



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
11.09.2024 Patentblatt 2024/37

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
E01C 19/48<sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: 23160624.5

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
E01C 19/48

(22) Anmeldetag: 08.03.2023

(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

• Deere & Company  
Moline, IL 61265 (US)

(72) Erfinder:  
• Wagner, Tammo  
Bettendorf, IA 52722 (US)  
• Buschmann, Martin  
67435 Neustadt (DE)

(71) Anmelder:  
• Joseph Vögele AG  
67067 Ludwigshafen/Rhein (DE)

(74) Vertreter: Grünecker Patent- und Rechtsanwälte  
PartG mbB  
Leopoldstraße 4  
80802 München (DE)

(54) VERFAHREN UND STRASSENBAUSYSTEM ZUM DYNAMISCHEN STEuern EINER EINBAUGESCHWINDIGKEIT EINES STRASSENFERTIGERS

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum dynamischen Steuern einer Einbaugeschwindigkeit ( $v$ ) mindestens eines Straßenfertigers (3) für einen Einbauprozess (E), wobei anhand eines mit dem Straßenfertiger (3) funktional verbundenen Steuerungssystems (2) in Abhängigkeit einer damit festgestellten, veränderlichen Materiallieferleistung ( $P_L$ ) einer den Straßenfertiger (3) mit Einbaumaterial (M) versorgenden Materiallieferkette (L) eine der festgestellten Materiallieferleistung ( $P_L$ ) angepasste Einbaugeschwindigkeit ( $v$ ) für den Straßenfer-

tiger (3) ermittelt wird, wobei eine Vorverdichtungsleistung ( $V_L$ ) mindestens eines Vorverdichtungselements (6) einer Einbaubohle (7, 7') des Straßenfertigers (3) in Abhängigkeit der ermittelten Einbaugeschwindigkeit ( $v$ ) zur Konstanzhaltung einer mittels des Vorverdichtungselements (6) erzielten Vorverdichtung ( $V$ ) angepasst wird. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Straßenbausystem (1) für einen Einbauprozess (E) zur Herstellung einer konstanten Vorverdichtung ( $V$ ) bei variierender Einbaugeschwindigkeit ( $v$ ).

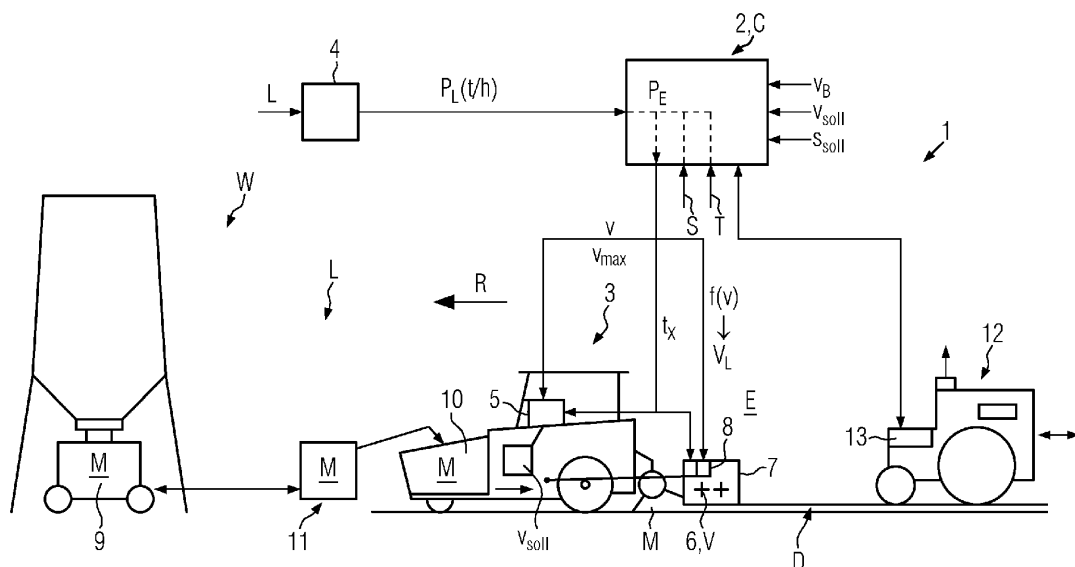


FIG. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum dynamischen Steuern einer Einbaugeschwindigkeit mindestens eines Straßenfertigers für einen Einbauprozess gemäß Anspruch 1. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Straßenbausystem für einen dynamischen Einbauprozess gemäß Anspruch 14.

**[0002]** EP 2 514 871 A1 offenbart ein Straßenbausystem, umfassend eine Materiallieferkette, einen von der Materiallieferkette mit Einbaumaterial versorgten Straßenfertiger zum Vorverdichten einer neu hergestellten Einbauschicht sowie ein dem Straßenfertiger folgendes Verdichtfahrzeug zum Endverdichten der neu hergestellten Einbauschicht. Ferner verfügt das Straßenbausystem über ein elektronisches Material-Dichte-Modul, welches dazu ausgebildet ist, die mittels des Straßenfertigers erzielte Vorverdichtung zu erfassen und an das Verdichtfahrzeug zu kommunizieren, welches basierend auf die Vorverdichtung abbildenden, empfangenden Daten dessen Endverdichtungsleistung anpasst, um eine gewünschte Endverdichtung der neu hergestellten Einbauschicht herzustellen.

**[0003]** DE 10 2019 116 853 A1 offenbart ein System und ein Verfahren zum Steuerung der Geschwindigkeit eines Straßenfertigers. Dafür wird eine Zufuhrate des Einbaumaterials, das von einer Asphaltmischanlage an eine Baustelle geliefert wird, bestimmt, wobei in Abhängigkeit der ermittelten Zufuhrate die Einbaugeschwindigkeit mindestens eines auf der Baustelle eingesetzten Straßenfertigers angepasst wird. Alternativ dazu kann die Geschwindigkeit des Straßenfertigers, insbesondere dessen maximale Einbaugeschwindigkeit auf Grundlage einer erfassten, maximalen Verdichtungsrate der dem Straßenfertiger folgenden Verdichtungsmaschinen variiert werden.

**[0004]** EP 2 325 392 A2 offenbart einen Straßenfertiger mit einem Verdichtungsaggregat, dessen Hub sich an die Einbaugeschwindigkeit automatisch anpassen lässt, sodass selbst bei einer Geschwindigkeitsänderung des Straßenfertigers eine weitgehend konstante Vorverdichtung resultiert. Das automatische Verstellen des Hubs wird mittels einer geschwindigkeitsabhängigen Kennliniensteuerung durchgeführt. Vergleichbare Kennliniensteuerungen sind in EP 3 138 961 A1, EP 2 366 831 A1 und EP 2 366 832 A1 offenbart.

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Einbauprozess verbesserter Einbauqualität und verbesserter Einbauleistung zur Verfügung zu stellen.

**[0006]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie mittels eines Straßenbausystems gemäß Anspruch 14. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die jeweiligen Gegenstände der Unteransprüche gegeben.

**[0007]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum dynamischen Steuern einer Einbaugeschwindigkeit mindestens eines Straßenfertigers für einen Einbauprozess, wobei anhand eines mit dem Straßenfertiger funktional ver-

bunden Steuerungssystems in Abhängigkeit einer damit festgestellten, veränderlichen Materiallieferleistung einer den Straßenfertiger mit Einbaumaterial versorgenden Materiallieferkette eine der festgestellten Materiallieferleistung angepasste Einbaugeschwindigkeit für den Straßenfertiger ermittelt wird. Indem der Straßenfertiger mit der ermittelten, an die Materiallieferleistung angepassten Einbaugeschwindigkeit den Einbauprozess durchführt, können Materiallieferengpässe bzw. eine Unterbrechung der Materialversorgung auf der Baustelle des Straßenfertigers verhindert werden. Außerdem kann damit einer Materialübertversorgung auf der Baustelle entgegengewirkt werden.

**[0008]** Erfindungsgemäß wird eine Vorverdichtungsleistung mindestens eines Vorverdichtungselements einer Einbaubohle des Straßenfertigers in Abhängigkeit der an die Materiallieferleistung angepassten Einbaugeschwindigkeit zur Konstanzhaltung einer mittels des Vorverdichtungselements erzielten Vorverdichtung angepasst. Erfindungsgemäß wird somit die direkt am Straßenfertiger verrichtete Vorverdichtungsleistung in Abhängigkeit der dynamisch auf Basis der festgestellten Materiallieferleistung bestimmten Geschwindigkeit für den Straßenfertiger variiert, um eine konstante Vorverdichtung in der vom Straßenfertiger verlegten Einbauschicht zu erhalten. Damit kann die Vorverdichtung selbst dann konstant bleiben, wenn sich die Einbaugeschwindigkeit des Straßenfertigers aufgrund einer variierenden Materiallieferleistung ändern sollte.

**[0009]** Damit lässt sich einerseits die Geschwindigkeit des Straßenfertigers unter Berücksichtigung der Zufuhrate bzw. hinsichtlich der Materiallieferleistung zum Erzielen einer verbesserten Einbauleistung optimieren. Andererseits kann mit dieser Optimierung verbunden eine konstante Vorverdichtung mittels der Einbaubohle erzielt werden, sprich der Straßenfertiger ist trotz der hinsichtlich der Materiallieferleistung angepassten Einbaugeschwindigkeit dazu in der Lage, eine Einbauschicht mit konstanter Vorverdichtung herzustellen. Damit wird eine verbesserte Einbauqualität geschaffen.

**[0010]** Die Erfindung begünstigt des Weiteren eine kontinuierliche Materialversorgung durch die Materiallieferkette, da der Betrieb des Straßenfertigers an die festgestellte Materiallieferleistung angepasst wird, sprich keine Über- beziehungsweise Unterversorgung von Einbaumaterial auf der Baustelle zustande kommt. Außerdem gestattet die Erfindung einen kontinuierlichen Einbauprozess, da das Herstellen der Einbauschicht mittels des Straßenfertigers unter Berücksichtigung der Materiallieferleistung, ohne Unterbrechungen ablaufen kann. Schwankungen in der Materialversorgung lassen sich anhand der Erfindung problemlos kompensieren, ohne dass sich dabei die Vorverdichtungsqualität ändert.

**[0011]** Grundsätzlich kann bei der Erfindung der Einbauprozess mit geringer werdender Materiallieferleistung langsamer und mit zunehmender Materiallieferleistung schneller ablaufen, ohne dass es durch diese Dynamik zu einer Änderung der Vorverdichtung kommt. Da-

mit ergibt sich über die Materiallieferkette hinaus auf der Baustelle ein kontinuierlicher, d.h. unterbrechungsfreier, zu einer konstanten Vorverdichtung führender Einbauprozess.

**[0012]** Die Erfindung leitet die Vorverdichtungsleistung der Einbaubohle des Straßenfertigers von der Materiallieferleistung der Materiallieferkette ab, indem die Materiallieferleistung die Einbaugeschwindigkeit des Straßenfertigers bestimmt, von welcher die Vorverdichtungsleistung abhängig ist. Dies führt zu einem homogenen, gleichbleibenden Vorverdichtungsergebnis mit unterbrechungsfreier Einbaufahrt. Die erfindungsgemäße Idee, über die angepasste Einbaugeschwindigkeit die Materiallieferleistung mit der Vorverdichtungsleistung in Zusammenhang zu setzen, ermöglicht einen in Summe leistungsstärkeren sowie qualitativ hochwertigeren Einbauprozess.

**[0013]** Vorzugsweise gibt ein Benutzer als Grenzbedingung eine maximale Einbaugeschwindigkeit für den Einbauprozess des Straßenfertigers im Steuerungssystem ein. Dadurch lassen sich der Geschwindigkeitsansteuerung des Straßenfertigers auf der Baustelle durch Expertenwissen Grenzen setzen.

**[0014]** Insbesondere kann der Benutzer die Eingabe im Steuerungssystem vom Typen der Einbaubohle des Straßenfertigers auf der Baustelle, vor allem von deren maximaler Vorverdichtungsleistung, abhängig machen. Damit kann die Einbaugeschwindigkeit des Straßenfertigers maximal nur so weit beschleunigt werden, dass damit noch eine konstante Vorverdichtung möglich ist.

**[0015]** Vorstellbar wäre es, dass das Steuerungssystem funktional mit der Einbaubohle verbunden ist und den Benutzer bei einem Wechsel der Einbaubohle des Straßenfertigers, wodurch sich ggf. eine mögliche, maximale Vorverdichtungsleistung ändert, den Benutzer dazu auffordert, die von ihm als Grenzbedingung im Steuerungssystem hinterlegte maximale Einbaugeschwindigkeit zu bestätigen bzw. zu aktualisieren.

**[0016]** Gemäß einer Variante der Erfindung bestimmt das Steuerungssystem unter Berücksichtigung der festgestellten Materiallieferleistung eine durch den Straßenfertiger maximal mögliche Einbauleistung und errechnet damit eine gesonderte, maximale Einbaugeschwindigkeit für den Straßenfertiger in Abhängigkeit einer mittels der Einbaubohle herzustellenden Schichtdicke und Schichtbreite. Das Steuerungssystem ist somit in der Lage, für jegliche Bauwerksspezifikation eine gesonderte, maximale Einbaugeschwindigkeit für den Straßenfertiger zu berechnen, die an die Materiallieferleistung angepasst ist. Diese gesondert ermittelte, maximale Einbaugeschwindigkeit kann im Prinzip kleiner, gleich oder größer als die vom Benutzer im Steuerungssystem hinterlegte, maximale Einbaugeschwindigkeit sein.

**[0017]** Insbesondere wird gemäß einer Variante der Erfindung in einer mit dem Steuerungssystem funktional verbundenen Fahrzeugsteuerung des Straßenfertigers als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert die anhand des Steuerungssystems errechnete, maximale Einbaugeschwindigkeit hinterlegt, wenn diese kleiner oder gleich der vom Benutzer eingegebenen, maximalen Einbaugeschwindigkeit ist. Alternativ dazu wäre es möglich, dass in der mit dem Steuerungssystem funktional verbundenen Fahrzeugsteuerung des Straßenfertigers als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert die vom Benutzer eingegebene, maximale Einbaugeschwindigkeit hinterlegt wird, wenn die anhand des Steuerungssystems errechnete maximale Einbaugeschwindigkeit größer als die vom Benutzer eingegebene, maximale Einbaugeschwindigkeit ist. Die vorangehend beschriebene, erste Alternative bewirkt einen in Abhängigkeit der festgestellten Materiallieferleistung maximal beschleunigten Einbauprozess, ohne dass dadurch eine Einbauunterbrechung riskiert wird. Dadurch lässt sich eine an die Materiallieferleistung angepasste, maximale Einbauleistung erzielen. Die vorangehend genannte, zweite Alternative setzt der Geschwindigkeitssteigerung des Einbauvorgangs durch fachspezifisches Wissen Grenzen, beispielsweise im Hinblick auf eine von der Einbaubohle durchführbare, maximale Vorverdichtungsleistung, um auch bei sehr hoher Materiallieferleistung die maximale Einbaugeschwindigkeit so zu bestimmen, dass diesbezüglich eine Anpassung der Vorverdichtungsleistung zum Beibehalten einer konstanten Vorverdichtung möglich ist, selbst wenn die festgestellte Materiallieferleistung eigentlich eine höhere maximale Einbaugeschwindigkeit ermöglichen würde. Bei beiden Alternativen bleibt demzufolge die Vorverdichtung konstant.

**[0018]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das Steuerungssystem durch Feststellen einer sich ändernden Materiallieferleistung sowohl eine dementsprechend angepasste, neue maximale Einbaugeschwindigkeit für den Straßenfertiger berechnet sowie einen Zeitpunkt bestimmt, zu dem die neue maximale Einbaugeschwindigkeit in der Fahrzeugsteuerung des Straßenfertigers hinterlegt wird. Dadurch wird erreicht, dass die Geschwindigkeitsanpassung des Einbauprozesses erst dann am Straßenfertiger durchgeführt wird, wenn eine diesbezüglich erfasste, gesteigerte oder reduzierte Materiallieferleistung der Materiallieferkette auf der Baustelle spürbar ist. Damit reagiert der Straßenfertiger erst dann auf eine gesteigerte bzw. reduzierte Materiallieferleistung, wenn diese tatsächlich auf der Baustelle ankommt, sprich dort die Menge der Materialbevorratung beeinflusst.

**[0019]** Insbesondere kann das Steuerungssystem den Zeitpunkt, zu dem die neue maximale Einbaugeschwindigkeit in der Fahrzeugsteuerung des Straßenfertigers hinterlegt wird, derart in Abhängigkeit einer betragsmäßigen Größe der erforderlichen Einbaugeschwindigkeitsänderung variieren, dass grundsätzlich bei einer geringen Einbaugeschwindigkeitsänderung im Hinblick auf eine sich ändernde Materiallieferleistung die neue maximale Einbaugeschwindigkeit in der Fahrzeugsteuerung des Straßenfertigers tendenziell später hinterlegt bzw. angesteuert wird als bei einer großen Einbaugeschwindigkeitsänderung im Hinblick auf eine sich ändernde Ma-

teriallieferteistung. Dieses Prinzip kann dazu führen, dass lediglich kurzanhaltende, geringfügige Änderungen in der Materiallieferteistung ignoriert werden können, sprich sich nicht unnötig auf den Betrieb des Straßenfertigers übertragen lassen. Dies begünstigt einen energieeffizienten Betrieb des Straßenfertigers.

**[0020]** Bevorzugterweise wird in der mit dem Steuerungssystem funktional verbundenen Fahrzeugsteuerung des Straßenfertiger als neuer Einbaugeschwindigkeits-Sollwert die anhand des Steuerungssystems berechnete neue maximale Einbaugeschwindigkeit hinterlegt, wenn diese kleiner oder gleich der vom Benutzer eingegebenen, maximalen Einbaugeschwindigkeit ist. Alternativ dazu wäre es möglich, dass in der mit dem Steuerungssystem funktional verbundenen Fahrzeugsteuerung des Straßenfertigers als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert die vom Benutzer eingegebene, maximale Einbaugeschwindigkeit hinterlegt wird bzw. weiterhin gesetzt bleibt, wenn die anhand des Steuerungssystems berechnete neue maximale Einbaugeschwindigkeit (weiterhin) größer als die vom Benutzer eingegebene, maximale Einbaugeschwindigkeit ist. In beiden Alternativen kann sichergestellt werden, dass auf Basis der festgestellten Materiallieferteistung eine maximale Einbauleistung, kombiniert mit einer gleichbleibenden Vorverdichtung möglich ist. Bei der erstgenannten Alternativen wird vor allem berücksichtigt, dass die maximale Einbaugeschwindigkeit hinsichtlich der Materiallieferteistung derart eingestellt wird, dass der Straßenfertiger den Einbauprozess bei geringer Materialversorgung nur so weit beschleunigt, dass er den Einbauprozess kontinuierlich durchführen kann, sprich Nachteile, die in Verbindung mit einem Materiallieferengpass und einem daraus resultierenden Anhalten des Straßenfertigers verbunden sind, wie zum Beispiel ein Einsinken der Einbaubohle während des Stopps und/oder Beeinträchtigungen der Schichtdicken-Oberflächenqualität, beispielsweise durch Abdrücke, vermieden werden können. Die andere Alternative, wonach die maximale Einbaugeschwindigkeit gemäß der benutzereingestellten, maximalen Einbaugeschwindigkeit gefahren wird, sorgt dafür, dass der Straßenfertiger keine zu hohe Einbaugeschwindigkeit fährt, die prinzipiell durch die festgestellte Materiallieferteistung zwar möglich wäre, allerdings nicht mehr durch die an der Einbaubohle einstellbare, maximale Vorverdichtungsleistung zum Erreichen einer konstanten Vorverdichtung ausgleichbar wäre. Damit veranlasst das Steuerungssystem den Straßenfertiger bei diesen Varianten immer nur derart den Einbauprozess zu beschleunigen, dass es auf der Baustelle zu keinem Anhalten des Straßenfertigers kommt und stets der Einbau mit gleichbleibender Vorverdichtung durchgeführt wird.

**[0021]** Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das Steuerungssystem den Einbaugeschwindigkeits-Sollwert, insbesondere den neuen Einbaugeschwindigkeits-Sollwert, in Abhängigkeit einer vorgewählten minimalen Materialbevorratung und/oder in Abhängigkeit einer vorgewählten maximalen Materialbevorratung von einem in di-

rekter Umgebung des Straßenfertigers, d.h. auf der Baustelle, vorhandenem Einbaumaterial dahingehend anpasst, dass während des Einbauprozesses die minimale Materialbevorratung nicht unter- und/oder die maximale Materialbevorratung nicht überschritten wird. Dies bewirkt eine zusätzliche Absicherung dafür, dass für den Straßenfertiger auf der Baustelle stets ein ausreichender Materialpuffer vorhanden ist, sprich nie zu wenig oder zu viel Einbaumaterial vorliegt. Dies begünstigt einen kontinuierlichen Einbauprozess, indem verhindert werden kann, dass der Straßenfertiger während des Einbauprozesses aufgrund zu geringer beziehungsweise mangelnder Materialbevorratung anhalten muss. Des Weiteren wird damit verhindert, dass ein Überschuss an Einbaumaterial auf der Baustelle vorrätig ist. Dies wäre mit dem Nachteil verbunden, dass das im Überfluss auf der Baustelle vorrätige Einbaumaterial abkühlt. Dieser mittels des Steuerungssystems nachgelagerten Geschwindigkeits-Korrektur des auf Basis der Materiallieferteistung bestimmten Einbaugeschwindigkeits-Sollwerts sind dahingehend Grenzen gesetzt, dass die daraus resultierende Geschwindigkeitsanpassung bzw. Beschleunigung des Straßenfertigers nur unter der Maßgabe geschieht, dass damit weiterhin die Vorverdichtung gleich bleibt.

**[0022]** Zweckmäßig wäre es, wenn vor Beginn des Einbauprozesses eine Initialeinbaugeschwindigkeit des Straßenfertigers definiert und für die Initialeinbaugeschwindigkeit eine Soll-Schichtdicke und eine Soll-Vorverdichtung als Prozessparameter im Steuerungssystem hinterlegt werden, beispielsweise durch Benutzereingabe. Die Initialeinbaugeschwindigkeit kann beispielsweise so gewählt werden, dass ein langsames Anfahren des Straßenfertigers zu Beginn des Einbauprozesses möglich ist, sprich der Straßenfertiger zumindest zu Beginn des Einbauprozesses temporär mit einer "Warmlauf-Geschwindigkeit" den Einbauprozess durchführt, d.h. nicht gleich mit maximaler Einbaugeschwindigkeit gesteuert wird. Diese vor Beginn des Einbauprozesses gewählten Grundeinstellungen am Straßenfertiger können als Basisdatensatz vom Straßenfertiger an das Steuerungssystem übermittelt werden, vorzugsweise dann, wenn sie bei Beginn des Einbauprozesses am Straßenfertiger und/oder am Einbauergebnis detektiert werden, wobei dies am Steuerungssystem den erfindungsgemäßen Betrieb zur Konstanthaltung der Vorverdichtung bei maximaler Einbaugeschwindigkeit in Gang setzt. Denkbar wäre es, dass das Aktivieren des erfindungsgemäßen Betriebs zur Konstanthaltung der Vorverdichtung bei maximaler Einbaugeschwindigkeit erst mit Ablauf einer vorbestimmten Warmlaufzeit, beispielsweise 5min nach Start des Einbauprozesses, geschieht, damit die am Straßenfertiger verbauten Antriebe und Aggregate eine gewünschte Betriebstemperatur erreichen, bevor der Straßenfertiger seine Geschwindigkeit an die veränderliche Materiallieferteistung der ihn versorgenden Materiallieferkette anpasst.

**[0023]** Denkbar wäre es, dass sich die Initialeinbauge-

schwindigkeit des Straßenfertigers mittels dessen Fahrzeugsteuerung unter Verwendung einer Rampenfunktion in die auf die Materiallieferleistung angepasste oder auf die durch den Benutzer eingestellte, maximale Einbaugeschwindigkeit gedämpft bringen lässt, damit die insbesondere zu Beginn des Einbauprozesses noch kalten Arbeitsaggregate des Straßenfertigers, darunter insbesondere die geschwindigkeitsabhängige Vorverdichtungseinrichtung, langsam hochfahren können.

**[0024]** Eine Variante sieht vor, dass die Initialeinbaugeschwindigkeit zu Beginn des Einbauprozesses in der Fahrzeugsteuerung als Einbaugeschwindigkeit-Sollwert hinterlegt wird, wobei eine am Straßenfertiger erfasste oder eine mittels des Steuerungssystems bestimmte Geschwindigkeitsänderung, insbesondere eine Geschwindigkeitsänderung von der Initialeinbaugeschwindigkeit zu der vom Bediener eingegebenen, maximalen Einbaugeschwindigkeit oder zu der auf Basis der Materiallieferleistung errechneten, maximalen Einbaugeschwindigkeit, das Steuerungssystem dazu veranlasst, für die aufgrund der Geschwindigkeitsänderung vorhersehbare, natürliche Veränderung der Vorverdichtung einen Korrekturfaktor zur Anpassung der Vorverdichtungsleistung zu errechnen und diesen in einer Bohlensteuerung des Straßenfertiger zu hinterlegen, die den Korrekturfaktor zur Anpassung des Betriebs des Verdichtungselements derart, insbesondere zu einem bestimmten Zeitpunkt, einsetzt, dass eine mit der Geschwindigkeitsänderung erzielte Vorverdichtung im Wesentlichen der für die Initialeinbaugeschwindigkeit definierten Soll-Vorverdichtung entspricht. Die durch das Steuerungssystem veranlasste Geschwindigkeitsänderung bestimmt daher das Ausmaß des daraus resultierenden Korrekturfaktors, durch den die Vorverdichtungsleistung zum Kompensieren der natürlichen Veränderung der Vorverdichtung angepasst wird. Damit kann trotz einer materialversorgungsabhängigen, sich gegenüber der Initialeinbaugeschwindigkeit veränderten Soll-Einbaugeschwindigkeit des Straßenfertigers eine anhand des Korrekturfaktors die veränderte Soll-Einbaugeschwindigkeit kompensierende Anpassung der Vorverdichtungsleistung gesteuert werden, sodass eine konstante Vorverdichtung gewährleistet wird.

**[0025]** Insbesondere wird der Korrekturfaktor mittels der Bohlensteuerung zum Variieren eines Hubs des Verdichtungselements, zum Variieren einer ausführbaren Anpresskraft durch das Verdichtungselement und/oder zum Variieren einer Geschwindigkeit des Verdichtungselements eingesetzt. Das Variieren dieser Prozessparameter lässt sich beliebig kombinieren, um eine der Geschwindigkeitsänderung angepasste Vorverdichtungsleistung mittels der Einbaubohle zu ermöglichen.

**[0026]** Denkbar wäre es, dass durch Echtzeitmessung der hergestellten Schichtdicke eine Schichtdickenabweichung von der Soll-Schichtdicke berechnet wird, worauf basierend ein Schichtdickenkorrekturfaktor ermittelt und von der Bohlensteuerung für eine Höhenansteuerung der Einbaubohle eingesetzt wird. Obwohl davon auszu-

gehen ist, dass bei sich ändernder Einbaugeschwindigkeit und diesbezüglich angepasster Vorverdichtungsleistung, die eine konstante Vorverdichtung ermöglicht, auch die Schichtdicke konstant bleibt, lassen sich anhand des Schichtdickenkorrekturfaktors ausnahmsweise erfasste Schichtdickenabweichungen problemlos über die Höhenansteuerung der Einbaubohle kompensieren, so dass zusätzlich zur konstanten Vorverdichtung auch eine konstante Schichtdicke erreicht werden kann.

**[0027]** Eine Variante sieht vor, dass durch Echtzeitmessung eine Vorverdichtungsabweichung von der Soll-Vorverdichtung bestimmt wird, wobei ein zur Nachverdichtung eingesetztes System, beispielsweise eine dem Straßenfertiger hinterherfahrende Walze, mittels dynamischer Nachverdichtungsmodulation die Vorverdichtungsabweichung dahingehend kompensiert, dass eine Gesamtverdichtungs-Restabweichung minimal wird. Obwohl die Erfindung dazu führt, dass das Vorverdichtungsergebnis entlang der Einbaustrecke im Wesentlichen gleichbleibend hergestellt werden kann, d.h. konstant ist, lassen sich ausnahmsweise ermittelte Abweichungen von der Soll-Vorverdichtung problemlos mittels des anschließenden Nachverdichtungssystems kompensieren. Das Nachverdichtungssystem profitiert von einer im Wesentlichen entlang der gesamten Einbaustrecke durch den Straßenfertiger geschaffenen, konstanten Vorverdichtung, sodass sie gegebenenfalls vereinzelt auftretende, erfasste Abweichungen von der Soll-Vorverdichtung ohne großen Aufwand kompensieren kann.

**[0028]** Zumindest ein Teil des Steuerungssystems kann gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform als cloudbasierte Anwendung vorbestimmte Bauplanungswerte, bspw. von einer mit ihm verbundenen Schaltzentrale, und/oder während des Einbauprozesses ermittelte, dynamische Fertiger- und Bohlenprozessdaten des Straßenfertigers erfassen und darauf basierend mindestens einen Sollprozesswert für den Einbauprozess, insbesondere die an die variierende Materiallieferleistung angepasste Einbaugeschwindigkeit und/oder mindestens einen Korrekturfaktor, insbesondere den Korrekturfaktor zur Anpassung der Vorverdichtungsleistung, errechnen und an einen anderen Teil des Steuerungssystems übermitteln, welcher die errechneten Soll- und Korrekturwerte der Fahrzeugsteuerung und/oder der Bohlensteuerung vorhält.

**[0029]** Vorzugsweise kann der als cloudbasierte Anwendung konfigurierte Teil des Steuerungssystems während des anhand der Materiallieferkette durchgeführten Materiallieferprozesses daraus ermittelte, dynamische Materiallieferprozessdaten erfassen und darauf basierend die Materiallieferleistung der Materiallieferkette, insbesondere in Echtzeit, sowie daraus die daran anzupassende Einbaugeschwindigkeit errechnen und diese an den anderen Teil des Steuerungssystems übermitteln, welcher die angepasste Einbaugeschwindigkeit der Fahrzeugsteuerung des Straßenfertigers vorhält.

**[0030]** Anhand der vorangehend erwähnten, cloudbasierten Varianten lassen sich IT-Ressourcen als Weban-

wendung auslagern. Hierdurch ließen sich insbesondere mehrere auf verschiedenen Baustellen durchgeführte Einbauprozesse mit dem als cloudbasierte Anwendung konfigurierten Teil verbinden. Der cloudbasierte Teil des Steuerungssystems könnte damit universal für viele Baustellenprojekte gleichzeitig eingesetzt werden.

**[0031]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung liegt das Steuerungssystem nicht nur zum Teil, sondern insgesamt als cloudbasierte Anwendung vor und errechnet sämtliche Sollprozesswerte und Korrekturwerte für den Einbauprozess zumindest in Abhängigkeit der variablen Materiallieferleistung und hält diese zum Erzielen einer konstanten Vorverdichtung direkt der Fahrzeugsteuerung und/oder der Bohlensteuerung des Straßenfertigers vor.

**[0032]** Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Straßenbausystem für einen Einbauprozess. Das Straßenbausystem umfasst ein Steuerungssystem, mindestens einen funktional mit dem Steuerungssystem verbundenen Straßenfertiger, mindestens ein funktional mit dem Steuerungssystem verbundenes Logistiksystem sowie mindestens eine den Straßenfertiger mit Einbaumaterial versorgende Materiallieferkette, deren veränderliche Materiallieferleistung anhand des Logistiksystems erfassbar und dem Steuerungssystem vorhaltbar ist. Das Steuerungssystem ist zum Ermitteln einer der festgestellten Materiallieferleistung angepassten Einbaugeschwindigkeit für den Straßenfertiger ausgebildet. Erfindungsgemäß ist eine Vorverdichtungsleistung mindestens eines Vorverdichtungselements einer Einbaubohle des Straßenfertigers in Abhängigkeit der an die festgestellte Materiallieferleistung angepassten Einbaugeschwindigkeit anpassbar. Dies ermöglicht es, dass der Einbauprozess kontinuierlich, d.h. ohne Einbauunterbrechung, und mit konstanter Vorverdichtung stattfinden kann. Eine durch Materiallieferleistung verursachte Geschwindigkeitsänderung wird somit durch eine Anpassung der Vorverdichtungsleistung derart kompensiert, dass die mittels der Einbaubohle hergestellte Vorverdichtung konstant bleibt. Die Materiallieferleistung hat damit direkten Einfluss auf die erzielte Vorverdichtung.

**[0033]** Vorzugsweise ist das Steuerungssystem dazu ausgebildet, unter Berücksichtigung der ihm vom Logistiksystem angezeigten Materiallieferleistung eine damit durch den Straßenfertiger maximal mögliche Einbauleistung zu bestimmen, um daraus eine maximale Einbaugeschwindigkeit für den Straßenfertiger in Abhängigkeit einer mittels der Einbaubohle herzustellenden Schichtdicke und Schichtbreite zu errechnen, und in einer mit dem Steuerungssystem funktional verbundenen Fahrzeugsteuerung des Straßenfertigers als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert die anhand des Steuerungssystems errechnete, maximale Einbaugeschwindigkeit zu hinterlegen, wenn diese kleiner oder gleich einer von einem Benutzer am Steuerungssystem als Grenzbedingung eingegebenen, maximalen Einbaugeschwindigkeit ist. Alternativ dazu ist das Steuerungssystem dazu ausgebildet, in der mit dem Steuerungssystem funktional

verbunden Fahrzeugsteuerung des Straßenfertigers als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert die vom Benutzer als Grenzbedingung eingegebene, maximale Einbaugeschwindigkeit zu hinterlegen, wenn die anhand des Steuerungssystems errechnete, maximale Einbaugeschwindigkeit größer als die vom Benutzer eingegebene maximale Einbaugeschwindigkeit ist. Beide oben genannten Alternativen bewirken eine unterbrechungsfreie, maximale Einbauleistung verbunden mit einer konstanten Vorverdichtung, sprich sorgen dafür, dass sowohl ein maximal beschleunigtes als auch ein qualitativ optimales Einbauergebnis zustande kommt.

**[0034]** Zweckmäßig wäre es, dass das Steuerungssystem dazu eingerichtet ist, durch Feststellen einer sich ändernden Materiallieferleistung sowohl eine dementsprechend angepasste, (neue) maximale Einbaugeschwindigkeit für den Straßenfertiger zu berechnen sowie einen Zeitpunkt zu bestimmen, zu dem die (neue) maximale Einbaugeschwindigkeit in der Fahrzeugsteuerung des Straßenfertigers zu hinterlegen ist. Damit lässt sich die Geschwindigkeitsanpassung am Straßenfertiger auf der Baustelle solange verzögern bzw. genau dann durchführen, wenn die sich ändernde Materiallieferleistung auf der Baustelle spürbar ist, sprich der Straßenfertiger erst dann auf die geänderte Materiallieferleistung reagiert, wenn diese auf der Baustelle zu einer nicht erwünschten Veränderung der dort vorliegenden Materialbevorratung führen würde. Diese Variante ermöglicht es somit, lediglich kurzanhaltende, vernachlässigbare Änderungen in der Materiallieferversorgung zu ignorieren, sodass der Straßenfertiger möglichst mit gleichbleibender Einbaugeschwindigkeit fährt.

**[0035]** Insbesondere kann das Steuerungssystem dazu konfiguriert sein, den Zeitpunkt, zu dem die neue maximale Einbaugeschwindigkeit in der Fahrzeugsteuerung des Straßenfertigers hinterlegt wird, in Abhängigkeit einer betragsmäßigen Größe der erforderlichen Einbaugeschwindigkeitsänderung zu variieren. Insbesondere kann das Steuerungssystem dafür einer Logik folgen, dass grundsätzlich bei einer geringen Einbaugeschwindigkeitsänderung im Hinblick auf eine sich ändernde Materiallieferleistung die neue maximale Einbaugeschwindigkeit in der Fahrzeugsteuerung des Straßenfertigers tendenziell zu einem späteren Zeitpunkt hinterlegt wird als bei einer großen Einbaugeschwindigkeitsänderung im Hinblick auf eine sich ändernde Materiallieferleistung. Dieses Prinzip kann dazu führen, dass lediglich kurzanhaltende, geringfügige Änderungen in der Materiallieferleistung ignoriert werden können, sprich sich nicht unnötig auf den Betrieb des Straßenfertigers übertragen lassen. Dies begünstigt einen energieeffizienten Betrieb des Straßenfertigers.

**[0036]** Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass das Steuerungssystem dazu konfiguriert ist, den Einbaugeschwindigkeits-Sollwert in Abhängigkeit einer vorgewählten minimalen Materialbevorratung und/oder in Abhängigkeit einer vorgewählten maximalen Materialbevorratung von einem in direkter Um-

gebung des Straßenfertigers, d.h. auf der Baustelle, vorhandenem Einbaumaterial dahingehend anzupassen, dass während des Einbauprozesses nicht weniger Einbaumaterial als die minimale Materialbevorratung und/oder nicht mehr Einbaumaterial als die maximale Materialbevorratung in direkter Umgebung des Straßenfertigers vorliegt. Dies bedeutet, dass der Straßenfertiger den Einbauprozess nur derart beschleunigt, dass auf der Baustelle keine Materialunter- beziehungsweise -überversorgung eintritt. Durch eine Materialunterversorgung bestünde nämlich das Risiko, dass der Straßenfertiger den Einbauprozess unterbrechen muss. Eine Überbevorratung von Einbaumaterial würde zu einer Abkühlung des Einbaumaterials führen.

**[0037]** Vorzugsweise sind für eine vor Beginn des Einbauprozesses definierte Initialeinbaugeschwindigkeit des Straßenfertigers eine Soll-Schichtdicke und eine Soll-Vorverdichtung als Prozessparameter im Steuerungssystem hinterlegbar. Dabei ist die Initialeinbaugeschwindigkeit zu Beginn des Einbauprozesses in der Fahrzeugsteuerung des Straßenfertigers als Initialeinbaugeschwindigkeits-Sollwert hinterlegt und das Steuerungssystem ist dazu ausgebildet, in Reaktion auf eine am Straßenfertiger erfasste oder eine mittels des Steuerungssystems bestimmte Geschwindigkeitsänderung, insbesondere eine Geschwindigkeitsänderung vom Initialeinbaugeschwindigkeits-Sollwert zu einer für den Einbauprozess als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert eingegebenen maximalen Einbaugeschwindigkeit oder zu einer auf Basis der Materiallieferleistung errechneten maximalen Einbaugeschwindigkeit, angesichts einer aufgrund der Geschwindigkeitsänderung vorhersehbaren, natürlichen Veränderung der Vorverdichtung einen Korrekturfaktor zur Anpassung der Vorverdichtungsleistung zu errechnen und diesen in einer Bohlensteuerung des Straßenfertigers zu hinterlegen. Damit passt die Bohlensteuerung die Vorverdichtungsleistung des Verdichtungselements mittels des Korrekturfaktors derart an, dass eine mit der Geschwindigkeitsänderung erzielte Vorverdichtung im Wesentlichen der für die Initialeinbaugeschwindigkeit definierten Soll-Vorverdichtung entspricht. Die zu Beginn des Einbauprozesses hinterlegten Prozessparameter für die vorbestimmte Initialeinbaugeschwindigkeit bleiben damit selbst durch eine erfasste oder bestimmte Geschwindigkeitsänderung des Straßenfertigers unter Verwendung des Korrekturfaktors konstant. Insbesondere kann der Straßenfertiger dadurch maximal den Einbauprozess beschleunigen, ohne dass es dabei zu einer Unterbrechung des mit konstanter Vordichtung durchgeführten Einbauprozesses kommt. Es ergibt sich damit ein in Summe besonders wirtschaftlicher Einbauprozess mit homogener Einbauqualität.

**[0038]** Vorzugsweise ist die Bohlensteuerung unter Verwendung des Korrekturfaktors zum Variieren eines Hubs des Verdichtungselements, zum Variieren einer ausführbaren Anpresskraft durch das Verdichtungselement und/oder zum Variieren einer Geschwindigkeit des Verdichtungselements konfiguriert. Denkbar wäre es,

dass zum Variieren der jeweiligen Prozessparameter gesondert mittels des Steuerungssystems ermittelte Korrekturfaktoren eingesetzt werden. Insbesondere lassen sich die Prozessparameter in Kombination verändern, um zu einem konstanten Vorverdichtungsergebnis zu führen.

**[0039]** Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass der Straßenfertiger zum Durchführen einer Echtzeitmessung der hergestellten Schichtdicke konfiguriert ist, wodurch ein in Abhängigkeit einer daraus erfassten Schichtdickenabweichung von der Soll-Schichtdicke resultierender Schichtdickenkorrekturfaktor ermittelbar und der Bohlensteuerung für eine Höhenansteuerung der Einbaubohle vorhaltbar ist, und/oder der Straßenfertiger zum Durchführen einer Echtzeitmessung einer hergestellten Vorverdichtung konfiguriert ist, wobei in Abhängigkeit einer daraus bestimmten Vorverdichtungsabweichung von der Soll-Vorverdichtung ein die Vorverdichtungsabweichung mittels dynamischer Nachverdichtungssystem dahingehend ansteuerbar ist, dass eine Gesamtverdichtungs-Restabweichung minimal wird. Der Einsatz dieser Korrekturfunktionen bildet die absolute Ausnahme, da mit einer im Wesentlichen konstanten Vorverdichtung auch eine konstante Schichtdicke einhergeht und Abweichungen von der Soll-Vorverdichtung tendenziell sehr gering sind. Sollten dies Ausgleichsfunktionen ausgelöst werden, ist der damit einhergehende Aufwand zur Kompensation der Abweichungen sehr gering.

**[0040]** Das Steuerungssystem kann als cloudbasierte Anwendung oder als serverbasiertes Netzwerk mit dem Logistiksystem und mit dem Straßenfertiger verbunden sein. Eine Variante sieht vor, dass das Steuerungssystem in einem tragbaren Gerät, welches von einem Bediener auf der Baustelle benutzt wird, integriert ist. Denkbar wäre es, dass das Logistiksystem als cloud- oder netzbasierte Anwendung in einem weiteren tragbaren Gerät, welches von mindestens einem LKW-Fahrer der Materiallieferkette mitgeführt wird, integriert ist.

**[0041]** Gemäß einer bevorzugten Variante liegt zumindest ein Teil des Steuerungssystems als cloudbasierte Anwendung vor, die dazu konfiguriert ist, vorbestimmte Bauplanungswerte, bspw. von einer mit ihr verbundenen Schaltzentrale, und/oder während des Einbauprozesses ermittelte, dynamische Fertiger- und Bohlenprozessdaten des Straßenfertigers zu erfassen und darauf basierend mindestens einen Sollprozesswert, insbesondere die an die variierende Materiallieferleistung angepasste Einbaugeschwindigkeit, und/oder mindestens einen Korrekturfaktor, insbesondere den Korrekturfaktor zur Anpassung der Vorverdichtungsleistung, zu errechnen und an einen anderen Teil des Steuerungssystems zu übermitteln, welcher die errechneten Soll- und Korrekturwerte der Fahrzeugsteuerung und/oder der Bohlensteuerung vorhält. Damit lassen sich bestimmte IT-Ressourcen, insbesondere Speicherplatz, Rechenleistung und/oder Software, als webbasierte Anwendung einsetzen.

**[0042]** Vorzugsweise ist der als cloudbasierte Anwendung konfigurierte Teil des Steuerungssystems weiter dazu konfiguriert, während des anhand der Materiallieferkette durchgeführten Materiallieferprozesses daraus ermittelte, dynamische Materiallieferprozessdaten zu erfassen und darauf basierend die Materiallieferleistung der Materiallieferkette, insbesondere in Echtzeit, zu errechnen und an den anderen Teil des Steuerungssystems zu übermitteln, welcher basierend auf der errechneten Materiallieferleistung die daran anzupassende Einbaugeschwindigkeit bestimmt und der Fahrzeugsteuerung des Straßenfertigers vorhält.

**[0043]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung liegt das Steuerungssystem nicht nur zum Teil, sondern insgesamt als cloudbasierte Anwendung vor und ist dazu konfiguriert, sämtliche Sollprozesswerte und Korrekturwerte für den Einbauprozess zumindest in Abhängigkeit der variierbaren Materiallieferleistung zu errechnen und diese zum Erzielen einer konstanten Vorverdichtung direkt der Fahrzeugsteuerung und/oder der Bohlensteuerung des Straßenfertigers vorzuhalten.

**[0044]** Die Erfindung wird anhand der folgenden Figuren genauer erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 ein Straßenbausystem in schematischer Darstellung zum Durchführen eines Einbauprozesses,
- Figur 2 eine Einbaubohle eines Straßenfertigers in Schnittdarstellung gemäß einer ersten Ausführungsform,
- Figur 3 eine weitere Einbaubohle eines Straßenfertigers in Schnittdarstellung gemäß einer zweiten Ausführungsform,
- Figur 4 das erfindungsgemäße Prinzip einer auf Basis sich ändernder Materiallieferleistung angepasster Geschwindigkeit und Vorverdichtungsleistung zum Herstellen einer konstanten Vorverdichtung,
- Figur 5 eine schematische Darstellung betreffend eine variierende Materialbevorratung auf der Baustelle,
- Figur 6 eine schematische Diagrammdarstellung einer sich ändernden Einbaugeschwindigkeit des Straßenfertigers während des Einbauprozesses, und
- Figur 7 eine schematische Diagrammdarstellung einer sich an die variierende Einbaugeschwindigkeit des Straßenfertigers anpassende Vorverdichtungsleistung während des Einbauprozesses.

**[0045]** Technische Komponenten sind in den Figuren

durchgehend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0046]** Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung ein Straßenbausystem 1, das als Site-Management-System konfiguriert ist, um einen Einbauprozess E zu steuern. Das Straßenbausystem 1 umfasst ein Steuerungssystem 2, einen funktional mit dem Steuerungssystem 2 verbundenen Straßenfertiger 3, einen funktional mit dem Steuerungssystem 2 verbundenen Logistiksystem 4, sowie eine den Straßenfertiger 3 mit Einbaumaterial M versorgende Materiallieferkette L, deren Materiallieferleistung  $P_L$  anhand des Logistiksystems 4 erfassbar und dem Steuerungssystem 2 vorhaltbar ist.

**[0047]** Das Steuerungssystem 2 ist zum Ermitteln einer der festgestellten Materiallieferleistung  $P_L$  angepassten Einbaugeschwindigkeit  $v$  für den Straßenfertiger 3 ausgebildet. Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung, dass das Steuerungssystem 2 die ihr durch das Logistiksystem 4 vorgehaltene Materiallieferleistung  $P_L$  verwendet, um auf Basis dieser die Einbaugeschwindigkeit  $v$  des Straßenfertigers 3 zu berechnen und diese in einer am Straßenfertiger 3 vorgesehenen Fahrzeugsteuerung 5 zu hinterlegen.

**[0048]** Ferner zeigt Figur 1 in schematischer Darstellung, dass eine erbrachte Vorverdichtungsleistung  $V_L$  mittels mindestens eines Vorverdichtungselements 6 einer am Straßenfertiger 3 angebrachten Einbaubohle 7 in Abhängigkeit der ermittelten Einbaugeschwindigkeit  $v$  anpassbar ist.

**[0049]** Ferner ist das Steuerungssystem 2 dazu konfiguriert, außer der auf Basis der Materiallieferleistung  $P_L$  angepassten Einbaugeschwindigkeit  $v$  zudem einen Zeitpunkt  $t_x$  zu bestimmen, zu dem die Einbaugeschwindigkeit  $v$  in der Fahrzeugsteuerung 5 des Straßenfertigers 3 hinterlegt wird. Dieser Zeitpunkt  $t_x$  lässt sich auch dementsprechend in einer Bohlensteuerung 8 der Einbaubohle 7 hinterlegen, um die Geschwindigkeit  $v$  des Straßenfertigers 3 und die Vorverdichtungsleistung  $V_L$  des Verdichtungselements 6 zeitgleich anzupassen.

**[0050]** Während des in Figur 1 schematisch dargestellten Einbauprozesses E wird eine Asphaltsschicht D auf einer Baustelle hergestellt. Das Straßenbausystem 1 umfasst ein Mischwerk W, welches zur Materiallieferkette L gehört und an einen Lastwagen 9 Einbaumaterial M abgibt. Das Einbaumaterial M wird mit einer bestimmten Zusammensetzung und Temperatur vom Mischwerk W hergestellt und mittels des Lastwagens 9 zur Baustelle transportiert. Der oder die Lastwagen 9 schütten das Einbaumaterial M entweder direkt in einen Gutbunker 10 des Straßenfertigers 3 oder in Gutbunker eines in Einbaurichtung R vor dem Straßenfertiger 3 fahrenden Beschickers 11 für den Straßenfertiger 3. In Einbaurichtung R hinter dem Straßenfertiger 3 fährt ein zur Nachverdichtung konfiguriertes Verdichterfahrzeug 12. Das Verdichterfahrzeug 12 ist in Figur 1 ebenfalls mit dem Steuerungssystem 2 funktional verbunden.

**[0051]** Figur 1 deutet an, dass ein Benutzer als Grenzbedingung eine maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_B$  für den Einbauprozess E des Straßenfertigers 3 im Steue-



rungssystem 2 eingibt. Ferner zeigt Figur 1 in schematischer Darstellung, dass das Steuerungssystem 2 unter Berücksichtigung der festgestellten Materiallieferleistung  $P_L$  eine durch den Straßenfertiger 3 mögliche Einbauleistung  $P_E$  bestimmt und damit unter Berücksichtigung einer Sichtdicke  $S$  und einer Schichtbreite  $T$  die Einbaugeschwindigkeit  $v$ , insbesondere eine gesonderte, maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_{\max}$  für den Straßenfertiger 3 errechnet.

**[0052]** Insbesondere ist das Steuerungssystem 2 dazu in der Lage, der funktional mit ihr verbundenen Fahrzeugsteuerung 5 des Straßenfertigers 3 als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert  $v_{\text{soll}}$  die anhand des Steuerungssystem 2 errechnete maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_{\max}$  zu hinterlegen, wenn diese kleiner oder gleich der vom Benutzer eingegebenen maximalen Einbaugeschwindigkeit  $v_B$  ist. Alternativ dazu wird in der Fahrzeugsteuerung 5 als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert  $v_{\text{soll}}$  die vom Benutzer eingegebene, maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_B$  hinterlegt, wenn die anhand des Steuerungssystems 2 errechnete, maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_{\max}$  größer als die vom Benutzer eingegebene maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_B$  ist.

**[0053]** Das Steuerungssystem 2 kann insgesamt oder zum Teil als cloudbasierte Anwendung C und/oder als serverbasiertes Netzwerk konfiguriert sein, um die jeweiligen im Straßenbausystem 1 funktional eingebundenen Fahrzeuge sowie Arbeitsaggregate derart aufeinander abgestimmt anzusteuern, dass ein unterbrechungsfreier, maximal beschleunigter sowie ein zu einer konstanten Vorverdichtung der Einbauschicht D führender Einbauprozess E zustande kommt.

**[0054]** Figur 2 zeigt eine Schnittdarstellung der Einbaubohle 7 des Straßenfertigers 3 gemäß einer ersten Ausführungsform. Die Einbaubohle 7 ist eine Ausziehbohle mit einem Grundbohlenteil 14 sowie seitlich verfahrbaren Ausziehbohlen 15, die eine Änderung der Schichtbreite  $T$  ermöglichen. Alternativ könnte auch die Einbaubohle 7 ohne veränderbare Einbaubreite vorliegen. Das Grundbohlenteil 14, wie auch jede Ausziehbohle 15, weist ein bodenseitiges Glättblech 16 auf, auf dem wenigstens eine mit wählbarer Drehzahl betreibbare Vibrationseinrichtung 17 angeordnet ist, sodass das Glättblech 16 als Verdichtungselement 6 an der Einbaubohle 7 zum Einsatz kommt. Ein weiteres Verdichtungselement 6 ist ein wenigstens eine Tamperleiste 18 aufweisender Tamper mit einem Exzenterantrieb 19, dessen Drehzahl  $v'$  und/oder Exzentrizität, d.h. der Hub  $H$ , wählbar sind, wobei der Tamper in Einbaufahrtrichtung  $R$  die vorderste Vorverdichterstufe an der Einbaubohle 7 zum Vorverdichten des Einbaumaterials  $M$  herstellt.

**[0055]** Die in Figur 3 gezeigte Einbaubohle 7' weist zusätzlich zur Konfiguration der Einbaubohle 7 aus Figur 2 wenigstens eine Pressleiste 20 als weiteres Verdichtungselement 6 auf, die über einen hydraulischen Antrieb 21 mit vertikalen Druckimpulsen und gegebenenfalls einstellbarer Beschleunigung betreibbar ist und in Einbaufahrtrichtung  $R$  hinter dem Glättblech 16 weiter mit einer

wählbaren Anpresskraft  $F$  vorverdichtet.

**[0056]** Die in den Figuren 2 und 3 an den jeweiligen Einbaubohlen 7, 7' eingesetzten Verdichtungselemente 6 werden mittels der Bohlensteuerung 8 derart gesteuert, dass sie eine gewünschte Vorverdichtungsleistung  $V_L$  erzeugen. Diese kann in Abhängigkeit der vom Straßenfertiger 3 gefahrenen Einbaugeschwindigkeit  $v$  derart gesteuert werden, dass eine konstante Vorverdichtung Ventsprechend einer im Steuerungssystem 2 hinterlegten Soll-Vorverdichtung  $V_{\text{soll}}$  in der hergestellten Einbauschicht  $D$  erzielt wird.

**[0057]** Das Variieren der Vorverdichtungsleistung  $V_L$  geschieht mittels eines Korrekturfaktors  $f(v)$ , welcher auf Basis einer sich ändernden Einbaugeschwindigkeit  $v$ , insbesondere im Hinblick auf eine prognostizierte, durch Geschwindigkeitsanpassung hervorgerufene Änderung der Vorverdichtung  $V$ , mittels des Steuerungssystems 2 errechnet und in der Bohlensteuerung 8 entweder direkt oder indirekt über die Fahrzeugsteuerung 5 zugeführt wird. Damit wird erreicht, dass die an den jeweiligen Einbaubohlen 7, 7' arbeitenden Verdichtungselemente 6 ihre Vorverdichtungsleistung  $V_L$  an die Einbaugeschwindigkeit  $v$ , insbesondere an die eingegebene, maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_B$  oder an die in Abhängigkeit der Materiallieferleistung  $P_L$  errechnete, maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_{\max}$  derart anpassen, dass eine konstante Vorverdichtung  $V$  mittels der Einbaubohle 7, 7' hergestellt wird.

**[0058]** Figur 4 zeigt in schematischer Darstellung das erfindungsgemäße Konzept, wonach sich die Einbaugeschwindigkeit  $v$ , insbesondere die maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_{\max}$ , mit Zeitverzug  $t_x$  an eine sich ändernde Materiallieferleistung  $P_L$  anpasst und dadurch eine Veränderung der Vorverdichtungsleistung  $V_L$  einhergeht, um die Vorverdichtung  $V$  konstant zu halten.

**[0059]** Figur 4 zeigt insbesondere, dass mit zunehmender Materiallieferleistung  $P_L$  ebenfalls die Einbaugeschwindigkeit  $v$ , bzw. die maximale eingegebene oder errechnete Einbaugeschwindigkeit  $v_B$ ,  $v_{\max}$  zum Zeitpunkt  $t_x$ , zeitverzögert, in der Fahrzeugsteuerung 5 hinterlegt wird und entsprechend dieser Verzögerung in der Bohlensteuerung 8 die Vorverdichtungsleistung  $V_L$  mittels des Korrekturfaktors  $f(v)$  derart angepasst wird, dass eine konstante Vorverdichtung  $V$  herstellbar ist.

**[0060]** Die über die Zeitachse  $t$  in Figur 4 an die Materiallieferleistung  $P_L$  angepasste, zunehmende Vorverdichtungsleistung  $V_L$  könnte für den Fall, dass die Materiallieferleistung  $P_L$  abnimmt, zusammen mit einer an die Materiallieferleistung  $P_L$  angepassten, abnehmenden Einbaugeschwindigkeit  $v$  zeitverzögert reduziert werden, um die Vorverdichtung  $V$  konstant zu halten.

**[0061]** Figur 5 zeigt in schematischer Diagrammdarstellung eine in direkter Umgebung des Straßenfertigers 3 vorliegende Materialbevorratung  $Q$ , die in Abhängigkeit der Materiallieferleistung  $P_L$  und der Einbaugeschwindigkeit  $v$  des Straßenfertigers 3 variieren kann. Die Materialbevorratung  $Q$  kann der Menge des im Gutbunker 10 des Straßenfertigers 3 aufgenommenen Einbaumate-

rials M entsprechen. Sofern ein Beschicker 11 auf der Baustelle eingesetzt wird, ergibt sich die Materialbevorratung Q aus der Summe des in den jeweiligen Gutbunkern des Beschicker 11 und des Straßenfertiger 3 enthaltenen Einbaumaterials M.

**[0062]** Bei einer konstanten Materiallieferleistung  $P_L$  kann man davon ausgehen, dass auf der Baustelle mit zunehmender Einbaugeschwindigkeit  $v$  die Materialbevorratung Q abnimmt und mit abnehmender Einbaugeschwindigkeit  $v$  die Materialbevorratung Q zunimmt. Figur 5 zeigt, dass die Materialbevorratung Q in direkter Umgebung des Straßenfertigers 3 nicht größer als eine maximale Materialbevorratung  $Q_{\max}$  und nicht kleiner als eine minimale Materialbevorratung  $Q_{\min}$  wird. Das Steuerungssystem 2 kann nämlich dazu ausgebildet sein, den in der Fahrzeugsteuerung 5 hinterlegten Einbaugeschwindigkeits-Sollwert  $v_{\text{soll}}$ , insbesondere die maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_{\max}$  so zu wählen, dass die minimale Materialbevorratung  $Q_{\min}$  nicht unter- und/oder die maximale Materialbevorratung  $Q_{\max}$  nicht überschritten wird.

**[0063]** Die in Figur 5 gezeigten Schwankungen in der Materialbevorratung Q können das Resultat von Störgrößen in der Materiallieferkette L sein. Beispielsweise könnten die Schwankungen in der Materialbevorratung M durch unerwartet hohes Verkehrsaufkommen auf dem Weg vom Mischwerk W zur Baustelle zustande kommen.

**[0064]** Figur 6 zeigt in schematischer Darstellung die am Straßenfertiger 3 gesteuerte Einbaugeschwindigkeit  $v$  während des Einbauprozesses E. Insbesondere zeigt Figur 6, dass der Straßenfertiger 3 vom Zeitpunkt  $t_1$  bis zum Zeitpunkt  $t_2$  mit einer Initialeinbaugeschwindigkeit  $v_{\text{initial}}$  gesteuert wird. Zum Zeitpunkt  $t_2$  wird mittels des Steuerungssystems 2 eine sich ändernde Materiallieferleistung  $P_L$  für den Einbauprozess E erfasst. Daraufhin bestimmt das Steuerungssystem 2 eine neue Einbaugeschwindigkeit  $v$ , hier eine neue maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_{\max}$ , die ab dem Zeitpunkt  $t_3$  der vom Bediener eingegebenen, maximalen Einbaugeschwindigkeit B entspricht. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Materiallieferleistung  $P_L$  zum Zeitpunkt  $t_2$  derartig groß ist, dass eine sich durch das Steuerungssystem 2 bestimmte, maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_{\max}$  größer als die vom Bediener eingegebene maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_B$  ist, sodass die letztgenannte vom Steuerungssystem 2 in der Fahrzeugsteuerung 5 des Straßenfertigers 3 hinterlegt wird.

**[0065]** Zwischen dem Zeitpunkt  $t_2$  und dem Zeitpunkt  $t_3$  wird eine vom mittels des Steuerungssystems 2 bestimmten Zeitpunkt  $t_x$  abgeleitete Rampenfunktion  $y$  zur stetigen Geschwindigkeitszunahme eingesetzt, bis die Einbaugeschwindigkeit  $v$  der im Steuerungssystem 2 vom Benutzer eingegebenen, maximalen Einbaugeschwindigkeit  $v_B$  entspricht.

**[0066]** Zum Zeitpunkt  $t_4$  wird von dem Steuerungssystem 2 eine erneut sich ändernde Materiallieferleistung  $P_L$  festgestellt, nämlich eine Geringere als vor dem Zeitpunkt  $t_4$  vorlag. Eine daraus sich ergebende, vom Steu-

erungssystem 2 errechnete, maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_{\max}$  wird ab dem Zeitpunkt  $t_5$  der Fahrzeugsteuerung 5 des Straßenfertigers 3 vorgehalten. Diese maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_{\max}$  ist entsprechend der reduzierten Materiallieferleistung  $P_L$  kleiner als die durch den Benutzer eingegebene, maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_B$ , kann daher wie vom Steuerungssystem 2 berechnet in der Fahrzeugsteuerung 5 des Straßenfertigers 3 hinterlegt werden.

**[0067]** Zum Zeitpunkt  $t_6$  wird eine noch mehr reduzierte Materiallieferleistung  $P_L$  mittels des Steuerungssystems 2 erfasst. Die dafür geeignete, maximale Einbaugeschwindigkeit  $v_{\max}$  ab dem Zeitpunkt  $t_7$  ist daher noch geringer, um entsprechend der weiter reduzierten Materiallieferleistung  $P_L$  den Einbauprozess E noch langsamer durchzuführen.

**[0068]** Zwischen den jeweiligen in Figur 6 dargestellten Intervallen der maximalen Einbaugeschwindigkeiten  $v_{\max}$  werden Rampenfunktionen  $y$  eingesetzt, um die Geschwindigkeitsänderungen mit einer jeweiligen Steigung auszuführen. Die Steigung kann in Abhängigkeit der betragsmäßigen Geschwindigkeitsänderung gewählt werden. Insbesondere kann die Steigung derart flach eingestellt sein, dass durch die Beschleunigung aufgrund der Trägheit der Systeme und Komponenten Maximalwerte nicht überschritten werden.

**[0069]** Figur 7 zeigt in schematischer Darstellung, dass sich die Vorverdichtungsleistung  $V_L$  entsprechend des in Figur 6 dargestellten Geschwindigkeitsverlaufs derart anpasst, dass eine konstante Vorverdichtung V durch die Einbaubohle 7, 7' zustande kommt. Dabei werden die jeweiligen Verdichterelemente 6 an der Einbaubohle 7, 7' in deren Betrieb in Abhängigkeit der Einbaugeschwindigkeit  $v$  des Straßenfertigers 3 gesteuert.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum dynamischen Steuern einer Einbaugeschwindigkeit ( $v$ ) mindestens eines Straßenfertigers (3) für einen Einbauprozess (E), wobei anhand eines mit dem Straßenfertiger (3) funktional verbundenen Steuerungssystems (2) in Abhängigkeit einer damit festgestellten, veränderlichen Materiallieferleistung ( $P_L$ ) einer den Straßenfertiger (3) mit Einbaumaterial (M) versorgenden Materiallieferkette (L) eine der festgestellten Materiallieferleistung ( $P_L$ ) angepasste Einbaugeschwindigkeit ( $v$ ) für den Straßenfertiger (3) ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorverdichtungsleistung ( $V_L$ ) mindestens eines Vorverdichtungselements (6) einer Einbaubohle (7, 7') des Straßenfertigers (3) in Abhängigkeit der an die veränderliche Materiallieferleistung ( $P_L$ ) angepassten Einbaugeschwindigkeit ( $v$ ) zur Konstanthaltung einer mittels des Vorverdichtungselements (6) erzielten Vorverdichtung (V) angepasst wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Benutzer als Grenzbedingung eine maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_B$ ) für den Einbauprozess (E) des Straßenfertigers (3) im Steuerungssystem (2) eingibt. 5
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerungssystem (2) unter Berücksichtigung der festgestellten, veränderlichen Materiallieferleistung ( $P_L$ ) eine durch den Straßenfertiger (3) maximal mögliche Einbauleistung ( $P_E$ ) bestimmt und damit eine gesonderte, maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_{max}$ ) für den Straßenfertiger (3) in Abhängigkeit einer mittels der Einbaubohle (7, 7') herzustellenden Schichtdicke (S) und Schichtbreite (T) errechnet. 10
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer mit dem Steuerungssystem (2) funktional verbundenen Fahrzeugsteuerung (5) des Straßenfertigers (3) als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert ( $v_{soll}$ ) die anhand des Steuerungssystems (2) errechnete maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_{max}$ ) hinterlegt wird, wenn diese kleiner oder gleich der vom Benutzer eingegebenen maximalen Einbaugeschwindigkeit ( $v_B$ ) ist, oder dass in der mit dem Steuerungssystem (2) funktional verbundenen Fahrzeugsteuerung (5) des Straßenfertigers (3) als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert ( $v_{soll}$ ) die vom Benutzer eingegebene maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_B$ ) hinterlegt wird, wenn die anhand des Steuerungssystems (2) errechnete maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_{max}$ ) größer als die vom Benutzer eingegebene maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_B$ ) ist. 15 20 25 30 35
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerungssystem (2) durch Feststellen einer sich ändernden Materiallieferleistung ( $P_L$ ) sowohl eine dementsprechend angepasste, neue maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_{max}$ ) für den Straßenfertiger (3) berechnet sowie einen Zeitpunkt ( $t_x$ ) bestimmt, zu dem die neue maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_{max}$ ) in der Fahrzeugsteuerung (5) des Straßenfertigers (3) hinterlegt wird. 40 45
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der mit dem Steuerungssystem (2) funktional verbundenen Fahrzeugsteuerung (5) des Straßenfertigers (3) als neuer Einbaugeschwindigkeits-Sollwert ( $v_{soll}$ ) die anhand des Steuerungssystems (2) berechnete neue maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_{max}$ ) hinterlegt wird, wenn diese kleiner oder gleich der vom Benutzer eingegebenen maximalen Einbaugeschwindigkeit ( $v_B$ ) ist, oder dass in der mit dem Steuerungssystem (2) funktional verbundenen Fahrzeugsteuerung (5) des Straßenfertigers (3) als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert ( $v_{soll}$ ) 50 55
- die vom Benutzer eingegebene maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_B$ ) hinterlegt wird, wenn die anhand des Steuerungssystems (2) berechnete neue maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_{max}$ ) größer als die vom Benutzer eingegebene maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_B$ ) ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerungssystem (2) den Einbaugeschwindigkeits-Sollwert ( $v_{soll}$ ), insbesondere den neuen Einbaugeschwindigkeits-Sollwert ( $v_{soll}$ ), in Abhängigkeit einer vorgewählten minimalen Materialbevorratung ( $Q_{min}$ ) und/oder in Abhängigkeit einer vorgewählten maximalen Materialbevorratung ( $Q_{max}$ ) von einem in direkter Umgebung des Straßenfertigers (3) vorhandenem Einbaumaterial (M) dahingehend anpasst, dass während des Einbauprozesses (E) die minimale Materialbevorratung ( $Q_{min}$ ) nicht unter- und/oder die maximale Materialbevorratung ( $Q_{max}$ ) nicht überschritten wird.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor Beginn des Einbauprozesses (E) eine Initialeinbaugeschwindigkeit ( $v_{initial}$ ) des Straßenfertigers (3) definiert und für die Initialeinbaugeschwindigkeit ( $v_{initial}$ ) eine Soll-Schichtdicke ( $S_{soll}$ ) und eine Soll-Vorverdichtung ( $V_{soll}$ ) als Prozessparameter im Steuerungssystem (2) hinterlegt werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Initialeinbaugeschwindigkeit ( $v_{initial}$ ) zu Beginn des Einbauprozesses (E) in der Fahrzeugsteuerung (5) als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert ( $v_{soll}$ ) hinterlegt wird, wobei eine am Straßenfertiger (3) erfasste oder eine mittels des Steuerungssystems (2) bestimmte Geschwindigkeitsänderung, insbesondere eine für den Einbauprozess (E) als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert ( $v_{soll}$ ) vom Benutzer eingegebene oder eine auf Basis der Materiallieferleistung ( $P_L$ ) errechnete maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_B$ ,  $v_{max}$ ), das Steuerungssystem (2) dazu veranlasst, für die aufgrund der Geschwindigkeitsänderung vorhersehbare, natürliche Veränderung der Vorverdichtung (V) einen Korrekturfaktor ( $f(x)$ ) zur Anpassung der Vorverdichtungsleistung ( $V_L$ ) zu errechnen und diesen in einer Bohlensteuerung (8) des Straßenfertigers (3) zu hinterlegen, die den Korrekturfaktor ( $f(x)$ ) zur Anpassung des Betriebs des Verdichtungselements (6) derart einsetzt, dass eine mit der Geschwindigkeitsänderung erzielte Vorverdichtung (V) im Wesentlichen der für die Initialeinbaugeschwindigkeit ( $v_{initial}$ ) definierten Soll-Vorverdichtung ( $V_{soll}$ ) entspricht.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet,**

**zeichnet, dass** der Korrekturfaktor ( $f(x)$ ) mittels der Bohlensteuerung (8) zum Variieren eines Hubs ( $H$ ) des Verdichtungselements (6), zum Variieren einer ausführbaren Anpresskraft ( $F$ ) durch das Verdichtungselement (6) und/oder zum Variieren einer Geschwindigkeit ( $v'$ ) des Verdichtungselements (6) eingesetzt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Echtzeitmessung der hergestellten Schichtdicke ( $S$ ) eine Schichtdickenabweichung von der Soll-Schichtdicke ( $S_{\text{soll}}$ ) berechnet wird, worauf basierend ein Schichtdickenkorrekturfaktor ( $f(S)$ ) ermittelt und von der Bohlensteuerung (8) für eine Höhenansteuerung der Einbaubohle (7, 7') eingesetzt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Echtzeitmessung eine Vorverdichtungsabweichung von der Soll-Vorverdichtung ( $V_{\text{soll}}$ ) bestimmt wird, wobei ein zur Nachverdichtung eingesetztes Verdichtfahrzeug (12) mittels dynamischer Nachverdichtungsmodulation die Vorverdichtungsabweichung dahingehend kompensiert, dass eine Gesamtverdichtungsrestabweichung minimal wird.
13. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil des Steuerungssystems (2) als cloudbasierte Anwendung (C) vorbestimmte Bauplanungswerte, bspw. von einer mit ihr verbundenen Schaltzentrale, und/oder während des Einbauprozesses (E) ermittelte, dynamische Fertiger- und Bohlenprozessdaten des Straßenfertigers (3) erfasst und darauf basierend mindestens einen Sollprozesswert, insbesondere die an die variierende Materiallieferleistung ( $P_L$ ) angepasste Vorverdichtungsleistung ( $V_L$ ), und/oder mindestens einen Korrekturfaktor, insbesondere den Korrekturfaktor ( $f(x)$ ) zur Anpassung der Vorverdichtungsleistung ( $V_L$ ), errechnet und an einen anderen Teil des Steuerungssystems (2) übermittelt, welcher die errechneten Soll- und Korrekturwerte der Fahrzeugsteuerung (5) und/oder der Bohlensteuerung (8) vorhält.
14. Straßenbausystem (1) für einen Einbauprozess (E), umfassend ein Steuerungssystem (2), mindestens einen funktional mit dem Steuerungssystem (2) verbundenen Straßenfertiger (3), mindestens ein funktional mit dem Steuerungssystem (2) verbundenes Logistiksystem (4), sowie mindestens eine den Straßenfertiger (3) mit Einbaumaterial (M) versorgende Materiallieferkette (L), deren veränderliche Materiallieferleistung ( $P_L$ ) anhand des Logistiksystems (4) erfassbar und dem Steuerungssystem (2) vorhaltbar ist, wobei das Steuerungssystem (2) zum Ermitteln einer der festgestellten Materiallieferleistung ( $P_L$ )

angepassten Einbaugeschwindigkeit ( $v$ ) für den Straßenfertiger (3) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorverdichtungsleistung ( $V_L$ ) mindestens eines Vorverdichtungselements (6) einer Einbaubohle (7, 7') des Straßenfertigers (3) in Abhängigkeit der an die festgestellte Materiallieferleistung ( $P_L$ ) angepassten Einbaugeschwindigkeit ( $v$ ) zur Konstanthaltung einer mittels des Vorverdichtungselements (6) erzielten Vorverdichtung ( $V$ ) anpassbar ist.

15. Straßenbausystem nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerungssystem (3) dazu ausgebildet ist, unter Berücksichtigung der ihm vom Logistiksystem (4) angezeigten Materiallieferleistung ( $P_L$ ) eine damit durch den Straßenfertiger (3) maximal mögliche Einbauleistung ( $P_E$ ) zu bestimmen und daraus eine maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_{\text{max}}$ ) für den Straßenfertiger (3) in Abhängigkeit einer mittels der Einbaubohle (7, 7') herzustellenden Schichtdicke ( $S$ ) und Schichtbreite ( $T$ ) zu errechnen, und in einer mit dem Steuerungssystem (2) funktional verbundenen Fahrzeugsteuerung (5) des Straßenfertigers (3) als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert ( $v_{\text{soll}}$ ) die anhand des Steuerungssystems (2) errechnete, maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_{\text{max}}$ ) zu hinterlegen, wenn diese kleiner oder gleich einer von einem Benutzer am Steuerungssystem (2) als Grenzbedingung eingegebenen, maximalen Einbaugeschwindigkeit ( $v_B$ ) ist, oder dass das Steuerungssystem (2) dazu ausgebildet ist, in der mit dem Steuerungssystem (2) funktional verbundenen Fahrzeugsteuerung (5) des Straßenfertigers (3) als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert ( $v_{\text{soll}}$ ) die vom Benutzer als Grenzbedingung eingegebene, maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_B$ ) zu hinterlegen, wenn die anhand des Steuerungssystems (2) errechnete, maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_{\text{max}}$ ) größer als die vom Benutzer eingegebene maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v$ ) ist.
16. Straßenbausystem nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerungssystem (2) dazu eingerichtet ist, durch Feststellen einer sich ändernden Materiallieferleistung ( $P_L$ ) sowohl eine dementsprechend angepasste, neue maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_{\text{max}}$ ) für den Straßenfertiger (3) zu berechnen sowie einen Zeitpunkt ( $t_x$ ) zu bestimmen, zu dem die neue maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_{\text{max}}$ ) in der Fahrzeugsteuerung (5) des Straßenfertigers (3) zu hinterlegen ist.
17. Straßenbausystem nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerungssystem (2) dazu konfiguriert ist, den Einbaugeschwindigkeits-Sollwert ( $v_{\text{soll}}$ ) in Abhängigkeit einer vorgeählten minimalen Materialbevorratung ( $Q_{\text{min}}$ ) und/oder in Abhängigkeit einer vorgewählten maxi-

malen Materialbevorratung ( $Q_{\max}$ ) von einem in direkter Umgebung des Straßenfertigers (3) vorhandenem Einbaumaterial (M) dahingehend anzupassen, dass während des Einbauprozesses (E) nicht weniger Einbaumaterial (M) als die minimale Materialbevorratung ( $Q_{\min}$ ) und/oder nicht mehr Einbaumaterial (M) als die maximale Materialbevorratung ( $Q_{\max}$ ) in direkter Umgebung des Straßenfertigers (3) vorliegt.

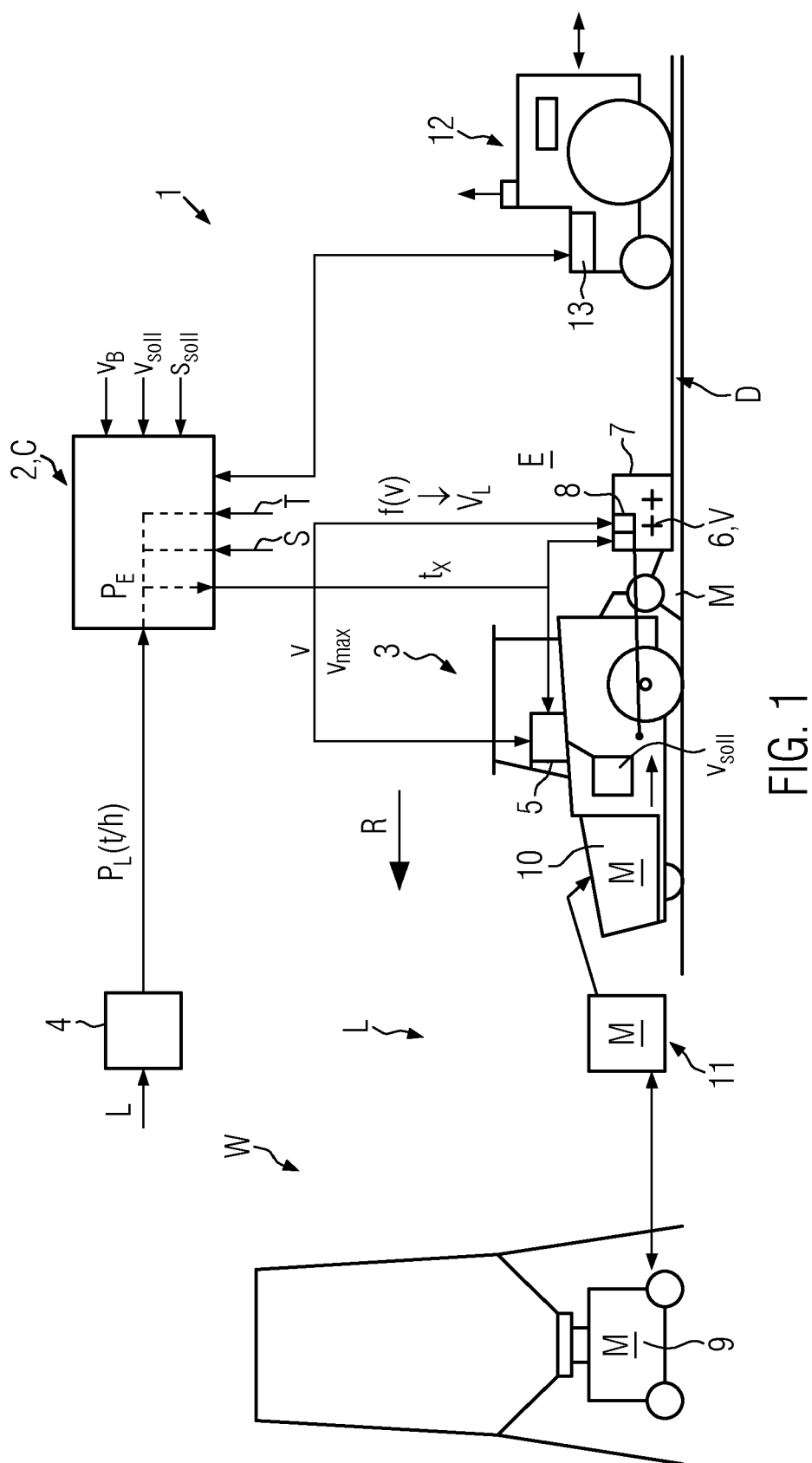
18. Straßenbausystem nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** für eine vor Beginn des Einbauprozesses (E) definierte Initialeinbaugeschwindigkeit ( $v_{\text{initial}}$ ) des Straßenfertigers (3) eine Soll-Schichtdicke ( $S_{\text{soll}}$ ) und eine Soll-Vorverdichtung ( $V_{\text{soll}}$ ) als Prozessparameter im Steuerungssystem (2) hinterlegbar sind, wobei die Initialeinbaugeschwindigkeit ( $v_{\text{initial}}$ ) zu Beginn des Einbauprozesses (E) in der Fahrzeugsteuerung (5) des Straßenfertigers (3) als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert ( $v_{\text{soll}}$ ) hinterlegt ist, und wobei das Steuerungssystem (2) dazu ausgebildet ist, in Reaktion auf eine am Straßenfertiger (3) erfasste oder eine mittels des Steuerungssystems (2) bestimmte Geschwindigkeitsänderung, insbesondere eine für den Einbauprozess (E) als Einbaugeschwindigkeits-Sollwert ( $v_{\text{soll}}$ ) eingegebene oder auf Basis der Materiallieferleistung ( $P_L$ ) errechnete, maximale Einbaugeschwindigkeit ( $v_B$ ,  $v_{\max}$ ), angesichts einer aufgrund der Geschwindigkeitsänderung vorhersehbaren, natürlichen Veränderung der Vorverdichtung (V) einen Korrekturfaktor ( $f(x)$ ) zur Anpassung der Vorverdichtungsleistung ( $V_L$ ) zu errechnen und diesen in einer Bohlensteuerung (8) des Straßenfertigers (3) zu hinterlegen, sodass die Bohlensteuerung (8) den Betrieb des Verdichtungselements (6) durch den Korrekturfaktor ( $f(x)$ ) derart anpasst, dass eine mit der Geschwindigkeitsänderung erzielte Vorverdichtung (V) im Wesentlichen der für die Initialeinbaugeschwindigkeit ( $v_{\text{initial}}$ ) definierten Soll-Vorverdichtung ( $V_{\text{soll}}$ ) entspricht.

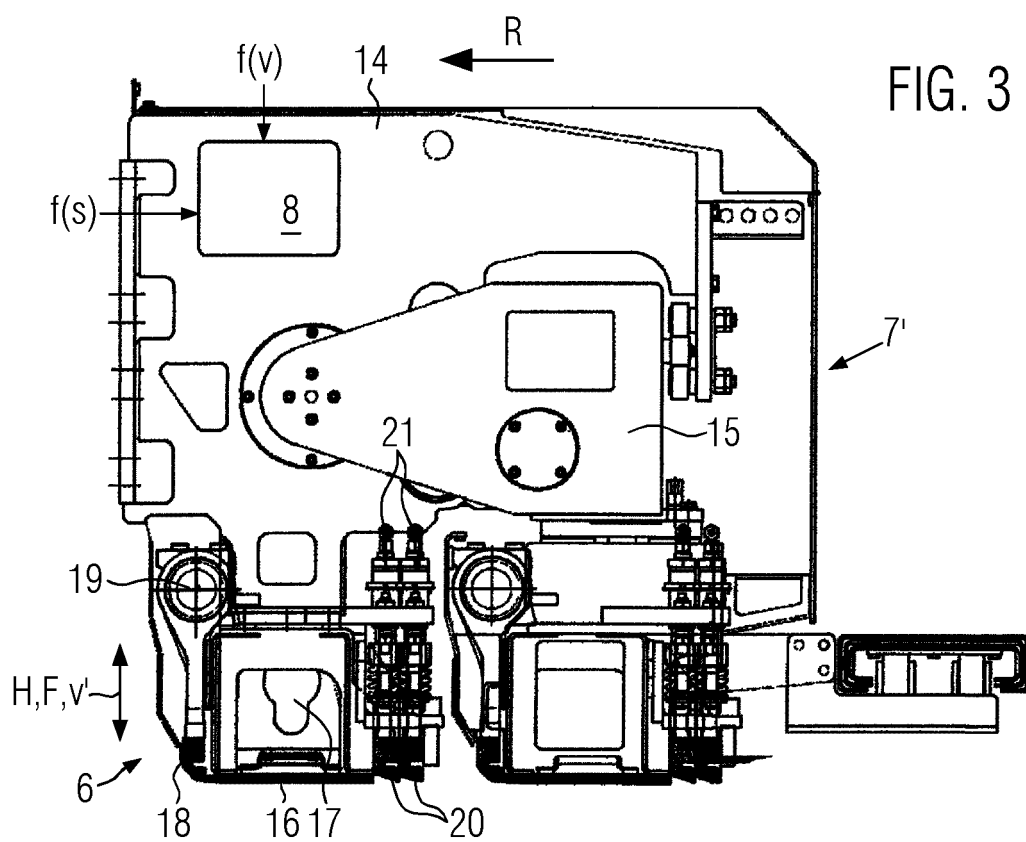
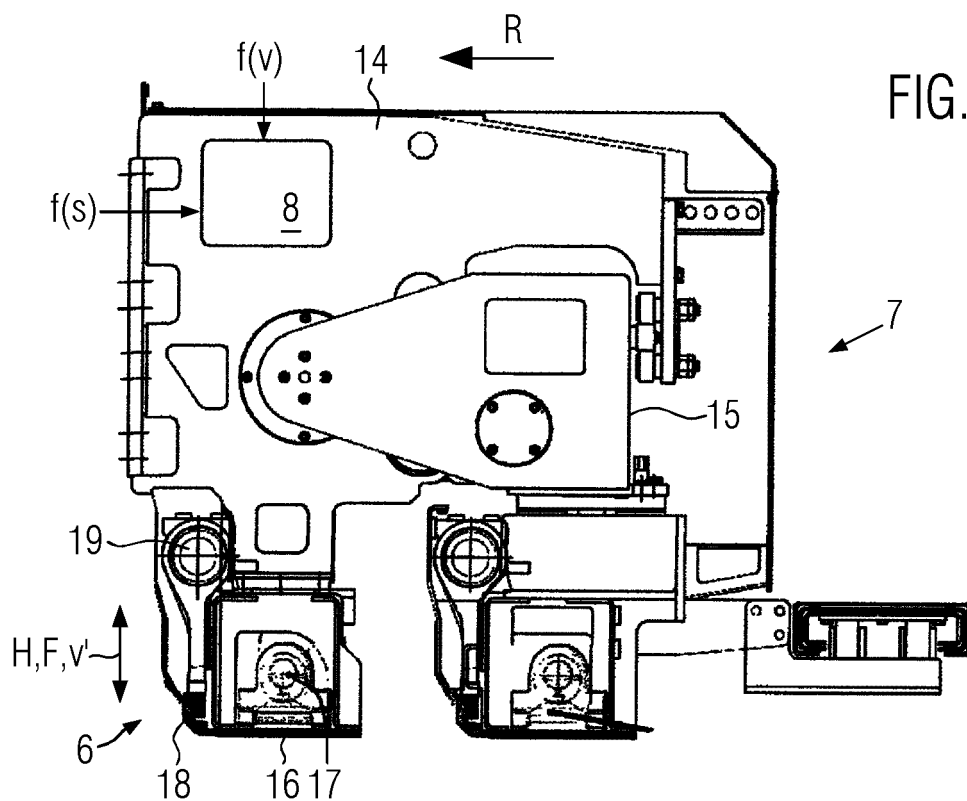
19. Straßenbausystem nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bohlensteuerung (8) unter Verwendung des Korrekturfaktors ( $f(x)$ ) zum Variieren eines Hubs (H) des Verdichtungselements (6), zum Variieren einer ausführbaren Anpresskraft (F) durch das Verdichtungselement (6) und/oder zum Variieren einer Geschwindigkeit ( $v'$ ) des Verdichtungselements (6) konfiguriert ist.

20. Straßenbausystem nach einem der Ansprüche 14 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Straßenfertiger (3) zum Durchführen einer Echtzeitmessung der hergestellten Schichtdicke (S) konfiguriert ist, wodurch ein in Abhängigkeit einer daraus erfassten Schichtdickenabweichung von der Soll-Schichtdicke ( $S_{\text{soll}}$ ) resultierender Schichtdickenkorrektur-

faktor ( $f(S)$ ) ermittelbar und der Bohlensteuerung (8) für eine Höhenansteuerung der Einbaubohle (7, 7') vorhaltbar ist, und/oder der Straßenfertiger (3) zum Durchführen einer Echtzeitmessung einer hergestellten Vorverdichtung konfiguriert ist, wobei in Abhängigkeit einer daraus bestimmten Vorverdichtungsabweichung von der Soll-Vorverdichtung ( $V_{\text{soll}}$ ) ein die Vorverdichtungsabweichung mittels dynamischer Nachverdichtungsmodulation kompensierendes Verdichterfahrzeug (12) dahingehend ansteuerbar ist, dass eine Gesamtverdichtungsres- tabweichung minimal ist.

21. Straßenbausystem nach einem der Ansprüche 14 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil des Steuerungssystems (2) als cloudbasierte Anwendung (C) vorliegt und dazu konfiguriert ist, vorbestimmte Bauplanungswerte, bspw. von einer mit ihr verbundenen Schaltzentrale, und/oder während des Einbauprozesses (E) ermittelte, dynamische Fertiger- und Bohlenprozessdaten des Straßenfertigers (3) zu erfassen und darauf basierend mindestens einen Sollprozesswert, insbesondere die an die variierende Materiallieferleistung ( $P_L$ ) angepasste Vorverdichtungsleistung ( $V_L$ ), und/oder mindestens einen Korrekturfaktor, insbesondere den Korrekturfaktor ( $f(x)$ ) zur Anpassung der Vorverdichtungsleistung ( $V_L$ ), zu errechnen und diesen an einen anderen Teil des Steuerungssystems (2) zu übermitteln, welcher die errechneten Soll- und Korrekturwerte der Fahrzeugsteuerung (5) und/oder der Bohlensteuerung (8) vorhält.





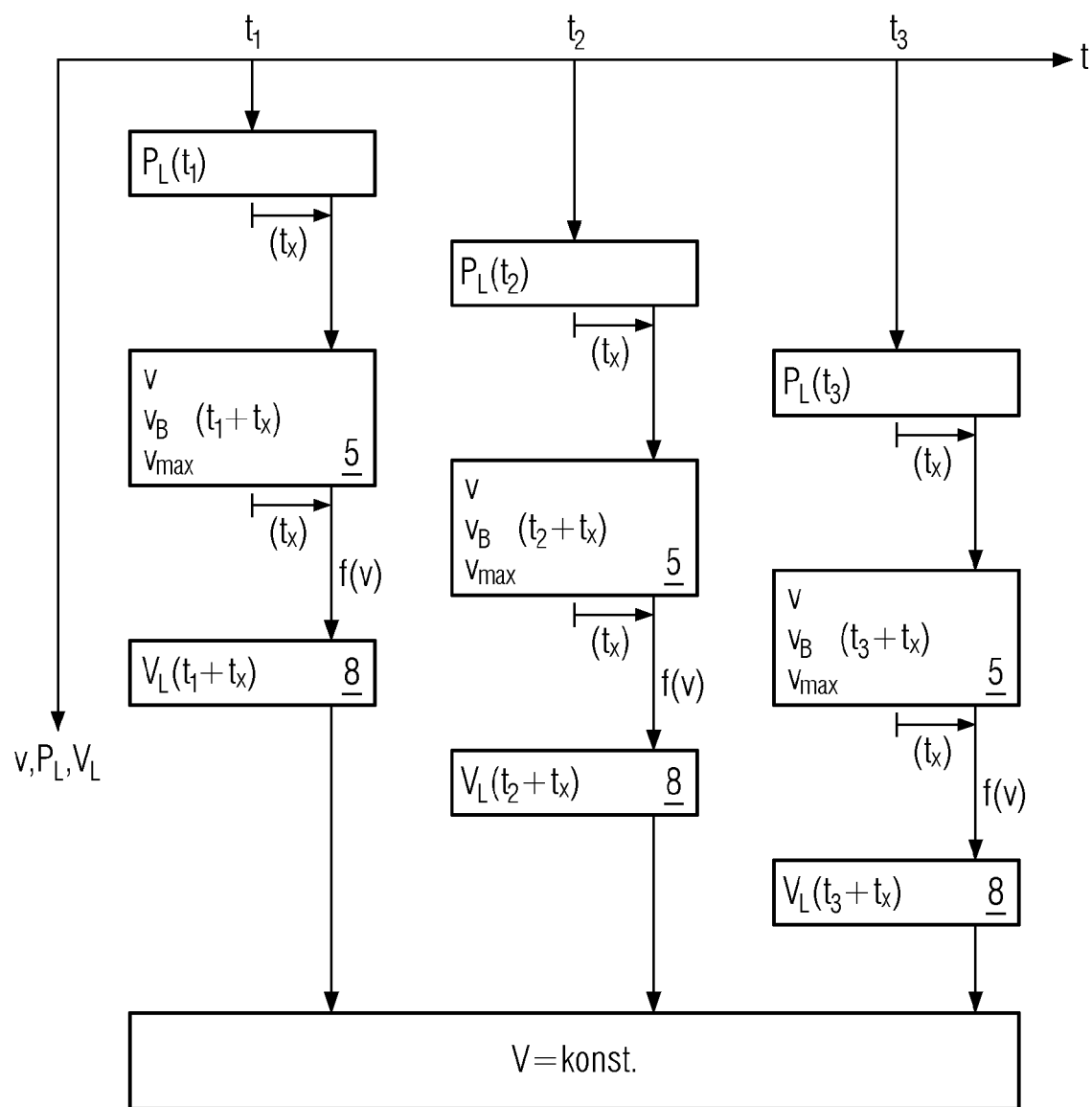


FIG. 4

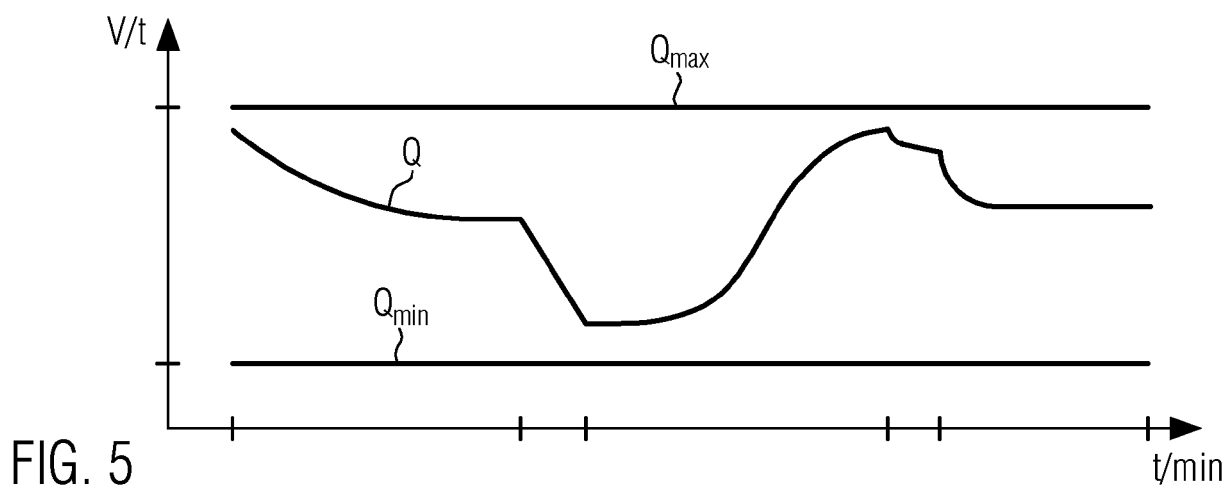
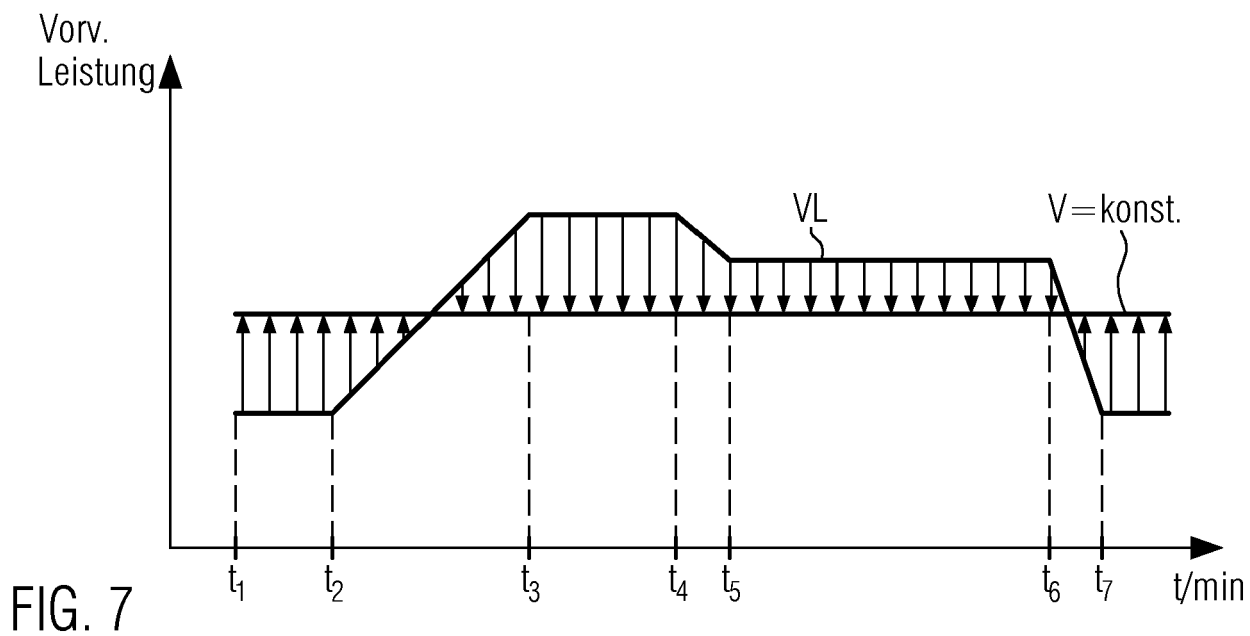
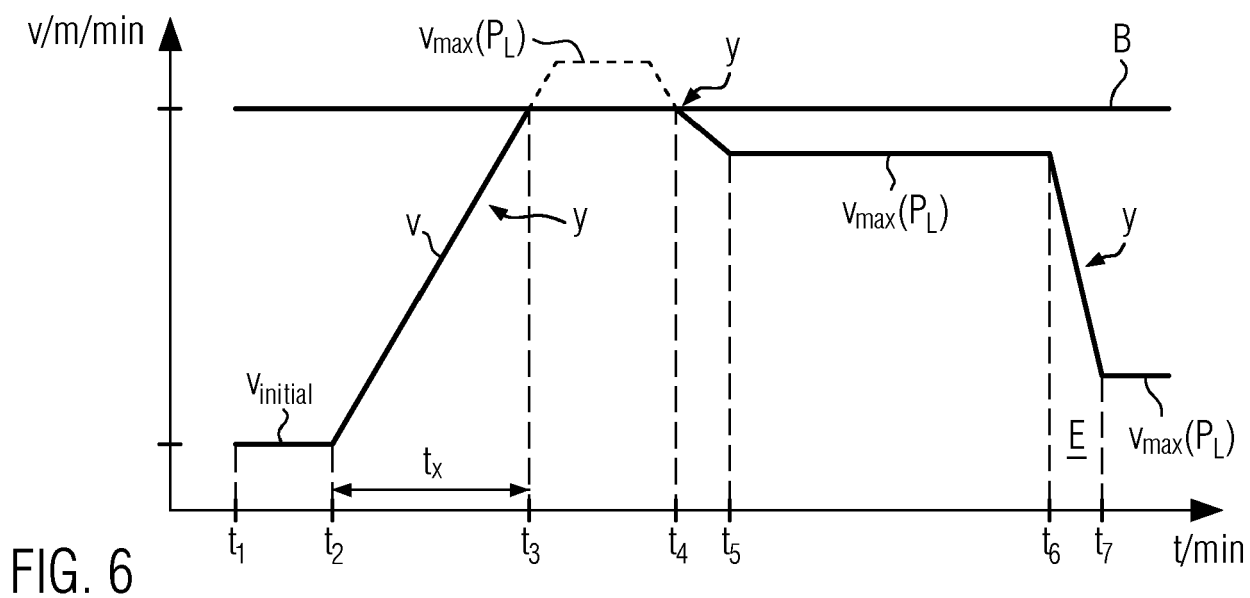


FIG. 5







## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 16 0624

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                           | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)          |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EP 2 325 392 A2 (VOEGELE AG J [DE])<br>25. Mai 2011 (2011-05-25)<br>* das ganze Dokument *                    | 1-21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | INV.<br>E01C19/48                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EP 2 620 549 A1 (VOEGELE AG J [DE])<br>31. Juli 2013 (2013-07-31)<br>* Absatz [0008] *                        | 1-21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EP 2 325 391 A1 (VOEGELE AG J [DE])<br>25. Mai 2011 (2011-05-25)<br>* Absätze [0004], [0018] *                | 1-21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | DE 10 2012 206861 A1 (LEONHARD WEISS GMBH & CO KG [DE])<br>31. Oktober 2013 (2013-10-31)<br>* Absatz [0017] * | 1-21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)<br><br>E01C |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                               | Abschlußdatum der Recherche<br><b>17. August 2023</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Prüfer<br><b>Lorandi, Lorenzo</b>           |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                               | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                             |

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

EP 23 16 0624

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

17-08-2023

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| <b>EP 2325392 A2</b>                                | <b>25-05-2011</b>             | <b>CN 102071635 A</b>             | <b>25-05-2011</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 2325392 A2</b>              | <b>25-05-2011</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 3138961 A1</b>              | <b>08-03-2017</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 3375936 A1</b>              | <b>19-09-2018</b>             |
|                                                     |                               | <b>JP 5785382 B2</b>              | <b>30-09-2015</b>             |
|                                                     |                               | <b>JP 2011106261 A</b>            | <b>02-06-2011</b>             |
|                                                     |                               | <b>PL 2325392 T3</b>              | <b>31-05-2021</b>             |
|                                                     |                               | <b>PL 3138961 T3</b>              | <b>29-03-2019</b>             |
|                                                     |                               | <b>PL 3375936 T3</b>              | <b>10-01-2022</b>             |
|                                                     |                               | <b>US 2011123267 A1</b>           | <b>26-05-2011</b>             |
|                                                     |                               | <b>US 2015139730 A1</b>           | <b>21-05-2015</b>             |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| <b>EP 2620549 A1</b>                                | <b>31-07-2013</b>             | <b>CN 103225252 A</b>             | <b>31-07-2013</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 2620549 A1</b>              | <b>31-07-2013</b>             |
|                                                     |                               | <b>JP 5681735 B2</b>              | <b>11-03-2015</b>             |
|                                                     |                               | <b>JP 2013155597 A</b>            | <b>15-08-2013</b>             |
|                                                     |                               | <b>PL 2620549 T3</b>              | <b>31-10-2014</b>             |
|                                                     |                               | <b>US 2013195550 A1</b>           | <b>01-08-2013</b>             |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| <b>EP 2325391 A1</b>                                | <b>25-05-2011</b>             | <b>CN 102071634 A</b>             | <b>25-05-2011</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 2325391 A1</b>              | <b>25-05-2011</b>             |
|                                                     |                               | <b>JP 5255620 B2</b>              | <b>07-08-2013</b>             |
|                                                     |                               | <b>JP 2011106263 A</b>            | <b>02-06-2011</b>             |
|                                                     |                               | <b>PL 2325391 T3</b>              | <b>30-08-2013</b>             |
|                                                     |                               | <b>US 2011123270 A1</b>           | <b>26-05-2011</b>             |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| <b>DE 102012206861 A1</b>                           | <b>31-10-2013</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |
| -----                                               |                               |                                   |                               |

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**

- EP 2514871 A1 **[0002]**
- DE 102019116853 A1 **[0003]**
- EP 2325392 A2 **[0004]**
- EP 3138961 A1 **[0004]**
- EP 2366831 A1 **[0004]**
- EP 2366832 A1 **[0004]**