

Baumaschinensteuerung : Einsatz von intelligenten Vermessungssystemen bei Tief- und Strassenbauarbeiten

Autor(en): **Roulier, G.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio**

Band (Jahr): **111 (2013)**

Heft 3

PDF erstellt am: **14.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-323379>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Baumaschinensteuerung – Einsatz von intelligenten Vermessungssystemen bei Tief- und Strassenbauarbeiten

Die vergangenen Jahre ist ein Trend feststellbar, dass immer mehr Bauunternehmungen einen Teil ihrer Baumaschinen mit Steuermesssystemen aufrüsten lassen. Insbesondere bei zeitkritischen oder komplexen Projekten bietet dies den Unternehmungen eine Möglichkeit, um ihre Aufträge noch effizienter und speditiver durchführen zu können. Bei intelligentem Einsatz der Mess- und Steuersensoren können beachtliche Mengen an Material und Materialbewegungen eingespart werden. Zudem werden damit auch Personalstunden reduziert, da bspw. bei Erdbewegungen der Maschinenführer die Hauptarbeiten alleine durchführen kann. Die Produktivität und Wirtschaftlichkeit kann gesteigert werden, womit die Baubetriebe den Anforderungen des heutigen Marktumfeldes noch besser gewachsen sind. Trotz den innovativen Vermessungslösungen und der teilweise einfachen Bedienung der Sensoren, ist bei seriösem Einsatz der Technologie fundiertes Vermessungsfachwissen von Vermessungsfachleuten nach wie vor unabdingbar.

G. Roulier

Die Baumaschinensteuerung kann in 2D- und 3D-Steuerung unterteilt werden. Je nach dem, ob in 2D oder 3D gearbeitet wird, je nach Genauigkeit, Verfügbarkeit, Maschinengrundtyp und Projekt, werden unterschiedliche Messsensoren eingesetzt.

2D-Steuerung

Bei 2D-Steuerungen wird anhand einer lokalen Höhenreferenz, die Höhenkorrektur mitgeteilt. Informationen über die Lage werden nicht übermittelt. Die Maschine wird dabei nicht automatisch gesteuert. D.h. die Software greift mit den Korrekturdaten nicht in die Maschinenhydraulik ein, ausser wenn bei Gradern und Dozern Abtastsensoren und Abstandsregler eingesetzt werden. Die benötigte Höheninformation wird dem Maschinisten akustisch per Laserempfänger oder visuell auf dem 2D-Display mitgeteilt.

Der Höhenbezug kann folgendermassen hergestellt werden:

- 1) Mittels Rotationslaser und Laserempfänger bei Bagger, Dozer oder Grader
- 2) Mittels Abtastsensor oder Abstandsregelung über Boden, Fahrdraht oder Belagsrand bei Grader oder Fertiger
- 3) Mit der Baggerschaukel wird von einem Höhenfixpunkt die Referenzhöhe bezogen.

Beim Bagger gilt zu beachten, dass sobald sich dessen Lage der Hauptdrehachse ver-

schoben hat, muss der Bezug zur Referenzhöhe wieder hergestellt und abgenommen werden.

Die Genauigkeit von 2D-Steuerungen liegt bei ca. ± 1 cm.

3D-Steuerung

Der Vorteil von 3D- gegenüber der 2D-Steuerung liegt auf der Hand: Der Maschinist kann sich mit seiner Maschine frei bewegen und erhält jederzeit und überall Lage- und Höheninformationen in Bezug zum Bauprojekt. Je nach Anwendung, Genauigkeitsanforderung und Verfügbarkeit wird die Maschine per Totalstation oder GPS/GNSS gesteuert. Wobei auch hier beim Bagger, aus offensichtlichen Gründen, nicht automatisch in die Hydraulik eingegriffen wird.

Das Steuerungskonzept funktioniert wie folgt: Auf dem Rechner der Baumaschine ist das 3D-Modell des Projektes geladen. Ein externes Vermessungsinstrument (Totalstation oder GPS/GNSS) bestimmt die Position der Maschine und übermittelt die Daten an den Rechner. Dieser vergleicht die Position mit den Soll-Daten des 3D-Modelles. Beim Bagger werden die Korrekturen visuell auf dem Rechner angezeigt und manuell durch den Maschinist durchgeführt. Bei den restlichen Maschinen (Dozer, Grader; Fräse und Fertiger) wird die Hydraulik vollautomatisch angesteuert und das Schild, respektive die Schar oder Bohle direkt korrigiert.

Die Genauigkeit der 3D-Steuerung per GPS/GNSS beträgt $\pm 3-5$ cm, per Totalstation $\pm 0.5-1$ cm.

	Mögliche Messsensoren und -komponenten	Baumaschinentypen
2D-Steuerung	Rotationslaser, Laserempfänger, Rotations-, Neigungs- und Ultraschallsensor, Kompass, 2D-Display	Bagger, Dozer, Grader, Belagsfräse, Belagsfertiger, Gleitschalenfertiger
3D-Steuerung	Rotations-, Neigungs- und Ultraschallsensoren, Kompass, GNSS/GPS mit PowerBox, motorisierte Totalstation(en), 3D-Rechner/Display	

Datenaufbereitung und Vermessungsarbeiten

Die Datenaufbereitung und Vermessungsarbeiten bei 2D-Steuerungen sind minimal, da lediglich ein Höhenbezug benötigt wird.

Bei 3D-Steuerungen ist der Aufwand grösser, da eine digitale 3D-Oberfläche (DGM/DTM) des Bauprojektes erstellt werden muss. Diese wird danach auf den Maschinenrechner geladen. Vor dem Maschineneinsatz werden die Steuerungskomponenten eingerichtet, kontrolliert und eventuell eine Feinkalibrierung durchgeführt.

Zum Aufbereiten der 3D-Vermaassungsmodelle werden die entsprechenden CAD-Planungsgrundlagen benötigt, bspw. Aushubplan, Deckenbuch Trasse, Längen-, Quer- und Normalprofile oder bereits gerechnete Koordinatenpunkte. Aufgrund dieser Grundlagen muss es möglich sein, die Oberfläche georeferenziert als 3D-Modell zu konstruieren. Für eine einwandfreie Aufbereitung des 3D-Modelles sind zudem möglichst genaue Grundlagen des bestehenden Geländes notwendig.

Die Steuerung per GPS/GNSS kann entweder über den swipos-Korrekturdienst erfolgen, oder es wird eine mobile Referenzstation auf der Baustelle eingemessen, welche die Korrekturdaten liefert. Die Beschaffungskosten und Vorbereitungsarbeiten sind mittels swipos geringer. Hingegen läuft die Funkverbindung zu einer

mobilen Referenzstation in den meisten Fällen sehr stabil, bei Satellitenverlust ist sehr rasch wieder eine initialisierte Lösung vorhanden und das System kann auch in Gebieten ohne Handyempfang eingesetzt werden.

Die Steuerung per Totalstation ist etwas aufwändiger. Je nach Projekt und Baumaschine werden ein, zwei oder sogar drei Totalstationen miteinander eingesetzt. Falls mehrere Totalstationen zusammen eingesetzt werden, wird ein Instrument zur Kontrolle und Feinjustierung der Steuerung gebraucht. Erschwerend kommt hinzu, dass jederzeit der Sichtkontakt zum Maschinen-Prisma, auch während des Baustellenverkehrs, gewährleistet sein muss.

Grundvoraussetzung für einen reibungslosen Ablauf während der Steuerung ist dabei ein dichtes und präzises Fixpunktenetz, an gut ausgewählten Standorten.

Wo liegen die Vorteile?

Sicher nicht auf jeder Baustelle und bei jedem Projekt macht es Sinn, eine digitale Datenaufbereitung durchzuführen und die erwähnten Instrumente und Steuerungssensoren einzusetzen. Bei länger andauernden, komplexen oder grösseren Projekten kann der Einsatz jedoch für die Bauunternehmung sehr interessant sein und rechtfertigt die doch relativ hohen Investitionskosten.

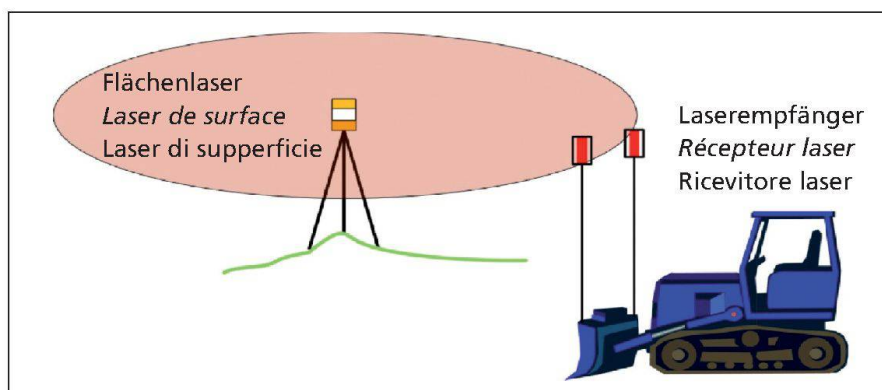


Abb. 1: Beispiel 2D-Steuerung Dozer mit Rotationslaser.

Fig. 1: Ex.: Pilotage 2D d'un bulldozer avec laser rotatif.

Fig. 1: Comando 2D di un bulldozer laser di rotazione.



Abb. 2: Bildschirm 3D-Baggersteuerung.

Fig. 2: Écran du pilotage 3D d'une pelle mécanique.

Fig. 2: Schermo comando 3D.

Umständliche und aufwändige Absteckungen, wie Pflöcke, Eisen, Drähte, Schnüre usw., welche im Weg stehen oder rückversichert werden müssen, können auf ein Minimum reduziert werden. Die Bauarbeiter haben eine ständige Kontrolle und Rückversicherung ihrer Arbeit. Je nach System kann die Ausführung, Abstekung und Kontrolle von einer Person durchgeführt werden. Falls die Mittel richtig in den geeigneten Projekten eingesetzt werden, ist dieses selbstständige Arbeiten mit modernsten Hilfsmitteln für die Bauunternehmung sehr effizient und speditiv. Auch Material und Materialbewegungen können durch den präzisen Aushub und Einbau eingespart und reduziert werden, was wiederum Zeit, Personal- und Betriebskosten einspart.

Wo liegen nun die Aufgaben für den Vermesser?

Auch mit diesen beeindruckenden neuen Technologien sind weiterhin unabhängige Kontrollen, bei seriöser Ausführung, unbedingt durchzuführen. Bspw. sind beim Einsatz einer 3D-Baggersteuerung mit GPS/GNSS ausgewählte Koten per Nivellier oder Totalstation zu überprüfen. Für die oben genannte Aufgabe, die Da-



Abb. 3: 3D-Baggersteuerung mit GPS/GNSS.
 Fig. 3: Pilotage 3D de la pelle mécanique avec GPS/GNSS.
 Fig. 3: Comando escavatore 3D con GPS/GNSS.



Abb. 4: 3D-Steuerung Einbaumaschine mit Totalstation.
 Fig. 4: Pilotage 3D d'une machine de pose de revêtement avec station totale.
 Fig. 4: Comando 3D di una macchina di posa con stazione totale.

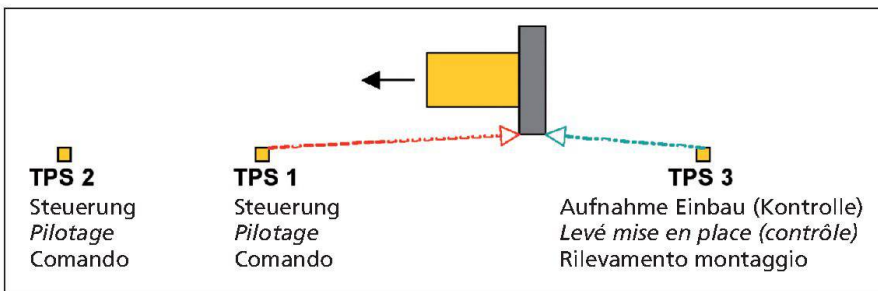


Abb. 5: Steuerungskonzept 3D-Belagsteuerung.
 Fig. 5: Concept de pilotage 3D – pose de revêtement.
 Fig. 5: Concetto di comando 3D – posa della pavimentazione.



Abb. 6: 3D-Steuerung Grader mit Totalstation.
 Fig. 6: Pilotage 3D d'une niveleuse avec une station totale.
 Fig. 6: Comando 3D di una livellatrice con stazione totale.

tenaufbereitung (insbesondere der 3D-Modelle), Vorbereitung und Einrichtung der Maschinensteuerung, Steuerung per Totalstation(en), Betreuung der unterschiedlichen Sensoren und Software, Aufnahme des Urgeländes oder die Erstellung, Verdichtung und Unterhalt der Fixpunktnetze sind gut ausgebildete Vermessungsfachleute gefragt.

Oftmals wird die Entwicklung der vergangenen Jahre eher kritisch betrachtet, dass Baubetriebe gewisse Vermessungsaufgaben inzwischen selbstständig erledigen. Hingegen öffnet dies Möglichkeiten für weitere neue, interessante Aufgaben für den Vermesser. Gutes, fundiertes Vermessungs-«Know-how» und flexible, professionelle vermessungstechnische Unterstützung ist nach wie vor sehr gefragt und dies wird in Zukunft auch so bleiben.

Gilbert Roulier
 KIBAG Bauleistungen AG
 Bausupport
 Seestrasse 404
 CH-8038 Zürich
 g.roulier@kibag.ch

Quellenangabe: FGS Redaktion

