



(10) **DE 10 2016 103 709 A1** 2017.09.07

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 103 709.5**

(22) Anmeldetag: **02.03.2016**

(43) Offenlegungstag: **07.09.2017**

(51) Int Cl.: **H04L 1/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:
Techem Energy Services GmbH, 65760 Eschborn, DE

(74) Vertreter:
Keil & Schaaflhausen Patent- und Rechtsanwälte PartGmbH, 60323 Frankfurt, DE

(72) Erfinder:
Kähler, Arne, Dr., 61350 Bad Homburg, DE; Wurl, Andreas, Dr., 61462 Königstein, DE; Simon, Winfried, 64579 Gernsheim, DE; Borgstedt, Reiner, 65843 Sulzbach, DE; Gutmann, Norbert, 64295 Darmstadt, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:
WO 2015/ 074 666 A1

Li, A.: RTP Payload Format for Generic Forward Error Correction. Request for Comments (RFC) 5109. Dezember 2007. URL <https://tools.ietf.org/pdf/rfc5109.pdf>

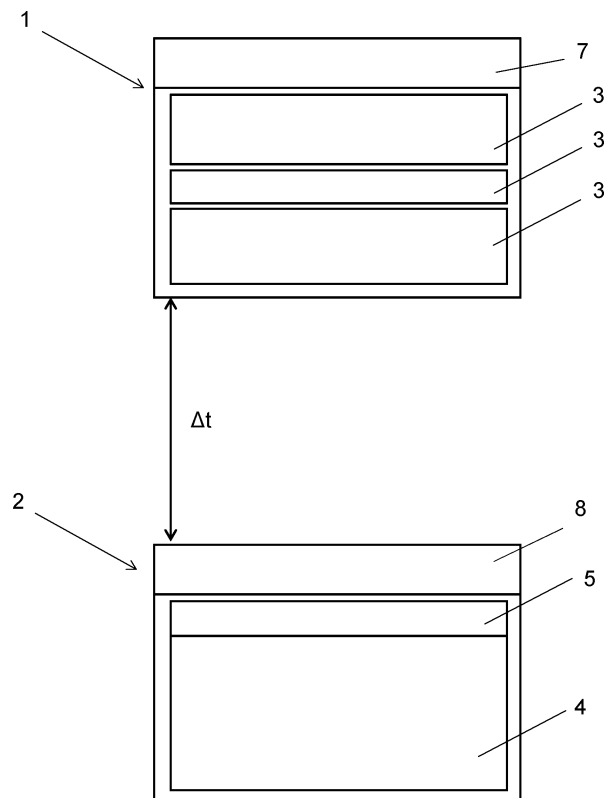
Yu, K., Gidlund, M., Akerberg, J. and Bjorkman, M., 2011. Reliable and low latency transmission in industrial wireless sensor networks. Procedia Computer Science, 5, pp.866-873.

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Funkübertragung von Daten**

(57) Zusammenfassung: Es werden ein Verfahren zur Funkübertragung von Daten und zur Durchführung des Verfahrens eingerichtete Vorrichtungen beschrieben, bei denen die Daten in einem standardkonformen Telegramm (1) entsprechend einem definierten Standard versendet und/oder empfangen werden. Um eine von dem Standard unabhängige Fehlerkorrektur zu ermöglichen ist vorgesehen, dass mindestens ein weiteres Telegramm (2) versendet und/oder empfangen wird, wobei das weitere Telegramm (2) einen Fehlerkorrekturdatensatz mit Fehlerkorrekturdaten (6) zu den in dem standardkonformen Telegramm (1) enthaltenen Daten (3) beinhaltet, welche aufgrund einer Redundanz eine Fehlerkorrektur der Daten (3) bei Übertragungsfehlern zu lassen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Funkübertragung von Daten, bei dem die Daten in einem standardkonformen Telegramm entsprechend einem definierten Standard versendet und/oder empfangen werden, das einem Standard entspricht. Die Daten werden also mittels eines standardkonformen Telegramms ausgetauscht, wobei der Standard ggf. kein Fehlerkorrekturverfahren, aber einen herstellerspezifischen oder proprietären Bereich im Telegramm vorsieht. Unter dem definierten Standard werden insbesondere Protokolle für die Funkübertragung einschließlich der Festlegung der Telegramme verstanden, bspw. im Rahmen des OSI-Schichtenmodells.

[0002] Der Ablesevorgang von Verbrauchswerten aus Verbrauchserfassungsgeräten, wie beispielsweise Heizkostenverteiler, Wasserzählern, Wärmezählern oder dgl. Messgeräten oder Zählern, wird immer weiter automatisiert. Dazu werden Verbrauchs- und Sensordaten bspw. aus Heizkostenverteiler, anderen Verbrauchserfassungsgeräten oder allgemeiner aus Messgeräten bzw. Zählern häufig an Datensammler übertragen, welche die Messdaten bspw. gebäudezentral sammeln. Ein solcher Datensammler kann an einer zentralen Position fest installiert sein oder beispielsweise in einem Fahrzeug (Drive-By) oder durch einen Ableser (Walk-By) oder durch ein fernsteuerbares Fluggerät (Fly-By) in die Nähe der Erfassungsgeräte und/oder Zähler gebracht werden, um die von den Messgeräten ausgesandten Verbrauchs- und/oder Sensordaten zu empfangen.

[0003] Zur Übertragung und ggf. Weiterleitung dieser Gebäudeverbrauchs- und/oder Gebäudesensordaten in einem bspw. Gebäude-Sensornetzwerk werden heutzutage typischer Weise Funksysteme insbesondere in den SRD-Bändern (im Sub-Gigahertz-Bereich, wie etwa 868 MHz oder 434 MHz) genutzt. Um dabei eine Kompatibilität von Sendern und Empfängern verschiedener Hersteller zu gewährleisten, werden zur Funkübertragung standardisierte Telegramme verwendet. In einem derartigen Standard, wie bspw. dem OMS-Standard, ist derzeit nicht vorgesehen, Fehlerkorrekturdaten insbesondere für eine Forward-Error-Correction (FEC) mit zu übertragen.

[0004] Bekannte Verfahren zur Fehlerkorrektur mit einem FEC-Verfahren, wie bspw. ein Reed-Solomon-Verfahren, können dazu eingesetzt werden, eventuell auftretende Übertragungsfehler im übermittelten Telegramm nach dessen Empfang, bspw. direkt im Empfänger, zu korrigieren und so fehlerfreie Daten zu erhalten. Dies wird dadurch erreicht, dass die zu übertragenden Daten in redundanter Weise kodiert werden. Diese Verfahren eignen sich besonders für die Fehlerkorrektur in unidirektionalen Funksystemen.

[0005] In dem Aufsatz Kann Yu et. al., "A Flexible Error Correction Scheme for IEEE 802.15.4-based Industrial Wireless Sensor Networks" wird ein Verfahren zur Forward Error Correction (FEC) beschrieben, das die Fehlerkorrektur in Verbindung mit einer speziellen abschließenden Fehlerkorrektur dann einsetzt, wenn mittels einer Prüfsumme ein Übertragungsfehler festgestellt wurde. Die Fehlerkorrekturdaten (FEC-Bits) sind Bestandteil des vollständig zu empfangenden Telegramms. In einem solchen System kann eine Fehlerkorrektur nur innerhalb des verwendeten Standards realisiert werden.

[0006] In der WO 2015/974666 A1 wird ein Fehlerkorrekturverfahren für Telegramme beschrieben, die zwei Telegramm-Teile mit den Nutzdaten und daran angehängt mit Fehlerkorrekturdaten enthalten. Die Fehlerkorrekturdaten sind aber nur ein optionaler Telegrammteil, der empfangen werden kann, aber nicht empfangen werden muss. Dies wird dadurch erreicht, dass der erste Telegramm-Teil alleine einem Übertragungsstandard entspricht, so dass der erste Telegramm-Teil auch unabhängig von dem anderen Telegramm-Teil empfangen werden kann.

[0007] Die in der heutigen Praxis eingesetzten Standards zur Übermittlung von Verbrauchs-, Sensordaten oder Aktordaten in einem Gebäude mittels eines lokalen Gebädefunknetzes sehen eine solche Fehlerkorrektur für die Telegramme aber nicht vor und können daher nur in einem begrenzten Abstand zwischen Empfänger und Sender zur fehlerfreien Übertragung eingesetzt werden. Soll mit einem derartigen Verfahren eine größere Übertragungreichweite erreicht werden, müsste eine wesentlich höhere Sendeleistung verwendet werden. Dies ist allerdings oftmals nicht möglich, da es sich bei den Sendern meist um batteriebetriebene Einheiten handelt. Da deren Batteriekapazität aus Kostengründen meist gering ist, steht nur eine begrenzte Batterie- und damit Sendeleistung zur Verfügung, damit die angestrebte Lebensdauer der Mess- bzw. Verbrauchserfassungsgeräte zuverlässig erreicht werden kann. Die Höhe der Sendeleistung kann ferner auch durch regulatorische Vorgaben bspw. europäische Richtlinien eingeschränkt sein.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zu schaffen, mit dem eine Funkübertragung von Daten, insbesondere von Verbrauchs- oder Sensordaten in einem Gebäude mittels eines lokalen Gebädefunknetzes, mittels eines standardkonformen Telegramms auch über größere Reichweiten ohne Informationsverlust möglich ist, wobei dieser definierte Standard ggf. kein Fehlerkorrekturverfahren vorsieht.

[0009] Die obige Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen der Ansprüche 13 und/

oder 14 gelöst. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass zusätzlich zum standardkonformen Telegramm mindestens ein weiteres, nicht standardkonformes Telegramm versendet und ggf. empfangen wird, das einen Fehlerkorrekturdatensatz mit Fehlerkorrekturdaten zu den in dem standardkonformen Telegramm enthaltenen Daten beinhaltet, welche aufgrund einer Redundanz eine Fehlerkorrektur der Daten bei Übertragungsfehlern zulassen.

[0010] Durch die zusätzliche Versendung eines Telegramms mit Fehlerkorrekturdaten können die Vorteile der Fehlerkorrektur auch für die Funkübertragung nach einem Standard ohne Fehlerkorrektur genutzt werden, ohne dass der Standard selbst verändert werden muss. Natürlich kann das Verfahren in gleicher Weise verwendet werden, wenn der Standard eine Fehlerkorrektur vorsieht, diese aber nicht verwendet oder ergänzt werden soll. Es ist für die Anwendung der Fehlerkorrektur ausreichend, die zur Funkübertragung vorgesehenen Sender und/oder Empfänger so einzurichten, dass das mindestens eine (und auch vorzugsweise genau eine) weitere Telegramm mit den Fehlerkorrekturdaten ausgesendet wird. Ergänzend wird der Empfänger dazu eingerichtet, zumindest im Falle eines Übertragungsfehlers in dem standardkonformen Telegramm auch das weitere Telegramm mit den Fehlerkorrekturdaten zu empfangen und die Fehlerkorrektur durchzuführen. So führt das erfindungsgemäße Verfahren zu einer höheren Fehlerrobustheit und damit zu einer größeren Reichweite der Übertragung. Es ist damit dementsprechend möglich, die Dichte der zur Ablesung genutzten Empfänger zu reduzieren, wodurch Kosten an der Verbrauchsstelle eingespart werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, bei gleicher Reichweite die Sendeleistung zu reduzieren. Dies führt zu Kosteneinsparungen bei der Herstellung der als Sender eingesetzten Geräte, da beispielsweise die Kapazität der Batterie reduziert werden kann.

[0011] Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahrens besteht darin, dass trotz der Integration der Fehlerkorrektur in die erfindungsgemäß vorgeschlagene Datenübertragung die standardkonformen Telegramme nicht verändert werden. Dadurch bleibt die Datenübertragung bspw. im Rahmen der Verbrauchswerterfassung oder der Übertragung anderer Messdaten standardkonform, so dass auch andere Sende- und Empfangsgeräte in dem Übertragungssystem, bspw. dem Gebäude-Sensornetzwerk, weiter genutzt werden können. Der Vorteil der Fehlerkorrektur bleibt dann den Geräten vorbehalten, in denen das erfindungsgemäße Verfahren implementiert ist.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das mindestens eine weitere Telegramm vorzugsweise zeitlich nach dem standardkonformen Telegramm versendet und entsprechend

auch später empfangen. Damit kann am Empfänger nach Empfang des standardkonformen Telegramms entschieden werden, ob auch das weitere Telegramm mit den Fehlerkorrekturdaten empfangen werden muss. Sofern die Datenübertragung fehlerfrei stattgefunden hat, kann der Empfänger auf den Empfang verzichten.

[0013] Entsprechend wird in einer besonders bevorzugten Ausführungsform das mindestens eine weitere Telegramm, das nach dem standardkonformen Telegramm versendet wurde, nur empfangen, wenn im standardkonformen Telegramm ein Übertragungsfehler festgestellt wurde. Damit wird im Empfänger der Energieaufwand durch das zusätzliche Empfangen der Fehlerkorrekturdaten eingespart. Ist es aufgrund eines zu kurzen zeitlichen Abstandes der Sendezeitpunkte des standardkonformen Telegramms und des darauf folgenden weiteren Telegramm mit Fehlerkorrekturdaten eine Auswertung nicht möglich, ob ein Übertragungsfehler im standardkonformen Telegramm vorliegt, bevor das mindestens eine weitere Telegramm eintrifft, so wird das Telegramm vorsorglich empfangen. Das Telegramm kann zwischengespeichert werden und nach Beendigung der Überprüfung auf Übertragungsfehler gegebenenfalls ausgewertet oder sonst verworfen werden. In diesem Fall wird im Empfänger zumindest noch der Energieaufwand für die Durchführung der Auswertung gespart.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das mindestens eine weitere Telegramm neben den eigentlichen Fehlerkorrekturdaten des Fehlerkorrekturdatensatzes auch eine Kennung enthält. Diese Kennung beinhaltet Informationen zur Durchführung der Fehlerkorrektur, wie etwa die Art der Fehlerkorrektur und/oder Parameter, die zur Durchführung der Fehlerkorrektur benötigt werden, und/oder Informationen, welche Bestandteile des Telegramms in die Berechnung der Fehlerkorrekturdaten einbezogen wurden. Damit kann die Fehlerkorrektur bzw. der Fehlerkorrekturdatensatz flexibel gestaltet werden und beispielsweise in Abhängigkeit der zu erzielenden Korrekturklasse unterschiedliche Längen aufweisen. Als Korrekturdatensatz können die Fehlerkorrekturdaten alleine oder die Kombination aus Fehlerkorrekturdaten und Kennung bezeichnet werden.

[0015] Mögliche Arten der Fehlerkorrektur beinhalten Bose-Chaudhuri-Hocquenghem-Codes (BCH), Reed-Solomon (RS) und andere systematische Codes zur Vorwärtsfehlerkorrektur (FEC). In systematischen Codes sind die Informationsbits in unveränderter Form Bestandteil des durch die Fehlerkorrektur erzeugten Code-Wortes, wodurch es möglich ist, bei einer fehlerfreien Übertragung die Daten ohne Durchführung der Fehlerkorrektur zu lesen. Dies ist im Hinblick auf eine rechenarme und damit stromspa-

rende Dekodierung der empfangenen Funktelegramme von besonderer Bedeutung.

[0016] Es kann vorgesehen sein, in der Kennung nur eine Versionsnummer der Fehlerkorrektur zu übertragen, deren Bedeutung dem Empfänger des Telegramms bekannt ist. Der Empfänger kann bspw. eine Tabelle vorhalten, die für jede Versionsnummer die Art der Fehlerkorrektur, wie bspw. das verwendete Polynom, sämtliche zur Durchführung der Fehlerkorrektur benötigten Informationen enthält. Damit können mehrere Bytes bei der Übertragung der Kennung selbst gespart werden, weil nicht sämtliche Informationen in Klartext übertragen werden müssen.

[0017] Stehen dem Empfänger neben den eigentlichen Daten, also insbesondere den im Standard festgelegten Nutzdaten sowie ggf. weiteren herstellerspezifischen Daten, auch die Fehlerkorrekturdaten zur Verfügung, so ist es trotz Übertragungsfehler entweder in den Nutzdaten oder in den Fehlerkorrekturdaten möglich, das fehlerfreie standardkonforme Telegramm zu rekonstruieren. Dazu ist es allerdings nötig, dass dem Empfänger die Art der Fehlerkorrektur und die dafür benötigten Parameter bekannt sind.

[0018] Sofern diese Informationen erfindungsgemäß in der Kennung übertragen werden, wäre es nicht möglich, einen Fehler in der Kennung selbst zu beheben. Es ist deshalb in einer bevorzugten Ausführung der Erfindung vorgesehen, dass die Kennung eine eigene Fehlerkorrektur aufweist. Dazu sind in der Kennung eigene Kennungs-Fehlerkorrekturdaten vorgesehen. Wenn beispielsweise die auch als FEC-Header bezeichnete Kennung 1 Byte = 8 Bits umfasst, können 3 Bits für die eigentlichen Kennung und weitere 3 Bits für Kennungs-Fehlerkorrekturdaten vorgesehen sein. Diese Kennungs-Fehlerkorrekturdaten werden auch als FEC Parity Bits bezeichnet. Diese eigene Fehlerkorrektur der Kennung ist erfindungsgemäß vollständig unabhängig von der Fehlerkorrektur des übrigen Telegramms, insbesondere also der Nutzdaten. Dabei kann vorgesehen sein, die in der Kennung verwendete Fehlerkorrektur während der Nutzungsdauer des Verfahrens nicht zu verändern, damit alle Empfangssysteme davon ausgehen können, dass es nur einen Typ der Fehlerkorrektur in der Kennung gibt.

[0019] In einer Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, die Daten verschlüsselt zu übermitteln. Dazu werden die zu übertragenden Daten in verschlüsselter Form im Telegramm übertragen. Die Fehlerkorrekturdaten werden vorzugsweise basierend auf den bereits verschlüsselten Daten bestimmt und selbst nicht mehr verschlüsselt. Dies ist nicht nötig, da es nicht möglich ist, die ursprünglichen Daten aus den Fehlerkorrekturdaten zu bestimmen, da diese nur die Daten in verschlüsselter Form rekonstruieren können. Auch die Kennung wird er-

findungsgemäß nicht verschlüsselt, da am Empfänger Kennung und Fehlerkorrekturdaten vor der Entschlüsselung ausgewertet werden müssen, um vorab eine Fehlerkorrektur durchführen zu können, sofern ein Fehler bei der Funkübertragung aufgetreten ist.

[0020] In einer weiteren Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass der definierte Standard das Einbetten von Prüferten in das Telegramm vorsieht, indem nach einem Datenblock mit Daten und/oder herstellerspezifischen Daten, welche zusammen auch als Nutzdaten bezeichnet werden, ein Prüfblock mit jeweils einem zugeordneten Prüfwert für den vorangegangenen Datenblock eingefügt wird. Dies kann auch für das weitere Telegramm mit dem Fehlerkorrekturdatensatz oder zumindest den Fehlerkorrekturdaten des Fehlerkorrekturdatensatzes gelten.

[0021] Ein Beispiel für das Einbetten von Prüferten in das Telegramm ist das Vorsehen von CRC-Blöcken in dem Standardtelegramm. Dabei ist nach einer bestimmten Anzahl von Bytes, die die eigentlichen zu übertragenden Daten (insbesondere Nutzdaten bzw. Payload) beinhalten, eine bestimmte Anzahl von CRC-Bytes als Prüfwert in einem Prüfblock vorgesehen, um eine sogenannte zyklische Redundanzprüfung durchzuführen. Damit kann am Empfänger erkannt werden, ob die Übertragung fehlerbehaftet ist oder nicht. So ist es möglich, eine Fehlerkorrektur mit den Fehlerkorrekturdaten nur dann durchzuführen, wenn ein Übertragungsfehler aufgetreten ist.

[0022] Telegramme zur Datenübertragung enthalten in ihrer Präambel typischer Weise ein Sync-Wort, das den Empfänger auf den Sendetakt des Senders synchronisiert, so dass nach diesem Sync-Wort die Übertragung der eigentlichen Daten (im Sinne der Nutzdaten) erfolgen kann. Dies gilt auch für das standardkonforme Telegramm. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass sowohl das standardkonforme Telegramm als auch das mindestens eine weitere Telegramm eine solche Präambel mit Sync-Wort enthalten, wobei sich diese Sync-Worte unterscheiden. Dadurch kann der Empfänger automatisch erkennen, dass es sich um ein Telegramm mit Fehlerkorrekturdaten handelt, sofern hierfür ein eigenes Sync-Wort vorgesehen ist. Es ist daher möglich, dieses Telegramm gesondert auszuwerten, wodurch die Effizienz der Auswertung gesteigert wird. Es besteht außerdem die Möglichkeit, den Empfänger so zu konfigurieren, dass er die Fehlerkorrekturtelegramme ignoriert, d.h. in dem Sinne gar nicht empfängt, dass die dem Sync-Wort nachfolgenden Daten erfasst und verarbeitet werden. Eine kurze Zwischenspeicherung der empfangenen physischen Signale zur Erkennung des Sync-Wortes ist in diesem Sinne mit "empfangen" nicht gemeint. Damit entfallen die Totzeiten beim Empfang. Ein solches Vorgehen, dass das oder die weiteren Telegramme nicht empfangen (d.h. zwischengespeichert und aus-

gewertet) werden, bietet sich insbesondere dann an, wenn bei der Übertragung des standardkonformen Telegramms kein Übertragungsfehler aufgetreten ist.

[0023] Insofern bietet sich im Rahmen des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahrens das folgende Vorgehen an:

Nach dem Empfang eines standardkonformen Telegramms wird über in dem Telegramm enthaltene Prüfwerte (bspw. CRC-Bytes) überprüft, ob ein Übertragungsfehler vorliegt. Nur im Falle eines Übertragungsfehlers werden die zwischengespeicherten Signale des weiteren Telegramms, dessen Sync-Wort wie bei allen empfangenen Daten ausgewertet wird, in dem Sinne empfangen, dass die übertragenen Fehlerkorrekturdaten in dem weiteren Telegramm ausgewertet werden und eine Fehlerkorrektur durchgeführt wird.

[0024] Auch andere standardkonforme, aber nicht erfindungsgemäße Empfänger sehen die Fehlerkorrekturtelegramme mit eigenem Sync-Wort ohnehin nicht. Für diese sind die Signale des weiteren Telegramms Rauschen in dem Übertragungskanal. Der Vorteil des beschriebenen Verfahrens liegt also darin, dass durch das erfindungsgemäß weitere Telegramm die Empfangbarkeit des standardkonformen Telegramms erhöht wird, indem für dieses Telegramm eine Fehlerkorrektur zur Verfügung gestellt wird, ohne den Standard zu verändern. So bleiben standardkonforme Telegramme für Empfänger, die nicht für die erfindungsgemäße Fehlerkorrektur eingerichtet sind, weiterhin im Rahmen des Standards ohne Fehlerkorrektur empfangbar.

[0025] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann die Präambel des mindestens einen weiteren Telegramms (welches die Fehlerkorrekturdaten beinhaltet und auch als Fehlerkorrekturtelegramm bezeichnet werden kann) im Vergleich zu der Präambel des standardkonformen Telegramms verkürzt sein. Dies ist möglich, weil der zeitliche Abstand zwischen dem standardkonformen Telegramm und dem weiteren Telegramm erfindungsgemäß zumindest in etwa bekannt ist. Aufgrund dieser zumindest ungefähr bekannten zeitlichen Abhängigkeit zwischen dem standardkonformen Telegramm und dem erfindungsgemäß vorzugsweise nachfolgenden weiteren Telegramm wird der Synchronisationsaufwand für das weitere Telegramm deutlich verringert. Hierdurch kann sowohl auf Sender- als auch auf Empfängerseite Energie eingespart werden, was besonders im Falle batteriebetriebener Geräte relevant ist. Auf Empfängerseite wird zusätzlich die Gesamtbearbeitungszeit bis zum Fertigstellen einer Fehlerkorrektur verkürzt, weil eine kurze Präambel den für die Fehlerkorrektur notwendigen Overhead verkleinert.

[0026] In einer anderen bevorzugten Ausführung der Erfindung wird mindestens ein weiteres Telegramm

ohne Präambel und Sync-Wort gesendet. Der Empfänger behält dazu die Bit-Synchronisation während der kurzen Sendepause, vorzugsweise in der Größenordnung bis maximal 10 Bitzeiten, zwischen standardkonformen Telegramm oder einem vorangegangenen weiteren Telegramm und dem weiteren Telegramm ohne Präambel. Die Bitzeit ist als die für die Übertragung eines Bits benötigte Zeit definiert.

[0027] Durch die Ersparnis der Präambel und des Sync-Worts reduziert sich der energetische Aufwand für die Fehlerkorrektur. Dies kann auch dann sinnvoll sein, wenn erfindungsgemäß mehrere weitere Telegramme für die Fehlerkorrektur gesendet werden. In diesem Fall kann das erste weitere Telegramm wie vorbeschrieben eine Präambel und ein Sync-Wort aufweisen und bspw. die Kennung für die Fehlerkorrektur enthalten. In einem sich anschließenden Telegramm ohne Fehlerkennung können dann die eigentlichen Fehlerkorrekturdaten übertragen werden. Grundsätzlich ist es natürlich auch möglich, sämtliche Daten für die Fehlerkorrektur in der beschriebenen Weise in nur einem weiteren Telegramm und ohne eine Präambel (und entsprechend ohne Sync-Wort) zu übertragen.

[0028] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird mindestens ein weiteres Telegramm in einem festen (im Sinne von definierten) zeitlichen Abstand zum standardkonformen Telegramm oder einem vorausgegangenen weiteren Telegramm ausgesendet. Damit ist es besonders einfach, am Empfänger dem standardkonformen oder dem vorausgegangenen weiteren Telegramm das mindestens eine weitere Telegramm zuzuordnen. Der feste zeitliche Zusammenhang kann sich dabei auf den Anfang oder das Ende des standardkonformen Telegramms beziehen.

[0029] Besonders bevorzugt bezieht sich der zeitliche Abstand aber auf das Ende des standardkonformen oder vorausgegangenen weiteren Telegramms. Weist das standardkonforme Telegramm verschiedene Längen auf, kann so die Sendelücke dann besonders klein und vor allem immer gleich konzipiert werden.

[0030] Die Länge des zeitlichen Abstands respektive der Sendepause ist in der Praxis das Ergebnis einer Optimierungsaufgabe mit komplexen Zusammenhängen. Ist der Abstand kürzer als die Anschaltzeit des Funkchips, welcher in der Größenordnung vom 1 ms liegt, so ergibt sich ein energetischer Vorteil gegenüber einem langen Abstand, bei dem die Anschaltzeit investiert werden muss. Außerdem erhöht sich die Kollisionsrate mit zunehmendem Abstand, solange Telegramme von anderen Geräten nicht in die Abstandslücke hineinpassen. Damit ergibt sich, dass die Kollisionsrate proportional zur Länge der beiden Telegramm plus ihres zeitlichen Abstands

(Sendepause) ist. Ab einer gewissen Größe der Abstandslücke nimmt die Kollisionsrate wieder ab. Je länger der zeitliche Abstand, desto länger muss der Empfänger warten bis das Telegramm vollständig bearbeitet werden kann, falls Übertragungsfehler vorliegen. Der Empfänger muss das zuerst empfangene Telegramm zwischenspeichern und kann die Fehlerkorrektur erst nach Empfang des zweiten Telegramms durchführen. Je länger der zeitliche Abstand ist, desto mehr Telegramme müssen im Mittel zwischengespeichert werden. Wird der zeitliche Abstand zu kurz gewählt, kann es sein, dass die Abarbeitung des ersten Telegramms noch nicht abgeschlossen ist, wenn das zweite Telegramm eintrifft. Vor diesem Hintergrund hat sich in der Praxis eine Sendepause in der Größenordnung zwischen 5 und 10 Bitzeiten als besonders vorteilhaft erwiesen.

[0031] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird eine Versionsnummer, anhand derer der Empfänger sämtliche Informationen zur Fehlerkorrektur erhält, über ein individuelles Sync-Wort in mindestens einem der ggf. mehreren weiteren Telegramm kodiert. Dies führt dazu, dass die Länge des Telegramms mit den Fehlerkorrekturdaten um die Länge der Kennung gekürzt werden kann, weil das Sync-Wort selbst die Funktion der Kennung übernimmt. Mit anderen Worten kann der Empfänger die Informationen zur Durchführung der Fehlerkorrektur also aus dem individuellen Sync-Wort des mindestens einen weiteren Telegramms ermitteln.

[0032] Die Erfindung bezieht sich außerdem auf eine Vorrichtung zur Funkübertragung von Daten mit einem Funksender, mit einem Datenspeicher zur Speicherung der zu übertragenden Daten und mit einer Recheneinheit, die dazu eingerichtet sind, entsprechend dem vorbeschriebenen Verfahren ein standardkonformes Telegramm und mindestens ein weiteres Telegramm zusammenzustellen und durch den Funksender zu versenden. Alternativ oder zusätzlich kann die Vorrichtung zur Funkübertragung von Daten erfindungsgemäß auch mit einem Funkempfänger, mit einem Datenspeicher zur Speicherung der übertragenen Daten und mit einer Recheneinheit ausgestattet sein, wobei die Recheneinheit im Falle eines in einer Vorrichtung kombinierten Funksenders und Funkempfängers auch eine gemeinsame Recheneinheit sein kann. Die Recheneinheit des Funkempfängers ist erfindungsgemäß dazu eingerichtet, entsprechend dem vorbeschriebenen Verfahren ein standardkonformes Telegramm und ein weiteres Telegramm zu empfangen und mit Hilfe des Fehlerkorrekturdatensatzes, d.h. der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Fehlerkorrektur und insbesondere den Fehlerkorrekturdaten, mögliche Übertragungsfehler im Telegramm zu korrigieren.

[0033] Die Recheneinheit ist also dazu eingerichtet, das vorbeschriebene erfindungsgemäße Verfahren oder Teile davon durchzuführen.

[0034] Dazu kann eine als Funksender (nachfolgend auch einfach als Sender bezeichnet) ausgebildete Vorrichtung ein standardkonformes Telegramm aussenden. Dieser Sender kann erfindungsgemäß dazu eingerichtet sein, die Fehlerkorrekturdaten für dieses Telegramm zu erzeugen und in einem weiteren Telegramm zu versenden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann außerdem als Funkempfänger (nachfolgend auch einfach als Empfänger bezeichnet) ausgebildet sein, der neben dem standardkonformen Telegramm auch das mindestens eine weitere Telegramm empfangen kann. Die Vorrichtung kann dazu eingerichtet sein, mit Hilfe der Fehlerkorrekturdaten aus dem mindestens einen weiteren Telegramm Übertragungsfehler im standardkonformen Telegramm zu beheben.

[0035] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die Figuren erläutert. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, auch unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbezügen.

[0036] Fig. 1 zeigt den Aufbau der Telegramme, wie sie bei dem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß einer Ausführungsform verwendet werden.

[0037] Fig. 2 zeigt einen alternativen Aufbau der Telegramme gemäß einer weiteren Ausführungsform, wobei das zweite Telegramm keine Präambel und kein Sync-Wort aufweist.

[0038] Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Kennung der Fehlerkorrektur mit eigenen Kennungs-Fehlerkorrekturdaten gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0039] In Fig. 1 ist der Aufbau der Telegramme **1**, **2** entsprechend einer ersten Ausführungsform der Erfindung schematisch aufgezeigt, wie sie im erfindungsgemäßen Verfahren ausgesendet werden können. Das standardkonforme Telegramm **1** weist eine Präambel mit Sync-Wort **7** und die einzelnen, im Standard festgelegten Daten **3** auf, die bspw. wie angedeutet in verschiedene Datenbereiche, bspw. einen Standarddatenbereich und einen proprietären Bereich zur Übertragung herstellerspezifischer Daten, aufgeteilt werden können. Ein weiteres, auch als Fehlerkorrekturtelegramm bezeichnetes Telegramm **2** besitzt eine Präambel mit einem eigenen Sync-Wort **8**.

[0040] Im Fehlerkorrekturtelegramm **2** werden die Fehlerkorrekturdaten **4** übertragen. Das Fehlerkor-

rektortelegramm **2** beinhaltet neben den eigentlichen Fehlerkorrekturdaten **6** auch eine Kennung **5**. Mit dieser Kennung **5** wird eine Versionsnummer übertragen, mit der der Empfänger die zur Durchführung der Fehlerkorrektur nötigen Informationen erhält. Fehlerkorrekturdaten **4** und Kennung **5** werden zusammen auch als Fehlerkorrekturdatensatz bezeichnet.

[0041] Fig. 1 stellt außerdem von oben nach unten den zeitlichen Ablauf des Verfahrens zur Funkübertragung der Daten **3**, **4**, **5** bspw. in einem lokalen Gebäudefunknetz dar. Bei den Daten kann es sich um Gebäudeverbrauchs-, Gebäudesensor- und/oder Gebäudeaktordaten **3**, Fehlerkorrekturdaten **4** und/oder eine Kennung **5** der Fehlerkorrektur handeln.

[0042] Bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in einem Sender zuerst das zu versendende standardkonforme Telegramm **1** mit der entsprechenden Präambel **7** (enthaltend das Sync-Wort) zusammengestellt. Dabei werden zuerst die Verbrauchs-, Sensor- und/oder andere Daten **3** für die im Standard vorgesehenen Datenpunkte des Telegramms **1** bereitgestellt. Daraufhin können diese Daten gegebenenfalls verschlüsselt werden. Diese Daten **3**, **7** werden in das standardkonforme Telegramm eingestellt, wobei ggf. aus den Daten noch (nicht dargestellte) Prüfwerte berechnet und in dem DataLink-Layer des Übertragungsprotokolls (nach dem OSI-Schichtenmodell) mit eingebunden werden.

[0043] Als nächstes werden mit der designierten Methode zur Fehlerkorrektur die Fehlerkorrekturdaten **4** berechnet. Diese berücksichtigen sämtliche Daten **3**, vorzugsweise bereits in verschlüsselter Form, sowie ggf. auch die Prüfwerte und/oder die Präambel **7**. In diesem Fall werden die Fehlerkorrekturdaten **4** aus dem gesamten Telegramm **1** berechnet.

[0044] Die so erhaltenen Fehlerkorrekturdaten **4** werden im Fehlerkorrekturtelegramm **2** bereitgestellt. Gemeinsam mit den Fehlerkorrekturdaten **4** wird die Kennung **5**, welche Informationen zur Durchführung der Fehlerkorrektur enthält, im Fehlerkorrekturtelegramm **2** bereitgestellt. Um sicherzustellen, dass die Kennung **5** übertragen werden kann, wird diese mit einer eigenen Fehlerkorrektur ausgestattet.

[0045] Optional wird in das weitere Telegramm **2** (Fehlerkorrekturtelegramm) auch eine Präambel **8** eingestellt.

[0046] Beide Telegramme **1**, **2** werden mit einem definierten zeitlichen Abstand Δt zueinander ausgesendet.

[0047] Im Empfänger wird zuerst das standardkonforme Telegramm **1** empfangen und beispielsweise über eine zyklische Redundanzprüfung mit Hilfe von CRC-Bytes als Prüfwerten auf Übertragungsfehler

überprüft. Ist bei der Übertragung des Telegramms **1** ein Fehler aufgetreten, wird auch das zweite Telegramm **2** mit den Fehlerkorrekturdaten **6** empfangen, bzw. die gegebenenfalls ohnehin empfangenen und zwischengespeicherten Signale werden ausgewertet.

[0048] Für die Fehlerkorrektur ist es im Vorfeld notwendig zu bestimmen, welche Fehlerkorrekturmethode verwendet wurde. Dazu muss die Kennung **5** mit den Informationen der Fehlerkorrektur ausgelesen werden. Falls ein Fehler in der Übertragung der Kennung **5** aufgetreten ist, so kann diese mit Hilfe der kennungseigenen Fehlerkorrektur wiederhergestellt werden. Damit sind dem Empfänger Art der Fehlerkorrektur, Position der Fehlerkorrekturdaten **4**, sämtliche Parameter und alle anderen für die Fehlerkorrektur notwendigen Informationen bekannt. Daraufhin können am Empfänger die Fehlerkorrekturdaten **4**, die sich im weiteren Telegramm **2** befinden, genutzt werden, um die Fehlerkorrektur durchzuführen. Überschreiten die Übertragungsfehler nicht ein ggf. vorhandenes Limit für die Anzahl maximaler Fehler bei einer Fehlerkorrektur, kann so das ursprüngliche, fehlerfreie standardkonforme Telegramm **1** rekonstruiert werden.

[0049] Fig. 2 zeigt einen alternativen Aufbau der Telegramme **1**, **2**. Dabei wird das Fehlerkorrekturtelegramm **2** ohne eigene Präambel und Sync-Wort versendet. Zum Empfang dieser Telegramme behält der Empfänger nach Erhalt des standardkonformen Telegramms die Bit-Synchronisation aufrecht. Nach der dem Empfänger bekannten Zeit Δt kann dadurch auch das Fehlerkorrekturtelegramm **2** empfangen werden. Ansonsten entspricht das Vorgehen dem zuvor beschriebenen Fall.

[0050] Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass in den Fig. 1 und Fig. 2 zwar besonders bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung dargestellt sind, die Erfindung jedoch ausdrücklich nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt ist. So ist es bspw. möglich, die Kennung **5** des weiteren Telegramms **2** mit in das Sync-Wort des zweiten Telegramms zu integrieren. Dies bedeutet, dass der Empfänger aufgrund des Sync-Wortes in der Präambel **8** des weiteren Telegramms **2** erkennt, welche Methode der Fehlerkorrektur der Sender verwendet hat und welche Parameter für das Durchführen der Fehlerkorrektur im Empfänger angewendet werden müssen.

[0051] Für den Fall, dass für die Anwendung der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Fehlerkorrektur bei der Funkübertragung von Daten **3** eine Kennung **5** erforderlich ist, ist es sinnvoll, dass die Kennung **5** eigene Kennungs-Fehlerkorrekturdaten **4** zur eigenständigen Fehlerkorrektur der Kennung **5** aufweist. Damit kann die Kennung **5** eigenständig korrigiert werden, wenn in der Kennung **5** ein Übertragungsfehler statt-

findet. Eine entsprechende Kennung ist beispielhaft in **Fig. 3** veranschaulicht.

[0052] Dort ist eine Kennung **5** mit insgesamt 8 Bits (d.h. ein Kennungs-Byte) mit Kennungsdaten **9** dargestellt, welche die Art der Fehlerkorrektur beschreiben, durch den Empfänger direkt auslesbar sind und die Informationen zur Durchführung der Fehlerkorrektur enthalten. Hierfür werden 3 Bits verwendet. Anschließend an die Kennungsdaten **9** sind die Kennungs-Fehlerkorrekturdaten **10** vorgesehen, welche auf Basis der Kennungsdaten **9** berechnet sind und in einem Fehlerfall aufgrund einer Redundanz die Rekonstruktion der Kennungsdaten **9** erlauben. Auch hierfür kann ein übliches FEC-Verfahren verwendet werden. Dieses ist erfindungsgemäß eindeutig vordefiniert und kann daher ohne weitere Parametrierung verwendet werden. In einer Gerätegeneration sollte dieses Verfahren nicht mehr geändert werden, so dass alle Geräte untereinander kompatibel sind. Auch für die Kennungs-Fehlerkorrekturdaten **10** sind 3 Bits vorgesehen.

[0053] Die restlichen, in **Fig. 3** nicht gekennzeichneten Bits, können anderweitig verwendet werden, bspw. für einen Prüfwert zum Erkennen von Übertragungsfehlern, analog dem bereits beschriebenen Verfahren für CRC-Bytes. Damit ist die Kennung **5** in dem Telegramm **2** erfindungsgemäß völlig autark im Hinblick auf eine Erkennung und Behebung von Übertragungsfehlern.

Bezugszeichenliste

1	standardkonformes Telegramm
2	weiteres Telegramm
3	Daten
4	Fehlerkorrekturdaten
5	Kennung
7	Präambel mit Sync-Wort, Standard
8	Präambel mit Sync-Wort, Fehlerkorrektur
9	Kennungsdaten
10	Kennungs-Fehlerkorrekturdaten
Δt	zeitlicher Abstand

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 2015/974666 A1 [0006]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Aufsatz Kann Yu et. al., "A Flexible Error Correction Scheme for IEEE 802.15.4-based Industrial Wireless Sensor Networks" [0005]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Funkübertragung von Daten, bei dem die Daten in einem standardkonformen Telegramm (1) entsprechend einem definierten Standard versendet und/oder empfangen werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein weiteres Telegramm (2) versendet und/oder empfangen wird, wobei das weitere Telegramm (2) einen Fehlerkorrekturdatensatz mit Fehlerkorrekturdaten (6) zu den in dem standardkonformen Telegramm (1) enthaltenen Daten (3) beinhaltet, welche aufgrund einer Redundanz eine Fehlerkorrektur der Daten (3) bei Übertragungsfehlern zulassen.

2. Verfahren zur Funkübertragung von Daten nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine weitere Telegramm (2) zeitlich nach dem standardkonformen Telegramm (1) versendet wird.

3. Verfahren zur Funkübertragung von Daten nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine weitere Telegramm (2) nur empfangen und/oder ausgewertet wird, wenn im standardkonformen Telegramm (1) ein Übertragungsfehler festgestellt wurde.

4. Verfahren zur Funkübertragung von Daten nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine weitere Telegramm (2) eine Kennung (5) enthält, wobei die Kennung (5) Informationen zur Durchführung der Fehlerkorrektur enthält.

5. Verfahren zur Funkübertragung von Daten nach Anspruch 4 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kennung (5) eine eigene Fehlerkorrektur mit Kennungs-Fehlerkorrekturdaten (10) zur Korrektur der Kennung (5) enthält.

6. Verfahren zur Funkübertragung von Daten nach Anspruch 4 oder 5 **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Kennung (5) eine Versionsnummer übertragen wird, anhand derer der Empfänger die Informationen zur Durchführung der Fehlerkorrektur ermitteln kann.

7. Verfahren zur Funkübertragung von Daten nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sowohl das standardkonforme Telegramm (1) als auch das mindestens eine weitere Telegramm (2) je eine Präambel mit Sync-Wort (4, 5) beinhalten, wobei das Sync-Wort (5) des mindestens einen weiteren Telegramms (2) ein eigenes, von dem Sync-Wort (4) des standardkonformen Telegramms (1) verschiedenes Sync-Wort ist.

8. Verfahren zur Funkübertragung von Daten nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Präambel (8) des mindestens einen weiteren Tele-

gramms (2) im Vergleich zur Präambel (7) des standardkonformen Telegramms (1) verkürzt ist.

9. Verfahren zur Funkübertragung von Daten nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein weiteres Telegramm (2) ohne Präambel und ohne Sync-Wort, aber nach einer so kurzen Sendepause versendet wird, dass der Empfänger während der Sendepause die Bit-Synchronisierung nicht verliert.

10. Verfahren zur Funkübertragung von Daten nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine weitere Telegramm (2) in einem definierten zeitlichen Abstand zum standardkonformen Telegramm (1) oder einem vorausgegangenem weiteren Telegramm (2) ausgesendet wird.

11. Verfahren zur Funkübertragung von Daten nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der definierte zeitliche Abstand auf das Ende des standardkonformen Telegramms (1) oder des vorausgegangenem weiteren Telegramms (2) bezogen wird.

12. Verfahren zur Funkübertragung von Daten nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Empfänger die Informationen zur Durchführung der Fehlerkorrektur aus dem Sync-Wort des mindestens einen weiteren Telegramms (2) ermittelt.

13. Vorrichtung zur Funkübertragung von Daten mit einem Funksender, mit einem Datenspeicher zur Speicherung der zu übertragenden Daten und mit einer Recheneinheit, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Recheneinheit dazu eingerichtet ist, entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 12 ein standardkonformes Telegramm (1) und ein weiteres Telegramm (2) zusammenzustellen und durch den Funksender zu versenden.

14. Vorrichtung zur Funkübertragung von Daten mit einem Funkempfänger, mit einem Datenspeicher zur Speicherung der übertragenen Daten und mit einer Recheneinheit, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Recheneinheit dazu eingerichtet ist, entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 12 ein standardkonformes Telegramm (1) und ein weiteres Telegramm (2) zu empfangen und mit Hilfe des in dem weiteren Telegramm übertragenen Fehlerkorrekturdatensatzes Übertragungsfehler in dem standardkonformen Telegramm (1) zu korrigieren.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

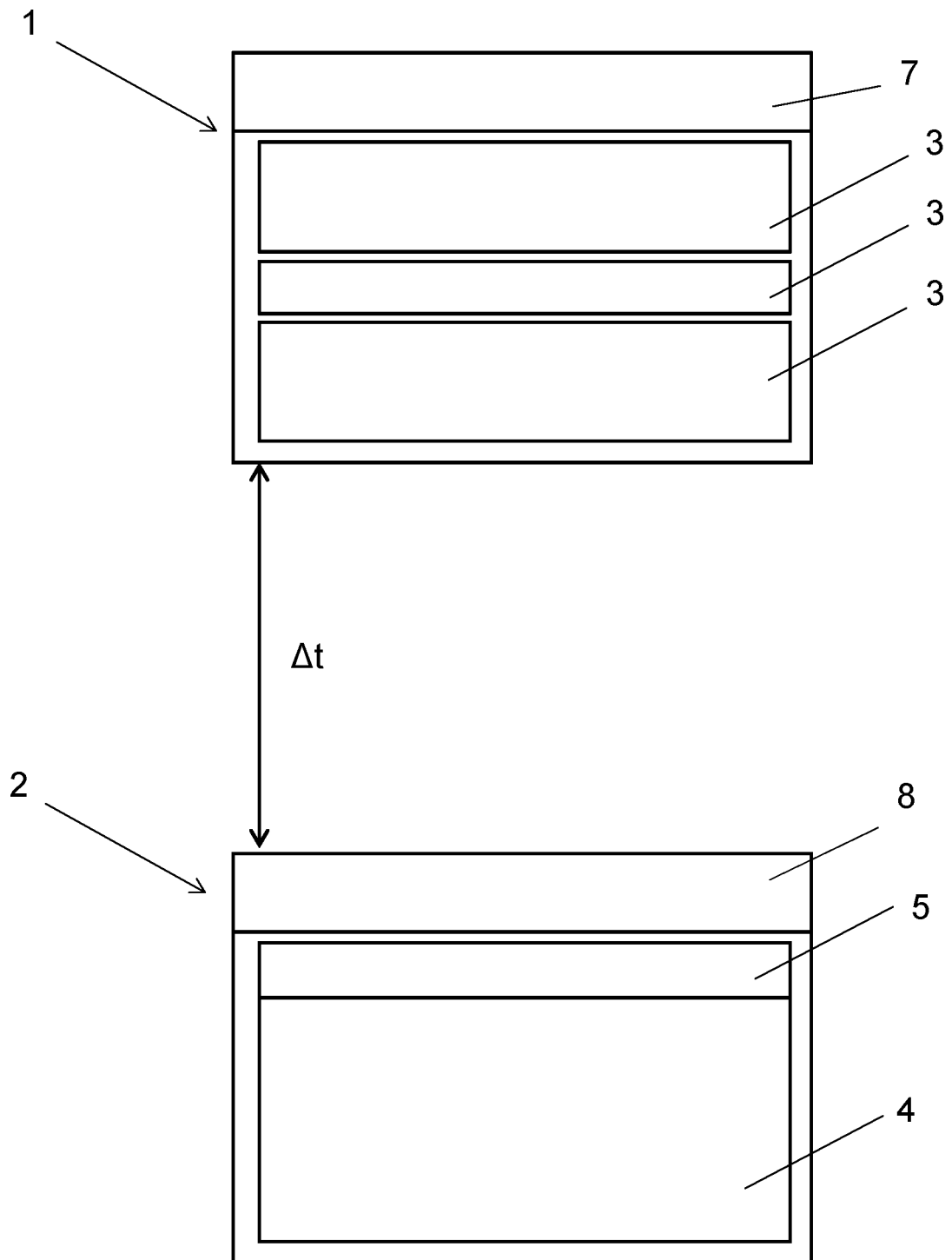


Fig. 1

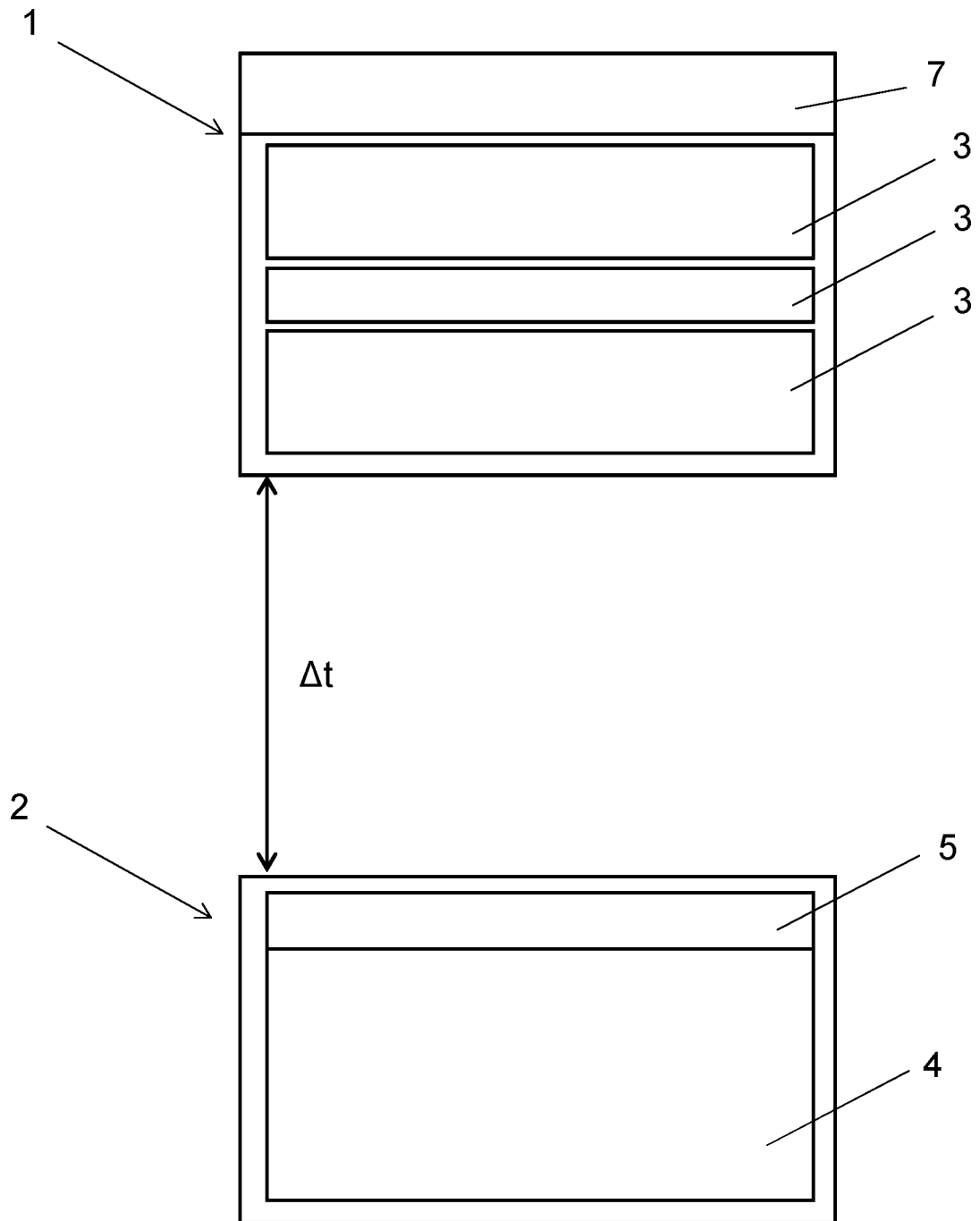


Fig. 2

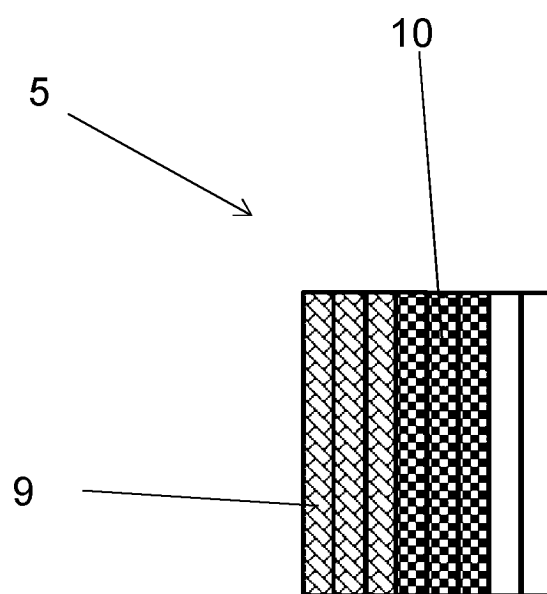


Fig. 3