(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2021 205 514 A1** 2022.12.01

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2021 205 514.1**
(22) Anmeldetag: **31.05.2021**
(43) Offenlegungstag: **01.12.2022**

(51) Int Cl.: ***E04G 21/02*** (2006.01)
B28B 1/00 (2006.01)
B33Y 30/00 (2015.01)

(71) Anmelder:
Putzmeister Engineering GmbH, 72631 Aichtal, DE

(74) Vertreter:
Patentanwälte Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner mbB, 70174 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Kasten, Knut, Dr., 73760 Ostfildern, DE; Huth, Tobias, 70327 Stuttgart, DE; Dürr, Hans-Bernd, Dr.-Ing., 71083 Herrenberg, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

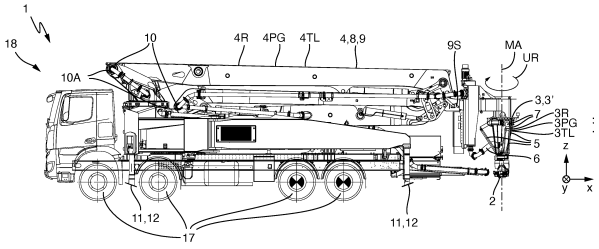
DE	**10 2019 202 577**	**A1**
US	**2013 / 0 297 046**	**A1**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Drucksystem und Verwendung eines Drucksystems**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Drucksystem (1) zur Bildung eines Strangs (ST) von Baustoff (BS) zum 3D-Druck von einem Bauwerksteil (BWT), wobei das Drucksystem (1) aufweist:
- einen Druckkopf (2), einen Parallelroboter (3), insbesondere einen Deltaroboter (3'), und eine Grobbewegungseinrichtung (4),
- wobei der Druckkopf (2) zum Austrag von Baustoff (BS) aus dem Drucksystem (1) heraus und zur Formung von Baustoff (BS) zur Bildung des Strangs (ST) von Baustoff (BS) ausgebildet ist,
- wobei der Parallelroboter (3) zur Feinpositionierung des Druckkopfes (2) in Bezug auf die Grobbewegungseinrichtung (4) mindestens drei Roboterarmeinrichtungen (5) aufweist, wobei entlang einer Umfangsrichtung (UR) um eine Mittelachse (MA) des Parallelroboters (3) herum mindestens zwei nächste der Roboterarmeinrichtungen (5) mit einem stumpfen Bogenwinkel (a) zueinander versetzt sind, und
- wobei die Grobbewegungseinrichtung (4) zur Grobbewegung des Parallelroboters (3) mit dem Druckkopf (2) ausgebildet ist.



Beschreibung

ANWENDUNGSGEBIET UND STAND DER TECHNIK

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Drucksystem zur Bildung eines Strangs von Baustoff zum 3D-Druck von einem Bauwerksteil und eine Verwendung eines solchen Drucksystems zur Bildung eines Strangs von Baustoff zum 3D-Druck von einem Bauwerksteil.

AUFGABE UND LÖSUNG

[0002] Der Erfindung liegt als Aufgabe die Bereitstellung eines Drucksystems zur Bildung eines Strangs von Baustoff zum 3D-Druck von einem Bauwerksteil zugrunde, das verbesserte Eigenschaften aufweist. Des Weiteren liegt der Erfindung als Aufgabe die Bereitstellung einer Verwendung eines solchen Drucksystems zur Bildung eines Strangs von Baustoff zum 3D-Druck von einem Bauwerksteil zugrunde.

[0003] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Bereitstellung eines Drucksystems mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und einer Verwendung mit den Merkmalen des Anspruchs 15. Vorteilhafte Weiterbildungen und/oder Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0004] Das erfindungsgemäße Drucksystem ist zur, insbesondere automatischen, Bildung eines Strangs von Baustoff zum 3D-Druck von einem, insbesondere 3-dimensionalen, Bauwerksteil ausgebildet. Das Drucksystem weist einen Druckkopf, einen Parallelroboter, insbesondere einen Deltaroboter, und eine Grobbewegungseinrichtung auf. Der Druckkopf ist zum, insbesondere automatischen, Austrag von Baustoff aus dem Drucksystem heraus und zur, insbesondere automatischen, Formung von Baustoff zur Bildung des Strangs von Baustoff ausgebildet. Der Parallelroboter weist zur, insbesondere automatischen, Feinpositionierung bzw. -bewegung des Druckkopfes in Bezug auf die Grobbewegungseinrichtung, insbesondere während des Austrags und/oder der Formung von Baustoff, mindestens drei Roboterarmeinrichtungen auf. Entlang einer Umfangsrichtung um eine Mittelachse des Parallelroboters herum sind mindestens zwei nächste der Roboterarmeinrichtungen mit einem stumpfen Bogenwinkel zueinander versetzt, insbesondere angeordnet. Die Grobbewegungseinrichtung ist zur, insbesondere automatischen, Grobbewegung bzw. -positionierung des Parallelroboters mit dem Druckkopf, insbesondere während des Austrags und/oder der Formung von Baustoff, ausgebildet.

[0005] Dies, insbesondere der Parallelroboter, ermöglicht eine, insbesondere schnelle, Kompensation bzw. einen, insbesondere schnellen, Ausgleich einer Positionierungs- bzw. Zielungenauigkeit der Grobbewegungseinrichtung. Somit ermöglicht dies eine positions- bzw. zielgenaue bzw. präzise und/oder schnelle Bildung des Strangs von Baustoff zum 3D-Druck von dem Bauwerksteil. Zusätzlich oder alternativ ermöglicht dies, insbesondere der stumpfe Bogenwinkel, eine gute Zugänglichkeit zu der Mittelachse.

[0006] Insbesondere kann der, insbesondere ausgetragene und/oder geformte, Strang kontinuierlich sein bzw. sich in, insbesondere gewisser, Länge erstrecken.

[0007] Der Baustoff kann Beton, insbesondere Frischbeton, und/oder thixotrop und/oder stichfest bzw. formstabil, insbesondere während des Austrags, sein.

[0008] Der 3-Druck kann als additive Fertigung bezeichnet werden. Zusätzlich oder alternativ kann der Strang, insbesondere schichtweise, auf einem bzw. einen bereits gebildeten Strang abgelegt bzw. aufgetragen werden und/oder auf dem bzw. den Strang kann, insbesondere schichtweise, ein weiterer Strang abgelegt bzw. aufgetragen werden.

[0009] Das Bauwerksteil kann ein Gebäudebauwerksteil und/oder eine Wand und/oder eine Decke sein. Zusätzlich oder alternativ kann der Strang, insbesondere eine Breite des Strangs, die, insbesondere gesamte, Wand- und/oder Deckendicke aufweisen.

[0010] Das Drucksystem kann ein Extrudersystem zur Extrusion des Strangs von Baustoff zum 3D-Druck von dem Bauwerksteil sein. Zusätzlich oder alternativ kann der Druckkopf ein Extruderkopf zur Extrusion von Baustoff aus dem Drucksystem heraus sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann der Druckkopf eine Extruderdüse aufweisen. Die Extruderdüse kann eine Austrittsöffnung zum Austritt, insbesondere des Strangs, von Baustoff aus dem Drucksystem heraus, insbesondere in einer nichtvertikalen, insbesondere horizontalen, Austrittsrichtung, aufweisen. Insbesondere kann die Austrittsöffnung eine, insbesondere maximale, Öffnungsbreite von minimal 100 mm (Millimeter), insbesondere minimal 200 mm, und/oder maximal 800 mm, insbesondere maximal 600 mm, insbesondere 400 mm, aufweisen bzw. haben, insbesondere in einer zu der Austrittsrichtung orthogonalen ersten Radialrichtung. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Austrittsöffnung eine, insbesondere maximale, Öffnungshöhe von minimal 15 mm, insbesondere minimal 25 mm, und/oder maximal 400 mm, insbesondere maximal 200 mm, insbesondere maximal 100 mm, insbesondere 50 mm, aufweisen bzw. haben, insbesondere in einer zu der Austrittsrichtung orthogonalen zweiten

Radialrichtung. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Austrittsöffnung eine Viereckform, insbesondere eine Trapezform, insbesondere eine Parallelogrammform, insbesondere eine Rechteckform, aufweisen bzw. haben. Weiter zusätzlich oder alternativ kann ein Strangquerschnitt, insbesondere eine Form und/oder eine Größe des Strangquerschnitts, des, insbesondere ausgetragenen, Strangs einem Öffnungsquerschnitt, insbesondere einer Form und/oder einer Größe des Öffnungsquerschnitts, der Austrittsöffnung entsprechen, insbesondere gleichen. Weiter zusätzlich oder alternativ können/kann der Öffnungsquerschnitt der Austrittsöffnung und/oder der Strangquerschnitt des Strangs nicht- parallel, insbesondere orthogonal, zu der Austrittsrichtung sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann das Drucksystem zum Ablegen des ausgetragenen Strangs derart ausgebildet sein, dass der, insbesondere abgelegte, Strang seinen Strangquerschnitt beibehält, insbesondere des ausgetragenen Strangs. In anderen Worten: Das Drucksystem braucht oder kann nicht derart ausgebildet sein, dass der Baustoff auf eine bereits bestehende Baustoffschicht bzw. -lage gedrückt und damit verformt werden braucht oder kann.

[0011] Der Begriff „Manipulator“ kann synonym für den Begriff „Roboter“ verwendet werden.

[0012] Der Begriff „paralleler Roboter“ kann synonym für den Begriff „Parallelroboter“ verwendet werden. Zusätzlich oder alternativ kann der Parallelroboter zur, insbesondere translatorischen, Feinpositionierung bzw. -bewegung und/oder, insbesondere rotatorischen, Feinausrichtung bzw. -bewegung des Druckkopfes in Bezug auf die Grobbewegungseinrichtung, insbesondere in einer, insbesondere horizontalen, Positionierungsrichtung, ausgebildet sein. Weiter zusätzlich oder alternativ können die Roboterarmeinrichtungen Gelenkarmeinrichtungen aufweisen, insbesondere, sein. Weiter zusätzlich oder alternativ können die Roboterarmeinrichtungen, insbesondere mittels Kreuzgelenke, mit einer Basis und/oder einer Plattform des Parallelroboters verknüpft sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Basis des Parallelroboters, insbesondere in bzw. entlang einer vertikalen Richtung und/oder der Mittelachse, oberhalb der sich bewegenden Teile des Parallelroboters und/oder der Plattform des Parallelroboters montiert sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann der Begriff „Zentralachse“ synonym für den Begriff „Mittelachse“ verwendet werden. Weiter zusätzlich oder alternativ kann der Druckkopf mindestens teilweise auf der Mittelachse und/oder zwischen den, insbesondere drei, Roboterarmeinrichtungen und/oder der Basis und/oder der Plattform angeordnet sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann das Drucksystem zur, insbesondere automatischen, rotatorischen Bewegung des Parallelroboters und des Druckkopfes, insbesondere mit seiner Austrittsöffnung, insbesondere um die Mittelachse herum, insbesondere während des Austrags und/ oder der Formung von Baustoff, ausgebildet sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann der stumpfe Bogenwinkel zwischen einem Vektor von der Mittelachse zu einer der Roboterarmeinrichtungen und einem anderen bzw. nächsten Vektor von der Mittelachse zu einer anderen bzw. nächsten der Roboterarmeinrichtungen sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann der stumpfe Bogenwinkel minimal 105 ° (Grad) sein. Weiter zusätzlich oder alternativ können entlang der Umfangsrichtung um die Mittelachse herum alle, insbesondere jeweils, nächsten der Roboterarmeinrichtungen mit einem, insbesondere etwa, insbesondere genau, gleichen bzw. gleichwertigen, stumpfen Bogenwinkel zueinander versetzt sein. Insbesondere kann etwa gleich bedeuten, dass die Bogenwinkel eine Winkelabweichung von maximal 5°, insbesondere maximal 2,5 °, aufweisen bzw. haben können.

[0013] Der Parallelroboter kann, insbesondere an seinem, insbesondere unteren, Ende, den Druckkopf, insbesondere unmittelbar, tragen. Zusätzlich oder alternativ kann der Druckkopf sich, insbesondere mit seiner Austrittsöffnung, über den Parallelroboter hinaus, insbesondere nach unten, insbesondere entlang der vertikalen Richtung bzw. der Mittelachse, und/oder seitlich bzw. umfangsseitig bzw. nach vorne, insbesondere in bzw. entlang einer horizontalen Richtung und/oder der Austrittsrichtung und/oder radial zu der Mittelachse, ausdehnen bzw. erstrecken. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Grobbewegungseinrichtung, insbesondere an ihrem Ende, den Parallelroboter, insbesondere tragend den Druckkopf, insbesondere unmittelbar, tragen. Weiter zusätzlich oder alternativ kann der Parallelroboter sich, insbesondere mit dem Druckkopf, über die Grobbewegungseinrichtung hinaus ausdehnen bzw. erstrecken. Dies, insbesondere die Ausdehnung, kann den Austrag des Strangs, insbesondere in der horizontalen Austrittsrichtung, relativ nah, insbesondere vertikal, über einem bereits gebildeten Strang, insbesondere ohne diesen zu beschädigen, und somit ein Ablegen des ausgetretenen Strangs aus relativ niedriger Höhe ermöglichen.

[0014] Der Begriff „Grobpositionierungseinrichtung“ kann synonym für den Begriff „Grobbewegungseinrichtung“ verwendet werden. Zusätzlich oder alternativ kann die Grobbewegungseinrichtung zur translatorischen und/oder rotatorischen Grobbewegung des Parallelroboters mit dem Druckkopf, insbesondere in einer, insbesondere horizontalen, Bewegungsrichtung, ausgebildet sein. Insbesondere kann der Druckkopf zum Austrag, insbesondere des Strangs, von Baustoff aus dem Drucksystem, insbesondere der Austrittsöffnung, heraus in der zu der Bewegungsrichtung nicht-orthogonalen, insbesondere

umgekehrten, insbesondere entgegengesetzten, Austrittsrichtung, insbesondere während der Grobbewegung, ausgebildet sein. Zusätzlich oder alternativ kann das Drucksystem, insbesondere der Druckkopf, zum Austrag, insbesondere des Strangs, von Baustoff aus dem Drucksystem, insbesondere der Austrittsöffnung, heraus mit einer, insbesondere variabel, insbesondere kontinuierlich, einstellbaren bzw. verstellbaren, Austrittsgeschwindigkeit ausgebildet sein. Die Grobbewegungseinrichtung kann zur Grobbewegung des Parallelroboters mit dem Druckkopf mit einer der Austrittsgeschwindigkeit etwa gleichenden Bewegungsgeschwindigkeit, insbesondere während des Austrags, ausgebildet sein. Dies kann, insbesondere die etwa gleichen Geschwindigkeiten können, ermöglichen, dass der ausgetragene und/oder abgelegte Strang seinen, insbesondere dem Öffnungsquerschnitt entsprechenden, insbesondere gleichenden, Strangquerschnitt beibehalten kann. Insbesondere kann umgekehrt minimal 135°, insbesondere minimal 150°, insbesondere 165° bedeuten. Zusätzlich oder alternativ kann entgegengesetzt 180° bedeuten. Weiter zusätzlich oder alternativ kann etwa einen Unterschied bzw. eine Abweichung von maximal 5 Prozent (%), insbesondere von maximal 2 %, insbesondere von maximal 1 %, bedeuten.

[0015] Das Drucksystem kann eine Kontrolleinrichtung, insbesondere eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung, aufweisen. Die Kontrolleinrichtung kann zur, insbesondere automatischen, Kontrolle, insbesondere Steuerung und/oder Regelung, des Druckkopfes und/oder des Parallelroboters und/oder der Grobbewegungseinrichtung, insbesondere in Abhängigkeit von Daten, insbesondere einem Bau- bzw. Konstruktionsplan, insbesondere in einem Speicher der Kontrolleinrichtung, des zu druckenden Bauwerkteils, ausgebildet sein. Insbesondere kann die Kontrolleinrichtung einen Computer aufweisen, insbesondere sein. Dies kann ermöglichen, dass ein Arbeiter das Drucksystem nicht zu kontrollieren braucht und/oder Fehler beim Bau zu reduzieren oder sogar zu vermeiden.

[0016] In einer Weiterbildung der Erfindung weist das Drucksystem einen, insbesondere flexiblen, Förderschlauch auf. Der Förderschlauch führt zur Leitung von Baustoff, insbesondere von der Grobbewegungseinrichtung, zu dem Druckkopf zwischen den zwei nächsten Roboterarmeinrichtungen mit dem stumpfen Bogenwinkel zueinander versetzt durch, insbesondere seitlich bzw. umfangsseitig und/oder radial zu der Mittelachse. Dies ermöglicht den Austrag von Baustoff mittels des Druckkopfes. Zusätzlich oder alternativ ist dies durch die gute Zugänglichkeit zu der Mittelachse ermöglicht. Insbesondere können/kann die Grobbewegungseinrichtung, der Parallelroboter und/oder der Druckkopf den Förderschlauch, insbesondere unmittelbar, tragen. Zusätzlich oder alternativ braucht oder kann der Förderschlauch nicht den Parallelroboter und/oder den Druckkopf tragen. Weiter zusätzlich oder alternativ kann der Förderschlauch teilweise auf der Mittelachse und/oder der Basis und/oder der Plattform angeordnet sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann das Drucksystem zur, insbesondere automatischen, rotatorischen Bewegung des Förderschlauchs und des Druckkopfes, insbesondere mit seiner Austrittsöffnung, insbesondere um die Mittelachse herum, insbesondere während des Austrags und/ oder der Formung von Baustoff, ausgebildet sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann der Druckkopf eine Umlenkeinrichtung bzw. ein Umlenkelement aufweisen. Die Umlenkeinrichtung kann flussaufwärts der Austrittsöffnung angeordnet und zur Umlenkung von einem Fluss von Baustoff, insbesondere von der nichthorizontalen, insbesondere vertikalen, Richtung, insbesondere von oben nach unten, in Richtung, insbesondere in Austrittsrichtung, insbesondere von hinten nach vorne, der Austrittsöffnung ausgebildet sein. Dies, insbesondere die Umlenkeinrichtung, kann den horizontalen Austritt ermöglichen.

[0017] Insbesondere kann der Parallelroboter ein Hexapod sein. Aber der Parallelroboter braucht nicht ein Hexapod sein. Zusätzlich oder alternativ kann der Parallelroboter, braucht aber nicht vier oder mehr Roboterarmeinrichtungen aufweisen.

[0018] In einer Weiterbildung der Erfindung weist der Parallelroboter, insbesondere der Deltaroboter, genau drei Roboterarmeinrichtungen auf. Zusätzlich oder alternativ ist der stumpfe Bogenwinkel etwa, insbesondere genau, 120°. Dies ermöglicht einen einfachen und somit kostengünstigen Aufbau des Parallelroboters. Weiter zusätzlich oder alternativ ermöglicht dies die Feinpositionierung des Druckkopfes in Bezug auf die Grobbewegungseinrichtung in bzw. mit, insbesondere genau, drei translatorischen Freiheitsgraden. Weiter zusätzlich oder alternativ ermöglicht dies eine besonders gute Zugänglichkeit zu der Mittelachse. Insbesondere kann die Formulierung „im Wesentlichen“ synonym für den Begriff „etwa“ verwendet werden.

[0019] In einer Weiterbildung der Erfindung weist der Parallelroboter elektrische und/oder hydraulische und/oder pneumatik-freie Antriebseinrichtungen auf. Die Antriebseinrichtungen sind zum, insbesondere automatischen, Antrieb bzw. zur Bewegung der Roboterarmeinrichtungen ausgebildet. Dies ermöglicht eine besonders schnelle und/oder genaue Feinpositionierung des Druckkopfes in Bezug auf die Grobbewegungseinrichtung. Insbesondere kann der Begriff „Aktuatoren“ synonym für den Begriff „Antriebseinrichtungen“ verwendet werden. Zusätzlich oder alternativ kann die Basis die Antriebseinrichtungen, insbesondere unmittelbar, tragen.

[0020] In einer Weiterbildung der Erfindung weist die Grobbewegungseinrichtung einen Seriellroboter, insbesondere einen Verteilermast, zur Grobbewegung des Parallelroboters, insbesondere an einer Mastspitze des Verteilermasts, insbesondere mit dem Druckkopf, auf. Insbesondere ist die Grobbewegungseinrichtung der Seriellroboter. Dies ermöglicht eine große Reichweite der Grobbewegungseinrichtung und somit ein großes Bauwerksteil. Zusätzlich oder alternativ ermöglicht dies einen platzsparenden und somit gut fahrbaren und/oder einen vor Ort schnell aufstellbaren und somit schnell einsatzbereiten Aufbau der Grobbewegungseinrichtung. Weiter zusätzlich oder alternativ ermöglicht dies die Grobbewegung des Parallelroboters mit dem Druckkopf in bzw. mit, insbesondere genau, drei translatorischen Freiheitsgraden. Insbesondere kann der Begriff „serieller Roboter“ synonym für den Begriff „Seriellroboter“ verwendet werden. Zusätzlich oder alternativ kann der Parallelroboter an der Mastspitze, insbesondere unmittelbar, angeordnet, insbesondere befestigt, sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann das Drucksystem eine Förderleitung, insbesondere ein, insbesondere unflexibles, Förderohr, zur Leitung von Baustoff, insbesondere zu dem Förderschlauch, aufweisen. Die Förderleitung kann mindestens teilweise entlang der Grobbewegungseinrichtung mindestens teilweise und/oder zu dem Förderschlauch führen. Insbesondere kann der Seriellroboter die Förderleitung, insbesondere unmittelbar, tragen. Zusätzlich oder alternativ kann die Förderleitung den Förderschlauch, insbesondere unmittelbar, tragen. Weiter zusätzlich oder alternativ braucht oder kann die Förderleitung nicht den Parallelroboter und/oder den Druckkopf tragen.

[0021] In einer Ausgestaltung der Erfindung weist der Seriellroboter, insbesondere nur, Drehgelenke auf. Drehachsen der Drehgelenke sind, insbesondere nur, parallel zueinander, insbesondere ausgerichtet bzw. orientiert. Dies ermöglicht eine einfache Kontrolle der Grobbewegung des Parallelroboters mit dem Druckkopf mittels der Grobbewegungseinrichtung. Zusätzlich oder alternativ ermöglicht dies einen einfachen und somit kostengünstigen Aufbau der Grobbewegungseinrichtung. Weiter zusätzlich oder alternativ ermöglicht dies eine, insbesondere nicht einstellbare bzw. nicht veränderliche und/oder parallele, Ausrichtung des Parallelroboters und/oder des Druckkopfes in Bezug auf eine Basis, insbesondere einen Fuß, des Seriellroboters. Insbesondere können die Drehachsen horizontal, insbesondere ausgerichtet, sein. Zusätzlich oder alternativ kann der Seriellroboter eine Knickarmkonstruktion aufweisen, insbesondere sein.

[0022] In einer Weiterbildung der Erfindung weist das Drucksystem eine Ausrichtungseinrichtung, insbesondere ein Abstützungssystem, auf. Die Ausrichtungseinrichtung ist zur, insbesondere automatischen, Ausrichtung, insbesondere einer Basis, insbesondere eines Fußes, der Grobbewegungseinrichtung in Bezug auf eine Bau-Umgebung des Drucksystems ausgebildet ist. Dies ermöglicht, dass der Seriellroboter, insbesondere nur, die Drehgelenke aufweisen kann. Zusätzlich oder alternativ ermöglicht dies, dass die Drehachsen horizontal, insbesondere ausgerichtet, sein können. Weiter zusätzlich oder alternativ ermöglicht dies eine, insbesondere die, Ausrichtung des Parallelroboters und/oder des Druckkopfes. Insbesondere kann der Begriff „Orientierung“ synonym für den Begriff „Ausrichtung“ verwendet werden. Zusätzlich oder alternativ kann die Ausrichtungseinrichtung die Grobbewegungseinrichtung, insbesondere an ihrer Basis, insbesondere unmittelbar, tragen.

[0023] In einer Weiterbildung der Erfindung sind/ist der Druckkopf und/oder der Parallelroboter frei von einem Neigungs-Freiheitsgrad. Dies ermöglicht einen einfachen und somit kostengünstigen Aufbau des Druckkopfes und/oder des Parallelroboters. Zusätzlich oder alternativ ermöglicht dies eine, insbesondere nicht einstellbare bzw. nicht veränderliche und/oder parallele, Ausrichtung des Druckkopfes und/oder des Parallelroboters in Bezug auf die Grobbewegungseinrichtung, insbesondere ein Ende der Grobbewegungseinrichtung. Insbesondere kann der Begriff „Kipp“ synonym für den Begriff „Neigung“ verwendet werden.

[0024] In einer Weiterbildung der Erfindung weist das Drucksystem eine Schnittstelle für eine und/oder die, insbesondere von der Grobbewegungseinrichtung unabhängige und/oder externe, Positions- und/oder Ausrichtungserfassungs- bzw. sensoreinrichtung auf. Die Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung ist zur Erfassung einer, insbesondere dynamischen, Positions- und/oder Ausrichtungsgröße, insbesondere eines Werts der Positions- und/oder Ausrichtungsgröße, bestimmend eine, insbesondere translatorische, Position, insbesondere einen Wert der Position, und/oder eine, insbesondere rotatorische, Ausrichtung, insbesondere einen Wert der Ausrichtung, des Druckkopfes und/oder des Parallelroboters in Bezug auf eine, insbesondere die, Bau-Umgebung des Drucksystems ausgebildet. Das Drucksystem weist eine, insbesondere die, Kontrolleinrichtung auf. Die Kontrolleinrichtung ist zur Kontrolle des Parallelroboters zur Feinpositionierung des Druckkopfes in Bezug auf die Grobbewegungseinrichtung in Abhängigkeit der erfassten Positions- und/oder Ausrichtungsgröße ausgebildet. Dies ermöglicht eine positionsgenaue Bildung des Strangs von Baustoff zum 3D-Druck von dem Bauwerksteil in Bezug auf die Bau-Umgebung. Insbesondere können/kann die Schnittstelle, die Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung und/oder die Kontrolleinrichtung elektrisch sein. Zusätzlich oder alternativ kann der Begriff „Detektion“ synonym

für den Begriff „Erfassung“ verwendet werden. Weiter zusätzlich oder alternativ können die Erfassung und/oder die Kontrolle automatisch sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Positions- und/oder Ausrichtungsgröße physikalisch sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Position eine Ist-Position sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Ausrichtung eine Ist-Ausrichtung sein.

[0025] Insbesondere kann die Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung ein Bildverarbeitungssystem (z.B. ein Laser Lichtschnittsystem), mindestens einen Triangulationssensor, eine Lichtschrankenfunktion und/oder mindestens einen Ultraschallsensor aufweisen, insbesondere sein.

[0026] In einer Ausgestaltung der Erfindung weist die Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung ein Tachymeter, insbesondere ein Lasertachymeter, auf. Insbesondere ist die Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung ein Tachymeter. Dies ermöglicht eine hohe Genauigkeit, insbesondere im 1 mm-Meterbereich. Insbesondere kann das Tachymeter optisch und/oder elektrisch sein.

[0027] In einer Ausgestaltung der Erfindung weist das Drucksystem eine Inertialsensor- bzw. erfassungseinrichtung auf. Die Inertialsensoreinrichtung weist mindestens einen Inertialsensor auf. Der Inertialsensor ist an dem Druckkopf und/oder dem Parallelroboter zur Erfassung einer, insbesondere dynamischen, Inertial- bzw. Bewegungsgröße, insbesondere eines Werts der Inertialgröße, bestimmend eine, insbesondere translatorische und/oder rotatorische, Bewegung, insbesondere einen Wert der Bewegung, des Druckkopfes und/oder des Parallelroboters in Bezug auf die Bau-Umgebung des Drucksystems, insbesondere unmittelbar, angeordnet, insbesondere befestigt, und ausgebildet. Die Kontrolleinrichtung ist zur Kontrolle des Parallelroboters zur Feinpositionierung des Druckkopfes in Bezug auf die Grobbewegungseinrichtung mittels Verknüpfung der, insbesondere mit einer niedrigen Frequenz, erfassten, insbesondere und/oder mit einem Zeitversatz an der Kontrolleinrichtung ankommenden, Positions- und/oder Ausrichtungsgröße und der, insbesondere mit einer höheren Frequenz, erfassten, insbesondere und/oder mit einem kleineren oder keinem bzw. ohne Zeitversatz an der Kontrolleinrichtung ankommenden, Inertialgröße miteinander, insbesondere mittels einer Schätzung, insbesondere eines Beobachters, ausgebildet. Dies ermöglicht eine fehlerminimierte und/oder, insbesondere somit, besonders genaue Kompensation, insbesondere vorausschauend und/oder, insbesondere somit, aktuell bzw. in Echtzeit. Insbesondere kann die Formulierung „inertiale Messeinheit“ synonym für den Begriff „Inertialsensoreinrichtung“ verwendet werden. Zusätzlich oder alternativ können/kann die Inertialsensoreinrichtung und/oder der Inertialsensor elektrisch sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann der Inertialsensor einen Beschleunigungs- und/oder Drehratensensor aufweisen, insbesondere sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Inertialgröße eine Beschleunigung und/oder eine Drehrate aufweisen, insbesondere sein. Weiter zusätzlich oder alternativ können/kann die Erfassung und/oder die Verknüpfung automatisch sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann der Begriff „Abtastrate“ synonym für den Begriff „Frequenz“ verwendet werden. Weiter zusätzlich oder alternativ kann der Begriff „Fusion“ synonym für den Begriff „Verknüpfung“ verwendet werden. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Schätzung eine Interpolation, insbesondere mittels eines dynamischen Modells, aufweisen, insbesondere sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Schätzung iterativ sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann der Beobachter einen Kalman-Filter, insbesondere einen Standard oder erweiterten Kalman-Filter, aufweisen, insbesondere sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Inertialsensoreinrichtung von der Grobbewegungseinrichtung und/oder der Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung unabhängig und/oder extern sein.

[0028] In einer Weiterbildung der Erfindung weist das Drucksystem ein Fahrgestell, insbesondere eine Autobaustoffpumpe aufweisend das Fahrgestell, auf. Das Fahrgestell trägt den Druckkopf, den Parallelroboter und die Grobbewegungseinrichtung, insbesondere unmittelbar. Dies ermöglicht einen einfachen und/oder, insbesondere somit, schnellen Transport des Drucksystems zu einem Einsatzort. Insbesondere kann das Fahrgestell die Grobbewegungseinrichtung an ihrer Basis, insbesondere unmittelbar, tragen. Zusätzlich oder alternativ kann das Fahrgestell den Förderschlauch, die Ausrichtungseinrichtung, insbesondere unmittelbar, die Schnittstelle, die Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung, die Inertialsensoreinrichtung und/oder die Kontrolleinrichtung tragen. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Ausrichtungseinrichtung das Fahrgestell, insbesondere unmittelbar, tragen, insbesondere an dem Einsatzort und/oder zur Ausrichtung der Grobbewegungseinrichtung in Bezug auf die Bau-Umgebung des Drucksystems.

[0029] In einer Weiterbildung der Erfindung weist das Drucksystem eine Baustoffpumpe auf. Die Baustoffpumpe ist zur, insbesondere automatischen, Förderung von Baustoff, insbesondere mindestens teilweise entlang der Grobbewegungseinrichtung, insbesondere zum Austrag von gefördertem Baustoff, aus dem Drucksystem heraus ausgebildet. Insbesondere kann die Baustoffpumpe mit dem Druckkopf für einen Fluss von Baustoff von der Baustoffpumpe zu dem Druckkopf verbunden sein, insbesondere mittels der Förderleitung und/oder des Förderschlauchs. Zusätzlich oder alternativ

kann die Baustoffpumpe zur Förderung von Baustoff durch die Förderleitung und/oder den Förderschlauch hindurch ausgebildet sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Baustoffpumpe diskontinuierlich sein, insbesondere eine Kolbenpumpe, insbesondere eine Zweikolbenpumpe, insbesondere mit einer Rohrweiche. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Kontrolleinrichtung zur, insbesondere automatischen, Kontrolle, insbesondere Steuerung und/oder Regelung, der Baustoffpumpe, insbesondere in Abhängigkeit von Daten des zu druckenden Bauwerkteils, ausgebildet sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann das Fahrgestell die Baustoffpumpe, insbesondere unmittelbar, tragen.

[0030] In einer Weiterbildung der Erfindung ist der Druckkopf zur Bildung des Strangs von Baustoff mit einer Körnung bzw. einem Größtkorn von minimal 2 mm, insbesondere minimal 8 mm, und/oder maximal 50 mm ausgebildet. Zusätzlich oder alternativ hat bzw. weist der Parallelroboter eine Traglast von minimal 10 kg (Kilogramm) und/oder maximal 3000 kg, insbesondere maximal 500 kg, auf. Weiter zusätzlich oder alternativ hat bzw. weist der Parallelroboter eine Positionierungsgenauigkeit von minimal 50 mm und/oder maximal 0,1 mm, insbesondere maximal 1 mm, auf. Weiter zusätzlich oder alternativ hat bzw. weist der Parallelroboter eine Reichweite von minimal 10 mm, insbesondere minimal 100 mm, und/oder maximal 1000 mm, insbesondere maximal 500 mm, auf. Weiter zusätzlich oder alternativ hat der Parallelroboter eine maximale Geschwindigkeit von minimal 10 mm/s (Millimeter pro Sekunde) und/oder maximal 10 m/s (Meter pro Sekunde) auf. Weiter zusätzlich oder alternativ hat bzw. weist der Parallelroboter eine maximale Beschleunigung und/oder Verzögerung von minimal 0,1 m/s^2 (Meter pro Quadratsekunde) und/oder maximal 500 m/s^2 auf. Weiter zusätzlich oder alternativ hat bzw. weist die Grobbewegungseinrichtung eine Traglast von minimal 50 kg und/oder maximal 5000 kg auf. Weiter zusätzlich oder alternativ hat bzw. weist die Grobbewegungseinrichtung eine Positionierungsgenauigkeit von minimal 500 mm und/oder maximal 10 mm auf. Weiter zusätzlich oder alternativ hat bzw. weist die Grobbewegungseinrichtung eine, insbesondere die, Reichweite von minimal 10 m (Meter) und/oder maximal 100 m auf. Weiter zusätzlich oder alternativ hat bzw. weist die Grobbewegungseinrichtung eine maximale Geschwindigkeit von minimal 10 mm/s und/oder maximal 2 m/s auf. Weiter zusätzlich oder alternativ hat bzw. weist die Grobbewegungseinrichtung eine maximale Beschleunigung und/oder Verzögerung von minimal 1 m/s^2 und/oder maximal 20 m/s^2 auf.

[0031] Des Weiteren bezieht sich die Erfindung auf die, insbesondere automatische, Verwendung eines, insbesondere, des Drucksystems wie vorhergehend genannt zur, insbesondere automatischen, Bildung eines, insbesondere des, Strangs von Baustoff zum 3D-Druck von einem, insbesondere dem, Bauwerksteil.

Figurenliste

[0032] Weitere Vorteile und Aspekte der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die nachfolgend anhand der Figuren erläutert sind. Dabei zeigen:

Fig. 1 schematisch ein erfindungsgemäßes Drucksystem,

Fig. 2 schematisch eine Draufsicht auf einen Parallelroboter des Drucksystems der **Fig. 1**,

Fig. 3 schematisch das Drucksystem der **Fig. 1** während einer erfindungsgemäßen Verwendung,

Fig. 4 schematisch einen Druckkopf und eine Baustoffpumpe des Drucksystems der **Fig. 1** während der Verwendung der **Fig. 3**,

Fig .5 schematisch ein unter Verwendung des Drucksystems der **Fig. 1** 3D-gedrucktes Bauwerksteil aus gebildeten Strängen von Baustoff, und

Fig. 6 schematisch eine Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung, eine Inertialsensoreinrichtung und eine Kontrolleinrichtung des Drucksystems der **Fig. 1**.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0033] **Fig. 1** und **Fig. 3** zeigen ein erfindungsgemäßes Drucksystem 1 zur, insbesondere bei der, Bildung eines Strangs ST von Baustoff BS zum, insbesondere bei dem, 3D-Druck von einem Bauwerksteil BWT, wie in **Fig. 5** gezeigt. Das Drucksystem 1 weist einen Druckkopf 2, einen Parallelroboter 3, insbesondere einen Deltaroboter 3', und eine Grobbewegungseinrichtung 4 auf. Der Druckkopf 2 ist zum Austrag von Baustoff BS aus dem Drucksystem 1 heraus und zur Formung von Baustoff BS zur Bildung des Strangs ST von Baustoff BS ausgebildet, insbesondere trägt aus und formt und bildet somit, wie in **Fig. 4** gezeigt. Der Parallelroboter 3 weist zur Feinpositionierung des Druckkopfes 2 in Bezug auf die Grobbewegungseinrichtung 4 mindestens drei Roboterarmeinrichtungen 5 auf, wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, insbesondere positioniert fein. Entlang einer Umfangsrichtung UR um eine Mittelachse MA des Parallelroboters 3 herum sind mindestens zwei nächste der Roboterarmeinrichtungen 5 mit einem stumpfen Bogenwinkel a zueinander versetzt. Die Grobbewegungseinrichtung 4 ist zur Grobbewegung des Parallelroboters 3 mit dem Druckkopf 2 ausgebildet, insbesondere bewegt grob.

[0034] Im Detail weist das Drucksystem 1 einen Förderschlauch 6 auf. Der Förderschlauch 6 führt zur Leitung von Baustoff BS, insbesondere von der Grobbewegungseinrichtung 4, zu dem Druckkopf 2 zwischen den zwei nächsten Roboterarmeinrichtungen 5 mit dem stumpfen Bogenwinkel a zueinander versetzt durch, insbesondere leitet.

[0035] Des Weiteren weist der Parallelroboter 3, insbesondere der Deltaroboter 3', genau drei Roboterarmeinrichtungen 5 auf.

[0036] Zusätzlich oder alternativ ist der stumpfe Bogenwinkel a etwa, insbesondere genau, 120°.

[0037] Außerdem weist der Parallelroboter 3 elektrische und/oder hydraulische und/oder pneumatikfreie Antriebseinrichtungen 7 auf, insbesondere eine der Mehrzahl der Roboterarmeinrichtungen 5 entsprechende, insbesondere gleichende, Mehrzahl, in dem gezeigten Ausführungsbeispiel drei. Die Antriebseinrichtungen 7 sind zum Antrieb der Roboterarmeinrichtungen 5 ausgebildet, insbesondere treiben an.

[0038] Weiter weist die Grobbewegungseinrichtung 4 einen Seriellroboter 8, insbesondere einen Verteilermast 9, zur Grobbewegung des Parallelroboters 3, insbesondere an einer Mastspitze 9S des Verteilermasts 9, auf. Insbesondere ist die Grobbewegungseinrichtung 4 der Seriellroboter 7.

[0039] Im Detail weist der Seriellroboter 8 Drehgelenke 10 auf. Drehachsen 10A der Drehgelenke 10 sind parallel zueinander, insbesondere horizontal.

[0040] In dem gezeigten Ausführungsbeispiel weist der Seriellroboter 8 mindestens fünf Drehgelenke 10 auf. In alternativen Ausführungsbeispielen kann der Seriellroboter mindestens zwei Drehgelenke aufweisen.

[0041] Zudem weist das Drucksystem 1 eine Ausrichtungseinrichtung 11, insbesondere ein Abstützungssystem 12, auf. Die Ausrichtungseinrichtung 11 ist zur Ausrichtung der Grobbewegungseinrichtung 4 in Bezug auf eine Bau-Umgebung BU des Drucksystems 1 ausgebildet ist, insbesondere richtet aus, insbesondere horizontal.

[0042] Des Weiteren sind/ist der Druckkopf 2 und/oder der Parallelroboter 3 frei von einem Neigungs-Freiheitsgrad.

[0043] Außerdem weist das Drucksystem 1 eine Schnittstelle für eine und/oder die, insbesondere von der Grobbewegungseinrichtung 4 unabhängige und/oder externe, Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung 13 auf, wie in **Fig. 3** und **Fig. 6** gezeigt. Die Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung 13 ist zur Erfassung einer, insbesondere dynamischen, Positions- und/oder Ausrichtungsgröße PAG bestimmend eine Position PO und/oder eine Ausrichtung AR des Druckkopfes 2 und/oder des Parallelroboters 3 in Bezug auf die Bau-Umgebung BU des Drucksystems 1 ausgebildet, insbesondere erfasst. Das Drucksystem 1 weist eine Kontrolleinrichtung 14 auf. Die Kontrolleinrichtung 14 ist zur Kontrolle des Parallelroboters 3 zur Feinpositionierung des Druckkopfes 2 in Bezug auf die Grobbewegungseinrichtung 4 in Abhängigkeit der erfassten Positions- und/oder Ausrichtungsgröße PAG ausgebildet, insbesondere kontrolliert.

[0044] Im Detail weist die Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung 13 ein Tachymeter 15, insbesondere ein Lasertachymeter 15', auf. Insbesondere ist die Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung 13 ein Tachymeter 15.

[0045] Weiter weist das Drucksystem 1 eine Inertialsensoreinrichtung 16 auf. Die Inertialsensoreinrichtung 16 weist mindestens einen Inertialsensor 16' auf. Der Inertialsensor 16' ist an dem Druckkopf 2 und/oder dem Parallelroboter 3 zur Erfassung einer, insbesondere dynamischen, Inertialgröße IG bestimmend eine Bewegung des Druckkopfes 2 und/oder des Parallelroboters 3 in Bezug auf die Bau-Umgebung BU des Drucksystems 1 angeordnet und ausgebildet, insbesondere erfasst. Die Kontrolleinrichtung 14 ist zur Kontrolle des Parallelroboters 3 zur Feinpositionierung des Druckkopfes 2 in Bezug auf die Grobbewegungseinrichtung 4 mittels Verknüpfung der, insbesondere mit einer niedrigen Frequenz fn, erfassten, insbesondere und/oder mit einem Zeitversatz Δt an der Kontrolleinrichtung 14 ankommenden, Positions- und/oder Ausrichtungsgröße PAG und der, insbesondere mit einer höheren Frequenz fh erfassten, insbesondere und/oder mit einem kleineren oder keinem bzw. ohne Zeitversatz Δt an der Kontrolleinrichtung 14 ankommenden, Inertialgröße IG miteinander, insbesondere mittels einer Schätzung, insbesondere eines Beobachters BT, ausgebildet, insbesondere verknüpft und kontrolliert somit.

[0046] In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Inertialsensor 16' dort angeordnet und erfasst dort, wo die Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung 13 erfasst. In anderen Worten: Der Inertialsensor 16' hat einen selben Zielpunkt wie die Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung 13.

[0047] Zudem weist das Drucksystem 1 ein Fahrgestell 17, insbesondere eine Autobaustoffpumpe 18 aufweisend das Fahrgestell 17, auf, wie in **Fig. 1** und **Fig. 3** gezeigt. Das Fahrgestell 17 trägt den Druckkopf 2, den Parallelroboter 3 und die Grobbewegungseinrichtung 4.

[0048] Des Weiteren weist das Drucksystem 1 eine Baustoffpumpe 19 auf, wie in **Fig. 4** gezeigt. Die Baustoffpumpe 19 ist zur Förderung von Baustoff BS, insbesondere mindestens teilweise entlang der Grobbewegungseinrichtung 4, insbesondere zum Austrag von gefördertem Baustoff BS, aus dem Drucksystem 1 heraus ausgebildet, insbesondere fördert.

[0049] In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Kontrolleinrichtung 14 zur Kontrolle des Druckkopfes 2, des Parallelroboters 3, der Grobbewegungseinrichtung 4 und/oder der Baustoffpumpe 19, insbesondere in Abhängigkeit von Daten DBWT des zu druckenden Bauwerkteils BWT, ausgebildet, insbesondere kontrolliert.

[0050] Zusätzlich oder alternativ sind/ist der Druckkopf 2, der Parallelroboter 3, die Grobbewegungseinrichtung 4, die Schnittstelle, die Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung 13, die Inertialsensoreinrichtung 16 und/oder die Baustoffpumpe 19, insbesondere jeweils, zum Zusammenwirken mit der Kontrolleinrichtung 14 ausgebildet, insbesondere wirken zusammen.

[0051] Außerdem ist der Druckkopf 2 zur Bildung des Strangs ST von Baustoff BS mit einer Körnung KO bzw. einem Größtkorn von minimal 2 mm, insbesondere minimal 8 mm, und/oder maximal 50 mm ausgebildet, insbesondere bildet.

[0052] Zusätzlich oder alternativ weist der Parallelroboter 3 eine Traglast 3TL von minimal 10 kg und/oder maximal 3000 kg, insbesondere maximal 500 kg, auf.

[0053] Weiter zusätzlich oder alternativ weist der Parallelroboter 3 eine Positionierungsgenauigkeit 3PG von minimal 50 mm und/oder maximal 0,1 mm, insbesondere maximal 1 mm, auf.

[0054] Weiter zusätzlich oder alternativ weist der Parallelroboter 3 eine Reichweite 3R von minimal 10 mm, insbesondere minimal 100 mm, und/oder maximal 1000 mm, insbesondere maximal 500 mm, auf.

[0055] Weiter zusätzlich oder alternativ hat der Parallelroboter 3 eine maximale Geschwindigkeit 3vmax von minimal 10 mm/s und/oder maximal 10 m/s auf.

[0056] Weiter zusätzlich oder alternativ weist der Parallelroboter 3 eine maximale Beschleunigung und/oder Verzögerung 3amax von minimal 0,1 m/s^2 und/oder maximal 500 m/s^2 auf.

[0057] Weiter zusätzlich oder alternativ weist die Grobbewegungseinrichtung 4 eine Traglast 4TL von minimal 50 kg und/oder maximal 5000 kg auf.

[0058] Weiter zusätzlich oder alternativ weist die Grobbewegungseinrichtung 4 eine Positionierungsgenauigkeit 4PG von minimal 500 mm und/oder maximal 10 mm auf.

[0059] Weiter zusätzlich oder alternativ weist die Grobbewegungseinrichtung 4 eine Reichweite 4R von minimal 10 m und/oder maximal 100 m auf.

[0060] Weiter zusätzlich oder alternativ weist die Grobbewegungseinrichtung 4 eine maximale Geschwindigkeit 4vmax von minimal 10 mm/s und/oder maximal 2 m/s auf.

[0061] Weiter zusätzlich oder alternativ weist die Grobbewegungseinrichtung 4 eine maximale Beschleunigung und/oder Verzögerung 4amax von minimal 1 m/s^2 und/oder maximal 20 m/s^2 auf.

[0062] Zudem zeigen **Fig. 3**, **Fig. 4** und **Fig. 6** eine erfindungsgemäße Verwendung des Drucksystems 1 zur Bildung des Strangs ST von Baustoff BS zum 3D-Druck von dem Bauwerksteil BWT

[0063] Des Weiteren zeigt **Fig. 5** das mittels des Drucksystems 1 3D-gedruckte Bauwerksteil BWT aus gebildeten Strängen ST von Baustoff BS.

[0064] Wie die gezeigten und oben erläuterten Ausführungsbeispiele deutlich machen, stellt die Erfindung ein vorteilhaftes Drucksystem zur Bildung eines Strangs von Baustoff zum 3D-Druck von einem Bauwerksteil bereit, das verbesserte Eigenschaften aufweist. Außerdem stellt die Erfindung eine vorteilhafte Verwendung eines solchen Drucksystems zur Bildung eines Strangs von Baustoff zum 3D-Druck von einem Bauwerksteil bereit.

Patentansprüche

1. Drucksystem (1) zur Bildung eines Strangs (ST) von Baustoff (BS) zum 3D-Druck von einem Bauwerksteil (BWT), wobei das Drucksystem (1) aufweist:
- einen Druckkopf (2), einen Parallelroboter (3), insbesondere einen Deltaroboter (3'), und eine Grobbewegungseinrichtung (4),
- wobei der Druckkopf (2) zum Austrag von Baustoff (BS) aus dem Drucksystem (1) heraus und zur Formung von Baustoff (BS) zur Bildung des Strangs (ST) von Baustoff (BS) ausgebildet ist,
- wobei der Parallelroboter (3) zur Feinpositionierung des Druckkopfes (2) in Bezug auf die Grobbewegungseinrichtung (4) mindestens drei Roboterarmeinrichtungen (5) aufweist, wobei entlang einer Umfangsrichtung (UR) um eine Mittelachse (MA)

des Parallelroboters (3) herum mindestens zwei nächste der Roboterarmeinrichtungen (5) mit einem stumpfen Bogenwinkel (a) zueinander versetzt sind, und
- wobei die Grobbewegungseinrichtung (4) zur Grobbewegung des Parallelroboters (3) mit dem Druckkopf (2) ausgebildet ist.

2. Drucksystem (1) nach dem vorhergehenden Anspruch,
- wobei das Drucksystem (1) einen Förderschlauch (6) aufweist, wobei der Förderschlauch (6) zur Leitung von Baustoff (BS), insbesondere von der Grobbewegungseinrichtung (4), zu dem Druckkopf (2) zwischen den zwei nächsten Roboterarmeinrichtungen (5) mit dem stumpfen Bogenwinkel (a) zueinander versetzt durchführt.

3. Drucksystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei der Parallelroboter (3) genau drei Roboterarmeinrichtungen (5) aufweist, und/oder
- wobei der stumpfe Bogenwinkel (a) etwa 120° ist.

4. Drucksystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei der Parallelroboter (3) elektrische und/oder hydraulische und/oder pneumatik-freie Antriebseinrichtungen (7) aufweist, wobei die Antriebseinrichtungen (7) zum Antrieb der Roboterarmeinrichtungen (5) ausgebildet sind.

5. Drucksystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei die Grobbewegungseinrichtung (4) einen Seriellroboter (8), insbesondere einen Verteilermast (9), zur Grobbewegung des Parallelroboters (3), insbesondere an einer Mastspitze (9S) des Verteilermasts (9), aufweist, insbesondere der Seriellroboter (7) ist.

6. Drucksystem (1) nach dem vorhergehenden Anspruch,
- wobei der Seriellroboter (8) Drehgelenke (10) aufweist, wobei Drehachsen (10A) der Drehgelenke (10) parallel zueinander sind.

7. Drucksystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei das Drucksystem (1) eine Ausrichtungseinrichtung (11), insbesondere ein Abstützungssystem (12), aufweist, wobei die Ausrichtungseinrichtung (11) zur Ausrichtung der Grobbewegungseinrichtung (4) in Bezug auf eine Bau-Umgebung (BU) des Drucksystems (1) ausgebildet ist.

8. Drucksystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei der Druckkopf (2) und/oder der Parallelroboter (3) frei von einem Neigungs-Freiheitsgrad sind/ist.

9. Drucksystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei das Drucksystem (1) eine Schnittstelle für eine und/oder die, insbesondere von der Grobbewegungseinrichtung (4) unabhängige und/oder externe, Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung (13) aufweist, wobei die Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung (13) zur Erfassung einer, insbesondere dynamischen, Positions- und/oder Ausrichtungsgröße (PAG) bestimmend eine Position (PO) und/oder eine Ausrichtung (AR) des Druckkopfes (2) und/oder des Parallelroboters (3) in Bezug auf eine Bau-Umgebung (BU) des Drucksystems (1) ausgebildet ist, und
- wobei das Drucksystem (1) eine Kontrolleinrichtung aufweist (14), wobei die Kontrolleinrichtung (14) zur Kontrolle des Parallelroboters (3) zur Feinpositionierung des Druckkopfes (2) in Bezug auf die Grobbewegungseinrichtung (4) in Abhängigkeit der erfassten Positions- und/oder Ausrichtungsgröße (PAG) ausgebildet ist.

10. Drucksystem (1) nach dem vorhergehenden Anspruch,
- wobei die Positions- und/oder Ausrichtungserfassungseinrichtung (13) ein Tachymeter (15), insbesondere ein Lasertachymeter (15'), aufweist, insbesondere ist.

11. Drucksystem (1) nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche,
- wobei das Drucksystem (1) eine Inertialsensoreinrichtung (16) aufweist, wobei die Inertialsensoreinrichtung (16) mindestens einen Inertialsensor (16') aufweist, wobei der Inertialsensor (16') an dem Druckkopf (2) und/oder dem Parallelroboter (3) zur Erfassung einer, insbesondere dynamischen, Inertialgröße (IG) bestimmend eine Bewegung des Druckkopfes (2) und/oder des Parallelroboters (3) in Bezug auf die Bau-Umgebung (BU) des Drucksystems (1) angeordnet und ausgebildet ist,
- wobei die Kontrolleinrichtung (14) zur Kontrolle des Parallelroboters (3) zur Feinpositionierung des Druckkopfes (2) in Bezug auf die Grobbewegungseinrichtung (4) mittels Verknüpfung der, insbesondere mit einer niedrigen Frequenz (fn), erfassten, insbesondere und/oder mit einem Zeitversatz (Δt) an der Kontrolleinrichtung (14) ankommenden, Positions- und/oder Ausrichtungsgröße (PAG) und der, insbesondere mit einer höheren Frequenz (fh), erfassten, insbesondere und/oder mit einem kleineren oder keinem Zeitversatz (Δt) an der Kontrolleinrichtung (14) ankommenden, Inertialgröße (IG) miteinander, insbesondere mittels einer Schätzung, insbesondere eines Beobachters (BT), ausgebildet ist.

12. Drucksystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei das Drucksystem (1) ein Fahrgestell (17), insbesondere eine Autobaustoffpumpe (18) aufweisend das Fahrgestell (17), aufweist, wobei das Fahrgestell (17) den Druckkopf (2), den Parallelroboter (3) und die Grobbewegungseinrichtung (4) trägt.

13. Drucksystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei das Drucksystem (1) eine Baustoffpumpe (19) aufweist, wobei die Baustoffpumpe (19) zur Förderung von Baustoff (BS), insbesondere mindestens teilweise entlang der Grobbewegungseinrichtung (4), insbesondere zum Austrag von gefördertem Baustoff (BS), aus dem Drucksystem (1) heraus ausgebildet ist.

14. Drucksystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei der Druckkopf (2) zur Bildung des Strangs (ST) von Baustoff (BS) mit einer Körnung (KO) von minimal 2 mm, insbesondere minimal 8 mm, und/oder maximal 50 mm ausgebildet ist, und/oder
- wobei der Parallelroboter (3) eine Traglast (3TL) von minimal 10 kg und/oder maximal 3000 kg, insbesondere maximal 500 kg, aufweist, und/oder
- wobei der Parallelroboter (3) eine Positionierungsgenauigkeit (3PG) von minimal 50 mm und/oder maximal 0,1 mm, insbesondere maximal 1 mm, aufweist, und/oder
- wobei der Parallelroboter (3) eine Reichweite (3R) von minimal 10 mm, insbesondere minimal 100 mm, und/oder maximal 1000 mm, insbesondere maximal 500 mm, aufweist, und/oder
- wobei der Parallelroboter (3) eine maximale Geschwindigkeit (3vmax) von minimal 10 mm/s und/oder maximal 10 m/s aufweist, und/oder
- wobei der Parallelroboter (3) eine maximale Beschleunigung und/oder Verzögerung (3amax) von minimal 0,1 m/s^2 und/oder maximal 500 m/s^2 aufweist, und/oder
- wobei die Grobbewegungseinrichtung (4) eine Traglast (4TL) von minimal 50 kg und/oder maximal 5000 kg aufweist, und/oder
- wobei die Grobbewegungseinrichtung (4) eine Positionierungsgenauigkeit (4PG) von minimal 500 mm und/oder maximal 10 mm aufweist, und/oder
- wobei die Grobbewegungseinrichtung (4) eine Reichweite (4R) von minimal 10 m und/oder maximal 100 m aufweist, und/oder
- wobei die Grobbewegungseinrichtung (4) eine maximale Geschwindigkeit (4vmax) von minimal 10 mm/s und/oder maximal 2 m/s aufweist, und/oder
- wobei die Grobbewegungseinrichtung (4) eine maximale Beschleunigung und/oder Verzögerung (4amax) von minimal 1 m/s^2 und/oder maximal 20 m/s^2 aufweist.

15. Verwendung eines Drucksystems (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Bildung eines Strangs (ST) von Baustoff (BS) zum 3D-Druck von einem Bauwerksteil (BWT).

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

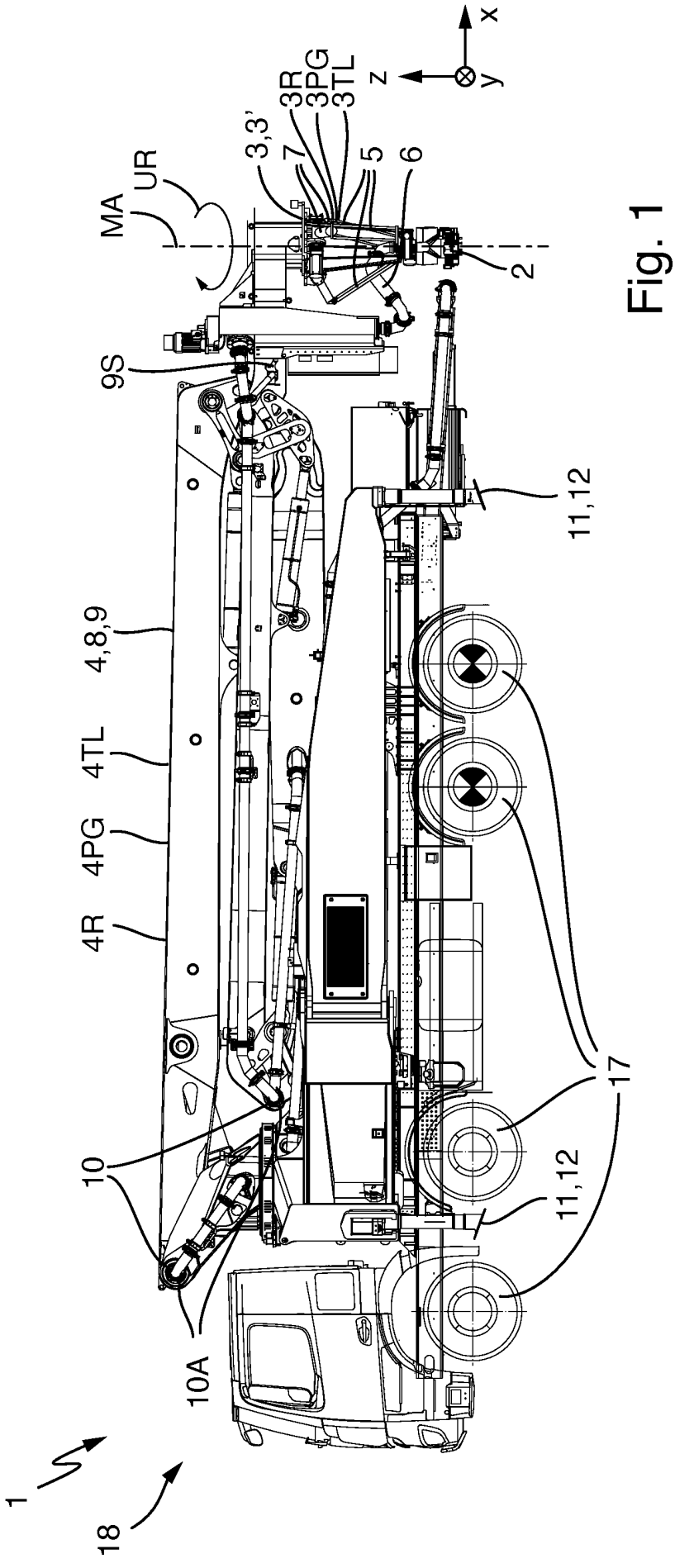


Fig. 1

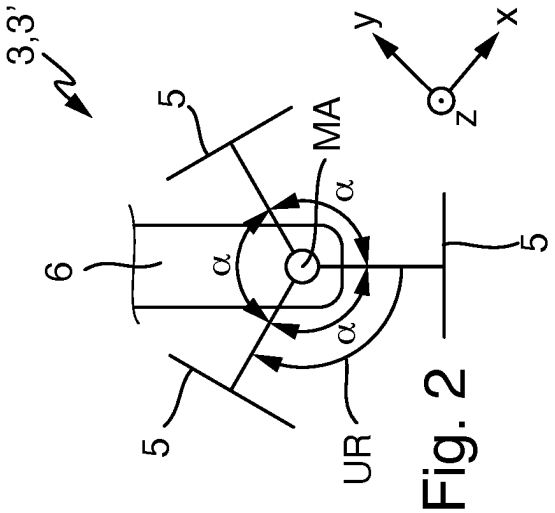

3,3'
5
MA
α
α
α
6
5
5
UR
y
x
z

Fig. 2

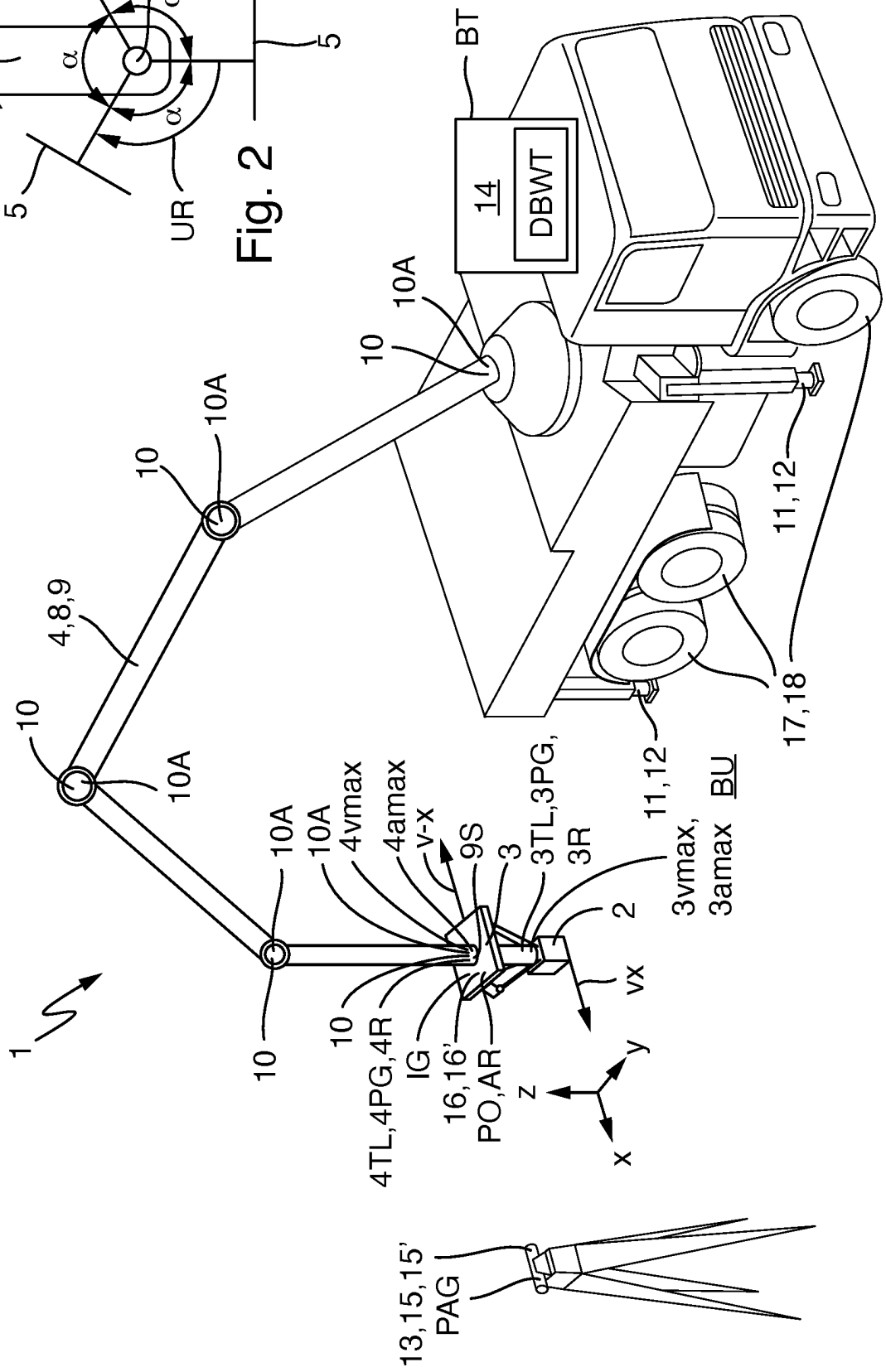

BT
14
DBWT
10A
10
10A
10
4,8,9
10
10A
10A
10A
4vmax
4amax
v-x
9S
3
3TL,3PG,
3R
2
vx
3vmax,
3amax BU
11,12
11,12
17,18
1
10
10
4TL,4PG,4R
IG
16,16'
PO,AR
13,15,15'
PAG
z
y
x

Fig. 3

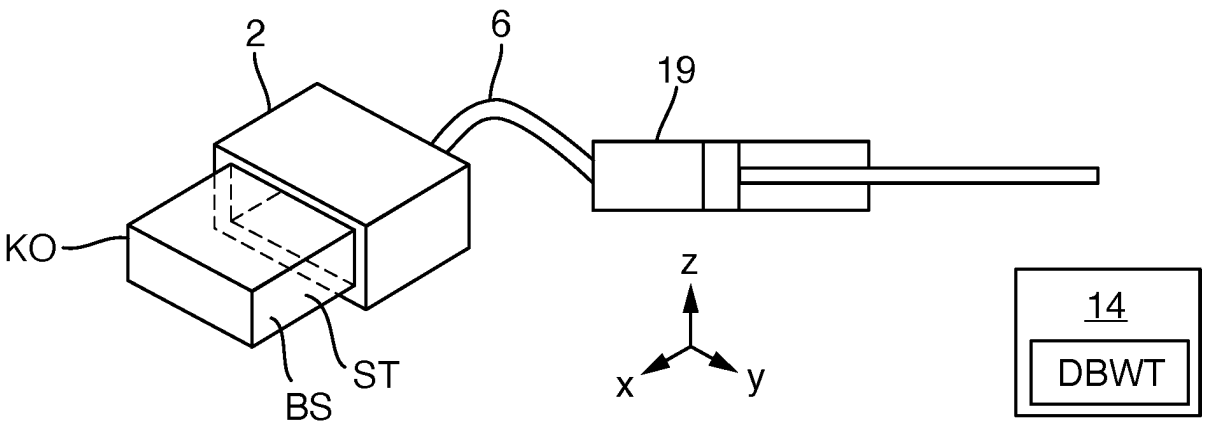


Fig. 4

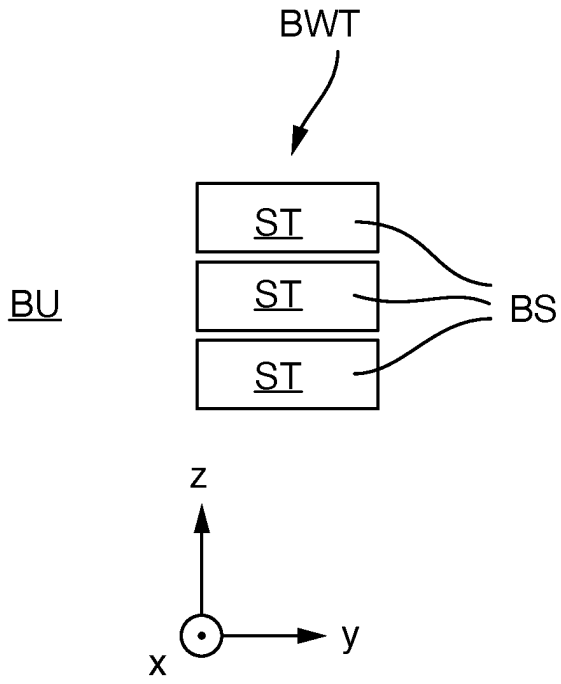


Fig. 5

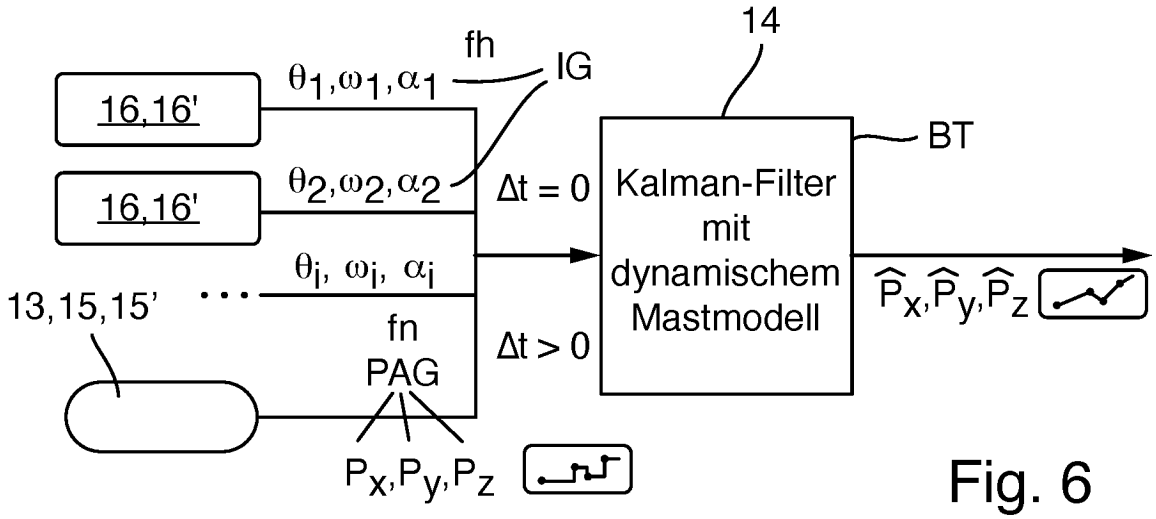


Fig. 6

 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.