



(10) **DE 10 2017 222 356 A1** 2019.06.13

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 222 356.1**

(22) Anmeldetag: **11.12.2017**

(43) Offenlegungstag: **13.06.2019**

(51) Int Cl.: **G01S 19/20** (2010.01)

G01S 19/25 (2010.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

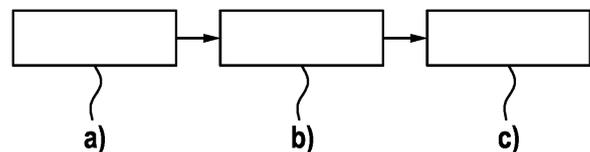
**Ewert, Marlon Ramon, 74199 Untergruppenbach,
DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben eines GNSS-Sensors eines Fahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines GNSS-Sensors eines Fahrzeugs, dessen Steueroperationen durch eine elektronische Steuereinheit beeinflussbar sind, ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs, dessen Steueroperationen durch eine elektronische Steuereinheit beeinflussbar sind, einen GNSS-Sensor sowie ein Fahrzeug mit einem GNSS-Sensor. Das Verfahren zum Betreiben eines GNSS-Sensors eines Fahrzeugs, dessen Steueroperationen durch eine elektronische Steuereinheit beeinflussbar sind, umfasst zumindest folgende Schritte:

- a) Empfangen von Satellitendaten,
- b) Auswerten der Satellitendaten,
- c) Deaktivieren zumindest eines Betriebsmodus des GNSS-Sensors, wenn zumindest ein Teil der Satellitendaten für eine Positionsbestimmung des Fahrzeugs ungeeignet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines GNSS-Sensors eines Fahrzeugs, dessen Steueroperationen durch eine elektronische Steuereinheit beeinflussbar sind, ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs, dessen Steueroperationen durch eine elektronische Steuereinheit beeinflussbar sind, einen GNSS-Sensor sowie ein Fahrzeug mit einem GNSS-Sensor. Auch Gegenstand der Erfindung ist ein entsprechend eingerichtetes Computerprogramm.

[0002] Ein autonomes Fahrzeug ist ein Fahrzeug, das ohne Fahrer auskommt. Das Fahrzeug fährt dabei autonom, indem es beispielsweise den Straßenverlauf, andere Verkehrsteilnehmer oder Hindernisse selbständig erkennt und die entsprechenden Steuerbefehle im Fahrzeug berechnet sowie diese an die Aktuatoren im Fahrzeug weiterleitet, wodurch der Fahrverlauf des Fahrzeugs korrekt beeinflusst wird. Der Fahrer ist bei einem vollautonomen Fahrzeug nicht am Fahrgeschehen beteiligt.

[0003] Gegenwärtig verfügbare Fahrzeuge sind noch nicht in der Lage autonom zu agieren. Zum einen, weil die entsprechende Technik noch nicht voll ausgereift ist. Zum anderen, weil es heutzutage noch gesetzlich vorgeschrieben ist, dass der Fahrzeugführer jederzeit selbst in das Fahrgeschehen eingreifen können muss. Dies erschwert die Umsetzung von autonomen Fahrzeugen. Jedoch gibt es bereits Systeme verschiedener Hersteller, die ein autonomes oder teilautonomes Fahren darstellen. Diese Systeme befinden sich in der intensiven Testphase. Bereits heute ist absehbar, dass in einigen Jahren vollautonome Fahrzeugsysteme auf den Markt kommen werden, sobald die oben genannten Hürden aus dem Weg geräumt wurden.

[0004] Unter anderem benötigt ein Fahrzeug für einen autonomen Betrieb eine Sensorik, die in der Lage ist eine hochgenaue Fahrzeugposition, insbesondere mit Hilfe von Navigationssatellitendaten (GPS, GLONASS, Beidou, Galileo), zu ermitteln. Hierbei kann die Sensorik Korrekturdaten von so genannten Korrekturdiensten mitverwenden, um die Position des Fahrzeugs noch genauer zu berechnen.

[0005] Hier vorgeschlagen wird gemäß Anspruch 1 ein Verfahren zum Betreiben eines GNSS-Sensors eines Fahrzeugs, dessen Steueroperationen durch eine elektronische Steuereinheit beeinflussbar sind, umfassend zumindest folgende Schritte:

- a) Empfangen von Satellitendaten,
- b) Auswerten der Satellitendaten,
- c) Deaktivieren zumindest eines Betriebsmodus des GNSS-Sensors, wenn zumindest ein Teil der Satellitendaten für eine Positionsbestimmung des Fahrzeugs ungeeignet ist.

[0006] GNSS steht für globales Navigationssatellitensystem. GNSS ist ein System zur Positionsbestimmung und/oder Navigation auf der Erde und/oder in der Luft durch den Empfang der Signale von Navigationssatelliten, hier als Satellitendaten bezeichnet. GNSS ist dabei ein Sammelbegriff für die Verwendung bestehender und künftiger globaler Satellitensysteme, wie GPS (NAVSTAR GPS), GLONASS, Beidou und Galileo. Damit handelt es sich bei dem GNSS-Sensor um eine Sensorik, die geeignet ist Navigationssatellitendaten zu empfangen und zu verarbeiten, etwa auszuwerten. Vorzugsweise ist der GNSS-Sensor in der Lage, eine hochgenaue Fahrzeugposition mit Hilfe von Navigationssatellitendaten (GPS, GLONASS, Beidou, Galileo) zu ermitteln.

[0007] Bei dem Fahrzeug, dessen Steueroperationen durch eine elektronische Steuereinheit beeinflussbar sind, handelt es sich bevorzugt um ein autonomes Fahrzeug. Besonders bevorzugt ist das Fahrzeug ein autonomes Automobil.

[0008] Der GNSS-Sensor kann in verschiedenen Betriebsmodi betrieben werden. Bevorzugt kann der GNSS-Sensor in einem GPS-Modus, GLONASS-Modus, Beidou-Modus und/oder Galileo-Modus betrieben werden. Hierbei bedeutet beispielsweise ein Betrieb im GPS-Modus, dass insbesondere nur das GPS-Signal ausgewertet wird.

[0009] Die hier vorgeschlagene Lösung beschreibt mit anderen Worten insbesondere ein Verfahren zur (teilweisen) Deaktivierung eines GNSS-Sensors in einem (autonomen) Fahrzeug. Eine (zumindest teilweise) Deaktivierung des GNSS-Sensors ist beispielsweise dann sinnvoll, wenn Satellitendaten stark gestört sind. Dies kann beispielsweise bei einem starken Sonnensturm oder bei extremen Wetterverhältnissen der Fall sein. Im Rahmen der vorgeschlagenen Lösung kann eine (zumindest teilweise) Deaktivierung eines GNSS-Sensors in einem Fahrzeug (entweder) direkt oder indirekt erfolgen.

[0010] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass der zumindest eine Betriebsmodus des GNSS-Sensors deaktiviert wird, wenn der GNSS-Sensor den Satellitendaten die Information entnimmt, dass diese fehlerbehaftet oder gestört sind. Dies kann als eine direkte Deaktivierung bezeichnet werden. Hierzu können in den Satellitendaten Zusatzdaten hinein kodiert sein, sodass insbesondere während des Auswertens in Schritt b), vor-

zugsweise durch den GNSS-Sensor, erkannt werden kann, dass diese Satellitendaten unbrauchbar sind. In diesem Fall kann sich der GNSS-Sensor bzw. zumindest ein Betriebsmodus des GNSS-Sensors bezüglich der Ausgabedaten so lange deaktivieren bzw. deaktiviert werden, bis wieder gültige GNSS-Daten von den Satelliten empfangen werden. Die Eingangssignale der Satellitendaten können in diesem Fall wie üblich verarbeitet werden. Bevorzugt wird der GNSS-Sensor bei ungültigen Satellitendaten jedoch unmittelbar deaktiviert. Dies erlaubt den Vorteil, dass autonome Fahrzeuge beispielsweise bezüglich des GNSS-Sensors außer Betrieb genommen werden können, wenn die Satellitendaten eines Gebiets beispielsweise durch einen Sonnensturm oder durch extreme Wetterverhältnisse stark verfälscht sind. Dadurch können starke Positionsungenauigkeiten im automatisierten Fahren von vorne herein verhindert und somit schwerwiegende Unfälle vermieden werden.

[0011] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass der zumindest eine Betriebsmodus des GNSS-Sensors deaktiviert wird, wenn dem GNSS-Sensor über eine Kommunikationsverbindung die Information zugeleitet wird, dass die Satellitendaten fehlerbehaftet oder gestört sind. Dies kann als eine indirekte Deaktivierung bezeichnet werden. Hierzu können beispielsweise über eine im Fahrzeug verbaute Car-to-X-Kommunikationsverbindung oder über einen Korrekturservice Statusdaten zum GNSS-System für das Gebiet, in welchem sich das Fahrzeug befindet, empfangen werden. Bei (zu stark) gestörten Satellitendaten kann der GNSS-Sensor somit von außen, insbesondere durch einen speziellen Fehlercode, vorzugsweise für eine bestimmte Zeitdauer deaktiviert werden. Vorzugsweise wird der GNSS-Sensor eines (autonomen) Fahrzeugs gezielt von außen deaktiviert, wenn die Güte von Satellitendaten einen bestimmten Wert unterschreitet.

[0012] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass der zumindest eine Betriebsmodus des GNSS-Sensors deaktiviert wird, wenn sich das Fahrzeug in einem bestimmten (räumlichen) Gebiet befindet. Dies bedeutet mit anderen Worten insbesondere, dass die (teilweise) Deaktivierung des GNSS-Sensors gebietsabhängig bzw. ortsabhängig erfolgen kann. Bei dem bestimmten Gebiet handelt es sich vorzugsweise um ein Gebiet, für das eine unzureichende Satellitenabdeckung prognostiziert wurde. Alternativ oder kumulativ kann es sich bei dem bestimmten Gebiet um ein solches handeln, für das bereits bekannt ist, dass die dort ankommenden Satellitendaten fehlerbehaftet oder gestört sind.

[0013] Weiterhin kann es sich bei dem bestimmten Gebiet um ein Stadtgebiet handeln. In Städten ist der Satellitenempfang regelmäßig sehr schlecht. Dies ist insbesondere in Häuserschluchten zu beob-

achten, was im Bereich der GNSS-Systeme auch als „urban canyon“-Problem bezeichnet wird. Bevorzugt erfolgt eine gezielte (teilweise) Deaktivierung eines GNSS-Sensors von außen, wenn das Fahrzeug in ein Stadtgebiet hineinfährt. Dadurch kann erreicht werden, dass ein autonomes Fahrzeug in diesem Gebiet gezwungen wird sich alternativ zu lokalisieren oder in diesem Gebiet nur manuell steuerbar ist. Dies ist vorteilhaft, da die Performance des GNSS-Sensors in diesem Gebiet regelmäßig nicht für eine autonome Fahrfunktion ausreicht. Umgekehrt kann dadurch erreicht werden, dass ein GNSS-Sensor nur dann zur Anwendung kommt, wenn sichergestellt ist, dass die Güte der empfangenen Satellitendaten auch für das autonome Fahren ausreicht.

[0014] Weiterhin bevorzugt wird der zumindest eine Betriebsmodus des GNSS-Sensors für eine bestimmte Zeitdauer, etwa die Zeitdauer eines Sonnensturms, deaktiviert. Besonders bevorzugt ist die bestimmte Zeitdauer gebietsabhängig bzw. ortsabhängig.

[0015] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass das Deaktivieren des zumindest einen Betriebsmodus des GNSS-Sensors an ein übergeordnetes System gemeldet wird. Hierbei ist es besonders bevorzugt, wenn der zumindest eine Betriebsmodus des GNSS-Sensors wieder aktiviert wird, wenn das übergeordnete System ein Aktivierungssignal auslöst. Bei dem übergeordneten System kann es sich um eine GNSS-Verwaltung und/oder eine sogenannte Cloud handeln.

[0016] Bevorzugt informiert der GNSS-Sensor eine Infrastruktur oder Cloud, vorzugsweise über eine Car-to-X Kommunikationsverbindung, zusammen mit einer Fahrzeug-ID darüber, dass er (teilweise) deaktiviert wurde, wenn in Schritt c) ein Deaktivieren erfolgt. Hierbei kann der GNSS-Sensor zudem seine letzte gültige Position und/oder Uhrzeit und/oder den Grund der Deaktivierung (z. B. Code in Satellitendaten oder Kommando von außen) übermitteln. Bevorzugt prüft die Cloud dann, ob die (teilweise) Deaktivierung des GNSS-Sensors legitim war bzw. ist. Legitim ist die Deaktivierung insbesondere, wenn ein Grund (z. B. Code in Satellitendaten oder Kommando von außen) für die Deaktivierung vorliegt. Besonders bevorzugt sendet die Cloud, vorzugsweise über Car-to-X, anschließend eine (entsprechende) Antwort an den GNSS-Sensor. Hierbei kann vorgesehen sein, dass der GNSS-Sensor im (teilweise) deaktivierten Zustand bleibt, wenn bzw. solange die Deaktivierung legitim ist. Ist die Deaktivierung hingegen nicht (mehr) legitim, so kann der GNSS-Sensor insbesondere aus der Cloud heraus erneut aktiviert werden. Sofern es keinen Grund für die Deaktivierung des GNSS-Sensors gab, kann dies ein Hinweis für einen internen GNSS-Sensor-Error sein oder es könnte sein, dass der GNSS-Sensor durch einen Signaljammer gestört

wurde. Diese Information kann von der Cloud entsprechend verarbeitet werden.

[0017] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass (nur) der Betriebsmodus des GNSS-Sensors deaktiviert wird, der einem bestimmten Satellitensystem zugeordnet ist. Das bestimmte Satellitensystem ist vorzugsweise ein solches, für das eine Signalstörung vorliegt bzw. erkannt wurde. Beispielsweise wird (nur) der GPS-Modus des GNSS-Sensors deaktiviert, wenn (nur) das GPS-Signal fehlerhaft oder gestört ist. Mit anderen Worten ist es bevorzugt, wenn (situationsbedingt) nur bestimmte Teile des GNSS-Sensors deaktiviert werden. Bei gestörten GPS-Daten kann es beispielsweise sinnvoll sein, nur die GPS-Pfade im GNSS-Sensor (temporär) zu deaktivieren, während die weiteren Satellitensignale, etwa GLONASS oder Galileo oder Beidou, weiterhin durch den GNSS-Sensor ausgewertet werden.

[0018] Nach einem weiteren Aspekt wird ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs vorgeschlagen. Bei dem Fahrzeug handelt es sich um ein solches, dessen Steueroperationen durch eine elektronische Steuereinheit beeinflussbar sind. Das Verfahren umfasst zumindest folgende Schritte:

- a) Bestimmen der Position des Fahrzeugs unter Verwendung eines GNSS-Sensors, der gemäß einem hier vorgeschlagenen Verfahren zum Betreiben eines GNSS-Sensors betrieben wird,
- b) Beschränken des Einflusses der elektronischen Steuereinheit auf zumindest eine der Steueroperationen des Fahrzeugs, wenn zumindest ein Betriebsmodus des GNSS-Sensors deaktiviert wurde.

[0019] Bevorzugt erfolgt in Schritt b) eine Limitierung der (von der Steuereinheit vorgebbaren) Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs, wenn zumindest ein Betriebsmodus des GNSS-Sensors deaktiviert wurde. Weiterhin bevorzugt erfolgt in Schritt b) ein Abschalten eines autonomen Fahrmodus, wenn zumindest ein Betriebsmodus des GNSS-Sensors deaktiviert wurde. Das Abschalten des autonomen Fahrmodus erfolgt insbesondere dann, wenn mindestens zwei oder sogar alle Betriebsmodi des GNSS-Sensors deaktiviert wurden. Dem liegt die Idee zugrunde, dass autonome Fahrzeuge, in welchen der GNSS-Empfänger temporär deaktiviert wurde, nur noch manuell betrieben werden sollen oder aber der autonome Fahrmodus jedenfalls soweit eingeschränkt werden soll, dass beispielsweise eine Maximalgeschwindigkeit nicht überschritten werden kann.

[0020] Nach einem weiteren Aspekt wird ein GNSS-Sensor vorgeschlagen, der zur Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens zum Betreiben eines GNSS-Sensors vorgesehen und eingerichtet ist.

[0021] Nach einem weiteren Aspekt wird ein Fahrzeug vorgeschlagen, das mit einem hier vorgeschlagenen GNSS-Sensor ausgestattet ist. Bei dem Fahrzeug handelt es sich um ein solches, dessen Steueroperationen durch eine elektronische Steuereinheit beeinflussbar sind. Bevorzugt ist das Fahrzeug ein autonomes Fahrzeug, besonders bevorzugt ein autonomes Automobil.

[0022] Unter einem GNSS-Sensor kann vorliegend ein elektrisches Gerät verstanden werden, das Sensorsignale verarbeitet und in Abhängigkeit davon Steuer- und/oder Datensignale ausgibt. Der Sensor kann eine Schnittstelle aufweisen, die hard- und/oder softwaremäßig ausgebildet sein kann. Bei einer hardwaremäßigen Ausbildung kann die Schnittstelle beispielsweise Teil eines sogenannten System-ASICs (ASIC = Application Specific Integrated Circuit) sein, der verschiedenste Funktionen der Vorrichtung beinhaltet. Es ist jedoch auch möglich, dass die Schnittstelle eigene, integrierte Schaltkreise umfasst oder zumindest teilweise aus diskreten Bauelementen besteht. Bei einer softwaremäßigen Ausbildung können die Schnittstellen Softwaremodule sein, die beispielsweise auf einem Mikrocontroller neben anderen Softwaremodulen vorhanden sind.

[0023] Von Vorteil ist auch ein Computerprogrammprodukt oder Computerprogramm mit Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger oder Speichermedium wie einem Halbleiterspeicher, einem Festplattenspeicher oder einem optischen Speicher gespeichert sein kann und zur Durchführung, Umsetzung und/oder Ansteuerung der Schritte des Verfahrens nach einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen verwendet wird, insbesondere wenn das Programmprodukt oder Programm auf einem Computer oder einer Vorrichtung ausgeführt wird.

[0024] Die hier vorgestellte Lösung sowie deren technisches Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung durch die gezeigten Ausführungsbeispiele nicht beschränkt werden soll. Insbesondere ist es, soweit nicht explizit anders dargestellt, auch möglich, Teilaspekte der in den Figuren erläuterten Sachverhalte zu extrahieren und mit anderen Bestandteilen und/oder Erkenntnissen aus anderen Figuren und/oder der vorliegenden Beschreibung zu kombinieren. Es zeigen schematisch:

Fig. 1: einen beispielhaften Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines GNSS-Sensors, und

Fig. 2: ein Fahrzeug mit einem GNSS-Sensor.

[0025] Fig. 1 zeigt schematisch einen beispielhaften Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines GNSS-Sensors. Zunächst werden in

Schritt a) Satellitendaten empfangen. Diese werden in Schritt b) ausgewertet. In Schritt c) erfolgt ein Deaktivieren zumindest eines Betriebsmodus des GNSS-Sensors, wenn zumindest ein Teil der Satellitendaten für eine Positionsbestimmung des Fahrzeugs ungeeignet ist.

[0026] Fig. 2 zeigt schematisch ein Fahrzeug 2 mit einem GNSS-Sensor 1, der zur Durchführung des im Zusammenhang mit Fig. 1 erläuterten Verfahrens vorgesehen und eingerichtet ist. Bei dem Fahrzeug 2 handelt es sich um ein solches, dessen Steueroperationen durch eine elektronische Steuereinheit 3 beeinflussbar sind, etwa um ein autonom operierendes Automobil. Der GNSS-Sensor 1 ist mit der elektronischen Steuereinheit 3 verbunden.

[0027] Die hier vorgestellte Lösung trägt insbesondere dazu bei, dass schwerwiegende und gefährliche Positionsfehler in autonomen Fahrzeugen verhindert und somit die Sicherheit autonomer Fahrzeuge erhöht werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines GNSS-Sensors (1) eines Fahrzeugs (2), dessen Steueroperationen durch eine elektronische Steuereinheit (3) beeinflussbar sind, umfassend zumindest folgende Schritte:

- a) Empfangen von Satellitendaten,
- b) Auswerten der Satellitendaten,
- c) Deaktivieren zumindest eines Betriebsmodus des GNSS-Sensors (1), wenn zumindest ein Teil der Satellitendaten für eine Positionsbestimmung des Fahrzeugs (2) ungeeignet ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der zumindest eine Betriebsmodus des GNSS-Sensors (1) deaktiviert wird, wenn der GNSS-Sensor (1) den Satellitendaten die Information entnimmt, dass diese fehlerbehaftet oder gestört sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der zumindest eine Betriebsmodus des GNSS-Sensors (1) deaktiviert wird, wenn dem GNSS-Sensor (1) über eine Kommunikationsverbindung die Information zugeleitet wird, dass die Satellitendaten fehlerbehaftet oder gestört sind.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zumindest eine Betriebsmodus des GNSS-Sensors (1) deaktiviert wird, wenn sich das Fahrzeug (2) in einem bestimmten Gebiet befindet.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Deaktivieren des zumindest einen Betriebsmodus des GNSS-Sensors (1) an ein übergeordnetes System gemeldet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der zumindest eine Betriebsmodus des GNSS-Sensors (1) wieder aktiviert wird, wenn das übergeordnete System ein Aktivierungssignal auslöst.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Betriebsmodus des GNSS-Sensors (1) deaktiviert wird, der einem bestimmten Satellitensystem zugeordnet ist.

8. Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs (2), dessen Steueroperationen durch eine elektronische Steuereinheit (3) beeinflussbar sind, umfassend zumindest folgende Schritte:

- a) Bestimmen der Position des Fahrzeugs (2) unter Verwendung eines GNSS-Sensors (1), der gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 betrieben wird,
- b) Beschränken des Einflusses der elektronischen Steuereinheit (3) auf zumindest eine der Steueroperationen des Fahrzeugs (2), wenn zumindest ein Betriebsmodus des GNSS-Sensors (1) deaktiviert wurde.

9. Steuereinheit (3), welche zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 vorgesehen und eingerichtet ist.

10. Fahrzeug (2) mit einem GNSS-Sensor (1) und einer Steuereinheit (3) nach Anspruch 9, wobei Steueroperationen des Fahrzeugs (2) durch eine elektronische Steuereinheit (3) beeinflussbar sind.

11. Computerprogrammprodukt, eingerichtet zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 mit einer Steuereinheit (3).

12. Maschinenlesbares Speichermedium, auf welchem ein Computerprogrammprodukt nach Anspruch 11 gespeichert ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

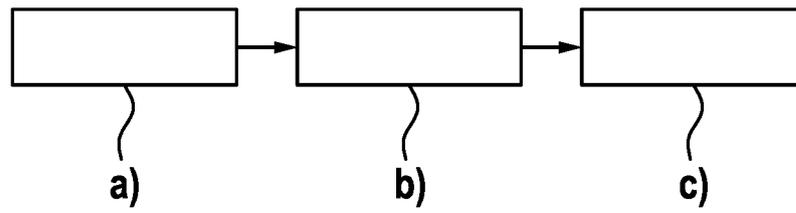


Fig. 2

