

(19)



(11)

EP 4 495 324 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.01.2025 Patentblatt 2025/04

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E01D 21/06^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23186886.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E01D 21/065

(22) Anmeldetag: **21.07.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Dostler, Roland**
36275 Kirchheim (DE)
• **Wagner, Peter**
63741 Aschaffenburg (DE)

(74) Vertreter: **Eisenführ Speiser**
Patentanwälte Rechtsanwälte PartGmbH
Johannes-Brahms-Platz 1
20355 Hamburg (DE)

(71) Anmelder: **Adam Hörnig Baugesellschaft mbH & Co. KG**
63741 Aschaffenburg (DE)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ÜBERWACHEN DER PFEILERKOPFAUSLENKUNG IM BAU UND RÜCKBAU VON BRÜCKEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren (100) zum Überwachen der Pfeilerkopfauslenkung (9) eines Brückenpfeilers (208) und/oder der Lageabweichung (39) eines Brückenüberbaus (206), insbesondere im Bau und/oder Rückbau von Brücken (202) im Taktstiebbeverfahren und/oder mittels Vorschubrüstung. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung (1) zum Überwachen der Pfeilerkopfauslenkung (9) eines Brückenpfeilers (208) und/oder der Lageabweichung (39) eines Brückenüberbaus (206), aufweisend einen Lotlaser (7), der dazu ausgebildet ist, einen lotrechten Laserstrahl (11) auszu-

senden; eine Laserlotscheibe (13), die vorzugsweise ein Messraster (33) aufweist; eine Lotscheibenfixierung (15), die dazu ausgebildet ist, die Laserlotscheibe (13) von einem Pfeilerkopf (218) des Brückenpfeilers (208) horizontal hervorstehend an dem Pfeilerkopf (218) und über dem Lotlaser (7) zu fixieren, sodass der Laserstrahl (11) des Lotlasers (7) auf die Laserlotscheibe (13) projiziert werden kann; und eine Kameraeinheit (19) zum Erfassen von Bildern und/oder Videos des auf der Laserlotscheibe (13) auftreffenden Laserstrahls (11).

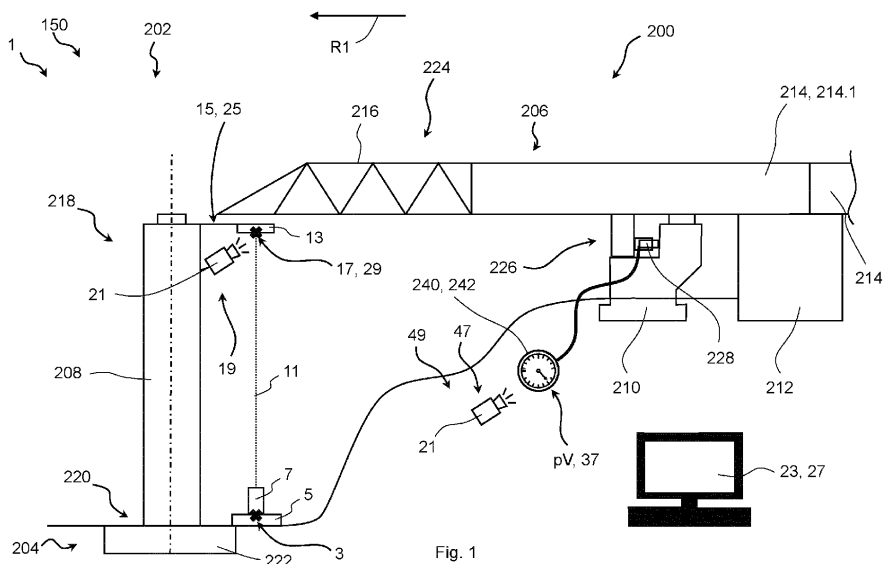


Fig. 1

EP 4 495 324 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen der Pfeilerkopfauslenkung eines Brückenpfeilers und/oder der Lageabweichung eines Brückenüberbaus, insbesondere im Bau und/oder Rückbau von Brücken im Taktschiebeverfahren und/oder mittels Vorschubrüstung.

[0002] Beim Bau von Brücken, insbesondere von Brücken, die weite Täler oder breite Flüsse überqueren und/oder aufgrund großer Höhe von unten nur eingeschränkt oder überhaupt nicht zugänglich sind, hat sich das sogenannte Taktschiebeverfahren als bevorzugtes Bauverfahren durchgesetzt. Hierbei wird ein sogenannter Brückenüberbau hinter einem Widerlager, das eines von zwei Längsenden der Brücke bildet, auf dem sogenannten Vormontageplatz abschnittsweise in der Brückenlängsachse vorgefertigt und anschließend in Brückenlängsrichtung auf vorab erstellte Brückenpfeiler aufgeschoben. Dieses Aufschieben wird auch als Einschieben bezeichnet. Das taktweise Vormontieren und Längseinschieben wird wiederholt, bis die komplette Länge des Brückenüberbaues erstellt ist und das erste Taktsegment des Brückenüberbaues das andere Widerlager erreicht hat.

[0003] Häufig wird vor dem in Einschubrichtung (Längsrichtung der späteren Brücke) zuvorderst liegenden Taktsegment des Brückenüberbaus ein sogenannter Vorbauschnabel befestigt. Der Vorbauschnabel ist in der Regel eine spitz zulaufende Stahlkonstruktion. Er verringert die während des Einschiebevorgangs auskragende bzw. freie Länge des meist aus Stahlbeton gefertigten Brückenüberbaus. So kann sich der Vorbauschnabel bereits auf einem Brückenpfeiler abstützen, während der Brückenüberbau erst über einen Teil der Spannweite eingeschoben wurde.

[0004] In anderen Verfahren zum Bau und/oder Rückbau von Brücken kommen Vorschubgerüste zum Einsatz, die ebenfalls auf Brückenpfeiler aufgeschoben werden. Der Einsatz eines Vorschubgerüsts ermöglicht den feldweisen Rückbau großer Brücken in sensiblen Bereichen, in denen das Herabfallen von Teilen vermieden werden muss.

[0005] Beim Aufschieben bzw. Einschieben von Baueinheiten, wie einem Brückenüberbau, einem Vorbauschnabel oder einem Vorschubgerüst, auf einen Pfeilerkopf eines Brückenpfeilers, und/oder beim Abschieben einer Baueinheit von einem Brückenpfeiler wirken große Kräfte auf den Brückenpfeiler. Insbesondere beim Bau neuer Brücken ist der Pfeilerkopf in der Regel frei, bildet also ein freies Ende des Brückenpfeilers. Die beim Aufschieben auf den Pfeilerkopf aufgebrauchten Kräfte werden über die gesamte Länge des Pfeilers und einen dem Pfeilerkopf gegenüberliegenden Pfeilerfuß abgeleitet. In Folge dieser Kräfte können besonders bei hohen Brücken mit entsprechend langen Brückenpfeilern erhebliche räumliche Auslenkungen des Pfeilerkopfs (d.h. Pfeilerkopfauslenkungen) aus dessen Ursprungs-

position heraus auftreten. Nach dem Bauprozess verbleibende Pfeilerkopfauslenkungen sind unerwünscht, da diese die Tragfähigkeit der Brücke beeinträchtigen können. Während des Bauprozesses erschwert die Pfeilerkopfauslenkung eine Positionierung des Brückenüberbaus. Ferner ist die Pfeilerkopfauslenkung ein Maß für die auf den Brückenpfeiler wirkenden Kräfte, wobei zu hohe Krafteinwirkungen zu Beschädigungen des Brückenpfeilers führen können. Zudem kann bei zu großer Pfeilerkopfauslenkung auch eine Lage einer fertigen Brücke von einer vorab bestimmten Solllage abweichen. Beispielsweise kann ein Versatz zwischen Brückenüberbau und dem Widerlager auftreten. Kenntnis der Pfeilerkopfauslenkungen sowohl während als auch nach einem Auf- oder Einschieben einer Baueinheit auf die Pfeilerköpfe der Brückenpfeiler eine Brücke ist daher wünschenswert. Ferner kann die Lage des Brückenüberbaus auch ohne Pfeilerkopfauslenkung von einer Solllage, die im Rahmen einer Planung der Brücke ermittelt wurde, abweichen. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn vorgefertigte Taktsegmente in fehlerhafter Ausrichtung auf die Brückenpfeiler aufgeschoben werden.

[0006] Aus CN 109837836 A ist ein Verfahren bekannt, bei dem die relative Ausrichtung von Brückenüberbau und Pfeilerkopf zueinander mittels Infrarotsensoren überwacht wird. Dieses Verfahren erlaubt jedoch keine eindeutigen Rückschlüsse auf die absolute Pfeilerkopfauslenkung oder die absolute Lage des Brückenüberbaus.

[0007] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Überwachen der Pfeilerkopfauslenkung eines Brückenpfeilers und/oder der Lageabweichung eines Brückenüberbaus anzugeben, die insbesondere besonders exakt, kostengünstig, einfach zu realisieren und/oder zuverlässig sind.

[0008] In einem ersten Aspekt löst die Erfindung die vorgenannte Aufgabe mit einem Verfahren zum Überwachen der Pfeilerkopfauslenkung eines Brückenpfeilers und/oder der Lageabweichung eines Brückenüberbaus, insbesondere im Bau und/oder Rückbau von Brücken im Taktschiebeverfahren und/oder mittels Vorschubrüstung, das Verfahren aufweisend die Schritte: vorzugsweise Ermitteln eines Fixpunkts; vorzugsweise Fixieren des Fixpunkts in fester räumlicher Relation zu einem Pfeilerfuß des Brückenpfeilers; Anordnen eines Lotlasers an dem Fixpunkt; lotrechtes Projizieren eines Projektionspunkts des Fixpunkts in Richtung eines Pfeilerkopfs des Brückenpfeilers unter Verwendung eines Laserstrahls des Lotlasers; Fixieren einer Laserlotscheibe in fester räumlicher Relation an einem Pfeilerkopf des Brückenpfeilers unter Verwendung des Projektionspunkts; Erfassen einer Lage zumindest einer Kontrollcharakteristik in Relation zur Laserlotscheibe während und/oder nach einem Aufschieben einer Baueinheit auf den Pfeilerkopf und/oder während und/oder nach einem Abschieben einer Baueinheit von dem Pfeilerkopf. Das Verfahren ist also nur beim Aufschieben, nur beim Abschieben oder sowohl beim Abschieben als auch beim

Aufschieben einsetzbar.

[0009] Die Kontrollcharakteristik ist eine Charakteristik, die sich zum Überwachen der Pfeilerkopfauslenkung und/oder der Lageabweichung des Brückenüberbaus eignet. Hierfür wird die Lage der Kontrollcharakteristik in Relation zur Laserlotscheibe erfasst. Beispielsweise und bevorzugt kann der Projektionspunkt des Fixpunkts eine Kontrollcharakteristik sein. Auch ein bestimmtes Merkmal des Brückenüberbaus, wie beispielsweise ein Messpunkt oder eine Kante des Brückenüberbaus, kann eine solche Kontrollcharakteristik sein. Vorzugsweise ist die Kontrollcharakteristik optisch erfassbar. Die Lage der Kontrollcharakteristik wird in Relation zur Laserlotscheibe erfasst. So kann beispielsweise die Position des Projektionspunkts auf der Laserlotscheibe und/oder eine Ausrichtung einer Längskante des Brückenüberbaus zur Laserlotscheibe oder einer darauf befindlichen Markierung (insbesondere Rasterlinie) erfasst werden. Das Fixieren der Laserlotscheibe kann grundsätzlich auch vor oder simultan zum Ermitteln des Fixpunkts, Fixieren des Fixpunkts, Anordnen des Lotlaser durchgeführt werden, wird aber vorzugsweise erst während des Projizierens durchgeführt. Das Projizieren erfolgt ferner bevorzugt über eine Zeitspanne hinweg.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt ein besonders einfaches und zuverlässiges Überwachen der Pfeilerkopfauslenkung und/oder der Lageabweichung eines Brückenüberbaus. Beispielsweise und bevorzugt ist der Fixpunkt ein Vermessungspunkt, der sich besonders gut zum Überwachen der Lage des Pfeilerkopfs oder eines Brückenüberbaus eignet. Durch das Fixieren des Fixpunkts in fester räumlicher Relation zu einem Pfeilerfuß des Brückenpfeilers ist dieser stets bekannt. Das Verfahren kann mit zeitlichem Abstand wiederholt werden. Vorzugsweise ist der Fixpunkt in einem vordefinierten Abstand zum Pfeilerfuß auf einem Baugrund fixiert. Besonders bevorzugt wird der Fixpunkt auf einer benachbart zum Pfeilerfuß angeordneten Fixierplatte markiert und fixiert. Die Fixierplatte kann vorzugsweise eine Betonplatte sein, die durch deren Eigengewicht und/oder durch weitere Fixiermittel gegen eine Bewegung relativ zum Pfeilerfuß geschützt ist. Solche Fixiermittel können beispielsweise Erdanker sein. Vorzugsweise liegt der Fixpunkt außerhalb einer vertikalen Projektion des Pfeilerkopfs auf den Baugrund. In Varianten kann der Fixpunkt an einem Gestell fixiert sein, das an dem Fundament des Pfeilerfußes angebracht ist. Der Fixpunkt befindet sich vorzugsweise im Bodenbereich bzw. einem Aufstandsbereich des Pfeilerfußes. Es soll verstanden werden, dass auch ein fixierter Fixpunkt durch Einwirkung großer Kräfte in dessen räumlicher Lage zum Pfeilerfuß verändert werden. Bei regulärem Baubetrieb ist die räumliche Relation des Fixpunkts zum Pfeilerfuß jedoch unveränderlich.

[0011] Der Lotlaser ist dazu ausgebildet, einen lotrechten bzw. senkrechten Laserstrahl auszusenden. Der Laserstrahl des an bzw. über dem Fixpunkt angeordneten Lotlaser ermöglicht eine vertikale bzw. lotrechte Projek-

tion des Fixpunkts nach oben, also vom Pfeilerfuß zum Pfeilerkopf. Der Laserstrahl projiziert den Laserstrahl lotrecht in Richtung des Pfeilerkopfs. Durch das Vorsehen des Fixpunkts und des Lotlaser am Pfeilerfuß wird das Verfahren erheblich erleichtert, da der Pfeilerfuß im Gegensatz zum Pfeilerkopf meist einfach zugänglich ist. Der Lotlaser projiziert den Fixpunkt mit hoher Genauigkeit zum Pfeilerkopf bzw. in dessen Nähe, sodass trotz Vereinfachung des Verfahrensablaufs eine hohe Präzision erreichbar ist. Die Laserlotscheibe ist ein Ziel des Laserstrahls bzw. eine Projektionsfläche für den Laserstrahl. Die Laserlotscheibe dient sozusagen als Leinwand für den vom Lotlaser ausgesandten Laserstrahl. Der Fixpunkt wird als Projektionspunkt auf die Laserlotscheibe projiziert. Die Laserlotscheibe ist in fester räumlicher Relation an dem Pfeilerkopf des Brückenpfeilers fixiert. Das Fixieren der Laserlotscheibe erfolgt unter Verwendung des Projektionspunkts, sodass die Laserlotscheibe vor dem Aufschieben oder Abschieben vertikal über dem Fixpunkt angeordnet sein kann. Bei einer Auslenkung des Pfeilerkopfs bewegt sich die Laserlotscheibe mit dem Pfeilerkopf mit, während der Fixpunkt seine Position beibehält. Ohne Auslenkung des Pfeilerkopfs liegt der Projektionspunkt des Fixpunkts auf einem Sollpunkt der Laserlotscheibe, der vorzugsweise ein Zentrum der Laserlotscheibe ist.

[0012] In einer ersten bevorzugten Ausführungsform ist der Projektionspunkt des Fixpunkts eine Kontrollcharakteristik und die Laserlotscheibe ist beim Fixieren so an dem Pfeilerkopf fixiert ist, dass der Kontrollpunkt auf einem Sollpunkt der Laserlotscheibe liegt.

[0013] Vorzugsweise umfasst das Erfassen einer Lage zumindest einer Kontrollcharakteristik ein Erfassen einer Lage des Projektionspunktes des Fixpunkts auf der Laserlotscheibe, wobei das Verfahren ferner aufweist: Ermitteln einer Lageabweichung zwischen dem Sollpunkt und der Lage des Projektionspunkts während und/oder nach dem Aufschieben der Baueinheit auf den Pfeilerkopf und/oder während; und Ermitteln einer Pfeilerkopfauslenkung des Pfeilerkopfs aus der Lageabweichung. Es soll verstanden werden, dass neben der Lage des Projektionspunkts auch weitere Kontrollcharakteristika erfasst werden können.

[0014] Wird der Pfeilerkopf ausgelenkt, verschiebt sich die Laserlotscheibe während sich die Lage des Projektionspunkts des Fixpunkts nicht wesentlich ändert. Je nach Richtung der Pfeilerkopfauslenkung wandert die Lage des Projektionspunkts über der Laserlotscheibe (bzw. die Laserlotscheibe verschiebt sich relativ zum Projektionspunkt). Der Projektionspunkt bewegt sich daher aus dem Sollpunkt heraus bzw. entfernt sich von dem Sollpunkt auf der Laserlotscheibe. Wird nun die Lage des Projektionspunkts des Fixpunkts auf der Laserlotscheibe während und/oder nach dem Aufschieben/Abschieben einer Baueinheit auf den / von dem Pfeilerkopf erfasst, kann eine Lageabweichung zwischen dem Sollpunkt, der auf der Laserlotscheibe fest ist, und dem Projektionspunkt ermittelt werden. Aus dieser Lageabweichung

lässt sich dann die Pfeilerkopfauslenkung ermitteln. Die Lageabweichung kann beispielsweise die Pfeilerkopfauslenkung sein. Alternativ oder Ergänzend kann die Pfeilerkopfauslegung aber beispielsweise auch in guter Näherung unter Verwendung einfacher trigonometrischer Funktionen ermittelt werden, wenn die Länge des Brückenpfeilers bzw. dessen Höhe zwischen Pfeilerkopf und Pfeilerfuß bekannt ist.

[0015] Vorzugsweise ist der Pfeilerkopf beim Fixieren der Laserlotscheibe frei. Ein freier Pfeilerkopf ist ein freies Ende des Brückenpfeilers, das nicht mit einer Baueinheit, insbesondere einem Brückenüberbau, einen Vorschubgerüst und/oder einem Vorbauschubnabel im Kontakt ist.

[0016] In einer bevorzugten Ausgestaltung umfasst das Verfahren den Schritt: Ermitteln eines Positionssollpunkts eines von der Baueinheit umfassten Brückenüberbaus, wobei der Fixpunkt eine lotrechte Projektion des Positionssollpunkts in Richtung des Pfeilerfußes ist. Der Positionssollpunkt markiert die in der Planung der Brücke vorgesehene Sollposition des Brückenüberbaus relativ zum Baugrund. Der als lotrechte Projektion des Positionssollpunkts in Richtung des Pfeilerfußes bzw. auf den Baugrund ermittelte Fixpunkt kann so vorteilhaft dazu genutzt werden, auch Positionsabweichungen des Brückenüberbaus zu ermitteln. Vereinfacht liegt der Fixpunkt exakt vertikal unter dem Positionssollpunkt des Brückenüberbaus. Der Brückenüberbau kann auch die Baueinheit bilden.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform liegt der Positionssollpunkt auf einer Längskante des Brückenüberbaus (markiert die Sollposition dieser Längskante). Die Längskante ist besonders markant und kann auch aus größerer Entfernung gut erkannt werden. Bevorzugt weist der Brückenüberbau ein Hohlkastenprofil auf. Der Positionssollpunkt des Brückenüberbaus liegt dann vorzugsweise auf einer Längskante zwischen einem Außensteg und einer Bodenplatte des Hohlkastenprofils. Hohlkastenprofile eignen sich besonders für den Brückenbau im Taktstiebsverfahren. Die Längskante verläuft im Wesentlichen parallel zu einer Längsrichtung der fertigen Brücke zwischen deren Widerlagern. Ferner ist die Lage der Längskante zwischen Außensteg und Bodenplatte des Hohlkastenprofils wichtig für die Stabilität der Brücke. Das Verfahren eignet sich aber auch für Brückenüberbauten ohne Hohlkasten.

[0018] Vorzugsweise weist die Laserlotscheibe eine Richtlinie auf, wobei die Laserlotscheibe so an dem Pfeilerkopf befestigt ist, dass die Richtlinie im Wesentlichen deckungsgleich mit einer Sollage einer Längskante des Brückenüberbaus ist. Bevorzugt ist die Längskante des Brückenüberbaus eine Kontrollcharakteristik und das Erfassen einer Lage zumindest einer Kontrollcharakteristik umfasst vorzugsweise ein Erfassen der Lage der Längskante in Relation zur Laserlotscheibe. Die Richtlinie ist vorzugsweise eine Rasterlinie, insbesondere eine durch das Zentrum eines Rasters der Laserlotscheibe verlaufende Rasterlinie. Die Laserlotschei-

be wird vorzugsweise vor dem Aufschieben der Baueinheit, insbesondere des Brückenüberbaus, auf den Brückenpfeiler oder vor dem Abschieben der Baueinheit von dem Brückenpfeiler an dem Pfeilerkopf fixiert. Die Ausrichtung wird dabei vorzugsweise so gewählt, dass die Richtlinie exakt der gewünschten Lage bzw. Sollage der Längskante des Hohlkastens nach dem Aufschieben / Abschieben entspricht. So kann die Laserlotscheibe zum Überwachen einer relativen Ausrichtung zwischen Pfeilerkopf und Brückenüberbau verwendet werden. Bevorzugt ist die Laserlotscheibe zumindest teilweise transparent. Vorzugsweise umfasst das Verfahren ferner: Ermitteln eines Längsausrichtungsfehlers von Brückenüberbau und Pfeilerkopf, falls die Längskante des Brückenüberbaus des Brückenüberbaus nach dem Aufschieben des Brückenüberbaus auf den Pfeilerkopf und/oder nach dem Abschieben des Brückenüberbaus von Richtlinie abweicht. Die Abweichung kann eine Parallelverschiebung und/oder eine winklige Abweichung sein. Bei einer Parallelverschiebung verlaufen Richtlinie und Längskante parallel und sind zueinander beabstandet. Bei einer rein winkligen Abweichung kreuzen sich die Richtlinie und die Längskante im Zentrum des Rasters. Wenn die Richtlinie des Rasters nach dem Aufschieben des Brückenüberbaus von der Richtlinie abweicht, entspricht die Lage des Pfeilerkopfs und/oder des Brückenüberbaus nicht der im Rahmen der Brückenplanung vorgesehenen Sollposition. Obwohl dies bevorzugt ist, muss die Laserlotscheibe nicht transparent sein. Durch die Laserlotscheibe, die mit Hilfe des Lotlasers exakt positioniert wurde, kann so auf einfache Weise ein Längsausrichtungsfehler ermittelt bzw. eine Lageabweichung des Brückenüberbaus überwacht werden. Der Lotlaser und dessen Projektionspunkt können dann ggf. nur zum Positionieren der Laserlotscheibe am Pfeilerkopf verwendet werden. Vorteilhaft ist jedoch am erfindungsgemäßen Verfahren, dass sowohl eine Pfeilerkopfauslenkung als auch eine Lageabweichung des Brückenüberbaus überwacht werden können.

[0019] Vorzugsweise erfolgt das Erfassen der Lage zumindest einer Kontrollcharakteristik, das Ermitteln der Lageabweichung, das Ermitteln der Pfeilerkopfauslenkung und/oder das Ermitteln eines Längsausrichtungsfehlers kontinuierlich. So kann beispielsweise auch ein zeitlicher Verlauf der Pfeilerkopfauslenkung erfasst werden, wodurch Belastungen auf den Brückenpfeiler besonders genau ermittelbar sind. Ferner kann schnellstmöglich auf eine beginnende oder unplanmäßige Pfeilerkopfauslenkung oder einen Längsausrichtungsfehlers des Brückenüberbaus reagiert werden. Die Lage des Projektionspunkts kann während und/oder nach dem Aufschieben und/oder Abschieben einer Baueinheit, insbesondere eines Brückenüberbaus, eines Vorbauschubnabels und/oder eines Vorschubgerüsts, ermittelt werden. So kann die Lageabweichung und/oder die Pfeilerkopfauslenkung beispielsweise bereits während des Aufschiebens und auch danach ermittelt werden.

[0020] In einer bevorzugten Ausgestaltung weist das Verfahren ferner auf: Reduzieren einer Vorschubgröße einer Vorschubeinheit, falls die ermittelte Pfeilerkopfauslenkung einen Auslenkungsgrenzwert verletzt. Alternativ oder ergänzend weist das Verfahren ferner auf: Reduzieren einer Vorschubgröße einer Vorschubeinheit, falls der ermittelte Längsausrichtungsfehler einen Ausrichtungsfehlergrenzwert verletzt. Das Reduzieren der Vorschubgröße kann auch ein Reduzieren auf null bzw. ein Wegschalten der Vorschubgröße sein. In Varianten kann die Vorschubgröße auch Umgekehrt werden, sodass die Baueinheit dann in entgegengesetzte Richtung bewegt wird. In Antwort auf das Ermitteln einer unerwünschten Pfeilerkopfauslenkung und/oder eines unerwünschten Längsausrichtungsfehlers kann im erfindungsgemäßen Verfahren der Vorschub der Baueinheit verlangsamt, unterbrochen oder umgekehrt werden. Vorzugsweise erfolgt das Reduzieren der Vorschubgröße automatisch, falls der Auslenkungsgrenzwert und/oder der Ausrichtungsfehlergrenzwert verletzt werden. Vorzugsweise erfolgt das Reduzieren der Vorschubgröße, wenn die Pfeilerkopfauslenkung in einer oder mehreren geometrischen Richtungen einen Auslenkungsgrenzwert übersteigt. Verletzen eines Grenzwerts kann insbesondere ein Überschreiten eines Grenzwerts oder ein Erreichen des Grenzwerts sein. Vorzugsweise ist der Ausrichtungsfehlergrenzwert und/oder der Auslenkungsgrenzwert durch eine Markierung auf der Laserlotscheibe repräsentiert. Besonders bevorzugt umfasst die Laserlotscheibe einen Sollbereich und einen Verletzungsbe-

reich. So kann der Auslenkungsgrenzwert verletzt sein, falls sich der Projektionspunkt des Fixpunkts außerhalb des Sollbereichs befindet und/oder die Längskante des Brückenüberbaus außerhalb des Sollbereichs liegt. Das Verfahren kann vorzugsweise auch ein Stoppen der Vorschubeinheit umfassen, falls der ermittelte Längsausrichtungsfehler einen Ausrichtungsfehlergrenzwert verletzt und/oder falls die ermittelte Pfeilerkopfauslenkung einen Auslenkungsgrenzwert verletzt.

[0021] In einer bevorzugten Weiterbildung umfasst das Verfahren ferner den Schritt: Erfassen der Vorschubgröße, insbesondere eines Vorschubdrucks, der Vorschubeinheit, wobei das Ermitteln der Vorschubgröße vorzugsweise simultan zum Erfassen der Lage zumindest einer Kontrollcharakteristik erfolgt. Die Vorschubeinheit ist dazu vorgesehen, das Baueinheit auf den Pfeilerkopf aufzuschieben und/oder von dem Pfeilerkopf abzuschieben. Im Brückenbau mittels Taktchiebeverfahren verschiebt die Vorschubeinheit die bereits gefertigten Taktsegmente und den gegebenenfalls vorhandenen Vorbauschnabel in Längsrichtung der Brücke. Die Vorschubeinheit ist also unter anderem dazu vorgesehen, das in Längsrichtung vorderste Baueinheit auf den Pfeilerkopf aufzuschieben. Bevorzugt ist die Vorschubeinheit eine hydraulische Vorschubeinheit. Eine den Vorschub kennzeichnende Größe ist ein Vorschubdruck, der beispielsweise an zum Verschieben des Brückenüberbaus vorgesehenen Hydraulikzylindern bereitgestellt

wird. Der Vorschubdruck korrespondiert zu einer Vorschubkraft, die wiederum zu auf den Pfeilerkopf aufgerichteten Kopfkraften korrespondiert. Ferner kann die Vorschubgröße eine Vorschubgeschwindigkeit sein, umfassen oder zu dieser korrespondieren. Kenntnis der Vorschubgröße erlaubt einerseits eine exaktere Ermittlung der auf den Pfeilerkopf wirkenden Belastung und andererseits korrigierende Eingriffe auf die Vorschubeinheit. Vorzugsweise umfasst das Verfahren ferner den Schritt: Zuordnen der ermittelten Pfeilerkopfauslenkung und/oder Lageabweichung zu der vorzugsweise simultan erfassten Vorschubgröße.

[0022] Vorzugsweise weist die Laserlotscheibe ein Raster auf. Ein Raster erlaubt ein besonders einfaches Ermitteln der Lageabweichung. Die Genauigkeit des Verfahrens wird erhöht. So kann die Lageabweichung beispielsweise auch bei schlechten Sichtbedingungen und/oder bei großem Abstand zur Laserlotscheibe noch mit hoher Genauigkeit ermittelt werden. Vorzugsweise ist das Raster ein Quadratraster. Das Raster hat vorzugsweise eine Rasterung von 1 cm x 1 cm, 0,5 cm x 0,5 cm, 1,5 cm x 1,5 cm, 2 cm x 2 cm, 2,5 cm x 2,5 cm, 3 cm x 3 cm, 4 cm x 4 cm oder 5 cm x 5 cm. Der Sollpunkt bildet vorzugsweise einen Mittelpunkt und/oder Zentrum des Rasters.

[0023] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel erfolgt das Erfassen der Lage der zumindest einen Kontrollcharakteristik durch zumindest eine Kamera, wobei die Kamera vorzugsweise eine drahtlose Kamera ist. Eine drahtlose Kamera erlaubt ein besonders einfaches Übertragen von Bildern oder Videoaufnahmen (bzw. dazu korrespondierenden Bild- oder Videodaten). Die Anordnung aus Lotlaser, Laserlotscheibe und Kamera erlaubt ein kostengünstiges und robustes Erfassen der Lage des Kontrollcharakteristik. Ferner kann insbesondere bei Einsatz eines Rasters der Laserlotscheibe eine hohe Genauigkeit erreicht werden. Durch das Verwenden einer drahtlosen Kamera wird das Übertragen von Bildern oder Videos erleichtert. Ferner können durch die Verwendung von Kameras die Pfeilerkopfauslenkungen mehrerer Brückenpfeiler mit geringem Aufwand simultan überwacht werden.

[0024] Vorzugsweise weist das Verfahren ferner auf: Bereitstellen der erfassten Lage der Kontrollcharakteristik, der ermittelten Lageabweichung, der ermittelten Pfeilerkopfauslenkung und/oder des ermittelten Längsausrichtungsfehlers für den Fernzugriff, insbesondere Bereitstellen auf einem Server. Es soll verstanden werden, dass das Bereitstellen der erfassten Lage des Projektionspunkts des Fixpunkts auf der Laserlotscheibe, der Lage der Längskante des Brückenüberbaus in Relation zur Laserlotscheibe, der ermittelten Lageabweichung, der ermittelten Pfeilerkopfauslenkung und/oder des ermittelten Längsausrichtungsfehlers insbesondere ein Bereitstellen korrespondierender Daten sein kann. Beispielsweise und bevorzugt erfolgt das Bereitstellen der erfassten Lage des Projektionspunkts des Fixpunkts auf der Laserlotscheibe durch Bereitstellen von Bildern un-

d/oder Videos bzw. Bilddaten und/oder Videodaten. So kann beispielsweise die drahtlose Kamera die Lage des Projektionspunkts des Fixpunkts auf der Laserlotscheibe erfassen und korrespondierende Bilddaten können dann unmittelbar oder über eine Zentraleinheit auf einen Server übertragen werden. Der Server ist vorzugsweise ein Webserver. Das Bereitstellen der Daten auf einem Webserver ermöglicht den Zugriff auf die erfasste Lage des Projektionspunkts, die Lageabweichung und/oder die Laserlotscheibe über eine Internetverbindung.

[0025] Vorzugsweise wird auch die zumindest eine erfasste Vorschubgröße für den Fernzugriff bereitgestellt. So können beispielsweise sowohl die Vorschubgröße als auch die Pfeilerkopfauslenkung von einem Leitstand überwacht werden. Falls die Pfeilerkopfauslenkung einen Grenzwert überschreitet und/oder ein Längsausrichtungsfehler ermittelt wird, kann die Vorschubgröße durch entsprechendes Steuern der Vorschubeinheit reduziert werden, um der Pfeilerkopfauslenkung und/oder dem Längsausrichtungsfehler entgegenzuwirken. Der Leitstand kann mit dem Server verbunden sein. Beispielsweise kann der Leitstand in einem von der Brückenbaustelle entfernten Bürogebäude angeordnet sein und das Überwachen und/oder Steuern über das Internet erfolgen.

[0026] Das Verfahren wird vorzugsweise für mehrere Brückenpfeiler durchgeführt. Es können also mehrere Fixpunkte, Lotlaser, etc. vorgesehen sein. Die Pfeilerkopfauslenkung und/oder die Lageabweichung des Brückenüberbaus wird dann für jeden Brückenpfeiler gesondert mittels einer Laserlotscheibe und einem auf einem zugehörigen Fixpunkt fixierten Lotlaser überwacht. Das Verfahren kann für mehrere Brückenpfeiler simultan und/oder nacheinander durchgeführt werden.

[0027] In einem zweiten Aspekt löst die Erfindung die eingangs genannte Aufgabe mit einer Vorrichtung zum Überwachen der Pfeilerkopfauslenkung eines Brückenpfeilers und/oder der Lageabweichung eines Brückenüberbaus, insbesondere im Bau und/oder Rückbau von Brücken im Taktchiebeverfahren und/oder mittels Vorschubrüstung, die Vorrichtung aufweisend: einen Lotlaser, der dazu ausgebildet ist, benachbart und in fester räumlicher Beziehung zu einem Pfeilerfuß des Brückenpfeilers angeordnet zu werden und einen lotrechten Laserstrahl auszusenden; eine Laserlotscheibe, die vorzugsweise ein Messraster aufweist; eine Lotscheibenfixierung, die dazu ausgebildet ist, die Laserlotscheibe von einem Pfeilerkopf des Brückenpfeilers horizontal hervorstehend an dem Pfeilerkopf und über dem Lotlaser zu fixieren, sodass der Laserstrahl des Lotlasers; auf die Laserlotscheibe projiziert werden kann; und eine Kameraeinheit zum Erfassen von Bildern und/oder Videos des auf der Laserlotscheibe auftreffenden Laserstrahls. Die Kameraeinheit kann insbesondere zum Erfassen von Bilddaten und/oder Videodaten ausgebildet sein. Die Kameraeinheit kann also eine Digitalkamera sein oder umfassen. Besonders bevorzugt ist die Vorrichtung zum kontinuierlichen Überwachen der Pfeilerkopfauslenkung

ausgebildet. Die Vorrichtung kann insbesondere zum Durchführen des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung ausgebildet sein.

[0028] In einer ersten bevorzugten Ausführungsform weist die Vorrichtung eine Zentraleinheit auf, die zum Anzeigen, Aufzeichnen und/oder Auswerten eines Bildes und/oder Videos der Kameraeinheit ausgebildet ist. Die Zentraleinheit kann beispielsweise einen Steuerrechner der Vorrichtung und/oder einen Server umfassen. Vorzugsweise ist die Zentraleinheit dazu ausgebildet, aus den von der Kameraeinheit erfassten Bildern und/oder Videos eine Pfeilerkopfauslenkung und/oder eine Lageabweichung zwischen einem Sollpunkt der Laserlotscheibe und einem Projektionspunkt des Laserstrahls des Lotlasers zu ermitteln. So kann die Zentraleinheit beispielsweise dazu ausgebildet sein, aus Bilddaten der Kameraeinheit eine Lage des Projektionspunkts und des Sollpunkts zu ermitteln und daraus die Lageabweichung zu bestimmen. Ferner kann die Zentraleinheit dazu ausgebildet sein, unter Verwendung von Vorgabewerten, die insbesondere geometrische Größen des Brückenpfeilers umfassen, und der Lageabweichung, Belastungsgrößen des Brückenpfeilers zu ermitteln. Alternativ oder ergänzend kann die Zentraleinheit dazu ausgebildet sein, unter Verwendung einer erfassten Lage einer Längskante eines Brückenüberbaus in Relation zur Laserlotscheibe einen Längsausrichtungsfehler von Brückenüberbau und Pfeilerkopf zu ermitteln.

[0029] In einer bevorzugten Weiterbildung umfasst die Kameraeinheit zumindest eine drahtlose Kamera, wobei die Zentraleinheit eine drahtlose Empfangseinheit umfasst, die zur Kommunikation mit der drahtlosen Kamera ausgebildet ist. Durch eine drahtlose Kamera und eine drahtlose Empfangseinheit wird die Einrichtung der Vorrichtung auf einer Baustelle erheblich vereinfacht. So müssen beispielsweise keine Kabel von einer an einem Pfeilerkopf angeordneten Kameraeinheit zu einer an einem Leitstand angeordneten Zentraleinheit verlegt werden. Auch können die Auslenkungen mehrerer Pfeilerköpfe verschiedener Brückenpfeiler besonders einfach simultan überwacht werden. Die Vorrichtung umfasst daher vorzugsweise mehrere Kameraeinheiten, Laserlotscheiben und Lotscheibenfixierungen. Es kann jedoch zum Überwachen mehrerer Pfeilerkopfauslenkungen auch ausreichend sein, nur eine Zentraleinheit vorzusehen. Anstelle einer drahtlosen Kamera kann vorzugsweise auch zumindest eine kabelgebundene Kamera vorgesehen sein, die mit einer Sendeeinheit zum drahtlosen Übertragen von Kameradaten (Bild- oder Videodaten) ausgebildet ist. Die drahtlose Empfangseinheit kann beispielsweise eine mit einem Steuerrechner verbundene Empfangseinheit sein. Vorzugsweise sind die drahtlose Kamera und die drahtlose Empfangseinheit zur Kommunikation über Bluetooth und/oder einem der Mobilfunkstandards GPRS, EDGE (2G), UMTS (3G), LTE (4G) oder 5G ausgebildet.

[0030] Vorzugsweise weist die Vorrichtung ferner eine Vorschubfassungseinheit auf, die zum Erfassen von

Vorschubinformationen ausgebildet ist, die zumindest eine Vorschubgröße einer Vorschubeinheit repräsentieren. Die Vorschuberfassungseinheit ist oder umfasst vorzugsweise eine Druckerfassungseinheit, die dazu ausgebildet ist, Druckinformationen, die einen Vorschubdruck einer Vorschubeinheit repräsentieren, zu erfassen. Die Druckinformationen können beispielsweise Messwerte oder Messsignale eines Drucksensors sein. Die Vorschuberfassungseinheit ist oder umfasst vorzugsweise eine Kamera. Die Druckinformationen sind dann vorzugsweise Bild- oder Videodaten, die eine Druckanzeige der Vorschubeinheit zeigen. So kann beispielsweise eine Kamera vorgesehen sein, die ein Videobild eines Manometers der Vorschubeinheit erfasst und dieses Videobild dann zur weiteren Verarbeitung an die Zentraleinheit überträgt. Bevorzugt ist die Zentraleinheit dazu ausgebildet ist, den Vorschubinformationen und/oder den Bildern und/oder Videos des auf der Laserlotscheibe auftreffenden Laserstrahls einen Zeitstempel zuzuordnen. Vorzugsweise kann die Zentraleinheit auch einer ermittelten Lageabweichung und/oder einer Pfeilerkopfauslenkung einen Zeitstempel zuordnen. Das Zuordnen eines Zeitstempels erleichtert die spätere Auswertung der Daten und/oder ermöglicht eine Zuordnung von Vorschubinformationen und Bildern. Vorzugsweise ist die Zentraleinheit zum Steuern, besonders bevorzugt zum Fernsteuern, der Vorschubeinheit und/oder eine Baueinheit der Vorschubeinheit ausgebildet. Die Zentraleinheit kann dazu ausgebildet sein, den Vorschubdruck zumindest eines Hydraulikzylinders, besonders bevorzugt aller Hydraulikzylinder, der Vorschubanlage zu steuern. Vorzugsweise ist die Zentraleinheit dazu ausgebildet, zu ermitteln, ob ein ermittelter Längsausrichtungsfehler einen Ausrichtungsfehlergrenzwert verletzt, und/oder, ob eine ermittelte Pfeilerkopfauslenkung einer Auslenkungsgrenzwert verletzt. Besonders bevorzugt ist die Zentraleinheit dazu ausgebildet, die Vorschubeinheit zu stoppen, falls der Längsausrichtungsfehler den Ausrichtungsfehlergrenzwert verletzt und/oder falls die Pfeilerkopfauslenkung der Auslenkungsgrenzwert verletzt.

[0031] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Zentraleinheit dazu ausgebildet, einen Fernzugriff zu erlauben und/oder Daten auf einem Webserver bereitzustellen. Insbesondere ist die Zentraleinheit internetfähig. Die Zentraleinheit kann auch ein Server, insbesondere Webserver, sein oder einen solchen Server umfassen. Auf von der Zentraleinheit aufgezeichnete oder ausgewertete Bilder und/oder Videos kann so auch aus großer Entfernung zugegriffen werden. Dies ermöglicht eine rasche Auswertung durch Experten und erlaubt kurzfristige Korrekturen des Bauprozesses der Brücke.

[0032] Vorzugsweise umfasst die Vorrichtung ferner eine Laserfixierung. Die Laserfixierung ist zum Ortsfesten Fixieren des Lasers vorgesehen. Bevorzugt umfasst die Laserfixierung eines Fixierschraube zum Fixieren des Lotlasers. Der Lotlaser kann ein korrespondierendes Fixiergewinde haben, das auf die Fixierschraube aufgeschraubt wird. Die Fixierschraube weist vorzugsweise

eine Ausrichtungsbohrung auf, die sich besonders bevorzugt entlang einer Schraubenlängsachse der Fixierschraube durch die Fixierschraube erstreckt. Die Ausrichtungsbohrung ist zum Zentrieren der Laserfixierung über einem Sollpunkt vorgesehen. So kann der Sollpunkt zu Baubeginn mittels herkömmlicher Vermessungsinstrumente ermittelt und markiert werden. Die Ausrichtungsbohrung ist besonders bevorzugt eine Durchgangsbohrung. In diesem Fall erlaubt die Ausrichtungsbohrung einen freien Blick auf den Sollpunkt, sodass die Fixierschraube exakt zentrisch über dem vorab ermittelten Sollpunkt positioniert werden kann. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass die Ausrichtungsbohrung eine Sacklochbohrung ist, die dazu vorgesehen ist, eine Sollpunktmarkierung aufzunehmen. Beispielsweise kann die Sollpunktmarkierung ein Stift sein, auf den die Ausrichtungsbohrung aufgesteckt wird.

[0033] In einem dritten Aspekt löst die Erfindung die eingangs genannte Aufgabe mit einem Vorschubsystem für den Bau und/oder Rückbau von Brücken, insbesondere im Taktschiebeprozess und/oder mittels Vorschubrüstung, das Vorschubsystem aufweisend eine Vorschubeinheit zum Verschieben einer Baueinheit und eine Vorrichtung gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung. Die Baueinheit ist oder umfasst vorzugsweise einen Brückenüberbau, einen Vorbauschnabel und/oder ein Vorschubgerüst. Die Vorrichtung ist vorzugsweise dazu ausgebildet, die Vorschubeinheit abzuschalten und/oder einen Vorschub der Vorschubeinheit zu stoppen. So kann beispielsweise die Zentraleinheit zum Steuern der Vorschubeinheit vorgesehen sein. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass die Vorrichtung gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung eine zur Zentraleinheit verschiedene Vorschubsteuerung aufweist. Vorzugsweise ist die Vorrichtung dazu ausgebildet, die Vorschubeinheit in Antwort auf das Ermitteln einer Pfeilerkopfauslenkung, die einen Auslenkungsgrenzwert verletzt, in Antwort auf das Ermitteln einer Lageabweichung, die einen Lageabweichungsgrenzwert verletzt, und/oder in Antwort auf das Ermitteln eines Längsausrichtungsfehlers, der einen Ausrichtungsfehlergrenzwert verletzt, abzuschalten und/oder einen Vorschub der Vorschubeinheit zu stoppen.

[0034] Es soll verstanden werden, dass das Verfahren gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung, die Vorrichtung gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung und das Vorschubsystem gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung gleiche und ähnliche Unterasspekte aufweisen können, wie sie insbesondere in den abhängigen Ansprüchen zum Verfahren gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung niedergelegt sind. Für die Vorrichtung und das Vorschubsystem wird daher vollumfänglich auf vorstehende Ausführungen zum Verfahren gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung Bezug genommen.

[0035] Ausführungsformen der Erfindung werden nun nachfolgend anhand der Zeichnungen beschrieben. Diese sollen die Ausführungsformen nicht notwendigerweise maßstäblich darstellen, vielmehr sind die Zeichnungen, wenn dies zur Erläuterung dienlich ist, in schema-

tisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der aus den Zeichnungen unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass vielfältige Modifikationen und Änderungen betreffend die Form und das Detail einer Ausführungsform vorgenommen werden können, ohne von der allgemeinen Idee der Erfindung abzuweichen. Die in der Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Weiterbildung der Erfindung wesentlich sein. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, den Zeichnungen und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale. Die allgemeine Idee der Erfindung ist nicht beschränkt auf die exakte Form oder das Detail der im Folgenden gezeigten und beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen oder beschränkt auf einen Gegenstand, der eingeschränkt wäre im Vergleich zu dem in den Ansprüchen beanspruchten Gegenstand. Bei angegebenen Bemessungsbereichen sollen auch innerhalb der genannten Grenzen liegende Werte als Grenzwerte offenbart und beliebig einsetzbar und beanspruchbar sein. Der Einfachheit halber sind nachfolgend für identische oder ähnliche Teile oder Teile mit identischer oder ähnlicher Funktion gleiche Bezugszeichen verwendet.

[0036] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen sowie anhand der Zeichnungen; diese zeigen in:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Baus einer Brücke im Taktschiebverfahren, wobei ein Vorbauschnabel noch nicht auf einen Brückenpfeiler der Brücke aufgeschoben ist und wobei eine Vorrichtung zum Überwachen einer Pfeilerkopfauslenkung eines Pfeilerkopfs des Brückenpfeilers vorgesehen ist,
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Rasters einer Laserlotscheibe mit auf das Raster projiziertem Projektionspunkt eines Laserstrahls vor dem Aufschieben des Vorbauschnabels auf den Pfeilerkopf, wobei der Projektionspunkt deckungsgleich mit einem Sollpunkt ist;
- Fig. 3 eine zu Fig. 1 analoge schematische Darstellung, wobei der Vorbauschnabel auf den Pfeilerkopf aufgeschoben ist und der Pfeilerkopf des Brückenpfeilers ausgelenkt ist;
- Fig. 4 eine zu Fig. 3 analoge schematische Darstellung des Rasters nach dem Aufschieben des Vorbauschnabels auf den Pfeilerkopf, wobei der Projektionspunkt um eine Lageabweichung relativ zum Sollpunkt verschoben ist;

Fig. 5 einen Querschnitt eines Brückenüberbaus mit Hohlkastenprofil, wobei der Brückenüberbau in einer Sollposition auf dem Pfeilerkopf eines Brückenpfeilers angeordnet ist;

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Rasters einer Laserlotscheibe; und in

Fig. 7 ein Blockdiagramm, das den Ablauf eines Verfahrens zum Überwachen der Pfeilerkopfauslenkung eines Brückenpfeilers illustriert.

[0037] Fig. 1 zeigt schematisch eine Brückenbaustelle 200, auf der eine Brücke 202 im Taktschiebverfahren auf einem Baugrund 204 erstellt wird. Die Brücke 202 umfasst einen Brückenüberbau 206, einen Brückenpfeiler 208 und ein erstes Widerlager 210. Hinter dem Widerlager 210 ist eine Fertigungsanlage 212 vorgesehen, in der Taktsegmente 214 des Brückenüberbaus 206 hergestellt werden. Nach Fertigstellung eines Taktsegments 214 wird der bereits erstellte Brückenüberbau 206 bzw. dessen Taktsegmente 214 in Vorschubrichtung R1, die hier einer Längsrichtung der fertigen Brücke 202 entspricht, verschoben, und ein weiteres Taktsegment 214 wird an den bereits erstellten Brückenüberbau 206 angeformt. Um eine frei auskragende Länge des Brückenüberbaus 206 zu reduzieren, ist in Vorschubrichtung R1 vor einem ersten Taktsegment 214.1 ein Vorbauschnabel 216 befestigt.

[0038] Beim Verschieben wird der Brückenüberbau 206 auf einen Pfeilerkopf 218 des bereits fertigen Brückenpfeilers 208 aufgeschoben, was auch als Einschieben bezeichnet wird. Hierbei kommt zunächst der Vorbauschnabel 216 mit dem Pfeilerkopf 218 in Kontakt bzw. wird zuerst auf den Pfeilerkopf 218 aufgeschoben. In Fig. 1 ist der Vorbauschnabel 216 noch horizontal zum Pfeilerkopf 218 beabstandet. Der Brückenpfeiler 208 erstreckt sich von einem Pfeilerfuß 220, der mit einem im Baugrund 204 angeordneten Fundament 222 verbunden ist, gerade nach oben. Im in Fig. 1 illustrierten Bauabschnitt ist der Pfeilerkopf 218 des Brückenpfeilers 208 vertikal über dem Pfeilerfuß 220 angeordnet.

[0039] Ein Fixpunkt 3 ist neben dem Pfeilerfuß 220 auf dem Baugrund 204 angeordnet und dort mittels einer Betonplatte 5 fixiert. Der Fixpunkt 3 kann beispielsweise ein Zapfen sein, der in die Betonplatte 5 eingeschraubt ist. Das Eigengewicht der Betonplatte 5 verhindert ein Verschieben des Fixpunkts 3. Der Fixpunkt 3 ist daher in dessen räumlicher Relation zum Pfeilerfuß 200 fixiert. Vorzugsweise kann der Fixpunkt 3 auch an dem Fundament 222 des Brückenpfeilers 208 fixiert sein.

[0040] Auf dem Fixpunkt 3 ist ein Lotlaser 7 einer Vorrichtung 1 zum Überwachen einer Pfeilerkopfauslenkung 9 des Pfeilerkopfs 218 angeordnet. Der Lotlaser 7 sendet einen Laserstrahl 11 lotrecht nach oben. Dort trifft der Laserstrahl 11 auf eine Laserlotscheibe 13, die in fester räumlicher Relation zum Pfeilerkopf 218 angeordnet

net ist. Die Laserlotscheibe 13 ist mittels einer Lotscheibenfixierung 15, die hier als Schienensystem 25 ausgebildet ist, an dem Pfeilerkopf 218 fixiert. Der Laserstahl 11 des Lotlasers 7 projiziert also den Fixpunkt 3 auf die

Laserlotscheibe 13. Auf der Laserlotscheibe 13 ist ein Projektionspunkt 17 des Fixpunkts 3 sichtbar.
[0041] Die Vorrichtung 1 zum Überwachen der Pfeilerkopfauslenkung 9 umfasst ferner eine Kameraeinheit 19, die hier eine erste drahtlose Kamera 21 aufweist. Die Kamera 21 ist so an dem Pfeilerkopf 218 des Brückenpfeilers 208 fixiert, dass diese Videos des auf der Laserlotscheibe 13 auftreffenden Laserstrahls 11 bzw. des Projektionspunkts 17 des Fixpunkts 3 auf der Laserlotscheibe 13 erfassen kann. Die drahtlose Kamera 21 ist eine Digitalkamera, welche die erfassten Videodaten drahtlos an eine Zentraleinheit 23 der Vorrichtung 1 übermittelt. Hier ist die Zentraleinheit 23 ein netzwerkfähiger, insbesondere internetfähiger, Steuerrechner 27. Der Steuerrechner 27 speichert die von der drahtlosen Kamera 21 übermittelten Videodaten. Ferner erlaubt der Steuerrechner 27 den Fernzugriff auf die gespeicherten Videodaten über das Internet. Der Steuerrechner 27 dient im gezeigten Ausführungsbeispiel auch als Netzwerkservers.

[0042] In Fig. 1 ist der Pfeilerkopf 218 des Brückenpfeilers 208 frei und nicht im Kontakt mit dem eine Baueinheit 224 bildenden Vorbauschsnabel 216. Der Brückenpfeiler 208 ist nicht verformt und der Pfeilerkopf 218 liegt vertikal über dem Pfeilerfuß 220. In Fig. 1 gibt es noch keine Pfeilerkopfauslenkung 9 bzw. diese hat einen Wert von 0. Die Laserlotscheibe 13 ist so an dem freien Pfeilerkopf 218 fixiert, dass der Projektionspunkt 17 des Fixpunkts 3 auf einem Sollpunkt 29 der Laserlotscheibe 13 liegt. In diesem Ausführungsbeispiel ist der Sollpunkt 29 ein Zentrum 31 eines Rasters 33 der Laserlotscheibe 13 (vgl. Fig. 2). Das Raster 33 ist hier ein Quadratraster mit einer Rasterung 35 von 1 cm x 1 cm.

[0043] Die drahtlose Kamera 21 sendet das in Fig. 2 illustrierte Bild des Rasters 33 und des Projektionspunkts 17 an die Zentraleinheit 23. Diese ermittelt für das in Fig. 2 gezeigte Bild, bei dem der Projektionspunkt 17 auf dem Sollpunkt 29 liegt bzw. mit diesem Deckungsgleich ist, dass keine Pfeilerkopfauslenkung 9 vorliegt.

[0044] In einem nächsten Schritt des Baus der Brücke, wird nun der Brückenüberbau 206 in Vorschubrichtung R1 eingeschoben. Hierfür ist an dem ersten Widerlager 210 eine Vorschubeinheit 226 vorgesehen. Die Vorschubeinheit 226 umfasst einen Hydraulikzylinder 228 der mit dem Brückenüberbau 206 gekoppelt ist, um diesen in Einschubrichtung R1 zu bewegen. Hierfür wird der Hydraulikzylinder 228 der Vorschubeinheit 226 mit Vorschubdruck pV beaufschlagt. Der Vorschubdruck pV bildet eine Vorschubgröße 37 der Vorschubeinheit 226. Die Vorrichtung 1 und die Vorschubeinheit 226 sind hier Teil eines Vorschubsystems 150.

[0045] Fig. 3 zeigt eine zu Fig. 1 analoge Ansicht der Brückenbaustelle 200, wobei der Vorbauschsnabel 216 nun auf den Pfeilerkopf 218 des Brückenpfeilers 208

aufgeschoben ist. Der Pfeilerkopf 218 ist in Fig. 3 nicht mehr frei, sondern steht mit der Baueinheit 224 in Kontakt, die hier durch den Vorbauschsnabel 216 gebildet ist. In anderen Ausführungsformen kann aber beispielsweise auch das erste Taktsegment 214.1 zuvorderst angeordnet sein und die Baueinheit 224 bilden. Beim Aufschieben des Vorbauschsnabels 216 auf den Pfeilerkopf 218 reibt der Vorbauschsnabel 216 an dem Pfeilerkopf 218 und überträgt so einen Teil einer von der Vorschubeinheit 226 auf den Brückenüberbau 206 aufgetragenen Vorschubkraft auf den Pfeilerkopf 218. Die resultierende Kopfkraft F ist in Fig. 3 durch einen Pfeil angedeutet.

[0046] Der Brückenpfeiler 208 ist nur am dem Pfeilerkopf 218 gegenüberliegenden Pfeilerfuß 220 auf dem Baugrund 204 abgestützt und wirkt vereinfacht als Biegebalken. Die von der Baueinheit 224 auf den Pfeilerkopf 218 aufgetragene Kopfkraft F ruft eine Biegung des Brückenpfeilers 208 hervor, die in einer Pfeilerkopfauslenkung 9 des Pfeilerkopfs 218 resultiert. In Fig. 3 wird der Pfeilerkopf 218 um die Pfeilerkopfauslenkung 9 nach links verschoben. Die Pfeilerkopfauslenkung 9 ist in Fig. 3 illustriert. Die in fester räumlicher Relation an dem Pfeilerkopf 218 fixierte Laserlotscheibe 13 wird bei Verformung des Brückenpfeilers ebenfalls um die Pfeilerkopfauslenkung 9 horizontal verschoben.

[0047] Die Lage des Fixpunkts 3 und des darauf angeordneten Lotlasers 7 ändert sich beim Einschieben des Brückenüberbaus 206 bzw. beim Aufschieben des Vorbauschsnabels 216 auf den Pfeilerkopf 218 hingegen nicht. Daher ist auch eine absolute Lage des Projektionspunkts 17 unverändert. Da die Laserlotscheibe 13 im Wesentlichen horizontal verschoben wird, wandert der Projektionspunkt 17 jedoch auf der Laserlotscheibe 13. Der Projektionspunkt 17 wandert also aus dem Zentrum 31 des Rasters 33 heraus und ist nicht mehr deckungsgleich zum Sollpunkt 29.

[0048] Fig. 4 zeigt diese Lageabweichung 39 zwischen dem im Zentrum 31 des Rasters 33 angeordneten Sollpunkt 29 und dem Projektionspunkt 17 nach dem Aufschieben der Baueinheit 224. Im gezeigten Ausführungsbeispiel resultiert das Aufschieben des Vorbauschsnabels 216 auf den Pfeilerkopf 218 in einer Lageabweichung 39 von 3 cm in Vorschubrichtung R1. Der Projektionspunkt 17 des Fixpunkts 3 ist hier also eine Kontrollcharakteristik 18, die sich zum Überwachen der Pfeilerkopfauslenkung 9 eignet. Die Lage dieser Kontrollcharakteristik 18 wird durch die Kamera 21 in Relation zur Laserlotscheibe 13 erfasst.

[0049] Die drahtlose Kamera 21 sendet zum in Fig. 4 illustrierten Bild korrespondierende Bilddaten an die Zentraleinheit 23. Die Zentraleinheit 23 wertet diese Bilddaten aus und ermittelt aus der Lageabweichung 39 die Pfeilerkopfauslenkung 9. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass die Zentraleinheit 23 die Bilddaten auf einem Bildschirm darstellt und ein Benutzer die Lageabweichung 39 und/oder die Pfeilerkopfauslenkung 9 aus den dargestellten Bildern ermittelt. Hier ist die Zentraleinheit 23 dazu ausgebildet, ein Warnsignal bereitzu-

stellen, falls die Pfeilerkopfauslenkung 9 und oder die Lageabweichung 39 einen zugehörigen Grenzwert übersteigt. Beispielsweise kann die Zentraleinheit 23 einen Warnton ausgeben, falls die Lageabweichung 39 einen Wert von 4 cm oder größer annimmt. Das Warnsignal kann beispielsweise auch ein Stoppsignal sein, das die Zentraleinheit 23 für die Vorschubeinheit 226 bereitstellt. Mittels der Vorrichtung 1 kann so eine automatische Abschaltfunktion realisiert werden.

[0050] Im in den Figuren 1 bis 4 illustrierten Beispiel, wird der Pfeilerkopf 318 des Brückenpfeilers 308 in Vorschubrichtung R1 ausgelenkt. Der Brückenüberbau 306 wird im Wesentlichen gleichmäßig in Vorschubrichtung R1 bewegt. In der Regel weisen Vorschubeinheiten 226 jedoch mehrere Hydraulikzylinder 228 auf, die an quer zur Vorschubrichtung R1 versetzten Abschnitten des Brückenüberbaus 206 angreifen. Beim Einschieben des Brückenüberbaus 206 kann es so auch zu Längsausrichtungsfehlern kommen. Beispielsweise kann der Brückenüberbau 206 zur Vorschubrichtung R1 werden, wenn an den Hydraulikzylindern 228 verschiedene Vorschubdrücke pV bereitgestellt werden. Die Vorrichtung 1 ist auch zum Ermitteln solcher Längsausrichtungsfehler 41 ausgebildet. Es soll verstanden werden, dass das Ermitteln von Längsausrichtungsfehlern 41 unabhängig von einem Ermitteln einer Pfeilerkopfauslenkung 9 durchgeführt werden kann.

[0051] Fig. 5 zeigt einen Querschnitt eines Brückenüberbaus 206 der in einer Sollposition 240 auf den Pfeilerkopf 218 des Brückenpfeilers 208 aufgeschoben ist. In der Sollposition 240 ist der Brückenüberbau 206 in Querrichtung R2 exakt mittig auf dem Pfeilerkopf 218 positioniert. Die Querrichtung R2 ist senkrecht zur Vorschubrichtung R1. In der Sollposition 240 gibt es daher keinen Längsausrichtungsfehler 41 des Brückenüberbaus 206.

[0052] Im in Fig. 5 illustrierten Querschnitt weist der Brückenüberbau 206 ein Hohlkastenprofil 230 auf. Das Hohlkastenprofil 230 des Brückenüberbaus 206 umfasst eine Bodenplatte 232, zwei Außenstege 234 und einer Deckplatte 236. Die Außenstege 234 verbinden die Bodenplatte 232 mit der Deckplatte 236. An einem Übergang zwischen Bodenplatte 232 und Außensteg 234 weist das Hohlkastenprofil 230 je eine Längskante 238 auf. Die Lage dieser Längskante 238 eignet sich besonders zum Ermitteln der Lage des Brückenüberbaus 206. Die Längskante 238 ist hier also eine Kontrollcharakteristik 18 zum Überwachen einer Lageabweichung 39 des Brückenüberbaus 206. Vorzugsweise wird bei einem Ermitteln des Fixpunkts 3, eine Solllage 43 der Längskante 238 des Brückenüberbaus 206 ermittelt. Diese Solllage 43 entspricht der geplanten Lage der Längskante 238 nach Fertigstellung der Brücke 202. Die Solllage 43 ergibt sich also vorzugsweise bereits im Rahmen der Planung der Brücke 202. Der Fixpunkt 3 ist vorzugsweise eine Projektion eines Punktes der in der Solllage 43 befindlichen Längskante 238 auf den Baugrund 204. Der Fixpunkt 3 wird also vorzugsweise genau unterhalb der Solllage 43 der Längskante 238 ermittelt bzw. defi-

niiert.

[0053] Fig. 6 zeigt ein zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Rasters 33 der Laserlotscheibe 13. Das Raster 33 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist im Wesentlichen identisch zum Raster 33 gemäß dem ersten in Fig. 2 und Fig. 4 gezeigten Ausführungsbeispiel. Hier weist das Raster 33 jedoch zusätzlich eine Richtlinie 45 auf. Vorzugsweise verläuft die Richtlinie 45 durch das Zentrum 31 des Rasters 33. Die Laserlotscheibe 13 wird vorzugsweise so an dem freien Pfeilerkopf 318 befestigt, dass die Richtlinie 45 exakt deckungsgleich mit der im Rahmen der Planung der Brücke 202 ermittelten Solllage 43 ist. Hier ist die Laserlotscheibe 13 zumindest teilweise transparent ausgebildet, sodass die Lage der Längskante 238 durch die Laserlotscheibe 13 hindurch erkennbar ist.

[0054] Wenn der Brückenüberbau 206 planungsgemäß auf den Pfeilerkopf 218 des Brückenpfeilers 208 aufgeschoben wird, dann sollte die Längskante 238 des Hohlkastens 230 genau auf der Richtlinie 45 liegen. Wird nun der Brückenüberbau 206 nicht der Planung entsprechend in Vorschubrichtung R1 eingeschoben, kommt es zu einem Längsausrichtungsfehler 41. Der Brückenüberbau 206 und damit auch dessen Längskante 238 werden dann beispielsweise zur geplanten Vorschubrichtung R1 verkippt. Die Längskante 238 ist in der Folge nach dem Einschieben des Brückenüberbaus 206 nicht deckungsgleich mit der Richtlinie 45. Dieser Fall ist in Fig. 6 illustriert. Die Längskante 238 schließt mit der Richtlinie 45 einen Winkel ein und ist zudem quer zur Richtlinie 45 verschoben. Die winklige Abweichung und die zeitgleiche Parallelverschiebung der Längskante 238 von der Richtlinie 45 kennzeichnen einen Längsausrichtungsfehler 41 des Brückenüberbaus relativ zum Pfeilerkopf 218.

[0055] Die Kameraeinheit 19 erfasst ein Fig. 6 entsprechendes Bild und sendet korrespondierende Bilddaten an die Zentraleinheit 23. Dort können die Bilder von der Zentraleinheit 23 bzw. auf einem Bildschirm der Zentraleinheit 23 angezeigt werden. Ein Bediener kann so erkennen, ob ein Längsausrichtungsfehler 41 vorliegt. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass die Zentraleinheit 23 die Bilder bzw. die Bilddaten selbsttätig auswertet und einen Längsausrichtungsfehler 41 ermittelt, falls die Lage der Längskante 238 um mehr als einen vorbestimmten Grenzwert von der Richtlinie 45 abweicht.

[0056] Die Vorrichtung 1 ermöglicht es so beispielsweise, dass ein Bediener der Vorschubeinheit 226 einen Längsausrichtungsfehler 41 des Brückenüberbaus 206, der während dem Einschieben des Brückenüberbaus 206 auftritt, ermittelt und daraufhin den an den Hydraulikzylindern 228 der Vorschubeinheit 226 bereitgestellten Vorschubdruck pV auf null reduziert, um den Vorschub des Brückenüberbaus 206 zu stoppen. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Zentraleinheit 23 zum Steuern der Vorschubeinheit 226 ausgebildet ist. Insbesondere kann die Zentraleinheit 23 zum automatischen Steuern

der Vorschubeinheit 226 ausgebildet sein. So kann die Zentraleinheit 23 dann beispielsweise unter Verwendung der Bilddaten der Kameraeinheit 19 selbsttätig einen Längsausrichtungsfehler 41 und/oder eine Pfeilerkopfauslenkung 9 ermitteln. Falls der Längsausrichtungsfehler 41 und/oder die Pfeilerkopfauslenkung 9 einen zugehörigen vordefinierten Grenzwert überschreiten, kann die Vorschubeinheit 226 die Vorschubdrücke pV der Vorschubeinheit 226 zurücknehmen, um den Vorschub des Brückenüberbaus 206 zu stoppen.

[0057] Die Vorschubeinheit 226 umfasst hier ferner eine Vorschubgrößenanzeige 240, die im in den Fig. 1 und 3 gezeigten Ausführungsbeispiel ein Manometer 242 ist. Das Manometer 242 zeigt den an dem Hydraulikzylinder 228 bereitgestellten Vorschubdruck pV an, der hier eine Vorschubgröße 37 der Vorschubeinheit 226 bildet. Die Vorrichtung 1 umfasst ferner eine Vorschuberfassungseinheit 49. Die Vorschuberfassungseinheit 49 weist hier eine zweite Kameraeinheit 47 auf, die ebenfalls eine drahtlose Kamera 21 umfasst. Auch die drahtlose Kamera 21 der zweiten Kameraeinheit 47 ist eine Digitalkamera, die zum erfassten Bild korrespondierende Bilddaten an die Zentraleinheit 23 sendet. So kann an einem Bildschirm der Zentraleinheit 23 nicht nur ein Bild des Projektionspunkts 17 auf der Laserlotscheibe 13, sondern auch ein Bild des Manometers 242 angezeigt werden. Die Vorrichtung 1 erlaubt so ein simultanes ermitteln der Vorschubgröße 37 und der Lageabweichung und/oder des Längsausrichtungsfehlers 41 und/oder der Pfeilerkopfauslenkung 9. Die Zentraleinheit 23 ist ferner dazu ausgebildet den Bildern bzw. den Bilddaten der drahtlosen Kameras 21 der ersten Kameraeinheit 21 und der zweiten Kameraeinheit 47 je einen Zeitstempel zuzuordnen bzw. einen in den Bilddaten enthaltenen Zeitstempel zu erfassen. Dies ermöglicht eine nachträgliche Zuordnung der Vorschubgröße 37 zur erfassten Lageabweichung 39.

[0058] In anderen Ausführungsformen kann die Vorschubeinheit 226 auch einen Drucksensor aufweisen, der zum Vorschubdruck pV korrespondierende Drucksignale bereitstellt. Die Drucksignale und/oder daraus abgeleitete Messwerte können dann drahtgebunden oder drahtlos zur Zentraleinheit 23 übertragen werden.

[0059] Fig. 7 zeigt ein Blockdiagramm, das den Ablauf eines Verfahrens 100 zum Überwachen der Pfeilerkopfauslenkung 9 eines Brückenpfeilers 208 illustriert. Das Verfahren 100 wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Vorrichtung 1 und die Brücke 202 erläutert. In einem ersten Schritt 102 des Verfahrens 100 wird der Fixpunkt 3 bzw. dessen Lage ermittelt. Wie vorstehend erläutert kann der Fixpunkt 3 als Projektion eines Punkts auf der Längskante 238 des Brückenüberbaus 206 in deren Solllage 43 auf den Baugrund 204 ermittelt werden. In einem darauffolgenden zweiten Schritt 104, wird der Fixpunkt 3 in fester räumlicher Relation zum Pfeilerfuß 220 an dem Baugrund 204 fixiert. Anschließend wird in einem dritten Schritt 106 der Lotlaser 7 auf dem Fixpunkt 3 angeordnet und der Fixpunkt mittels des Laserstrahls

11 des Lotlasers 7 lotrecht nach oben projiziert (vierter Schritt 108). In einem fünften Schritt 110, der hier nach dem vierten Schritt 108 erfolgt, grundsätzlich auch vor den Schritten 102 bis 108 durchgeführt werden kann, wird die Laserlotscheibe 13 in fester räumlicher Relation an dem Pfeilerkopf 218 des Brückenpfeilers 208 fixiert. Das Durchführen des fünften Schritts 110 im Anschluss an den vierten Schritt 108 erleichtert das Fixieren der Laserlotscheibe 13 in einer Lage, in der der Projektionspunkt 17 des Fixpunkts 3 auf dem Sollpunkt 29 der Laserlotscheibe 13 liegt. Das Fixieren 110 der Laserlotscheibe 13 kann dann unter Verwendung des Projektionspunkts 17 erfolgen. Das Fixieren 110 wird hierdurch wesentlich erleichtert. Die Schritte 102 bis 110 können auch als Vorbereitungsschritte bezeichnet werden, die vorzugsweise vor dem Einschieben einer Baueinheit 224 erfolgen.

[0060] Im Anschluss an die Schritte 102 bis 110 kann der Vorschubschnabel 216 auf den Pfeilerkopf 218 aufgeschoben werden. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel des Verfahrens 100 wird in einem sechsten Schritt 112 des Verfahrens 100 während des Aufschiebens des Vorschubschnabels 216 eine Lage des Projektionspunkts 17 auf der Laserlotscheibe 13 erfasst. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist dies ein Erfassen 112 einer Lage zumindest einer Kontrollcharakteristik 18 in Relation zur Laserlotscheibe 13. Aus der erfassten Lage des Projektionspunkts 17 auf der Laserlotscheibe 13 kann in einem anschließenden siebten Schritt 114 eine Lageabweichung 39 zwischen dem Sollpunkt 29 und dem Projektionspunkt 17 des Fixpunkts 3 ermittelt werden.

[0061] Im Anschluss an den siebten Schritt 114 wird in einem achten Schritt 116 aus der Ermittelten Lageabweichung 39 eine Pfeilerkopfauslenkung 9 des Pfeilerkopfs 318 ermittelt. Es soll verstanden werden, dass die Lageabweichung 39 auch unmittelbar die Pfeilerkopfauslenkung 9 bilden kann. Im achten Schritt 116 kann also auch nur die Lageabweichung 39 als Pfeilerkopfauslenkung 9 ermittelt bzw. damit gleichgesetzt werden.

[0062] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel des Verfahrens 100 wird parallel zum Erfassen der Lage des Projektionspunkts 17 auf der Laserlotscheibe 13 (sechster Schritt 112) in einem neunten Schritt 118 eine Vorschubgröße 37 der Vorschubeinheit 226 erfasst. Hier ist die Vorschubgröße 37 der Vorschubdruck pV am Hydraulikzylinder 228, der durch die zweite Kameraeinheit 47 erfasst wird.

[0063] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel des Verfahrens 100 wird im sechsten Schritt 112 simultan zur Lage des Projektionspunkts 17 auf der Laserlotscheibe 13 die Lage der Längskante 238 des Brückenüberbaus 206 in Relation zur Laserlotscheibe 13 als weitere Kontrollcharakteristik 18 erfasst. Aus der Lage der Längskante 238 in Relation zur Laserlotscheibe wird in einem zehnten Schritt 120 des Verfahrens 100 ein Längsausrichtungsfehler 41 des Brückenüberbaus 206 ermittelt.

[0064] In einem elften Schritt 122 des Verfahrens 100 wird ein Vergleich der ermittelten Pfeilerkopfauslenkung

9 mit einem Auslenkungsgrenzwert G1 durchgeführt. Ferner erfolgt hier im elften Schritt ein Vergleich des ermittelten Längsausrichtungsfehlers 41 mit einem Ausrichtungsfehlergrenzwert G2. Falls die Pfeilerkopfauslenkung 9 den Auslenkungsgrenzwert G1 übersteigt und/oder falls der Längsausrichtungsfehler 41 den Ausrichtungsfehlergrenzwert G2 übersteigt, wird in einem zwölften Schritt 124 des Verfahrens 100 die Vorschubgröße 37 reduziert (Schritt: Reduzieren 124), um den Vorschub des Brückenüberbaus 206 zu stoppen.. Hier kann beispielsweise der Vorschubdruck pV auf null reduziert werden, um den Vorschub zu stoppen.

Bezugszeichenliste:

[0065]

1	Vorrichtung zum Überwachen einer Pfeilerkopfauslenkung
3	Fixpunkt
5	Betonplatte
7	Lotlaser
9	Pfeilerkopfauslenkung
11	Laserstrahl
13	Laserlotscheibe
15	Lotscheibenfixierung
17	Projektionspunkt des Fixpunkts auf der Laserlotscheibe
18	Kontrollcharakteristik
19	Kameraeinheit
21	drahtlose Kamera
23	Zentraleinheit
25	Schienensystem
27	Steuerrechner
29	Sollpunkt
31	Zentrum
33	Raster
35	Rasterung
37	Vorschubgröße
39	Lageabweichung
41	Längsausrichtungsfehler
43	Solllage einer Längskante eines Brückenüberbaus
45	Richtlinie
47	zweite Kameraeinheit
49	Vorschubfassungseinheit
100	Verfahren
102	erster Schritt des Verfahrens bzw. Ermitteln eines Fixpunkts
104	zweiter Schritt des Verfahrens bzw. Fixieren des Fixpunkts
106	dritter Schritt des Verfahrens bzw. Anordnen eines Lotlasers am Fixpunkt
108	vierter Schritt des Verfahrens bzw. Projizieren des Fixpunkts
110	fünfter Schritt des Verfahrens bzw. Fixieren einer Laserlotscheibe am Pfeilerkopf
112	sechster Schritt des Verfahrens bzw. Erfassen

114	einer Lage zumindest einer Kontrollcharakteristik in Relation zur Laserlotscheibe
5 116	siebter Schritt des Verfahrens bzw. Ermitteln einer Lageabweichung
118	achter Schritt des Verfahrens bzw. Ermitteln einer Pfeilerkopfauslenkung
120	neunter Schritt des Verfahrens bzw. Erfassen einer Vorschubgröße
10 122	zehnter Schritt des Verfahrens bzw. Ermitteln eines Längsausrichtungsfehlers des Brückenüberbaus
15 124	elfter Schritt bzw. Vergleichen der Pfeilerkopfauslenkung mit einem Auslenkungsgrenzwert und/oder Vergleichen des Längsausrichtungsfehlers mit einem Ausrichtungsfehlergrenzwert
150	zwölfter Schritt des Verfahrens bzw. Reduzieren der Vorschubgröße
200	Vorschubsystem
20 202	Brückenbaustelle
204	Brücke
206	Baugrund
208	Brückenüberbau
210	Brückenpfeiler
25 212	Widerlager
214	Fertigungsanlage
214.1	Taktsegmente
216	erstes Taktsegment
218	Vorbauschnabel
30 220	Pfeilerkopf
222	Pfeilerfuß
224	Fundament des Brückenpfeilers
226	Baueinheit
228	Vorschubeinheit
35 230	Hydraulikzylinder
232	Hohlkastenprofil
234	Bodenplatte
236	Außensteg
238	Deckplatte
40 240	Längskante
F	Sollposition
G1	Kopfkraft
G2	Auslenkungsgrenzwert der Pfeilerkopfauslenkung
45	Ausrichtungsfehlergrenzwert des Längsausrichtungsfehlers
pV	Vorschubdruck
R1	Vorschubrichtung
R2	Querrichtung

Patentansprüche

1. Verfahren (100) zum Überwachen der Pfeilerkopfauslenkung (9) eines Brückenpfeilers (208) und/oder der Lageabweichung (39) eines Brückenüberbaus (206), insbesondere im Bau und/oder Rückbau von Brücken (202) im Taktschiebeverfahren und/oder mittels Vorschubrüstung, das Verfahren (100) aufweisend die Schritte:

- Ermitteln (102) eines Fixpunkts (3);
 - Fixieren (104) des Fixpunkts (3) in fester räumlicher Relation zu einem Pfeilerfuß (220) des Brückenpfeilers (208);
 - Anordnen (106) eines Lotlasers (7) an dem Fixpunkt (3);
 - Lotrechtes Projizieren (108) eines Projektionspunkts (17) des Fixpunkts (3) in Richtung eines Pfeilerkopfs (218) des Brückenpfeilers (208) unter Verwendung eines Laserstrahls (11) des Lotlasers (7);
 - Fixieren (110) einer Laserlotscheibe (13) in fester räumlicher Relation an einem Pfeilerkopf (218) des Brückenpfeilers (208) unter Verwendung des Projektionspunkts (17);
 - Erfassen (112) einer Lage zumindest einer Kontrollcharakteristik (18) in Relation zur Laserlotscheibe (13) während und/oder nach einem Aufschieben einer Baueinheit (224) auf den Pfeilerkopf (218) und/oder während und/oder nach einem Abschieben einer Baueinheit (224) von dem Pfeilerkopf (218).
2. Verfahren (100) nach Anspruch 1, wobei der Projektionspunkt (17) des Fixpunkts (3) eine Kontrollcharakteristik (18) ist und wobei die Laserlotscheibe (13) beim Fixieren (110) so an dem Pfeilerkopf (218) fixiert ist, dass der Projektionspunkt (17) auf einem Sollpunkt (29) der Laserlotscheibe (13) liegt.
3. Verfahren (100) nach Anspruch 2, wobei das Erfassen einer Lage zumindest einer Kontrollcharakteristik (18) ein Erfassen einer Lage des Projektionspunktes (17) des Fixpunkts (3) auf der Laserlotscheibe (13) umfasst und wobei das Verfahren (100) ferner aufweist:
- Ermitteln (114) einer Lageabweichung (39) zwischen dem Sollpunkt (29) und der Lage des Projektionspunkts (17) während und/oder nach dem Aufschieben der Baueinheit (224) auf den Pfeilerkopf (218) und/oder während und/oder nach dem Abschieben der Baueinheit (224) von dem Pfeilerkopf (218); und
 - Ermitteln (116) einer Pfeilerkopfauslenkung (9) des Pfeilerkopfs (218) aus der Lageabweichung (39).
4. Verfahren (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 3, ferner aufweisend den Schritt:
- Ermitteln eines Positionssollpunkts eines von der Baueinheit (224) umfassten Brückenüberbaus (206),
- wobei der Fixpunkt (3) eine lotrechte Projektion des Positionssollpunkts in Richtung des Pfeilerfußes (220) ist.
5. Verfahren (100) nach Anspruch 4, wobei die Laserlotscheibe (13) eine Richtlinie (45) aufweist, wobei die Laserlotscheibe (13) so an dem Pfeilerkopf (218) befestigt ist, dass die Richtlinie (45) im Wesentlichen deckungsgleich mit einer Solllage (43) einer Längskante (238) des Brückenüberbaus (206) ist, wobei die Längskante (238) des Brückenüberbaus (206) eine Kontrollcharakteristik (18) ist und das Erfassen einer Lage zumindest einer Kontrollcharakteristik (18) ein Erfassen der Lage der Längskante (238) in Relation zur Laserlotscheibe (13) umfasst, und wobei das Verfahren (100) vorzugsweise aufweist:
- Ermitteln eines Längsausrichtungsfehlers (41) von Brückenüberbau (206) und Pfeilerkopf (218), falls die Längskante (238) des Brückenüberbaus (206) nach und/oder während dem Aufschieben und/oder nach und/oder während dem Abschieben des Brückenüberbaus (206) von der Richtlinie (45) abweicht.
6. Verfahren (100) nach Anspruch 3 oder 5, ferner aufweisend die Schritte:
- Reduzieren (124) einer Vorschubgröße (37) einer Vorschubeinheit (226) zum Verschieben der Baueinheit (224), falls die ermittelte Pfeilerkopfauslenkung (9) einen Auslenkungsgrenzwert (G1) verletzt und/oder falls der ermittelte Längsausrichtungsfehler (41) einen Ausrichtungsfehlergrenzwert (G2) verletzt.
7. Verfahren (100) nach Anspruch 6, ferner aufweisend den Schritt:
- Erfassen (118) der Vorschubgröße (37), insbesondere eines Vorschubdrucks (pV), der Vorschubeinheit (226), wobei das Ermitteln der Vorschubgröße (37) simultan zum Erfassen der Lage zumindest einer Kontrollcharakteristik (18) erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Erfassen der Lage der Kontrollcharakteristik (18) durch zumindest eine Kamera (21) erfolgt, wobei die Kamera (21) vorzugsweise eine drahtlose Kamera (21) ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, ferner aufweisend den Schritt:
- Bereitstellen der erfassten Lage der Kontrollcharakteristik (18), der ermittelten Lageabweichung (39), der ermittelten Pfeilerkopfauslenkung (9) und/oder des ermittelten Längsausrichtungsfehlers (41) für den Fernzugriff, insbesondere Bereitstellen auf einem Webserver.

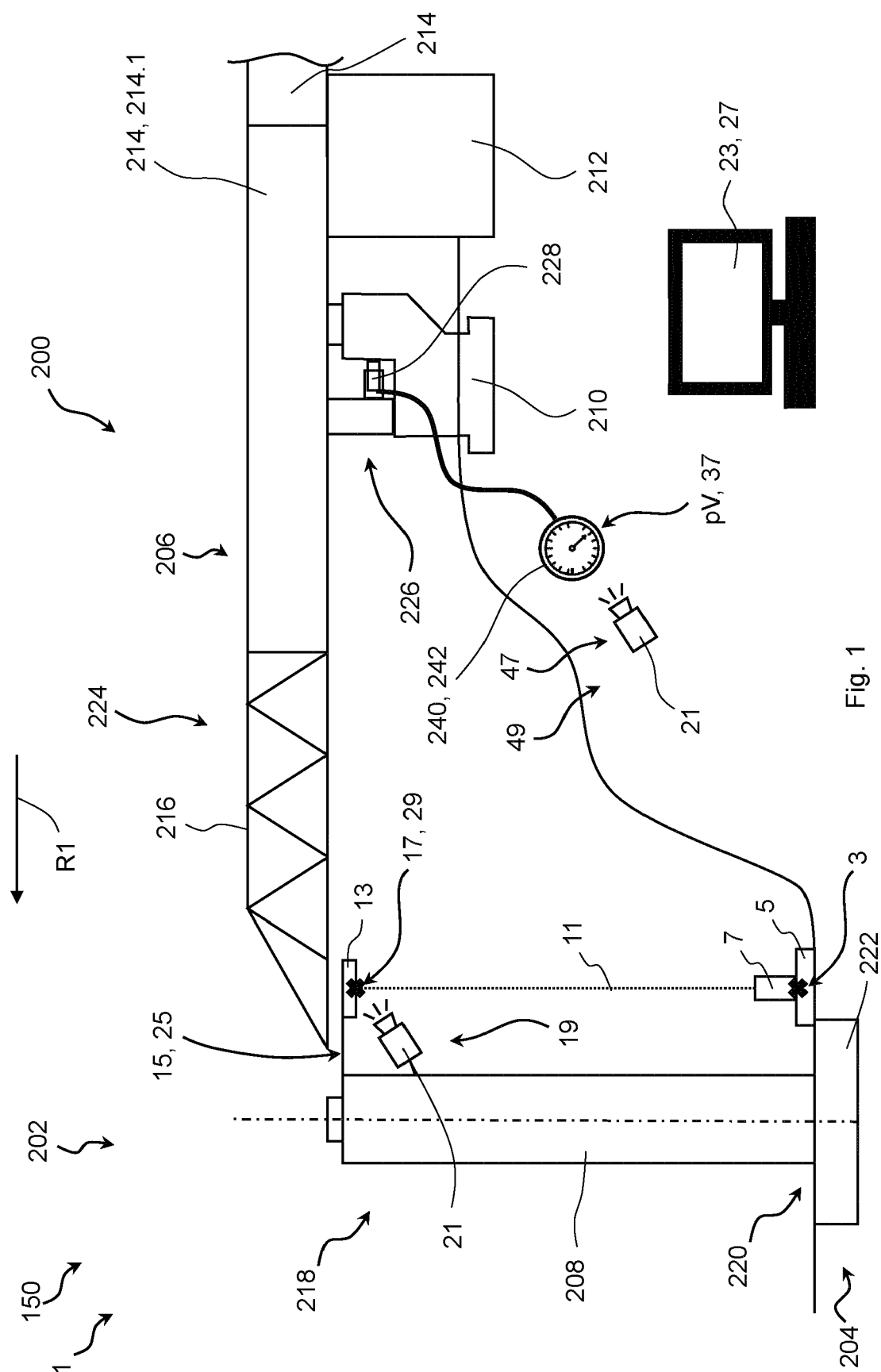
10. Vorrichtung (1) zum Überwachen der Pfeilerkopfauslenkung (9) eines Brückenpfeilers (208) und/oder der Lageabweichung (39) eines Brückenüberbaus (206), insbesondere im Bau und/oder Rückbau von Brücken (202) im Taktschiebeverfahren und/oder mittels Vorschubrüstung, die Vorrichtung (1) aufweisend
- 5
- einen Lotlaser (7), der dazu ausgebildet ist, benachbart und in fester räumlicher Beziehung zu einem Pfeilerfuß (220) des Brückenpfeilers (208) angeordnet zu werden und einen lotrechten Laserstrahl (11) auszusenden;
- 10
- eine Laserlotscheibe (13), die vorzugsweise ein Messraster (33) aufweist;
- 15
- eine Lotscheibenfixierung (15), die dazu ausgebildet ist, die Laserlotscheibe (13) von einem Pfeilerkopf (218) des Brückenpfeilers (208) horizontal hervorstehend an dem Pfeilerkopf (218) und über dem Lotlaser (7) zu fixieren, sodass
- 20
- der Laserstrahl (11) des Lotlasers (7) auf die Laserlotscheibe (13) projiziert werden kann; und
- eine Kameraeinheit (19) zum Erfassen von Bildern und/oder Videos des auf der Laserlotscheibe (13) auftreffenden Laserstrahls (11).
- 25
11. Vorrichtung (1) nach Anspruch 10, ferner aufweisend eine Zentraleinheit (23), die zum Anzeigen, Aufzeichnen und/oder Auswerten eines Bildes und/oder Videos der Kameraeinheit (19) ausgebildet
- 30
- ist, wobei die Zentraleinheit (23) vorzugsweise dazu ausgebildet ist, einen Fernzugriff zu erlauben und/oder Daten auf einem Server bereitzustellen.
- 35
12. Vorrichtung (1) nach Anspruch 11, wobei die Kameraeinheit (19) zumindest eine drahtlose Kamera (21) umfasst und wobei die Zentraleinheit (23) eine drahtlose Empfangseinheit umfasst, die zur Kommunikation mit der drahtlosen Kamera (21) ausgebildet ist.
- 40
13. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, ferner aufweisend eine Vorschubfassungseinheit (49), die zum Erfassen von Vorschubinformationen ausgebildet ist, die zumindest eine Vorschubgröße (37) einer Vorschubeinheit (226) repräsentieren, wobei die Vorschubfassungseinheit (49) vorzugsweise eine Kamera (21) ist oder umfasst.
- 45
14. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, ferner aufweisend eine Laserfixierung, die vorzugsweise eine Fixierschraube zum Fixieren des Lotlasers (7) aufweist, wobei die Fixierschraube eine Ausrichtungsbohrung zum Zentrieren der Laserfixierung über einem Positionssollpunkt aufweist.
- 50
- 55
15. Vorschubsystem (150) für den Bau und/oder Rückbau von Brücken (202), insbesondere im Taktschie-

beverfahren und/oder mittels Vorschubrüstung, das Vorschubsystem (150) aufweisend

eine Vorschubeinheit (226) zum Verschieben einer Baueinheit (224), insbesondere eines Brückenüberbaus (206) oder einer Vorschubrüstung, und

eine Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 14,

wobei die Vorrichtung (1) dazu ausgebildet ist, die Vorschubeinheit (226) abzuschalten, insbesondere in Antwort auf das Ermitteln einer Pfeilerkopfauslenkung (9), die einen Auslenkungsgrenzwert (G1) verletzt, einer Lageabweichung, die einen Lageabweichungsgrenzwert verletzt, und/oder eines Längsausrichtungsfehlers (41) der einen Ausrichtungsfehlergrenzwert (G2) verletzt.



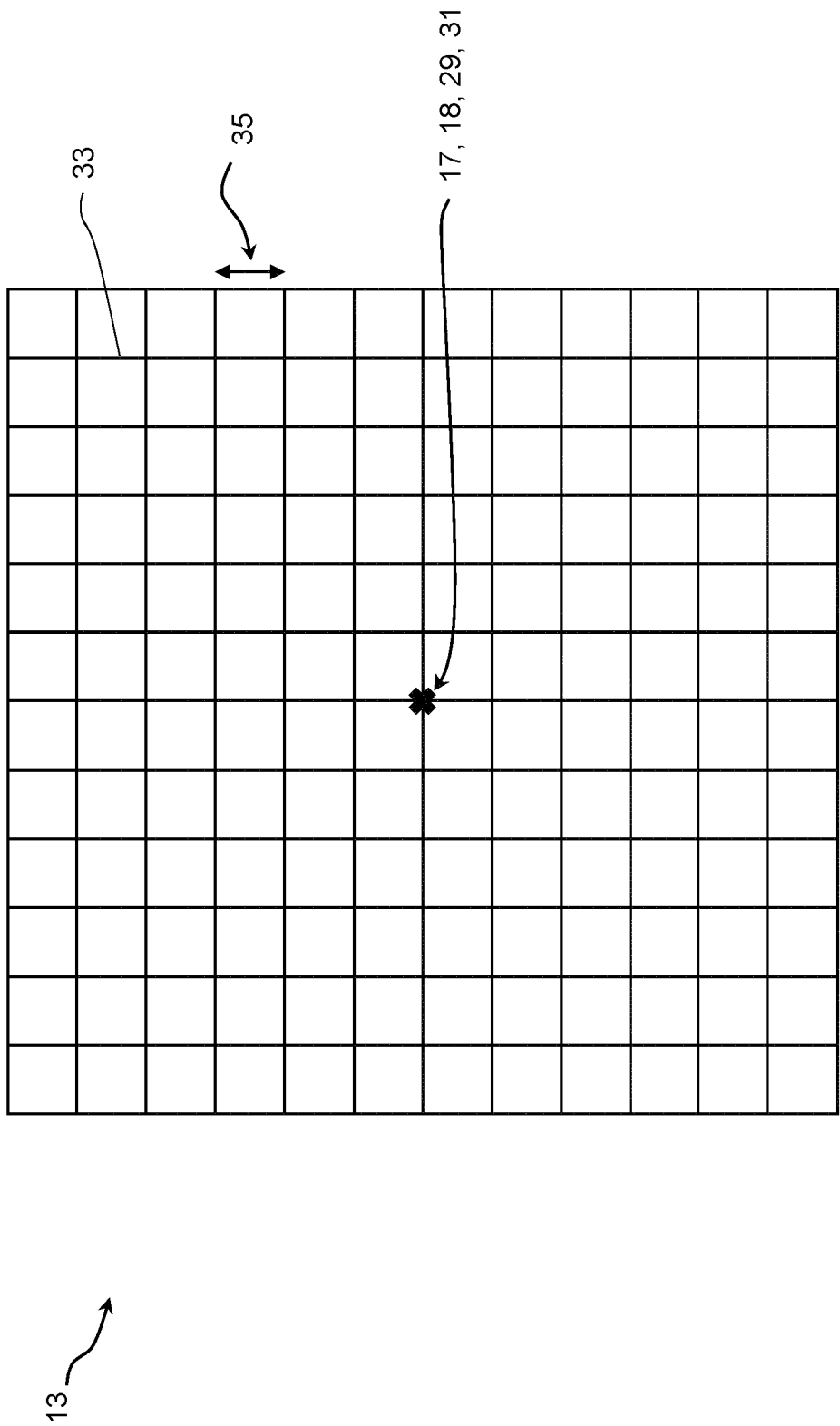
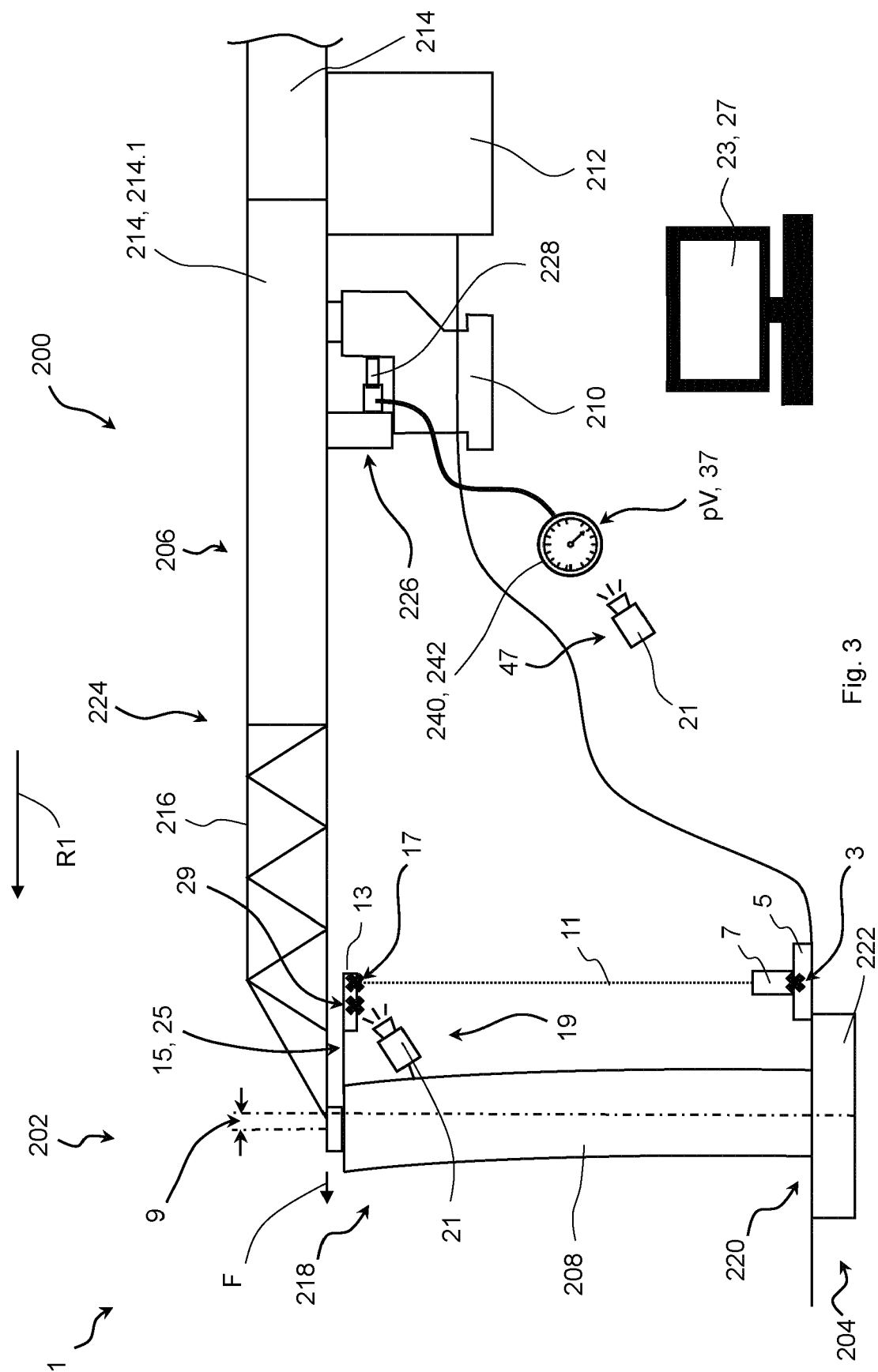


Fig. 2



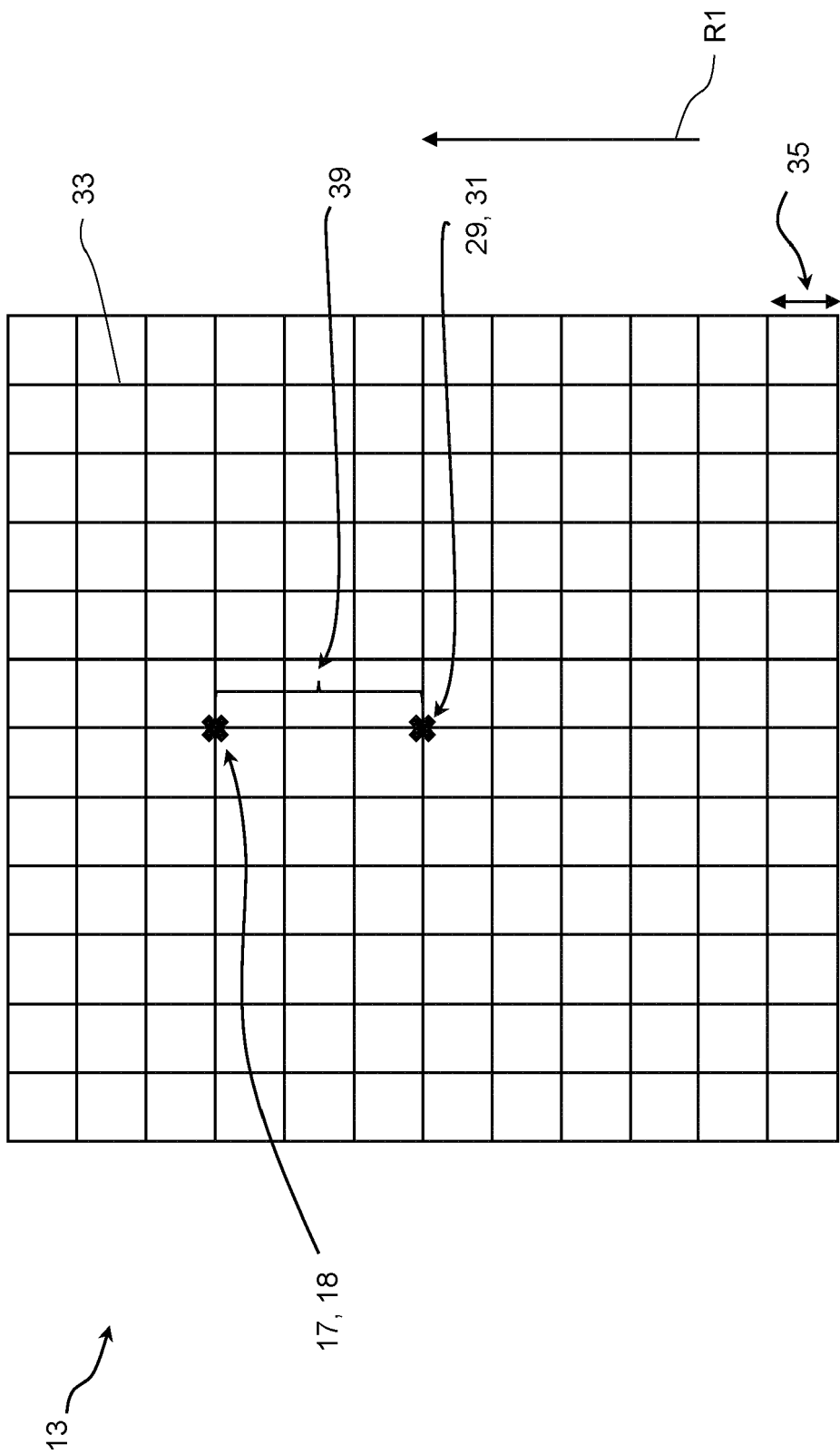


Fig. 4

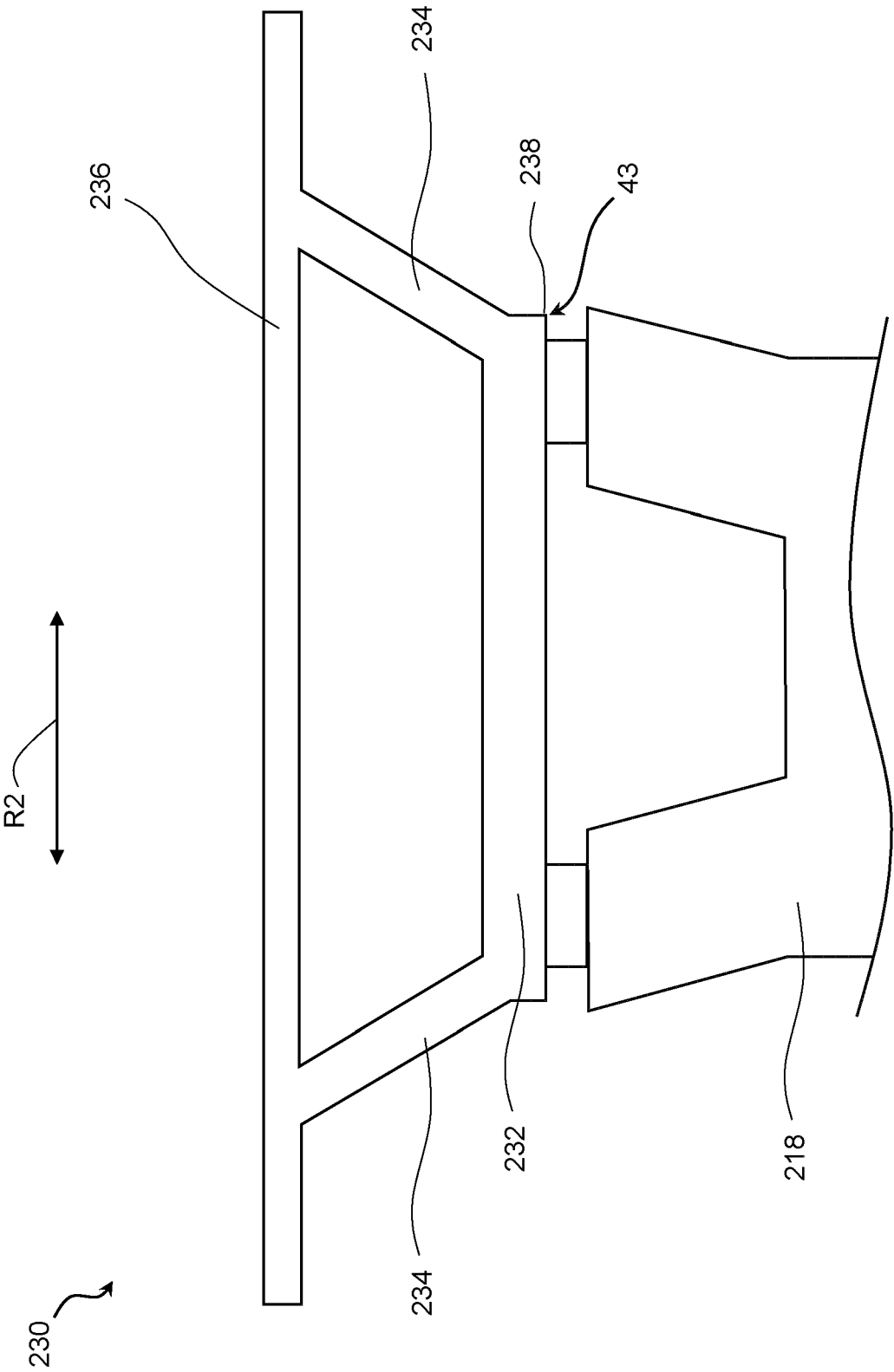
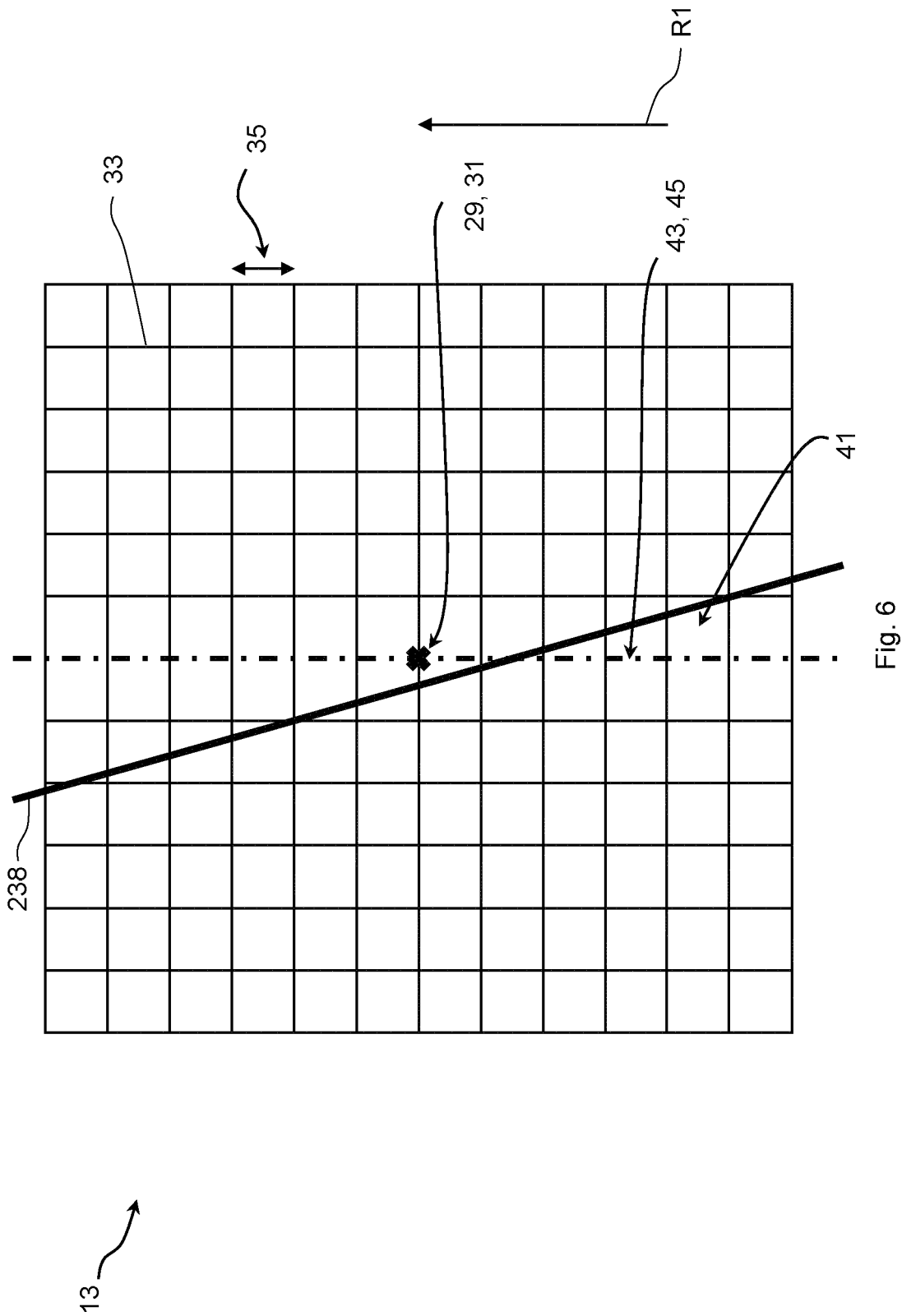


Fig. 5



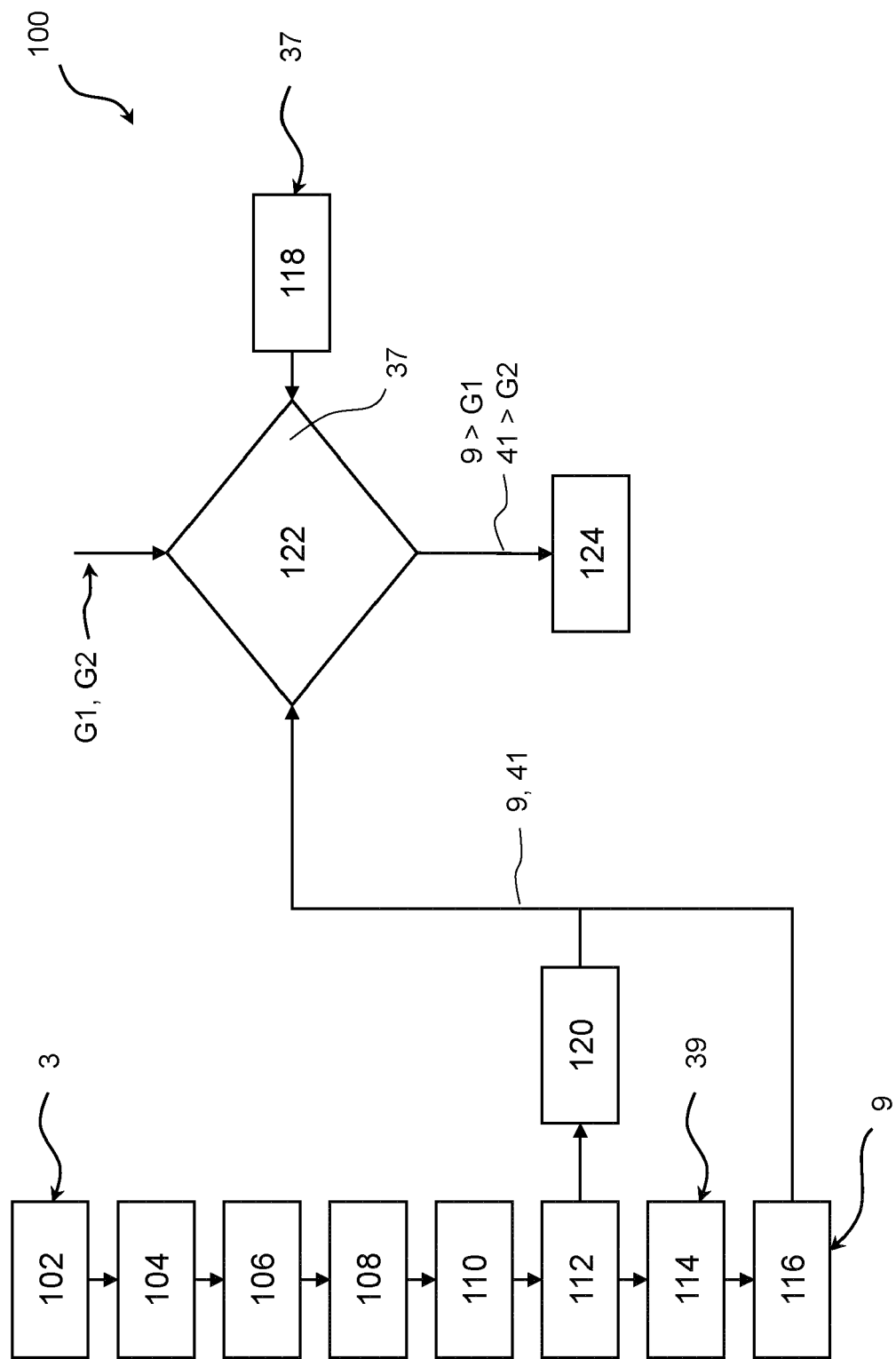


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 18 6886

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	CN 110 823 183 B (ANYANG INST TECH) 3. September 2021 (2021-09-03) * das ganze Dokument *	1-15	INV. E01D21/06
A	DE 18 08 690 A1 (SOC FORGES ATELIERS CREUSOT) 21. August 1969 (1969-08-21) * das ganze Dokument *	1-15	
A	CN 109 837 836 A (GUANGXI NANNING SHENGQIAN TECH DEV CO LTD) 4. Juni 2019 (2019-06-04) * das ganze Dokument *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E01D G01B G01C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
München	13. Dezember 2023	Beucher, Stefan	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 18 6886

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-12-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 110823183 B	03-09-2021	KEINE	
DE 1808690 A1	21-08-1969	BE 723016 A	01-04-1969
		DE 1808690 A1	21-08-1969
		FR 1561468 A	28-03-1969
CN 109837836 A	04-06-2019	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- CN 109837836 A [0006]