



(11) **EP 3 885 641 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.09.2021 Patentblatt 2021/39

(51) Int Cl.:
F17D 5/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21161947.3**

(22) Anmeldetag: **11.03.2021**

(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: **Grohe AG**
58653 Hemer (DE)

(72) Erfinder:
• **DEPIERE, Bert**
3150 Wakkerzeel (BE)
• **RADERMACHER, Daniel**
40489 Düsseldorf (DE)
• **SPECK, Philip**
58636 Iserlohn (DE)

(30) Priorität: **27.03.2020 DE 102020108553**

(54) **VERFAHREN ZUR ÜBERWACHUNG EINES WASSERVERTEILSYSTEMS IN EINEM INFRASTRUKTUROBJEKT, EINE STEUERKOMPONENTE FÜR EIN WASSERVERTEILSYSTEM SOWIE EIN COMPUTERPROGRAMMPRODUKT**

(57) Verfahren zur Überwachung eines Wasserverteilsystems (1) in einem Infrastrukturobjekt (2) mit Wasserleitungen (3) und mindestens einer Messeinrichtung (4) zur Überwachung des Wasserverteilsystems (1), umfassend zumindest die folgenden Schritte:

- Bestimmen mindestens eines Strukturparameters (5), welcher zumindest eine Struktur des Infrastrukturobjekts (2) oder des Wasserverteilsystems (1) charakterisiert;
- Bestimmen mindestens eines Wasserparameters (6) mit der mindestens einen Messeinrichtung (4),
- Bestimmen mindestens eines Wahrscheinlichkeitswertes (7) für einen Wasserschaden, wobei hierbei der mindestens eine Strukturparameter (5) und der mindestens eine Wasserparameter (6) berücksichtigt werden.

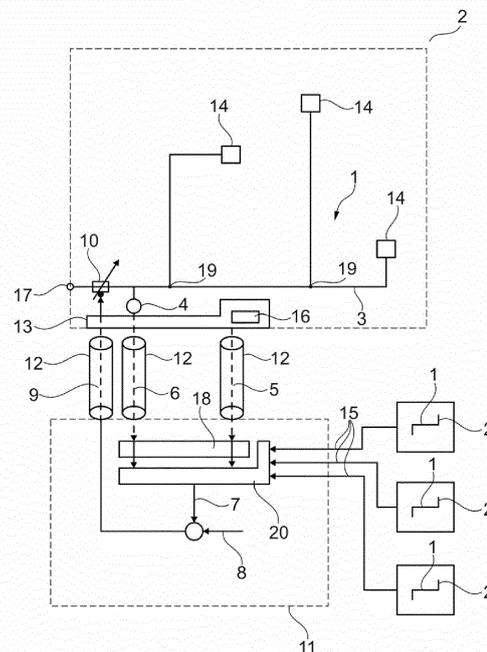


Fig. 1

EP 3 885 641 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung eines Wahrscheinlichkeitswertes für Wasserschäden in einem Infrastrukturobjekt, wie beispielsweise in einem Bauwerk, insbesondere einem Industrie- oder Wohngebäude. Das Verfahren ist insbesondere dafür geeignet, Wasserschäden und deren Folgen zu reduzieren oder sogar zu vermeiden.

[0002] Wasserschäden in einem Infrastrukturobjekt können durch den unkontrollierten Wasserfluss aus zum Beispiel einer Wasserleitung, einer Armatur (wie einem Wasserhahn, einer Toilette oder einem Duschkopf) und/oder einer Maschine (z.B. einer Geschirrspülmaschine oder einer Waschmaschine, die an die Wasserleitung angeschlossen ist) verursacht werden. Wasserschäden können insbesondere von einem Leck verursacht werden, durch welches Wasser aus den Wasserleitungen eines Wasserverteilsystems austritt. Im Allgemeinen sind Wasserleitungen eines Wasserverteilsystems in einem Infrastrukturobjekt an eine Wasserquelle (bspw. einem Hausanschluss) angeschlossen. Über die Wasserquelle kann Wasser unbegrenzt nachströmen. Im Falle, dass das Wasser aus dem Wasserverteilsystem unkontrolliert austritt, und der Nachfluss von Wasser über die Wasserquelle gewährleistet ist, können derartige Wasserschäden ein sehr großes Ausmaß annehmen.

[0003] Wasserschäden können auch die Integrität einer Struktur des Infrastrukturobjektes verschlechtern. Dies gilt insbesondere, wenn beispielsweise wesentliche Bauteile der Struktur aus empfindlichen Materialien bestehen, beispielsweise, wenn es sich um eine Holzstruktur handelt, die bei Wassereinwirkung schimmeln kann. Im Falle eines Wasserschadens ist es bekannt, dass das Hauptventil, das den Wasserfluss von einer Hauptwasserleitung in die Struktur steuert, geschlossen wird und der Grund für den unkontrollierten Wasserausfluss behoben wird, bevor das Hauptventil wieder geöffnet wird.

[0004] Es ist auch bekannt, dass in oder an dem Infrastrukturobjekt eine Wasserdetektionsvorrichtung vorgesehen ist. Eine Wasserdetektionsvorrichtungen kann in einem Bereich angeordnet werden, in dem sich voraussichtlich zuerst und/oder mit größter Wahrscheinlichkeit ein Wasserschaden bemerkbar machen würde. Ein solcher Bereich kann beispielsweise nahe einer Wasserleitung, nahe einer Armatur und/oder Maschine liegen. Sollte die Wasserdetektionsvorrichtung in der (üblicherweise trockenen Umgebung) erhöhte Feuchtigkeit oder Nässe (sensorisch) erkennen, könnte ein Alarm ausgegeben und es könnten Maßnahmen zur Schadenseindämmung eingeleitet werden.

[0005] Weiter ist auch bekannt, Leckage mittels spezieller Prüfverfahren in einem Gebäude zu ermitteln. Hierfür können z. B. am Hauptventil des Gebäudes Durchfluss- oder Drucktemperaturen für das Wasser in der Leitung vorgesehen sein. Sollten die ermittelten Durchfluss- und/oder Druckwerte bei vorgebbaren Prüfroutinen von den erwarteten bzw. vorgegebenen ab-

weichen, kann eine automatische Schließung des Hauptventils erfolgen, wodurch größere Schäden ggf. vermieden werden können. Diese Prüfverfahren können ggf. auch dazu dienen, den Ort der Leckage zu ermitteln bzw. einzugrenzen.

[0006] Die bekannten Lösungen verhindern jedoch nur dann weitere Wasserschäden, wenn bereits ein erheblicher Wasserschaden vorliegt. Dementsprechend sind eine Methode und ein System zur effizienteren Vermeidung von Wasserschäden wünschenswert.

[0007] Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme wenigstens teilweise zu lösen und insbesondere ein Verfahren zum Bestimmen eines Wahrscheinlichkeitswertes für Wasserschäden zu offenbaren, mittels dem Wasserschäden zumindest teilweise präventiv vermieden werden können.

[0008] Diese Aufgaben werden gelöst mit einem Verfahren zur Überwachung eines Wasserverteilsystems gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen einschließlich einer Steuerkomponente sowie eines Computerprogrammprodukts sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben. Es ist darauf hinzuweisen, dass die in den Patentansprüchen aufgeführten Merkmale in beliebiger, technologisch sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden können und weitere Ausgestaltungen der Erfindung aufzeigen. Die Beschreibung, insbesondere auch im Zusammenhang mit den Figuren, erläutert die Erfindung und führt weitere Ausführungsvarianten an.

[0009] Hierzu trägt ein Verfahren zur Überwachung eines Wasserverteilsystems in einem Infrastrukturobjekt bei, bei dem das Wasserverteilsystem mit Wasserleitungen und mindestens einer Messeinrichtung zur Überwachung des Wasserverteilsystems ausgeführt ist. Das Verfahren umfasst zumindest die folgenden Schritte:

- a) Bestimmen (bzw. Erfassen) mindestens eines Strukturparameters, welcher eine Struktur des Infrastrukturobjekts und/oder des Wasserverteilsystems charakterisiert;
- b) Bestimmen (bzw. Erfassen) mindestens eines Wasserparameters, der das Wasser in dem Wasserverteilsystem charakterisiert;
- c) Bestimmen mindestens eines Wahrscheinlichkeitswertes für einen Wasserschaden, wobei hierbei der mindestens eine Strukturparameter und der mindestens eine Wasserparameter berücksichtigt werden.

[0010] Das Wasserverteilsystem ist ein Leitungssystem, welches prinzipiell beliebig ausgestaltet sein kann, und welches üblicherweise zur Verteilung von Wasser an Verbraucherkomponenten dient. Verbraucherkomponenten sind alle Komponenten, mit denen Wasser bereitgestellt und/oder verbraucht werden kann, beispielsweise Wasserhähne, Duschen, Badewannen, Spülmaschinen, Kühlschränke mit Wasseranschluss, Heizungs-

systeme etc. Das Wasserverteilsystem umfasst üblicherweise Wasserleitungen sowie Verzweigungen und kann beliebige weitere Komponenten aufweisen, die zur Verteilung und ggf. auch zur Aufbereitung des Wassers vorgesehen sind, beispielsweise Heizkomponenten, Filter, Desinfektionskomponenten, Leitungsverzweigungen, Ventile, Messeinrichtungen, etc.

[0011] Das Infrastrukturobjekt ist eine beliebige (üblicherweise sich fest an einer bestimmten geographischen Position befindliche Einrichtung), die bevorzugt von Menschen genutzt wird. Typische Infrastrukturobjekte sind Wohngebäude. Hier sind aber auch öffentliche Gebäude, Fabriken jeglicher Art etc. erfasst. Es kann sich auch um mobile Infrastrukturobjekte handeln, wie beispielsweise Mobile-Homes oder Wohnwagen. Das Wasserverteilsystem ist in bzw. an dem Infrastrukturobjekt bevorzugt (wenigstens temporär) fest installiert, um Wasser innerhalb des Infrastrukturobjektes für darin angeordnete bzw. installierte Verbraucherkomponenten zu verteilen.

[0012] Strukturparameter gemäß Schritt a) sind alle denkbaren Parameter, die das Infrastrukturobjekt und/oder die Situation des Infrastrukturobjektes beschreiben. Es kann nicht nur ein Strukturparameter in Schritt a) bestimmt werden, sondern es ist auch möglich, dass ein Satz von Strukturparametern bestimmt wird und/oder dass ein mehrwertiger Strukturparameter mit einer Mehrzahl von Einzelwerten (Skalaren) als Vektor oder als Matrix bestimmt werden. Der mindestens eine Strukturparameter bzw. Satz von Strukturparametern kann die Struktur des Infrastrukturobjektes (als Ganzes oder in Teilen) beschreiben. Der Strukturparameter kann (aus Erfahrungswissen) generiert, gespeichert und/oder ermittelt werden. Es ist möglich, dass für die Bestimmung des Strukturparameters sensorisch und/oder automatisch erzeugte Kenndaten, Messwerte, Daten etc. herangezogen werden, wobei der Strukturparameter ggf. darauf basierend berechnet oder vorgegeben wird.

[0013] Wasserparameter gemäß Schritt b) sind alle denkbaren Parameter, die die Eigenschaften und/oder das Verhalten des Wassers in dem Wasserverteilsystem beschreiben. Es kann nicht nur ein Wasserparameter in Schritt b) bestimmt werden, sondern es ist auch möglich, dass ein Satz von Wasserparametern bestimmt wird und/oder dass ein mehrwertiger Wasserparameter mit einer Mehrzahl von Einzelwerten (Skalaren) als Vektor oder als Matrix bestimmt wird. Der mindestens eine Wasserparameter oder ein Satz von Wasserparametern kann die Eigenschaften und/oder das Verhalten des Wassers in dem Wasserverteilsystem (als Ganzes oder in Teilen) beschreiben. Es ist möglich, dass für die Bestimmung des Wasserparameters sensorisch und/oder automatisch erzeugte Kenndaten, Messwerte, Daten etc. herangezogen werden, wobei der Wasserparameter ggf. darauf basierend berechnet oder vorgegeben wird.

[0014] Wasserparameter werden insbesondere mit mindestens einer Messeinrichtung (unmittelbar oder mittelbar) gewonnen. Die weiter oben schon erwähnte Messeinrichtung kann eine beliebige Einrichtung sein, mit der

die zuvor beschriebenen Wasserparameter bereitstellbar sind. Hierzu zählen beispielsweise Drucksensoren, Temperatursensoren, chemische oder physikalische Sensoren (insbesondere chemische Sensoren) zur Bestimmung von stofflichen Eigenschaften des Wassers, etc.

[0015] Mit dem Begriff "Überwachung" ist hier insbesondere eine (passive) Kontrollfunktion beschrieben, mit der das Infrastrukturobjekt bzw. das Wasserverteilsystem in dem Infrastrukturobjekt überwacht werden können.

[0016] Der Wahrscheinlichkeitswert gemäß Schritt c) ist bevorzugt ein Wert, der eine Wahrscheinlichkeit dafür angibt, dass ein Ereignis (in dem vorliegenden Fall ein Wasserschaden) auftritt. Der Wahrscheinlichkeitswert kann die Wahrscheinlichkeit dabei insbesondere in Bezug auf ein bestimmtes in der Zukunft liegendes Zeitintervall beziehen, beispielsweise 1 Tag, 5 Tage, eine Woche oder einen Monat. Der Wahrscheinlichkeitswert gibt beispielsweise die Wahrscheinlichkeit dafür an, dass das Ereignis in diesem Zeitintervall auftritt. Der Wahrscheinlichkeitswert kann (darüber hinaus auch) eine Schwere oder eine Bedeutung des Ereignisses mit einbeziehen. Mit Schwere oder Bedeutung ist hier insbesondere das Ausmaß eines möglichen Wasserschadens gemeint. In diesem Fall kann es beispielsweise sein, dass der Wahrscheinlichkeitswert höher bestimmt bzw. festgelegt wird, wenn ein erwartetes Ereignis bzw. der erwartete Wasserschaden schwerwiegender ist.

[0017] In Ausführungsvarianten kann auch ein Satz von Wahrscheinlichkeitswerten bestimmt werden und/oder es wird ein mehrwertiger Wahrscheinlichkeitswert bestimmt, der eine Mehrzahl von Einzelwerten (Skalaren) als Vektor oder als Matrix umfasst. Solche Wahrscheinlichkeitswerte können beispielsweise für verschiedene Kategorien von Wasserschäden (insbesondere verschiedene Schweregrade von Wasserschäden), verschiedene Eintrittswahrscheinlichkeiten und/oder für verschiedene (zukünftige) Zeitintervalle verschiedene Eintrittswahrscheinlichkeiten angeben.

[0018] Die hier angesprochenen Wasserschäden sind insbesondere Leckagen im Wasserverteilsystem, dadurch verursachte Folgeschäden und/oder Folgeschäden, die durch defekte oder nicht korrekt eingestellte Verbraucherkomponenten hervorgerufen werden.

[0019] Mit dem hier beschriebenen Verfahren wird es möglich, mit Hilfe des Wahrscheinlichkeitswertes präventiv auf möglicherweise eintretende Wasserschäden zu reagieren und somit das Auftreten von Wasserschäden zu antizipieren bzw. sogar gegebenenfalls gänzlich zu vermeiden und/oder zumindest die Folgen eines auftretenden Wasserschadens zu reduzieren. Das hier beschriebene Verfahren ermöglicht es insbesondere auch, auf Besonderheiten des Infrastrukturobjektes einzugehen, in welchem das Wasserverteilsystem angeordnet sind. Beispielsweise sind die Auswirkungen von einer Leckage und die möglichen Wasserschäden, die in Folge einer Leckage auftreten können, ganz unterschiedlich je

nachdem, welche Eigenschaften das Infrastrukturobjekt hat. Beispielsweise können in einem Holzhaus als Infrastrukturobjekt sehr viel größere Folgeschäden auftreten als in einem Gebäude, welches mit Steinen gemauert ist. Solche Besonderheiten können mit dem beschriebenen Verfahren berücksichtigt werden.

[0020] Vorteilhaft ist, wenn nach Schritt c) folgender Verfahrensschritt ausgeführt wird:

d) Vergleichen des mindestens einen Wahrscheinlichkeitswertes mit mindestens einem Schwellwert und Einleiten von mindestens einer Schutzmaßnahme in Abhängigkeit eines Ergebnisses des Vergleichs, wobei die Schutzmaßnahme dazu dient, einen Wasserschaden, die Folge eines Wasserschadens und/oder das Risiko eines Wasserschadens zu vermeiden oder zumindest zu reduzieren.

[0021] Der Schwellwert gemäß Schritt d) ist bevorzugt ebenfalls ein Wahrscheinlichkeitswert, der eine Grenzwahrscheinlichkeit angibt, ab der eine Schutzmaßnahme eingeleitet werden soll. Es ist auch möglich, dass ein Satz von Schwellwerten verwendet wird und/oder dass ein mehrwertiger Schwellwert mit einer Mehrzahl von Einzelwerten (Skalaren) als Vektor oder als Matrix bestimmt wird. Bevorzugt hat ein Schwellwert die gleiche Dimension (als Vektor oder als Matrix) bzw. gleichviele Werte wie der verwendete Wahrscheinlichkeitswert. Der mindestens eine Schwellwert oder ein Satz von Schwellwerten ermöglichen es, je nachdem, welcher Schwellwert (Einzelwert) von welchem Wahrscheinlichkeitswert unterschritten wird, unterschiedliche Schutzmaßnahmen einzuleiten, um angemessen auf bestimmte Risiken reagieren zu können.

[0022] Außerdem ist es vorteilhaft, wenn in Abhängigkeit des Wahrscheinlichkeitswertes als Schutzmaßnahme ein Steuerbefehl an mindestens ein Ventil des Wasserverteilsystems übermittelt wird, wobei das Ventil durch den Steuerbefehl derart betätigt wird, dass ein Wasserschaden und/oder das Risiko eines Wasserschadens vermieden oder zumindest reduziert wird.

[0023] Ein Steuerbefehl ist insbesondere ein Befehl an einen Antrieb des Ventils, das Ventil zu betätigen. In bevorzugten Ausführungsvarianten dient der Steuerbefehl dazu, ein Ventil zu schließen, damit kein Wasser mehr in das Wasserverteilsystem eintritt, um den Eintritt eines Wasserschadens gegebenenfalls vollständig zu verhindern. Es ist auch möglich, dass nur eine teilweise Schließung eines Ventils erfolgt, um zumindest die Folgen eines Wasserschadens zu reduzieren, weil eine austretende Wassermenge reduziert wird.

[0024] Besonders vorteilhaft ist, wenn zumindest Verfahrensschritt c), und gegebenenfalls auch zumindest ein weiterer Verfahrensschritt, auf einem Server durchgeführt wird, wobei der Server außerhalb des Infrastrukturobjektes angeordnet und über datenleitende Verbindungen mit einer Steuerkomponente des Wasserverteilsystems verbunden ist. Die Steuerkomponente ist dazu eingerichtet, mit der Messeinrichtung gewonnene Wasserparameter über die datenleitende Verbindung an den

Server zu übermitteln, und Steuerbefehle von dem Server an mindestens ein Ventil des Wasserverteilsystems zu übermitteln.

[0025] Zwischen dem Wasserverteilsystem und dem Server besteht bevorzugt eine datenleitende Verbindung, die mit verschiedenen Arten zur Datenübertragung ausgeführt sein kann. Hierzu zählen beispielsweise Bluetooth, W-Lan, Lan-Netzwerkverbindungen, Internetverbindungen, Funkverbindungen, Telefonverbindungen, etc.

[0026] Gegebenenfalls können auch die Verfahrensschritte a) und b) auf einem Server außerhalb des Infrastrukturobjektes durchgeführt werden. Gegebenenfalls können zu diesem Zweck vorläufige Strukturparameter und/oder vorläufige Wasserparameter (mit mindestens einer Messeinrichtung) in dem Infrastrukturobjekt ermittelt und an den Server übermittelt werden, wobei der Server dann die Ermittlung der eigentlichen Strukturparameter und/oder Wasserparameter aus diesen vorläufigen Parametern durchführt, um Eingangswerte für die Durchführung des Schrittes c) zu erzeugen.

[0027] Das Verfahren kann insbesondere in Verbindung mit maschinellen Lernmethoden eingesetzt werden, um eine sehr hohe Verwertbarkeit der bestimmten Wahrscheinlichkeitswerte zum Erreichen des gewünschten Ziels (Wasserschäden und deren Folgen zu reduzieren oder sogar zu vermeiden) zu gewährleisten.

[0028] Die Durchführung von Verfahrensschritten auf einem solchen Server ermöglicht es gegebenenfalls einen komplexen Algorithmus zur Durchführung der Verfahrensschritte zu verwenden, der in einer innerhalb des Infrastrukturobjektes angeordneten Steuerkomponente so nicht durchführbar wäre. Der Algorithmus zur Durchführung der Verfahrensschritte kann beispielsweise ein umfangreiches neuronales Netz oder ein maschinenlernfähiges Modul umfassen, in welchen basierend auf Erfahrungswerten, die bei einer Vielzahl von Wasserverteilsystemen in Infrastrukturobjekten gewonnen wurden, eine Aussage über einen Wahrscheinlichkeitswert für einen Wasserschaden getroffen werden.

[0029] Besonders vorteilhaft ist, wenn der Wasserparameter zumindest einen der folgenden Parameter beinhaltet:

- Druck in dem Wasserverteilsystem;
- Durchflussrate in dem Wasserverteilsystem;
- Temperatur in dem Wasserverteilsystem;
- pH-Wert;
- Härte;
- Änderung eines Drucks;
- Änderung einer Durchflussrate; oder
- Änderung einer Temperatur.

[0030] Bei dem Wasserparameter kann es sich also um einen Parameter handeln, der zumindest eine Eigenschaft des Wassers beschreibt, welche das Wasser aufgrund seines Zustandes in dem Wasserverteilsystem aufweist. Hierzu zählen beispielsweise die genannten

Parameter Druck, Durchflussrate, Temperatur, sowie die jeweiligen (zeitlichen) Änderungen dieser Parameter. Der Wasserparameter wird insbesondere mit der schon beschriebenen Messeinrichtung gewonnen. Die verwendete Messeinrichtung ist bevorzugt für die Bestimmung des jeweiligen Wasserparameters geeignet.

[0031] Bei dem Wasserparameter kann es sich ebenfalls um inhärente Eigenschaften des Wassers handeln. Hierzu zählen insbesondere chemische und/oder physikalische Eigenschaften des Wassers als Stoff, die auch als stoffliche Eigenschaften bezeichnet werden können. Beispiele für solche stofflichen Eigenschaften sind bspw. der ph-Wert oder die Härte des Wassers.

[0032] Das Risiko des Auftretens eines Wasserschadens kann von den genannten Parametern abhängen. Beispielsweise ist es möglich, dass das Risiko hoch ist, wenn der Druck des Wassers hoch ist, weil dann beispielsweise die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Leckage und/oder für das Versagen einer Komponente wahrscheinlicher ist.

[0033] Die genannten Parametern Druck, Durchflussrate und Temperatur können sich jeweils auf eine bestimmte Stelle bzw. das Wasser an einer bestimmten Stelle in dem Wasserverteilsystem beziehen. Solche Parameter können auch an verschiedenen Stellen des Wasserverteilsystems jeweils mit dafür vorgesehenen Messeinrichtungen bestimmt werden. Gleiches gilt für die ebenfalls aufgeführten Änderungen dieser Parameter.

[0034] Für die genannten stofflichen Parameter ph-Wert und Härte ist ebenfalls möglich, dass sie zentral gemessen werden. Ebenfalls ist möglich, dass diese Parameter nicht gemessen werden, sondern für eine jeweiliges Wasserverteilsystem in einem Infrastrukturobjekt (einmalig) fest hinterlegt werden. Beispielsweise ist die Wasserhärte normalerweise abhängig von dem jeweiligen Wasserwerk, an welches das Wasserverteilsystem in einem Infrastrukturobjekt angeschlossen ist. Diese Wasserhärte ändert sich normalerweise nicht, sondern sie hängt mit festen Gegebenheiten zusammen. Insofern kann die Wasserhärte auch fest eingestellt werden.

[0035] Besonders vorteilhaft ist das Verfahren, wenn die Bestimmung des mindestens einen Wasserparameters mit einem Historienmodell erfolgt, wobei in dem Historienmodell vorläufige Wasserparameter berücksichtigt werden, die in der Vergangenheit in dem Wasserverteilsystem bestimmt wurden.

[0036] Mit einem Historienmodell können Auswirkungen berücksichtigt werden, die (vorläufige) Wasserparameter über einen längeren Wirkzeitraum auf das Wasserverteilsystem hatten. Wenn zum Beispiel über lange Zeiträume ungewöhnlich hohe Druckwerte und ungewöhnlich hohe Temperaturen auf das Wasserverteilsystem einwirken, kann dies dazu führen, dass das Wasserverteilsystem weniger resistent für hohe Drücke wird und deswegen Wahrscheinlichkeitswerte höher bestimmt werden müssen. Gleiches gilt beispielsweise, wenn über einen langen Zeitraum sehr große Wasserhärten auf ein

Wasserverteilsystem eingewirkt haben und dadurch bspw. Korrosion und/oder Ablagerungen auftreten, die das Eintreten eines Schadensereignisses wahrscheinlicher machen, so dass ebenfalls Wahrscheinlichkeitswerte erhöht werden müssen.

[0037] Hier wurde herausgefunden, dass die Erkennung von Druck, Durchflussmenge, Temperatur, pH-Wert, Wasserhärte, Druckänderung über die Zeit, Änderung der Durchflussmenge und/oder Temperaturänderung über die Zeit ermöglicht, die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Wasserschäden in einem Infrastrukturobjekt vorherzusagen.

[0038] Außerdem vorteilhaft ist, wenn der mindestens eine Strukturparameter Eigenschaften von Bewohnern des Infrastrukturobjektes charakterisiert. Eigenschaften von Bewohnern eines Infrastrukturobjektes werden hier aus Sicht des Wasserverteilsystems und mit dem Ziel der Überwachung des Wasserverteilsystems als Strukturparameter des Infrastrukturobjektes betrachtet. Solche Parameter charakterisieren Auswirkungen des Infrastrukturobjektes auf das Wasserverteilsystem. Sie können daher zur Verbesserung einer Bestimmung des Wahrscheinlichkeitswertes beitragen. Eigenschaften der Bewohner des Infrastrukturobjektes können beispielsweise Anzahl der Einwohner, Alter der Einwohner, Geschlecht der Einwohner etc. sein. Alle diese Parameter können dazu herangezogen werden, z. B. statistische Aussagen über die Beanspruchung des Wasserverteilsystems zu treffen.

[0039] Darüber hinaus vorteilhaft ist, wenn der mindestens eine Strukturparameter Eigenschaften des Wasserverteilsystems des Infrastrukturobjektes und/oder an das Wasserverteilsystem angeschlossener Verbraucherkomponenten charakterisiert. Eigenschaften des Wasserverteilsystems als Strukturparameter sind beispielsweise Parameter, die den Aufbau bzw. die Einrichtung des Wasserverteilsystems beschreiben. Hierzu zählen Leitungslängen, Leitungsvolumina, Anzahlen von Verzweigungsstellen und/oder Ventilen, Strömungswege (insbesondere Zirkulationsleitungen), etc. Strukturparameter angeschlossener Verbraucherkomponenten können beispielsweise Angaben zur Anzahl von angeschlossenen Verbraucherkomponenten, Angaben zur Art von angeschlossenen Verbraucherkomponenten etc. beinhalten.

[0040] Darüber hinaus vorteilhaft ist, wenn der mindestens eine Strukturparameter Infrastruktureigenschaften des Infrastrukturobjektes charakterisiert. Bei dieser Gruppe von Strukturparametern handelt es sich insbesondere um Parameter, die besondere, ggf. bauliche, Aspekte des Infrastrukturobjektes jenseits des Wasserverteilsystems betreffen. Solche Parameter sind insbesondere hilfreich, um mögliche Folgeschäden in Folge eines aufgetretenen Effektes im Wasserverteilsystem abzuschätzen und im Rahmen der Bestimmung des Wahrscheinlichkeitswertes zu berücksichtigen. Ein solcher Strukturparameter kann beispielsweise angeben, welche Strukturmerkmale das Infrastruktur hat (bspw.

Holzbauweise und/oder Betonbauweise), wie viele Etagen und/oder Räume das Infrastrukturobjekt aufweist, und so weiter.

[0041] Auch ist vorteilhaft, wenn der mindestens eine Strukturparameter mit einem Historienmodell bestimmt wird, wobei in dem Historienmodell Ereignisse berücksichtigt sind, die in der Vergangenheit auf das Infrastrukturobjekt und/oder das Wasserverteilsystem eingewirkt haben. Grundsätzlich kann ein Historienmodell zur Berücksichtigung von Strukturparametern ähnlich strukturiert sein wie ein Historienmodell zur Berücksichtigung von Wasserparametern. Über ein Historienmodell können insbesondere langfristige Auswirkungen auf das Infrastrukturobjekt berücksichtigt werden.

[0042] Auch ist vorteilhaft, wenn in dem Historienmodell mindestens eines der folgenden historischen Ereignisse berücksichtigt wird:

- Zeitpunkt der Erstellung des Infrastrukturobjektes und/oder des Wasserverteilsystems;
- Alter des Infrastrukturobjektes und/oder des Wasserverteilsystems; und
- in der Vergangenheit aufgetretene Schäden des Wasserverteilsystems.

[0043] Der Zeitpunkt der Erstellung des Infrastrukturobjektes kann beispielsweise herangezogen werden, um grundsätzliche bauartbedingte Einflüsse und/oder Besonderheiten des Infrastrukturobjektes bzw. des Wasserverteilsystems bei der Bestimmung des Wahrscheinlichkeitswertes zu berücksichtigen.

[0044] Das Alter des Infrastrukturobjektes und/oder des Wasserverteilsystems kann insbesondere dazu verwendet werden, (benutzungsbedingte, witterungsbedingte, etc.) Alterungsaspekte bei der Bestimmung des Wahrscheinlichkeitswertes zu berücksichtigen.

[0045] In der Vergangenheit aufgetretene Schäden des Wasserverteilsystems lassen häufig einen Rückschluss auf mögliche weitere in Zukunft auftretende Schäden zu. Daher ist die Berücksichtigung von in der Vergangenheit aufgetretenen Schäden für die Bestimmung des Wahrscheinlichkeitswertes hilfreich.

[0046] Darüber hinaus ist vorteilhaft, wenn zur Bestimmung des mindestens einen Wahrscheinlichkeitswertes in Schritt c) ein selbstlernender Algorithmus verwendet wird, der anhand von Eingangsdaten trainiert wird, wobei die Eingangsdaten aus einer Vielzahl von weiteren Infrastrukturobjekten mit Wasserverteilsystemen gewonnen werden, welche mit dem beschriebenen Verfahren überwacht werden.

[0047] Durch die Verwendung des selbstlernenden bzw. maschinell gelernten Algorithmus kann in vorteilhafter Weise ein hoher Informationsgehalt berücksichtigt werden, der auch historische Informationen über zuvor bestimmte Parameter bzw. zuvor erlernte Muster von ggf. komplexen Gruppen von Parametern berücksichtigen kann. Die (vorläufigen) Parameter bzw. zuvor erlernte Muster können insbesondere während einer (initialen)

Trainingsphase erlernt worden sein. Die insbesondere während der (initialen) Trainingsphase gelernten Informationen können beispielsweise durch entsprechende Ausgestaltungen (bzw. Anpassungen) und/oder Verknüpfungen von Elementen des Algorithmus repräsentiert werden. Bei den Elementen kann es sich beispielsweise um Modell-Parameter des Algorithmus, wie etwa Gewichte, Funktionen, Schwellenwerte oder dergleichen handeln. Der Algorithmus kann durch ein (Künstliche Intelligenz bzw. KI-)Modell und/oder in einem (KI-) Modell realisiert sein. Der Algorithmus kann weiterhin auch mehrere Teile bzw. Teil-Algorithmen umfassen, die beispielsweise in einer Ebene nebeneinander und/oder in mehreren Ebenen übereinander und/oder in mehreren Zeitschritten hintereinander miteinander zusammenwirken können.

[0048] Beispielsweise kann der Algorithmus derart eingerichtet sein, dass er einen Satz von Eingangsdaten auf mindestens einer Ausgabe oder einem Satz von Ausgangsdaten abbildet. Der (beispielsweise sensorisch) erfasste mindestens eine Parameter über die Infrastruktur bzw. das Wasser bildet in der Regel einen Eingang bzw. Eingangsdaten des Algorithmus. Die Zuordnung zu dem mindestens einen Wahrscheinlichkeitsparameter bildet in der Regel einen Ausgang bzw. Ausgangsdaten des Algorithmus. Sätze von Daten können beispielhaft in Form von Vektoren, wie beispielsweise mindestens einem Eingabevektor und mindestens einem Ausgabevektor bereitgestellt werden.

[0049] Der Algorithmus kann beispielsweise in der Art eines sogenannten Machine Learning Modells gebildet sein. Beispielsweise kann der Algorithmus mittels mindestens eines künstlichen neuronalen Netzwerks gebildet sein. Das Netzwerk enthält in der Regel Elemente bzw. Modell-Parameter, mittels welcher die Eingabedaten auf den Ausgabedaten abgebildet werden können. Entsprechende Elemente bzw. Modell-Parameter können beispielsweise Knoten, Gewichte, Verknüpfungen, Schwellenwerte oder dergleichen umfassen. Während eines Trainings des Algorithmus können zumindest einzelne oder mehrere der Elemente bzw. Modell-Parameter angepasst werden. Insbesondere zusätzlich zu einem (initialen) Training des Algorithmus kann auch vorgesehen sein, dass dieser während des laufenden Betriebs (weiter) verbessert werden kann. In diesem Zusammenhang kann der Algorithmus beispielweise selbstlernend ausgeführt sein. Insbesondere können während des laufenden Betriebs (beispielsweise zu bestimmten Zeitpunkten oder kontinuierlich) Trainingsphasen durchgeführt werden. Zum Beispiel können während des laufenden Betriebs Vergleichsuntersuchungen zur Ermittlung der ggf. komplexen Flüssigkeitsverbrauchsvorgänge durchgeführt werden, um die von dem Algorithmus durchgeführte Klassifizierung zu validieren und/oder (weiter) zu verbessern. Weiterhin kann der Algorithmus (ggf. ständig) verbessert werden, indem er (stets und/oder zumindest auch nach einem initialen Training) mit neuen Trainingsdaten trainiert wird. Diese neuen

Trainingsdaten können beispielsweise durch neue Aufnahmen erzeugt und/oder gezielt für solche Wasserereignisse beschafft werden, die (zuvor) nur mit geringer Genauigkeit klassifiziert werden konnten.

[0050] Ein Server, auf dem das Verfahren ganz oder teilweise durchgeführt wird, wird bevorzugt für eine Durchführung des Verfahrens zur Überwachung einer Vielzahl von verschiedenen Wasserverteilsystemen in Infrastrukturobjekten verwendet. Auf diesem Wege fallen auf dem Server eine Vielzahl von Daten an, die in einem selbstlernenden System zur Durchführung der Verfahrensschritte (insbesondere Schritt c) und ggf. auch die Schritte a) und b)) verwendet werden können.

[0051] Hier wird auch eine Steuerkomponente für ein Wasserverteilsystem angegeben, welche ein Steuergerät beinhaltet, das zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens eingerichtet ist. Das Steuergerät ist bevorzugt Teil einer Steuerkomponente, die in einem Infrastrukturobjekt eingesetzt werden kann, um Überwachungs-, Kontroll- und/oder Regelfunktionen an dem Wasserverteilsystem vorzunehmen. Die Steuerkomponente kann insbesondere Teil eines Moduls sein, welches auch ein Ventil umfasst, mit welchem ein Durchfluss von Wasser durch eine Leitung des Wasserverteilsystems kontrolliert werden kann.

[0052] Darüber hinaus soll hier ein Computerprogrammprodukt zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens offenbart werden. Ein solches Computerprogrammprodukt ist insbesondere auf einem Server zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens installiert und kann dort betrieben werden.

[0053] Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figur näher erläutert. Die Figur zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel, auf welches die Erfindung jedoch nicht beschränkt ist.

[0054] Fig. 1 zeigt ein Infrastrukturobjekt mit einem beschriebenen Wasserverteilsystem und Mittel zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens.

[0055] Schematisch ist ein Infrastrukturobjekt 2 mit einem darin angeordneten Wasserverteilsystem 1 gezeigt, welches Wasser über eine Wasserquelle 17 erhält und an verschiedene Verbraucherkomponenten 14 weiterleitet. Dafür hat das Wasserverteilsystem 1 Wasserleitungen 3, die gegebenenfalls auch an Verzweigungen 19 verzweigt sind.

[0056] An dem Wasserverteilsystem 1 ist eine Messeinrichtung 4 angeordnet, mit der Messdaten ermittelt werden können. Solche Messdaten können zur Bestimmung von Wasserparametern 6 verwendet werden. Bevorzugt weist das Wasserverteilsystem 1 darüber hinaus mindestens ein steuerbares Ventil 10 auf, mit welchem ein Durchfluss von Wasser durch das Wasserverteilsystem 1 bzw. durch eine Leitung des Wasserverteilsystems 1 gesteuert werden kann. Besonders bevorzugt existiert eine Steuerkomponente 13 des Wasserverteilsystems 1, welche dazu eingerichtet ist, Überwachungsaufgaben und Steueraufgaben an dem Wasserverteilsystem 1 durchzuführen und insbesondere das beschriebene min-

destens eine Ventil 10 zu steuern, und gegebenenfalls Ergebnisse der Messeinrichtung 4 zu empfangen. Besonders bevorzugt sind die Steuerkomponente 13, eine Messeinrichtung 4 und ein Ventil 10 in einer Baueinheit bzw. einem Modul angeordnet. Die Steuerkomponente 13 hat bevorzugt ein Steuergerät 16, in welchem das beschriebene Verfahren ganz oder teilweise als Computerprogrammprodukt hinterlegt ist, und mit welchem das beschriebene Verfahren durchgeführt werden kann. Besonders bevorzugt hat das Steuergerät 16 auch Schnittstellen zum Aufbau datenleitender Verbindungen 12 zu einem Server 11, welcher bevorzugt außerhalb des Infrastrukturobjektes 2 angeordnet ist. Über eine solche datenleitende Verbindung 12 wird der Wasserparameter 6 an den Server 11 übermittelt.

[0057] Neben dem Wasserparameter 6 existiert auch noch mindestens ein Strukturparameter 5, der gegebenenfalls auch über die datenleitende Verbindung 12 von der Steuerkomponente 13 bzw. von dem Infrastrukturobjekt 2 an den Server 11 übermittelt wird. Es sind allerdings auch Ausführungsvarianten möglich, bei welchen der Strukturparameter 5 und der Wasserparameter 6 nicht über datenleitende Verbindungen 12 von der Steuerkomponente 13 bzw. dem Infrastrukturobjekt 2 übermittelt werden, sondern unmittelbar auf dem Server 11 hinterlegt werden, beispielsweise im Rahmen einer Erstinstallation. Auf dem Server 11 wird ein Wahrscheinlichkeitskalkulator 20 verwendet, mit welchem aus den verfügbaren Parametern ein Wahrscheinlichkeitswert 7 ermittelt wird, mit dem die Wahrscheinlichkeit für einen Wasserschaden bestimmt werden kann. Der Wahrscheinlichkeitskalkulator 20 kann gegebenenfalls auch ein Historienmodell 18 umfassen, mit welchem vorläufige Parameter verarbeitet werden können. Der Wahrscheinlichkeitskalkulator 20 ist bevorzugt ein selbstlernendes System, mit welchem Eingangsdaten 15 von einer Vielzahl von weiteren Infrastrukturobjekten 2 mit Wasserverteilsystemen 1 berücksichtigt werden können.

[0058] Der Wahrscheinlichkeitswert 7 wird bevorzugt mit einem Schwellwert 8 verglichen. In Abhängigkeit dieses Vergleichs wird mindestens ein Steuerbefehl 9 von dem Server 11 über eine datenleitende Verbindung 12 an die Steuerkomponente 13 bzw. an das Ventil 10 übermittelt, um eine Maßnahme zur Reduzierung des Risikos eines Wasserschadens durchzuführen.

Bezugszeichenliste

[0059]

1	Wasserverteilsystem
2	Infrastrukturobjekt
3	Wasserleitung
4	Messeinrichtung
5	Strukturparameter
6	Wasserparameter
7	Wahrscheinlichkeitswert
8	Schwellwert

- 9 Steuerbefehl
- 10 Ventil
- 11 Server
- 12 datenleitende Verbindung
- 13 Steuerkomponente
- 14 Verbraucherkomponente
- 15 Eingangsdaten
- 16 Steuergerät
- 17 Wasserquelle
- 18 Historienmodell
- 19 Verzweigung
- 20 Wahrscheinlichkeitskalkulator

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines Wasserverteilsystems (1) in einem Infrastrukturobjekt (2) mit Wasserleitungen (3) und mindestens einer Messeinrichtung (4) zur Überwachung des Wasserverteilsystems (1), umfassend zumindest die folgenden Schritte:

- a) Bestimmen mindestens eines Strukturparameters (5), welcher zumindest eine Struktur des Infrastrukturobjekts (2) oder des Wasserverteilsystems (1) charakterisiert;
- b) Bestimmen mindestens eines Wasserparameters (6) mit der mindestens einen Messeinrichtung (4),
- c) Bestimmen mindestens eines Wahrscheinlichkeitswertes (7) für einen Wasserschaden, wobei hierbei der mindestens eine Strukturparameter (5) und der mindestens eine Wasserparameter (6) berücksichtigt werden.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, wobei nach Schritt c) folgender Schritt ausgeführt wird:

- d) Vergleichen des mindestens einen Wahrscheinlichkeitswertes (7) mit mindestens einem Schwellwert (8) und Einleiten von mindestens einer Schutzmaßnahme in Abhängigkeit eines Ergebnisses des Vergleichs, wobei die Schutzmaßnahme dazu dient, zumindest einen Wasserschaden, die Folge eines Wasserschadens oder das Risiko eines Wasserschadens wenigstens zu reduzieren oder sogar zu vermeiden.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei in Abhängigkeit des Wahrscheinlichkeitswertes (7) als Schutzmaßnahme ein Steuerbefehl (9) an mindestens ein Ventil (10) des Wasserverteilsystems (1) übermittelt wird, wobei das Ventil (10) durch den Steuerbefehl (9) derart betätigt wird, dass zumindest ein Wasserschaden, die Folge eines Wasserschadens oder das Risiko eines Wasserschadens wenigstens reduziert oder sogar vermieden wird.

4. Verfahren nach Patentanspruch 1 oder 2, wobei zumindest Verfahrensschritt c) auf einem Server (11) durchgeführt wird, wobei der Server (11) außerhalb des Infrastrukturobjekts (2) angeordnet und über datenleitende Verbindungen (12) mit einer Steuerkomponente (13) des Wasserverteilsystems (1) verbunden ist, wobei die Steuerkomponente (13) dazu eingerichtet ist, mit der Messeinrichtung (4) gewonnene Wasserparameter (6) über die datenleitende Verbindung (12) an den Server (11) zu übermitteln und Steuerbefehle (9) von dem Server (11) an mindestens ein Ventil (10) des Wasserverteilsystems (1) zu übermitteln.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Wasserparameter (6) zumindest einer aus der folgenden Gruppe ist: Druck, Durchflussrate, Temperatur, pH-Wert, Härte, Änderung eines Drucks, Änderung einer Durchflussrate, Änderung einer Temperatur.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei das Bestimmen des mindestens einen Wasserparameters (5) mit einem Historienmodell (18) erfolgt, wobei in dem Historienmodell (18) vorläufige Wasserparameter (5) berücksichtigt werden, die in der Vergangenheit in dem Wasserverteilsystem (1) bestimmt wurden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der mindestens eine Strukturparameter (5) Eigenschaften von Bewohnern des Infrastrukturobjekts (2) charakterisiert.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der mindestens eine Strukturparameter (5) zumindest Eigenschaften des Wasserverteilsystems (1) des Infrastrukturobjekts (2) oder an das Wasserverteilsystems (1) angeschlossener Verbraucherkomponenten (14) charakterisiert.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der mindestens eine Strukturparameter (5) Infrastruktureigenschaften des Infrastrukturobjekts (2) charakterisiert.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei das Bestimmen des mindestens einen Strukturparameters (5) mit einem Historienmodell (18) erfolgt, wobei in dem Historienmodell (18) Ereignisse berücksichtigt sind, die in der Vergangenheit zumindest auf das Infrastrukturobjekt (2) oder das Wasserverteilsystem (1) eingewirkt haben.

11. Verfahren nach dem vorhergehenden Patentanspruch, wobei in dem Historienmodell (18) mindestens einer der folgenden historischen Ereignisse berücksichtigt wird:

- Zeitpunkt der Erstellung des Infrastrukturobjektes (2);
 - Zeitpunkt der Erstellung des Wasserverteilsystems (1);
 - Alter des Infrastrukturobjektes (1);
 - Alter des Wasserverteilsystems (2);
 - In der Vergangenheit aufgetretene Schäden des Wasserverteilsystems (2).
- 12.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei beim Bestimmen des mindestens einen Wahrscheinlichkeitswerts (7) in Schritt c) ein selbstlernender Algorithmus verwendet wird, der anhand von Eingangsdaten (15) trainiert wird, wobei die Eingangsdaten (15) aus einer Vielzahl von weiteren Infrastrukturobjekten (2) mit Wasserverteilsystemen (1) gewonnen werden, welche mit dem beschriebenen Verfahren überwacht werden.
- 13.** Steuerkomponente (13) für ein Wasserverteilsystem (1), welche ein Steuergerät beinhaltet, welches zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Patentansprüche 1 bis 12 eingerichtet ist.
- 14.** Computerprogrammprodukt zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Patentansprüche 1 bis 12.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

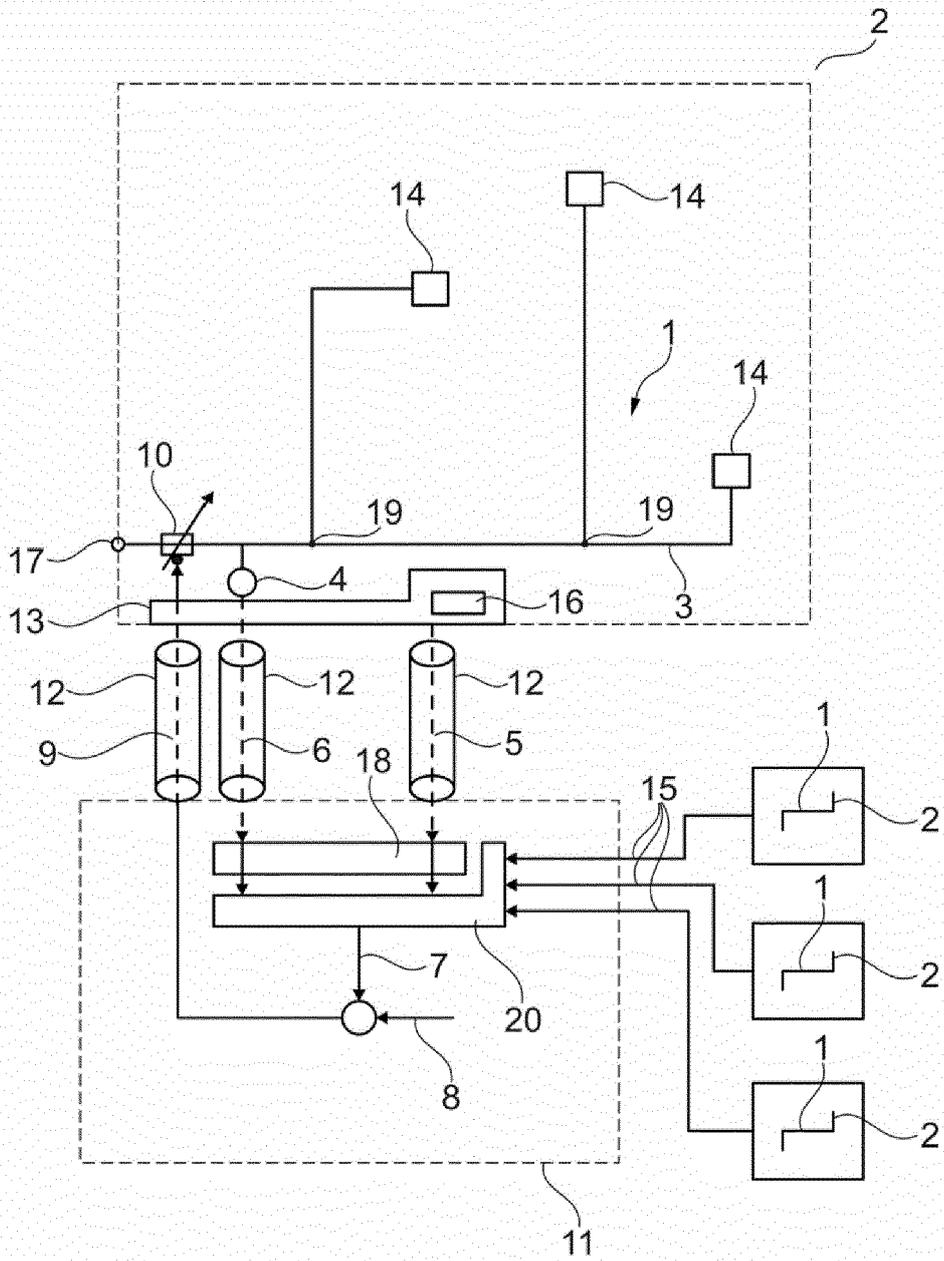


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 21 16 1947

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	<p>LEU SOU-SEN ET AL: "Leak Prediction Model for Water Distribution Networks Created Using a Bayesian Network Learning Approach", WATER RESOURCES MANAGEMENT, [Online] Bd. 30, Nr. 8, 1. Juni 2016 (2016-06-01), Seiten 2719-2733, XP055819386, Dordrecht ISSN: 0920-4741, DOI: 10.1007/s11269-016-1316-8 Gefunden im Internet: URL:https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11269-016-1316-8.pdf> [gefunden am 2021-06-29] * Zusammenfassung * * Abbildung 3(b) * * Seite 2720 * * Seite 2726 * * Seite 2730 * * Seite 2731 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-14	<p>INV. F17D5/02</p>
			<p>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)</p> <p>F17D</p>
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
	<p>Recherchenort Den Haag</p>	<p>Abschlußdatum der Recherche 29. Juni 2021</p>	<p>Prüfer Kaiser, Jean-Luc</p>
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>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</p>		<p>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</p>	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)