PRESSEMITTEILUNG

**Megatrend Automatisierung**

**Wie Erdbewegungsmaschinen Schritt für Schritt autonomer werden**

**GARCHING BEI MÜNCHEN (SR). Einig sind sich alle Bauexperten: Um die Produktivität zu steigern, müssen Bauprojekte stärker als bisher automatisiert werden. Im Kern geht es darum, die Erstellungskosten zu senken, die Arbeit auf den Baustellen zu beschleunigen und Bauprojekte viel effizienter als bisher abzuschließen. Doch wie ist derzeit der Stand der Automatisierung, auf den die Bauunternehmen schon heute zurückgreifen können? Wir haben die Möglichkeiten und Grenzen der Cat Baumaschinen-Technologien einmal näher beleuchtet. Tatsache ist: Unternehmer und Fahrer werden in Zukunft mit einer neuen Art der Interaktion zwischen Mensch und Maschine sowie zwischen Maschinen untereinander gegenüberstehen und gewinnen dadurch ein neues Maß an Geschwindigkeit und Genauigkeit in ihrer Arbeit.**

Wer als Fahrer in der Vergangenheit Baumaschinen bedienen wollte, konnte dies erst nur mechanisch und später hydraulisch vornehmen, indem er Hebel und Schalter betätigte, um zu fahren oder den Aushub oder eine Planie zu erstellen. Längst halten Fahrer keine großen Lenkräder und mächtige Bedienhebel, sondern multifunktionale Joysticks in der Hand, die den Steuerkonsolen von Computerspielen gleichen. Mit ihnen nehmen sie – feinfühlig und komfortabel – Einfluss auf die Leistung und Funktion ihrer oft schon elektrohydraulisch angesteuerten Arbeitsgeräte, können jederzeit eingreifen oder gegensteuern. Die elektrohydraulische Vorsteuerung über die Joysticks im Gegensatz zur hydraulischen Vorsteuerung bildet die Grundvoraussetzung für die weitere Automatisierung, denn ohne sie wären schon einfache Assistenzsysteme nicht oder nur mit erheblichem Mehraufwand möglich. Die elektrischen Impulse der Joysticks werden im Bordrechner verarbeitet und in hydraulische Bewegungen umgesetzt. Hierdurch weiß die Maschine, was der Fahrer will – Grundvoraussetzung für die eigene Maschinen-Intelligenz, ohne die es keine Automatisierung geben kann.

Ferner sind moderne Touchscreen-Monitore feste Bestandteile in den Kabinen der neuesten Baumaschinengeneration, die alle Informationen zum produktiven Arbeiten übersichtlich und wohldosiert zur Verfügung stellen. Sie bilden die intuitive Bedienerschnittstelle, welche die Daten in einem sinnvollen Zusammenhang mit den Arbeitsschritten anzeigt, sodass Entscheidungen in Echtzeit möglich sind. So erkennt eine intelligente Steuerung, was der Fahrer bezweckt. Beispielsweise erscheint automatisch beim Einlegen des Rückwärtsgangs der Bildschirm der Rückfahrkamera, um dem Fahrer die Sicht nach hinten anzuzeigen. Daran gekoppelt sind optische und akustische Warnsysteme. Über die Touchscreen-Monitore lassen sich verschiedene Fahrerprofile anlegen, aber auch weit über 40 Sprachen auswählen. Zum Standard geworden ist das Abspeichern von bis zu 20 Anbauwerkzeugen, die mit entsprechenden Hydraulikvolumen und -drücken hinterlegt sind und nur noch abgerufen werden müssen, die Einstellung geschieht dann automatisch. Als nächster Schritt kommt dann eine automatische Werkzeugerkennung, damit der Fahrer nicht bei jedem Werkzeugwechsel eine neue Auswahl im Display für das aktuelle Anbauwerkzeug treffen muss, sondern das Trägergerät erkennt automatisch, um welchen Löffel, Hammer oder Greifer es sich handelt.

Was die Umsetzung von Automatisierung in der Praxis betrifft, besteht die Herausforderung auch darin, mit dem Fortschritt der Baustelle und den ständig wechselnden Baustellenbedingungen Schritt zu halten und das Zusammenspiel einer Vielzahl von Akteuren auf den Baustellen so zu koordinieren, dass automatisierte Maschinenfunktionen unterstützend wirken können. Der Schlüssel dazu ist die Vernetzung von Baumaschinen, wenn in Zukunft digital geplant und gebaut wird. Als Vorreiter mobiler Maschinen gilt die Landmaschinentechnik, insbesondere weil bereits in Mähdreschern und Traktoren Technologien eingesetzt werden, die den Landwirt wesentlich entlasten und signifikante Leistungssteigerungen ermöglichen. Längst haben moderne Kommunikations- und Informationstechnologien in Verbindung mit Steuerungstechnik, Sensoren und intelligenten Ventilen bei Cat Baumaschinen Einzug gehalten.

Damit die Fahrer nicht zu viel oder zu wenig ausheben und ein zentimetergenaues Planum erzielen, können sie inzwischen auf innovative Technologien zurückgreifen, allen voran moderne Assistenzsysteme. Diese setzen per dreidimensionaler Maschinensteuerung das digitale Geländemodell beim Aushub und dem Auftrag von Erdmassen oder Anlegen einer Böschung zusammen mit GPS oder Totalstation um. Mit ihrer Hilfe und den Daten aus dem digitalen Geländemodell sollte möglichst nur das Material bewegt werden, welches für das gewünschte Ergebnis notwendig ist. Bei Cat Dozern und Gradern wurde bereits ein hoher Automatisierungsgrad erreicht. Bei den Cat Baggern der neuen Generation ist die Halbautomatik beim Abziehen zum Standard dazugekommen. Beim Erstellen von Flächen mit einer oder zwei Neigungen, wie Park-, Sport- oder Lagerplätzen, reicht ein 2D-System vollkommen aus. Für anspruchsvolle Geländekonturen, wie Umgehungsstraßen, Lärmschutzwälle oder Regenrückhaltebecken, werden 3D-Systeme in Verbindung mit der Cat Halbautomatik eingesetzt.

Bei den Kettenbaggern der neuesten Maschinengeneration hat Caterpillar bei den Modellen 320, 323, 330 und 336 elektronische Steuerungselemente und eine elektrohydraulische Joystick-Steuerung gleich integriert, dazu gehören eine 2D-Steuerung, Planierautomatik, Arbeitsraumbegrenzung (Höhe, Tiefe, Schwenken) und eine Baggerlastwaage ab Werk in der Serienausstattung. Durch die Systemintegration erzielen Cat Kettenbagger der neuen Serie 300 laut Herstellerangaben bis zu 45 Prozent mehr Fahrereffizienz. Konkret bietet hier Cat Grade dem Anwender 2D-Führungshilfen für Tiefe, Neigung und horizontalem Abstand zum Planum und hilft dem Fahrer, das gewünschte Arbeitsergebnis schnell und präzise zu erreichen. Das serienmäßige 2D-System lässt sich auf Cat Grade mit 3D-GPS beziehungsweise 3D-UTS (Totalstation) von Trimble aufrüsten. Die ab Werk integrierte Planierautomatik Grade Assist steuert die Bewegungen von Ausleger und Löffel, sodass der Fahrer ein genaues Planum mühelos mit nur einer Joystick-Bewegung für den Stiel herstellen kann.

Mit der Systemfunktion E-Fence (Begrenzung des Arbeits- und Schwenkbereichs) kann die Maschine sicher unter Bauwerken oder in der Nähe von Verkehr arbeiten. Die Funktion sorgt dafür, dass sich kein Teil des Baggers außerhalb der vom Fahrer festgelegten Sperrzone bewegt.

Das serienmäßige Wägesystem Cat Payload hilft, die Transportfahrzeuge zu hundert Prozent auszuladen und stellt gleichzeitig sicher, dass die Transportfahrzeuge nicht überladen werden. Das Wiegen findet automatisch während des Ladevorganges statt. Die Winkelmesssensoren von Löffel, Stiel und Ausleger sowie der Hydraulikdruck im Auslegerzylinder werden zur Nutzlastberechnung permanent herangezogen, mit einer Genauigkeit von plus/minus zwei Prozent. Ein intuitives Display zeigt die aktuelle Nutzlast für Löffel und Lkw an.

Vor einigen Jahren wäre kaum denkbar gewesen, was Cat Kettenbagger in Kombination mit Sensorik, Elektronik, GPS-basierter Satellitennavigation, Plug-in- Technologien, informativen Multifunktions-Displays und Minicomputern an Bord erreichen können. Mit den 3D-GPS-Systemen ist eine Genauigkeit im Zentimeterbereich möglich. Wenn der notwendige Empfang von Satellitensignalen nicht funktioniert, etwa in Geländeeinschnitten, Chausseen, Hallen oder Tunneln gearbeitet wird, kann die Positionsbestimmung über eine UTS (Universal Total Station, umgangssprachlich Totalstation) erfolgen.

Grundsätzlich sind bei dem Einsatz von 3D-Steuerungen bereits ab Werk integrierte Systeme für Cat Kettenbagger wie in den Modellen 320, 323, 330 und 336 sowie in den Cat Dozern wie einem D4 (vormals D6K2), D5 (vormals D6N), D6 (vormals D6T) und D8 (vormals D8T) verfügbar. Seit 2018 wurde konsequent die Integration von Maschinensteuerung vorangetrieben, was eine wesentlich höhere Produktivität auf Baustellen gewährleistet und die Nachteile bei der Nachrüstung, wie zusätzliche Schweißarbeiten an der Arbeitsausrüstung und/oder Eingriffe in die Hydraulik mit der Gefahr der Systemverschmutzung vermeidet.

Wer sich aber den Einsatz der Maschinensteuerung an mehreren Maschinen offenhalten möchte oder ein älteres Gerät auf den Stand der Technik bringen will, der wählt die Nachrüstung. Diese bietet Zeppelin-Partner Sitech an und rüstet auf Cat Maschinen Trimble 3D-Steuerungen nach. Seit 2008 sind alle Cat Dozer (D4K bis D8T) und Cat Grader (120M bis 160M2, 14M) ab Werk für die schnelle und einfache Nachrüstung von Trimble-Maschinensteuerungen vorbereitet.

Um in der hart umkämpften Baubranche erfolgreich zu sein, müssen heute Erdarbeiten präziser, schneller und effektiver ausgeführt werden als früher. Hier setzen 3DSteuerungen an. Die Bedieneinheit in der Kabine eines Baggers, ähnlich dem Navi in einem Pkw, vergleicht dazu permanent die Ist-Höhe mit der Soll-Höhe des digitalen Geländemodells. Dem Fahrer werden Draufsicht, Längsprofil und Querprofil, Höhendifferenz, Stationierung, Querwert zur Achse und absolute Position übersichtlich angezeigt. Die Bedieneinheit berechnet mehrmals pro Sekunde die exakte Position der beiden Löffelspitzen mithilfe der beiden GPS-Antennen auf dem Kontergewicht sowie der exakten Neigung des Oberwagens und der Winkelstellung von Ausleger, Stiel und Löffel. Das reduziert die gesamte Absteckung mit Pflöcken und Böschungslehren auf der Baustelle. Bei Punktverlust muss der Fahrer nicht mehr auf den Vermesser warten oder sich an die Soll-Werte zwischen zwei Punkten herantasten, sondern kann auf Anhieb das Erd- und Feinplanum oder Dämme und Böschungen erstellen.

Insbesondere Dozer-Fahrer können nicht nur beim Feinplanieren, sondern auch bei der schweren Erdbewegung mithilfe von 3D-Steuerungen die Leistungseffizienz verbessern. In Verbindung mit der automatischen Traktionskontrolle des Dozers wird das grobe Abschieben effizienter ausgeführt, lange bevor auf Soll-Höhe planiert wird. Hierzu meldet der Dozer die Fahrgeschwindigkeit der Ketten an die Maschinensteuerung und diese vergleicht permanent die tatsächliche Bewegung der GPS-Empfänger mit der Kettengeschwindigkeit. Wenn die GPS-Geschwindigkeit unter der Kettengeschwindigkeit liegt, wird das Schild automatisch angehoben. Hierdurch kann der Fahrer immer mit hundert Prozent Motorleistung schieben, ohne dass die Ketten durchdrehen.

Im Fall von Cat Dozern D6K2, D6N und D6T können weitere integrierte Assistenzsysteme wie Cat Slope Assist dem Fahrer helfen, die gewünschte Neigung des Schwenkschildes zu erzielen, indem es die eingestellten Planierschildwinkel automatisch beibehält. Darüber hinaus lässt sich mit der Cat Stable Blade Technologie, teilautomatisiert die Schildbewegung überwachen und die Schildstellung für das Anheben und Absenken in Abstimmung mit dem Fahrer automatisch anpassen, sodass das geforderte Planum mit weniger Überfahrten erzielt wird. Cat Slope Indicate – ein weiterer Technologie-Baustein – zeigt die Quer- und Längsneigung der Maschine in Echtzeit an, sodass es für den Fahrer leichter wird, die Maschine auf der gewünschten Neigung zu platzieren und das Planum über mehrere Durchgänge konstant zu halten. Über den Monitor kann der Fahrer verfolgen, wie weit er von der vorgegebenen Neigung des Planums noch entfernt ist.

Rund um den Globus wird außerdem an der Entwicklung von autonomen Fahrzeugen gearbeitet. Caterpillar führte auf der bauma die Fernsteuerung Cat Command für den Dozer D8T vor – eine Anwendung, die sich empfiehlt, wenn Arbeiten wie bei der Kampfmittelräumung oder aufgrund von Umweltbedingungen besser aus sicherer Distanz erfolgen sollen. Hier sind zwei Optionen möglich: Entweder steuert der Fahrer den Dozer in unmittelbarer Nähe mithilfe einer tragbaren Konsole oder von einer komfortablen Fernbedienungs-Fahrerkabine aus.

Ganz ohne Fahrer im Cockpit kommen inzwischen Cat Skw (Schwerlastkraftwagen) am anderen Ende der Welt aus, wenn sie in den Minen von Australien ihre Runden drehen und Rohstoffe transportieren. FMG (Fortescue Metals Group) gilt hier als Vorreiter und war das erste Unternehmen der Welt, das 2012 die autonome Technologie von Caterpillar im kommerziellen Maßstab einsetzte. Seitdem wurde die Flotte erweitert: Derzeit sind 137 autonome Skw im Betrieb, die bislang eine Milliarde Tonnen Eisenerz bewegten und dabei über 33,5 Millionen Kilometer zurücklegten. Bis 2020 soll deren Zahl auf 175 steigen – die Rohstofftransporte will dann die FMG als erster Gewinnungsbetrieb der Welt komplett autonom betreiben. In der Kabine der gewaltigen Transportfahrzeuge sitzen keine Fahrer mehr, die das Lenkrad oder die Gas- und Bremspedale bedienen, sondern das übernehmen intelligente On-Board-Systeme. Quasi wie von Geisterhand suchen sich die Muldenkipper auf fest definierten Routen und basierend auf einem vorgegebenen Ablaufplan ihren Weg durch die Lagerstätte. Sie können einer zugeordneten Spur durch ein sich ständig veränderndes Abbaugebiet folgen oder den besten Weg wählen, um die zugewiesenen Ladestellen anzusteuern, nehmen ihre Position für den Ladevorgang ein und fahren zum Abkippen zum Brecher, sobald die Mulde gefüllt ist. Geleitet werden sie von einem intelligenten Kontrollsystem. Dabei passieren sie andere Fahrzeuge, ohne diese zu tangieren, und gehen ihren Aufgaben nach. Dazu sind die Skw mit einem System der Naherkennung und Kollisionsvermeidung ausgestattet, um Gefahren sofort zu identifizieren und zu umgehen. Die autonom fahrenden Muldenkipper bremsen automatisch ab, sobald sich ihnen etwas Unerwartetes in den Weg stellt, weichen aus oder nehmen, wenn die Einsatzbedingungen es erlauben, die maximale Geschwindigkeit auf. All das erfolgt, ohne dass ein Fahrer von der Kabine aus eingreifen muss.

Nichtsdestotrotz dominiert bei den Fortschritten eine zentrale Frage: Werden Baumaschinenfahrer nun arbeitslos, wenn sie nicht mehr hinter dem Steuer sitzen? Baumaschinenhersteller Caterpillar sagt, dass die bisherigen Tätigkeiten komplett umgekrempelt werden, weil Fahrer andere Aufgaben übernehmen – sie werden die autonomen Maschinen im Kontrollzentrum überwachen, Daten kontrollieren und müssen jederzeit korrigierend eingreifen können, um stets die volle Kontrolle über Schwergewichte mit weit über 230 Tonnen Nutzlast zu haben.

Laut der Studie „Mining Automation Market“ von Markets-and-Markets (TM) wird der Markt für die Ausrüstung von autonomem Über- und Untertagebauequipment voraussichtlich von 2,22 Milliarden US-Dollar im Jahr 2017 auf 3,29 Milliarden US-Dollar bis 2023 und von 2017 bis 2023 um 6,77 Prozent pro Jahr wachsen. Schlüsselfaktoren wie der steigende Bedarf an Arbeitskräften führen dazu, dass der Markt für autonome Bergbaumaschinen weiter an Fahrt gewinnen wird, so das Ergebnis der Untersuchung. Aber noch eine weitere Entwicklung befeuert den Trend der Automatisierung: der demografische Wandel in allen Industrieländern und die sich wandelnde Altersstruktur unter den Fahrern. Waren im Jahr 2000 laut dem Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung im deutschen Baugewerbe noch 32 Prozent der Erwerbstätigen 45 Jahre, so sind 2016 bereits 50 Prozent in dieser Altersstruktur. In zehn bis 15 Jahren wird ein Großteil dieser Fahrer in den Ruhestand gehen. Der sogenannte „war of talents“ wird noch größer für die Baufirmen.

Vor allem die laufenden Betriebskosten werden dabei den Ausschlag geben, autonome Systeme zu etablieren. Der Gedanke liegt nahe, dass in Zukunft Sattelzüge per Autopilot Sand, Schotter und Splitt auf die Baustellen bringen. Fahrerlose Steuerungssysteme versprechen weniger Unfälle und konstante Arbeitsabläufe. Denn monotones Fahren fördert die Übermüdung und damit kommt es eben zu Fehlern beziehungsweise Unfällen aufgrund von menschlichem Versagen, was Material- oder schlimmstenfalls Personenschäden nach sich zieht. Selbstständiges Steuern soll die Fahrer entlasten und zu einer höheren Sicherheit beitragen – dafür sorgt Hightech in Form von GPS, Kameratechnik, Radar und Software. Schwieriger sieht es im innerstädtischen Baustellenverkehr aus, wo Kipper aufgrund von Platzmangel mitunter zentimetergenau rangieren müssen, um Material abzuladen oder Aushub abzufahren. Hier werden führerlose Fahrzeuge an ihre Grenzen stoßen, glauben Fachleute, auch wenn heute schon Autos selbstständig einparken können.

Bildtexte

Bild 1: Cat Grade Control 3D ist eine ab Werk voll integrierte 3D-GPS-Steuerung. Die beiden GPS-Antennen sind auf dem Kabinendach montiert, sodass der Fahrer sie nicht jeden Tag auf den Schildmasten auf- und abbauen muss.

Bild 2: Mit Cat Grade Control arbeitet der Fahrer schneller und genauer in einer Vielzahl von Anwendungen, wie dem Erstellen von Fundamenten, Böschungen oder dem lagenweisen Einbau. Es sind weniger Höhenpunkte und Böschungslehren sowie kein Messgehilfe mehr erforderlich.

Bild 3: Die ab Werk integrierte Planierautomatik Grade Assist steuert die Baggerbewegungen von Ausleger und Löffel, sodass der Fahrer ein genaues Planum mühelos mit nur einer Joystick-Bewegung für den Stiel herstellen kann.

Bild 4: Die integrierte Kontrollwaage für Bagger und Radlader stellt sicher, dass die Transportfahrzeuge nicht überladen werden. Das Wiegen findet automatisch während des Ladevorganges statt.

Bild 5: Cat Kettenbagger der neuen Generation sind ab Werk mit einer Arbeitsraumbegrenzung ausgerüstet. Damit legt der Fahrer bequem vom Fahrersitz aus fest, in welchem Bereich sich die Maschine bewegen darf. Praktisch beim Arbeiten in beengtem Umfeld oder wenn Hindernisse beachtet werden müssen.

Bild 6: Bei Cat Command für den Dozer D8T steuert der Fahrer den Dozer in unmittelbarer Nähe mithilfe einer tragbaren Konsole.

Bild 7: Baumaschinenhersteller wie Caterpillar treiben autonome Baumaschinen voran, um den Bergbau sicherer zu machen sowie konstante und effiziente Produktionsleistung zu gewährleisten.

Bild 8: Statt Fahrerkabine ein Kontrollzentrum – so sieht der Arbeitsplatz von Maschinisten in Zukunft aus, wenn autonome Systeme Einzug halten.

Fotos: Caterpillar/Zeppelin

Zur Veröffentlichung, honorarfrei. Belegexemplar oder Hinweis erbeten.

**Über die Zeppelin Baumaschinen GmbH**

Die Zeppelin Baumaschinen GmbH ist Europas führende Vertriebs- und Serviceorganisation der Baumaschinenbranche und seit 1954 in Deutschland der exklusive Vertriebs- und Servicepartner von Caterpillar Inc., dem weltgrößten Hersteller von Baumaschinen. Mit 1.681 Mitarbeitern und einem 2018 erwirtschafteten Umsatz von 1,04 Milliarden Euro ist die Zeppelin Baumaschinen GmbH die größte Gesellschaft des Zeppelin Konzerns. Zum Produktportfolio zählen neben dem Vertrieb von neuen und gebrauchten Caterpillar Baumaschinen der Service, der bundesweit flächendeckend in 35 Niederlassungen erfolgt, die Beratung und die Finanzierung für die Geräte. Die Zentrale und der juristische Sitz der Zeppelin Baumaschinen GmbH befinden sich in Garching bei München.

Weitere Informationen unter zeppelin-cat.de.

**Über den Zeppelin Konzern**

Der Zeppelin Konzern bietet Lösungen in den Bereichen Bauwirtschaft, Antrieb und Energie sowie Engineering und Anlagenbau an und ist weltweit in 38 Ländern an mehr als 220 Standorten aktiv. Knapp 10.000 Mitarbeiter arbeiten in einer Managementholding und sechs Strategischen Geschäftseinheiten zusammen: Baumaschinen Zentraleuropa, Baumaschinen Nordics, Baumaschinen Eurasia (Vertrieb und Service von Bau-, Bergbau und Landmaschinen), Rental (Miet- und Projektlösungen für Bauwirtschaft und Industrie), Power Systems (Antriebs- und Energiesysteme), Anlagenbau (Engineering und Anlagenbau). Im Geschäftsjahr 2018 erwirtschaftete der Konzern einen Umsatz von 2,9 Milliarden Euro. Die Zeppelin GmbH ist die Holding des Konzerns mit juristischem Sitz in Friedrichshafen und der Zentrale in Garching bei München. Der Zeppelin Konzern ist ein Stiftungsunternehmen. Seine Wurzeln liegen in der Gründung der Zeppelin-Stiftung durch Ferdinand Graf von Zeppelin im Jahr 1908. Bis heute ist die Zeppelin-Stiftung direkt und über die Luftschiffbau Zeppelin GmbH indirekt Gesellschafterin des Unternehmens.

Weitere Informationen unter zeppelin.com.

|  |  |
| --- | --- |
| **Zeppelin Baumaschinen GmbH** Klaus Finzel  Kommunikation  Graf-Zeppelin-Platz 1 Telefon: (089) 3 20 00-341  85748 Garching bei München | Klaus Finzel  Tel.: +49 89 3 20 00 - 341  [klaus.finzel@zeppelin.com](mailto:klaus.finzel@zeppelin.com)  zeppelin-cat.de |