



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43)

Veröffentlichungstag:
18.09.2024 Patentblatt 2024/38

(51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01R 13/52 (2006.01) H01R 13/641 (2006.01)
H01R 13/71 (2006.01) H01R 24/86 (2011.01)

(21)

Anmeldenummer: 23162436.2

(52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H01R 13/5219; H01R 13/5216; H01R 13/641;
H01R 13/71; H01R 24/86

(22)

Anmeldetag: 16.03.2023

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71)

Anmelder: Murrelektronik GmbH
71570 Oppenweiler (DE)

(72)

Erfinder:
• Wolff, Ingo
71570 Oppenweiler (DE)
• Jacob, Heike
71570 Oppenweiler (DE)

(74)

Vertreter: Prinz & Partner mbB
Patent- und Rechtsanwälte
Rundfunkplatz 2
80335 München (DE)

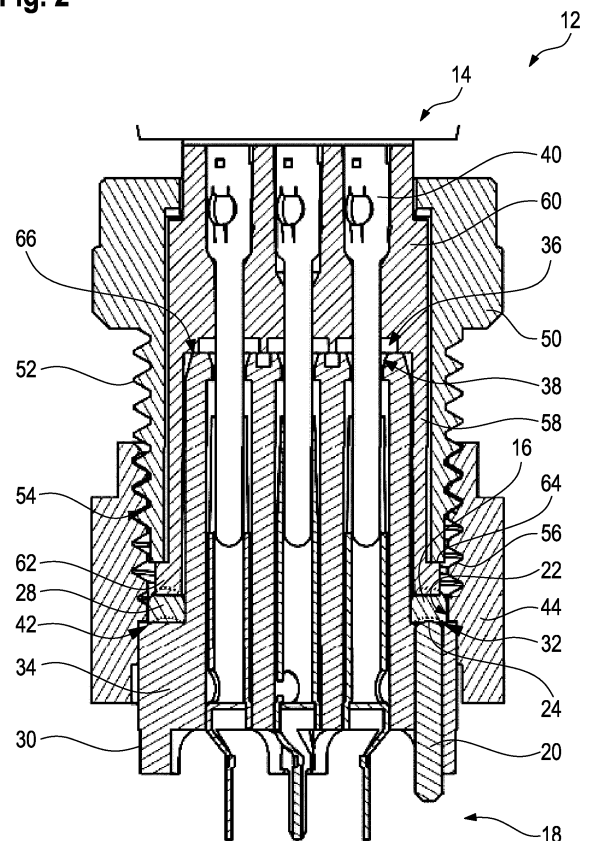
(54)

STECKSYSTEM MIT STECKVERBINDUNG UND ÜBERWACHUNGSEINHEIT SOWIE
VERFAHREN ZUM ÜBERWACHEN DER STECKVERBINDUNG

(57)

Die Erfindung betrifft ein Stecksystem (10) zur Herstellung einer Steckverbindung (12), mit einem Stecker (14), einer Buchse (18). Die Buchse (18) umfasst ein Kontaktelement (20), eine Kontaktfläche (22) und ein elektrisch leitfähiges Dichtelement (28), das an der Kontaktwand (22) anliegt, zwischen dem Kontaktelement (20) und der Kontaktfläche (22) angeordnet ist. Das Stecksystem (10) weist eine Überwachungseinheit (36) auf, die eingerichtet ist, im zusammengesteckten Zustand der Steckverbindung (12) zu erfassen, ob eine elektrische Verbindung über das Dichtelement (28) vorliegt.

Fig. 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Stecksystem zur Herstellung einer Steckverbindung sowie ein Verfahren zum Überwachen der Steckverbindung.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind unter anderem Rundsteckverbinder mit einem Verriegelungsgewinde bekannt, die verwendet werden, um eine Steckverbindung auszubilden. Diese Rundsteckverbinder werden unter anderem verwendet, um Aktoren, Sensoren, Energieversorgungskomponenten, Ethernet- und/oder Feldbussysteme anzuschließen. Derartige Rundsteckverbinder bieten insbesondere den Vorteil, dass diese im Gegensatz zu herkömmlichen, in Schaltschränken verbauten Verbindermodule verteilt angeordnet sein können. Dementsprechend sind die Rundsteckverbinder oftmals flexibel einsetzbar und können auf einfache Weise verbaut werden. Als Standard im Bereich der Rundsteckverbinder haben sich vorrangig Rundsteckverbinder der Größe M12 (IEC 61076-2-101) und M8 (IEC 61076-2-104) durchgesetzt. Für speziellere Anwendungen sind auch Rundsteckverbinder der Größen 7/8, M23 und M16 geeignet.

[0003] Aufgrund der vielfältigen Anordnungsmöglichkeiten derartiger Rundsteckverbinder hinsichtlich des Einsatzortes, ist es notwendig, den elektrischen Kontakt von Stecker und Buchse im zusammengesteckten Zustand vor Umwelteinflüssen wie Feuchtigkeit und Verunreinigungen zu schützen. Aus diesem Grund weisen derartige Steckverbindungen üblicherweise einen buchsenseitigen Dichtring sowie eine steckerseitige Gewindehülse auf. Die Buchse kann nach dem Koppeln mit dem Stecker mit diesem verschraubt werden, sodass der Dichtring durch die Stirnseite des Steckers verformt wird, wodurch schließlich die gewünschte Dichtheit der Steckverbindung erreicht wird.

[0004] Allerdings ergeben sich aus der oben beschriebenen Konstruktion einige Nachteile. Unter anderem hängt die Dichtheit der Steckverbindung maßgeblich von der Pressung des Dichtrings ab. Ist der Dichtring nicht ausreichend gepresst, so ist die Steckverbindung potenziell undicht. Dies kann dann auftreten, wenn der Stecker per Hand verschraubt wird und das erforderliche Drehmoment nicht aufgebracht wird und/oder wenn sich der Stecker aufgrund von Temperaturwechsel bzw. Vibrationen löst. Auch kann es vorkommen, dass der Stecker und die Buchse leicht verkantet miteinander gekoppelt werden, sodass der Dichtring nicht gleichmäßig bzw. in gewünschter Weise gepresst wird. Ferner neigt ein zu stark gepresster Dichtring zu irreversiblen Materialveränderungen (plastischen Verformungen), beispielsweise Rissbildung und Materialverschleiß, was ebenfalls nachteilig ist. Darüber hinaus altern Dichtringe mit der Zeit, sodass auch ordnungsgemäß gepresste Dichtringe die Steckverbindung nicht mehr dicht halten können.

[0005] Ein Weg, das oben beschriebene Problem der zu starken Pressung bzw. dem zu geringen Drehmoment zu überwinden, besteht in der Verwendung von Drehmo-

mentschlüsseln, mit denen ein definiertes Drehmoment aufgebracht wird. Es kann jedoch vergessen werden, den Drehmomentschlüssel zu verwenden, sodass kein ausreichendes oder ein zu hohes Drehmoment aufgebracht wird, wenn der Stecker händisch verschraubt wird. Dies liegt auch daran, dass die Drehmomentschlüssel nicht immer verfügbar sind. Zudem können die Drehmomentschlüssel nicht auf den Zustand des Dichtrings reagieren, da die Drehmomentschlüssel lediglich das Drehmoment begrenzen können, wenn die Steckverbindung hergestellt wird.

[0006] Auch der Einsatz von mechanischen Indikationselementen zur Überprüfung der Pressung ist aus dem Stand der Technik bekannt. Beispielsweise offenbart die DE 10 2007 008 042 A1 einen Stecker mit einem Indikationselement, das beim Zusammendrücken eines Dichtrings von einer versteckten Stellung in eine Sichtstellung verlagert wird, sodass dies optisch erkennbar wird. Damit ist schnell feststellbar, ob der Stecker und ein Gegenstück wie die Buchse vorschriftsmäßig miteinander verbunden sind.

[0007] Nachteilig an den vorgenannten Systemen ist allerdings, dass diese nicht kontrollieren, ob die Steckverbindung dauerhaft vorschriftsmäßig hergestellt ist. So stellen diese Methoden lediglich sicher, dass die Steckverbindung im Moment der Installation bzw. der erneuten Kontrolle die Dichtheit gegeben ist. Mit anderen Worten kann die vorschriftsmäßige Installation und die daraus resultierende Dichtheit nur manuell und vor Ort kontrolliert werden.

[0008] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Stecksystem bereitzustellen, mit dem auf einfache Weise feststellbar ist, ob eine Steckverbindung zwischen Stecker und Buchse vorschriftsmäßig hergestellt ist.

[0009] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Stecksystem zur Herstellung einer Steckverbindung nach Anspruch 1.

[0010] Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Stecksystems sind in den Unteransprüchen angegeben, deren Merkmale wahlweise miteinander kombiniert werden können.

[0011] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe demnach gelöst durch ein Stecksystem zur Herstellung einer Steckverbindung, mit einer Buchse zur Aufnahme eines Steckers. Die Buchse umfasst ein Kontaktelement, eine Kontaktfläche und ein elektrisch leitfähiges Dichtelement. Das Dichtelement ist zwischen dem Kontaktelement und der Kontaktfläche angeordnet. Das Dichtelement stellt in einem zusammengesteckten Zustand der Steckverbindung eine elektrische Verbindung zwischen der Kontaktfläche und dem Kontaktelement her. Das Dichtelement ist derart ausgebildet, dass in einem unbelasteten Zustand des Dichtelements eine elektrische Verbindung zwischen dem Kontaktelement und der Kontaktfläche unterbrochen ist. Das Stecksystem weist ferner eine Überwachungseinheit auf, die mit dem Kontaktelement und der Kontaktfläche elektrisch verbunden ist.

Die Überwachungseinheit ist dazu eingerichtet, im zusammengesteckten Zustand der Steckverbindung (elektrisch) zu erfassen, ob eine elektrische Verbindung über das Dichtelement vorliegt.

[0012] Die Erfindung beruht auf dem Grundgedanken, ein Stecksystem bereitzustellen, das zuverlässig erkennt, ob eine Steckverbindung korrekt ausgebildet ist. Es werden insbesondere ausschließlich Komponenten der Buchse verwendet, um festzustellen, ob der Stecker korrekt in die Buchse eingesteckt worden ist, insbesondere korrekt eingeschraubt wurde. Dies ist möglich, da beim Vorliegen der Steckverbindung, also wenn der Stecker in die Buchse eingesteckt (und verschraubt) ist, das Dichtelement durch den Stecker belastet ist und sich verformt. Die Verformung des Dichtelements hat zur Folge, dass das elektrisch leitfähige Dichtelement sowohl das Kontaktelement der Buchse als auch die Kontaktfläche der Buchse gleichzeitig kontaktiert, wodurch über das elektrisch leitfähige Dichtelement eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Kontaktelement und der Kontaktfläche ausgebildet ist. Das Kontaktelement und die Kontaktfläche sind ebenfalls aus einem elektrisch leitfähigen Material, insbesondere die Komponente der Buchse, an der die Kontaktfläche vorgesehen ist. Die Überwachungseinheit, die mit dem Kontaktelement und der Kontaktfläche verbunden ist, kann somit feststellen, ob das Dichtelement derart verformt worden ist, dass eine elektrische Verbindung vorliegt.

[0013] Das Vorliegen der elektrischen Verbindung geht demnach mit einem bestimmten geometrischen Zustand des elektrisch leitfähigen Dichtelements einher, nämlich einem verformten geometrischen Zustand, bei dem die Dichtfunktionalität gewährleistet ist. Mit anderen Worten stellt die Verformung des Dichtelements einen anderen geometrischen Zustand des Dichtelements im Vergleich zum geometrischen Zustand des Dichtelements in dessen Ausgangszustand dar. Dies kann elektrisch detektiert werden, da der andere geometrische Zustand des Dichtelements, also die Verformung des Dichtelements, zur Folge hat, dass die elektrische Verbindung hergestellt ist, da das elektrisch leitfähige Dichtelement aufgrund der Verformung sowohl das Kontaktelement als auch die Kontaktfläche kontaktiert.

[0014] Grundsätzlich sind bzw. ist das Dichtelement und/oder das Kontaktelement derart ausgebildet, dass die elektrische Verbindung nur dann vorliegt, wenn die Steckverbindung ausgebildet ist, insbesondere ordnungsgemäß, also mit einer definierten Verformung des Dichtelements, die der gewünschten Pressung des Dichtelements entspricht. Insbesondere ist das Dichtelement derart ausgebildet, dass die elektrische Verbindung nur dann vorliegt, wenn das Dichtelement ausreichend verformt wurde, sodass das Dichtelement auch seine Dichtfunktion erfüllt.

[0015] Die definierte Verformung kann dadurch erreicht werden, dass das Dichtelement in seinem Ausgangszustand, also wenn die Steckverbindung nicht vorliegt, eine Form hat, bei der keine elektrische Kontaktie-

rung des Kontaktelements und der Kontaktfläche vorliegt. Alternativ oder ergänzend kann das Kontaktelement so geformt sein, insbesondere an seiner dem Dichtelement zugewandten Stirnfläche, dass im unbelasteten Zustand des Dichtelements kein Kontakt zwischen dem Kontaktelement und dem Dichtelement vorliegt.

[0016] Dagegen liegt die elektrische Verbindung vor, wenn die Steckverbindung (ordnungsgemäß) ausgebildet ist, da dies eine Formveränderung des Dichtelements zur Folge hat, wodurch das Dichtelement das Kontaktelement kontaktiert und somit die elektrische Verbindung hergestellt ist.

[0017] Es kann daher in einfacher Weise, insbesondere in digitaler Weise, festgestellt werden, ob das Dichtelement seine Dichtfunktion erfüllt oder nicht. Eine optische Kontrolle von Indikatoren oder eine (manuelle) Überprüfung des Drehmoments kann somit entfallen.

[0018] Die Überwachung mittels der Überwachungseinheit basiert auf der Verformung des Dichtelements. Wenn das Dichtelement verformt bzw. gedrückt ist, dann kontaktiert das Dichtelement das wenigstens eine Kontaktelement und die Kontaktfläche gleichzeitig, wodurch eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Kontaktelement und der Kontaktfläche hergestellt ist. Dies entspricht dem Vorliegen eines Schaltsignals, da ein elektrisches Signal vorliegt, was erfasst bzw. überwacht werden kann, wenn die elektrische Verbindung hergestellt ist.

[0019] Beispielsweise wird die elektrische Verbindung zwischen dem Kontaktelement und einer Komponente der Buchse hergestellt, an der die Kontaktfläche ausgebildet ist. Der Stecker ist demnach für die Überwachung elektrisch unbeachtlich, da der Stecker lediglich sicherstellt, das Dichtelement ausreichend zu verformen, um die elektrische Verbindung zwischen dem Kontaktelement und der Komponente der Buchse sicherzustellen, beispielsweise einer Gewindehülse der Buchse. Wenn die Gewindehülse der Buchse aus einem nicht elektrisch leitenden Material hergestellt ist, bspw. einem Kunststoff, kann die Komponente der Buchse ein Kontaktierungselement sein, mit dem das Kontaktelement über das verformte Dichtelement die elektrische Verbindung herstellt, was von der Überwachungseinheit detektiert wird.

[0020] Optional kann die Qualität der hergestellten Steckverbindung elektrisch mittels der Überwachungseinheit überwacht werden, indem ein für den geometrischen Zustand des Dichtelements relevanter Parameter erfasst wird, insbesondere elektrisch. Mit anderen Worten wird ein vorliegendes elektrisches Signal erfasst und ausgewertet, um hierüber einen Rückschluss auf den geometrischen Zustand des Dichtelements und die Dichteigenschaften des Dichtelements zu erhalten. Das elektrische Signal liegt aber nur dann vor, wenn der geometrische Zustand des Dichtelements einen bestimmten Zustand erreicht hat, also eine definierte Verformung des Dichtelements vorliegt.

[0021] Im Gegensatz zu bekannten mechanischen Indikationselementen bzw. Werkzeugen wie Drehmo-

mentschlüsseln, die lediglich unmittelbar in der Nähe der Steckverbindung verwendet werden können, ist die hier vorgeschlagene Variante vielseitig einsetzbar. Dies wird dadurch ermöglicht, dass wenigstens eine der Komponenten der Steckverbindung, also zumindest eines der Kontaktelemente, und die Überwachungseinheit elektrisch miteinander verbunden sind.

[0022] Folglich ist das Stecksystem grundsätzlich dazu in der Lage, mittels der Überwachungseinheit die Steckverbindung auf eine vorschriftsmäßige Installation in Bezug auf eine minimale Einstecktiefe und folglich auf Dichtheit elektrisch zu überwachen, insbesondere die Qualität in Bezug auf Dichtheit der hergestellten Steckverbindung, indem der für den geometrischen Zustand des Dichtelements repräsentativen Parameter (minimale Pressung des Dichtelements) erfasst wird. Sofern das Stecksystem derart ausgebildet ist, dass der Stecker und die Buchse miteinander verschraubt werden, kann die vorschriftsmäßige Installation in Bezug auf eine minimale Einschraubtiefe elektrisch überwacht werden.

[0023] Dementsprechend bietet das Stecksystem den Vorteil, dass die überwachte Steckverbindung beliebig in einer Anlage angeordnet und mittels der Überwachungseinheit elektrisch überprüft werden kann, ob die hergestellte Steckverbindung dicht ist. Die Überwachungseinheit und die Steckverbindung können vorteilhafterweise räumlich getrennt angeordnet werden, was das System insgesamt flexibler macht. Insbesondere lassen sich in einfacher Weise mehrere Steckverbindungen gleichzeitig und zentral mit der Überwachungseinheit überwachen.

[0024] Die Dichtheit der Steckverbindung kann auf einfache Weise über den geometrischen Zustand des Dichtelements erfasst werden. Es wurde erkannt, dass die Dichtheit der hergestellten Steckverbindung in Korrelation mit dem geometrischen Zustand des Dichtelements steht. Folglich ist das hier genannte Stecksystem eben nicht dazu eingerichtet, den Verschleiß einer Dichtung zu überwachen, sondern über den geometrischen Zustand festzustellen, ob die Steckverbindung aus Stecker und Buchse vorschriftsmäßig hergestellt ist, also zu überprüfen, ob der Stecker und die Buchse korrekt miteinander gekoppelt sind.

[0025] Ein Aspekt der Erfindung sieht vor, dass die Überwachungseinheit eingerichtet ist, eine Verformung des Dichtelements zu erfassen.

[0026] Wenn die Steckverbindung zwischen dem Stecker und der Buchse erfolgt, wird ein zwischen dem Stecker und dem Kontaktelement der Buchse befindliches Volumen beim Ausbilden der Steckverbindung reduziert. Dies hat zur Folge, dass das Dichtelement verformt wird, wodurch dieses das Kontaktelement der Buchse und die Kontaktfläche der Buchse kontaktiert und so die elektrische Verbindung innerhalb der Buchse ausbildet. Da das Vorliegen der elektrischen Verbindung mittels der Überwachungseinheit überwacht wird, überwacht die Überwachungseinheit zumindest indirekt eine Verformung des Dichtelements.

[0027] Insbesondere kann die Überwachungseinheit zudem einen mit der Stauchung bzw. Verformung korrespondierenden Parameter überwachen. Ein mit der Stauchung bzw. Verformung korrespondierender Parameter kann ein beliebiger Parameter sein, der es ermöglicht, Rückschlüsse auf den geometrischen Zustand des Dichtelements zu ziehen.

[0028] Gemäß einem weiteren Aspekt weist die Überwachungseinheit eine Messeinheit auf, die eingerichtet ist, wenigstens einen elektrischen Kennwert der elektrischen Verbindung zwischen dem Kontaktelement und der Kontaktfläche zu erfassen. Dieser elektrische Kennwert wird hauptsächlich vom elektrischen leitfähigen Dichtelement beeinflusst, insbesondere vom geometrischen Zustand des elektrischen leitfähigen Dichtelements.

[0029] Folglich kann der mit der Stauchung bzw. Verformung des Dichtelements korrespondierende Parameter ein elektrischer Widerstandswert, eine elektrische Leitfähigkeit, eine Kapazität oder eine Induktivität sein. Wenn der Stecker in die Buchse eingesteckt wird, kontaktiert das Dichtelement ab einer bestimmten Einstecktiefe des Steckers, die mit einer Verformung des Dichtelements einhergeht, das Kontaktelement und die Kontaktfläche gleichzeitig. Infolge dieses Kontakts können das Kontaktelement und die Kontaktfläche über das elektrisch leitfähige Dichtelement elektrisch gekoppelt werden, insbesondere kurzgeschlossen werden, was wiederum von der Messeinheit erfasst werden kann. Dabei hängt der gemessene elektrische Kennwert direkt von der Einstecktiefe des Steckers ab, da dies die Verformung des Dichtelements beeinflusst.

[0030] Vorteilhafterweise ist der oben beschriebene elektrische Kennwert unabhängig von weiteren Randbedingungen, da der elektrische Kennwert vom geometrischen Zustand des elektrisch leitfähigen Dichtelements abhängt. Der elektrische Kennwert ist somit abhängig vom geometrischen Zustand des elektrisch leitfähigen Dichtelements, also dessen Verformung.

[0031] Ein weiterer Aspekt der Erfindung sieht vor, dass die Überwachungseinheit eine Auswerteeinheit aufweist, die informationsaustauschend mit einer Datenbank verbunden ist, in der mit Verformungen verknüpfte, vorbestimmte elektrische Kennwerte hinterlegt sind. Die Auswerteeinheit ist eingerichtet, auf Basis der in der Datenbank hinterlegten elektrischen Kennwerte, die Verformung des Dichtelements zu ermitteln.

[0032] Durch die in der Datenbank hinterlegte Verknüpfung zwischen der Verformung und den von den vorbestimmten elektrischen Kennwerten kann durch einen einfachen Abgleich mit dem von der Messeinheit gemessenen elektrischen Kennwert eine Verformung des Dichtelements ermittelt werden, also ein bestimmter geometrischer Zustand des Dichtelements. Insofern kann aus dem gemessenen elektrischen Kennwert eine Aussage über den geometrischen Zustand, also die Verformung, des Dichtelements getroffen werden, insbesondere wie stark es verformt ist. Mit anderen Worten kann eine qua-

litative Aussage getroffen werden, ob das Dichtelement ausreichend und nicht zu stark verformt worden ist. Ferner kann sogar ermittelt werden, ob die (ordnungsgemäße) Verformung eher zu groß oder eher zu gering ist.

[0033] Die vorbestimmten elektrischen Kennwerte können dabei im Vorhinein experimentell für den jeweiligen Dichtungstyp beziehungsweise das jeweilige Dichtungselement gemessen und anschließend in einer Datenbank hinterlegt werden. Folglich ist in der Datenbank wenigstens ein Datensatz von mit Verformungen verknüpften vorbestimmten elektrischen Kennwerten für den jeweiligen Dichtungstyp hinterlegt.

[0034] Die Auswerteeinheit kann eine Recheneinheit aufweisen, die aus der Verformung des Dichtelements einen Pressungswert berechnet, insbesondere einen Pressungswert mit der folgenden Formel:

$$v_{geo} = \frac{h_0 - h_1}{h_0}$$

[0035] Dabei stellt v_{geo} den Pressungswert dar, der sich aus der obigen Formel berechnen lässt, wobei h_0 die Höhe des Dichtelements im unbelasteten, also im nicht verformten Zustand darstellt. Mit der Höhe h_0 ist also der Abstand von der unteren Seite Dichtelements zur oberen Seite des Dichtelements gemeint. Die untere Seite und die obere Seite sind demnach entgegengesetzt zueinander. Mit h_1 ist der Abstand zwischen den beiden vorgenannten Seiten im verformten Zustand gemeint, also die Höhe des Dichtelements im belasteten Zustand.

[0036] Damit lässt sich aus der obigen Formel ein Pressungswert berechnen, der den geometrischen Zustand des Dichtelements mittels eines einzelnen Werts v_{geo} angibt, sodass dieser wiederverwendet bzw. ausgegeben werden kann, insbesondere an einen Benutzer. Darüber hinaus ist der Pressungswert ein Wert, der den geometrischen Zustand der Dichtung im zusammengesteckten Zustand beschreibt, wobei der ursprüngliche bzw. unbelastete Zustand des Dichtelements eingeht. Hierdurch lassen sich Rückschlüsse auf die Dichtheit der Steckverbindung ziehen.

[0037] Ein weiterer Aspekt der Erfindung sieht vor, dass die Überwachungseinheit eine Benutzerschnittstelle aufweist, die eingerichtet ist, einem Benutzer wenigstens eine Information über den geometrischen Zustand des Dichtelements zur Verfügung zu stellen, insbesondere wobei die Benutzerschnittstelle den Pressungswert zur Verfügung stellt.

[0038] Durch die Benutzerschnittstelle kann auf einfache Weise der geometrische Zustand des Dichtelements an den jeweiligen Benutzer ausgegeben werden, unabhängig von der Lage und Anbringungsort der Steckverbindung. Der Benutzer kann den geometrischen Zustand des Dichtelements bei der hergestellten Steckverbindung beurteilen, insbesondere ob die damit zusammen-

gehörige Steckverbindung ausreichend eingesteckt bzw. eingeschraubt ist, sodass das Dichtelement seine Dichtfunktion bereitstellt.

[0039] Ferner kann die Überwachungseinheit eingerichtet sein, an die Benutzerschnittstelle neben der wenigstens einen Information zusätzlich ein Warnsignal zu senden.

[0040] Das Warnsignal kann dann ausgegeben werden, falls die Überwachungseinheit feststellt, dass keine elektrische Verbindung vorliegt, obwohl die Steckverbindung als ausgebildet gilt.

[0041] Insofern wird das Warnsignal dann ausgegeben, wenn kein Schaltsignal erfasst wurde, also keine elektrische Verbindung hergestellt wurde.

[0042] Sofern eine qualitative Bewertung der hergestellten elektrischen Verbindung überwacht wird, kann das Warnsignal auch dann ausgegeben werden, wenn der elektrische Kennwert einen vorbestimmten Schwellenwert erreicht, über- oder unterschreitet, was damit einhergeht, dass der geometrische Zustand des Dichtelements einen vorbestimmten Schwellenwert erreicht, über- oder unterschreitet.

[0043] Mit anderen Worten kann dem Benutzer direkt durch ein Warnsignal mitgeteilt werden, wenn die Steckverbindung nicht korrekt hergestellt ist, beispielsweise nicht ausreichend eingesteckt ist, und somit das Dichtelement nicht ausreichend verpresst bzw. verformt ist, was mit einer nicht ausreichenden Dichtwirkung einhergeht. Beispielsweise kann dem Benutzer durch ein akustisches oder optisches Warnsignal kenntlich gemacht werden, dass die jeweilige Steckverbindung nicht ausreichend verpresst ist. Bei dem Warnsignal kann es sich also um ein akustisches Warnsignal oder optisches Warnsignal handeln. Insbesondere bei mehreren Steckverbindungen kann somit auf einfache Weise festgestellt werden, welche der mehreren Steckverbindungen nicht richtig hergestellt worden ist, beispielsweise nicht ausreichend eingesteckt ist. Der Aufwand für eine Fehlersuche kann somit deutlich reduziert werden.

[0044] Das optische Warnsignal kann als eine Warnmeldung ausgegeben werden, bspw. als ein Text. Der entsprechende Text kann lauten "Bitte Stecker nachziehen" oder ähnlich. Auch kann der Stecker angegeben werden, der nachgezogen werden soll, wobei auf eine Adressinformation des Steckers bzw. der Buchse zurückgegriffen wird.

[0045] Grundsätzlich kann das Warnsignal von einem übergeordneten System ausgewertet und umgesetzt werden, beispielsweise einer Cloud-Anwendung. Das Warnsignal kann demnach als Teil eines Wartungsplan ausgegeben werden.

[0046] Insbesondere kann die Überwachungseinheit eingerichtet sein, neben dem Pressungswert ein Warnsignal zu senden, falls der Pressungswert nicht in einem vorbestimmten Bereich liegt, beispielsweise von 5 bis 50 %, bevorzugt von 10 bis 35 %.

[0047] Die genannten Bereiche geben Pressungswerte an, in denen das Dichtelement besonders gut ver-

presst ist. Werden die genannten Bereiche über- bzw. unterschritten, so ist das Dichtelement nicht ausreichend bzw. zu stark verpresst. Sollte die minimale Pressung nicht erreicht werden, ist die Steckverbindung potenziell undicht. Wird die maximale Pressung überschritten, können Materialeigenschaften irreversibel verändert werden, beispielsweise das Relaxationsverhalten. Das Überschreiten des maximalen Pressungswerts stellt insbesondere ein Problem dar, wenn die Verbindung wieder gelöst wird und das Dichtelement nicht wieder in den geometrischen Ausgangszustand zurückkehrt. Ein erneutes Herstellen einer derartigen Steckverbindung kann somit zu einem potenziell undichten Stecksystem führen.

[0048] Sofern also eine geringere Pressung vorliegt, wenn die Steckverbindung hergestellt ist, kann eine undichte Steckverbindung vorliegen. Sollte die Pressung stärker sein, kann dies zu einer Beschädigung des Dichtelements führen, was ebenfalls unerwünscht ist.

[0049] Es kann grundsätzlich eine digitale Bewertung der Steckverbindung erfolgen, also ob eine ausreichende Verformung des Dichtelements vorliegt, was mit dem Ausbilden der elektrischen Verbindung einhergeht, was einem Schaltsignal entspricht.

[0050] Optional kann zusätzlich eine qualitative Bewertung der hergestellten Steckverbindung vorgenommen werden, indem der elektrische Kennwert erfasst und ausgewertet wird, womit ein Rückschluss auf die Verformung des Dichtelements bzw. den Pressungswert des Dichtelements möglich ist.

[0051] Beispielsweise liegt das Dichtelement im unbelasteten Zustand (Ausgangszustand) an der Kontaktfläche an. Insofern ist vorgesehen, dass das Dichtelement im Ausgangszustand nur an der Kontaktfläche anliegt, aber nicht am Kontaktelement, wodurch keine elektrische Verbindung zwischen dem Kontaktelement und der Kontaktfläche vorliegt. Wenn die Steckverbindung ausgebildet wird, wird das Dichtelement so verformt, dass es dann auch am Kontaktelement anliegt und dadurch die elektrische Verbindung herstellt.

[0052] Alternativ kann vorgesehen sein, dass das Dichtelement im Ausgangszustand nur am Kontaktelement anliegt, aber nicht an der Kontaktfläche. Erst beim Herstellen der Steckverbindung wird das Dichtelement dann so verformt, dass es auch an der Kontaktfläche anliegt und dadurch die elektrische Verbindung herstellt.

[0053] In einer weiteren Ausführungsform liegt das Dichtelement im Ausgangszustand weder am Kontaktelement noch an der Kontaktfläche an. Erst beim Herstellen der Steckverbindung wird das Dichtelement dann so verformt, dass es am Kontaktelement und an der Kontaktfläche anliegt, wodurch die elektrische Verbindung hergestellt ist.

[0054] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist die Kontaktfläche an einer Gewindehülse ausgebildet, die feststehend ist. Die Gewindehülse ist aus einem elektrisch leitfähigen Material ausgebildet, sodass die Gewindehülse Teil der im zusammengesteckten Steckver-

bindung vorliegenden elektrischen Verbindung sein kann.

[0055] Da die Gewindehülse feststehend ist, ist zudem sichergestellt, dass die Gewindehülse nicht gedreht werden muss, um die Schraubverbindung zwischen dem Stecker und der Buchse herzustellen, wodurch die Belastung auf das Dichtelement reduziert ist.

[0056] Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Gewindehülse aus einem Material gebildet ist, das elektrisch nicht leitfähig ist. Die Kontaktfläche ist dann nicht an der Gewindehülse ausgebildet, sondern an einer hierzu separat ausgebildeten Komponente der Buchse, beispielsweise einem Kontaktierungselement. Die elektrische Verbindung im zusammengesteckten Zustand, also beim Vorliegen der Steckverbindung, liegt dann zwischen dem Kontaktelement und dem Kontaktierungselement vor, an dem die Kontaktfläche vorgesehen ist.

[0057] Es kann auch vorgesehen sein, dass eine Rasthülse anstatt einer Gewindehülse vorgesehen ist. Insofern kann auf eine Gewindeverbindung zwischen Buchse und Stecker verzichtet werden, da die Verriegelung dann über ein Verrasten erfolgt.

[0058] Das Kontaktelement kann als ein Kontaktstift ausgebildet sein, also stab- bzw. stiftförmig. Der Kontaktstift kann in einfacher Weise das Dichtelement mittels einer Stirnfläche kontaktieren.

[0059] Das Kontaktelement kann mindestens teilweise in einem Kontaktträger eingelassen sein, wobei der Kontaktträger eine Auflagefläche für das unbelastete Dichtelement bereitstellt. Die hier beschriebene Konstruktion ermöglicht auf einfache Art und Weise das Bereitstellen des Kontaktelements zum Kontaktieren des Dichtelements. Insbesondere hat der Kontaktträger eine Aufnahme für das Kontaktelement, insbesondere den Kontaktstift. Die Aufnahme kann durch eine Bohrung auch nachträglich in den Kontaktträger eingebracht worden sein. Der Kontaktträger nimmt also das Kontaktelement zumindest teilweise auf.

[0060] Zudem liegt das elektrisch leitfähige Dichtelement im unbelasteten bzw. unverformten Zustand, also im Ausgangszustand, auf einer Auflagefläche des Kontaktträgers auf, die auch als Dichtfläche bezeichnet werden kann. Die Auflagefläche kann ein Randbereich einer Öffnung im Kontaktträger sein, in der das Kontaktelement angeordnet ist.

[0061] Der Kontaktträger kann an seiner Stirnseite mehrere Kontaktöffnungen für korrespondierende elektrische Kontakte des Steckers bereitstellen. Hierdurch wird die Buchse entsprechend zur Aufnahme des Steckers ausgebildet, insbesondere der elektrischen Kontakte des Steckers.

[0062] Gemäß einem weiteren Aspekt können mehrere Kontaktelemente vorgesehen sein, die verteilt entlang des Umfangs des Kontaktträgers angeordnet sind. Mehrere Kontaktelemente können das Dichtelement entsprechend an mehreren Stellen kontaktieren, sodass die elektrische Verbindung über zumindest zwei Kontaktelemente und das Dichtelement ausgebildet ist, das im

verformten Zustand die zumindest zwei Kontaktelemente kontaktiert. Eines der beiden Kontaktelemente weist demnach die Kontaktfläche auf.

[0063] Auch kann hierdurch eine Redundanz geschaffen werden, falls eines der Kontaktelemente ausfallen sollte. Darüber hinaus können auf diese Weise Messfehler vermieden oder reduziert werden.

[0064] Der Kontaktträger kann einen Anschlag aufweisen, der eine Einstecktiefe des Steckers begrenzt. Der Anschlag bietet eine einfache Möglichkeit zu gewährleisten, dass die hergestellte Steckverbindung dicht ist, und zwar dann, wenn der Stecker bis an den Anschlag eingesteckt ist.

[0065] Der Anschlag stellt demnach sicher, dass eine Verformung des Dichtelements begrenzt wird, sodass das Dichtelement beim Herstellen der Steckverbindung nicht überbeansprucht bzw. beschädigt wird.

[0066] Ferner ist es vorteilhaft, wenn das Kontaktelement eine konvex geformte Stirnseite hat, die dem Dichtelement zugewandt ist. Eine konvexe Stirnseite ermöglicht eine größere Kontaktierungsfläche, die das Dichtelement im verformten Zustand berühren bzw. kontaktieren kann. Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass die elektrische Verbindung sicher ausgebildet ist, wenn das Dichtelement entsprechend verformt ist.

[0067] Ein weiterer Aspekt sieht vor, dass das Dichtelement als eine Formdichtung oder ein Dichtring vorliegt, insbesondere als ein O-Ring. Hierdurch lässt sich ein kostengünstiges Dichtelement verwenden.

[0068] Grundsätzlich kann das Stecksystem einen Verriegelungsmechanismus aufweisen, der eingerichtet ist, die hergestellte Steckverbindung zu sichern. Der Verriegelungsmechanismus stellt zudem sicher, dass eine ausreichende Verformung des Dichtelements erfolgt, sofern dies beim Einstecken des Steckers in die Buchse nicht der Fall ist. Hierzu umfasst der Verriegelungsmechanismus eine erste Komponente mit einem Gewinde, die am Stecker angeordnet ist, und eine zweite Komponente mit einem Gegengewinde, das an der Buchse angeordnet ist. Die beiden Komponenten bilden also eine Gewindeverbindung aus, sofern sie miteinander verschraubt werden. Beispielsweise ist eine der Komponenten als eine Überwurfmutter oder Rändelmutter ausgebildet.

[0069] Beispielsweise ist an dem Kontaktträger der Buchse ein Gewinde vorgesehen und am Stecker das Gegengewinde, sodass der Stecker in die Buchse eingeschraubt werden kann. Am Stecker kann die Rändelmutter vorgesehen sein, um den Stecker einzuschrauben.

[0070] Das Stecksystem kann auch den Stecker umfassen, der im zusammengesteckten Zustand, also beim Ausbilden der Steckverbindung, das Dichtelement verformt, um die elektrische Verbindung herzustellen.

[0071] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Ausbilden einer Steckverbindung mit einem Stecksystem wie zuvor beschrieben, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Bereitstellen des Stecksystems,

- Einstecken eines Steckers in die Buchse, sodass der Stecker das Dichtelement derart beaufschlagt, dass sich das Dichtelement verformt, wodurch eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Kontaktelement und der Kontaktfläche über das Dichtelement hergestellt wird.

[0072] Ein solches Verfahren bietet den Vorteil, dass auf einfache Art erfasst werden kann, ob eine Steckverbindung ordnungsgemäß ausgebildet worden ist, also ob der Stecker ausreichend eingesteckt worden ist, was mit einer definierten Verformung des Dichtelements einhergeht.

[0073] Grundsätzlich ist das Dichtelement und daran angrenzende Komponenten der Buchse derart ausgebildet, dass über das verformte Dichtelement die elektrische Verbindung zwischen dem Kontaktelement und der Kontaktfläche nur dann vorliegt, wenn das Dichtelement gleichzeitig (aufgrund seiner Verformung) seine Dichtfunktion bereitstellt.

[0074] Vorteilhafterweise erfolgt das Erfassen eines elektrischen Kennwerts über die Überwachungseinheit, die mit dem Kontaktelement und der Kontaktfläche verbunden ist.

[0075] Die elektrische Überwachung des Stecksystems ermöglicht es generell, nicht ausreichend oder zu stark gepresste Dichtelemente zu detektieren, sodass diese Steckverbindungen frühzeitig korrigiert werden können. Auf diese Weise können undichte Steckverbindungen rechtzeitig erkannt werden, was insgesamt die Sicherheit solcher Steckverbindungen erhöht.

[0076] Nachdem der Stecker in die Buchse eingesteckt wurde, können der Stecker und die Buchse miteinander verschraubt werden, wodurch der Stecker weiter in Richtung der Einsteckrichtung gezogen wird, insbesondere bis der Stecker den Anschlag des Kontaktträgers kontaktiert. Dabei wird das Dichtelement auf den gewünschten Zustand verformt, was mittels der Überwachungseinheit überwacht wird.

[0077] Gleichzeitig ist über die Gewindeverbindung sichergestellt, dass die hergestellte Steckverbindung nicht ungewünscht gelöst wird. Hierzu muss nämlich zunächst die Gewindeverbindung gelöst werden. Der Verriegelungsmechanismus stellt also gleichzeitig eine Sicherung dar.

[0078] Grundsätzlich lässt sich also sicherstellen, dass ein definiert verformtes Dichtelement vorliegt, wenn die Steckverbindung hergestellt ist. Das definiert verformte Dichtelement wird unter anderem dadurch erreicht, dass dieses an der Kontaktfläche angeordnet ist. Unterstützt wird dies zudem über den an dem Kontaktträger ausgebildeten Anschlag.

[0079] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben, die nicht in einem einschränkenden Sinn verstanden werden sollen. Die

Zeichnungen zeigen:

- Figur 1 eine schematische Übersicht des erfindungsgemäßen Stecksystems;
- Figur 2 eine Querschnittsansicht einer hergestellten Steckverbindung gemäß dem aus Figur 1 gezeigten Stecksystem; und
- Figur 3 einen schematischen Ablauf der Schritte eines Verfahrens zum Ausbilden einer Steckverbindung mit einem Stecksystem aus Figur 1.

[0080] Figur 1 zeigt schematisch ein Stecksystem 10 zur Herstellung einer Steckverbindung 12. Das Stecksystem 10 umfasst einen Stecker 14 mit einem Betätigungselement 16 und eine Buchse 18.

[0081] Die Buchse 18 umfasst ein Kontaktelement 20 sowie eine Kontaktfläche 22. Das Kontaktelement 20 hat eine Stirnfläche 24, die dem Stecker 14 zugewandt ist, insbesondere dem Betätigungselement 16.

[0082] Wenn die Steckverbindung 12 hergestellt wird, definieren das Kontaktelement 20 und das Betätigungselement 16 zwischen sich einen Dichtraum 26, in dem ein elektrisch leitfähiges Dichtelement 28 angeordnet ist, das ebenfalls Teil der Buchse 18 ist.

[0083] In Figur 2, worauf nachfolgend Bezug genommen wird, ist der Aufbau der Buchse 18 genauer gezeigt, woraus auch die Funktionsweise des Dichtelements 28 deutlicher wird.

[0084] Die Buchse 18 weist einen Kontaktträger 30 auf, der eine Öffnung 32 hat, in dem das Kontaktelement 20 angeordnet ist, welches in der gezeigten Ausführungsform als ein Kontaktstift ausgebildet ist. Insofern ist das Kontaktelement 20 stift- bzw. stabförmig. Die Öffnung 32 kann eine Aufnahme sein, die das Kontaktelement 20 vollständig oder zumindest teilweise aufnimmt. Die Aufnahme kann durch eine Bohrung im Kontaktträger 30 ausgebildet sein.

[0085] An dem vom Stecker 14 abgewandten Ende des Kontaktträgers 30 ist ein Grundabschnitt 34 vorgesehen, in dem die Öffnung 32 bzw. die Aufnahme für das Kontaktelement 20 vorgesehen ist. Das Kontaktelement 20 ist demnach im Grundabschnitt 34 des Kontaktträgers 30 vorgesehen.

[0086] Ausgehend von dem Grundabschnitt 34 erstreckt sich der Kontaktträger 30 in Richtung des Steckers 14 und bildet mit seinem freien Ende eine flache Stirnseite 36, die mehrere Kontaktöffnungen 38 zur Aufnahme korrespondierender elektrischer Kontakte 40 des Steckers 14 bereitstellt.

[0087] Ferner ist am Kontaktträger 30, insbesondere im Bereich des Grundabschnitts 34, eine Auflagefläche 42 vorgesehen, die sich mindestens abschnittsweise um den Kontaktträger 30 herum erstreckt und eine Auflage für das Dichtelement 28 bildet. Auf der Auflagefläche 42 ist demnach das Dichtelement 28 angeordnet. Insofern liegt das Dichtelement 28 im unbelasteten Zustand auf

dem Kontaktträger 30 auf.

[0088] Die Auflagefläche 42 umgibt insbesondere die Öffnung 32, in der das Kontaktelement 20 angeordnet ist.

[0089] Es wird insbesondere aus Figur 2 deutlich, dass das Dichtelement 28 in seinem unbelasteten Zustand (gestrichelt dargestellt), eine zum Kontaktelement 20, insbesondere dessen Stirnseite 24, gewandte Seite hat, die konkav ist, also nach innen gewölbt. Die Wölbung der konkav geformten Seite des Dichtelements 28 ist somit im Bereich der Öffnung 32 vorgesehen.

[0090] Die Stirnseite 24 des Kontaktelements 20 ist in der gezeigten Ausführungsform zum Dichtelement 28 hin konvex geformt, also nach außen gewölbt. Insofern haben die entgegengesetzten Seiten des Dichtelements 28 und des Kontaktelements 20 im Ausgangszustand korrespondierende Formen, wodurch insbesondere ein konstanter Abstand gewährleistet ist.

[0091] Grundsätzlich kann die Stirnseite 24 des Kontaktelements 20 auch eine andere Form haben, bspw. konkav oder eben.

[0092] Die Stirnseite 24 des Kontaktelements 20 kann bündig mit der dem Stecker 14 zugewandten Seite des Grundabschnitts 34 abschließen. Allerdings ist es auch denkbar, dass die Stirnseite 24 des Kontaktelements 20 nicht bündig mit dem Grundabschnitt 34 abschließt, sondern stattdessen hervorsteht, also über die Auflagefläche 42 hinaus. Vorteilhafterweise kann damit eine bessere Kontaktierung des Dichtelements 28 beim Vorliegen der Steckverbindung 12 erreicht werden.

[0093] Im Ausgangszustand ist aufgrund der Formgebung des Dichtelements 28 sichergestellt, dass eine elektrische Verbindung zwischen dem Kontaktelement 20 und der Kontaktfläche 22 unterbrochen ist, da das Dichtelement 28 zumindest nicht am Kontaktelement 20 anliegt.

[0094] Zudem hat das Dichtelement 28 an seiner entgegengesetzten Seite, nämlich der vom Kontaktelement 20 abgewandten Seite, eine konvexe Form, also eine nach außen gewölbte Oberfläche, über die das Dichtelement 28 vom Betätigungselement 16 des Steckers 14 betätigt wird, wenn die Steckverbindung 12 ausgebildet wird.

[0095] Das Ausbilden der Steckverbindung 12 hat zur Folge, dass das Dichtelement 28 durch das Betätigungselement 16 des Steckers 14 verformt wird, wenn der Stecker 14 in die Buchse 18 gesteckt wird, sodass das Dichtelement 28 verformt wird und das Kontaktelement 20 kontaktiert. Im Ausgangszustand war dies nicht der Fall.

[0096] Beim Vorliegen der Steckverbindung 12 kontaktiert das Dichtelement 28 demnach nicht nur das Kontaktelement 20, sondern auch weiterhin die Kontaktfläche 22, was bereits im Ausgangszustand der Fall gewesen ist. Mit anderen Worten ist das Dichtelement 28 zwischen dem Kontaktelement 20 und der Kontaktfläche 22 angeordnet, die in der gezeigten Ausführungsform an einer Gewindehülse 44 ausgebildet ist.

[0097] Die Gewindehülse 44 ist aus einem elektrisch leitfähigen Material, sodass im verformten Zustand des

elektrisch leitfähigen Dichtelements 28 eine durchgehende elektrische Verbindung vom Kontaktelement 20 über das Dichtelement 28 zur Kontaktfläche 22 vorliegt.

[0098] Sofern die Gewindehülse 44 aus einem elektrisch nicht leitfähigen Material vorgesehen ist, kann die Kontaktfläche 22 an einem (hier nicht dargestellten) separat ausgebildeten Kontaktierungselement vorgesehen sein, welches elektrisch leitfähig ist, sodass beim Vorliegen der Steckverbindung 12, also wenn das Dichtelement 28 entsprechend verformt ist, eine elektrische Verbindung zwischen dem Kontaktelement 20 und dem Kontaktierungselement über das verformte Dichtelement 28 hergestellt ist.

[0099] Auch kann vorgesehen sein, dass mehrere Kontaktelemente 20 vorgesehen sind, sodass eine elektrische Verbindung beim Vorliegen der Steckverbindung 12, also wenn das Dichtelement 28 entsprechend verformt ist, über zwei Kontaktelemente 20 und das verformte Dichtelement 28 ausgebildet ist. Eines der Kontaktelemente 20 weist dann die Kontaktfläche 22 auf.

[0100] Grundsätzlich umfasst das Stecksystem 10 eine Überwachungseinheit 46, welche in Figur 1 schematisch gezeigt ist.

[0101] Die Überwachungseinheit 46 ist über Leitungen 48 sowohl mit dem Kontaktelement 20 als auch der Kontaktfläche 22 verbunden, insbesondere der Komponente der Buchse 18, an der die Kontaktfläche 22 vorgesehen ist, beispielsweise der Gewindehülse 44.

[0102] Die Überwachungseinheit 46 ist grundsätzlich eingerichtet, im zusammengesteckten Zustand der Steckverbindung 12 zu erfassen, ob eine elektrische Verbindung über das elektrisch leitfähige Dichtelement 28 vorliegt, also eine elektrische Verbindung zwischen dem Kontaktelement 20 und der Kontaktfläche 22.

[0103] Diese elektrische Verbindung liegt nur dann vor, wenn das elektrisch leitfähige Dichtelement 28 beim Ausbilden der Steckverbindung 12 ausreichend verformt ist, was mit einer ordnungsgemäßen Installation einhergeht, sodass das Dichtelement 28 seine Dichtfunktionalität hat.

[0104] Die Überwachungseinheit 46 kann also eine digitale Überwachung bereitstellen, da erkannt wird, ob eine elektrische Verbindung vorliegt oder nicht, also eine digitale "1" oder eine digitale "0". Wie zuvor beschrieben, geht das Vorliegen der elektrischen Verbindung mit einer definierten Dichtfunktionalität des Dichtelements 28 einher. Daher kann digital überwacht werden, ob das Dichtelement 28 die Steckverbindung 12 abdichtet.

[0105] Die in Figur 2 gezeigte Gewindehülse 44 umgibt zudem den Kontaktträger 30 im Umfang vollständig und in axialer Richtung teilweise.

[0106] Insbesondere ist die Gewindehülse 44 entlang der Axialrichtung der Buchse 18 unbeweglich, was zur Folge hat, dass weder die Gewindehülse 44 noch das daran anliegende Dichtelement 28 bewegt werden muss, um die Steckverbindung 12 auszubilden.

[0107] Vielmehr weist der Stecker 14 eine Überwurfmutter 50 mit einem Außengewinde 52 auf, wobei die

Überwurfmutter 50 beweglich angeordnet ist, um mit der Gewindehülse 44 eine Gewindeverbindung 54 auszubilden.

[0108] Die Gewindehülse 44 weist hierzu ein Innengewinde 56 auf, das im zusammengesteckten Zustand der Steckverbindung 12 mit dem Außengewinde 52 des Steckers 14 zusammenwirken kann, welches beispielsweise an einer als Rändelmutter ausgebildeten Überwurfmutter 50 vorgesehen ist.

[0109] Die Gewindeverbindung 54 entspricht einem Verriegelungsmechanismus, der eingerichtet ist, die hergestellte Steckverbindung 12 zu sichern.

[0110] Das Außengewinde 52 umschließt ringförmig eine innenliegende Umfangswand 58 des Steckers 14. Die Umfangswand 58 ist Teil des Betätigungselements 16, welches in der gezeigten Ausführungsform als eine Kontaktträgerhülse 60 ausgebildet ist.

[0111] Die Kontaktträgerhülse 60 weist endseitig eine Verdickung 62 auf, die als ein Anschlag 64 für die Überwurfmutter 50 dient.

[0112] Die Gewindeverbindung 54 bzw. der Verriegelungsmechanismus stellt sicher, dass das Dichtelement 28 eine ausreichende Verformung beim Ausbilden der Steckverbindung 12 erfährt.

[0113] Die Umfangswand 58 der Kontaktträgerhülse 60 ist geschlossen ringförmig ausgeführt und erstreckt sich in Richtung der Buchse 18.

[0114] Ferner weist die Kontaktträgerhülse 60 neben der Umfangswand 58 einen Auflagebereich 66 auf, der im zusammengesteckten Zustand an der Stirnseite 36 des Kontaktträgers 30 anliegt. Der Auflagebereich 66 ist mit einer Vielzahl von Öffnungen versehen, aus denen jeweils die elektrischen Kontakte 40 hinausragen, die im zusammengesteckten Zustand der Steckverbindung 12 in die korrespondierenden Kontaktöffnungen 38 des Kontaktträgers 30 hineinragen, um einen elektrischen Kontakt herzustellen.

[0115] Die Stirnseite 36 des Kontaktträgers 30 stellt somit einen Anschlag für die Kontaktträgerhülse 60 dar, sodass im zusammengesteckten Zustand der Steckverbindung 12 eine Einstecktiefe des Steckers 14 begrenzt wird. Dabei ist die Höhe des Kontaktträgers 30 sowie die Tiefe der Umfangswand 58 der Kontaktträgerhülse 60 derart aufeinander abgestimmt, dass ein übermäßiges Anziehen der Gewindeverbindung 54 verhindert wird. Das Dichtelement 28 kann somit nicht weiter als zulässig gestaucht werden, wenn der Stecker 14 in die Buchse 18 eingesteckt wird.

[0116] Ist die Steckverbindung 12 auf Anschlag geschraubt, so wird das Dichtelement 28 von dem Kontaktelement 20 und der Kontaktfläche 22 gleichzeitig kontaktiert, welche vorliegend an der Gewindehülse 44 ausgebildet ist.

[0117] Das Dichtelement 28 ist bevorzugt als eine Formdichtung ausgebildet, wie dargestellt. Alternativ kann das Dichtelement 28 aber auch als ein O-Ring ausgeführt sein, der entlang der Auflagefläche 42 angeordnet ist.

[0118] Die elektrische Leitfähigkeit des Dichtelements 28 kann dadurch erreicht werden, dass das Dichtelement 28 aus einem gummielastischen Werkstoff hergestellt ist, der elektrisch leitfähig ist. Alternativ kann das Dichtelement 28 aus einem elektrisch leitfähigen Polymer gefertigt sein. Es ist ebenso denkbar, dass das Dichtelement 28 mit elektrisch leitfähigen Partikeln wie Kohlenstoffverbindungen, Leitruß, Graphit und/oder Metallzusätzen versehen ist, die die elektrische Leitfähigkeit des Dichtelements 28 gewährleisten. Alternativ kann auch die Oberfläche des Dichtelements 28 durch eine Beschichtung mit einem leitfähigen Material versehen werden.

[0119] Das Kontaktelement 20 ist ebenfalls aus einem elektrisch leitfähigen Material gefertigt. Beispielsweise kann das Kontaktelement 20 aus oberflächenbehandeltem Messing hergestellt sein.

[0120] In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass alle das Dichtelement 28 kontaktierenden Bestandteile mit Ausnahme des Kontaktelements 20 und der Kontaktfläche 22 aus einem elektrisch nicht leitfähigen Material gebildet sind bzw. mit einer elektrisch nicht leitenden Beschichtung versehen sind. Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass das Dichtelement 28 lediglich von dem Kontaktelement 20 und der Komponente der Buchse 18 elektrisch kontaktiert wird, an der die Kontaktfläche 22 vorgesehen ist.

[0121] Die ausgebildete Steckverbindung 12 kann mit der in Figur 1 gezeigten Überwachungseinheit 46 überwacht werden, um festzustellen, ob eine ordnungsgemäße Steckverbindung mit dem erfindungsgemäßen Stecksystem 10 hergestellt worden ist.

[0122] Die Überwachungseinheit 46 ist zunächst ausgebildet, in digitaler Weise festzustellen, ob das Dichtelement 28 seine Dichtfunktion erfüllt oder nicht, da dies mit dem Vorliegen der elektrischen Verbindung zwischen dem Kontaktelement 20 und der Kontaktfläche 28 einhergeht, die nur dann auftritt, wenn das Dichtelement 28 ausreichend verformt worden ist.

[0123] Die Überwachungseinheit 46 umfasst eine Messeinheit 68, die eingerichtet ist, einen elektrischen Kennwert der elektrischen Verbindung zwischen dem Kontaktelement 20 und der Kontaktfläche 22 zu erfassen, bspw. ein elektrischer Widerstand, eine elektrische Leitfähigkeit, eine Kapazität oder eine Induktivität. Der elektrische Kennwert ist repräsentativ für den geometrischen Zustand des Dichtelements 28, also dessen Verformung.

[0124] Es kann mittels der Überwachungseinheit 46 optional auch die Qualität der Steckverbindung 12 überwacht werden. Hierzu kann der elektrische Kennwert dienen.

[0125] Die Messeinheit 68 kann mit einer Auswerteeinheit 70 verbunden sein, die den erfassten elektrischen Kennwert auswertet. Hierzu kann die Auswerteeinheit 70 mit einer Datenbank 72 informationsaustauschend verbunden sein, in der mit Verformungen verknüpfte, vorbestimmte elektrische Kennwerte hinterlegt sind. Die Auswerteeinheit 70 kann dann auf Basis der in der Da-

tenbank 72 hinterlegten Kennwerte die Verformung des Dichtelements 28 ermitteln, insbesondere ob die Verformung ideal ist oder ausreichend ist, aber eher zu stark oder eher zu gering ist. Mit anderen Worten kann also eine qualitative Bewertung der vorliegenden Verformung des Dichtelements 28 vorgenommen werden, die eine elektrische Verbindung zur Folge hat. Die Auswerteeinheit 70 und/oder die Datenbank 72 können in der Überwachungseinheit 46 integriert sein, wie dies in Figur 1 beispielhaft dargestellt ist, oder separat hierzu ausgebildet sein, bspw. als Teil einer Cloud. Die Auswertung mittels der Auswerteeinheit 70 kann demnach durch ein Serversystem erfolgen, beispielsweise unter Verwendung von künstlicher Intelligenz.

[0126] Optional kann vorgesehen sein, dass die Auswerteeinheit 70 eingerichtet ist, einen Pressungswert ausgehend vom erfassten elektrischen Kennwert zu berechnen, indem der erfasste elektrische Kennwert einer entsprechenden Verformung des Dichtelements 28 zugeordnet wird, wodurch ein Pressungswert ermittelt werden kann.

[0127] Zudem kann eine Benutzerschnittstelle 74 vorgesehen sein, mittels der eine Information über die elektrische Verbindung zur Verfügung gestellt und/oder ein Warnsignal ausgegeben wird. Insbesondere kann ein Zustand des Dichtelements 28 über die Benutzerschnittstelle 74 ausgegeben werden.

[0128] Insbesondere kann die Benutzerschnittstelle 74 räumlich getrennt von den eingangs genannten Komponenten der Überwachungseinheit 46 angeordnet sein. Die Benutzerschnittstelle 74 kann als ein Monitor oder eine sonstige Anzeigetafel ausgebildet sein.

[0129] Auch ist es denkbar, dass ein Wartungsplan erzeugt wird, beispielsweise mittels einer Cloud oder eines Enterprise Resource Planning (ERP) Systems, sodass eine Signalisierung als Teil eines Wartungsplans erfolgt, insbesondere in einem Wartungsplan.

[0130] Grundsätzlich ist die Überwachungseinheit 46 auch eingerichtet, an die Benutzerschnittstelle 74 ein Warnsignal zu senden, falls die Überwachungseinheit 46 ermittelt hat, dass der geometrische Zustand des Dichtelements 28 einer unzureichenden Pressung des Dichtelements 28 entspricht. Das Warnsignal kann ein optisches und/oder akustisches Warnsignal sein, sofern es geeignet ist, einen Benutzer über den geometrischen Zustand des Dichtelements 28 in Kenntnis zu setzen.

[0131] Sofern optional eine qualitative Bewertung der Steckverbindung 12 vorgesehen ist, kann die Überwachungseinheit 46 ermitteln, ob der geometrische Zustand des Dichtelements 28 einen vorbestimmten Schwellenwert erreicht, über- oder unterschreitet.

[0132] Ebenfalls ist es denkbar, das Warnsignal in Form einer (roten) Leuchte vorzusehen, die dem Benutzer direkt ein optisches Warnsignal sendet. Ein solches optisches Warnsignal kann auch von einem akustischen Warnsignal in Form eines Piep- oder Pfeiftons begleitet werden. Auch kann ein Benutzer über ein mobiles Endgerät mittels einer Push-Nachricht über den Zustand des

Dichtelements 28 informiert werden.

[0133] Grundsätzlich können die Komponenten der Überwachungseinheit 46 zusammen in einem Gerät oder an einem Ort vorgesehen sein. Alternativ können die Komponenten der Überwachungseinheit 46 verteilt sein, also an unterschiedlichen Orten.

[0134] Die jeweilige Verbindung zwischen der Auswerteeinheit 70 und der Messeinheit 68 und/oder der Benutzerschnittstelle 74 ist grundsätzlich in der Lage, Daten zu übertragen. Beispielsweise ist die Verbindung ein optisches Lichtleiterkabel, eine Ethernet-Verbindung oder ähnliches. Es ist aber auch denkbar, dass die Verbindung eine drahtlose Kommunikationsverbindung ist, beispielsweise eine WLAN- Mobilfunkverbindungen wie LTE, 5G, 6G, Low Power Wide Area Network (LPWAN oder LPN), z.B. Mioty, oder eine Bluetooth-Verbindung.

[0135] Nachfolgend wird anhand von Figur 3 der schematische Ablauf eines Verfahrens zum Ausbilden einer Steckverbindung 12 mit einem Stecksystem 10 genauer erläutert.

[0136] In einem ersten Schritt S1 wird ein Stecksystem 10 bereitgestellt, wie zuvor beschrieben.

[0137] In einem zweiten Schritt S2 wird der Stecker 14 in die Buchse 18 eingesteckt, sodass der Stecker 14, insbesondere das Betätigungselement 16, das Dichtelement 28 derart beaufschlagt, dass sich das Dichtelement 28 verformt, wodurch eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Kontaktelement 20 und der Kontaktfläche 22 über das Dichtelement 28 hergestellt wird, was zwischen dem Kontaktelement 20 und der Kontaktfläche 22 angeordnet ist.

[0138] In einem dritten Schritt S3 wird von der Überwachungseinheit 46 mindestens ein Parameter erfasst, der repräsentativ für den geometrischen Zustand des Dichtelements 28 ist. Dazu misst die Messeinheit 68 in einem zusammengesteckten Zustand der Steckverbindung 12 beispielsweise einen elektrischen Kennwert der entsprechend hergestellten elektrischen Verbindung.

[0139] In einem vierten Schritt S4 leitet die Messeinheit 68 den elektrischen Kennwert an die Auswerteeinheit 70 weiter.

[0140] In einem fünften Schritt S5 wird der erfasste elektrische Kennwert ausgewertet. Hierbei kann zunächst lediglich erfasst werden, ob die Steckverbindung 12 korrekt ausgebildet ist, was mit einer Verformung des Dichtelements 28 einhergeht, die die elektrische Verbindung zwischen dem Kontaktelement 20 und der Kontaktfläche 22 über das verformte Dichtelement 28 einhergeht, was gleichbedeutend mit einer ausreichenden Dichtfunktionalität durch das verformte Dichtelement 28 ist.

[0141] In einem sechsten Schritt S6 wird die entsprechende Information über den Zustand des Dichtelements 28 und/oder ein Warnsignal ausgegeben, insbesondere über die Benutzerschnittstelle 74.

[0142] Optional kann in einem siebten Schritt S7 (gestrichelt dargestellt) vorgesehen sein, dass der erfasste elektrische Kennwert mit in der Datenbank 72 hinterleg-

ten vorbestimmten Werten verglichen wird, die jeweils mit Stauchungen bzw. Verformungen des Dichtelements 28 verknüpft sind. Auf diese Weise kann der gemessene elektrische Kennwert einem vorbestimmten elektrischen Kennwert zugeordnet werden, und damit auch einer damit verknüpften Stauchung bzw. Verformung des Dichtelements 28.

[0143] Optional kann auch ein Pressungswert berechnet werden.

[0144] Alternativ kann die Auswertung mittels eines Serversystems erfolgen.

[0145] In einem optionalen achten Schritt S8 kann das Ergebnis der Auswertung ebenfalls ausgegeben werden, insbesondere über die Benutzerschnittstelle 74.

Bezugszeichenliste

[0146]

Bezugszeichen	Benennung
10	Stecksystem
12	Steckverbindung
14	Stecker
16	Betätigungselement
18	Buchse
20	Kontaktelement
22	Kontaktfläche
24	Stirnfläche
26	Dichtraum
28	Dichtelement
30	Kontaktträger
32	Öffnung
34	Grundabschnitt
36	Stirnseite
38	Kontaktöffnungen
40	Kontakte
42	Auflagefläche
44	Gewindehülse
46	Überwachungseinheit
48	Leitungen
50	Überwurfmutter
52	Außengewinde
54	Gewindeverbindung
56	Innengewinde
58	Umfangswand
60	Kontaktträgerhülse

(fortgesetzt)

Bezugszeichen	Benennung
62	Verdickung
64	Anschlag
66	Auflagebereich
68	Messeinheit
70	Auswerteeinheit
72	Datenbank
74	Benutzerschnittstelle

Patentansprüche

1. Stecksystem (10) zur Herstellung einer Steckverbindung (12), mit einer Buchse (18) zur Aufnahme eines Steckers (14), wobei die Buchse (18) ein Kontaktelement (20), eine Kontaktfläche (22) und ein elektrisch leitfähiges Dichtelement (28) umfasst, wobei das Dichtelement (28) zwischen dem Kontaktelement (20) und der Kontaktfläche (22) angeordnet ist, wobei das Dichtelement (28) in einem zusammengesteckten Zustand der Steckverbindung (12) eine elektrische Verbindung zwischen der Kontaktfläche (22) und dem Kontaktelement (20) herstellt, wobei das Dichtelement (28) derart ausgebildet ist, dass in einem unbelasteten Zustand des Dichtelements (28) eine elektrische Verbindung zwischen dem Kontaktelement (20) und der Kontaktfläche (22) unterbrochen ist,

wobei das Stecksystem (10) eine Überwachungseinheit (46) aufweist, die mit dem Kontaktelement (20) und der Kontaktfläche (22) verbunden ist, und

wobei die Überwachungseinheit (46) eingerichtet ist, im zusammengesteckten Zustand der Steckverbindung (12) zu erfassen, ob eine elektrische Verbindung über das Dichtelement (28) vorliegt.
2. Stecksystem (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungseinheit (46) eingerichtet ist, eine Verformung des Dichtelements (28) zu erfassen.
3. Stecksystem (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungseinheit (46) eine Messeinheit (68) aufweist, die eingerichtet ist, wenigstens einen elektrischen Kennwert der elektrischen Verbindung zwischen dem Kontaktelement (20) und der Kontaktfläche (22) zu erfassen.
4. Stecksystem (10) nach den Ansprüchen 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungseinheit (46) eine Auswerteeinheit (70) aufweist, die informationsaustauschend mit einer Datenbank (72) verbunden ist, in der mit Verformungen verknüpfte, vorbestimmte elektrische Kennwerte hinterlegt sind, wobei die Auswerteeinheit (70) eingerichtet ist, auf Basis der in der Datenbank (72) hinterlegten Kennwerte die Verformung des Dichtelements (28) zu ermitteln.
5. Stecksystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungseinheit (46) eine Benutzerschnittstelle (74) aufweist, die eingerichtet ist, einem Benutzer wenigstens eine Information über den geometrischen Zustand des Dichtelements (28) zur Verfügung zu stellen und/oder ein Warnsignal auszugeben.
6. Stecksystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dichtelement (28) im unbelasteten Zustand an der Kontaktfläche (22) anliegt.
7. Stecksystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktfläche (22) an einer Gewindehülse (44) ausgebildet ist, die feststehend ist.
8. Stecksystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kontaktelement (20) als ein Kontaktstift ausgebildet ist.
9. Stecksystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kontaktelement (20) mindestens teilweise in einem Kontaktträger (30) eingelassen ist, wobei der Kontaktträger (30) eine Auflagefläche (42) für das unbelastete Dichtelement (28) bereitstellt.
10. Stecksystem (10) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kontaktträger (30) an seiner Stirnseite (36) mehrere Kontaktöffnungen (38) für korrespondierende elektrische Kontakte (40) des Steckers (14) bereitstellt.
11. Stecksystem (10) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Kontaktelemente (20) vorgesehen sind, die verteilt entlang des Umfangs des Kontaktträgers (30) angeordnet sind.
12. Stecksystem (10) nach den Ansprüchen 8 und 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kontaktträger (30) einen Anschlag aufweist, der eine Einstecktiefe des Steckers (14) begrenzt.
13. Stecksystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das

Kontaktelement (20) eine konvex geformte Stirnseite (24) hat, die dem Dichtelement (28) zugewandt ist.

14. Stecksystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dichtelement (28) als eine Formdichtung oder ein Dichtring ausgebildet ist, insbesondere als ein O-Ring. 5
15. Verfahren zum Ausbilden einer Steckverbindung (12) mit einem Stecksystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: 10
- Bereitstellen des Stecksystems (10), 15
 - Einstecken eines Steckers (14) in die Buchse (18), sodass der Stecker (14) das Dichtelement (28) derart beaufschlagt, dass sich das Dichtelement (28) verformt, wodurch eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Kontaktelement (20) und der Kontaktfläche (22) über das Dichtelement (28) hergestellt wird. 20

25

30

35

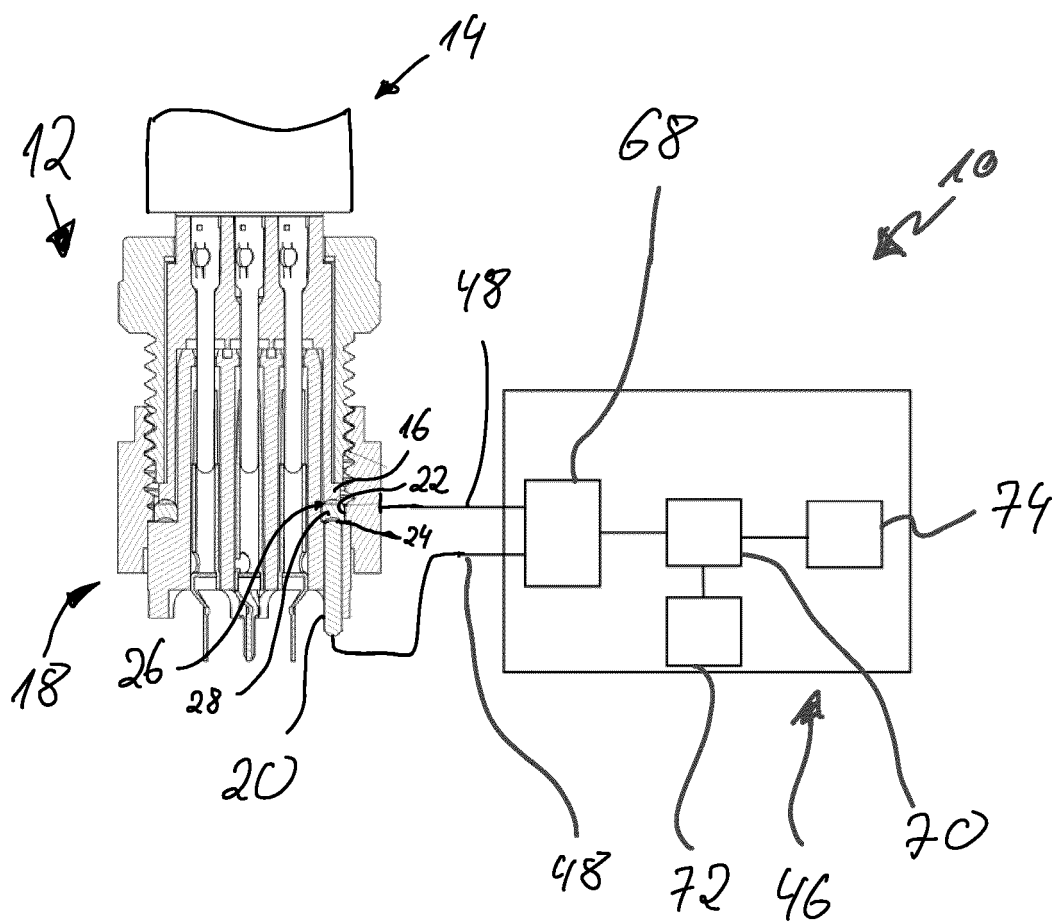
40

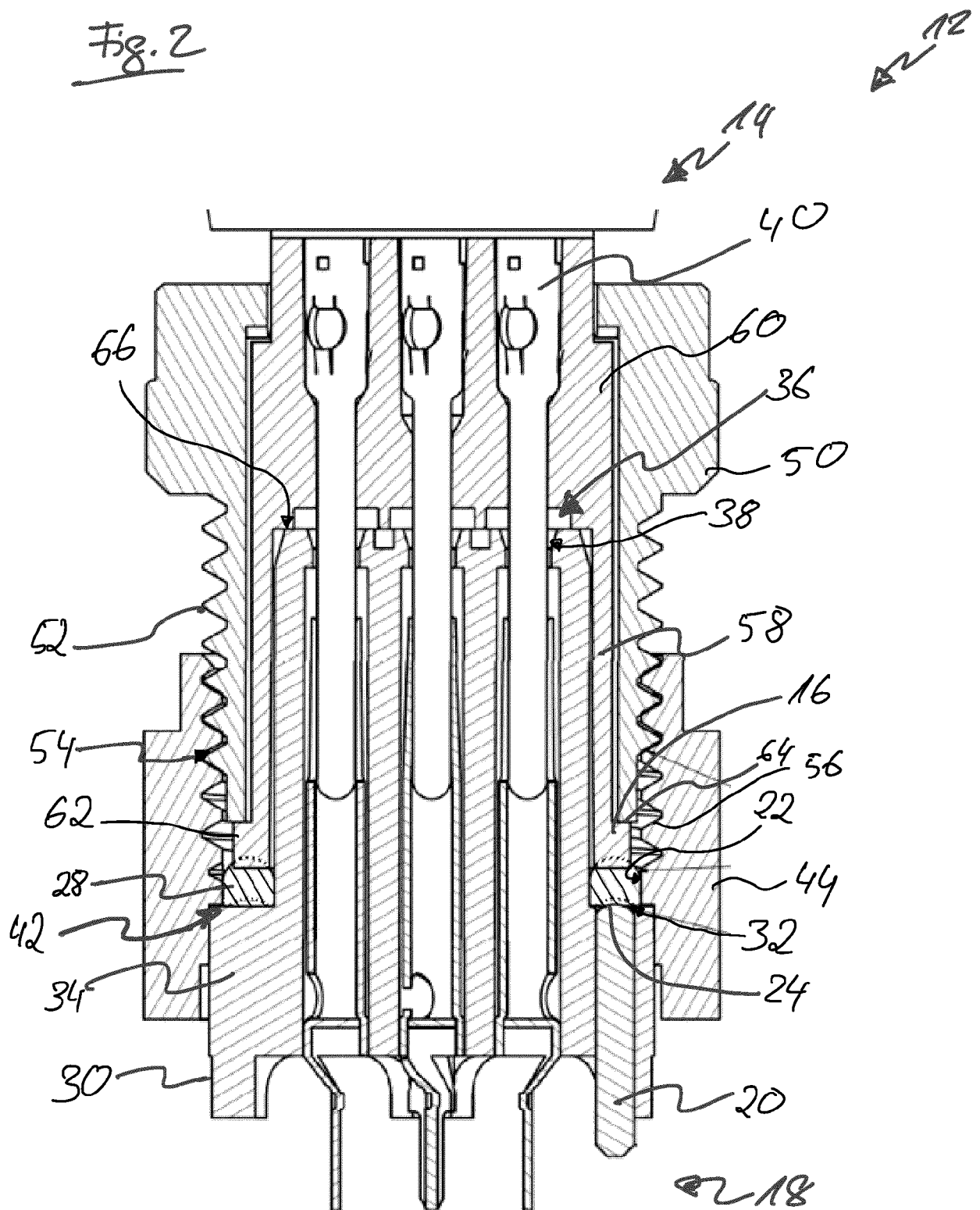
45

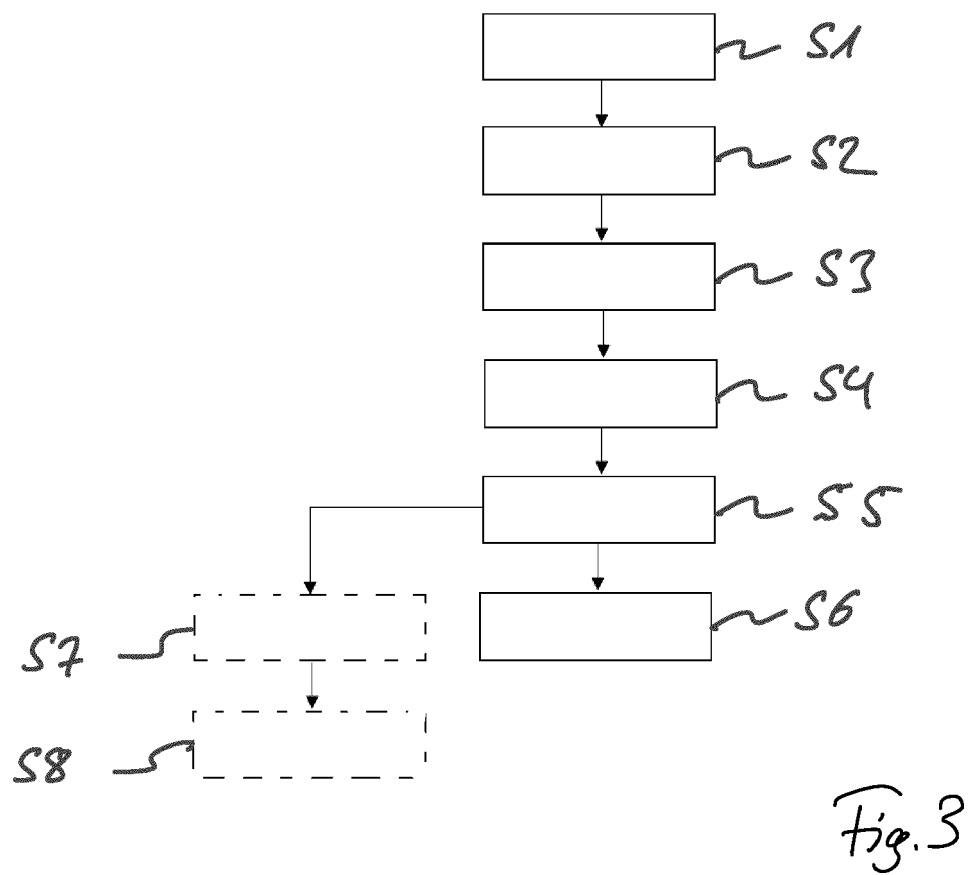
50

55

Fig. 1









EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 16 2436

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 4 142 067 A1 (AVERTRONICS INC [TW]) 1. März 2023 (2023-03-01) * Absätze [0020] - [0025]; Abbildungen 1-7 * -----	1-15	INV. H01R13/52 H01R13/641 H01R13/71 H01R24/86
A	FR 3 064 119 A1 (AXONMECHATRONICS [FR]) 21. September 2018 (2018-09-21) * Seite 9, Zeile 22 - Seite 35; Abbildung 5 * * Seite 12, Zeile 8 - Zeile 17 * -----	1-15	
A,D	DE 10 2007 008042 A1 (ESCHA BAUELEMENTE GMBH [DE]) 21. August 2008 (2008-08-21) * Absatz [0024] - Absatz [0031]; Abbildung 3 * -----	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01R
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		28. August 2023	Bouhana, Emmanuel
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	

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

EP 23 16 2436

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

28-08-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 4142067 A1	01-03-2023	KEINE	
FR 3064119 A1	21-09-2018	KEINE	
DE 102007008042 A1	21-08-2008	DE 102007008042 A1	21-08-2008
		WO 2008098805 A1	21-08-2008

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102007008042 A1 [0006]