

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. August 2011 (04.08.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/092012 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G06Q 10/00 (2006.01)

68766 Hockenheim (DE). **SCHMIDT, Werner, A.** [DE/
DE]; Kirschblütenstr. 39, 68542 Heddesheim (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/000361

(74) **Anwälte:** **PARTNER, Lothar** et al.; ABB AG, GF-IP,
Wallstadter Str. 59, 68526 Ladenburg (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Januar 2011 (27.01.2011)

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 005 955.2
27. Januar 2010 (27.01.2010) DE

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ABB TECHNOLOGY AG** [CH/CH]; Affol-
ternstrasse 44, CH-8050 Zurich (CH).

(72) **Erfinder; und**

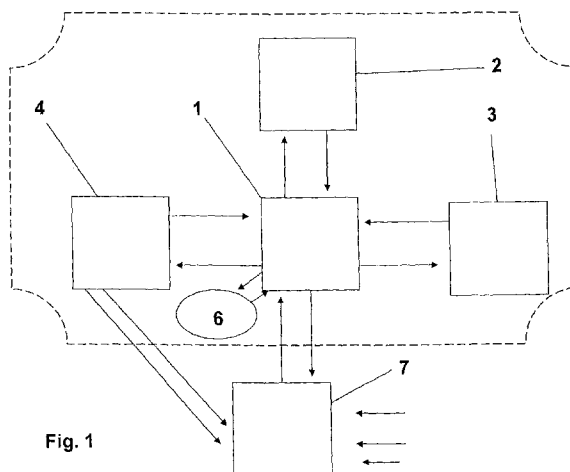
(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **BLANK, Frederik**
[DE/DE]; Rolloßweg 25, 69121 Heidelberg (DE). **GAU-
DER, Markus** [DE/DE]; Johann-Georg-Fuchs-Str. 10,

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** ARRANGEMENT AND METHOD FOR OPTIMIZING THE OPERATION OF A SUPPLY NETWORK

(54) **Bezeichnung :** ANORDNUNG UND VERFAHREN ZUR OPTIMIERUNG DER ARBEITSWEISE EINES VERSOR-
GUNGSNETZES



(57) **Abstract:** The invention relates to an arrangement for optimizing the operation of a supply network, in particular a water net-
work, comprising a control system (1) for actuating elements of the water network, and a simulation unit (10) having a simulation
environment (4) for setting up a simulation model (5) of the water network. With regard to the aim of specifying an arrangement
and a method, with which the technical operation of a water network can be optimized without difficulty, efficiently and inexpen-
sively and reliably, said arrangement is characterized by an optimization unit having an optimization environment (7) which recei-
ves data exported from the simulation environment (4) and additional data and, by using the exported data and additional data, op-
timized flowcharts for the actuation of the elements of the supply network are determined. A method for optimizing the operation
of a supply network or network, in particular a water network, in which the above-mentioned arrangement is used, wherein data
exported from the simulation environment (4) and additional data are received by the optimization environment (7) and, by using
the exported data and additional data, optimized flowcharts for the actuation of the elements of the respective supply network or
network are determined, likewise achieves the aforementioned aim.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/092012 A2



CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)*

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent
zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*

Eine Anordnung zur Optimierung der Arbeitsweise eines Versorgungsnetzes, insbesondere eines Wassernetzwerks, umfassend eine Leitsystem (1) zum Ansteuern von Elementen eines Wassernetzwerks und eine Simulationseinheit (10) mit Simulationsumgebung (4) zur Erstellung eines Simulationsmodells (5) des Wassernetzwerks, ist im Hinblick auf die Aufgabe, eine Anordnung und ein Verfahren anzugeben, mit denen die technische Arbeitsweise eines Wassernetzwerks problemlos, effizient und kostengünstig und zuverlässig optimierbar ist, gekennzeichnet durch eine Optimierungseinheit mit Optimierungsumgebung (7) welche von der Simulationsumgebung (4) exportierte Daten sowie Zusatzdaten empfängt und anhand der exportierten Daten und Zusatzdaten optimierte Ablaufpläne für die Ansteuerung der Elemente des Versorgungsnetzes ermittelt werden. Ein Verfahren zur Optimierung der Arbeitsweise eines Versorgungsnetzes oder Netzwerks, insbesondere eines Wassernetzwerks, bei welchem eine zuvor genannte Anordnung verwendet wird, wobei von der Optimierungsumgebung (7) von der Simulationsumgebung (4) exportierte Daten sowie Zusatzdaten empfangen werden und anhand der exportierten Daten und Zusatzdaten optimierte Ablaufpläne für die Ansteuerung der Elemente des jeweiligen Versorgungsnetzes oder Netzwerks ermittelt werden, löst ebenfalls die genannte Aufgabe.

Anordnung und Verfahren zur Optimierung der Arbeitsweise eines
Versorgungsnetzes

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Optimierung der Arbeitsweise eines Versorgungsnetzes, insbesondere eines Wassernetzes umfassend ein Leitsystem zum Ansteuern von Elementen eines jeweiligen Versorgungsnetzes, insbesondere eines Wassernetzes, und eine Verarbeitungseinheit mit Simulationsumgebung zur Erstellung eines Simulationsmodells des jeweiligen Netzes. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Optimierung der Arbeitsweise eines Versorgungsnetzes, insbesondere eines Wassernetzes, bei welchem eine zuvor genannte Anordnung verwendet wird.

Für Versorgungsunternehmen mit den Schwerpunkten Gas-, Wasser- und Heizungsversorgung ergeben sich zunehmend Anforderungen, ihre Arbeitsleistung und damit auch die Effizienz beziehungsweise Effektivität ihrer Arbeitsweise zu verbessern. Steigende Energiekosten, die Notwendigkeit, die Qualität der Versorgung stetig zu verbessern, und die immer wichtiger werdende Berücksichtigung von Kohlendioxidemissionen sowie die Umsetzung entsprechender Maßnahmen zu deren Reduktion stellen Gründe für diese wachsenden Anforderungen dar.

Heute ist die Verwendung von Netzsimulationssystemen in Energieversorgungsunternehmen weit verbreitet und im Betrieb von Wassernetzen Standard. Im Hinblick auf den Betrieb von Wassernetzen bieten hydraulische

Simulationsmodelle unter anderem die Berechnung von Drücken, Flüssen, Strömungsgeschwindigkeiten, von Behälterfüllständen, Parametern der Wasserqualität und der Qualität der Infrastruktur mit Bezug auf Leitungen oder einzelne Knoten eines Wassernetzes.

Hydraulische Simulationen werden ebenfalls zu Planungszwecken bestimmter Szenarien eingesetzt. Sie werden insbesondere zur Simulation kurzfristiger Handlungen, wie Bedienereingriffen, aber auch zur Analyse langfristiger strategischer Entscheidungen, wie Netzerweiterungen, eingesetzt. Die Simulationsmodelle werden kalibriert, indem insbesondere gemessene Werte aus Feldmessungen in kontinuierlichen Intervallen eingespeist werden und Anpassungen von Modellparametern vorgenommen werden. Hierdurch soll das charakteristische Verhalten des realen Netzes dargestellt werden. Des Weiteren müssen Änderungen der Netzkonfiguration und Topologie des Wassernetzes regelmäßig im Simulationsmodell gepflegt werden. Ziel der Kalibrierung ist es das theoretische Modell dem realen Netz anzupassen.

Aus dem Stand der Technik sind außerdem Verfahren zur Optimierung von Arbeitsweisen von Wassernetzen bekannt, bei welchen kostenoptimale Ablaufpläne für Pumpen, Ventile und Aufbereitungsarbeiten berechnet werden. Ein solches Verfahren ist beispielsweise aus „Using a GAMS modelling environment to solve network scheduling problems“, B. Ulanicki, P. L. M. Bounds, J. P. Rance, Measurement + Control, Volume 32, May 1999, S. 110-115, bekannt. Die Ermittlung erfolgt auf Basis einer Zielfunktion, der räumlichen Struktur des jeweiligen Netzes, mathematischen Gleichungssystemen, physikalischer und betrieblicher Randbedingungen und Echtzeitmessungen.

Üblicherweise wird die Funktionalität einer Optimierung und Einsatzplanung von Pumpen, Ventilen, Reservoiren, Speichern nicht durch Netzwerksimulationssysteme unterstützt, da der Schwerpunkt ihres Einsatzes und das erforderliche Wissen zum Einrichten und Konfigurieren dieser Optimierungsfunktionalität sehr stark von dem abweicht, was benötigt wird, um Simulationsmodelle zu entwickeln. Daher sind in vielen Fällen zusätzliche Techniken, spezifische Algorithmen oder Solver

beziehungsweise Löser für Algorithmen erforderlich, um ein Optimierungsproblem oder eine Optimierungsaufgabe zu lösen.

Insoweit führt derzeit, sofern eine Optimierung und demgemäße Einsatzplanerstellung oder Einsatzplanaktualisierung erforderlich ist, meist kein Weg an einer Installierung beziehungsweise Installation eines neuen Systems vorbei, welches neben Möglichkeiten der Simulation auch die Durchführung von Optimierungsrechnungen beziehungsweise –berechnungen ermöglicht.

Hierbei ist nachteilig, dass bereits getätigte Investitionen nicht gewahrt werden können und ein zusätzliches Maß an Anstrengungen und Betriebsmitteln erforderlich ist, um ein neues erweitertes Modellierungssystem einzurichten. Des Weiteren müssen neue Erfahrungswerte im Umgang mit dem neuen Netzmodellierungssystem gesammelt werden, womit in aller Regel ein Verlust an Effizienz einhergeht.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung und ein Verfahren anzugeben, mit denen die technische Arbeitsweise eines insbesondere Wassernetzes problemlos, mit vergleichsweise geringem Aufwand effizient und zuverlässig optimierbar ist.

Erfindungsgemäß wird die voranstehende Aufgabe durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorgenannte Anordnung zur Optimierung der Arbeitsweise eines Versorgungsnetzes oder Netzwerks, insbesondere eines Wassernetzwerks oder Wasserversorgungsnetzes, umfasst demnach ein Leitsystem zum Ansteuern von Elementen eines Versorgungsnetzes oder Netzwerks, insbesondere Wassernetzwerks oder Wasserversorgungsnetzes sowie mehrere Verarbeitungseinheiten, wobei wenigstens eine Simulationseinheit mit Simulationsumgebung (4) zur Erstellung eines Simulationsmodells (5) des Wassernetzwerks oder –versorgungsnetzes sowie eine Optimierungseinheit mit Optimierungsumgebung (7) welche von der Simulationsumgebung (4) exportierte Daten sowie Zusatzdaten empfängt und anhand der exportierten Daten und Zusatzdaten optimierte Ablaufpläne für die Ansteuerung der Elemente des jeweiligen

Netzes oder Netzwerks, insbesondere des jeweiligen Wassernetzwerks oder – versorgungsnetzes, bestimmt, vorgesehen sind.

Danach ist die genannte Anordnung durch mehrere Verarbeitungseinheiten ausgezeichnet, welche eine Simulationsumgebung sowie eine Optimierungsumgebung bereitstellen,, welche Optimierungsumgebung von der Simulationsumgebung exportierte Daten und/oder Informationen sowie Zusatzdaten empfängt und anhand der exportierten Daten und/oder Informationen und Zusatzdaten optimierte Einsatzpläne für die Ansteuerung der Elemente des jeweiligen Netzes, insbesondere in einem Wassernetz, bestimmt oder ermittelt und insbesondere berechnet.

Erfindungsgemäß ist zunächst erkannt worden, dass sich ein Trend in Richtung einer Optimierung von Versorgungsnetzen und insbesondere Wassernetzen zur betrieblichen Unterstützung abzeichnet.

Weiter ist erkannt worden, dass bei der Verbesserung der Arbeitsleistung eines demgemäßen Versorgungsnetzes und insbesondere Wassernetzes Netzsimulationen und Optimierungen eine Schlüsselrolle spielen. Die Verwendung dieser Verfahren gewährt einen besseren Einblick in den aktuellen Status des jeweiligen Netzes, insbesondere eines Wassernetzes. Dies hängt damit zusammen, dass zusätzliche Informationen erzeugt werden, wobei bereits zugängliche sensorbasierte Messwerte umfasst sind. Mithilfe von hydraulischen Simulationsmodellen, welche die Ebene von Knoten –beispielsweise Verzweigungs-, Verteilungs- und Entnahmestellen - eines Versorgungsnetzes, insbesondere Wassernetzes, betreffen, werden Berechnungen bestimmter Parameter an bestimmten Leitungen oder Knoten des jeweiligen Netzes ermöglicht. Hierbei sind Messungen nur an bestimmten Stellen des Netzes durchführbar. Die Simulation erlaubt des Weiteren Voraussagen, welche auf voraussagender Modellierung beruhen.

Weiter ist erkannt worden, dass bekannte Netzmodellierungssysteme die Funktionalität der Optimierung nicht anbieten und daher der Bedarf nach einer weiteren Entwicklung besteht. Diese weitere Entwicklung vermeidet

erfindungsgemäß die Implementierung zweier unterschiedlicher Netzmodellierungssysteme, nämlich eines mit und eines ohne der Funktionalität der Optimierung. Das zweite Netzmodellierungssystem benötigt keine Simulation und kann daher abgespeckt sein.

Insoweit kann der Aufwand reduziert und insbesondere Kosten gespart werden, indem bekannte oder bestehende Anordnungen durch eine Optimierungsumgebung ergänzt oder nachgerüstet werden. Die Optimierungsumgebung ermittelt anhand von übermittelten Daten und Informationen Einsatzpläne und Sollwerte für die Aktoren beziehungsweise Elemente im jeweiligen Netz, insbesondere des jeweiligen Wassernetzes. Diese Einsatzpläne und Sollwerte werden in der Optimierungsumgebung unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Daten und Informationen sowie Randbedingungen basierend auf einer Zielfunktion und vorhandenen Randbedingungen optimiert. Mit einer solchen Optimierungsumgebung kann der Betrieb bzw. die technische Arbeitsweise eines Versorgungsnetzes und insbesondere eines Wassernetzes beziehungsweise eines Wasserversorgungsnetzes unter ökonomischen und energetischen Aspekten verbessert werden.

Folglich ist die eingangs genannte Aufgabe gelöst.

Vorteilhaft beschreiben die aus der Simulationsumgebung exportierten Daten die räumliche Struktur des jeweiligen Netzes, insbesondere des Wassernetzes, sowie dessen funktionalen Elemente. Hierdurch kann das jeweilige Wassernetz zuverlässig abgebildet werden.

Vorteilhaft ist vorsehbar, dass die Zusatzdaten die Zielfunktion der Optimierung der Fahr- beziehungsweise Betriebsweise sowie physikalische und betriebliche Randbedingungen der Optimierung der Arbeitsweise umfassen und/oder festlegen. Hierdurch kann die Optimierung der Fahrweise des Versorgungsnetzes und insbesondere des Wassernetzes in Abhängigkeit von physikalischen Randbedingungen, von betrieblichen Randbedingungen, wie Preisen für Energie und / oder Wasser und/oder Gas und / oder Verfügbarkeit, oder von weiteren Daten und Informationen durchgeführt werden. Die Optimierung der Fahr- beziehungsweise Betriebsweise kann durch die aktuelle Eingabe von Zusatzdaten aktualisiert werden.

In vorteilhafter Weiterbildung weist die Anordnung wenigstens einen Datenspeicher. Insbesondere auch zur Erfassung historischer Daten, auf. Das Leitsystem kann gemessene oder ermittelte oder erfasste Werte zeitabhängig aus dem jeweiligen Datenspeicher auslesen und / oder in den Datenspeicher schreiben. Dabei ist denkbar, dass die Zusatzdaten aus dem Datenspeicher ausgelesen werden.

Vorteilhaft ist vorsehbar, dass die Anordnung eine als Vorhersageeinheit ausgebildete weitere Verarbeitungseinheit zur Vorhersage des Verbrauchs von insbesondere Wasser oder Gas oder Öl aufweist. Hierdurch kann das Verbraucherverhalten erfasst und/ oder simuliert werden.

In einer weiteren Ausgestaltung weist die Anordnung 'vorteilhaft eine Bedieneroberfläche auf, auf der Fahr- oder Einsatzpläne visualisierbar sind. Der Bediener kann daher jederzeit die Fahr- oder Einsatzpläne, Vorgaben und / oder Sollwerte für die steuerbaren Elemente des jeweiligen Netzes, insbesondere des Wassernetzes, zugreifen.

Vorteilhaft umfassen die insbesondere steuerbaren Elemente des Versorgungsnetzes, insbesondere des Wassernetzes, Pumpen und/oder Antriebe und/oder Regelventile und/oder Zähl- und Messeinrichtungen und / oder Behälter. Hierdurch können alle sich im Feld befindlichen wesentlichen Elemente des Netzwerks gemäß der Fahr- oder Einsatzpläne und Sollwerte angesteuert werden.

Vorteilhaft erlaubt die hier beschriebene Anordnung zur Optimierung der Fahr- beziehungsweise Betriebsweise von Netzen oder Versorgungsnetzen, insbesondere von Wassernetzen, das jeweilige Netzwerk in einer Art und Weise zu betreiben, bei welcher Behälter oder Reservoir aufwands- und/oder bedarfsgerecht aufgefüllt werden, das heißt insbesondere wenn das zur Verfügung stehende Angebot am größten, das heißt die Ab- oder Entnahme aus dem Netz am geringsten und/oder die zu leistenden Aufwendungen oder der zu erbringende Aufwand am geringsten sind, insbesondere wenn Strom und aufbereitetes Wasser am günstigsten sind und/oder in großen Mengen zur Verfügung stehen,,, und/oder bei welcher die Druckpegel in den Leitungen an die aktuelle und die künftig zu erwartende Nachfrage angepasst werden. Diese Optimierung wird konkret realisiert, indem zeitlich veränderliche Sollwertreihen, nämlich Fahr- oder Einsatzpläne, für alle steuerbaren Elemente im Netz, insbesondere im Wassernetz, ermittelt, insbesondere berechnet werden. Hierzu zählen beispielsweise auch Knoten des jeweiligen Netzes, insbesondere des Wassernetzes, die jedoch nicht steuerbar sind.

Hierbei können neben der räumlichen Struktur des jeweiligen Netzwerks, simulierten Werten, der Prognose des Verbrauchs an Wasser oder Gas oder einem anderen verwertbaren Roh- , Hilfs- oder Betriebsstoff, den physikalischen und betrieblichen Randbedingungen auch Echtzeitmessungen und aktuelle Sollwerte steuerbarer Elemente berücksichtigt und/oder verwertet beziehungsweise verarbeitet werden. Die steuerbaren Elemente umfassen dabei insbesondere ausgewählte beziehungsweise vorselektierte Pumpen, Pumpstationen, welche verschiedene Pumpen vereinigen, Regelventile und Speichereinrichtungen.

Betriebliche Randbedingungen umfassen beispielsweise Energieressourcen, insbesondere im Hinblick auf Energiekosten, welche in Echtzeit bereitgestellt werden und/oder künftig zu erwartende Verbrauchswerte, insbesondere im Hinblick auf zu erwartende Kosten, Damit möglichst realistische beziehungsweise optimale Verbrauchsdaten und damit Preise beziehungsweise Kosten für Strom und/oder für Rohwasser oder aufbereitetes Wasser bei der Optimierung berücksichtigt werden können, wird eine zeitliche Vorausschau von insbesondere 24 Stunden eingerichtet.

Als Grundlage der Optimierung ist ein kalibriertes Simulationsmodell erforderlich und/oder vorgesehen, um sowohl die räumliche Struktur des Versorgungsnetzes und insbesondere des jeweiligen Wassernetzes als auch simulierte Werte zu erhalten.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfasst wenigstens eine Verarbeitungseinheit einen Mikroprozessor, Mikrocomputer SPS, ASIC, Personal Computer oder dergleichen.

In einer weiteren Ausgestaltung sind die verschiedenen Verarbeitungseinheiten in das Leitsystem integrierbar und/oder implementierbar.

Die eingangs genannte Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zur Optimierung der Arbeitsweise eines Versorgungsnetzes, insbesondere eines Wassernetzes, gelöst, bei welchem eine Anordnung der hier vorbeschriebenen Art verwendet wird, wobei von der Optimierungsumgebung von der Simulationsumgebung exportierte Daten und/oder Informationen sowie Zusatzdaten empfangen werden und anhand der exportierten Daten und Zusatzdaten optimierte Fahr- oder Einsatzpläne für die Ansteuerung steuerbarer Elemente des jeweiligen Netzes, insbesondere des jeweiligen Wassernetzes, ermittelt werden.

Diesbezüglich sei auch auf die Ausführungen zur Anordnung als solcher verwiesen.

Vorteilhaft beschreiben die exportierten Daten die räumliche Struktur des jeweiligen Netzes, insbesondere des Wassernetzes, sowie dessen Elemente. Hierdurch kann das jeweilige Wassernetze eines Feldes zuverlässig abgebildet werden.

Verfahrensgemäß ist vorsehbar, dass die Zusatzdaten die Zielfunktion der Optimierung der Fahr- beziehungsweise Betriebsweise sowie physikalische und betriebliche Randbedingungen der Optimierung der Arbeitsweise umfassen und/oder festlegen. Hierdurch kann die Optimierung der Fahrweise des Versorgungsnetzes und insbesondere des Wassernetzes in Abhängigkeit von physikalischen Randbedingungen, von betrieblichen Randbedingungen, wie Preisen für Energie und / oder Wasser und/oder Gas und / oder Verfügbarkeit, oder von weiteren Daten und Informationen durchgeführt werden. Die Optimierung der Fahr- beziehungsweise Betriebsweise kann durch die aktuelle Eingabe von Zusatzdaten aktualisiert werden.

In vorteilhafter Weiterbildung ist vorsehbar, dass historische Daten auf wenigstens einem dafür vorgesehenen und eingerichteten Datenspeicher erfasst und/oder gespeichert werden. Verfahrensgemäß können gemessene und/oder ermittelte und/oder erfasste Werte zeitabhängig aus dem jeweiligen Datenspeicher ausgelesen und / oder in den Datenspeicher geschrieben werden. Dabei ist denkbar, dass auch die die Zusatzdaten aus dem Datenspeicher ausgelesen werden.

In einer weiteren Verfahrensausprägung wird eine Vorhersage des Verbrauchs von insbesondere Wasser oder Gas oder Öl durchgeführt. Hierdurch kann das Verbraucherverhalten erfasst und/ oder simuliert werden.

Weiterhin ist vorsehbar, dass Fahr- oder Einsatzpläne beispielsweise auf einer Anzeigeeinrichtung und/oder einer Bedienoberfläche visualisierbar sind oder visualisiert werden, so dass der Bediener in die Lage versetzt ist jederzeit auf die Fahr- oder Einsatzpläne, Vorgaben und / oder Sollwerte für die steuerbaren Elemente des jeweiligen Netzes, insbesondere des Wassernetzes, zugreifen zu können.

Vorteilhaft umfassen die insbesondere steuerbaren Elemente des Versorgungsnetzes, insbesondere des Wassernetzes, Pumpen und/oder Antriebe und/oder Regelventile und/oder Zähl- und Messeinrichtungen und / oder Behälter. Hierdurch können alle sich im Feld befindlichen wesentlichen Elemente des Netzwerks gemäß der Fahr- oder Einsatzpläne und Sollwerte angesteuert werden.

Vorteilhaft erlaubt das hier beschriebene Verfahren zur Optimierung der Fahr- beziehungsweise Betriebsweise von Netzen oder Versorgungsnetzen, insbesondere von Wassernetzen, das jeweilige Netz in einer Art und Weise zu betreiben, bei welcher Behälter oder Reservoirs aufwands- und/oder bedarfsgerecht aufgefüllt werden, das heißt insbesondere wenn das zur Verfügung stehende Angebot am größten, das heißt die Ab- oder Entnahme aus dem Netz am geringsten und/oder die zu leistenden Aufwendungen oder der zu erbringende Aufwand am geringsten sind, insbesondere wenn Strom und aufbereitetes Wasser am günstigsten sind und/oder in großen Mengen zur Verfügung stehen, und/oder bei welcher die Druckpegel in den Leitungen an die aktuelle und die künftig zu erwartende Nachfrage angepasst werden. Diese Optimierung wird konkret realisiert, indem zeitlich veränderliche Sollwertreihen, nämlich Fahr- oder Einsatzpläne, für alle steuerbaren Elemente im Netz, insbesondere im Wassernetz, ermittelt, insbesondere berechnet werden. Hierzu zählen beispielsweise auch Knoten des jeweiligen Netzes, insbesondere des Wassernetzes, die jedoch nicht steuerbar sind.

Hierbei können neben der räumlichen Struktur des jeweiligen Netzwerks, simulierten Werten, der Prognose des Verbrauchs an Wasser oder Gas oder einem anderen verwertbaren Roh-, Hilfs- oder Betriebsstoff, den physikalischen und betrieblichen Randbedingungen auch Echtzeitmessungen und aktuelle Sollwerte steuerbarer Elemente berücksichtigt und/oder verwertet beziehungsweise verarbeitet werden. Die steuerbaren Elemente umfassen dabei insbesondere ausgewählte beziehungsweise vorselektierte Pumpen, Pumpstationen, welche verschiedene Pumpen vereinigen, Regelventile und Speichereinrichtungen.

Betriebliche Randbedingungen umfassen beispielsweise Energieressourcen, insbesondere im Hinblick auf Energiekosten, welche in Echtzeit bereitgestellt werden und/oder künftig zu erwartende Verbrauchswerte, insbesondere im Hinblick auf zu erwartende Kosten. Damit möglichst realistische beziehungsweise optimale Verbrauchsdaten und damit Preise beziehungsweise Kosten für Strom und/oder für Rohwasser oder aufbereitetes Wasser bei der Optimierung berücksichtigt werden können, wird eine zeitliche Vorausschau von mehreren Stunden, insbesondere 24 Stunden, eingerichtet.

Als Grundlage der Optimierung wird ein kalibriertes Simulationsmodell verwendet, um sowohl die räumliche Struktur des Versorgungsnetzes und insbesondere des jeweiligen Wassernetzes als auch simulierte Werte zu erhalten.

Weiterbildend ist verfahrensgemäß vorsehbar, dass, um auch die Verfahren der Optimierung des Stands der Technik zu nutzen, als Basis ein kalibriertes hydraulisches Netzsimulationsmodell verwendet wird, welches das physikalische Versorgungsnetz, insbesondere das Wassernetz insbesondere mittels Flüssen, Drücken, Behälter- und/oder Reservoirfüllständen, Nachfragen und Verlusten darstellt.

Aus dem hydraulischen Simulationsmodell wird ein Optimierungsmodell abgeleitet, wobei erweiterte Modellreduzierungs- und Systemidentifizierungstechniken angewendet werden.

Darauf werden physikalische und betriebliche Randbedingungen sowie die Zielfunktion definiert, welche die zu optimierenden Elemente beschreibt.

Insbesondere aus dem Blickwinkel eines Ausrüsters von Leitsystemen und/oder Automatisierungssystemen für Netze betrachtet, liegt der wesentliche Vorteil der hier beschriebenen Erfindung in deren Flexibilität. Die Funktionalität der Optimierung kann allen Kunden angeboten werden, die ein Netzwerkmodellierungssystem besitzen, welches keine Optimierungsfunktion aufweist. Dies ist ein wesentliches Unterscheidungskriterium für Leitsysteme und/oder Automatisierungssysteme und birgt ein großes Potential im Hinblick auf Nachrüstungen.

Die weitere Darlegung der Erfindung sowie vorteilhafter Ausgestaltungen und Weiterbildungen erfolgt anhand einiger Figuren und Ausführungsbeispiele.

Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Anordnung zur Optimierung der Fahr- oder Betriebs weise von Wassernetzen, wobei der Austausch von

Daten und Informationen zwischen einzelnen Einrichtungen der Anordnung anhand von Pfeilen dargestellt ist, und

Fig. 2 eine schematische Ansicht des Aufbaus der Funktionalität der Optimierung.

Eine Anordnung zur Optimierung der Fahr- oder Betriebsweise eines Wassernetzes gemäß Fig. 1 erlaubt die Berechnung der optimalen Fahr- oder Einsatzpläne der aktiven Elemente des Wassernetzwerks. Die Elemente umfassen dabei insbesondere Pumpen, Regelventile und Reservoirbehälter.

Die Anordnung zur Optimierung der Arbeitsweise eines Versorgungsnetzes oder Netzwerks umfasst dabei im Wesentlichen ein Leitsystem 1 zum Ansteuern von Elementen eines Versorgungsnetzes und/oder Wassernetzes sowie mehrere Verarbeitungseinheiten, wobei wenigstens eine Simulationseinheit 10 mit Simulationsumgebung 4 zur Erstellung eines Simulationsmodells 5 des Wassernetzes oder –versorgungsnetzes sowie eine Optimierungseinheit mit Optimierungsumgebung 7, welche von der Simulationseinheit oder Simulationsumgebung 4 exportierte Daten sowie Zusatzdaten empfängt und anhand der exportierten Daten und Zusatzdaten optimierte Ablaufpläne für die Ansteuerung der Elemente des jeweiligen Netzes oder Netzwerks, insbesondere des jeweiligen Wassernetzwerks oder –versorgungsnetzes, bestimmt, vorgesehen und eingesetzt sind.

Die Anordnung gemäß Fig. 1 erlaubt die Ausbildung einer unabhängigen Funktionalität eines hydraulischen Netzmodellierungssystems. Die Möglichkeit der Optimierung respektive die Optimierungseinheit 7 ist in der Umgebung des Leitsystems 1 implementiert. Ergebnisse der Optimierung, insbesondere Zeitreihen von Sollwerten oder Fahrpläne, werden direkt zur Ansteuerung der steuerbaren Elemente verwendet, die mit dem Leitsystem 1 verbunden sind beziehungsweise in Kommunikationsverbindung stehen.

Die Ergebnisse werden innerhalb der Leitsystemumgebung 1 zur Information des Bedieners visualisiert und/ oder in einem Datenspeicher für historische Daten 2, im

Folgenden auch als historischer Datenspeicher bezeichnet, bzw. einem Informationsmanagementsystem gespeichert.

In Fig. 1 umgibt die strichlierte Linie eine bereits installierte Anordnung. Diese Anordnung umfasst das Leitsystem 1, den Datenspeicher für historische Daten 2, ein Vorhersageeinheit 3 zur Vorhersage des Verbrauchs an Wasser und eine Simulationsumgebung 4 zur Erstellung eines Simulationsmodells 5.

Das Leitsystem 1 überträgt Steuerbefehle und Fahrpläne in das schematisch dargestellte Feld 6, in dem sich das Wassernetz mit seinen steuerbaren Elementen befindet. Vom Feld 6 zum Leitsystem 1 werden Messwerte übertragen, die den Status des Wassernetzes anzeigen.

Das Leitsystem 1 liest zeitabhängig aus dem Datenspeicher für historische Daten 2 gemessene Werte aus und schreibt gemessene Werte zeitabhängig in den historischen Datenspeicher 2.

Das Leitsystem 1 empfängt vom Vorhersageeinheit 3 vorhergesagte Werte des Verbrauchs an Wasser und liefert gemessene Verbrauchswerte an das Vorhersageeinheit 3.

Das Leitsystem 1 empfängt von der Simulationseinheit 10 beziehungsweise der Simulationsumgebung 4 simulierte Ergebnisse und liefert in Echtzeit gemessene Werte an die Simulationseinheit beziehungsweise die Simulationsumgebung 4. Die Simulationsumgebung 4 selbst kann keine Optimierungsfunktion ausführen.

Eine Optimierungseinheit sowie Optimierungsumgebung 7, um welche die bereits installierte Anordnung ergänzt ist, liefert optimierte Fahr- oder Einsatzpläne an das Leitsystem 1 und empfängt vom Leitsystem 1 simulierte Werte, gemessene Werte, den Status des Wassernetzes betreffende Werte und Kostenstrukturen für einen aktuellen und/oder künftigen Wasser- und/ oder Stromverbrauch.

Die Optimierungsumgebung 7 empfängt von der Simulationsumgebung 4 - beziehungsweise die diesbezüglichen Einheiten - exportierte Daten, nämlich

charakteristische Eigenschaften der Elemente des Wassernetzes. Die Optimierungsumgebung 7 empfängt von der Simulationsumgebung 4 des Weiteren ein Simulationsmodell 5 bzw. eine räumliche Struktur. Die Optimierungsumgebung 7 erhält als Zusatzdaten eine Zielfunktion, betriebliche und/ oder physikalische Randbedingungen und Informationen zur Instandhaltung. Dabei umfassen die betrieblichen Randbedingungen beispielsweise Preise und/oder Kostenstrukturen für Energie und/oder Wasser.

Zur Einrichtung der Funktionalität der Optimierung in eine Anordnung gemäß Fig. 1 werden die nachfolgenden Schritte durchgeführt:

In einem ersten Schritt wird eine Simulationsumgebung 4 zumindest teilweise in das Leitsystem 1 integriert, sofern diese noch nicht vorhanden ist. Hierbei wird die Simulationseinheit 10 beziehungsweise Simulationsumgebung 4 derart konfiguriert, dass sie in Echtzeit gemessene Werte aus dem Leitsystem 1 oder aus einem Datenspeicher mit historischen Daten 2 ausliest. Die Simulationseinheit 10 beziehungsweise Simulationsumgebung 4 wird weiter derart konfiguriert, dass simulierte Ergebnisse in den „historischen“ Datenspeicher 2 geschrieben werden können. Hierdurch wird eine „Online-Simulationsumgebung“ realisiert, wobei online in diesem Zusammenhang bedeutet, dass die Simulation auf Echtzeitdaten basiert.

In einem zweiten Schritt wird die räumliche Struktur (Topologie) des hydraulischen Simulationsmodells 5 als auch die realen Parameter aller Elemente (Pumpen, Leitungen, etc.) des Netzsimulationssystems in die Optimierungsumgebung 7 exportiert. Hierbei wird angenommen, dass die räumliche Struktur des hydraulischen Simulationsmodells 5 alle Elemente des Felds 6 des Wassernetzes oder -werks sowie ihre realen Parameter in korrekter Weise enthält. Weiter wird angenommen, dass die Ergebnisse des hydraulischen Simulationsmodells 5 das reale Wassernetz mittels Flüssen, Drücken und Behälter- oder Reservoirpegeln korrekt darstellen. Des Weiteren sind die spezifischen Eigenschaften verschiedener Arten von Pumpen und Ventilen sowie elektrische und mechanische Leistungspotentiale gespeichert oder werden aus externen Quellen eingelesen. Sobald das hydraulische Simulationsmodell 5 geändert wird, werden dieser Schritt und die nachfolgenden Schritte wiederholt.

Mittels der Optimierungseinheit wird in der Optimierungsumgebung 7 die räumliche Struktur bzw. das Netzmodell in ein so genanntes Optimierungsmodell 8 transformiert und reduziert. Dieser Schritt kann entweder manuell oder in Abhängigkeit von der Komplexität auch automatisch beziehungsweise automatisiert durchgeführt werden.

Neben der vereinfachten räumlichen Struktur des Modells und den jeweiligen Parametern der einzelnen Modellelemente müssen die Zielfunktion und die Randbedingungen eingestellt werden. Im Leitsystem vorhandene Feldmessungen und/ oder simulierte Werte nicht gemessener Knoten des jeweiligen Wassernetzes, Aufwendungen für Strom, Aufwendungen für aufbereitetes Wasser aus unterschiedlichen Bezugsquellen beziehungsweise in Abhängigkeit unterschiedlicher Bezugsquellen, Instandhaltungsinformationen, betriebliche Informationen, Statusinformationen und weitere Informationen, die für die Optimierung benötigt werden, werden durch eine Verbindung zum Leitsystem 1 oder zum Datenspeicher mit historischen Daten 2 erhalten. Die zuvor genannten Daten können einzeln oder in Kombination als Zusatzdaten ausgestaltet sein.

Das integrierte Vorhersageeinheit 3 zur Vorhersage des Verbrauchs an Wasser berechnet die künftigen Nachfragen auf Basis der Informationen, die in dem historischen Datenspeicher beziehungsweise Datenspeicher mit historischen Daten 2 verfügbar sind.

Sobald das Optimierungsmodell 8, basierend auf einem kalibrierten Simulationsmodell, eingerichtet ist, und das Verhalten des Wassernetzes in bestmöglicher Weise darstellt, wird ein Algorithmus sowie Solver beziehungsweise Löser 9 verwendet, welcher die Zielfunktion der Optimierung löst. Die Zielfunktion der Optimierung wurde zusätzlich zu den zu berücksichtigenden betrieblichen Randbedingungen definiert.

Die aus der Optimierung resultierenden Fahr- oder Einsatzpläne werden in den einen Datenspeicher, insbesondere den historischen Datenspeicher 2 bzw. in das Leitsystem 1 übertragen. Hierbei sind mehrere Optionen möglich: Die neuen

Sollwerte werden (i) unmittelbar zu den steuerbaren Elementen im Feld 6 gesandt und/ oder (ii) auf einer Bedieneroberfläche visualisiert, wobei sie als Sollwertvorgaben für manuelle Eingaben genutzt werden, und (iii) in dem Datenspeicher 2 gespeichert.

Neben einer periodischen Neuberechnung der jeweiligen Fahrpläne, insbesondere von Pumpen, Ventilen, Reservoirien und Behältern, berücksichtigt die Optimierung und Fahr- oder Einsatzplanung veränderliche Echtzeit-Statusinformationen.

Sobald ein Problem im Feld 6 entsteht, beispielsweise ein Ausfall oder eine Störung einer Pumpe auftritt oder ein Behälter aufgrund von Instandhaltungsarbeiten ausfällt, wird diese Information unmittelbar zur Optimierungsumgebung 7 weitergeleitet, welche die Fahr- oder Einsatzpläne neu ermittelt, insbesondere berechnet, und an die neue Situation anpasst, nachdem auch das Simulationsmodell entsprechend angepasst wurde.

Sobald sich die Grundlagen und/oder Randbedingungen ändern, auf denen die Ermittlung der Fahr oder Einsatzpläne basiert, beispielsweise sich der prognostizierte Verbrauch zu sehr vom momentan gemessenen unterscheidet, wird diese Information unmittelbar zur Optimierungsumgebung 7 weitergeleitet, welche die Fahrpläne neu bestimmt beziehungsweise berechnet und an die neue Situation anpasst.

Vorteilhaft können optimierte Fahr- oder Einsatzpläne für Pumpen und Regelventile, Behälter und/oder Reservoirie Wasserversorgungsunternehmen auch dann bereitgestellt werden, wenn diese Optimierungsfunktion von dem bereits betrieblich eingesetzten Netzsimulationssystem nicht ausgeführt werden kann. Folglich beeinflusst eine Änderung des Netzmodellierungssystems die Optimierung so lange nicht, wie der Export des Modells und die Verbindung zum Leitsystem 1 oder dem Datenspeicher 2 möglich ist.

Daher sorgt der beschriebene Ansatz für eine zusätzliche Funktionalität, während Investitionen, wie die Installierung eines vollständig neuen Netzmodellierungssystems, vermieden werden.

Sobald die Optimierungsfunktion vollständig in das Leitsystem 1 integriert ist, sind Ergebnisse unmittelbar in der Betriebsumgebung zugänglich. Es ist ein Zugriff auf sämtliche Einrichtungen des Leitsystems 1, wie Darlegung zeitlicher Verläufe, Reporting oder Berichterstellung oder Informationsmanagement, möglich.

Die Leitsystem-basierte Implementierung kann vorteilhaft eine Steuerkette bereitstellen. Diese Steuerkette kann eine Bedienerinteraktion aufweisen, wobei ermittelte optimierte Fahrpläne für Pumpen, Regelventile, Behälter und Reservoirs akzeptiert werden können.

Die Leitsystem-basierte Implementierung kann vorteilhaft einen geschlossenen Regelkreis bereitstellen. Dieser geschlossene Regelkreis kann eine unmittelbare Übertragung von neu ermittelten Sollwerten in das Feld 6 durch das Leitsystem 1 und/oder die wenigstens eine Verarbeitungseinheit realisieren.

In Fig. 2 weist ein Netzmodellierungssystem eine Simulationsumgebung 4 mit einer Simulationseinrichtung 10 auf. In der Simulationsumgebung 4 ist ein Simulationsmodell 5 erzeugt. Das Netzmodellierungssystem exportiert ein Netzmodell als exportierte Datei in einem Standardformat, vorzugsweise im XML-Format, zu der Optimierungsumgebung 7. In der Optimierungsumgebung 7 wird durch einen mittels Programmcodemitteln ausführbaren Algorithmus aus dem Simulationsmodell unter Einbindung notwendiger weiterer Eingabeparameter ein simplifiziertes Optimierungsmodell generiert und mit einem Löser oder Solver das jeweilige Optimierungsmodell 8 gelöst.

Die Konvertierung und Simplifizierung des Simulationsmodells in ein Optimierungsmodell verläuft automatisiert oder semi-automatisiert. Simplifiziertes Modell bedeutet in diesem Kontext, dass die Anzahl der vorhandenen Modellknoten und Modellgleichungen reduziert wird, so dass das aus dem Optimierungsmodell generierte Optimierungsproblem noch ausreichend schnell gelöst werden kann.

Ein Computerprogrammprodukt zur Ausführung auf einer entsprechend eingerichteten Datenverarbeitungseinrichtung, welches die Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens aufweist, führt zu einer besonderen Ausführungsform der erfindungsge-

mäßigen Anordnung. Ein Computerprogrammprodukt, insbesondere ein auf einem Datenträger gespeichertes Computerprogramm, das die Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens aufweist, wird daher ausdrücklich in den Offenbarungsgehalt der vorliegenden Anmeldung einbezogen.

Die vorliegende Erfindung umfasst auch beliebige Kombinationen bevorzugter Ausführungsformen sowie Ausgestaltungsmerkmale oder Weiterbildungen, sofern diese sich nicht gegenseitig ausschließen.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|--|
| 1 | Leitsystem |
| 2 | historischer Datenspeicher |
| 3 | Vorhersageeinheit zur Vorhersage der Nachfrage |
| 4 | Simulationsumgebung |
| 5 | Simulationsmodell |
| 6 | Feld |
| 7 | Optimierungsumgebung |
| 8 | Optimierungsmodell |
| 9 | Löser |
| 10 | Simulationseinheit |

Patentansprüche

1. Anordnung zur Optimierung der Arbeitsweise eines Versorgungsnetzes oder Netzwerks, insbesondere eines Wassernetzwerks oder Wasserversorgungsnetzes, welche ein Leitsystem (1) zum Ansteuern von Elementen eines Versorgungsnetzes oder Netzwerks, insbesondere Wassernetzwerks oder Wasserversorgungsnetzes sowie mehrere Verarbeitungseinheiten umfasst, wobei wenigstens eine Simulationseinheit (10) mit Simulationsumgebung (4) zur Erstellung eines Simulationsmodells (5) des Wassernetzwerks oder –versorgungsnetzes sowie eine Optimierungseinheit mit Optimierungsumgebung (7) welche von der Simulationsumgebung (4) exportierte Daten sowie Zusatzdaten und/oder das wenigstens ein Simulationsmodell empfängt in ein Optimierungsmodell überführt und anhand der exportierten Daten und Zusatzdaten und/oder Mess- sowie Felddaten optimierte Ablaufpläne für die Ansteuerung der Elemente des jeweiligen Netzes oder Netzwerks, insbesondere des jeweiligen Wassernetzwerks oder –versorgungsnetzes, bestimmt, vorgesehen sind.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die exportierten Daten die räumliche Struktur und/oder die charakteristischen Merkmale und/oder Modellparameter des jeweiligen Versorgungsnetzes oder Netzwerks, insbesondere des jeweiligen Wassernetzwerks oder –versorgungsnetzes, sowie dessen Elemente beschreiben.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusatzdaten die Zielfunktion der Optimierung der Arbeitsweise sowie physikalische und betriebliche Randbedingungen der Optimierung der Arbeitsweise festlegen und/oder umfassen.

4. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Optimierung der Fahr- oder Einsatzplanung mittels der Optimierungseinheit neben einer periodischen Neuberechnung der jeweiligen Fahrpläne, insbesondere von Pumpen, Ventilen, Reservoiren und Behältern auch veränderliche Statusinformationen und/oder Messdaten berücksichtigt und verwertet und der Situation angepasste neue Fahr- und/oder Einsatzpläne ermittelt und bestimmt.
5. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Optimierungseinheit aus dem Simulationsmodell ein simplifiziertes Optimierungsmodell, welches Zusatzdaten enthält, generierbar und/oder simplifizierbar ist, wobei mittels der Optimierungseinheit in der Optimierungsumgebung die räumliche Struktur und/oder das Netzmodell in ein so genanntes Optimierungsmodell transformiert und reduziert und mit Zusatzdaten ergänzt wird.
6. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Generierung des Optimierungsmodells in Abhängigkeit der Komplexität und/oder Größe des Modells manuell oder automatisch oder automatisiert durchführbar oder bewirkbar ist.
7. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Optimierung mittels der Optimierungseinheit konkret bewirkt und/oder realisiert wird, indem zeitlich veränderliche Sollwertreihen, wie insbesondere Fahr- oder Einsatzpläne, für alle steuerbaren Elemente im Netz, insbesondere im Wassernetz, ermittelt, insbesondere berechnet werden.
8. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, eine Erweiterung der Simulationsumgebung durch die Optimierungslösung bewirkbar ist.
9. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, gekennzeichnet durch wenigstens einen historischen Datenspeicher (2).

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch eine Vorhersageeinheit (3) zur Vorhersage der Nachfrage nach Wasser oder Gas.
11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch eine Bedieneroberfläche, auf der die Ablaufpläne visualisierbar sind.
12. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Elemente des Versorgungsnetzes, insbesondere des Wassernetzwerks oder –versorgungsnetzes, Pumpen, Ventile, Schieber und/oder Behälter umfassen.
13. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die in der Optimierungseinheit eingesetzte Zielfunktion auf eine Minimierung der betrieblichen Aufwendungen und/oder Energieaufwendungen abstellt oder abzielt.
14. Verfahren zur Optimierung der Arbeitsweise eines Versorgungsnetzes oder Netzwerks, insbesondere eines Wassernetzwerks oder eines Wasserversorgungsnetzes, bei welchem eine Anordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche verwendet wird, wobei von der Optimierungsumgebung (7) von der Simulationsumgebung (4) exportierte Daten sowie Zusatzdaten empfangen werden und anhand der exportierten Daten und Zusatzdaten optimierte Ablaufpläne für die Ansteuerung der Elemente des Wassernetzwerks oder –versorgungsnetzes bestimmt, insbesondere berechnet, werden.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Optimierungseinheit aus dem Simulationsmodell ein simplifiziertes Optimierungsmodell, welches Zusatzdaten enthält, generierbar und/oder simplifizierbar ist, wobei mittels der Optimierungseinheit in der Optimierungsumgebung die räumliche Struktur und/oder das Netzmodell in ein so genanntes Optimierungsmodell transformiert und reduziert und mit Zusatzdaten ergänzt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Generierung des Optimierungsmodells in Abhängigkeit der Komplexität und/oder Größe des Modells manuell oder automatisch oder automatisiert durchführbar oder bewirkbar ist.
17. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Optimierung mittels der Optimierungseinheit konkret bewirkt und/oder realisiert wird, indem zeitlich veränderliche Sollwertreihen, wie insbesondere Fahr- oder Einsatzpläne, für alle steuerbaren Elemente im Netz, insbesondere im Wassernetz, ermittelt, insbesondere berechnet werden.
18. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, eine Erweiterung der Simulationsumgebung durch die Optimierungslösung bewirkbar ist.
19. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Optimierung der Fahr- oder Einsatzplanung mittels der Optimierungseinheit neben einer periodischen Neuberechnung der jeweiligen Fahrpläne, insbesondere von Pumpen, Ventilen, Reservoirs und Behältern auch veränderliche Statusinformationen und/oder Messdaten berücksichtigt und verwertet und der Situation angepasste neue Fahr- und/oder Einsatzpläne ermittelt und bestimmt.
20. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die in der Optimierungseinheit eingesetzte Zielfunktion auf eine Minimierung der betrieblichen Aufwendungen und/oder Energieaufwendungen abstellt oder abzielt.

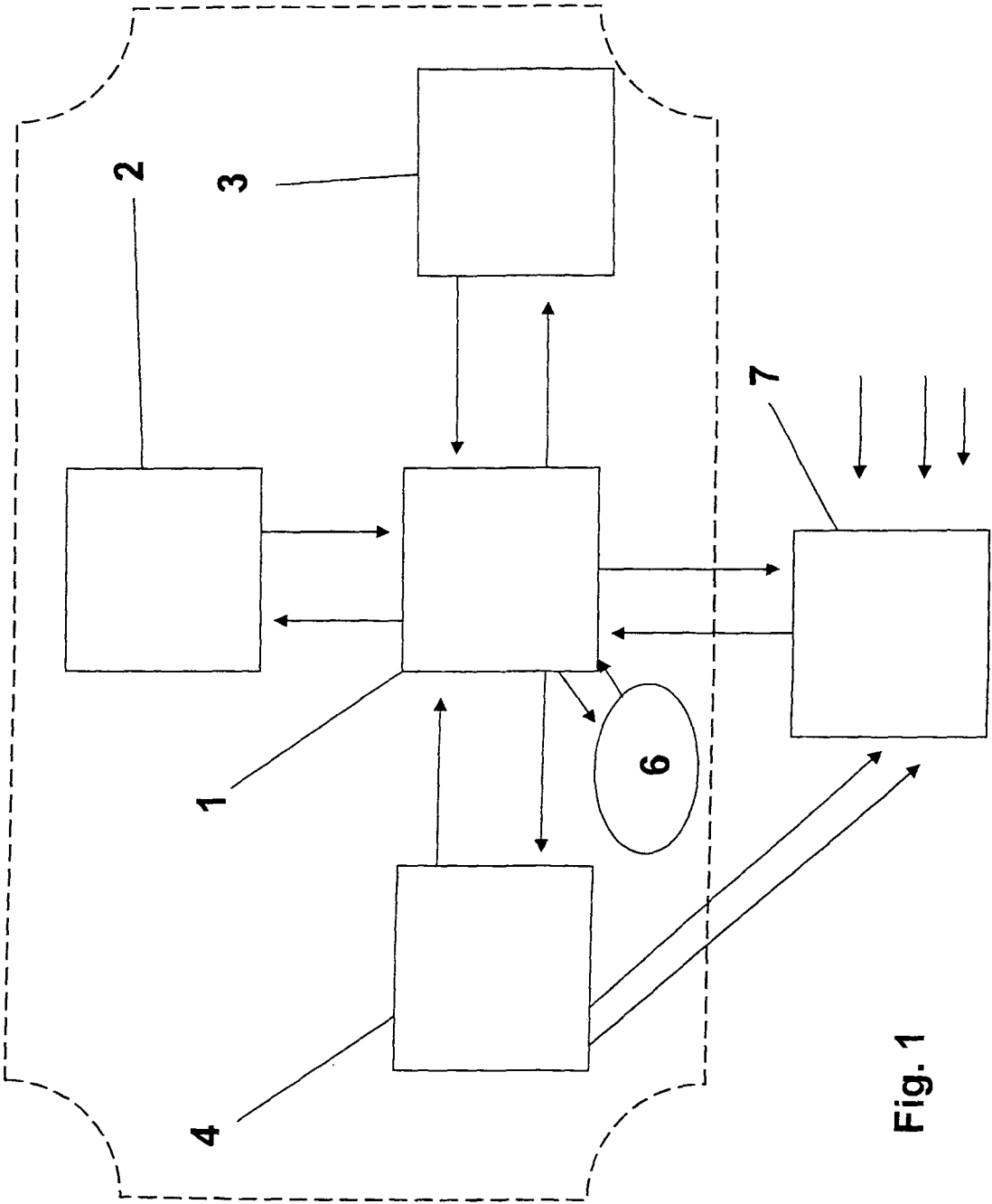


Fig. 1

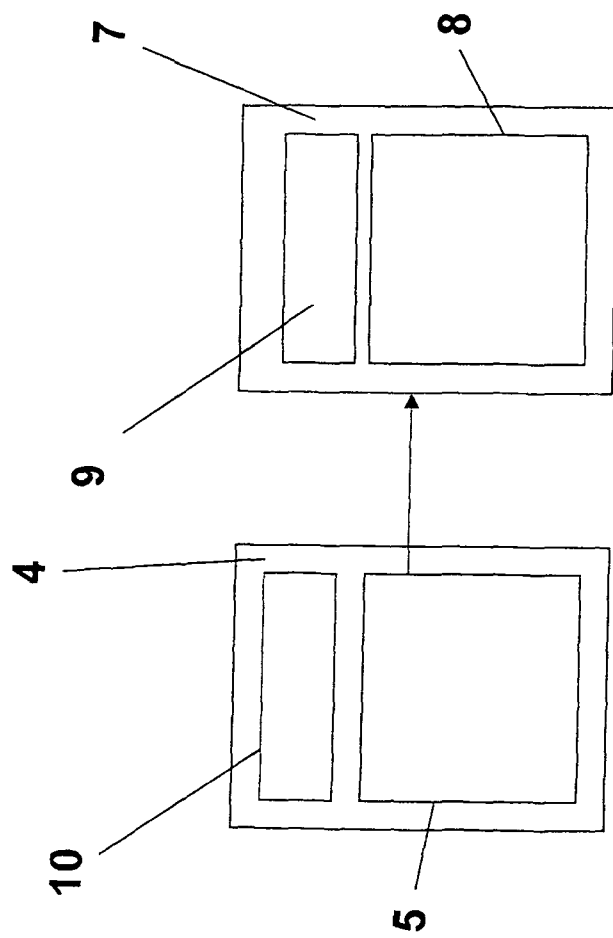


Fig. 2