

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU505824

<https://patent.public.lu/fr-eregister/view/>

12

BREVET D'INVENTION**B1**

21

N° de dépôt: LU505824

51

 Int. Cl.:
G01R 19/25

22

Date de dépôt: 18/12/2023

30

Priorité:

73

 Titulaire(s):
PHOENIX CONTACT GMBH & CO. KG – 32825
Blomberg (Deutschland)

43

Date de mise à disposition du public: 19/06/2025

72

 Inventeur(s):
EMME Christoph – Deutschland

47

Date de délivrance: 19/06/2025

DX

Date d'expiration: 18/12/2043

74

 Mandataire(s):
PHOENIX CONTACT GMBH & CO. KG –
32825 Blomberg (Deutschland)

85

Date d'entrée en phase nationale:

86

N° de dépôt de la demande internationale:

54

Verfahren, System und Computerprogrammprodukt zur Verarbeitung von Stromdaten in geografisch verteilten Funktionsblöcken.

57

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren (10), ein System (100) und ein Computerprogrammprodukt zur Ermittlung von Strommesswerten, umfassend einen Empfangsschritt (20), bei dem ein Empfangsmodul ein Datenübertragungssignal (25) von einem Messumsetzer empfangt, wobei das Datenübertragungssignal (25) digitalen Stromdaten umfasst, die auf einem von einer unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung gemessenen analogen Stromdaten basieren, einen Verarbeitungsschritt (30) in dem Empfangsmodul, bei dem ein Strommesswert (35) auf Basis des digitalen Stromdaten und zumindest einer Eigenschaft der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung ermittelt wird, und einen Bereitstellungsschritt (60), bei dem der Strommesswert (35) bereitgestellt wird.

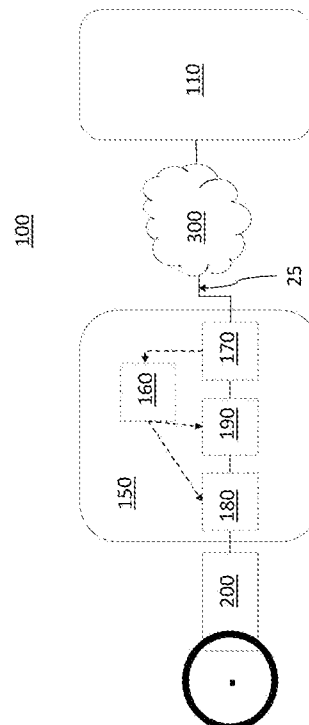


Fig. 2

Verfahren, System und Computerprogrammprodukt zur Verarbeitung von Stromdaten in geografisch verteilten Funktionsblöcken

LU505824

5 Strommessumformer werden Geräte genannt, die Stromdaten und gegebenenfalls Spannungsdaten von Sensoren in entsprechende Messwerte von Strom und gegebenenfalls Spannung umwandeln und bereitstellen. Darüber hinaus können manche Strommessumformer Steuer- oder Auswertefunktionen für die Messobjekte basierend auf den Messwerten von Strom und gegebenenfalls Spannung zusätzlich bereitstellen. Heute werden Strommessumformer als Geräte in vielen Applikationen verbaut, zum Beispiel in Schaltschränken für Systemsteuerungen. Zum Teil wird 10 der Strom im Gerät selbst, z.B. über eine Shunt-Messung bestimmt, die so genannte Direktmessung. Andere Geräte nutzen Sensoren wie Rogowski-Spulen oder Stromwandler zum Erfassen des elektrischen Stroms. Für Letzteres ist das Produkt MCR-S10-50-UI-SW-DCI-NC von Phoenix Contact ein Beispiel.

15 Bei solchen herkömmlichen Messumformern ist die Anzahl der Messkanäle durch die Hardware beschränkt. Um diese Beschränkung zu überwinden, werden zum Teil für solche herkömmlichen Messumformer Erweiterungsmodule oder anreihbare Messkanäle angeboten. Dies ist jedoch unflexibel und erfordert die strikte Verwendung einheitlicher oder aufeinander abgestimmter Messumformer oder Erweiterungsmodule.

20 Somit besteht die technische Aufgabe, die Verarbeitung von Stromdaten flexibler zu gestalten und die Beschränkung der Anzahl von Messkanälen zu überwinden, die bei herkömmlichen Messumformern aufgrund ihrer Hardware gegeben ist. Eine alternative oder darüberhinausgehende Aufgabe ist die Verarbeitung elektrischer Messdaten zur Ermittlung der Messwerte räumlich vom Ort der Messung bzw. der ersten Bearbeitung des Messsignals trennen zu können.

25 Die Aufgabe wird bzw. die Aufgaben werden mit den Merkmalen jedes der unabhängigen Ansprüche gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Ausführungsbeispiele der Erfindung, die wahlweise miteinander kombinierbar sind, sind im Folgenden unter teilweiser Bezugnahme auf die Figuren offenbart. Insbesondere sind Merkmale, die im Kontext des Systems genannt sind, auch entsprechend im Verfahren realisierbar, beispielsweise 30 durch einen Schritt des Bereitstellens des entsprechenden Merkmals oder durch einen Schritt des Ausführens einer Funktion des Systems. Ferner kann das System jedes im Kontext des Verfahrens genannte Merkmal umfassen und kann dazu ausgebildet sein, einen jeden im Kontext des Verfahrens genannten Schritt auszuführen.

35 Ein erster Aspekt betrifft ein Verfahren zur Ermittlung von Strommesswerten. Das Verfahren umfasst einen Empfangsschritt, bei dem ein Empfangsmodul ein Datenübertragungssignal von einem Messumsetzer empfängt. Das Datenübertragungssignal umfasst digitale Stromdaten, die auf analogen Stromdaten basieren, die mit einer unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung gemessenen sind. Das Verfahren umfasst weiterhin einen Verarbeitungsschritt in dem Empfangsmodul, bei dem ein Strommesswert auf Basis der digitalen Stromdaten und optional 40 zumindest einer Eigenschaft der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung ermittelt wird. Weiter umfasst das Verfahren einen Bereitstellungsschritt, bei dem der Strommesswert bereitgestellt wird.

Die Strommesswerte (kurz: Messwerte) können ferner Energiemesswerte und/oder (beispielsweise mit Zeitstempel versehene) Leistungsmesswerte umfassen. Ausführungsbeispiele der Erfindung sehen vor, zumindest teilweise eine Verarbeitung elektrischer Messdaten zur Ermittlung der

Strommesswerte räumlich zu trennen vom Ort der Messung beziehungsweise der ersten Bearbeitung des Messsignals (beispielsweise beim Erstellen der digitalen Stromdaten, die auf analogen Stromdaten basieren). Diese Verarbeitung kann als computerimplementiertes Verfahren oder Computerprogrammprodukt separat von der Messung als Netzwerkfunktion implementiert werden.

5 Mit anderen Worten können für die Erfindung Teile der Funktionen und Verfahren, welche konventionell in dem jeweiligen Messumformern oder dergleichen realisiert sind, extrahiert und in einem Software-Container (wie z.B. ein Docker-Container) implementiert werden. Dort wird die Verarbeitung der Werte durchgeführt, die bisher im Strommessumformer durchgeführt wird. Darüber hinaus kann eine weitere Verarbeitung durchgeführt werden auf Basis der erhöhten
10 Rechenleistung einer zentralen Hardware (Cloud, Server) und alternativ oder ergänzend auf Basis der zusammengeführten Messergebnisse einer Mehrzahl von angeschlossenen erfinderischen Messumsetzern.

Vorteilhaft kann in der Netzwerkverbindung mit einem oder vielen netzwerkfähigen Messumsetzern und alternativ oder ergänzend durch die paketorientierte Kommunikation die Abhängigkeit der
15 Verarbeitung von herkömmlichen Strommessumformern (beispielsweise einem Teilungsverhältnis bei der Strommessung) und eine Begrenzung der Anzahl der Messkanäle aufgehoben werden.

Ein Strommesswert entspricht dem mit einer Strommesseinrichtung gemessenen Wert des in einem Leiter fließenden Stroms. Dabei kann die Strommesseinrichtung den gemessenen Wert direkt ausgeben. Im vorliegenden Fall gibt die Strommesseinrichtung allerdings nur eine Indikation des in
20 dem Leiter fließenden Stroms aus, die so genannten analogen Stromdaten. Diese müssen erst in einen zugehörigen Messwert umgewandelt werden, was die Berücksichtigung verschiedener Parameter umfassen kann. Relevante Parameter können das Messprinzip der Strommesseinrichtung, deren Typ und Auslegung, die Ausprägungen des gemessenen Stroms, etc. enthalten.

Die Unterbrechungsfreiheit der Strommesseinrichtung kann sich auf die gemessene Schaltung oder deren Stromleiter beziehen, die zur Anordnung der Strommesseinrichtung nicht verändert,
25 insbesondere nicht unterbrochen, werden muss. Entsprechend ist häufig eine nachträgliche Montage der Strommesseinrichtung möglich ohne weitere (z.B. elektrische) Veränderung der bisherigen Schaltung oder Stromleitung.

Ein Messumsetzer kann gemäß DIN 1319 definiert sein. Er ist direkt an eine Messeinrichtung, hier
30 eine Strommesseinrichtung, angeschlossen und empfängt deren Ausgabesignal, zum Beispiel die analogen Stromdaten geringer Stromstärke. Weiter verarbeitet der Messumsetzer diese analogen Stromdaten und ermittelt herkömmlich zumindest die zugehörigen Strommesswerte. Der erfinderische Messumsetzer realisiert nur einen Teil der genannten Funktionalität vor Ort nahe bei der Strommesseinrichtung, die auch als unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung ausgeführt sein
35 kann. Die Vor-Ort Funktionalität umfasst vorzugsweise die Erfassung der analogen Stromdaten sowie deren Aufbereitung und Weiterleitung an eine Empfangseinheit. Diese übernimmt die übrigen Bearbeitungsfunktion des herkömmlichen Messumsetzers soweit sinnvoll und ergänzend gegebenenfalls zusätzliche Auswertungen. Typischerweise können basierend auf dem Strommesswert weitere Signale ermittelt werden zum Steuern der Messobjekte und alternativ oder
40 ergänzend für Wartungs- oder Fehleranzeigen oder dergleichen mehr.

Die Strommesswerte werden durch unterbrechungsfreie Strommesseinrichtungen ermittelt, die zum Beispiel als Rogowski-Spule, als Hallsensor oder ähnliches ausgebildet sein können. Dabei werden die unterbrechungsfreien Strommesseinrichtungen so zur Strommessung angeordnet, dass die unterbrechungsfreien Strommesseinrichtungen die stromführenden Leiter und Elemente nicht
45 unterbrechen. Dies ist insbesondere für die Leitung hoher Ströme von Vorteil.

Der erfinderische Messumsetzer, auch netzwerkfähiger Messumsetzer genannt, kann dazu ausgebildet sein, seine Messergebnisse als Datenpakete an einer Netzwerkschnittstelle auszugeben. Der netzwerkfähige Messumsetzer kann auch als paketorientierter Messumsetzer oder digitaler Messumsetzer bezeichnet werden. Der netzwerkfähige Messumsetzer kann einen Sensor-Anschluss für eine unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung, insbesondere eine Rogowski-Spule, einen Analog-Digital-Umsetzer und eine Netzwerkschnittstelle umfassen. Beispiele für eine unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung je nach Messprinzip sind eine Rogowski-Spule (beispielsweise zur induktiven Messung eines Wechselstroms), ein Stromwandler (beispielsweise ein Transformator) oder eine Direktmessung des Stroms (beispielsweise mit einem sogenannten "Shunt"-Widerstand als Messumsetzern).

Die über das Netzwerk und/oder in Datenpaketen empfangenen Messwerte werden auch als digitalisierte Messwerte bezeichnet. Die elektrischen Größen, wie beispielsweise digitale Stromdaten, werden zum erfindungsgemäßen Empfangssystem übertragen.

Ein Datenübertragungssignal wird zwischen der Messeinrichtung und dem Empfangsmodul ausgetauscht. Es eignet sich bevorzugt zur Übertragung in drahtgebundenen oder drahtlosen Verbindungen und insbesondere für Netzwerke, die Messumsetzer und Empfangsmodul miteinander verbinden. Vorzugsweise hält es sich an vereinbarte Standards für solche Netzwerke zur Steigerung der Übertragungsgüte. Vorliegend umfasst das Datenübertragungssignal auch digitale Stromdaten, die auf den analogen Stromdaten basieren, die mit einer unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung gemessenen sind.

Die Eigenschaft der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung kann ihr Typ (beispielsweise ihr physikalisch-technisches Messprinzip) sein, der zum Beispiel als Rogowski-Spule, als Hallsensor oder dergleichen ausgeführt sein kann. Typ-abhängig sind die analogen Stromdaten unterschiedlich ausgeprägt, zum Beispiel bezüglich ihres Verhältnisses zum gemessenen Strom, dessen Veränderungen, den Messbereichen und anderem mehr. Optional können sich auch verschiedene Bauformen des gleichen Typs unterscheiden, zum Beispiel in Bezug auf die oben genannten Merkmale. Die Typ-abhängigen und ergänzend zumindest ein Teil der bauformabhängigen Parameter können im Messumsetzer berücksichtigt werden. Alternativ oder ergänzend kann die Eigenschaft eine räumliche Positionierung (beispielsweise eine relative Anordnung und/oder Ausrichtung von Stromleiter und der Strommesseinrichtung) umfassen.

Ein Bereitstellungsschritt, bei dem der Strommesswert zur weiteren Bearbeitung oder auch zur Anzeige bereitgestellt wird, kann die Ablage des Strommesswertes in einem Speicher des Empfangsmoduls umfassen. Es kann auch die Übertragung an eine andere Entität (eine zentrale Bearbeitungseinheit) umfassen. Die Bereitstellung kann parametrisiert sein und insbesondere in Abstimmung mit der anderen Entität erfolgen.

Vorteilhaft kann so die Komplexität des Vor-Ort Messumformers reduziert werden.

In Ausführungsbeispielen kann in einem weiteren Verarbeitungsschritt der Strommesswert auf einer Parametrierung in Bezug auf die unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung und ergänzend oder alternativ in Bezug auf den gemessenen analogen Stromdaten basieren. Ein Steuersignal kann basierend auf dem Strommesswert und ergänzend oder alternativ auf einer Applikation erzeugt werden. Dabei kann die Applikation auf einem Verbraucher basieren, dessen Strom von der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung gemessen wird. Das Steuersignal kann optional zur Bereitstellung einer Schwellwertüberschreitung, eines Spitzenlastfassungssignal, eines Überwachungssignals und ergänzend oder alternativ eines digitalen Ein-/Aussignals ausgeführt sein.

Der weitere Bearbeitungsschritt kann im Messumsetzer oder im Empfangsmodul oder an anderer Stelle stattfinden.

Die Parametrierung kann das Typ oder Ausführungsart bedingte Umsetzverhältnis der Rogowski-Spule oder anderer Strommessvorrichtung, eine Berücksichtigung der Anordnung der Strommesseinrichtung auf dem zu messenden stromführenden Leiter und dergleichen mehr umfassen. So kann die Eigenschaft der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung, zum Beispiel der Typ (zum Beispiel eine Rogowski-Spule), dem Messumsetzer mitgeteilt werden. Alternativ oder ergänzend kann die Parametrierung der analogen Stromdaten Nichtlinearitäten der Strommessvorrichtung insbesondere in bestimmten Messbereichen, Temperatur- und gegebenenfalls auch Feuchteabhängigkeiten sowie äußere Einflüsse, zum Beispiel in Form von elektromagnetischer Strahlung, berücksichtigen.

Das Steuersignal kann vom Empfangsmodul an den Messumsetzer übermittelt werden. Es kann, basierend auf dem Strommesswert und ergänzend oder alternativ auf der Applikation erzeugt werden. Es kann zum Beispiel eine Einstellung des Messumsetzers bewirken, die eine Verarbeitung des analogen Stromdaten, des Datenübertragungssignal oder dergleichen mehr beeinflusst. Beispielfhaft kann eine Kodierungstiefe der digitalen Stromdaten vorgegeben werden oder der Aufbau des Datenübertragungssignals, eine Erfassungshäufigkeit der analogen Stromdaten, deren Abstand, Trigger und so weiter. Weiter kann das Steuersignal üblich Ausgänge herkömmlicher Messumsetzer nachbilden. Alternativ kann das Steuersignal auch in einem Weiterverarbeitungsteil der Empfangseinrichtung weiterverarbeitet werden. Alternativ oder ergänzend kann ein erstes Steuersignal an den Messumsetzer übermittelt werden und ein zweites Steuersignal an den Weiterverarbeitungsteil der Empfangseinrichtung übermittelt werden, wobei die Inhalte des Steuersignals sich auf das erste Steuersignal und das zweite Steuersignal aufteilen können.

Die Applikation berücksichtigt die Eigenschaften des gemessenen Verbrauchers. Beispielfhaft kann das ein Motor sein, dessen Anlaufströme, Lastspitzen, sowie optional jeweils deren Anzahl und ergänzend oder alternativ deren Zeitpunkt zu ermitteln sind. Alternativ kann auch eine Fehlerüberwachung an Hand des Strommesswertes, seiner Veränderung oder seines absoluten Wertes erfolgen.

Vorteilhaft können so individuell die Eigenschaften der Strommesseinrichtung als auch die Anwenderwünsche bezüglich des Verbrauchers berücksichtigt werden.

In anderen Ausführungsbeispielen kann die Parametrierung eine Normierung der digitalen Stromdaten bewirken. Optional kann die Normierung ein Verhältnis zwischen dem gemessenen Strom und den digitalen Stromdaten berücksichtigen.

Als Normierung kann ein Ausgleich der durch die Strommesseinrichtung bewirkten Verfälschungen des Strommesswerts verstanden werden. Die Normierung kann dabei alle Abweichungen umfassen, die ihrerseits die verschiedenen Typ- und bauformabhängigen Skalierungsfaktoren, Stromstärken abhängigen Abweichungen, eine Kompensation erkannter Umwelteinflüsse und dergleichen mehr umfassen kann. Entsprechend kann die Normierung auch auf Veränderungen im laufenden Messbetrieb reagieren und sich entsprechend anpassen. Beispielfhaft kann die Normierung das Teilungsverhältnis Strommesswert zu analogen Stromdaten, z.B. für eine bestimmte Ausführungsform der Rogowski-Spule, umfassen.

Vorteilhaft kann so die Vergleichbarkeit verschiedener Strommesswert sichergestellt werden, die auf verschiedenen Typen und ergänzend oder alternativ von verschiedenen Ausführungsformen von Strommesseinrichtung basieren.

In weiteren Ausführungsbeispielen kann das Verfahren ein Einstellsignal umfassen, der dem Messumsetzer zumindest eine Einstellung signalisiert. Das Einstellsignal kann dem Messumsetzer eine Berücksichtigung des Typs und/oder der Eigenschaften der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung signalisieren. Optional kann das Einstellsignal dem Messumsetzer eine Erfassung und Bearbeitung analoger Spannungsdaten von der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung im Messumsetzer signalisieren.

Das Einstellsignal kann auf dem vom Messumsetzer empfangenen Steuersignal basieren und ergänzend oder alternativ mit dem Einstellsignal korrelieren. Entsprechend des Steuersignals können die genannten Einstellungen im Messumsetzer bewirkt werden. Darüber hinaus kann das Einstellsignal auch eine Erfassung und Bearbeitung analoger Spannungsdaten der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung im Messumsetzer bewirken. Diese Erfassung und Bearbeitung analoger Spannungsdaten kann in Ergänzung zur Erfassung und Bearbeitung analoger Stromdaten erfolgen und die Bereitstellung digitaler Spannungsdaten im Übertragungssignal bewirken. Alternativ oder ergänzend können auch entsprechend Energiedaten und/oder (beispielsweise mit Zeitstempel versehene) Leistungsdaten erhoben und im Übertragungssignal bereitgestellt werden. Das Einstellsignal kann auch eine zeitlich begrenzte Einstellung im Messumsetzer bewirken. Das Einstellsignal kann im laufenden Messbetrieb ein- oder mehrmals vom Messumsetzer mit gleichem oder anderen Inhalt empfangen werden.

Vorteilhaft kann so die Funktionalität des Messumsetzers dynamisch wechselnden Erfordernissen auch im laufenden Messbetrieb angepasst werden.

In Ausführungsbeispielen kann das Empfangsmodul als Software zum Ablauf in einem Server oder einer Cloud ausgeführt sein. Dabei kann die Software als portable Software zum Ablauf auf voneinander verschiedenen Systemen eingerichtet sein, insbesondere durch Einbindung aller notwendigen Routinen und Adaptionen in einer Datei. Optional kann die Software als Container-Software, insbesondere als Docker-Container, ausgeführt sein.

Server oder Cloud dienen dabei als abgesetzte Recheneinheiten, die jeweils standardisierte Rechenfunktionen anbieten.

Container-Software sind Softwarepakete, die alle Elemente enthalten, die zur Ausführung in nahezu beliebigen Umgebungen erforderlich sind. Container virtualisieren dadurch das Betriebssystem. Sie lassen sich überall ausführen, ob in einem privaten Rechenzentrum, in der öffentlichen Cloud oder auf dem privaten Laptop eines Entwicklers. Entsprechend ist die Container-Software portabler als übliche Software, die unter anderem eng mit dem Betriebssystem verknüpft ist.

Docker-Container umfassen ein Docker-Image, das auf einem Cloudsystem oder in einer PLCnext App (Produktbezeichnung der Firma Phoenix Contact) verarbeitet werden können. Der Docker-Container kann auf verschiedensten Systemen ausgeführt werden.

Vorteilhaft kann so eine leichte Portierbarkeit der Software des Empfangsmoduls erreicht werden. Weiter kann mittels des Software-Containers eine Verbreitung des Computerprogrammprodukts an den von der Messung räumlich getrennten und/oder für viele Messorte zentralisierten Ort der Verarbeitung der Messwerte ohne spezifische Anpassungen ermöglicht werden.

In anderen Ausführungsbeispielen kann das Empfangsmodul als Firmware ausgeführt sein. Optional kann das Empfangsmodul in Verbindung mit einem Web-basierten Steuermodul stehen.

Als Firmware versteht man eine Software, die in elektronischen Geräten eingebettet ist und dort grundlegende Funktionen leistet. Sie nimmt eine Zwischenstellung zwischen Hardware und der

Anwendungssoftware ein. Sie ist Hardware-spezifisch und deshalb auf einer abweichenden weiteren Hardware nicht ablauffähig.

Das Verfahren kann mit Hilfe eines firmenspezifischen Container-Managements ablaufen, das fachsprachlich als Universal Container Management (UMC) bezeichnet wird. Insbesondere kann das UMC zur Messung von Strömen auch als ECM (Electrical Current Measurement) ausgebildet sein. Optional kann das Verfahren als Teil eines Docker-Containers ausgebildet sein.

Im Gegensatz zur Firmware kann ECM nicht hardware-spezifisch und kann auf verschiedenen Hardware-Plattformen ausgeführt werden. Beispielsweise kann ein ECM-System auf die Verwendung mit bestimmten Cloud-Plattformen oder Betriebssystemen ausgelegt sein.

10 Ein Web-basiertes Steuermodul (fachsprachlich: Web-basiertes Management, WBM) ist eine Steuereinheit, die mit der Empfangsmodul-Firmware in logischer Verbindung steht. Sie kann als übergeordnete Steuereinheit ausgebildet sein und die Empfangsmodul-Firmware zusammen mit zumindest einer weiteren Empfangsmodul-Firmware steuern.

15 Vorteilhaft kann so eine verbesserte Anpassung an die Ablaufumgebung, die Hardware, für die Empfangsmodul-Firmware erreicht werden.

In weiteren Ausführungsbeispielen kann das Empfangsmodul ein weiteres Datenübertragungssignal von einem weiteren Messumsetzer empfangen. Optional kann der weitere Messumsetzer eine Mehrzahl von zusätzlichen Messumsetzern umfassen.

20 Mit anderen Worten kann das Empfangsmodul eine Mehrzahl von Datenübertragungssignalen einer Mehrzahl von Messumsetzern empfangen. Das Empfangsmodul kann ergänzend auch eine Mehrzahl von Datenübertragungssignalen an die Mehrzahl der Messumsetzer senden. Es sind also an das Empfangsmodul eine Mehrzahl von Messumsetzer angeschlossen, wobei die Kommunikation mit jedem einzelnen Messumsetzer der beschriebenen Kommunikation mit einem Messumsetzer, wie oben beschrieben, umfassen kann. Die Anzahl der anschließbaren Messumsetzer ist lediglich durch die zur Verfügung stehende oder zur Verfügung stellbare Rechenleistung des Servers oder der Cloud begrenzt. In einer objektorientierten Programmierung wäre ein weiterer Kanal eine zusätzliche Instanz eines digitalen Messumsetzers.

30 Vorteilhaft kann so eine Flexibilisierung bezogen auf die konventionellen Messumsetzer erreicht werden, bei der die Anzahl der zentralisierbaren Funktionen der jeweiligen Messumsetzer durch eine Anpassung der Rechenleistung in Server oder Cloud realisiert werden können.

35 In Ausführungsbeispielen kann das Datenübertragungssignal und optional das weitere Datenübertragungssignal als netzwerkfähiges Datenübertragungssignal und optional als weiteres Datenübertragungssignal ausgebildet sein. Weiter optional kann das Datenübertragungssignal, und optional das weitere Datenübertragungssignal, als Signal für zumindest eines der Netzwerke (oder Netzwerktypen) Interbus, Profibus, Profinet, Ethernet, EtherCAT, CAN-Bus, HART, WLAN oder zellulares Netzwerk ausgebildet sein.

40 Ein netzwerkfähiges Datenübertragungssignal kann für ein drahtgebundenes und ergänzend oder alternativ für ein drahtloses Netzwerk ausgebildet sein. Es können auch kombinierte Netzwerke zum Einsatz kommen, bei denen zum Beispiel per WLAN der Anschluss an die Endgeräte erreicht wird, während die übrigen Verbindungen drahtgebunden ausgeführt sind. Vorzugsweise kann das Datenübertragungssignal einem Standard entsprechen. Dann können Bauelemente verschiedener Hersteller zum Einsatz kommen und entsprechend auch eine Skalierung durch weitere Messumsetzer erleichtert werden.

Im Folgenden werden die genannten Standards kurz umrissen. Das Ethernet ist eine Technik, die Software und Hardware für kabelgebundene Datennetze spezifiziert, welche ursprünglich für lokale Datennetze gedacht war. Sie ermöglicht den Datenaustausch in Form von Datenframes zwischen den in einem lokalen Netz angeschlossenen Geräten. Der Interbus ist ein Feldbussystem für einen breiten Einsatz in einem Unternehmen. Ein Interbus deckt verschiedene Applikationsbereiche ab, von Sensor/Aktor-Ebene in der Prozess-Automatisierung bis zu Überwachungs-PCs. Der Profibus ist ein standardisiertes Bus-System für die industrielle Kommunikation und Datenübertragung, vor allem in der Automatisierungstechnik. Es ist ein Multi-Master-System, was bedeutet, dass mehrere Komponenten als Master die Kommunikationsabläufe steuern können. Das Profinet (PROFINET) ist der offene Industrial-Ethernet-Standard der PROFIBUS Nutzerorganisation. Für die Kommunikation werden international etablierte IT-Standards, wie TCP/IP, genutzt. EtherCAT ist ein Echtzeit-Ethernet. Das in IEC-Standard 61158 offengelegte Protokoll eignet sich für harte wie weiche Echtzeitanforderungen in der Automatisierungstechnik. Der CAN-Bus ist ein Bus-System mit einer Datenübertragungsgeschwindigkeit von bis zu 1 Mbit/s, der den seriellen Datenaustausch zwischen Steuergeräten ermöglicht. HART ist der globale Standard für das Senden und Empfangen digitaler Informationen über analoge 4-20-mA-Stromschleifen, die die überwiegende Mehrheit der Feldinstrumente mit verteilten Steuerungssystemen verbinden. Ein zelluläres Netzwerk ist eine Art von Kommunikationsnetz, das aus einer Reihe miteinander verbundener Zellen besteht, die jeweils Datenübertragungen senden und empfangen können. Dieser Netzwerktyp wird üblicherweise für Mobiltelefonnetze und andere drahtlose Netze verwendet. WLAN (Wireless Local Area Network) ist eine Gruppe von Standards für ein Funknetzwerk auf Basis von Ethernet.

Vorteilhaft kann so auf bewährte, leistungsfähige und leicht verfügbare und deshalb preiswerte Technik zurückgegriffen werden.

In anderen Ausführungsbeispielen kann in einem Auswerteschritt ein Ergebnis bereitgestellt werden. Das Ergebnis basiert auf dem Strommesswert und ergänzend oder alternativ auf einem Spannungsmesswert, der wiederum auf den analogen Spannungsdaten aus dem Messumsetzer basieren. Weiter umfasst das Ergebnis den weiteren Strommesswert und ergänzend oder alternativ einem weiteren Spannungsmesswert, der wiederum auf den weiteren analogen Spannungsdaten basiert. Optional kann das Ergebnis zumindest eine Aussage zu einer Abweichung der Strommesswerte und ergänzend oder alternativ der Spannungsmesswerte vom Mittelwert, einer Überschreitung oder Unterschreitung eines Schwellwerts, einen Hinweis auf ein Nutzungsmuster und ergänzend oder alternativ einen Zusammenhang mit historischen Strommesswerten sowie ergänzend oder alternativ zu historischen Spannungsmesswerten umfassen.

Das Ergebnis ergibt sich aus einem Vergleich von Strom- und ergänzend oder alternativ von Spannungsmesswerten mit weiteren entsprechenden Messwerten. Dies können Messwerte basierend auf Datenübertragungssignalen anderer Messumsetzer sein. Ergänzend oder alternativ können das auch Vergleiche mit gespeicherten Daten umfassen. Entsprechend können verschiedenste Auswertungen erstellt werden.

Diese Auswertungen können auch bei einer vorausschauenden Wartung (fachsprachlich "predictive maintenance") berücksichtigt werden. Sie können auch zu veränderten Einstellungen der Messumsetzer führen, zum Beispiel mit Hilfe des Steuersignals. Ergänzend oder alternativ können sie auch zur zumindest temporären Korrektur der Messwerte (analoge Stromdaten, analoge Spannungsdaten) herangezogen werden.

Vorteilhaft kann so eine Weiterverarbeitung der Messdaten basierend auf ergänzenden Informationen bereitgestellt werden.

- Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein System zur Ermittlung von Strommesswerten. Das System umfasst ein Empfangsmodul, das ausgebildet ist, ein Verfahren gemäß des ersten Aspekts oder der zugehörigen Ausführungsbeispiele auszuführen. Das System umfasst weiterhin einen Messumsetzer zum Erfassen und Verarbeiten von analogen Stromdaten einer unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung. Die unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung kann dabei als Rogowski-Spule, als Aufsteckstromwandler, als Rohrstab-Stromwandler oder als Wickelstromwandler ausgebildet sein und jeweils entsprechende Signale mit dem System austauschen. Optional kann die unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung auch Spannungsdaten (analoge Spannungsdaten) bereitstellen.
- Empfangsmodul und Messumsetzer können dabei an verschiedenen geografischen Orten angeordnet und durch ein Netzwerk verbunden sein. Optional kann das System eine Mehrzahl von Messumsetzern umfassen, die alle mit dem Empfangsmodul verbunden sein können. Der Messumsetzer besteht aus Hardware und Software und ist insbesondere dazu ausgebildet, von einer unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung bereitgestellte Messwerte (analoge Stromdaten, optional analoge Spannungsdaten) zu empfangen. Das Empfangsmodul besteht vorzugsweise aus Software, die auch als Software Container, zum Beispiel als Docker-Container ausgeführt sein kann.
- Vorteilhaft kann so die Komplexität des bisherigen Vor-Ort Messumformers reduziert werden sowie die Messwerte (analoge Stromdaten, optional analoge Spannungsdaten) der verschiedenen Messumsetzer miteinander verarbeitet werden.
- In anderen Ausführungsbeispielen kann der Messumsetzer eine Stromversorgung umfassen, die aus einer Datenübertragungskomponente des Messumsetzers gespeist wird. Die Datenübertragungskomponente kann aus dem angeschlossenen Netzwerk gespeist werden. Der Messumsetzer kann einen Analog-Digital-Umsetzer umfassen, der zum Empfang von analogen Stromdaten von Wechselstrom ausgebildet ist, die von der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung ermittelt sind. Die Datenübertragungskomponente ist zum Senden und Empfangen von Datenübertragungssignalen ausgebildet. Das System umfasst weiterhin eine Recheneinheit zur Steuerung des Analog-Digital-Umsetzers und zur Steuerung der Datenübertragungskomponente. Die Recheneinheit ist dazu ausgebildet, digitale Stromdaten basierend auf den vom Analog-Digital-Umsetzer bearbeiteten analogen Stromdaten in Datenübertragungssignale über die Datenübertragungskomponente zu senden. Die Stromversorgung speist den Analog-Digital-Umsetzer und die Recheneinheit.
- Die Stromversorgung des Messumsetzers ist in einem Gehäuse des Messumsetzers angeordnet. Sie wird aus dem Netzwerk heraus gespeist, was zum Beispiel in Form einer Ethernet Stromversorgung für angeschlossene Geräte (fachsprachlich Power of Ethernet, PoE) erfolgen kann. Unter Speisung wird die Strom- und Spannungsversorgung des Messumsetzers verstanden. Diese interne Stromversorgung speist ihrerseits die übrigen Bauteile des Messumsetzers. Die Speisung kann dabei Baustein individuell erfolgen bezüglich Speisespannung und Speisestrom. Weiter kann die Stromversorgung einen Schlaf-Modus zumindest für den Analog-Digital-Umsetzer und alternativ oder ergänzend für die Recheneinheit umfassen. Dabei kann optional die Länge und alternativ oder ergänzend auch der Zeitpunkt der Schlaf-Modi für den Analog-Digital-Umsetzer und für die Recheneinheit voneinander abweichen. Weiter kann die Stromversorgung voneinander abweichende Spannungen für den Analog-Digital-Umsetzer und/oder die Recheneinheit bereitstellen.
- Vorteilhaft kann so eine externe Speisung (Spannungs- und Stromversorgung) des Messumsetzers vermieden werden.
- In weiteren Ausführungsbeispielen kann der Messumsetzer ein Triggersignal vom Empfangsmodul empfangen zum Erfassen der analogen Stromdaten. Optional kann das Triggersignal einen

Erfassungszeitpunkt der analogen Stromdaten und ergänzend oder alternativ ein Ausgabeformat der analogen Stromdaten und ergänzend oder alternativ eine Skalierungsanweisung zum Erfassen der analogen Stromdaten und ergänzend oder alternativ eine Kodierungsanweisung der analogen Stromdaten umfassen.

- 5 Das Triggersignal kann vom zentralen Empfangsmodul übermittelt werden. Es kann dabei gemäß des genutzten Übertragungsstandards als kodierte Signal an den Messumsetzer übermittelt werden. Es kann eine Identifizierung umfassen, die zum Beispiel bei der Übermittlung der gemäß Triggersignal erfassten analogen Stromdaten wiederverwendet wird. Es kann auch in Abhängigkeit von digitalen Stromdaten weiterer Messumsetzer übermittelt werden. Weiter kann das Triggersignal eine
- 10 Parametrierung der durchzuführenden Messung umfassen, die ergänzend zu den oben genannten Parameter-Einstellungen Angaben für die unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung umfassen kann.

Vorteilhaft kann so eine dynamische und flexible Steuerung der Strommesswerterfassung erreicht werden.

- 15 In Ausführungsbeispielen kann das Empfangsmodul eine Anomalie-Erkennung des Strommesswertes aufweisen. Die Anomalie-Erkennung kann pro Messumsetzer und ergänzend oder alternativ für eine Zusammenschau des Messumsetzers und zumindest eines weiteren Messumsetzers ausgebildet sein. Optional kann die Anomalie-Erkennung auf Algorithmen für künstliche Intelligenz, KI, basieren.

- 20 Eine Anomalie-Erkennung unterscheidet sich von einer Fehlermeldung dadurch, dass der Messumsetzer noch im vorgesehenen Bereich arbeitet und entsprechend Messwerte liefert, die aber von den Messwerten einer Mehrzahl von Messumsetzern charakteristisch abweichen. Diese Abweichungen können von einer schleichenden Verschlechterung der Bauteile des Messumsetzers verursacht sein und somit eine Fehlinformation übermitteln, die ohne Vergleich mit den anderen Messwerten anderer Messumsetzer nicht entdeckbar sind.

- 25 Die Anomalie-Erkennung kann auf Algorithmen für künstliche Intelligenz (KI) basieren. Künstliche Intelligenz (KI) zeichnet sich durch eigenes Lernvermögen aus, basierend auf bereitgestellten Trainingsdaten. Entsprechend kann zum Beispiel die Anomalieerkennung durch KI verbessert werden, indem erkannte und bewertete Abweichungen einzelner Messumsetzer oder Gruppen von Messumsetzern im Kontext der Trainingsdaten bewertet werden. So können zum Beispiel
- 30 Anomalieklassen gebildet werden, die mit weiteren Parametern versehen zu verschiedenen Reaktionen führen können. Als Beispiel kann eine Temperatur- oder Druckabhängigkeit der Strommesseinrichtungen zu Abweichungen an bestimmten Orten zu bestimmten Zeiten oder anderen Parametern erkannt werden, was auch zu gezielten Korrekturen einiger digitaler Messwerte führen kann. Auch eine vorausschauende Wartung (fachsprachlich "predictive maintenance") kann
- 35 auf den KI-Aussagen basieren.

Vorteilhaft kann so eine Verbesserung der Funktionsüberwachung der Messumsetzer erreicht werden in Verbindung mit einer Verfeinerung einer sich stets verbessernden Einschätzung der Betriebsbereitschaft der einzelnen Messumsetzer.

- 40 In anderen Ausführungsbeispielen kann das Empfangsmodul ausgebildet sein, den ersten Messumsetzer und den weiteren Messumsetzer zu registrieren. Dabei kann das Empfangsmodul ausgebildet sein, nur registrierten Messumsetzern das Triggersignal zu übermitteln. Optional kann das Registrieren eine Authentisierung des Messumsetzers umfassen.

Eine Registrierung des Messumsetzers im Empfangsmodul kann als einfache Anmeldung ausgebildet sein. Alternativ oder ergänzend kann die Registrierung Prüfungen und ergänzend oder alternativ

Meldungen umfassen. Die Prüfungen kann eine Zulässigkeitsprüfung der Registrierung beinhalten, die zumindest einen der Aspekte Prüfung mit Listen (Black List, White List), Plausibilitätsprüfung oder Authentisierung umfasst. Die Prüfung kann auch einen Kontakt zu weiteren Einrichtungen außerhalb des Systems umfassen.

- 5 Das registrierungsbezogene Triggersignal kann parametrierbar sein, ähnlich wie das allgemeine Triggersignal, wie oben beschrieben.

10 Neben dem Messumsetzer und dem weiteren Messumsetzer können ergänzend viele weitere Messumsetzer in der Empfangseinrichtung registriert werden. Dabei kann die Registrierung auch voneinander abweichende Eigenschaften der Messumsetzer durch voneinander abweichende Registrierungsschritte berücksichtigen. Auch die Dokumentation voneinander abweichender Eigenschaften der Messumsetzer kann als Teil der Registrierung ausgebildet sein.

Vorteilhaft kann so die Kopplung von Messumsetzer und Empfangseinrichtung gesteuert und dokumentiert werden, sodass unerwünschte Kopplungen unterbunden werden können.

15 Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Computerprogrammprodukt zum Ausführen eines Verfahrens gemäß des ersten Aspekts oder der zugehörigen Ausführungsbeispiele. Das Computerprogrammprodukt wird auf einem Computer ausgeführt.

Vorteilhaft kann so die Komplexität des Vor-Ort Messumformers reduziert werden.

Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsformen, die wahlweise miteinander kombinierbar sind, näher erläutert.

20 Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Verfahrens gemäß des ersten Aspekts der Erfindung sowie seinen Ausführungsbeispielen,

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Systems gemäß des zweiten Aspekts der Erfindung sowie zugehörigen Ausführungsbeispielen, und

25 Fig. 3 eine schematische Darstellung des Systems gemäß weiterer zugehöriger Ausführungsbeispiele.

30 Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung des Verfahrens 10 gemäß des ersten Aspekts der Erfindung sowie seinen Ausführungsbeispielen. Das Verfahren 10 zur Ermittlung von Strommesswerten umfasst einen Empfangsschritt 20, bei dem ein Empfangsmodul ein Datenübertragungssignal 25 von einem Messumsetzer empfängt. Das Datenübertragungssignal 25 umfasst digitale Stromdaten, die auf von einer unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung gemessenen analogen Stromdaten basieren. Weiter umfasst das Verfahren einen Verarbeitungsschritt 30 in dem Empfangsmodul, bei dem ein Strommesswert 35 auf Basis der digitalen Stromdaten und optional zumindest einer Eigenschaft der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung ermittelt wird. Ergänzend umfasst das Verfahren einen Bereitstellungsschritt 60, bei dem der Strommesswert 35 bereitgestellt wird.

35 Weiter zeigt Fig. 1 einen optionalen weiteren Verarbeitungsschritt 40, bei dem der Strommesswert 35 auf einer Parametrierung in Bezug auf die unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung und ergänzend oder alternativ in Bezug auf den gemessenen analogen Stromdaten basiert. Ergänzend oder alternativ wird ein Steuersignal 37 basierend auf dem Strommesswert und einer Applikation erzeugt. Die Applikation basiert auf einem Verbraucher, dessen Strom von der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung gemessen wird. Optional kann das Steuersignal 37 zur Bereitstellung einer

40

Schwellwertüberschreitung, eines Spitzenlastfassungssignal, eines Überwachungssignal und ergänzend oder alternativ eines digitalen Ein-/Aussignals ausgeführt sein.

5 Ergänzend kann das Verfahren 10 die Parametrierung eine Normierung der digitalen Stromdaten bewirken (nicht gezeigt). Optional kann die Normierung ein Verhältnis zwischen dem gemessenen Strom und den digitalen Stromdaten berücksichtigen.

10 Weiter zeigt Fig. 1 optional ein Einstellsignal 50, das dem Messumsetzer zumindest eine Einstellung signalisiert. Das Einstellsignal 50 signalisiert dem Messumsetzer eine Berücksichtigung des Typs und/oder der Eigenschaften der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung. Optional kann das Einstellsignal 50 dem Messumsetzer eine Erfassung und Bearbeitung analoger Spannungsdaten von der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung im Messumsetzer signalisieren.

15 Ergänzend kann das Verfahren 10 umfassen, dass das Empfangsmodul als Software zum Ablauf in einem Server oder einer Cloud ausgeführt ist (nicht gezeigt). Dabei kann die Software als portable Software zum Ablauf auf voneinander verschiedenen Systemen eingerichtet sein. Optional kann die Software als Containersoftware, insbesondere als Docker-Container, ausgeführt sein (nicht gezeigt).

20 Ergänzend kann das Verfahren 10 umfassen, dass das Empfangsmodul als Firmware ausgeführt ist. Optional kann das Empfangsmodul in Verbindung mit einem Web-basierten Steuermodul stehen (nicht gezeigt).

25 Weiter zeigt Fig. 1 optional, dass das Empfangsmodul ein weiteres Datenübertragungssignal 27 von einem weiteren Messumsetzer empfängt. Optional kann der weitere Messumsetzer eine Mehrzahl von zusätzlichen Messumsetzern umfassen. Mit anderen Worten, es kann eine Mehrzahl von Messumsetzern Datenübertragungssignal 27 an das Empfangsmodul übermitteln.

30 Ergänzend kann das Verfahren 10 umfassen, dass das Datenübertragungssignal 25 und bei Vorhandensein auch das weitere Datenübertragungssignal 27 als netzwerkfähiges Datenübertragungssignal 25 und netzwerkfähiges weiteres Datenübertragungssignal 27 ausgebildet sein kann (nicht gezeigt). Optional kann das Datenübertragungssignal 25 und das weitere Datenübertragungssignal 27 als Signal für zumindest eines der Netzwerke Interbus, Profibus, Profinet, Ethernet, EtherCAT, CAN-Bus, HART, WLAN oder zellulares Netzwerk ausgebildet sein (nicht gezeigt).

35 Weiter zeigt Fig. 1 optional, dass in einem Auswerteschritt 70 ein Ergebnis 75 bereitgestellt wird. Dabei basiert das Ergebnis 75 auf dem Strommesswert und ergänzend oder alternativ auf einen Spannungsmesswert, der seinerseits auf den analogen Spannungsdaten basiert. Weiter basiert das Ergebnis 75 auf dem weiteren Strommesswert und ergänzend oder alternativ auf einem weiteren Spannungsmesswert, der seinerseits auf den weiteren analogen Spannungsdaten basiert. Optional kann das Ergebnis 75 zumindest eine Aussage zu einer Abweichung der Strommesswerte und ergänzend oder alternativ der Spannungsmesswerte vom Mittelwert, einer Überschreitung eines Schwellwerts, einen Hinweis auf ein Nutzungsmuster und/oder einen Zusammenhang mit historischen Strommesswerten und ergänzend oder alternativ historischen Spannungsmesswerten umfassen.

40 Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung des Systems 100 gemäß des zweiten Aspekts der Erfindung sowie zugehörigen Ausführungsbeispielen. Das System 100 zur Ermittlung von Strommesswerten umfasst ein Empfangsmodul 110, das ausgebildet ist, einen der Verfahrensansprüche gemäß des ersten Aspekts der Erfindung auszuführen. Weiter umfasst das System einen Messumsetzer 150 zum Erfassen und Verarbeiten von analogen Stromdaten einer unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung 200. Die unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung 200 kann als Rogowski-

Spule, als Aufsteckstromwandler, als Rohrstab-Stromwandler oder als Wickelstromwandler ausgebildet sein. Optional kann die unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung 200 auch Spannungsdaten bereitstellen.

5 Der Messumsetzer 150 kann eine Stromversorgung 160 umfassen, die aus einer Datenübertragungskomponente 170 des Messumsetzers 150 gespeist wird (mit einer Versorgungsspannung versorgt). Weiter kann der Messumsetzer 150 einen Analog-Digital-Umsetzer 180 umfassen, der zum Empfang von analogen Stromdaten von Wechselstrom ausgebildet ist, die von der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung 200 ermittelt sind. Die
10 Datenübertragungskomponente 170 ist zum Senden und Empfangen von Datenübertragungssignalen 25 ausgebildet. Das System 100 umfasst weiterhin eine Recheneinheit 190 zur Steuerung des Analog-Digital-Umsetzers 180 und zur Steuerung der Datenübertragungskomponente 170, wobei die Recheneinheit 190 dazu ausgebildet ist, digitale Stromdaten basierend auf den vom Analog-Digital-Umsetzer 180 bearbeiteten analogen Stromdaten in Datenübertragungssignalen 25 über die Datenübertragungskomponente 170 zu senden. Die Stromversorgung 160 speist (versorgt mit einer
15 Versorgungsspannung) den Analog-Digital-Umsetzer 180 und die Recheneinheit 190.

Der Messumsetzer 150 empfängt ein Triggersignal vom Empfangsmodul 110 zum Erfassen der analogen Stromdaten. Optional kann das Triggersignal einen Erfassungszeitpunkt der analogen Stromdaten und ergänzend oder alternativ ein Ausgabeformat der analogen Stromdaten umfassen. Weiter optional kann das Triggersignal ein vorgegebenes Intervall zum zyklischen Erfassen der
20 Stromdaten enthalten. Ergänzend oder alternativ kann eine Skalierungsanweisung zum Erfassen der analogen Stromdaten und ergänzend oder alternativ eine Kodierungsanweisung der analogen Stromdaten umfasst sein.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung des Systems 100 gemäß weiterer zugehöriger Ausführungsbeispiele. Dabei sind die unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung 200 und der
25 Messumsetzer 150, 155 in einem Gehäuse 250 angeordnet. Ist die unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung 200 in diesem Fall als Rogowski-Spule ausgeführt, kann der Messumsetzer in das vorhandene Gehäuse der Rogowski-Spule integriert sein. Die Netzwerkverbindung 310 zwischen Messumsetzern 150,155 und Empfangsmodul 110 kann dabei typisch als Ethernet-Verbindung ausgeführt sein.

30 Das Empfangsmodul 110 weist optional eine Anomalie-Erkennung des Strommesswertes auf (nicht gezeigt). Die Anomalie-Erkennung kann pro Messumsetzer 150 ausgebildet sein und ergänzend oder alternativ auch für eine Zusammenschau des Messumsetzers 150 und zumindest des eines weiteren Messumsetzers 155. Sie kann auch für eine Zusammenschau einer Mehrzahl von Messumsetzern ausgebildet sein. Optional kann die Anomalie-Erkennung auf Algorithmen für künstliche Intelligenz
35 (KI) basieren.

Das Empfangsmodul 110 kann ausgebildet sein, den ersten Messumsetzer 150 und den weiteren Messumsetzer 155 zu registrieren (nicht gezeigt). Optional ist das Empfangsmodul 110 ausgebildet, nur registrierten Messumsetzern 150, 155 das Triggersignal zu übermitteln. Optional kann das Registrieren eine Authentisierung des Messumsetzers 150, 155 umfassen.

40 Eine Firmen-Container-Management System Firmware (UMC beziehungsweise ECM FW) 112 kann eine Basis bilden für die als Containersoftware gestaltete Software des Empfangsmoduls, die zum Beispiel als Docker-Container ausgestaltet sein kann. Weiter kann die ECM FW 112 mit einer externen Firmen-Container-Management Einheit im WEB basierten Management (Enterprise Container Management im Web basierten Management, ECM WBM) 114 logisch verbunden sein.
45 Entsprechend wird eine Gesamtschau über mehrere Systeme mit den zugehörigen Messumsetzern 150, 155 ermöglicht.

Mit anderen Worten kann die Erfindung auch wie folgt beschrieben werden: Heute werden bekannte Strommessumformer als Gerät in vielen Applikationen verbaut. Zum Teil wird der Strom im Gerät selbst, z.B. über eine Shunt-Messung bestimmt. Die kann als Direktmessung benannt werden. Andere Geräte nutzen Sensoren (unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung 200) wie Rogowski Spulen oder Stromwandler zum Erfassen des elektrischen Stroms. Ein entsprechendes Produkt von Phoenix Contact ist unter der Bezeichnung MCR-S10-50-UI-SW-DCI-NC bekannt. Dabei ist die Anzahl der Messkanäle durch die Hardware der Strommessumformer beschränkt. Zum Teil bieten Firmen bereits Erweiterungsmodule oder anreihbare Messkanäle an.

Die Erfindung sieht vor, zumindest einen Teil der Berechnung der elektrischen Werte von den bekannten Strommessumformern zu trennen und diese als geografisch entfernt ablaufende Software anzubieten. Heutiger Stand der Technik dafür wäre zum Beispiel ein Docker-Container für diese Software. Dieser kann auf verschiedensten Systemen laufen. Zusammen mit zum Beispiel einer erfinderischen digitalen Rogowski Spule (bisherige Rogowski Spule 200 in Verbindung mit dem erfinderischen Messumsetzer 150) oder einem erfinderischen digitalen Stromwandler (von Rogowski-Spule abweichende unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung 200 in Verbindung mit dem erfinderischen Messumsetzer 150) ist die Abhängigkeit von Hardware und Messkanäle aufgehoben. Die digitalisierten Messdaten können z.B. in dem Docker-Image auf einem Cloudsystem oder in einer PLCnext App (Produktbezeichnung von Phoenix Contact) verarbeitet werden. In der objektorientierten Programmierung wäre ein weiterer Messkanal lediglich eine zusätzliche Instanz eines digitalen Messumsetzers. Die elektrischen Größen (analoge Stromdaten, gegebenenfalls analoge Spannungsdaten) werden vom Messumsetzer 150 digitalisiert und über ein Netzwerk basiertes Protokoll, zum Beispiel das Ethernet, an die Cloud oder die PLCnext geschickt. Dort wird die Verarbeitung der digitalisierten Werte (digitale Stromdaten, digitale Spannungsdaten) durchgeführt, die heute auf der Hardware bisheriger Messumformer durchgeführt wird. Durch die erfinderisch mögliche Zusammenschau der digitalisierten Werte (digitale Stromdaten, digitale Spannungsdaten) aller erfinderischer Messumsetzer 150 wäre auch eine Erweiterung der Funktion z.B. um eine künstliche Intelligenz (KI) mit Anomalie-Erkennung ohne weiteres möglich, da z.B. im Cloudsystem zusätzliche Rechenleistung hinzugebucht werden kann.

Zusammenfassend können die Vorteile des Empfangsmoduls 110 in Verbindung mit dem Messumsetzer 150, der auch als digitaler Sensor bezeichnet werden kann, wie folgt benannt werden:

- Ein Stromsparmodes (fachsprachlich Power Save Mode) ist möglich, der optional mit einem Wecksignal beendet werden kann.
- Eine Nutzung der Strombereitstellung aus dem angeschlossenen Netzwerk ist möglich. Diese kann unterschiedliche Energie-Klassen anbieten, aus denen ausgewählt werden kann. Beim Ethernet wird diese Strombereitstellung fachsprachlich PoE (für "Power over Ethernet") genannt.
- Der bisher notwendige Verkabelungsaufwand wird deutlich verringert
- Es ergibt sich eine Einsparung von Geräten, zum Beispiel von Erweiterungsmodulen oder anreihbaren Messkanälen. Dies hat eine Einsparung von CO₂ zur Folge, insbesondere bei der Herstellung dieser Geräte.
- Die mittlere Zeitdauer zwischen Fehlern MTTF (Mean Time To Failure) wird verringert.
- Eine Verbindung mit überlagertem System, zum Beispiel einem Firmen-Container-Management System 114, wird möglich
- Voraussagende Wartung (fachsprachlich: Predictive Maintenance) wird möglich auf Basis prognostizierter Verschleißerscheinungen.

Insbesondere können als Element der voraussagenden Wartung Warnungen bei Abweichungen der Summenströme ausgegeben werden.

- Die summarische Kenntnis eines Systems durch die Zusammenführung der Ergebnisse und Eigenschaften der beteiligten Messumsetzer 150 ermöglicht eine Vielzahl weiterer Funktionen (Summenfunktion).

Insbesondere können gezielt einzelne Messumsetzer 150 parametrierbar werden zur Verbesserung einer Messgüte. Zum Beispiel können Arbeitsbereich einzelner Messumsetzer 150 voreingestellt werden (fachsprachlich Teach-In Mode)

- Obwohl die Erfindung in Bezug auf exemplarische Ausführungsbeispiele beschrieben worden ist, ist für Fachkundige ersichtlich, dass verschiedene Änderungen vorgenommen werden können und Äquivalente als Ersatz verwendet werden können. Ferner können viele Modifikationen vorgenommen werden, um eine bestimmte Einbausituation oder eine bestimmte Schaltungsanordnung an die Lehre der Erfindung anzupassen. Folglich ist die Erfindung nicht auf die offenbarten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern umfasst alle Ausführungsbeispiele, die in den Bereich der beigefügten Patentansprüche fallen.

Bezugszeichen

	10	Verfahren
	20	Empfangsschritt
	25	Datenübertragungssignal
5	27	Weiteres Datenübertragungssignal
	30	Verarbeitungsschritt
	35	Strommesswert
	37	Steuersignal
	40	Weiterer Verarbeitungsschritt
10	50	Einstellsignal
	60	Bereitstellungsschritt
	70	Auswerteschritt
	75	Ergebnis
	100	System
15	110	Empfangsmodul
	112	Firmen-Container-Management System Firmware (Enterprise Container Management Firmware, ECM FW), beispielsweise aus der Firmware extrahierte Funktionalität und/oder Implementierung des Verfahrens 10
20	114	Firmen-Container-Management im WEB basierten Management (Enterprise Container Management im Web basierten Management, ECM WBM)
	150	Messumsetzer
	155	Weiterer Messumsetzer
	160	Stromversorgung
25	170	Datenübertragungskomponente
	180	Analog-Digital-Umsetzer
	190	Recheneinheit
	200	Unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung
	250	Gehäuse für die unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung und den Messumsetzer
30	300	Netzwerk
	310	Netzwerkverbindungen

Ansprüche

1. Verfahren (10) zur Ermittlung von Strommesswerten, umfassend:
 - 5 einen Empfangsschritt (20), bei dem ein Empfangsmodul ein Datenübertragungssignal (25) von einem Messumsetzer (150) empfängt, wobei das Datenübertragungssignal (25) digitale Stromdaten umfasst, die auf von einer unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung gemessenen analogen Stromdaten basieren,
 - 10 einen Verarbeitungsschritt (30) in dem Empfangsmodul, bei dem ein Strommesswert (35) auf Basis der digitalen Stromdaten und zumindest einer Eigenschaft der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung ermittelt wird, und
 - einen Bereitstellungsschritt (60), bei dem der Strommesswert (35) bereitgestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend:
 - 15 einen weiteren Verarbeitungsschritt (40), wobei der Strommesswert (35) auf einer Parametrierung in Bezug auf die unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung und/oder in Bezug auf die gemessenen analogen Stromdaten basiert, und/oder
 - wobei ein Steuersignal (37) basierend auf dem Strommesswert und einer Applikation erzeugt wird, wobei die Applikation auf einem Verbraucher basiert, dessen Strom von der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung gemessen wird, optional
 - 20 wobei das Steuersignal (37) zur Bereitstellung einer Schwellwertüberschreitung, eines Spitzenlastfassungssignals, eines Überwachungssignals und/oder eines digitalen Ein-/Aussignals ausgeführt ist.
3. Verfahren (10) nach Anspruch 2,
 - wobei die Parametrierung eine Normierung der digitalen Stromdaten bewirkt, optional
 - 25 wobei die Normierung ein Verhältnis zwischen dem gemessenen Strom und den digitalen Stromdaten berücksichtigt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3,
 - wobei das Verfahren (10) ein Senden eines Einstellsignals (50) umfasst, das dem Messumsetzer (150) zumindest eine Einstellung signalisiert,
 - 30 wobei das Einstellsignal (50) dem Messumsetzer (150) eine Berücksichtigung des Typs und/oder der Eigenschaften der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung signalisiert, optional
 - wobei das Einstellsignal (50) dem Messumsetzer (150) eine Erfassung und Bearbeitung analoger Spannungsdaten von der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung im Messumsetzer (150) signalisiert.
- 35 5. Verfahren (10) nach einem der Ansprüche 1-4,
 - wobei das Empfangsmodul als Software zum Ablauf in einem Server oder einer Cloud ausgeführt ist,
 - wobei die Software als portable Software zum Ablauf auf voneinander verschiedenen Systemen eingerichtet ist, optional

wobei die Software als Containersoftware, insbesondere als Docker-Container, ausgeführt ist.

6. Verfahren (10) nach einem der Ansprüche 1-5,

wobei das Empfangsmodul als Firmware ausgeführt ist, optional

5 wobei das Empfangsmodul in Verbindung mit einem Web-basierten Steuermodul steht.

7. Verfahren (10) nach einem der Ansprüche 1-6,

wobei das Empfangsmodul ein weiteres Datenübertragungssignal (27) von einem weiteren Messumsetzer (150) empfängt, optional

10 wobei der weitere Messumsetzer (155) eine Mehrzahl von zusätzlichen Messumsetzern (155) umfasst.

8. Verfahren (10) nach einem der Ansprüche 1-7,

wobei das Datenübertragungssignal (25) und rückbezogen auf Anspruch 7 das weitere Datenübertragungssignal (27) als netzwerkfähiges Datenübertragungssignal (25) und netzwerkfähiges weiteres Datenübertragungssignal (27) ausgebildet ist, optional

15 wobei das Datenübertragungssignal (25) und das weitere Datenübertragungssignal (27) als Signal für zumindest eines der Netzwerke Interbus, Profibus, Profinet, Ethernet, EtherCAT, CAN-Bus, HART oder zellulares Netzwerk ausgebildet ist.

9. Verfahren (10) nach einem der Ansprüche 4-8,

wobei in einem Auswerteschritt (70) ein Ergebnis (75) bereitgestellt wird,

20 wobei das Ergebnis (75) auf dem Strommesswert und/oder einen Spannungsmesswert, basierend auf den analogen Spannungsdaten, und dem weiteren Strommesswert und/oder einem weiteren Spannungsmesswert, basierend auf den weiteren analogen Spannungsdaten, optional

25 wobei das Ergebnis (75) zumindest eine Aussage zu einer Abweichung der Strommesswerte und/oder Spannungsmesswerte vom Mittelwert, einer Überschreitung eines Schwellwerts, einen Hinweis auf ein Nutzungsmuster und/oder einen Zusammenhang mit historischen Strommesswerten und/oder historischen Spannungsmesswerten umfasst.

10. System (100) zur Ermittlung von Strommesswerten, umfassend:

ein Empfangsmodul (110), das ausgebildet ist einen der Verfahrensansprüche 1-9 auszuführen,

30 einen Messumsetzer (150) zum Erfassen und Verarbeiten von analogen Stromdaten einer unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung (200),

wobei die unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung (200) als Rogowski-Spule, als Aufsteckstromwandler, als Rohrstab-Stromwandler oder als Wickelstromwandler ausgebildet ist, optional

35 wobei die unterbrechungsfreie Strommesseinrichtung (200) Spannungsdaten bereitstellt.

11. System (100) nach Anspruch 10,

wobei der Messumsetzer (150) eine Stromversorgung (160) umfasst, die aus einer Datenübertragungskomponente (170) des Messumsetzers (150) gespeist wird,

wobei der Messumsetzer (150) einen Analog-Digital-Umsetzer (180) umfasst, der zum Empfang von analogen Stromdaten von Wechselstrom ausgebildet ist, die von der unterbrechungsfreien Strommesseinrichtung (200) ermittelt sind,

5 wobei die Datenübertragungskomponente (170) zum Senden und Empfangen von Datenübertragungssignalen (25) ausgebildet ist,

10 das System (100) umfasst weiterhin eine Recheneinheit (190) zur Steuerung des Analog-Digital-Umsetzers (180) und zur Steuerung der Datenübertragungskomponente (170), wobei die Recheneinheit (190) dazu ausgebildet ist, digitale Stromdaten basierend auf den vom Analog-Digital-Umsetzer (180) bearbeiteten analogen Stromdaten in Datenübertragungssignalen (25) über die Datenübertragungskomponente (170) zu senden,

wobei die Stromversorgung (160) den Analog-Digital-Umsetzer (180) und die Recheneinheit (190) speist.

12. System (100) nach Anspruch 10 oder 11,

15 wobei der Messumsetzer (150) ein Triggersignal vom Empfangsmodul (110) empfängt zum Erfassen der analogen Stromdaten, optional

wobei das Triggersignal einen Erfassungszeitpunkt der analogen Stromdaten und/oder ein Ausgabeformat der analogen Stromdaten und/oder eine Skalierungsanweisung zum Erfassen der analogen Stromdaten und/oder eine Kodierungsanweisung der analogen Stromdaten umfasst oder angibt.

20 13. System (100) nach Anspruch 10 bis 12,

wobei das Empfangsmodul (110) eine Anomalie-Erkennung des Strommesswertes aufweist, wobei die Anomalie-Erkennung pro Messumsetzer (150) und/oder für eine Zusammenschau des Messumsetzers (150) und zumindest eines weiteren Messumsetzers (155) ausgebildet ist, optional

wobei die Anomalie-Erkennung auf Algorithmen für künstliche Intelligenz, KI, basiert.

25 14. System (100) nach Anspruch 10 bis 12,

wobei das Empfangsmodul (110) ausgebildet ist, den ersten Messumsetzer (150) und den weiteren Messumsetzer (155) zu registrieren,

wobei das Empfangsmodul (110) ausgebildet ist, nur registrierten Messumsetzern (150, 155) das Triggersignal zu übermitteln, optional

30 wobei das Registrieren eine Authentisierung des Messumsetzer (150, 155) umfasst.

15. Computerprogrammprodukt zum Ausführen eines Verfahrens (10) gemäß einem der Ansprüche 1-9,

wobei das Computerprogrammprodukt auf einem Computer ausgeführt wird.

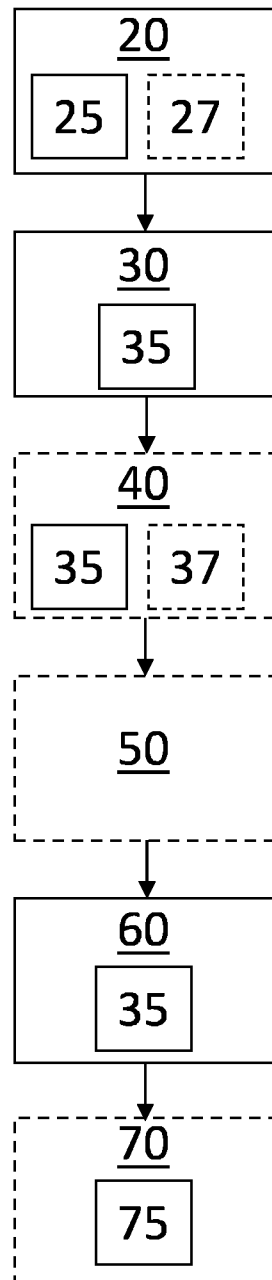
10

Fig. 1

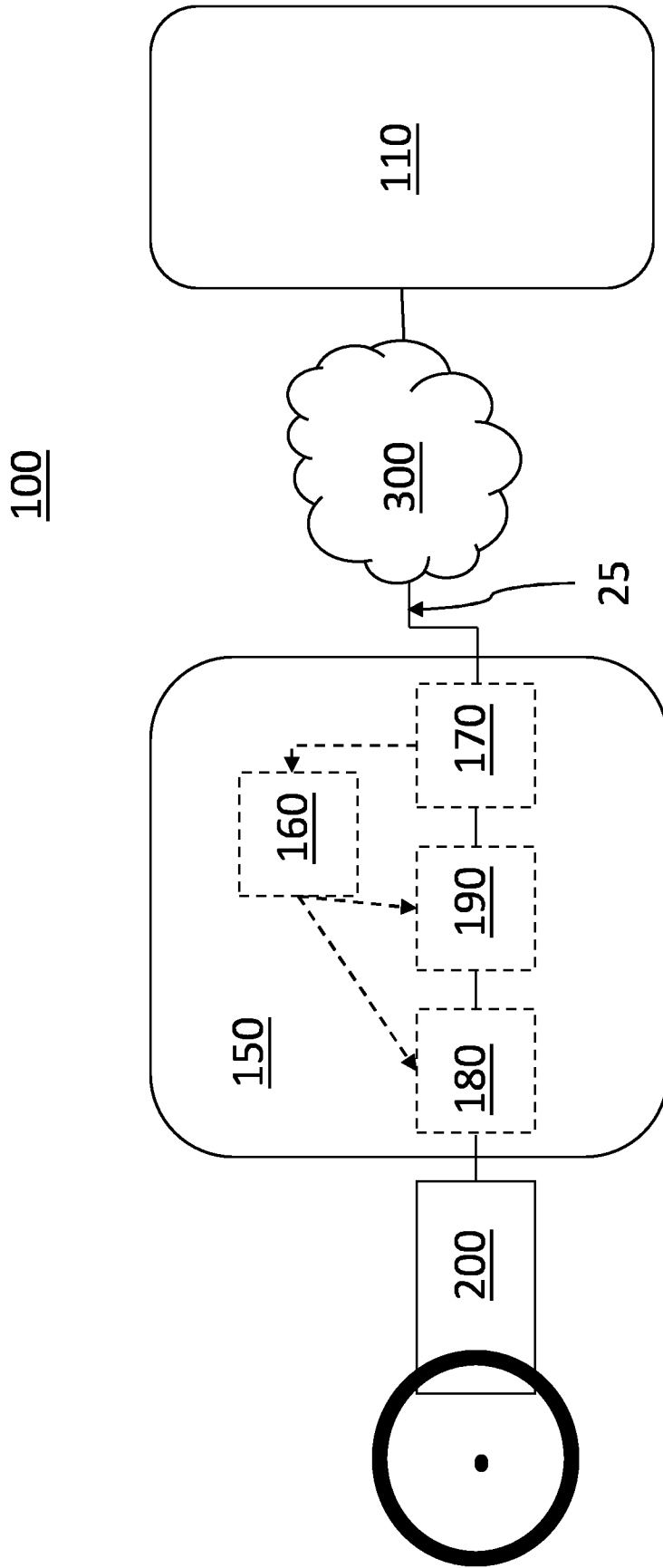


Fig. 2

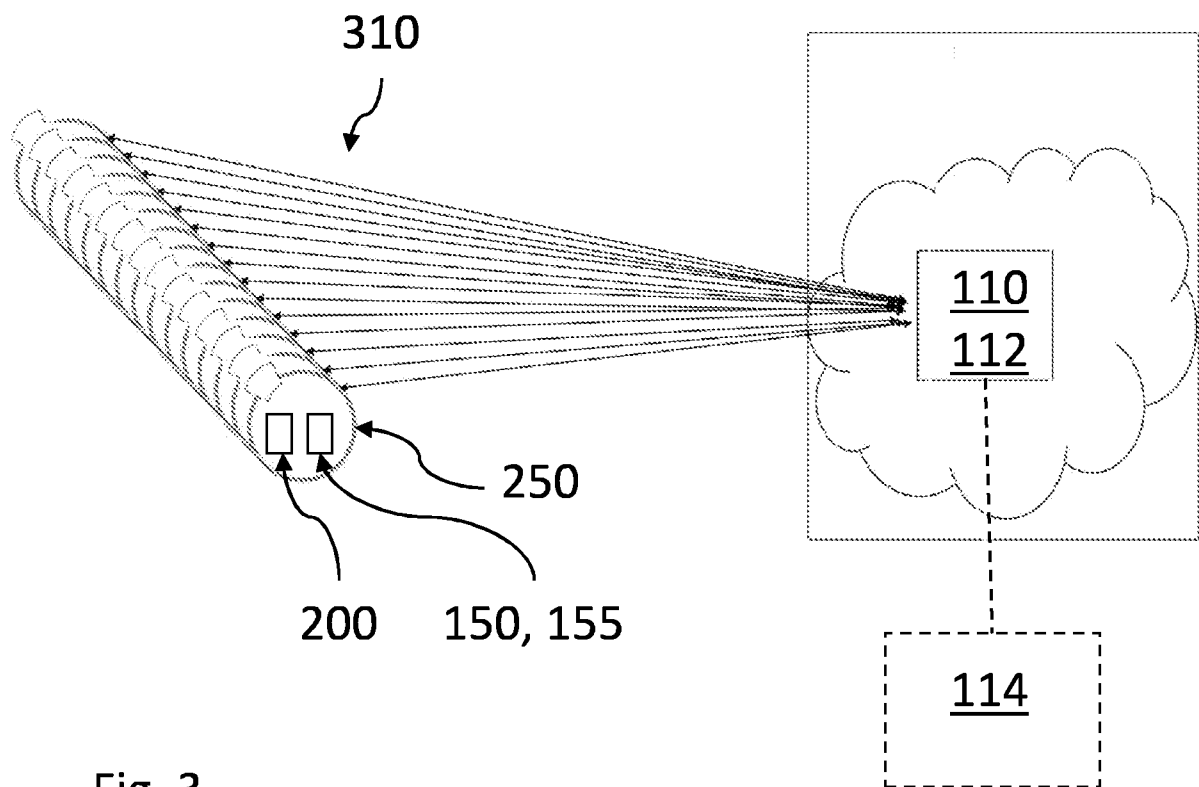
100

Fig. 3