

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 60053/2021 (51) Int. Cl.: **A01G 9/24** (2006.01)
 (22) Anmeldetag: 26.02.2021 **A01G 25/16** (2006.01)
 (45) Veröffentlicht am: 15.08.2022 **A01G 27/00** (2006.01)

<p>(56) Entgegenhaltungen: US 2015070188 A1 US 2015081058 A1 WO 2020111922 A1 CN 107192812 A US 2018129175 A1 WO 2020047593 A1 CN 107372050 A CN 110100708 A WO 2007059636 A1 US 2016174478 A1</p>	<p>(73) Patentinhaber: Hassan Mohamed Dipl.-Ing. Dr.techn. 1230 Wien (AT)</p> <p>(72) Erfinder: Hassan Mohamed Dipl.Ing. Dr.techn. 1230 Wien (AT)</p>
--	---

(54) **Intelligentes individuelles lernfähiges Bewässerungssystem und Verfahren zur Bewässerung**

(57) Verfahren zum Bewässern von Pflanzen mit einem in seiner Gesamtheit lernfähigen Pulsbewässerungsmodul, dass folgende Verfahrensschritte umfasst:

- a) Gießimpuls (17) für eine erste vom System vorbestimmte Zeitdauer t_{g0} ,
- b) Gießpause (18) des Bewässerns für eine erste vom System vorbestimmte Zeitdauer t_{p0} ,
- c) Wiederholen der vorstehenden Verfahrensschritte a) und b),
- d) Erfassen einer Meldung des Oberflächensensors (1) über eine Änderung der Bodenfeuchtigkeit infolge des Bewässerns,
- e) Erfassen einer Meldung des Wurzelbereichsensors (2) über eine Änderung der Bodenfeuchtigkeit infolge des Bewässerns,
- f) Erfassen einer Meldung des Versickerungssensors (3) über eine Änderung der Bodenfeuchtigkeit infolge des Bewässerns,
- g) Bestimmen einer zweiten optimierten Zeitdauer t_{g1} des Bewässerns und einer zweiten optimierten Zeitdauer t_{p1} des Pausierens des Bewässerns unter Berücksichtigung, der sich aus den Meldungen der Sensoren (1, 2, 3) ergebenden Daten und der sich daraus ergebenden Versickerungsdauer,

h) die vorherigen Verfahrensschritte a) bis g) werden wiederholt, bis eine für die Pflanze optimale Bewässerungsdauer und Wassermenge ermittelt wird.

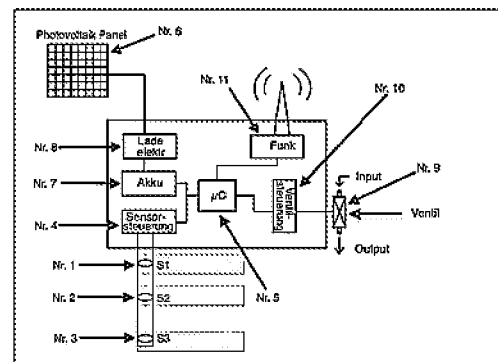


Figure 1

Intelligentes individuelles lernfähiges Bewässerungssystem und Verfahren zur Bewässerung

Die Erfindung betrifft ein Bewässerungsmodul, ein aus einem oder mehreren Bewässerungsmodulen bestehendes Bewässerungssystem, insbesondere ein smartes, lernfähiges, puls-basiertes, voll automatisiertes und autarkes Bewässerungsmodul(-system), welches den Wasserbedarf von Pflanzen ermittelt und darauf abgestimmt, bewässert. Ein erfindungsgemäßes Bewässerungsmodul und Bewässerungssystem sowie ein Verfahren zur Bewässerung, unter Verwendung derselben sind in den angeschlossenen Ansprüchen definiert.

Aufgabenstellung / Problemstellung

Um eine Pflanze am Leben zu erhalten und ihr Wachstum zu maximieren, benötigt man, abhängig von ihrer Art und ihren Umgebungseigenschaften eine regelmäßige Wasserzufuhr.

Insbesondere in den heißen Ländern und Wüstengebieten hängt das Pflanzenleben von dieser regelmäßigen Wasserzufuhr (oft täglich) sehr stark ab.

Dies kann auf traditionelle Weise, manuell, durch menschliche Hand, erfolgen. Dieser Aufwand ist jedoch, insbesondere bei großen Pflanzenmengen, großflächigen Feldern oder Plantagen, sehr Menschenressourcen-intensiv und bei hohen Löhnen nicht wirtschaftlich.

Ein weiteres Problem dabei ist, dass diese Aufgabe (Bewässern) schnell zur Last werden kann (beispielsweise bei Abwesenheit von Personen mit Kleingärten, begrünten Fassaden, Indoor-Farming oder menschlichem Vergessen).

Dazu kommt, dass vertikale Begrünungssysteme international immer mehr an Bedeutung gewinnen und vermehrt in verschiedenen technischen Ausführungsvarianten eingesetzt werden. So werden die Grünflächen in den Städten vergrößert, das Klima und die Umweltqualität und dadurch die Lebensqualität verbessert. Die Funktionsfähigkeit dieser Wand- und Dachsysteme ist zu 100% von den verwendeten Bewässerungssystemen abhängig. Die im Markt angebotenen Bewässerungssysteme berücksichtigen kaum die Rahmenbedingungen und speziellen Anforderungen der vertikalen Begrünung.

Stand der Technik

Es gibt unterschiedliche Bewässerungssysteme auf dem Markt, die zur Bewässerung von Pflanzen angewendet werden können. Je nach Anwendung, ob es sich um eine Feld-, Plantagen-, Garten-

Fassaden- oder Innenraum-Bewässerung handelt, werden die Komponenten und deren Preise definiert.

Das Gartenmanagementsystem aus der Patentschrift US 2015070188A1 wird mit getrennten Kompetenzen (Umgebung Sensoren, Bodensensoren, Ventile, ...) beschrieben, welche als Reaktion der Boden- und Umgebungsfeuchtigkeit zum Gießen beginnt.

Als nachteilig erweist sich bei dieser Ausführung, dass es kein einheitliches Gesamtsystem ist und die Positionierung und das Zusammenspiel der Sensoren mit der smarten, lernfähigen Software, welche den Gießvorgang speziell an die Pflanzenart anpasst, nicht gegeben ist. Zusätzlich wird beim vorliegenden durch das Pulsbewässerungsverfahren eine Wasserersparnis und in weiterer Folge auch ein geringer Energieverbrauch ermöglicht.

Bei der Patentschrift US 2015081058A1 handelt es sich um ein Pflanzenprofil-Spielsystem, welches eine Pflanzensensorvorrichtung umfasst, die die Pflanzenumgebung misst und in Verbindung mit einer mobilen Rechenvorrichtung die Pflanzenumgebung mit idealen Pflanzenbedingungen für die Pflanze vergleicht, wie in dem Pflanzenprofil spezifiziert. Der Spielerfolg hängt davon ab, ob die Pflanze richtig vom Anwender gegossen wurde. Bei diesem System wird die Pflanze somit nicht direkt vom System, sondern vom Anwender bewässert. Dies unterscheidet sich mit dem Ziel dieses vorliegenden Patents, welches eine automatisierte Bewässerung vornimmt.

Weitere am Markt angebotene Bewässerungssysteme weisen folgende Nachteile auf:

- Diese Systeme bestehen aus mehreren einzelnen Komponenten, wie beispielsweise Sensoren, Steuerungen, Ventilen sowie Energieversorgungseinheiten, die immer aneinander angepasst werden müssen und dadurch kostenintensive Lösungen sind.
- Die Steuerungen dieser Bewässerungssysteme sind meistens zeitorientiert. Das bedeutet, es ist vorprogrammiert zu welchen Zeiten der Bewässerungsvorgang gestartet wird und wie lange der Bewässerungsvorgang dauern soll (Steuerung / keine Regelung).
- Während der Bewässerungszeit wird das Ventil, über welches die Wasserzufuhr erfolgt, von Anfang bis zum Ende der Bewässerungsdauer konstant geöffnet und somit gibt das System die gleiche Wassermenge an die Pflanzen weiter, ob diese die gesamte Wassermenge benötigen oder nicht.

- Bei Veränderung in der Umgebung der Pflanzen, z.B. der Wetterbedingungen oder einer zusätzlichen Wasserzufuhr, bleibt das Bewässerungssystem meistens wie vorprogrammiert starr. Will man diesen Schritt automatisieren, ist dies jedoch mit sehr hohen Kosten verbunden.
- Die Energieversorgungseinheiten dieser Bewässerungssysteme sind meistens drahtgebunden und/oder werden durch Batterien versorgt.

Lösung

Die Lösung der Aufgabe erfolgt gemäß Anspruch 1:

Ein Verfahren zum Bewässern von Pflanzen mit einem in seiner Gesamtheit lernfähigen Pulsbewässerungsmodul, umfassend einen ventilgesteuerten Anschluss an eine Wasserzufuhr, einen Bereich zur Abgabe von Wasser und eine Sensorsteuerung (4) für die benötigten Sensoren zur Wasserbedarfsermittlung beim Bewässern einer Pflanze, wobei eine Anordnung mindestens drei Sensoren umfasst, einen ersten Sensor (1) als Oberflächensensor im Oberflächenbereich der Pflanze, einen zweiten Sensor (2) als Wurzelbereichsensor im Wurzelbereich der Pflanze und einen dritten Sensor (3) unterhalb des Wurzelbereichs der Pflanze, dadurch gekennzeichnet, dass es die folgenden Verfahrensschritte umfasst:

- a) Gießimpuls (17) für eine erste vom System vorbestimmte Zeitdauer t_{g0} ,
- b) Gießpause (18) des Bewässerns für eine erste vom System vorbestimmte Zeitdauer t_{p0} ,
- c) Wiederholen der vorstehenden Verfahrensschritte a) und b),
- d) Erfassen einer Meldung des Oberflächensensors (1) über eine Änderung der Bodenfeuchtigkeit infolge des Bewässerns,
- e) Erfassen einer Meldung des Wurzelbereichsensors (2) über eine Änderung der Bodenfeuchtigkeit infolge des Bewässerns,
- f) Erfassen einer Meldung des Versickerungssensors (3) über eine Änderung der Bodenfeuchtigkeit infolge des Bewässerns,
- g) Bestimmen einer zweiten optimierten Zeitdauer t_{g1} des Bewässerns und einer zweiten optimierten Zeitdauer t_{p1} des Pausierens des Bewässerns unter Berücksichtigung, der sich aus den Meldungen der Sensoren (1, 2, 3) ergebenden Daten und der sich daraus ergebenden Versickerungsdauer,
- h) die vorherigen Verfahrensschritte a) bis g) werden wiederholt, bis eine für die Pflanze optimale Bewässerungsdauer und Wassermenge ermittelt wird.

Allgemeine Beschreibung des Bewässerungssystems:

Gegenstand dieser Erfindung ist ein smartes, lernfähiges, pulsbasiertes, voll automatisiertes und autarkes

Bewässerungssystem, welches den Wasserbedarf von Pflanzen ermittelt, die Pflanzenart und Umgebungsparameter berücksichtigt und darauf abgestimmt bewässert. Das Bewässerungssystem kann eine Menge an Wasser sparen, da es durch seine eingebaute Intelligenz lernfähig ist und eigenständig den Gießimpuls, Gießvorgang und die Gießperiode ermittelt, sich selbst auch nach der Bodendichte kalibriert und dadurch sicher stellt, dass weder über- noch unterbewässert wird. Das ist ein großer Vorteil bei einer Pflanzenbewässerung im Allgemeinen, aber insbesondere für die vertikale Begrünung, da vertikale Anlagen einerseits wenig Boden für die Wurzelbildung zur Verfügung stellen und andererseits ihre Umgebung negativ beeinflussen können (z.B. durch Erhöhung der Umgebungsfuchtigkeit, Schimmelbildung, etc.).

Das erfindungsgemäße Bewässerungsmodul bzw. -system wird unter Bezugnahme auf die angeschlossenen Zeichnungen nachstehend näher erläutert, worin

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bewässerungssystems ist, worin die Systemkomponenten gezeigt sind;
die in Figur 2 stehenden Ansichten sind, Seitenansichten (19 und 20), eine perspektivische Ansicht (21) und eine Draufsicht (22) eines erfindungsgemäßen Bewässerungsmoduls;
die Figuren 3 und 4 Diagramme sind, welche die Bewässerung, während der Gießperiode veranschaulichen;
Figur 5 eine nähere Darstellung der Sensoren-Position ist;
Figur 6 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bewässerungssystems mit 2 Sensoren zur vertikalen Begrünung darstellt; und
Figur 7 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bewässerungssystems ist, worin die Systemkomponenten gezeigt sind.

Das erfindungsgemäße Bewässerungssystem ist gekennzeichnet durch ein/e:

1. Eigenständiges Bewässerungsmodul: mit eigener erneuerbarer Energiequelle, aufladbarem Akku (7), drahtloser Kommunikationsschnittstelle (11), eigenen Sensoren zur Wasserbedarfsermittlung und eigenem Mikrocontroller (5) zur Regelung des Bewässerungsventils (9). Das Bewässerungsmodul beinhaltet in sich alle Komponenten die nötig sind, um eine Pflanze smart zu gießen.

2. Software für das Bewässerungsmodul (intern, in jedem einzelnen Modul):
In jedem Bewässerungsmodul befindet sich eine smarte und lernfähige Bewässerungssoftware, welche einerseits die passende Wassermenge an die Pflanzen abgibt und andererseits die aufgenommenen Daten an die Zentrale des Bewässerungssystems (zum Speichern in einer Datenbank, zur Visualisierung und zum Monitoring) schickt und Befehle von der Zentrale aufnimmt und verarbeitet.
3. Vollautomatischen Betrieb:
Die (Feuchtigkeits-)Sensoren messen den Wasserbedarf der Pflanze über die Feuchtigkeit des Bodens und die Umgebungsparameter. Der Mikrocontroller (5) kalkuliert dann daraus den nötigen Bewässerungsvorgang für die Pflanzen (dabei werden aus der Datenbank Informationen über die Pflanzenart mitberücksichtigt) und somit folgt das Öffnen und Schließen des Bewässerungsventils (9) je nach errechnetem Wasserbedarf der Pflanzenart vollautomatisch.
4. Drahtlose Schnittstelle: Das Bewässerungsmodul verfügt über eine drahtlose Kommunikationsschnittstelle. Damit kann ein Bewässerungsmodul sowohl mit den benachbarten Bewässerungsmodulen als auch mit der Zentrale des gesamten Bewässerungssystems kommunizieren.
5. Smartes Verhalten
Das System (Software) ist smart, da es durch die spezielle Sensoranordnung und die intelligente Verfahren/Software den benötigten Wasserbedarf errechnet.
6. Autarke erneuerbare Energieversorgung: Das System verfügt über ein Photovoltaik-Panel (6), welches auf der Oberfläche des Bewässerungsmoduls angebracht ist und einen Akku (7), der in der Lage ist innerhalb einer kurzen Dauer der Sonneneinstrahlung (ca. 4-6 Stunden) eine Ladung zu speichern, um das Bewässerungsmodul für eine ausreichende Zeitspanne (ca. 1 Woche) mit elektrischem Strom zu versorgen.
7. Lernfähigkeit des Systems:
Das System ist durch seine Software lernfähig, da es ständig neue Daten aufnimmt und daraus resultierend den Bewässerungsvorgang stetig verbessert. Das bedeutet, je mehr Datensätze bei den Gießvorgängen aufgenommen werden, desto genauer wird die Wasserabgabe an die Pflanze angepasst.
8. Software für das Bewässerungssystem (extern, Zentrale):
Damit werden allen Bewässerungsmodule (1-n) über die

drahtlose Schnittstelle überwacht, visualisiert und können bei Bedarf auch gesteuert werden. Über diese Software können die Bewässerungsprogramme bzw. Vorgänge an die jeweiligen Pflanzenarten angepasst werden.

Die Komponenten und Aufgaben der

Bewässerungssystemsoftware sind folgende:

1) Ein Datenbanksystem: in dem sowohl wichtige Information über die Pflanzenarten, Umgebungseigenschaften und andere relevante Informationen gespeichert sind, und zusätzlich dazu die Informationen die von allen Bewässerungsmodulen, die zu diesem Bewässerungssystem gehören, gesammelt werden.

2) Software für das Bewässerungsmanagement:
Automatisierungssystem / Signalverarbeitungssystem/
Monitoring / Verarbeitung der Daten
/Darstellungssystem:

Bei dieser Software werden die Daten von der Datenbank geholt und für folgenden Aufgaben verarbeitet/angewandt/dargestellt:

A. Alarmierung: Bei der Alarmierung wird über die App der Alarm aktiv, damit der Benutzer aufmerksam gemacht wird und sehen kann, dass die Grenze der Bewässerung unterschritten ist (genau wie viel). Die Alarmierung wird so lange wiederholt, bis das System quittiert wird (Eine Quittierung erfolgt nur, wenn die Pflanze wieder gegossen wird, oder wenn diese durch einen Verantwortlichen im System durchgeführt wird).

B. Monitoring: Zeigt visuell und mit Bildern am PC, Bildschirm oder Handy (App, Internetwebsite, etc. → externe Plattform) den Zustand der Pflanzen und der Bewässerungsanlage bzw. deren Komponenten an. Die Darstellungsbilder auf der Plattform ermöglichen das Bewässerungsmanagement und dem Verantwortlichen die Zustände in Echtzeit zu sehen und verfolgen zu können.

C. Beeinflussung: Diese Funktion ermöglicht dem Benutzer bzw. dem Verantwortlichen von der Zentrale des Bewässerungssystems den Zugriff (Datenschutz, Zugangsberechtigung) auf die gesamte Bewässerungsanlage, um ihre Komponenten bzw. ihre normalen Funktion direkt zu steuern und zu beeinflussen.

- 3) 1. Darstellen der Pflanzenzustände (Gießen oder Pause, Betriebszustand)
2. Alarmierung falls die Pflanzen eine bestimmte Zeitdauer, die größer ist als der Gießvorgang, gegossen wird.

Figurenaufstellung:

Figur 1:

zeigt Bewässerungssystemkomponenten

Figur 2:

zeigt Bewässerungsmodul: Seitenansichten (19 und 20), eine perspektivische Ansicht (21) und eine Draufsicht (22) eines erfindungsgemäßen Bewässerungsmoduls sind;

Figur 3:

zeigt einen Gießvorgang (15), insbesondere die Gießimpulse während eines Gießvorgangs. Wie man sehen kann, ist jeder Gießimpuls und jede Gießpause etwas anders als der bzw. die Vorhergehende. Dies liegt daran, dass das System sich kalibriert und an die Pflanze und ihre Bedürfnisse, mit Rücksicht auf die Umgebungsparameter, anpasst. Der letzte Gießimpuls beim Gießvorgang 1 entspricht dem ersten Gießimpuls des Gießvorgangs 2. Ziel ist es, dass nach einigen Gießdurchgängen die Gießimpulse alle fast gleich sind und sich auf lange Sicht fast nicht mehr verändern (ausgenommen zum Beispiel bei externer Wasserzufuhr, durch zum Beispiel Regen oder wenn die Pflanze wächst und immer mehr Wasser braucht, etc.)

Figur 4:

zeigt eine Gießperiode, wobei im oberen Bereich der Figur (wie bereits in Figur 3) ein Gießvorgang, deren Gießimpulse gerade kalibriert werden, dargestellt ist. Der untere Bereich der Figur stellt die Gesamtheit aller Gießperiode dar.

Figur 5:

zeigt die Positionen der Sensoren (1,2 und 3), dabei misst der erste Sensor 1, ob Wasser fließt; der zweite Sensor 2 misst die richtige (erforderliche) Menge an Wasser und der dritte Sensor 3 misst den Überschuss an Wasser.

Figur 6:

zeigt 2 Sensoren (1 und 2) für vertikale Begrünung

Figur 7:

Zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bewässerungssystems, worin die Systemkomponenten gezeigt werden.

Allgemeine Beschreibung der Erfindung

Ein smartes vollautomatisiertes Bewässerungssystem, welches zuerst über seine Signaleingaben (Sensoren, Umgebungsparameter, Aktorenrückmeldesignale, spezifische Informationen über die Pflanzenart) Signale aufnimmt, danach über seine Signalverarbeitung (Datenanalyse, Steuerung und Regelungsvorgänge), den Wasserbedarf für eine Pflanzenart ermittelt und schlussendlich an die Pflanze angepasst, abgibt. Zusätzlich werden diese Daten zur Weiterverwendung (Datenbankspeicherung, Datenweitergabe an anderen Systemen) an die Zentrale (siehe Zentrale Software (extern):) abgegeben.

Zur Ermittlung des passenden Wasserbedarfes werden Sensoren in der Pflanzenumgebung angebracht. Das Neuartige bei diesem System gegenüber der in den Patenten US2015070188A1 und US2015081058A1 beschriebenen Bewässerungssystemen, ist die Positionierung der Sensoren und das Zusammenspiel der Sensoren mit der smarten, lernfähigen Software, welche den Gießvorgang speziell an die Pflanzenart anpasst.

Hierbei sind mindestens 3 Sensoren im Wesentlichen vertikal untereinander in drei unterschiedlichen Abständen angebracht. Die Positionierung der Sensoren erfolgt derart, dass der erste Sensor 1, der Oberflächensensor, bodennah im Oberflächenbereich neben der Pflanze angebracht ist. Dieser dient dazu, den Start des Bewässerungsvorganges zu melden und daraus die spätere Gießdauer t_{g0} (17) und die anschließende Gießpause t_{p0} (18) zu berechnen.

Der zweite Sensor 2, der Wurzelbereichsensor (12 und 13), befindet sich etwas tiefer im Boden (im Wurzelbereich) und wird in einem abgestimmten Abstand auf die jeweilige Pflanzenart (Wurzeltiefe) dort angebracht, wo sich durchschnittlich die meisten Wurzeln im Boden (unter dem Boden) befinden. Er dient dazu, den optimalen Bereich für die Pflanze, in dem sich das Wasser befinden soll, zu signalisieren und in späterer Folge daraus t_{g1} und t_{p1} zu ermitteln.

Der dritte Sensor 3, der Versickerungssensor (3), welcher zur Verhinderung einer Überbewässerung dient, befindet sich im gemäßigten Abstand unterhalb des Wurzelbereichs der Pflanze. Er dient dazu den Bereich zu erfassen, in dem sich das Wasser schon weit unterhalb der Wurzeln der Pflanze befindet, was ein Überbewässern anzeigt. Des Weiteren dient er auch dazu t_{g1} und t_{p1} zu ermitteln

Nachstehend werden der Gießvorgang und die einzelnen Funktionen des Gießvorgangs beschrieben.

Melden die Sensoren (Signaleingabe), dass ein Bewässerungsvorgang stattfinden soll, so beginnt der Bewässerungsvorgang wie folgt:

- Unmittelbar nach Öffnen des Ventils (9) meldet sich der Oberflächensensor.

Das Ventil wird für eine bestimmte Dauer t_{g0} geöffnet (es wird gegossen) und dann geschlossen, damit die Versickerungszeit des Wassers im Boden berücksichtigt wird (somit wird kein unnötiges Wasser verschwendet → kein stehendes Wasser an der Oberfläche durch langsame Sickerzeit in den Boden im Vergleich zu der hinzugefügten Wassermenge).

Nach einer bestimmten Zeitdauer der Gießpause t_{p0} (zuerst wird t_{p0} mit einem angemessenen Startwert initialisiert) wird das Ventil (9) für die Gießdauer t_{g0} wieder geöffnet.

Abhängig von der Oberfläche und der Versickerungsdauer meldet sich der Oberflächensensor (1) zuerst.

Dieser pulsierende Bewässerungsvorgang wird solange mit den Startzeitkonstanten t_{g0} und t_{p0} wiederholt, bis sich der Wurzelsensor 2 meldet. Somit wird die Versickerungszeit durch eine erste Näherung ermittelt. Nach dieser werden t_{g0} und t_{p0} , mit denen der Gießvorgang um Wasser zu sparen begonnen wurde, optimiert. Mit diesen optimierten, Neuberechneten kalibrierten, Zeitkonstanten (t_{g1} und t_{p1}) wird der Gießimpuls so oft wiederholt, bis der gesamte Gießvorgang (optimiert) abgeschlossen ist.

Die Gießperiode (16) wird nach Pflanzenart vordefiniert.

Der Versickerungssensor (3) hilft bei der Kalibrierung von t_{g0} und t_{p0} mit, indem seine Signale von der internen Bewässerungssoftware berücksichtigt werden, bis der Vorgang des Gießens hauptsächlich Meldungen des Oberflächensensors und des Wurzelbereichsensors (2) hervorruft. Das heißt umso weniger sich der Versickerungssensor (3) meldet, umso optimierter wird der Gießvorgang und umso mehr Wasser wird damit gespart, welches ansonsten durch Versickern verloren wäre.

Durch die Erfindung werden zahlreiche Vorteile erzielt.
Smart/lernfähig: Je öfter der Gießvorgang wiederholt wird, desto mehr Daten hat das System zur Auswertung und ändert dementsprechend den Bewässerungsvorgang (Anpassen und

ständiges Verbessern ausgehend von der Initialisierungskonstanten und t_{p0}).

Wassersparend: Wie man sieht wird der Vorteil „Wassersparend“ einerseits durch das Verhindern der unnötigen Wasseransammlung an der Oberfläche um die Pflanze und andererseits durch das Verhindern des unnötigen Versickerns von überflüssigem Wasser gewährleistet.

Dabei wird auch gewährleistet, dass der Wurzelbereich einer Pflanzenart solange genug Wasser (Feuchtigkeit) hat, bis die vordefinierte Gießvorgang TG erreicht wird, wobei TG von der Pflanzenart abhängt.

Der Schlüssel zum Erfolg dieser Methode ist die lernfähige Software (oben beschrieben), welche ausrechnet in welchen Gießpausen t_{p0} und welchen Gießvorgängen das System selbst gießen soll. Hierbei spielen die errechneten Gießimpulse (Wasser „Gießen“ und Wasser „Pause“) eine wesentliche Rolle, da diese so errechnet werden, dass das Wasser sich bei den Wurzeln ansammelt (nicht zu tief sickert oder an der Oberfläche verdunstet und/oder woanders unnötig wegfließt) und dabei spielen die Gießpausen eine wesentliche Rolle, da diese genau darauf abgestimmt werden.

Gießperiode

Das Signalverarbeitungssystem errechnet in Abhängigkeit von folgenden Parametern die Werte immer wieder neu:

1. Pflanzenarten (spezifische Information über die Pflanzen)
2. Wetterabhängigkeit und Jahreszeit (Im Sommer wird diese Zeitkonstante kürzer als im Winter)
3. Fremdwasserzufuhr
4. Systemkalibrierungsphase (hier wird dieses vom System optimiert)

Weitere Vorteile dieser Erfindung sind wie folgt:

1. Eigenständiges Modul: Das System beinhaltet alle nötigen Komponenten in einem Modul, um eine Pflanze/Art smart zu bewässern. Somit ist der Kunde mit keinem zusätzlichen Kostenaufwand, wie zum Beispiel das Kaufen von externen Sensoren, Akkus, Steuerungen, Ventilen oder einer Bridge (Kommunikationsschnittstelle) belastet.
2. Einfache Anwendung: Der Benutzer muss das Modul/Sensoren lediglich, neben seiner/n zu bewässernder/n Pflanze/n anbringen und auf der einen Seite des Ventils (9) die Wasserzufuhr anschließen und auf der anderen, je nach Pflanzenart einen Tröpfchen-Schlauch, eine Wasserdosierungsarmatur, einen Sprinkler (etc.) anschließen.

3. Intelligent und benutzerfreundlich: Das System hilft dadurch Stadt- und Gemeindeverwaltungen auf ökonomische und einfache Weise die Grünflächen zu vergrößern. Privatpersonen können - falls sie es wollen - auf einfache Weise Grünflächen auf ihren Dächern und Fassaden anlegen, auch werden sie durch die Einfachheit des Systems ermutigt Indoor-Farming zu betreiben, und nach Bedarf nicht nur Zier-, sondern auch Nutzpflanzen wie Tomaten, Pilze oder Kräuter zu züchten.
4. Vollautomatisch:
Der Benutzer bzw. Anwender muss das System nur neben der zu bewässernde/n Pflanze/n anbringen, anfangs pflanzenspezifische Informationen an das System weitergeben und muss sich danach nicht mehr um die Bewässerung der Pflanzen Gedanken machen, da diese Vorgänge komplett autonom ablaufen.
5. Drahtlos (Kein Kabelaufwand nötig): Da das Modul einerseits eine eigene Energiequelle besitzt und andererseits die Daten drahtlos an das System übermittelt, werden keine Kabel benötigt.
6. Lebensqualität der Pflanze wird erhöht: Der Wasserbedarf wird mittels des Moduls und dessen Lernfähigkeit an die Pflanze angepasst. Somit wird weder unter- noch überbewässert. Somit ist das System lernfähig und fördert die Vitalität und lässt die Pflanzen optimal gedeihen.
7. Wassersparend:
Da auf smarte Weise an die Pflanze angepasst pulsiert bewässert wird, spart man Wasser.
8. Erneuerbare Energieversorgung: Das System verfügt in über ein Photovoltaik-Panel (6) und speist damit den Akku (7), welcher das System mit Strom versorgt.
9. Umweltschonend: Da das System sich selbst mit erneuerbarer Energie versorgt, werden keine externen Ressourcen benötigt.
10. Optimal für vertikale Begrünung: Das System bringt einen großen Vorteil für die vertikale Begrünung, die sehr sensibel ist, da vertikale Anlagen einerseits wenig Boden (13) für die Wurzelbildung haben und andererseits ihre Umgebung negativ beeinflussen können (z.B. durch Erhöhung der Umgebungsfeuchtigkeit, Schimmelbildung, etc.).
11. Visualisierungssystem-Software (extern):
Benutzer kann in Echtzeit den Bewässerungsvorgang mitverfolgen.
Der Benutzer kann damit extern Daten, welche von den Sensoren gemessen und an die Software weitergeleitet wurden, abrufen und bei Bedarf manuell, von der Ferne aus, auf Befehle Einfluss nehmen (Gründe hierfür könnten zum

Beispiel Wartungsarbeiten sein).

Hier gibt es drei Szenarien:

A. Alarmierung: Bei der Alarmierung wird über die App der Alarm aktiv, damit der Benutzer aufmerksam gemacht wird und sehen kann, dass die Grenze der Bewässerung unterschritten ist (genau wie viel). Die Alarmierung wird so lange wiederholt, bis das System quittiert wird (die Quittierung erfolgt nur dann, wenn die Pflanze wieder gegossen wird, oder wenn sie durch einen Verantwortlichen im System durchgeführt wird).

B. Monitoring: Zeigt visuell und mit Bildern am PC, Bildschirm oder Handy (App, Internetwebsite, etc. → externe Plattform) den Zustand der Pflanzen und der Bewässerungsanlage bzw. deren Komponenten an. Die Darstellungsbilder auf der Plattform ermöglichen das Bewässerungsmanagement und den Verantwortlichen die Zustände in Echtzeit zu sehen und verfolgen zu können.

C. Beeinflussung: Diese Funktion ermöglicht dem Benutzer bzw. dem Verantwortlichen, von der Zentrale des Bewässerungssystems den Zugriff (Datenschutz, Zugangsberechtigung) auf die gesamte Bewässerungsanlage, um ihre Komponenten bzw. ihre normale Funktion direkt zu steuern und zu beeinflussen.

12. Datenbank extra

Durch die Analyse von Messdaten können Rückschlüsse über Trockenperioden, Überschwemmungsperioden, „Erntemenge“, Pflanzenwachstum etc. in bestimmten Zeiten gezogen werden.

13. Smart: Das System (Software) ist smart, da es durch die spezielle Sensoranordnung und die intelligente Software den benötigten Wasserbedarf berechnet.

14. Lernfähig: Das System (Software) ist lernfähig, da es ständig neue Daten aufnimmt und daraus resultierend den Bewässerungsvorgang stetig verbessert. Das bedeutet, je mehr Daten vorhanden sind, desto genauer ist der Wasserbedarf an die Pflanze angepasst.

Liste der Bezugszeichen

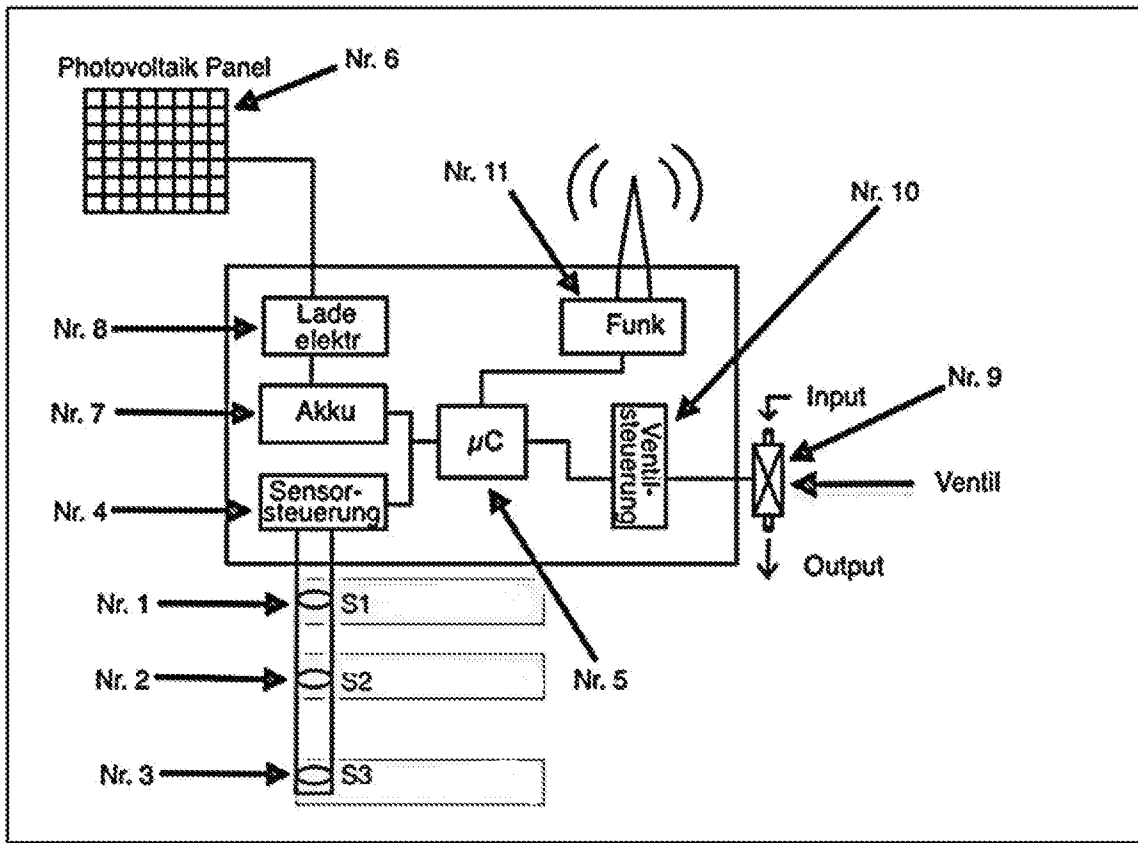
- 1 Sensor S1, Oberflächensensor
- 2 Sensor S2, Wurzelbereichsensor
- 3 Sensor S3, Versickerungssensor
- 4 Sensorsteuerung
- 5 Mikrocontroller
- 6 Photovoltaik Panel
- 7 Akku
- 8 Ladeelektronik

- 9 Ventil
- 10 Ventilsteuerung
- 11 Kommunikationsschnittstelle
- 12 Wurzelbereichsensor (im Wurzelbereich platziert)
- 13 Wurzelbereichsensor (im Boden für die Pflanzen im vertikalen Begrünungssystem → Substrat, Schotter, Pflanzenerde oder ähnliches)
- 14 Symbolisiert eine Wandbegrünung
- 15 Gießvorgang
- 16 Gießperiode (= ein Gießvorgang + die Zeit bis zum nächsten Gießvorgang)
- 17 Gießimpuls t_g (Gießimpulse wie t_{g0} t_{g1} ,)
- 18 Gießpause t_p (Gießpause wie t_{p0} t_{p1})
- 19 eine Seitenansicht 1 des Bewässerungsmoduls,
- 20 eine Seitenansicht 2 des Bewässerungsmoduls,
- 21 eine perspektivische Ansicht des Bewässerungsmoduls,
- 22 eine Draufsicht des Bewässerungsmoduls

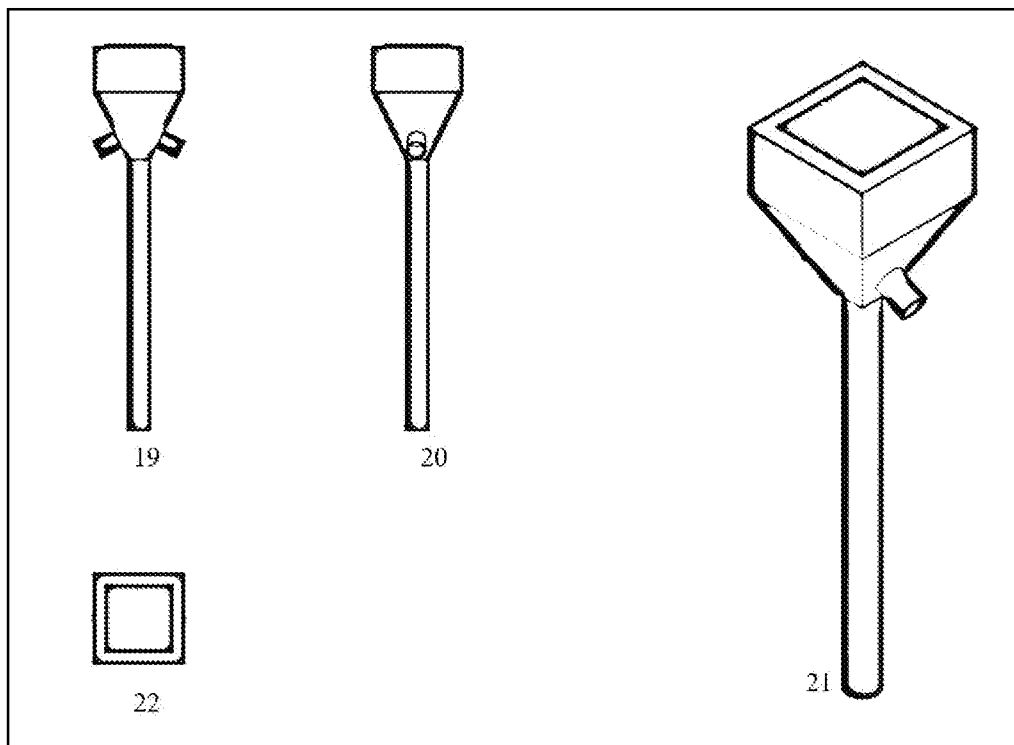
Patentansprüche

1. Verfahren zum Bewässern von Pflanzen mit einem in seiner Gesamtheit lernfähigen Pulsbewässerungsmodul, umfassend einen ventilgesteuerten Anschluss an eine Wasserzufuhr, einen Bereich zur Abgabe von Wasser und eine Sensorsteuerung (4) für die benötigten Sensoren zur Wasserbedarfsermittlung beim Bewässern einer Pflanze, wobei eine Anordnung mindestens drei Sensoren umfasst, einen ersten Sensor (1) als Oberflächensensor im Oberflächenbereich der Pflanze, einen zweiten Sensor (2) als Wurzelbereichsensor im Wurzelbereich der Pflanze und einen dritten Sensor (3) unterhalb des Wurzelbereichs der Pflanze, dadurch gekennzeichnet, dass es die folgenden Verfahrensschritte umfasst:
 - a) Gießimpuls (17) für eine erste vom System vorbestimmte Zeitdauer t_{g0} ,
 - b) Gießpause (18) des Bewässerns für eine erste vom System vorbestimmte Zeitdauer t_{p0} ,
 - c) Wiederholen der vorstehenden Verfahrensschritte a) und b),
 - d) Erfassen einer Meldung des Oberflächensensors (1) über eine Änderung der Bodenfeuchtigkeit infolge des Bewässerns,
 - e) Erfassen einer Meldung des Wurzelbereichsensors (2) über eine Änderung der Bodenfeuchtigkeit infolge des Bewässerns,
 - f) Erfassen einer Meldung des Versickerungssensors (3) über eine Änderung der Bodenfeuchtigkeit infolge des Bewässerns,
 - g) Bestimmen einer zweiten optimierten Zeitdauer t_{g1} des Bewässerns und einer zweiten optimierten Zeitdauer t_{p1} des Pausierens des Bewässerns unter Berücksichtigung, der sich aus den Meldungen der Sensoren (1, 2, 3) ergebenden Daten und der sich daraus ergebenden Versickerungsdauer,
 - h) die vorherigen Verfahrensschritte a) bis g) werden wiederholt, bis eine für die Pflanze optimale Bewässerungsdauer und Wassermenge ermittelt wird.

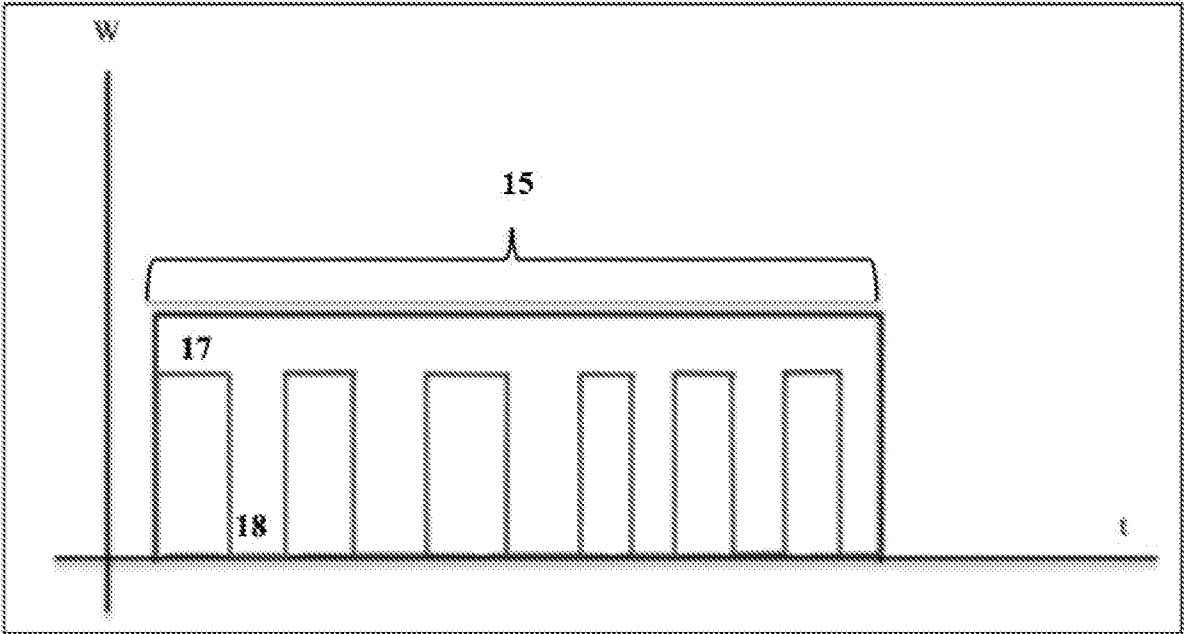
Figuren (Zeichnungen)



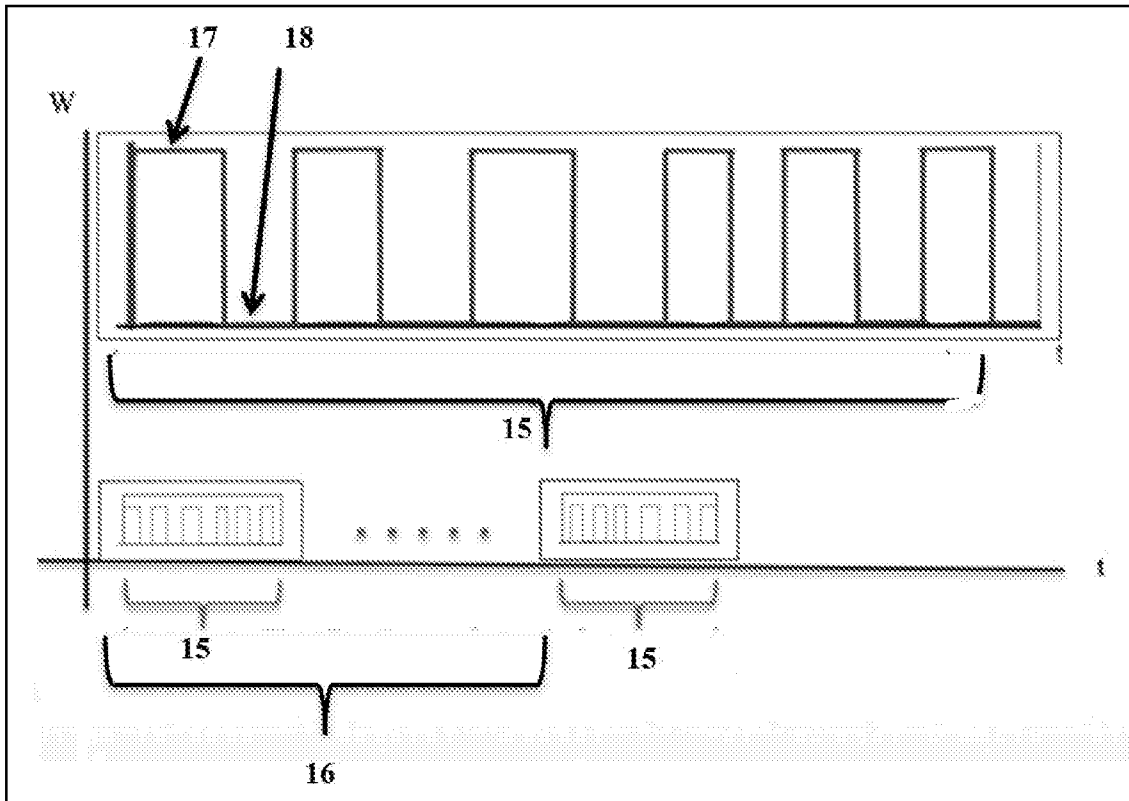
Figur 1



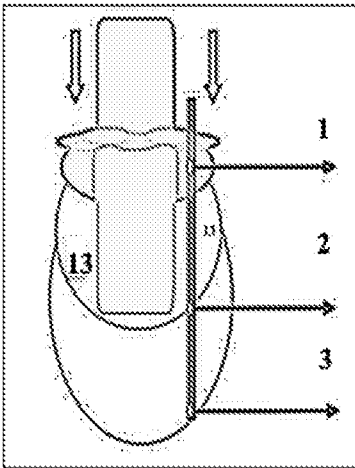
Figur 2



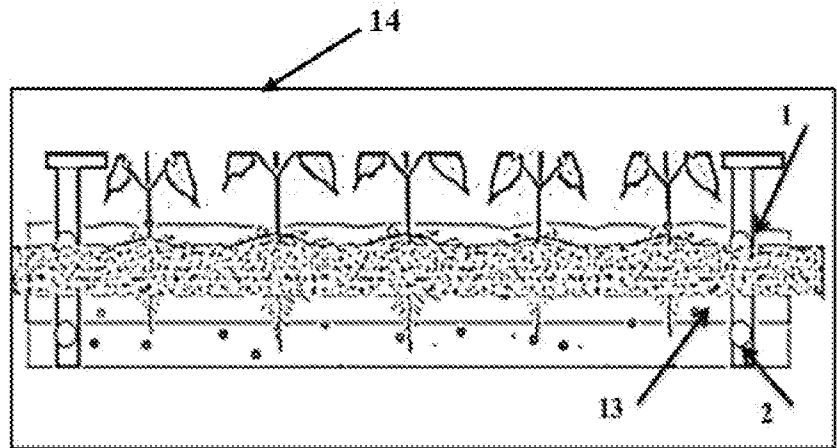
Figur 3



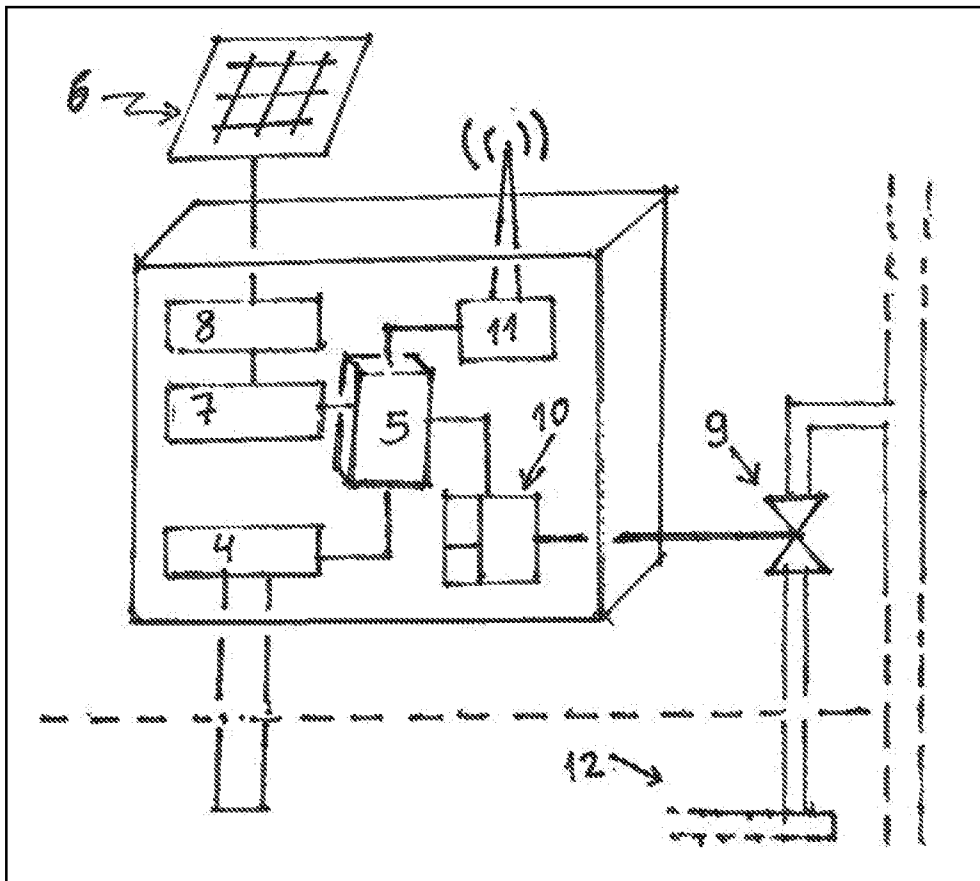
Figur 4



Figur 5



Figur 6



Figur 7