

(19)



(11)

**EP 4 328 354 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**28.02.2024 Patentblatt 2024/09**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**C23F 13/04<sup>(2006.01)</sup> C23F 13/20<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **22192177.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**C23F 13/04; C23F 13/20; C23F 2201/02**

(22) Anmeldetag: **25.08.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(71) Anmelder: **Noxeco GmbH  
55129 Mainz (DE)**

(72) Erfinder: **SIEDER, Markus  
3100 Sankt Pölten (AT)**

(74) Vertreter: **Pfenning, Meinig & Partner mbB  
Patent- und Rechtsanwälte  
Theresienhöhe 11a  
80339 München (DE)**

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN FÜR DEN KATHODISCHEN KORROSIONSSCHUTZ**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, ein System, sowie ein Verfahren zur Durchführung des kathodischen Korrosionsschutzes.

**EP 4 328 354 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, ein System, sowie ein Verfahren zur Durchführung des kathodischen Korrosionsschutzes.

**[0002]** Kathodischer Korrosionsschutz wird zur Verhinderung von Korrosion von mit Stahl bewehrten Bauteilen eingesetzt. Dazu wird die Bewehrung des Bauteils mit dem Minuspol einer Gleichstromquelle verbunden. Außerdem wird eine zusätzlich im Beton vorgesehene metallische Struktur, nachfolgend Anode, mit dem Pluspol der Gleichstromquelle verbunden. Eine Korrosion der Bewehrung des Bauteils kann durch Anlegen einer geeigneten Spannung zwischen Bewehrung und Anode verhindert werden. Der Beton zwischen der Bewehrung und der Anode bildet ein Elektrolyt. Bei Anlegen der Spannung zwischen Bewehrung und Anode fließt ein Strom.

**[0003]** Der erforderliche Strom zum Schutz der Bewehrung bemisst sich nach der zu schützenden Stahlfläche. Der erforderliche Schutzstrom bei typischen Stahlbeton-Bauteilen beträgt zwischen 15 mA/m<sup>2</sup> und 20 mA/m<sup>2</sup> Stahlfläche. Typische Spannungen liegen in einem Bereich zwischen 0,8-4V.

**[0004]** Beim kathodischen Korrosionsschutz im Stahlbeton werden die zu schützenden Bereiche nach konstruktiven Kriterien in Schutzzonen eingeteilt. Die Stromversorgung der Schutzbereiche erfolgt meist über zentral liegende Schaltschränke mit Gleichstrom. Zur Steuerung der Anlage und Kontrolle der Wirksamkeit werden an der Bewehrung Referenzelektroden verbaut. Diese werden bei den gängigen Systemen über dezentrale Messknoten mittels einer Busleitung in ein Bussystem eingebunden. Sowohl die Datenübertragungsrate als auch die Datenübertragungsqualität wird in derartigen Bussystemen nachteilig von der Kabellänge beeinflusst. Außerdem stellt sich in herkömmlichen Bussystemen die Bestimmung fehlerhafter Messknoten bzw. Lokalisation fehlerhafter Schutzzonen als schwierig dar.

**[0005]** Eine Alternative bietet eine sternförmige Verkabelung, in denen jeder Knoten direkt mit einem zentralen Schaltschrank verbunden ist. Die Lokalisation einzelner Schutzzonen ist hier zwar möglich, allerdings sind derartige Systeme mit einem erheblichen Installationsaufwand und hohem Materialaufwand verbunden.

**[0006]** Aufgabe der Erfindung ist es somit, eine Vorrichtung zum Einsatz sowie ein Verfahren in einem System für den kathodischen Korrosionsschutz anzugeben, die eine einfache Lokalisation einzelner Schutzzonen bei geringem Installationsaufwand ermöglicht.

**[0007]** Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1, ein System nach Anspruch 13 und ein Verfahren nach Anspruch 15. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben. Die erfundene Vorrichtung kann bevorzugt in der Nähe jeweiliger Schutzzonen verbaut werden und bietet Möglichkeiten zur Bestromung, sowie zur Mess- und Regeltechnik. Die Vernetzung mehrerer Vorrichtungen kann dezentral er-

folgen, dennoch ist eine einfache Lokalisation einzelner Schutzknoten möglich.

**[0008]** Eine erfindungsgemäße Vorrichtung weist eine erste kombinierte Schnittstelle auf, die dazu ausgebildet ist, eine erste Versorgungsleistung und Empfangsdaten zu empfangen. Weiter weist eine erfindungsgemäße Vorrichtung eine zweite kombinierte Schnittstelle auf, die dazu ausgebildet ist, eine zweite Versorgungsleistung auszugeben und Sendedaten zu senden. Es werden Ausführungsformen bevorzugt, in denen die erste kombinierte Schnittstelle zusätzlich Daten senden kann und die zweite kombinierte Schnittstelle zusätzlich Daten empfangen kann. Die erste Versorgungsleistung ist vorteilhafterweise größer als 0 W, besonders bevorzugt größer als 1 W und bevorzugt kleiner als 100 W, besonders bevorzugt kleiner als 60 W. Vorteilhafterweise wird die Leistung über eine Gleichspannung übertragen, die größer als 40 V, bevorzugt größer als 45 V und/oder kleiner als 60 V, bevorzugt kleiner als 55 V ist. Empfangs- und/oder Sendedaten können beispielsweise Ethernet-Pakete, vorteilhafterweise TCP/IP-Pakete sein.

**[0009]** Eine erfindungsgemäße Vorrichtung weist außerdem zumindest eine Ausgabeelektrode auf, die dazu geeignet ist eine Spannung für den kathodischen Korrosionsschutz auszugeben. Vorteilhafterweise weist eine Vorrichtung drei Ausgabeelektroden auf, die dazu geeignet sind Spannungen für den kathodischen Korrosionsschutz auszugeben. Es ist besonders vorteilhaft, wenn die Elektroden verschiedene Spannungen ausgeben können und unabhängig voneinander gesteuert werden können. Dies kann beispielsweise genutzt werden, um mit den Ausgangselektroden separat z.B. einen Bodenbereich, einen Sockelbereich und ggf. vorhandene Stützen eines Bauwerks gegenüber Korrosion zu schützen, und diese auf eine jeweils geeignete Spannung einzustellen. Die Spannungen können dabei größer als 0,1 V, bevorzugt größer als 0,8 V und/oder kleiner als 10 V, bevorzugt kleiner als 5 V sein. Unter einer Spannung kann die Potentialdifferenz zwischen einem ersten elektrischen Potential, das beispielsweise an einer Ausgabeelektrode anliegt und einem zweiten elektrischen Potential, nachfolgend Bezugspotential, angesehen werden. Die Spannungen aller Ausgabeelektroden können sich bevorzugt auf ein gemeinsames Bezugspotential beziehen. Vorteilhafterweise weist die Vorrichtung zumindest eine weitere Elektrode auf, an der das Bezugspotential eine Ausgabeelektrode anliegt. Diese weitere Elektrode kann in bevorzugten Ausführungsformen mit der Bewehrung eines zu schützenden Bauwerks elektrisch verbunden sein. Die Stromstärke, die an jeder Ausgabeelektrode ausgegeben werden kann, liegt bevorzugt in einem Bereich zwischen 0 A und 10 A pro Ausgabeelektrode.

**[0010]** Weiter weist eine erfindungsgemäße Vorrichtung zumindest einen Prozessor auf, der dazu eingerichtet ist Empfangsdaten zu verarbeiten und Sendedaten bereitzustellen. Es kann vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass der Prozessor zumindest zeitweise die emp-

fangenen Empfangsdaten als Sendedaten bereitstellt. Das kann bedeuten, dass die Sendedaten identisch zu den Empfangsdaten sind. Optional, können sich die Sendedaten zumindest zeitweise von den Empfangsdaten unterscheiden. Beispielsweise können in den Empfangsdaten enthaltene Informationen verändert werden. Diese veränderten Informationen können dann zusammen mit nicht-veränderten Information als Sendedaten bereitgestellt werden.

**[0011]** Weiter ist der Prozessor erfindungsgemäß dazu eingerichtet, die zweite Versorgungsleistung zu steuern, die an der zweiten kombinierten Schnittstelle ausgegeben wird. Vorteilhafterweise ist die zweite Versorgungsleistung mit der gleichen Spannung übertragen, wie die erste Versorgungsleistung.

**[0012]** Erfindungsgemäß ist der Prozessor weiter dazu ausgebildet, zumindest eine Ausgabespannung und/oder zumindest einen Ausgabestrom zu regeln und jeweils an einer Ausgabeelektrode auszugeben. Jede der zumindest einen Ausgabespannung kann bevorzugt durch einen Digital-zu-Analog Konverter Baustein erzeugt werden, der durch den Prozessor angesteuert wird. Es kann zudem vorgesehen sein, dass nicht alle Ausgabeelektroden der Vorrichtung eine Spannung ausgeben. Dies kann beispielsweise dann bevorzugt sein, wenn mit einer der Ausgabeelektroden keine Anode für den kathodischen Korrosionsschutz verbunden ist. Zudem kann auch vorgesehen sein, dass zumindest zeitweise an keiner der Ausgabeelektroden eine Spannung ausgegeben wird.

**[0013]** Der Prozessor kann beispielsweise einen oder mehrere Mikrocontroller, einen oder mehrere programmierbare integrierte Schaltkreise (FPGA) und/oder eine oder mehrere anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC) aufweisen oder daraus bestehen.

**[0014]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Vorrichtung zumindest einen Messeingang auf. Vorteilhafterweise, ist die Anzahl der Messeingänge gleich der Anzahl der Ausgabeelektroden. Der Prozessor kann in diesem Fall dazu ausgebildet sein, Spannungswerte und/oder Stromwerte an jedem der Messeingänge zu bestimmen. Spannungs- und/oder Strommessung erfolgen bevorzugt über Analog-zu-Digital Konverter Bausteine.

**[0015]** Es ist besonders vorteilhaft, wenn die Vorrichtung zumindest eine Anode aufweist, die elektrisch mit der Ausgabeelektrode verbunden ist. Optional ist die Anzahl der Anoden gleich der Anzahl der Ausgabeelektroden. Es kann aber ebenso vorgesehen sein, dass die Anzahl der Ausgabeelektroden die Anzahl der Anoden übersteigt. Bevorzugt kann eine Bewehrung eines Betonteils mit dem Bezugspotential der jeweiligen Ausgabeelektrode elektrisch verbunden sein.

**[0016]** In besonders vorteilhaften Ausführungsformen der Vorrichtung kann die Anode ein Gitter, ein Band, ein Stab, eine elektrisch leitfähige Beschichtung und/oder in Beton eingelassen sein. Dadurch kann beispielsweise durch Anlegen einer Spannung an die Anode sicherge-

stellt werden, dass eine in Beton eingelassene Bewehrung vor Korrosion geschützt wird. Vorteilhafterweise weist die Anode Titan, eine Titanlegierung, Kohlefaser oder eine Kombination der genannten Materialien oder anderen leitfähigen und korrosionsbeständigen Materialien auf oder besteht daraus.

**[0017]** Optional weist die Vorrichtung zumindest eine Referenzelektrode auf, die elektrisch mit dem Messeingang verbunden ist. Die Referenzelektrode ist bevorzugt über ein Elektrolyt mit zumindest einer der Anoden verbunden. Der Prozessor kann dazu ausgebildet sein, Spannungswerte und Stromwerte am Messeingang zu messen. In optionalen Ausführungsformen der Vorrichtung kann der Prozessor dazu ausgebildet sein, eine sich zeitlich verändernde Spannung an zumindest eine Anode anzulegen und dabei einen Strom an der Referenzelektrode zu messen. Es kann vorteilhaft sein, wenn der Prozessor dazu ausgebildet ist, die Spannungswerte und/oder Stromwerte der Referenzelektrode zu bestimmen, die elektrolytisch mit der zumindest einen Anode verbunden ist, an die die sich zeitlich verändernde Spannung angelegt wurde. Bevorzugt kann der Prozessor dazu ausgebildet sein Depolarisationsmessungen durchzuführen. Eine solche Messung kann beispielsweise genauere Kenntnisse über den Zustand der Bewehrungen ermöglichen und die Funktionalität des Systems bieten.

**[0018]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Vorrichtung weist der Prozessor eine Kommunikationseinheit auf. Die Kommunikationseinheit ist dazu ausgebildet ist, die Empfangsdaten in Abhängigkeit ihres Inhalts entweder als Sendedaten der zweiten kombinierten Schnittstelle bereit zu stellen, oder zur Steuerung der zumindest einen Ausgabespannung und/oder des zumindest einen Ausgabestroms zu verwenden.

**[0019]** Optional kann die erste und/oder die zweite kombinierte Schnittstelle eine Ethernet-Schnittstelle sein. Die Ethernet Schnittstelle kann Power-over-Ethernet fähig sein, das bedeutet, dass jeweils sowohl Daten als auch Leistung über die Ethernet Schnittstelle zugeführt werden können.

**[0020]** In manchen Ausführungsformen der Vorrichtung kann eine weitere Schnittstelle zum Empfangen einer Leistung vorgesehen sein. Dies kann beispielsweise vorteilhaft sein, wenn die erste Versorgungsleistung zu gering ist, um einen Betrieb der Vorrichtung zu gewährleisten. In diesem Fall kann die erste Schnittstelle optional auch lediglich zum Empfang von Daten genutzt werden. Das ermöglicht ebenfalls eine kabellose Datenübertragung.

**[0021]** In besonders bevorzugten Ausführungsformen der Vorrichtung weist der Prozessor drei Einheiten auf, die untereinander Daten austauschen können. Jede Einheit kann dabei als eine eigenständige Prozessoreinheit verstanden werden, die unabhängig von den jeweils anderen Einheiten Prozesse ausführen kann und/oder mit Leistung versorgt werden kann. Dabei ist eine erste Einheit dazu eingerichtet, die Empfangsdaten zu verarbeiten, die Sendedaten bereitzustellen, und die zweite Ver-

sorgungsleistung zu steuern. Die erste Einheit kann beispielsweise die oben beschriebenen Kommunikationseinheit aufweisen. Eine zweite Einheit ist vorteilhafterweise dazu eingerichtet, die zumindest eine Ausgabespannung und/oder den zumindest einen Ausgabestrom zu regeln und an der zumindest einen Ausgabeelektrode auszugeben. In bevorzugten Ausführungsformen ist die zweite Einheit unter anderem dazu ausgebildet, zumindest einen Digital-zu-Analog Konverter zu steuern, der zur Ausgabe zumindest einer Ausgabespannung genutzt wird. Es sind ebenso Ausführungsformen möglich, in denen die zweite Einheit selbst mehrere unabhängig voneinander arbeitende Prozessoreinheiten aufweist, von denen jede einen Digital-zu-Analog Konverter steuern kann. Die Ausgabespannungen und/oder Ausgabeströme können dabei durch die von der ersten Einheit verarbeiteten Empfangsdaten bestimmt werden und an die zweite Einheit übermittelt werden. Eine dritte Einheit kann dazu eingerichtet sein, Spannungswerte und/oder Stromwerte am Messeingang zu messen, im Folgenden Messwerte genannt. Diese Messwerte können anschließend an die erste Einheit übermittelt werden und beispielsweise als Sendedaten zu Verfügung gestellt werden. Die Messwerte können auch dazu genutzt werden die Ausgabespannungen und/oder Ausgabeströme, die durch die zweite Einheit geregelt werden, zu bestimmen. Ein derartiger modularer Aufbau des Prozessors kann erhebliche Vorteile gegenüber einer einzelnen Einheit bieten. Jede modulare Einheit kann beispielsweise als eigenständiges Modul ausgebildet sein, das vergleichsweise unkompliziert getauscht und/oder angepasst werden kann.

**[0022]** Vorteilhafterweise ist zumindest eine der zweiten Einheit oder der dritten Einheit von mindestens einer der kombinierten Schnittstellen galvanisch getrennt ist. Dadurch kann beispielsweise die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Störungen bei der Übertragung von Messsignalen verringert werden.

**[0023]** Besonders bevorzugt sind Ausführungsformen der Erfindung, in denen der Prozessor dazu ausgebildet ist, Polarisationsmessungen und/oder Messungen nach DIN EN 12696:2022, DIN EN 12696:2017-05, und/oder nach DIN EN 12954:2020 durchzuführen. Besonders bevorzugt können Messungen nach einer Norm durchgeführt werden, die für den kathodischen Korrosionsschutz geeignet ist. Dadurch kann eine normgerechte Durchführung des kathodischen Korrosionsschutzes sichergestellt werden.

**[0024]** Vorteilhafterweise lässt sich ein System aus zumindest zwei Vorrichtungen bilden. Das System weist neben den zumindest zwei Vorrichtungen zusätzlich eine zentrale Einheit und zumindest zwei Verbindungsleitungen auf. Die zentrale Einheit weist dabei zumindest eine kombinierte Schnittstelle zur Ausgabe einer Versorgungsleistung und zum Senden von Empfangsdaten und zum Empfangen von Sendedaten auf. Eine erste Verbindungsleitung verbindet die kombinierte Schnittstelle der zentralen Einheit mit der ersten kombinierten Schnittstel-

le der ersten Vorrichtung elektrisch. Die erste Vorrichtung empfängt dann die erste Versorgungsleistung, sowie die Empfangsdaten durch die erste Verbindungsleitung. Die zweite Verbindungsleitung verbindet die zweite kombinierte Schnittstelle der ersten Vorrichtung mit der ersten kombinierten Schnittstelle der ersten Vorrichtung elektrisch. Die zweite Vorrichtung empfängt also die erste Versorgungsleistung, sowie die Empfangsdaten durch die zweite Verbindungsleitung. Die erste Versorgungsleistung der zweiten Vorrichtung wird durch die erste Vorrichtung bereitgestellt.

**[0025]** Von jeder kombinierten Schnittstelle der zentralen Einheit kann ein Strang mit einer beliebigen Anzahl N Vorrichtungen ausgehen. Bei einem Strang, der aus N Vorrichtungen besteht, ist die erste kombinierte Schnittstelle der n-ten Vorrichtung mit der zweiten kombinierten Schnittstelle der (n-1)-ten Vorrichtung elektrisch verbunden, wobei n eine ganze Zahl ist, die größer als 1 und kleiner oder gleich N ist. Das System ist also beliebig erweiterbar, sodass  $N > 2$ , vorteilhafterweise  $N > 10$ , ganz besonders vorteilhaft  $N > 50$  ist. Dabei können die Vorrichtungen über entsprechende Verbindungsleitungen elektrisch miteinander verbunden sein. Jede Verbindungsleitung sollte dabei die erste kombinierte Schnittstelle einer Vorrichtung mit der zweiten kombinierten Schnittstelle einer weiteren Vorrichtung elektrisch verbinden.

**[0026]** Weist die zentrale Einheit mehrere kombinierte Schnittstellen auf, können auch Ausführungsformen des Systems mit mehreren solcher Stränge realisiert werden. Jeder Strang kann dabei eine unterschiedliche Anzahl an Vorrichtungen aufweisen.

**[0027]** Optional ist es möglich, dass zumindest eine Vorrichtung des Systems eine weitere Schnittstelle zum Empfangen einer Leistung aufweist. Diese empfangene Leistung kann, wie oben beschrieben, zumindest teilweise als zweite Versorgungsleistung an der zweiten kombinierten Schnittstelle der Vorrichtung ausgegeben werden. Dies kann beispielsweise bei Systemen, die große Gesamtleistungen verbrauchen, vorteilhaft sein. Es kann in diesem Fall außerdem vorgesehen sein, auf Verbindungsleitungen zwischen einzelnen Vorrichtungen dieser Art zu verzichten und Empfangs- und Sendedaten zwischen derartigen Vorrichtung kabellos zu übertragen.

**[0028]** In vorteilhaften Ausführungsformen des Systems kann die zentrale Einheit eine zweite Schnittstelle zur Ausgabe von Daten und/oder eine dritte Schnittstelle zur Aufnahme von Leistung aufweisen. Die zentrale Einheit kann vorteilhafterweise einen Prozessor aufweisen, der dazu ausgebildet sein, Daten von allen im System befindlichen Vorrichtungen zu ermitteln und diese Daten über die zweite Schnittstelle der zentralen Einheit bereitzustellen. Weiter kann der Prozessor der zentralen Einheit dazu ausgebildet sein, Daten an die Vorrichtungen zu senden. Die Daten können beispielsweise Spannungs- und/oder Stromwerte und/oder eine Zieladressen einer Vorrichtung aufweisen. Auf diese Weise können beispielsweise, die Spannung und/oder die Stromstärke

bestimmt werden, die an einer Ausgabeelektrode einer Vorrichtung mit der entsprechenden Zieladresse ausgegeben werden sollen. Die Daten können ebenfalls Befehle zum Starten einer normgerechten Messung beinhalten.

**[0029]** Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Durchführung des kathodischen Korrosionsschutzes unter Verwendung einer Vorrichtung weist die nachfolgend beschriebenen Schritte auf. Zunächst wird eine Versorgungsspannung zur Leistungsversorgung an die erste kombinierte Schnittstelle angelegt. Die Vorrichtung und ihre Komponenten werden dadurch mit Leistung versorgt. Verfügt die Vorrichtung über eine weitere Schnittstelle zum Empfangen einer Leistung kann die Versorgungsspannung zur Leistungsversorgung auch an diese weitere Schnittstelle angelegt werden. In einem weiteren Schritt werden Empfangsdaten durch die erste kombinierte Schnittstelle empfangen. Messwerte können in Verfahren, die zur Durchführung einer normgerechten kathodischen Korrosionsschutzes geeignet sind, bestimmt werden. Dies erfolgt durch Ausgabe einer Messspannung an zumindest einer der Ausgabeelektroden und Spannungs- und/oder Strommessung an zumindest einem Messeingang. Weiter wird zumindest eine Ausgabespannung und/oder zumindest ein Ausgabestrom durch den Prozessor aus den Empfangsdaten und/oder den Messwerten bestimmt. Bevorzugt können Messwerte nach den Normen DIN EN 12696:2022, DIN EN 12696:2017-05, und/oder DIN EN 12954:2020 bestimmt werden. Besonders bevorzugt können Messungen nach einer Norm durchgeführt werden, die für den kathodischen Korrosionsschutz geeignet ist. Außerdem können in den Empfangsdaten können beispielsweise Spannungs- und/oder Stromwerte enthalten sein, die durch einen Nutzer hinterlegt worden sind. Anschließend kann die zumindest eine Ausgabespannung und/oder der zumindest eine Ausgabestrom an zumindest einer der Ausgabeelektroden ausgegeben werden.

**[0030]** Optional können durch den Prozessor Empfangsdaten verarbeiten und Sendedaten bereitgestellt werden. Diese Sendedaten können anschließend durch die zweite Schnittstelle ausgegeben werden. Weiter kann eine zweite Versorgungsspannung zur Übertragung der zweiten Versorgungsleistung durch die zweite kombinierte Schnittstelle ausgegeben werden.

**[0031]** Ein Verfahren zur Durchführung des kathodischen Korrosionsschutzes unter Verwendung eines oben beschriebenen Systems weist die nachfolgend beschriebenen Schritte auf. Zunächst wird eine Versorgungsspannung durch die zentrale Einheit ausgegeben und Empfangsdaten durch die zentrale Einheit gesendet. Anschließend kann jede Vorrichtung des Systems das oben beschriebene Verfahren durchführen.

**[0032]** Die Erfindung und ihre Ausgestaltungformen soll nachfolgend anhand von einer Figur veranschaulicht werden.

**[0033]** Es zeigt:

Fig. 1 ein System von Vorrichtung zur Durchführung des

kathodischen Korrosionsschutzes.

**[0034]** Figur 1 zeigt ein System 10, das eine zentrale Einheit 11, sowie drei Vorrichtungen 1, 1', 1" zur Durchführung des kathodischen Korrosionsschutzes aufweist. Das System 10 ist beliebig erweiterbar. Aus Gründen der Darstellbarkeit sind in Figur 1 lediglich drei Vorrichtungen 1, 1', 1" gezeigt. Jede Vorrichtung 1, 1', 1" ist im Wesentlichen gleich aufgebaut und weist eine erste kombinierte Schnittstelle 2, 2', 2", eine zweite kombinierte Schnittstelle 3, 3', 3" und eine Ausgabeelektrode 4, 4', 4" auf. Jede erste kombinierte Schnittstelle 2, 2', 2" ist dazu ausgebildet erste Versorgungsleistungen und Empfangsdaten zu empfangen. Jede zweite kombinierte Schnittstelle 3, 3', 3" ist dazu ausgebildet zweite Versorgungsleistungen auszugeben und Sendedaten zu senden. Zumindest eine der Schnittstellen 2, 2', 2", 3, 3', 3" kann eine Ethernet-Schnittstelle sein, die zu Power-over-Ethernet fähig ist. vorteilhafterweise kann zumindest eine Vorrichtung 1, 1', 1" über eine dritte Schnittstelle verfügen, die dazu ausgebildet ist Leistung zu empfangen. Die kann beispielsweise in Systemen vorteilhaft sein, die einen hohen Leistungsverbrauch aufweisen. In diesem Fall muss die Gesamtleistung des Systems nicht durch die zentrale Einheit 11 bereitgestellt werden.

**[0035]** Jede der Vorrichtungen weist einen Prozessor auf, der in Figur 1 nicht gezeigt ist. Der Prozessor ist dazu ausgebildet Empfangsdaten zu verarbeiten und Sendedaten bereitzustellen. Weiter ist er dazu eingerichtet die zweite Versorgungsleistung zu steuern, die an der zweiten kombinierten Schnittstelle 3, 3', 3" der jeweiligen Vorrichtung 1, 1', 1" ausgegeben werden soll. Außerdem ist der Prozessor dazu ausgebildet zumindest eine Ausgabespannung und/oder zumindest einen Ausgabestrom zu regeln und jeweils an einer Ausgabeelektrode 4, 4', 4" der jeweiligen Vorrichtung 1, 1', 1" auszugeben.

**[0036]** Lediglich die ersten beiden Vorrichtungen 1, 1' weisen einen Messeingang 5, 5' auf. Dies soll verdeutlichen, dass Vorrichtungen sowohl mit als auch ohne Messeingang benutzbar sind. Es sind aber auch Ausführungsformen des Systems 10 möglich, in denen jede Vorrichtung oder keine der Vorrichtungen einen Messeingang aufweist.

**[0037]** Mit der Ausgabeelektrode 4 der ersten Vorrichtung 1 ist eine Anode 6 elektrisch verbunden. Die Anode 6 ist in Figur 1 schematisch als Gitter dargestellt. Mit dem Messeingang 5 der ersten Vorrichtung 1 ist eine Referenzelektrode 7 elektrisch verbunden. Die Referenzelektrode 7 ist über ein Elektrolyt 8 mit der Anode 6 verbunden. Der Elektrolyt 8 kann beispielsweise Beton sein.

**[0038]** Die Anode 6 kann beispielsweise ein Gitter sein, das in Beton eingelassen wurde. Der Prozessor der ersten Vorrichtung 1 kann beispielsweise dazu ausgebildet sein, Spannungswerte und Stromwerte am Messeingang 5 zu bestimmen.

**[0039]** Der Prozessor zumindest einer Vorrichtung kann beispielsweise dazu ausgebildet ist, Messungen nach DIN EN 12696:2022, DIN EN 12696:2017-05, nach DIN EN 12954:2022 und/oder einer anderen Norm, die

für den kathodischen Korrosionsschutz geeignet ist, durchzuführen. Dabei werden Spannungen an der Ausgabeelektrode 4, 4' ausgegeben und mit gemessenen Spannungen an den Messeingängen 5, 5' zueinander in Bezug gesetzt. Bei diesen Messungen sollten die Anode 6, die elektrisch mit der Ausgabeelektrode 4, 4' verbunden ist und die Referenzelektrode 7, die mit dem zur Messung verwendeten Messeingang 5, 5' verbunden ist, über ein Elektrolyt 8 miteinander verbunden sein.

**[0040]** Die zentrale Einheit 11 weist eine kombinierte Schnittstelle 15 auf, die der Ausgabe einer Versorgungsleistung und dem Senden und Empfangen von Daten dient. Die kombinierte Schnittstelle 15 der zentralen Einheit 11 ist über eine erste Verbindungsleitung 12 mit der ersten kombinierten Schnittstelle 2 der ersten Vorrichtung 1 verbunden. Die zweite kombinierte Schnittstelle 3 der ersten Vorrichtung 1 ist über eine zweite Verbindungsleitung 13 elektrisch mit der ersten Schnittstelle 2' der zweiten Vorrichtung 1' verbunden. Die zweite kombinierte Schnittstelle 3 der zweiten Vorrichtung 1' ist über eine dritte Verbindungsleitung 14 elektrisch mit der ersten Schnittstelle 2" der dritten Vorrichtung 1" verbunden. Bei einem System, das aus N Vorrichtungen besteht, ist die erste kombinierte Schnittstelle der n-ten Vorrichtung mit der zweiten kombinierten Schnittstelle der (n-1)-ten Vorrichtung elektrisch verbunden, wobei n eine ganze Zahl ist, die größer als 1 und kleiner oder gleich N ist.

**[0041]** Die zentrale Einheit 11 weist optional eine zweite Schnittstelle 16 zur Ausgabe und Eingabe von Daten auf. Über diese Schnittstelle können beispielsweise Daten von allen im System befindlichen Vorrichtungen 1, 1', 1" breitgestellt werden. Ebenso ist es in manchen Ausführungsformen möglich, Daten an die Vorrichtungen 1, 1', 1" zu senden. Diese Daten können beispielsweise unterschiedliche Spannungs- und/oder Stromwerte aufweisen, die anschließend an den entsprechenden Ausgabeelektroden 4, 4', 4" ausgegeben werden können. Vorteilhafterweise weist die zentrale Einheit 11 ebenfalls eine Schnittstelle zur Aufnahme von Leistung auf. Diese kann entweder unabhängig von der zweiten Schnittstelle 16 sein oder mit dieser kombiniert sein, so dass sowohl Daten als auch Leistung von der Schnittstelle aufgenommen werden kann.

**[0042]** Eine Vorrichtung 1, 1', 1" kann betrieben werden, in dem eine Versorgungsspannung zur Leistungsversorgung an eine erste kombinierte Schnittstelle 2, 2', 2" angelegt wird.

**[0043]** Weiter kann die Vorrichtung über die erste kombinierte Schnittstelle 2, 2', 2" Empfangsdaten empfangen. Die Empfangsdaten können beispielsweise als Datenpakete aufgebaut sein, die die zu übermittelnde Information, sowie eine Start- und Zieladresse aufweisen. Der Prozessor ist anschließend dazu ausgebildet die Start- und Zieladresse zu ermitteln und gegebenenfalls Informationen aus dem Datenpaket auszulesen. Als Information in diesem Sinne kann beispielsweise eine oder mehrere Spannungen und/oder eine oder mehrere Stromstärken angesehen werden, die an den jeweiligen Aus-

gabeelektroden ausgegeben werden sollen.

**[0044]** Der Prozessor stellt ebenfalls Sendedaten bereit. Die Sendedaten können gegebenenfalls identisch zu den Empfangsdaten sein. Dies kann beispielsweise dann der Fall sein, wenn die Zieladresse eines Datenpaketes nicht mit der Adresse der Vorrichtung übereinstimmt und das Datenpaket also nicht für diese Vorrichtung vorgesehen war. Die Sendedaten können in anderen Fällen aber auch die Adresse der Vorrichtung als Startadresse, eine Zieladresse, und weitere Informationen aufweisen. Als weitere Information in diesem Sinne können aktuelle Zustandsdaten der Vorrichtung angesehen werden. Beispielsweise, ob die Vorrichtung gerade in Betrieb ist oder nicht. Weiter können Messwerte, die am Messeingang gemessen werden, bzw. bereits durch den Prozessor verarbeitete Messungen als weitere Information angesehen werden, die beispielsweise als Empfangs- und/oder Sendedaten bereitgestellt werden können.

Bezugszeichenliste:

#### [0045]

1, 1', 1"	Vorrichtung
2, 2', 2"	erste kombinierte Schnittstelle
3, 3', 3"	zweite kombinierte Schnittstelle
4, 4', 4"	Ausgabeelektrode
5, 5'	Messeingang
6	Anode
7	Referenzelektrode
8	Elektrolyt
10	System
11	zentrale Einheit
12	erste Verbindungsleitung
13	zweite Verbindungsleitung
14	dritte Verbindungsleitung
15	kombinierte Schnittstelle
16	zweite Schnittstelle

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Ausgeben zumindest einer Spannung für den kathodischen Korrosionsschutz, aufweisend

eine erste kombinierte Schnittstelle (2), die dazu ausgebildet ist eine erste Versorgungsleistung und Empfangsdaten zu empfangen, eine zweite kombinierte Schnittstelle (3), die dazu ausgebildet ist eine zweite Versorgungsleistung auszugeben und Sendedaten zu senden, zumindest eine Ausgabeelektrode (4), zumindest einen Prozessor, der dazu eingerichtet ist

Empfangsdaten zu verarbeiten,

- Sendedaten bereitzustellen,  
die zweite Versorgungsleistung zu steuern,  
und  
zumindest eine Ausgabespannung  
und/oder zumindest einen Ausgabestrom  
zu regeln und jeweils an einer Ausgabeelektrode auszugeben.
- 5
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, aufweisend zumindest einen Messeingang (5), wobei der Prozessor außerdem dazu ausgebildet ist, Spannungswerte und Stromwerte am Messeingang (5) zu messen.
- 10
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei die erste kombinierte Schnittstelle zusätzlich dazu ausgebildet ist, Sendedaten zu senden und die zweite Schnittstelle zusätzlich dazu ausgebildet ist Empfangsdaten zu empfangen.
- 15
4. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend zumindest eine Anode (6), wobei die Anode (6) elektrisch mit der Ausgabeelektrode (4) verbunden ist.
- 20
5. Vorrichtung (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Anode (6) ein Gitter, eine elektrisch leitfähige Beschichtung und/oder in Beton eingelassen ist.
- 25
6. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 und 3, aufweisend zumindest eine Referenzelektrode (7) die elektrisch mit dem Messeingang (5) verbunden ist und über ein Elektrolyt (8) mit der Anode (6) verbunden ist.
- 30
7. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Prozessor eine Kommunikationseinheit aufweist, die dazu ausgebildet ist, die Empfangsdaten in Abhängigkeit ihres Inhalts entweder
- 35
- als Sendedaten der zweiten kombinierten Schnittstelle bereit zu stellen, oder  
zur Steuerung der zumindest einen Ausgabespannung und/oder des zumindest einen Ausgabestroms zu verwenden.
- 40
- 45
8. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste und/oder die zweite kombinierte Schnittstelle (2, 3) eine Ethernet-Schnittstelle ist.
- 50
9. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend eine weitere Schnittstelle zum Empfangen einer Leistung.
- 55
10. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Prozessor drei Einheiten aufweist, die untereinander Daten austauschen können,
- wobei eine erste Einheit dazu eingerichtet ist, die Empfangsdaten zu verarbeiten, die Sendedaten bereitzustellen, und die zweite Versorgungsleistung zu steuern,  
eine zweite Einheit dazu eingerichtet ist, die zumindest eine Ausgabespannung und/oder den zumindest einen Ausgabestrom zu regeln und an der zumindest einen Ausgabeelektrode auszugeben, und  
eine dritte Einheit dazu eingerichtet ist, Spannungswerte und/oder Stromwerte am Messeingang (5) zu messen.
11. Vorrichtung (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei zumindest eine der zweiten Einheit oder der dritten Einheit von mindestens einer der kombinierten Schnittstellen (2, 3) galvanisch getrennt ist.
12. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Prozessor dazu ausgebildet ist, Messungen nach DIN EN 12696:2022, DIN EN 12696:2017-05, und/oder nach DIN EN 12954:2020 durchzuführen.
13. System (10) aus zumindest zwei Vorrichtungen (1, 1', 1'', ...) nach den vorhergehenden Ansprüchen, aufweisend eine zentrale Einheit (11), und zumindest zwei Verbindungsleitungen (12, 13), wobei
- die zentrale Einheit (11) zumindest eine kombinierte Schnittstelle (15) zur Ausgabe einer Versorgungsleistung und zum Senden von Empfangsdaten und Empfangen von Sendedaten aufweist,  
eine erste Verbindungsleitung (12) die kombinierte Schnittstelle (15) der zentralen Einheit mit der ersten kombinierten Schnittstelle (2) der ersten Vorrichtung (1) elektrisch verbindet, und  
eine zweite Verbindungsleitung (13) die zweite kombinierte Schnittstelle (3) der ersten Vorrichtung (1) mit der ersten kombinierten Schnittstelle (2') der ersten Vorrichtung (1') elektrisch verbindet.
14. System (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die zentrale Einheit (11) eine zweite Schnittstelle (16) zur Ausgabe und/oder Eingabe von Daten und/oder eine dritte Schnittstelle zur Aufnahme von Leistung aufweist und/oder dazu ausgebildet ist, Daten von allen im System befindlichen Vorrichtungen (1, 1', 1'', ...) zu ermitteln und diese Daten über die zweite Schnittstelle der zentralen Einheit bereitzustellen.

- 15.** Verfahren zur Durchführung des kathodischen Korrosionsschutzes unter Verwendung einer Vorrichtung (1) nach den Ansprüchen 2 bis 12, aufweisend die Schritte
- 5
- Anlegen einer Versorgungsspannung zur Leistungsversorgung an die erste kombinierte Schnittstelle (2),
  - Empfangen von Empfangsdaten durch die erste kombinierte Schnittstelle (2),
  - Bestimmen von Messwerten nach DIN EN 12696:2022, DIN EN 12696:2017-05, und/oder nach DIN EN 12954:2020 durch Ausgabe einer Messspannung an zumindest einer der Ausgabeelektroden (4) und Spannungs- und/oder Strommessung an zumindest einem Messeingang (5),
  - Bestimmen zumindest einer Ausgabespannung und/oder zumindest eines Ausgabestroms durch den Prozessor aus den Empfangsdaten und/oder den Messwerten,
  - Ausgeben der zumindest einen Ausgabespannung und/oder des zumindest einen Ausgabestroms an zumindest einer der Ausgabeelektroden (4).
- 10  
15  
20  
25
- 16.** Verfahren zur Durchführung des kathodischen Korrosionsschutzes nach dem vorhergehenden Anspruch weiter aufweisend die Schritte
- 30
- Verarbeiten der Empfangsdaten und Bereitstellen von Sendedaten durch den Prozessor,
  - Ausgeben von Sendedaten und Ausgeben einer zweiten Versorgungsspannung zur Übertragung der zweiten Versorgungsleistung durch die zweite kombinierte Schnittstelle.
- 35
- 17.** Verfahren zur Durchführung des kathodischen Korrosionsschutzes unter Verwendung eines Systems nach den Ansprüchen 13 und 14, aufweisend die Schritte
- 40
- Ausgeben einer Versorgungsspannung und Senden von Empfangsdaten durch die zentrale Einheit,
  - Durchführen eines Verfahrens nach Anspruch 14 mit den Vorrichtungen (1, 1', 1'', ...) des Systems.
- 45  
50  
55





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 19 2177

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 3 992 332 A1 (GERHARD GREGOR [DE]; FAULHABER ARMIN [DE]) 4. Mai 2022 (2022-05-04) * Absatz [0034]; Abbildung 2 * * Absatz [0039] - Absatz [0041]; Abbildung 3 *	1-17	INV. C23F13/04 C23F13/20
X	DE 692 23 656 T2 (CYBERDAN AS [DK]) 14. Mai 1998 (1998-05-14) * Seite 4, Zeilen 3-7 * * Seite 9, Absatz 3 - Seite 10, Absatz 2; Abbildung 1 * * Seite 4 - Seite 5 *	1-17	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C23F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>27. April 2023</b>	Prüfer <b>Desbois, Valérie</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 22 19 2177

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-04-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
<b>EP 3992332</b>	<b>A1</b>	<b>04-05-2022</b>	<b>KEINE</b>
-----			
<b>DE 69223656</b>	<b>T2</b>	<b>14-05-1998</b>	<b>AT 161296 T 15-01-1998</b>
		<b>AU 656639 B2 09-02-1995</b>	
		<b>CA 2122582 A1 10-06-1993</b>	
		<b>DE 69223656 T2 14-05-1998</b>	
		<b>DK 192991 A 25-06-1993</b>	
		<b>EP 0724654 A1 07-08-1996</b>	
		<b>JP 2827171 B2 18-11-1998</b>	
		<b>JP H07502304 A 09-03-1995</b>	
		<b>NO 308750 B1 23-10-2000</b>	
		<b>US 5466353 A 14-11-1995</b>	
		<b>WO 9311279 A1 10-06-1993</b>	
-----			

EPO FORM P0461

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