

# Baumaschinen Flottenmanagement mit Telematik – Benefit für den Betreiber

---

*Akad. Dir. Stephan Kessler, Dipl.-Ing. Johannes Wimmer, Prof. Dr.-Ing. Willibald Günthner  
Technische Universität München, Lehrstuhl fml*

*Die Erfassung, Übertragung und Auswertung von Maschinendaten wird immer wichtiger um eine verbesserte Steuerung der Baustellen zu ermöglichen sowie den steigenden Anforderungen in Bezug auf Qualitäts- und Leistungsdokumentation zu begegnen. Doch bisher ist eine herstellerübergreifende Auswertung der Maschinendaten nur mit großem Aufwand möglich, da mittlerweile viele Hersteller zwar eine hausinterne Schnittstelle mit passendem Auswerteprogramm anbietet, doch mit diesem jeweils nur die eigenen Maschinen ausreichend verwaltet werden können. Im Rahmen des letzten VDBUM-Seminars wurde daher eine Fragebogenaktion hinsichtlich der Vorstellungen zu einer Standardisierung der Maschinendatenübertragung bei Baumaschinen durchgeführt. Dort wurde abgefragt, welche auf den Maschinendaten basierenden Funktionen für die Teilnehmer von Interesse sind und ob der Status Quo in der Standardisierung ausreicht. Die Ergebnisse dieser Aktion wurden vom Lehrstuhl fml der TU München ausgewertet und gemeinsam mit dem AK-Telematik des VDBUM verwendet, um eine Gruppierung der Baumaschinendaten für eine denkbare Standardisierung vorzuschlagen. Im Beitrag werden sowohl die Ergebnisse der Befragung sowie die erarbeitete funktionsorientierte Gruppierung der Maschinendaten kurz vorgestellt.*

## **1 Ausgangssituation**

Telematik- und Flottenmanagementsysteme sind in der Nutzfahrzeugbranche weit verbreitet. Es gibt kaum mehr eine Spedition, die nicht die aktuelle Position ihrer LKW zentral erfasst und Fahraufträge über das Flottenmanagementsystem disponiert. Auch in der Bauwirtschaft setzen Unternehmen diese Systeme ein. Allerdings beschränkt sich deren Anwendung auf die Funktionalitäten, die für den LKW-Bereich konzipiert sind. Ein ganzheitliches Flottenmanagement für alle Baumaschinen existiert bisher nicht. Das Problem liegt hierbei an der Unterschiedlichkeit der Baumaschinen. Für eine ausreichende Beschreibung der Tätigkeit sind beispielsweise von Rüttelplatten andere Informationen notwendig als von Baggern und bei Baggern im schweren Erdbau sind andere Informationen von Interesse als beim Einsatz im Grabenverbau. Gerade durch diese vielfältigen Abhängigkeiten ist die erforderliche Kennwertebildung für ein Flottenmanagement bisher noch nicht geglückt. Hingegen für die Übertragungskette der Daten von der Baumaschine zu den Betreibern gibt es bereits ausgereifte Lösungen, die auch schon vielfältig eingesetzt werden.

## 2 Funktionsweise Datenübertragung von Baumaschine zu Betreiber

Üblicherweise sind mobile Arbeitsmaschinen der heutigen Generation mit einem oder mehreren modernen elektronischen Steuergeräten und Datenübertragungsmöglichkeiten ausgestattet. Den Kern der Steuerung einer Baumaschine, wie in Abbildung 1 dargestellt, bilden ein oder mehrere Datennetze, die meist auf der CANbus-Technologie basieren und die Steuergeräte, Sensoren und Aktoren miteinander verbinden. Die Sensordaten werden üblicherweise im Bordcomputer gespeichert und können von dort aus über eine Serviceschnittstelle ausgelesen werden. Für eine Datenübertragung der Sensordaten in Echtzeit gilt es vom CANbus-Netzwerk, oder von einem seiner Teilnehmer die Sensordaten auszulesen und weiter zu einer Telematikeinheit zu übertragen. In dieser Einheit werden die Maschinendaten gemeinsam mit Sensordaten, die von Anbauteilen von Fremdanbietern stammen, wie beispielsweise GPS-Daten zusammengeführt und dann per Datenfunk an einen Server übertragen, in dem die übertragenen Daten gesammelt und zum Teil auch ausgewertet werden. Von dort werden dann die Daten abgefragt oder weitergesendet an die internen Verwaltungssysteme der Baumaschinenbetreiber. Als wichtige Beispiele für diese Verwaltungssysteme sind die Disposition, das ERP-System oder aber auch die Werkstattverwaltung, die die Wartungen koordiniert, zu nennen.

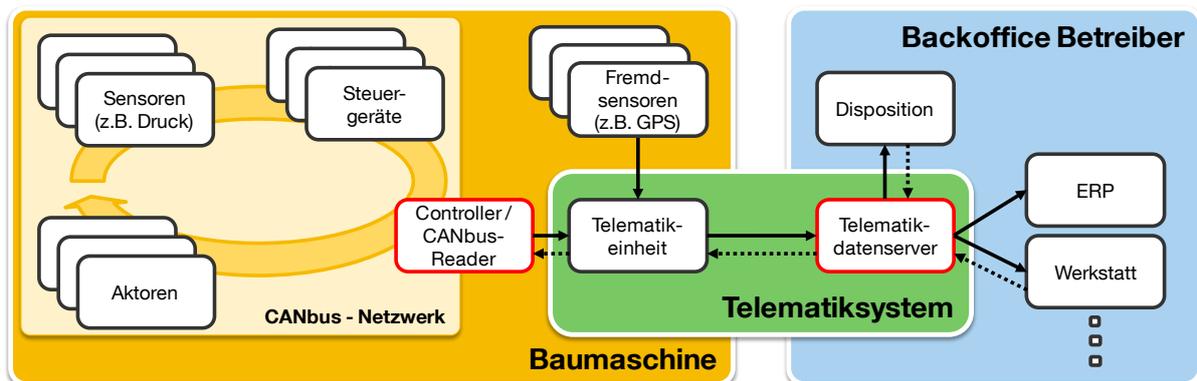


Abbildung 1: Datenübertragung zwischen Baumaschine und Backoffice der Betreiber

Das Telematiksystem kann hierbei entweder vom Baumaschinenhersteller oder vom Betreiber gestellt werden. Je nachdem befindet sich die Baumaschinen-Datenschnittstelle, also der Übergabepunkt der Daten auf der Baumaschine oder nach dem Datenserver. Somit bestehen prinzipiell zwei Möglichkeiten für den Betrieb:

## Variante 1:

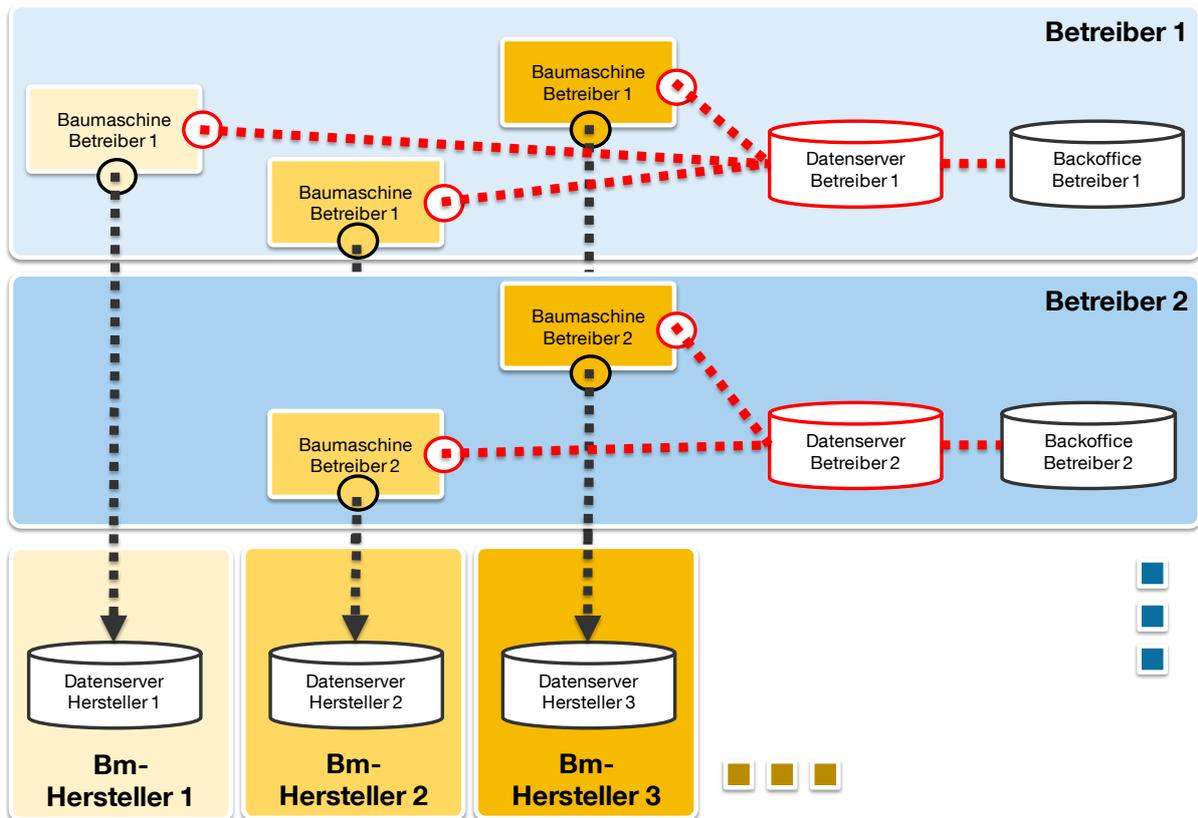


Abbildung 2: Datenschnittstelle an der Baumaschine mit eigenem Telematiksystem der Betreiber

Die Schnittstelle auf der Baumaschine befindet sich am internen Datennetz. Ein Controller, der entweder direkt an den CANbus oder an den Bordcomputer gekoppelt ist, übergibt Daten an eine Telematikeinheit, die vom Betreiber oder einem Dienstleister bereitgestellt wird. Auch alle weiteren Datenverarbeitungsstufen werden, wie in Abbildung 2 dargestellt, von den Betreibern gestaltet. Dieses Vorgehen hat vor allem bei großen Firmen den Vorteil, dass sie nur einen Telematikanbieter und nur einen Datenvertrag bei einem Anbieter haben müssen und somit Kosten durch die Skaleneffekte sparen können. Auch ist nur eine Schnittstelle zum Telematikdatenserver herzustellen und zu warten. Allerdings müssen die Betreiber den Aufwand für die Auswahl, das Customizing, den Betrieb und die Wartung der IT-Systeme selber tragen. Diese Betriebsart eignet sich daher vor allem für große Unternehmen.

## Variante 2:

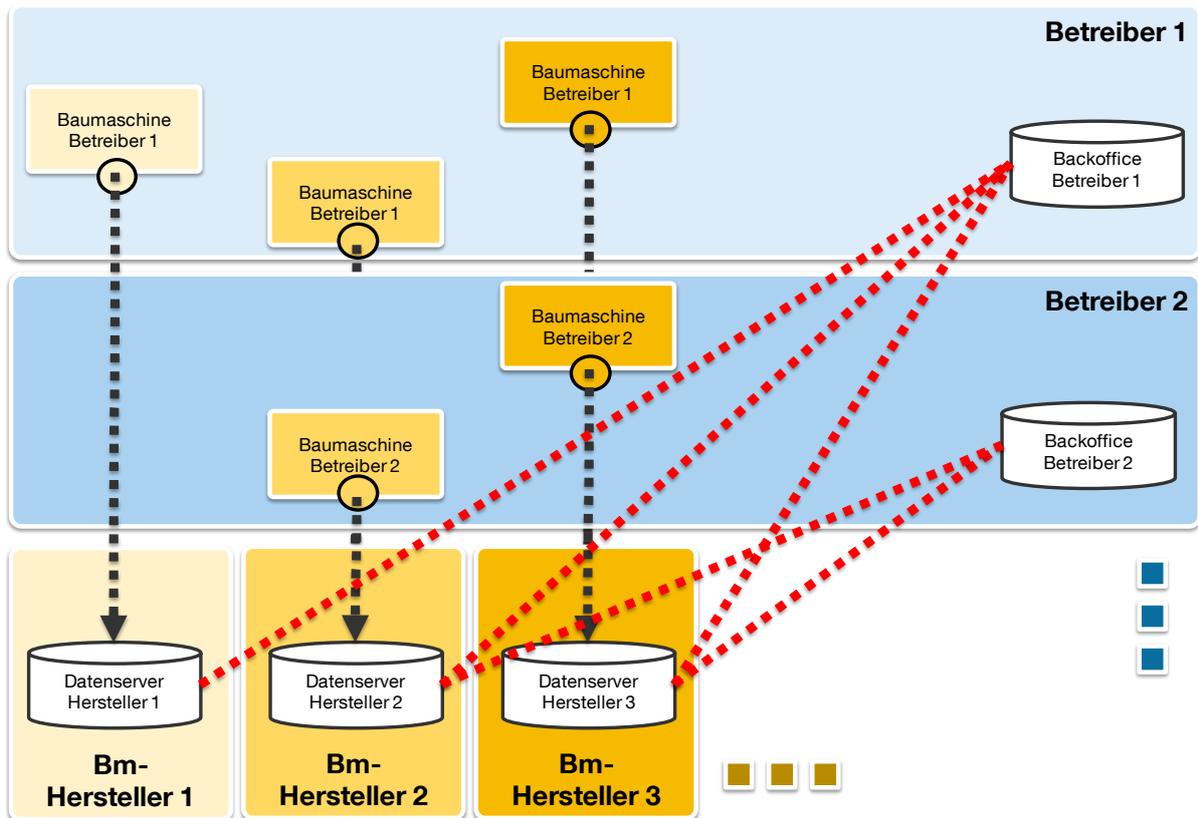


Abbildung 3: Maschinendatenschnittstelle am Datenserver der Baumaschinenhersteller

Die zweite Möglichkeit für den Übergang der Daten liegt hinter dem Server nach der Telematikübertragung (siehe Abbildung 3). Hier stellen die Hersteller die Anwendungen und Programme für die Datensammlung und Auswertung der Maschinen. Es bestehen auch Schnittstellen zu den Backoffice Programmen der Betreiber. Der Nachteil in diesen Systemen ist zum einen, dass die Übertragung der Maschinendaten an den jeweiligen Hersteller gebunden ist und die Systeme nur herstellerspezifische Maschinen unterstützen, andere Maschinen können wenn überhaupt nur sehr eingeschränkt verwaltet werden. Außerdem sind von unterschiedlichen Herstellern auch unterschiedliche Daten verfügbar, da es noch keine übergreifende Standardisierung der Maschinendaten gibt. Immerhin haben sich die meisten großen Hersteller auf den AEMP-Standard für Maschinendaten geeinigt, welcher folgende Daten beinhaltet:

- Betriebsstunden kumuliert
- Gefahrene km kumuliert (bei Fahrzeugen)
- Dieserverbrauch kumuliert
- Aktuelle Position der Baumaschine

Leider können mit diesen Daten nur Grundfunktionalitäten eines Flottenmanagement abgedeckt werden. Weiterführende Auswertungen, wie z. B. eine Fahreridentifikation zur Berechtigungskontrolle werden nicht unterstützt.

Daher muss es das Ziel sein, weitere Daten zu standardisieren und auf deren Basis Flottenmanagementsysteme um weitere Funktionalitäten zu erweitern, sodass der Baumaschineneinsatz besser geplant und damit die Produktivität erhöht werden kann. Die Funktionalitäten, die ein modernes Flottenmanagementsystem bieten sollte, werden dabei im nächsten Kapitel vorgestellt.

### **3 Möglichkeiten für die Betreiber durch den Einsatz von Telematik und Flottenmanagementsystem**

Der AK-Telematik des VDBUM hat in einem Arbeitskreistreffen folgende Funktionalitäten zusammengetragen, die ein modernes Flottenmanagementsystem bedienen sollte.

- **Bestimmung der Maschineneinsatzzeit**

Eine Grundfunktion eines Flottenmanagementsystems ist es die Zeit zu erfassen, in der eine Maschine im Einsatz ist. Dadurch können auch weitere Funktionen, wie z.B. von der Einsatzzeit abhängige Wartungsintervalle zentral für alle Maschinen angesteuert werden.

- **Bestimmung der Positionsdaten**

Die Position der Maschinen ist ein wichtiger Parameter für die Disposition, um bei der Umsetzung von Maschinen Wege einzusparen und teure Transporte zu vermeiden. Auch zum Diebstahlschutz wird diese verwendet. Weiterhin könnte man eine Maschine je nach aktueller Position automatisiert zu einer Kostenstelle zuordnen. Dies erspart Verwaltungsaufwand.

- **Erfassung von Einsatzmodi**

Hierunter versteht man die Erfassung der Grundeinstellungen der Maschine. Die Erfassung der Einsatzmodi erlaubt es produktive von unproduktiven Zeiten zu unterscheiden, und zudem die Art der Nutzung genauer zu erfassen. Zudem können auch Fehleinstellungen z.B. für die Arbeit mit Anbaugeräten erfasst und somit evtl. Schäden noch verhindert werden. Auch die Erfassung des Einsatzes eines Maschinenleitsystems könnte in diese Rubrik fallen.

- **Automatisierte Verrechnung des Bm-Einsatzes im Back-Office der Firma – online ohne Papier**

Wenn bekannt ist, wo die Maschine steht, wer sie bedient und wie lange sie gearbeitet hat, dann verfügt man über die Basisdaten, um den Einsatz der Maschine zu verrechnen, ohne dass Stundenzettel oder sonstige weitere papierbasierte Dokumentation notwendig sind. Die Verrechnung der Arbeiten kann somit ohne großen Zeitverzug oder sogar automatisiert erfolgen. Die Abrechnungen und Leistungsnachweise werden schneller erstellt und die Zeit bis zu Bezahlung der Leistungen verkürzt.

- **Kontrolle des Kraftstoffverbrauchs**

Die Kraftstoffkosten haben einen erheblichen Anteil an den Einsatzkosten der Maschinen. Gelingt es den Verbrauch zu analysieren und zu kontrollieren, kann ein Teil dieser Kosten

eingespart werden. Hierzu muss aber der situationsbedingte Verbrauch der Maschinen in Bezug auf die jeweiligen Fahrer und Gegebenheiten erfasst und ausgewertet werden. Damit können Anreizsysteme, wie sie bereits im LKW-Bereich üblich sind, auf alle Baumaschinen ausgeweitet werden oder auch Schulungen und Kurse zum kraftstoffsparenden Umgang mit den Maschinen zielgerichtet angeboten werden.

- **Überwachung von Dieseldiebstahl**

Die steigenden Dieselpreise erhöhen auch den Anreiz zum Kraftstoffdiebstahl auf den Baustellen. Um diesen zu erkennen sind zum einen der tatsächliche Verbrauch durch die Maschine zu bestimmen und zum anderen der Füllstand des Tanks. Verringert sich beispielsweise bei Motorstillstand der Tankinhalt, kann davon ausgegangen werden, dass ein Problem vorliegt. Dies muss dem Betreiber dann unverzüglich gemeldet werden, um passende Gegenmaßnahmen einleiten zu können.

- **Erfassung der Rüstzustände**

Für viele Geräte gibt es mehrere Anbaugeräte, die je nach Einsatzart verwendet werden. Für eine Analyse des Baumaschineneinsatzes ist es daher notwendig zu erfahren, welches Anbaugerät gerade aktiv eingesetzt wird.

- **Ferndiagnose zur Schadensprävention (Überbelastung, Servicesteuerung)**

Ergeben sich Fehler auf einer Baumaschine, muss schnell gehandelt werden, um zu überprüfen, ob dieser unkritisch ist und trotz des Fehlers weiter gearbeitet werden kann, oder ob weitere Schäden drohen. Daher wäre es sinnvoll, eine einfache Ferndiagnose (z. B. Temperatur Motoröl, Hydraulikdruck,...) dieser Maschinen durchführen zu können, um schnell auf das Auftreten reagieren zu können und teure Schäden zu vermeiden.

- **Bestimmung der Baumaschinenleistung (Tagesleistung)**

Ein Ziel muss es sein, aus den Daten der Baumaschinen die Leistung der einzelnen Geräte zu bestimmen. Bei Transportfahrzeugen wie LKW ist dies relativ einfach, da hier nur eine Tätigkeit, nämlich der Transport, ausgeführt wird. Bei Multifunktionsgeräten wie z.B. Mobilbaggern gestaltet es sich aber wesentlich schwieriger passende Metriken zu finden. Hier sind je nach Anwendungsfall unterschiedliche Daten zu erheben und auszuwerten. Ziel ist es eine Funktion bereitzustellen, die über die erfassten Daten der Baumaschine und eventuell noch anderen globalen Daten die spezifische Leistung des Gerätes bestimmt, um die Tagesleistung zu erfassen.

- **Bedienerauthorisierung**

Nach einer neuen Richtlinie sind die Betreiber dafür verantwortlich, dass nur Fahrer ihre Maschinen führen, die auch die entsprechende Genehmigung dafür besitzen. Dies ist bisher gerade beim Verlust des Führerscheins schwer nachzukontrollieren, da aktuell eigentlich jeden Morgen von jedem Baumaschinenführer der Führerschein überprüft werden müsste. Zudem sollte sichergestellt werden, dass teure Spezialmaschinen nur von dem speziell dafür geschulten Personal betrieben wird. Hierfür wäre eine Funktionalität sinnvoll, mit der der Fahrer erkannt und für eine bestimmte Maschine freigeschalten oder gesperrt werden kann.

- **Freischaltung der Baumaschine durch die Disposition**

Eine weitere Funktionalität würde darin bestehen die Zugriffsrechte auf die Baumaschinen von der Disposition zu regeln, so dass Diebstahl bzw. Missbrauch effektiv verhindert und der Einsatz der Maschinen besser gesteuert werden kann. Hierfür wäre ein Zugriff der Disposition auf die Steuerung notwendig. Damit würde auch eine Datenübertragung vom Backoffice des Betreibers zur Maschine notwendig.

### 3.1 Ergebnisse Fragebogenaktion – Meinung der Betreiber

Die oben genannten Funktionalitäten erleichtern und verbessern die Verwaltung des eigenen Maschinenparks und schaffen somit Vorteile in der Produktivität. Ein weiterer wichtiger Punkt, der durch die Einführung von Flottenmanagementsystemen erreicht wird, ist die Transparenz. Wenn es geschafft werden kann, die Arbeitsleistung, den Verbrauch und die Störanfälligkeit von Maschinen situationsabhängig besser zu erfassen, dann kann der Maschineneinsatz optimiert werden und der Kauf von neuen Geräten auf den eigenen Einsatz besser abgestimmt werden.

Um zu sehen, welche Aspekte den Betreibern für den Einsatz eines Flottenmanagementsystems besonders wichtig sind, wurde eine Befragung durchgeführt. Hierfür wurden auf dem 40. VDBUM-Seminar Fragebögen ausgelegt, sowie Email-Anfragen durch den VDBUM und der Bayerischen BauAkademie durchgeführt. Insgesamt konnten so 53 ausgefüllte Fragebögen gesammelt werden.

Das Feld der Teilnehmer besteht dabei größtenteils aus Baumaschinen Betreibern (siehe Abbildung 4), doch auch einzelne Hersteller und Personen aus anderen Gruppen (z. B. Sachverständige) haben ihre Meinung abgegeben. Die Teilnehmer waren zudem relativ gleichmäßig verteilt von kleinen Unternehmen bis zu 50 Mitarbeitern, mittleren Unternehmen bis zu 200 Mitarbeitern, mittel-großen Unternehmen bis 600 Mitarbeitern und großen Unternehmen ab 600 Mitarbeitern.

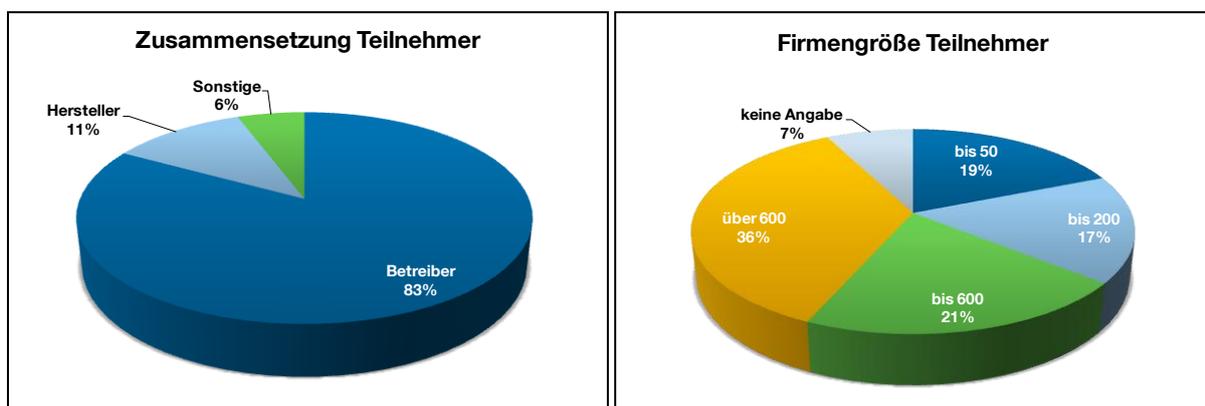


Abbildung 4: Firmengröße und Branche der befragten Personen

An dieses Teilnehmerfeld wurde nun die Frage gestellt, inwieweit Sie eine Standardisierung der Baumaschinen-Datenschnittstelle für sinnvoll erachten. Diesem Punkt stimmten die überwältigende Mehrheit von 94% zu (s. Abbildung 5). Nur eine Minderheit der Teilnehmer fand, dass die Standardisierung bedingt sinnvoll (2%) oder nicht interessant (2%) ist und nur ebenso wenig haben auf diese Frage nicht geantwortet. Dies zeigt, dass die aktuelle Situation nicht als befriedigend wahrgenommen wird und sich die Betreiber eine größere Durchgängigkeit ihrer bestehenden Lösungen wünschen.

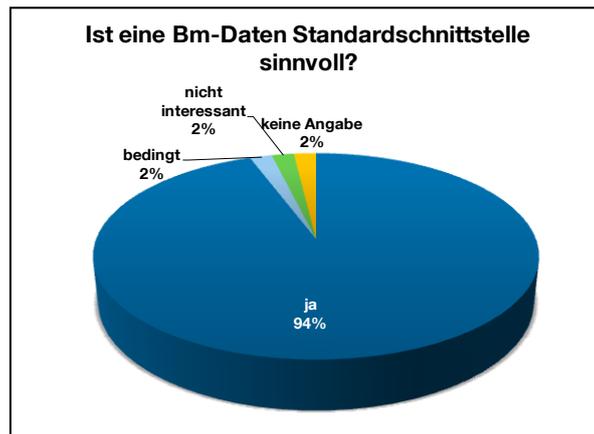


Abbildung 5: Frage nach der Zweckdienlichkeit einer Standardschnittstelle für die Maschinendatenübertragung

Weiterhin wurde die Meinung zum bestehenden AEMP-Standard abgefragt (s. Abbildung 6). Hier sind über die Hälfte der befragten Personen der Meinung, dass dieser Standard nicht für ihre gewünschten Anwendungen in einem Flottenmanagement ausreicht. Für weniger als ein Drittel der Teilnehmer ist der Standard ausreichend, wenn auch bei 6% nur aktuell. 17% der Teilnehmer haben keine Meinung zu diesem Standard. An diesem Wert ist zu erkennen, dass sich noch nicht alle Unternehmen mit dem Thema Datenübertragung befasst haben. Auch von den Herstellern sind zwei Drittel der Teilnehmer davon überzeugt, dass der AEMP-Standard nicht ausreicht und ein neuer Standard geschaffen werden muss, der wesentlich mehr Daten enthält.

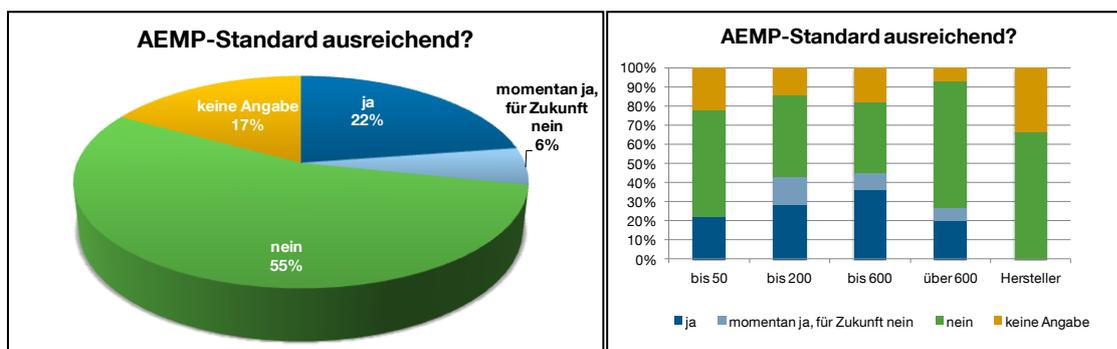
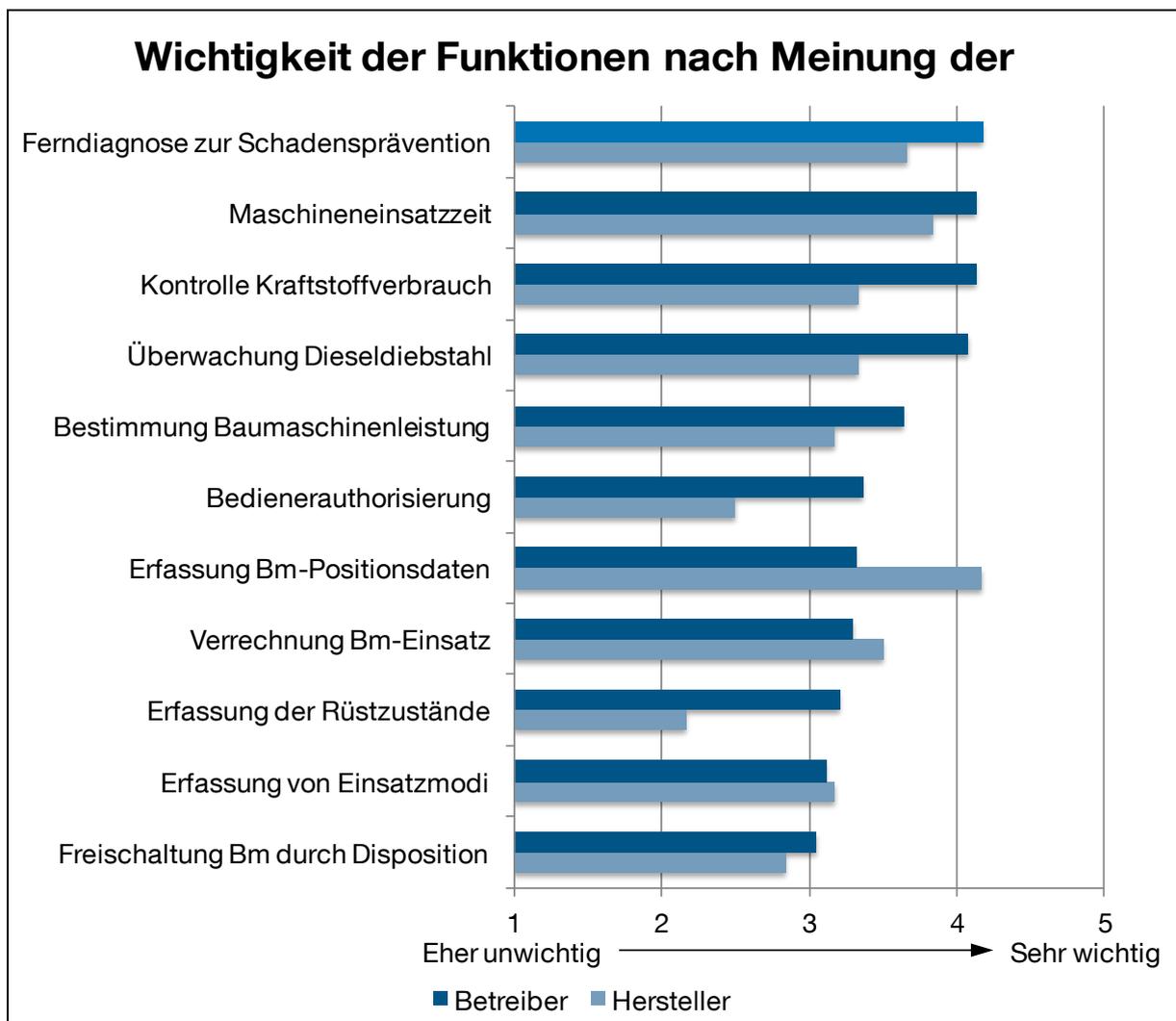


Abbildung 6: Frage nach der Aufgabenerfüllung des AEMP-Standards – aufgeteilt nach Firmengröße

Weiterhin wurden die Teilnehmer der Fragebogenaktion befragt, welche der oben vorgestellten Funktionen sie für ein modernes Flottenmanagementsystem für wichtig erachten. Das Ergebnis dieser Frage ist in Abbildung 7 dargestellt, unterteilt nach den Antworten der Betreiber und den der Baumaschinenhersteller. Als wichtigste Funktion eines Flottenmanagements mit Telematik sehen die teilnehmenden Betreiber die Ferndiagnose zur Schadensprävention an, dicht gefolgt in der Wichtigkeit von der Erfassung der Maschineneinsatzzeit, der Kontrolle des Kraftstoffverbrauchs sowie der Überwachung des Dieseldiebstahls. Alle weiteren Funktionen sind zwar ebenfalls für die Betreiber wichtig, stellen aber nicht die oberste Priorität dar. Dies sind vor allem Funktionen, die Anpassungen der eigenen Verwaltungsprozesse erfordern, wie beispielsweise die automatisierte Verrechnung des Baumaschineneinsatzes, und somit als weiterführende Funktionen gesehen werden.

Die Erfassung der Positionsdaten hingegen, die von den Herstellern mit Abstand als die wichtigste Funktion geglaubt wurde, ist von den Betreibern von der Wichtigkeit her nur auf einen mittleren Platz gewählt worden.



**Abbildung 7: Wichtigkeit der einzelnen Funktionen eines Flottenmanagements**

Als Fazit der Fragebogenaktion lässt sich festhalten, dass ein großer Bedarf an den Betriebsdaten der Maschinen besteht und nahezu alle der Meinung sind, dass eine Standardisierung dieser Daten sinnvoll ist, um ihre gewünschten Informationen aus den Daten zu filtern. Beachtet man die unterschiedlichen Auffassungen über die Wichtigkeit der einzelnen Funktionen sollten die Hersteller und Betreiber noch stärker zusammenarbeiten, um die gegenseitigen Interessen besser zu verstehen. Es muss einen erweiterten Standard geben, doch es fehlen bisher Forschungen welche Daten von welchen Geräten für welche Funktionen benötigt werden.

#### **4 Funktionsorientierte Gruppierung von Maschinendaten**

Die benötigten Daten, um z.B. die Baumaschinenleistung zu erfassen, hängen stark von der verwendeten Maschine und zudem von der Einsatzart ab. Daher wurde beim 4. AK-Telematik-Arbeitskreis dazu übergegangen die verschiedenen gewünschten Funktionalitäten des Flottenmanagements in Level einzugruppiert, um diesen dann maschinen- und anwendungsorientiert die Daten zuzuordnen. Außerdem sind nicht alle Funktionalitäten für alle Anwender gleichermaßen sinnvoll und jede implementierte Funktion erhöht natürlich Aufwand und Kosten: Vorteil dieser Level orientierten Gruppierung ist, dass die Betreiber sich die Tiefe ihrer Datenübertragung selber aussuchen können. Die Hersteller wiederum müssen nicht alle Funktionen erfüllen, um einem Standard zu genügen, sondern je nach Level nur einem Teil davon. So wird der Entwicklungsaufwand vermindert und überschaubar. Das Hinzufügen von weiteren Funktionen und somit das Erfüllen eines weiteren Telematiklevels kann als Marketing- und Verkaufsargument verwendet werden.

Die ersten beiden im AK-Telematik festgelegten Level spiegeln den Funktionsumfang wieder der mit den Daten des AEMP-Standards noch ausreichend bedient werden kann. Um eine Maschine einfach im Backoffice verrechnen zu können wird die Einsatzzeit benötigt. Um die Maschine automatisiert zu verrechnen, wird zudem noch die Position benötigt, welche mit den jeweiligen Baustellenpositionen verglichen werden kann. Damit lassen sich die Kostenstellen zuordnen. Zudem kann auch der Kraftstoffverbrauch online auf diese Kostenstelle geschrieben werden, so dass keine papierbasierten Prozesse mehr notwendig sind.

Der dritte Level beinhaltet die Integration von weiteren nicht vom Hersteller bereitgestellten Sensoren, die von weiteren Anbietern am Gerät angebracht sind, zum Beispiel ein RFID-Lesegerät zur Identifikation des Fahrers.

Als vierter Level werden die Funktionen der Erfassung der Rüstzustände und die Ferndiagnose hinzugefügt. Diese Funktionen sind vor allem bei Leistungs- und Multifunktionsgeräten sinnvoll.

In Level 5 ist neben den beiden Funktionen der Leistungserfassung und der Analyse von Anbaugeräten auch die Funktion der Freischaltung der Baumaschine durch die Disposition enthalten. Wohingegen alle bisherigen Informationen eine reine Datenaussendung erforderten, erfordert diese Funktion erstmals eine Rückinformation vom Backoffice des Bauunternehmers.

Level 6 ist für die automatisierte Bauproduktion gedacht, in der ebenfalls Maschinensteuerungs- und Qualitätsinformationen übertragen werden sowie eine Kommunikation mit dem Fahrer über das Maschinendisplay möglich wird.

		<b>Servicelevel für Baumaschinen</b>					
		<b>Level 1</b>	<b>Level 2 (AEMP)</b>	<b>Level 3</b>	<b>Level 4</b>	<b>Level 5</b>	<b>Level 6</b>
<b>Gewünschte Funktionen</b>	Verrechnung des Bm-Einsatzes im Back-Office der Firma – online	x	x	x	x	x	x
	Bestimmung der Bm-Positionsdaten (z.B. für Kostenstellen-Zuordnung)	x	x	x	x	x	x
	Bestimmung der Maschineneinsatzzeit	x	x	x	x	x	x
	Kontrolle des Kraftstoffverbrauchs		x	x	x	x	x
	Fahreridentifikation			x	x	x	x
	Überwachung von Dieseldiebstahl			x	x	x	x
	Erfassung der Rüstzustände				x	x	x
	Ferndiagnose zur Schadensprävention (Warnhinweise vom Display)				x	x	x
	Erfassung von Einsatzmodi (z.B. Einsatz Maschinenleitsystem)					x	x
	Bestimmung der Baumaschinenleistung (Tagesleistung)					x	x
	Freischaltung der Bm durch Disposition					x	x
	Austausch von Maschinensteuerungs- und Qualitätsinformationen						x
	Kommunikation über Maschinendisplay (Auftragsübergabe von AV, aller Art)						x
	<b>Beispielhafte Gerätezuordnung</b>	Handgeführte Geräte mit Motor	Kleine Geräte mit Sitz bis ca. 2,5 t	Kleine Geräte mit Sitz ab ca. 2,5t	Geräte ab ca. 15t	Leistungsorientierte Geräte ab ca. 15t	Leistungsorientierte Geräte ab ca. 15t

**Abbildung 8: Gruppierung der Flottenmanagement-Funktionalitäten in aufeinander aufbauende Level – Entwurf des 4. AK-Telematik des VDBUM**

Es wurden in der Abbildung 8 nur beispielhaft Gerätezuordnungen gegeben, da jedes Bauunternehmen ihren eigenen speziellen Maschineneinsatz hat und somit von ähnlichen Geräten teils unterschiedliche Informationen benötigt werden. Der hier vorgestellte Ansatz bietet die Möglichkeit flexibel auf diese Unterschiede zu reagieren. Durch die unabhängigen Servicelevel, kann der Hersteller für seine Maschine auspreisen, welchen Servicegrad für die Datenweitergabe er erfüllt. Damit bleibt es dem Unternehmer offen eine Maschine passend nach dem jeweiligen Servicegrad auszuwählen.

## **5 Visionen – langfristige Potentiale durch den Einsatz eines Flottenmanagements**

Im Folgenden sind einige Visionen zusammengetragen, die langfristig durch einen Einsatz eines ganzheitlichen Flottenmanagementansatzes erreicht werden können.

- **Frühwarnsystem für Schäden**

Wenn Maschinenparameter, wie z.B. Hydraulikdrücke, Schwingungsanregungen oder die Baumaschinenneigung aufgezeichnet werden, können in einem ersten Schritt Standardwerte für typische Arbeiten bestimmt werden. Intelligente Algorithmen registrieren Abweichungen von diesen. Darauf aufbauend kann ein Frühwarnsystem installiert werden. Missbrauch, Schäden oder verschleißbedingte Veränderungen werden gemeldet. Ein Austausch der geschädigten Teile kann frühzeitig erkannt und in die Wege geleitet werden.

- **Neuronales Netz zur Bewertung des Baumaschineneinsatzes**

Die umfassende Datenerfassung erlaubt den Maschineneinsatz strukturiert zu erfassen und damit Grundlagen für moderne Planungsmethoden zu legen. In neuronalen Netzen beispielsweise können die aufgezeichneten Bauvorhaben miteinander verknüpft werden, um damit genauere Leistungswerte für zukünftige Planungen vorherzusagen und für die Angebotserstellung zu nutzen.

- **Controlling des Baufortschrittes**

Durch die flächendeckende automatisierte Erfassung der Leistung aller wichtigen Baumaschinen (Leistungsträger) kann der Baufortschritt immer aktuell erfasst und dargestellt werden. Verzögerungen werden schneller erkannt und Gegenmaßnahmen können früher eingeleitet werden.

- **Just in Time Produktion (JIT)**

Durch die ständige Erfassung aller Maschinen ist der aktuelle Produktionsfortschritt bekannt. Somit kann eine JIT-Produktion eingeführt werden. Material wird immer bedarfsgerecht zur richtigen Zeit am richtigen Ort angeliefert, Bestände sowie Kosten für Umlagerungen werden reduziert.

- **Automatisierte Qualitätsdokumentation**

Jede Baumaschine meldet qualitätsrelevante Daten an das Backoffice. Diese werden dort mit einem virtuellen Baustellenmodell verknüpft, aus dem dann automatisiert Reports gezogen werden können (Verdichtungsgrad, welcher Beton wurde verbaut, welche Ist-Geometrie ist entstanden,...)

- **Lean Production**

Der Kern des Lean Gedankens, der in der stationären Produktion zu einer großen Produktivitätssteigerung geführt hat, ist es Verschwendungen aller Art zu vermeiden. Bei gleichbleibenden Prozessen wird der Ist-Zustand analysiert und darauf aufbauend ein Soll-Prozess formuliert, in dem Doppelarbeiten vermieden werden. In der stationären Industrie wird dabei eine Verringerung des Zeit- und Flächenbedarfs durch die getaktete

Fließfertigung erreicht. Hierfür müssen die Leistungen aller Prozesse aufeinander abgestimmt werden. Die Bauproduktion ist aber sehr volatil, so dass die Planungszyklen zum Anpassen der Produktion sehr kurz sind. Umso eher also erkannt wird, dass der Maschineneinsatz nicht passt, kann gegengesteuert werden. Damit lassen sich die Lean Gedanken auch auf das Bauumfeld übertragen. Es gibt feste Takte in denen die jeweiligen Arbeitsteile erledigt werden müssen. Somit wird die ganze Produktion synchronisiert und rationalisiert.

- **Auftragsvergabe mit Quittierung**

Jeder Fahrer jeder Baumaschine bekommt zur Betriebszeit Arbeitsaufträge mit GPS-Positionen, Visualisierung zur Arbeit, usw. Wenn er die Aufgabe erledigt hat, quittiert er, dann bekommt er einen neuen Auftrag. Hierdurch besteht die Möglichkeit der Minimierung von Warte- und Einweisungszeiten. Maschinen können damit auch flexibel zwischen verschiedenen Arbeiten eingeteilt werden. Die Auslastung v.a. von Beistellgeräten steigt.

- **Autonomes Fahren der Baumaschinen**

Aktuell gibt es in der Forschung große Fortschritte bei autonom fahrenden Geräten. Auch erste Testfahrten auf öffentlichen Straßen werden bereits durchgeführt. Autonome Geräte könnten dabei auch auf der Baustelle eingesetzt werden. Die Baumaschinen werden dann direkt von einer Leitzentrale gelenkt, ähnlich Industrierobotern in der Produktion oder fahrerlosen Transportsystemen in der Intralogistik. Dadurch werden Baumaschinenführer von monotonen Arbeiten entlastet und die Maschinen bestmöglich ausgelastet. Gleichzeitig kann die Qualität der Arbeiten gesteigert werden, da die autonomen Maschinen ihre Arbeiten gleichmäßiger erledigen können als ein Mensch. Somit könnte eines Tages eine automatisierte bzw. teilautomatisierte Bauproduktion entstehen.

## **6 Zusammenfassung & Ausblick**

Mit einem Flottenmanagement können vielfältige Anwendungen unterstützt werden, die die Produktivität der Baufirmen erheblich steigern können. Bis zum jetzigen Stand sind herstellerübergreifende Baumaschinen-Flottenmanagementsysteme in der Baupraxis nicht verbreitet. Grund ist die fehlende Standardisierung der Datenschnittstelle zu den Baumaschinen sowie die fehlenden Funktionen um einen entsprechenden Nutzen für den eingesetzten Aufwand zu erhalten. Wie die Fragebogenaktion gezeigt hat, sind die Betreiber mit der aktuellen Situation nicht zufrieden. Ziel muss es sein, analog zur stationären Industrie die eigenen Prozesse zu standardisieren und zu automatisieren. Hierfür wurde bereits eine Klassifizierung und Priorisierung der gewünschten Funktionalitäten eines Flottenmanagementsystems vorgenommen. In zukünftigen Forschungen müssen dann die Berechnungs- und Datengrundlagen und Algorithmen zur Verfügung zu gestellt werden.