



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 010 342 A1** 2007.06.14

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 010 342.4**

(22) Anmeldetag: **07.03.2006**

(43) Offenlegungstag: **14.06.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B05B 3/04** (2006.01)  
**B05B 3/02** (2006.01)

(66) Innere Priorität:  
**10 2005 058 796.8 09.12.2005**

(71) Anmelder:  
**GARDENA Manufacturing GmbH, 89079 Ulm, DE**

(72) Erfinder:  
**Schiedt, Christoph, 88483 Burgrieden, DE;**  
**Renner, Thomas, 89079 Ulm, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

**DE 44 18 558 A1**

**US2004/01 35 001 A1**

**US 52 80 854 A**

**US 38 81 655**

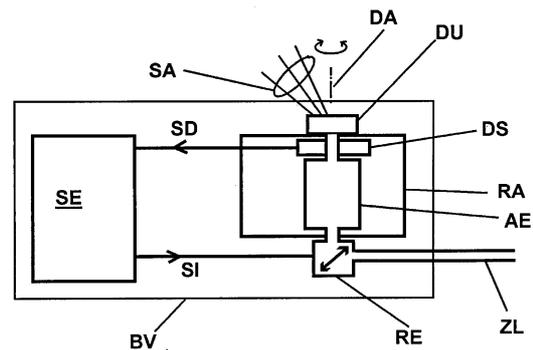
**EP 07 35 924 B1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Beregnungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Für eine Beregnungsvorrichtung mit winkelabhängig verstellbarer Beregnungsweite wird eine vorteilhafte Strahlform und Düsenanordnung beschrieben.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Beregnungsvorrichtung mit veränderlich einstellbarer Reichweite.

**[0002]** Für die Beregnung von Flächen im Gartenbereich sind insbesondere Viereckregner mit horizontaler Schwenkachse und Kreis- oder Sektorenregner mit vertikaler Schwenkachse gebräuchlich, wobei die zu beregnenden Flächen auf einfache geometrische Formen beschränkt sind.

**[0003]** Für die Beregnung von von solchen einfachen geometrischen Formen abweichenden Flächen ist es bekannt, unter Verwendung eines Kreis- oder Sektorenregners die Reichweite des Strahlbilds des Regners in Abhängigkeit von der Drehwinkelstellung der Düsenanordnung um die vertikale Schwenkachse veränderlich zu steuern. In der Praxis zeigen sich hier aber erhebliche Probleme bezüglich einer gleichmäßigen Bewässerung.

**[0004]** Bei Veränderung der Reichweite durch veränderliche Steuerung des Wasserstroms durch die Düsenanordnung, insbesondere mittels eines stromaufwärts angeordneten steuerbaren Regulierventils ist das Strahlbild und die Gleichmäßigkeit der Bewässerungsdichte nur für einen relativ kleinen veränderbaren Reichweitenbereich befriedigend. Bei einer Erhöhung des Druckflusses durch die Düsenanordnung zeigt sich ein zunehmendes unkontrolliertes Sprühen am Düsenausgang und im Strahlverlauf, beim Verringern des Durchflusses wird der abgegebene Strahl laminar und beregnet nur einen schmalen radialen Abschnitt. Es ist zwar bekannt, bei einem Kreis- oder Sektorenregner für unterschiedliche Radien einer zu beregnenden Kreis- oder Kreissektorfläche unterschiedliche Düsen auswechselbar vorzusehen, was aber nicht für einen Radiuswechsel während der Schwenkung der Düsenanordnung geeignet ist.

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Beregnungsvorrichtung anzugeben, bei welcher während der Schwenkung einer Düsenanordnung um eine vertikale Achse eine Veränderung der Reichweite des von der Düsenanordnung erzeugten Strahlbilds mittels einer elektronischen Steuereinrichtung und einem durch diese angesteuerten Regulierventil stromaufwärts der Düsenanordnung bei gleichmäßiger Beregnungsdichte der Fläche möglich ist.

**[0006]** Die Erfindung ist im Patentanspruch 1 beschrieben. Die abhängigen Ansprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

**[0007]** Durch die Überschneidung von einzelnen Strahlen wird an den Überschneidungen eine Störung des Strahlverlaufs eingefügt, welche zu einer

Verbreiterung der Wasserverteilung des Einzelstrahls und somit zu einer gleichmäßigen radialen Verteilung des ausgebrachten Wassers führt. Die mehreren Strahlen liegen typischerweise nicht exakt in einer Ebene, da allein die langsame Drehbewegung der Düsenanordnung um die vertikale Drehachse eine geringe Abweichung von einem Strahlverlauf in einer Ebene gegeben ist. Ferner wirken Luftbewegungen unterschiedlich auf die verschiedenen Einzelstrahlen ein und die Einzelstrahlen sind auch als Solostrahlen nicht über den gesamten Verlauf konzentriert und Fluktuationen unterworfen. Im Sinne der Erfindung im wesentlichen in einer Ebene liegend ist daher so zu verstehen, dass die mehreren Einzelstrahlen so wenig von einer gedachten gemeinsamen vertikalen Ebene abweichen, dass eine gegenseitige Überschneidung der Strahlverläufe mit Strahlstörungen an den Überschneidungen auftritt.

**[0008]** Als Solostrahl sei hierbei und im folgenden die fiktive Situation eines Einzelstrahls ohne Beeinflussung durch die anderen Strahlen verstanden.

**[0009]** Vorteilhafterweise verlaufen die einzelnen Strahlen beim Austritt aus den zugeordneten Einzeldüsen unabhängig von der über das Regulierventil eingestellten Reichweite weitgehend laminar, insbesondere auch bei der größten einstellbaren Reichweite, d. h. der größten einstellbaren Durchflussmenge. Laminare Strahlen sind besonders wenig windanfällig und in ihrem Verlauf als Solostrahlen besonders genau einstellbar. Insbesondere bleibt der relative Verlauf der Einzelstrahlen unabhängig von der veränderlich einstellbaren Reichweite des Strahlbilds, bestimmt durch die Reichweite des am weitesten reichenden Einzelstrahls, bei variierender Reichweite des Strahlbilds im wesentlichen erhalten. Der laminare Strahlverlauf bleibt auch als Solostrahl nicht über den gesamten Strahlverlauf erhalten. Der Strahl erfährt eine Verbreiterung und Zerteilung in Teilstrahlen, Strahlabschnitten und Tropfen unterschiedlicher Größe, so dass auch an den zumindest überwiegender Überschneidungen keine gebündelten Laminarstrahlen aufeinander treffen. Ein über alle Überschneidungen gemittelter Winkel zwischen sich überschneidenden Einzelstrahlen beträgt vorteilhafterweise wenigstens 30 Grad.

**[0010]** Die mehreren Einzelstrahlen weisen beim Düsenaustritt vorteilhafterweise unterschiedliche Winkel der Strahlrichtungen gegen die Drehachse auf, wobei vorzugsweise die Einzelstrahlen in der Nähe der Düsenaustritte ein divergierendes Strahlbündel als Strahlbild zeigen. Vorteilhafterweise gilt zumindest für die überwiegende Anzahl, vorzugsweise alle der Einzelstrahlen, dass ein geringerer Austrittswinkel des Einzelstrahls gegen die Vertikale korreliert ist mit einer geringeren Reichweite als Solostrahl. An Überkreuzungen von zwei Strahlen befindet sich vorteilhafterweise wenigstens einer der beiden

Strahlen auf einem fallenden Abschnitt der Strahlkurve. Vorteilhafterweise beträgt der kleinste Austrittswinkel gegen die vertikale Drehachse wenigstens 6 Grad, insbesondere wenigstens 9 Grad. Der kleinste Austrittswinkel beträgt vorteilhafterweise höchstens 20 Grad, insbesondere höchstens 15 Grad. Der maximale Austrittswinkel beträgt vorteilhafterweise höchstens 60 Grad. Die Differenz zwischen kleinstem und größtem Austrittswinkel beträgt vorteilhafterweise wenigstens 30 Grad. Vorteilhafterweise umfasst das Strahlbild wenigstens vier Einzelstrahlen. Die Einzeldüsen der Düsenanordnung sind vorteilhafterweise in einer Reihe angeordnet. Die Einzeldüsen können innerhalb der Düsenanordnung in unterschiedlichen relativen Positionen, in bevorzugter Ausführungsform auch auf bezüglich der Drehachse entgegengesetzten Seiten angeordnet sein, die Projektionen der abgegebenen Strahlen auf die zu beregnende Fläche weisen aber alle in dieselbe Richtung der gemeinsamen genannten vertikalen Ebene. Die horizontalen Komponenten der Bewegung der abgegebenen Strahlen bzw. der Strahlaustrittsrichtungen aus der Düsenanordnung sind vorteilhafterweise alle im wesentlichen parallel in gleiche radiale Richtung gerichtet.

**[0011]** Auch bei bekannten Regneranordnungen können kurzzeitig Überschneidungen von Einzelstrahlen auftreten, z. B. bei einem Viereckregner beim Durchschwenken durch die die horizontale Schwenkachse enthaltende vertikale Ebene, wobei hierbei eine Strahlüberschneidung aber zufällig, unerwünscht und nachteilig ist, wogegen bei der Erfindung zur Erreichung einer gleichmäßigen Beregnungsdichte bei großem Verstellbereich der Reichweite der Strahlanordnung die Überschneidung von Strahlen gezielt eingesetzt wird und fortlaufend, d.h. in allen Drehpositionen der Düsenanordnung gegeben ist.

**[0012]** Die radialen Beregnungsbereiche der Einzelstrahlen als Solostrahlen sind vorteilhafterweise nicht gegenseitig überlappend. Unter Beregnungsbereich eines Einzelstrahls als Solostrahl sei beispielsweise der Bereich verstanden, innerhalb dessen die Beregnungsdichte wenigstens ein Mindestmaß, z. B. 20 % der maximalen Beregnungsdichte dieses Einzelstrahls beträgt.

**[0013]** Die Reichweite des Strahlbilds mit gleichmäßiger Flächenberegnung ist vorteilhafterweise um einen Faktor von wenigstens 2, insbesondere wenigstens 3 veränderbar. Die Veränderung der Reichweite erfolgt vorteilhafterweise durch Veränderung des Strömungsquerschnitts des Regulierventils, wobei der maximal einstellbare Strömungsquerschnitt des Regulierventils vorteilhafterweise geringer ist als die Summe der Strömungsquerschnitte aller Einzeldüsen der Düsenanordnung. Die Düsenquerschnitte der Einzeldüsen sind vorteilhafterweise wenigstens

teilweise unterschiedlich, wobei vorteilhafterweise den Strahl mit der größten Reichweite der größte Düsenquerschnitt zugeordnet sein kann.

**[0014]** Die Erfindung ist nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Abbildungen noch veranschaulicht. Dabei zeigt:

**[0015]** [Fig. 1](#) ein Schema einer Beregnungsvorrichtung mit veränderlich steuerbarer Reichweite,

**[0016]** [Fig. 2](#) eine zu beregnende Fläche,

**[0017]** [Fig. 3](#) ein Strahlbild in unterschiedlichen Reichweiteinstellungen,

**[0018]** [Fig. 4](#) eine schematische Überkreuzung zweier Einzelstrahlen,

**[0019]** [Fig. 5](#) einen Ausschnitt mit einer Düsenanordnung.

**[0020]** Die [Fig. 1](#) zeigt schematisch den bevorzugten Aufbau einer Bewässerungsvorrichtung zur Bewässerung von unregelmäßig berandeten Flächen. Eine Regneranordnung RA besitzt eine Düsenanordnung DU, welche bezüglich einem als feststehend angenommenen Gehäuse der Regneranordnung um eine typischerweise vertikal ausgerichtete Drehachse DA drehbar ist. Die Regneranordnung kann als Kreisregner mit kontinuierlicher Drehbewegung oder als Sektorenregner mit alternierender Drehrichtung betrieben sein. Der Antrieb der Drehung der Düsenanordnung erfolgt vorzugsweise mittels eines von wenigstens einem Teil des zu der Düsenanordnung strömenden Wassers angetriebenen Turbinenrads und eines drehzahluntersetzenden Getriebes.

**[0021]** Eine von der Drehposition der Düsenanordnung um die vertikale Drehachse abhängige Reichweite der Strahlanordnung ist vorteilhafterweise als paarweise Zuordnung digitaler Werte von Drehposition und Reichweite in einem Speicher einer vorzugsweise baulich mit der Regneranordnung vereinigten elektronischen Steuereinrichtung abgespeichert. Die aktuelle Drehposition ist vorteilhafterweise über eine Drehwinkelsensoranordnung erfassbar. Die Steuereinrichtung ist vorteilhafterweise durch den Benutzer programmierbar, insbesondere durch Einspeichern einer auf die jeweilige zu beregnende Fläche abgestimmten Zuordnung von Drehpositionen der Düsenanordnung und Reichweiten der Strahlanordnung. Hierbei ist in bevorzugter Ausführung vorgesehen, dass die Einprogrammierung von Wertepaaren zugeordneter Werte von Drehposition und Reichweite in der Weise erfolgt, dass die Düsenanordnung vom Benutzer auf eine bestimmte Drehposition, insbesondere in Richtung eines charakteristischen Punkts, z.B. eines Eckpunkts, der Kontur der zu beregnenden Fläche eingestellt und in dieser Drehposition die ge-

wünschte Reichweite eingestellt und das Wertepaar abgespeichert werden. Die Einstellung einer bestimmten Drehposition und deren Beibehaltung bis zur Einstellung der gewünschten Reichweite und Abspeicherung des Wertepaars erfolgt vorzugsweise dadurch, dass die Düsenanordnung in ihrer kontinuierlichen Drehbewegung manuell oder durch Eingriff einer elektronisch aktivierbaren mechanischen Sperre angehalten wird. Bedienelemente zur Einstellung der Reichweite können in erster vorteilhafter Ausführung zusammen mit der Steuereinrichtung baulich mit der Regneranordnung vereint sein. In anderer vorteilhafter Ausführung kann eine räumlich von der Regneranordnung getrennte Bedieneinrichtung vorgesehen sein, welche über ein vorzugsweise lösbares Kabel oder über eine drahtlose Signalverbindung mit der Regneranordnung bzw. einer mit dieser baulich vereinten Steuereinrichtung verbunden ist und die Fernbedienung des Programmiervorgangs ggf. einschließlich des Anhaltens der Drehbewegung der Düsenanordnung, der Einstellung der gewünschten Reichweite und der Einprogrammierung der Wertepaare ermöglicht. Vorzugsweise werden nur wenige Wertepaare für Drehpositionen in Richtung charakteristischer Punkte der Flächenkontur einprogrammiert und die Reichweiten zu anderen Drehpositionen durch Interpolation abgeleitet. Die vorstehenden Merkmale zur Programmierung der Steuereinrichtung sind auch unabhängig von dem besonderen Strahlbild mit überschneidenden Einzelstrahlen vorteilhaft für eine Beregnungsvorrichtung anwendbar.

**[0022]** Der Regneranordnung ist über eine wasserführende Zuleitung ZL, z. B. unter Einfügung eines Bewässerungscomputers mit einer Wasserquelle, insbesondere einer Pumpe oder einer allgemeinen Wasserversorgung verbindbar oder absperrbar. Bei Zuleitung von unter Leitungsdruck stehendem Wasser durch die Zuleitung durchströmt dieses ein Regulierventil RE und eine Antriebseinrichtung AE und tritt in Form mehrerer Einzelstrahlen aus der Düsenanordnung DU aus. Die Düsenanordnung wird durch die Antriebseinrichtung kontinuierlich um die Drehachse DA gedreht, beim Sektorenregnerbetrieb mit abwechselnder Drehrichtungsumschaltung an den Sektorengrenzen. Die aktuelle Winkelstellung wird fortlaufend mittels eines Winkelsensorsignals SD eines Drehwinkelsensors DS in einer Steuereinrichtung SE ermittelt. Die Steuereinrichtung gibt in Abhängigkeit von der momentanen Drehwinkelstellung der Düsenanordnung ein Steuersignal SI an ein Stellglied in der Regneranordnung, welches das Regulierventil betätigt und dieses so einstellt, dass eine drehwinkelabhängige Reichweite der von der Düsenanordnung abgegebenen Strahlanordnung erreicht wird. Vorteilhafterweise ist der maximale einstellbare Strömungsquerschnitt des Regulierventils kleiner als die Summe der Düsenquerschnitte aller Einzeldüsen der Düsenanordnung.

**[0023]** Fig. 2 zeigt ein Beispiel für eine unregelmäßig berandete Fläche, welche mit einer als Sektorenregner betriebenen Beregnungsvorrichtung BV mit drehwinkelabhängiger Reichweite RI (Wi) der Strahlanordnung beregnet wird.

**[0024]** Fig. 3 zeigt schematisch für eine um eine vertikale Drehachse DA drehbare Düsenanordnung DU ein Strahlbild mit sechs aus Einzeldüsen der Düsenanordnung abgegebenen Einzelstrahlen S1H, S2H, ... bis S6H in einer Einzelstellung einer Beregnungsvorrichtung auf maximale Reichweite RH. Die einzelnen Strahlen S1H bis S6H sind idealisiert als über ihren jeweiligen gesamten Bahnverlauf ungestörte und konzentrierte gebündelte Strahlen eingezeichnet, um Strahlparameter wie Überkreuzungen und Reichweiten besser zu veranschaulichen. Die Strahlen verlaufen alle im wesentlichen in einer gemeinsamen vertikalen Ebene, welche vorzugsweise durch die vertikale Drehachse DA geht.

**[0025]** Der ungestörte Verlauf entspricht dem Strahlverlauf von Solostrahlen, also den jeweiligen Einzelstrahlen in der fiktiven Situation ohne andere Strahlen. Auch für Solostrahlen weicht der reale Strahlverlauf von der durchgehend konzentrierten gebündelten Form ab und zeigt mit zunehmendem Weg entlang der Strahlbahn eine Aufweitung und Zerteilung, sowohl in radialer Richtung als auch senkrecht zu der genannten gemeinsamen Ebene.

**[0026]** Während für die vereinfachten Bahnverläufe der Solostrahlen konkrete Reichweiten R1H bis R6H eingetragen sind, zeigen die realen Solostrahlen aufgrund der Strahlaufweitung radiale Beregnungsbereiche, wie für den Strahl S4H mit RB4 eingetragen mit einer Verteilung der Beregnungsdichte um ein Maximum der Beregnungsdichte. Ein solcher radialer Beregnungsbereich sei beispielsweise als der Bereich definiert, innerhalb dessen die Beregnungsdichte wenigstens 20 % der maximalen Beregnungsdichte innerhalb der Verteilung beträgt. Vorteilhafterweise überlappen die in radialer Richtung aufeinander folgenden Beregnungsbereiche zumindest für die überwiegende Zahl der Solostrahlen nicht. Insbesondere können für die gegebene, aber geringe Strahlaufweitung der Solostrahlen Düsen benutzt werden, welche große und/oder genau wählbare und verstellbare Reichweiten der Solostrahlen erzielen. Düsen für definierte Strahlformen sind an sich in großer Zahl bekannt. Strahlen mit geringer Strahlaufweitung lassen sich, im Unterschied zu Solostrahlen für die Beregnung der genannten radialen Strecke von der Düsenanordnung, vorteilhaft ohne gravierende Veränderung der Strahlform bei ein und derselben Düse über einen großen Reichweitenbereich durch Variation der Durchflussmenge veränderlich einstellen.

**[0027]** Für die ungestörte Überlagerung aller Solostrahlen ergäbe sich dann eine unbefriedigend un-

gleichmäßige radiale Verteilung der Beregnungsdichte. Durch die Überkreuzung der Strahlverläufe wird eine Störung der Solostrahlen eingefügt, welche in einer Verbreiterung und Nivellierung der Beregnungsdichte gegenüber den den einzelnen Solostrahlen zugeordneten Verteilungen resultiert.

**[0028]** Von besonderem Vorteil ist, dass die einzelnen Strahlen als Solostrahlen mittels eines stromaufwärts angeordneten, allen Strahlen gemeinsamen Regulierventils über einen großen Veränderungsbe- reich in der Reichweite verändert werden können, bei der kollektiven Veränderung aber die geringe Aufwei- tung als Solostrahl und den relativen Verlauf zu den anderen Strahlen beibehalten. Hierdurch lässt sich vorteilhafterweise mit wenigen Düsen eine Grundver- teilung der Beregnungsdichte vorgeben, welche durch die bewusst eingefügte Störung der Strahlver- läufe durch die Überkreuzungen nivelliert wird. Da die Reichweiten monoton mit der Durchflussrate korre- liert sind, ergibt sich auch eine automatische Anpas- sung der ausgebrachten Wassermenge an die Reich- weite der Strahlanordnung.

**[0029]** In [Fig. 3](#) sind drei Strahlbilder zu einer maxi- mal einstellbaren Reichweite RH in [Fig. 3\(A\)](#) in einer minimal einstellbaren Reichweite RL in [Fig. 3\(C\)](#) und einer mittleren Reichweite RM in [Fig. 3\(B\)](#) gegenü- bergestellt, um die qualitativ gleichbleibenden Strahl- bilder zu veranschaulichen. Als Reichweite der Strahlanordnung ist dabei der Einfachheit halber die Reichweite des am weitesten reichenden Strahls als Solostrahl S6H bzw. S6M bzw. S6L ohne Berücksich- tigung einer Verteilung der Beregnungsdichte und/oder einer Strahlstörung eingetragen.

**[0030]** Mit der Verringerung der Strahlweiten verrin- gern sich typischerweise auch die radialen Ausdeh- nungen der Beregnungsbereiche, wie mit RB4H, RB4M und RB4L angedeutet.

**[0031]** In [Fig. 4](#) ist das Strahlverhalten an einer Überkreuzung zweier Strahlen SA, SB vereinfacht skizziert. Die gebündelt eingezeichneten Strahlen sind im Realfall fluktuierend aufgeweitet und aufge- teilt, so dass sich die Strahlen überwiegend ungestört durchdringen können. Ein Teil der Strahlen wird aber bei der Überkreuzung aus dem ungestörten Strahl- verlauf mehr oder weniger ausgelenkt und bildet ein Störbild, welches sowohl wie mit unterbrochenen Lin- nien angedeutet als kleinteilige Streuung SS als auch in Form einer zusätzlichen Aufweitung oder Zertei- lung der weiterführenden Strahlen auftreten kann. Wie aus [Fig. 3](#) ersichtlich, treten im Verlauf eines Strahls mehrere solche Überkreuzungen auf, so dass sich die Störungen kumulieren.

**[0032]** Die Kreuzungswinkel WK an Strahlüberkreuz- ungen sind vorteilhafterweise größer als 10 Grad. Vorteilhafterweise beträgt ein über alle Überkreuzun-

gen gemittelter mittlerer Überkreuzungswinkel we- nigstens 30 Grad.

**[0033]** In [Fig. 5](#) ist ein vergrößerter schematischer Ausschnitt einer Düsenanordnung mit einer Strahlan- ordnung mit mehreren austretenden Strahlen S1 bis S6 skizziert. Die Strahlanordnung bildet beim Austritt aus der Düsenanordnung vorteilhafterweise ein di- vergierendes Strahlenbündel. Die Winkel W1, ..., W6 der Austrittsrichtungen gegen die vertikale Richtung der Drehachse DA sind vorteilhafterweise für die ein- zelnen Strahlen verschieden. Der kleinste Winkel W1 beträgt vorteilhafterweise wenigstens 6 Grad, insbe- sondere wenigstens 9 Grad. Vorteilhafterweise be- trägt der kleinste Winkel höchstens 20 Grad, insbe- sondere höchstens 15 Grad.

**[0034]** Der größte Austrittswinkel W6 beträgt vorteil- hafterweise maximal 60 Grad. Die Differenz zwis- chen dem größten Austrittswinkel und dem kleinsten Austrittswinkel W6 – W1 beträgt vorteilhafterwei- se wenigstens 30 Grad.

**[0035]** Die Strahlen verlassen die Einzeldüsen vor- teilhafterweise im wesentlichen in laminarer Strahl- form. Für die Reichweiten der Einzelstrahlen gilt zu- mindest für die überwiegende Anzahl, vorzugsweise alle der Einzelstrahlen, dass ein größerer Austritts- winkel gegen die Vertikale mit einer größeren Reich- weite korreliert ist, wie auch im Beispiel nach [Fig. 3](#) angenommen.

**[0036]** Die Düsenaustritte können, wie in dem Bei- spiel nach [Fig. 5](#) angedeutet, bezüglich der Drehach- se DA entgegen gesetzt innerhalb der Düsenanord- nung positioniert sein, sind aber alle in die gleiche Richtung, in der Skizze der [Fig. 5](#) nach links gerich- tet. Die Austrittswinkel gegen die Vertikale sind alle in gleicher Richtung gegen die Vertikale geneigt.

**[0037]** Vorteilhafterweise weisen die Einzeldüsen zumindest teilweise unterschiedliche Düsenquer- schnitte für unterschiedliche Durchflussraten in die verschiedenen Einzelstrahlen auf, wobei vorzugswei- se zumindest für die überwiegende Anzahl der Ein- zelstrahlen gilt, dass mit durch den Austrittswinkel bestimmter zunehmender Reichweite der Düsen- querschnitt zunimmt oder zumindest nicht abnimmt. Vorteilhafterweise ist dem am weitesten reichenden Strahl S6 der größte Düsenquerschnitt zugeordnet.

**[0038]** Die vorstehend und die in den Ansprüchen angegebenen sowie die den Abbildungen entnehmbaren Merkmale sind sowohl einzeln als auch in ver- schiedener Kombination vorteilhaft realisierbar. Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführ- ungsbeispiele beschränkt, sondern im Rahmen fachmännischen Könnens in mancherlei Weise ab- wandelbar.

**Patentansprüche**

1. Berechnungsvorrichtung mit einer um eine vertikale Achse drehbaren Düsenanordnung zur Erzeugung eines Strahlbilds, dessen Reichweite mittels einer Steuereinrichtung und eines von dieser ansteuerbaren stromaufwärts der Düsenanordnung angeordneten Regulierventil in Abhängigkeit von der Drehwinkelstellung der Düsenanordnung veränderlich einstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsenanordnung mehrere Einzeldüsen enthält und diesen entsprechend mehrere Einzelstrahlen erzeugt, wobei die Einzelstrahlen im wesentlichen in einer Ebene liegen, voneinander verschiedene Reichweiten besitzen und sich überschneidend verlaufen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelstrahlen an den Düsenaustritten unterschiedliche Winkel gegen die vertikale Drehachse aufweisen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der kleinste Austrittswinkel wenigstens 6 Grad, insbesondere wenigstens 9 Grad beträgt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der kleinste Austrittswinkel höchstens 20 Grad, insbesondere höchstens 15 Grad beträgt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der größte Austrittswinkel höchstens 60 Grad beträgt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Winkeldifferenz zwischen dem kleinsten und dem größten Austrittswinkel wenigstens 30 Grad beträgt.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der gemittelte Winkel der Überschneidungen wenigstens 30° beträgt.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelstrahlen an den Düsenaustritten ein divergierendes Strahlbündel bilden.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest für die überwiegende Anzahl der Einzelstrahlen gilt, dass ein geringerer Düsenaustrittswinkel mit einer geringeren Reichweite als Solostrahl verbunden ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Berechnungsbereiche benachbarter Einzelstrahlen als Solostrahlen nicht überlappen.

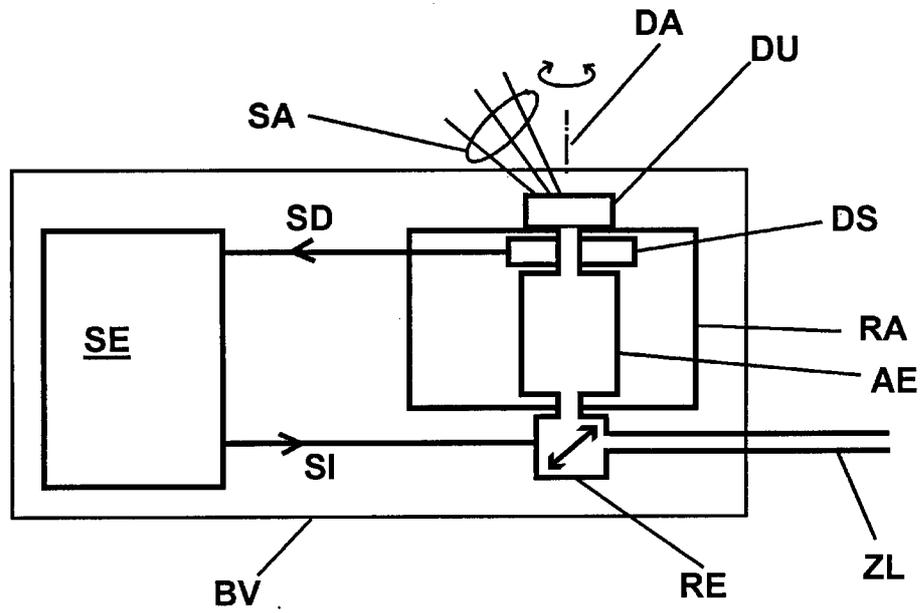
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelstrahlen bei größerer Reichweite die Düsenaustritte als laminaire Strahlen verlassen.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Reichweite des Strahlbilds um einen Faktor von wenigstens 2 veränderbar ist.

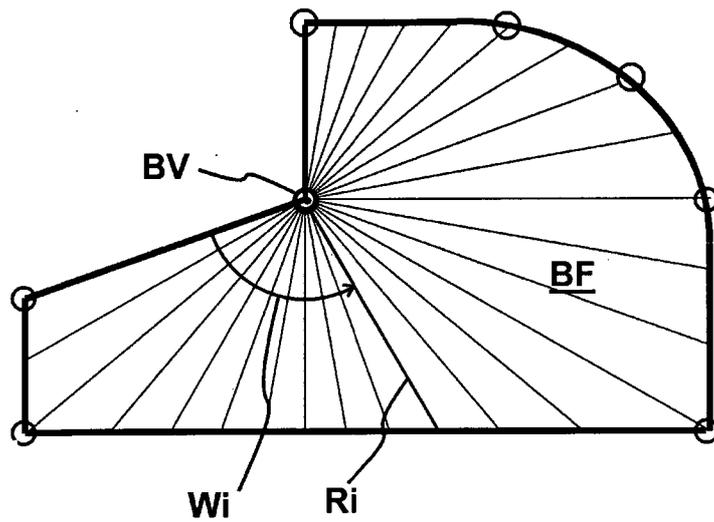
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Einzeldüsen unterschiedliche Düsenquerschnitte aufweisen.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest für die überwiegende Zahl der Einzeldüsen gilt, dass ein größerer Austrittsquerschnitt der Einzeldüse mit einer größeren Reichweite des zugehörigen Strahls korreliert ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

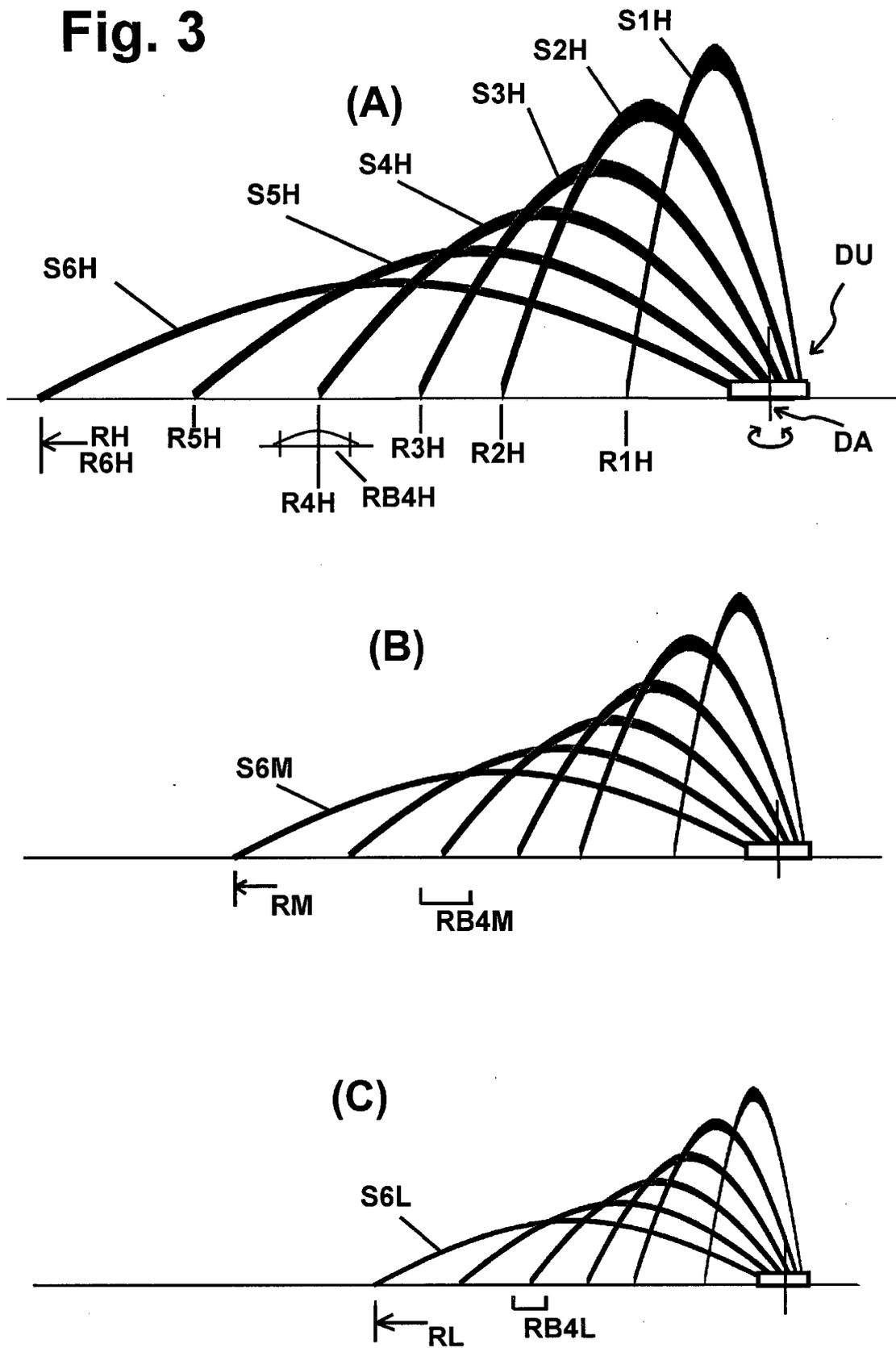


**Fig. 1**

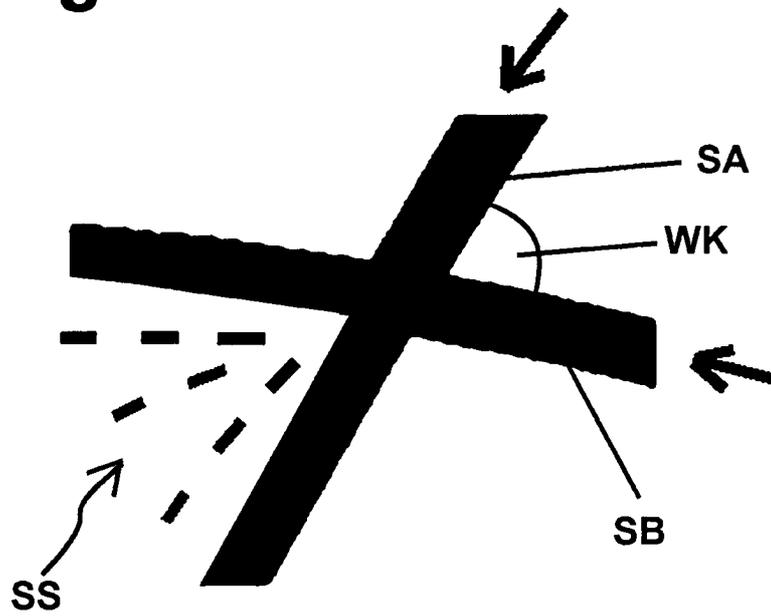


**Fig. 2**

**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**

