [0008], [0014], [0015], [0021], [0022], [0067] - [0074]; Abbildungen 1-5 *	1-14	B61L G06Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. April 2020	Prüfer Massalski, Matthias
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	

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

EP 19 20 4369

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.

30-04-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	EP 3388307	A2	17-10-2018	DE 102017206446 A1		18-10-2018
				EP 3388307 A2		17-10-2018
15	US 2016221592	A1	04-08-2016	US 2016221592 A1		04-08-2016
				US 2018057030 A1		01-03-2018
	WO 2018208153	A1	15-11-2018	AU 2018264741 A1		05-12-2019
				CA 3063326 A1		15-11-2018
20				EP 3621867 A1		18-03-2020
				WO 2018208153 A1		15-11-2018
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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