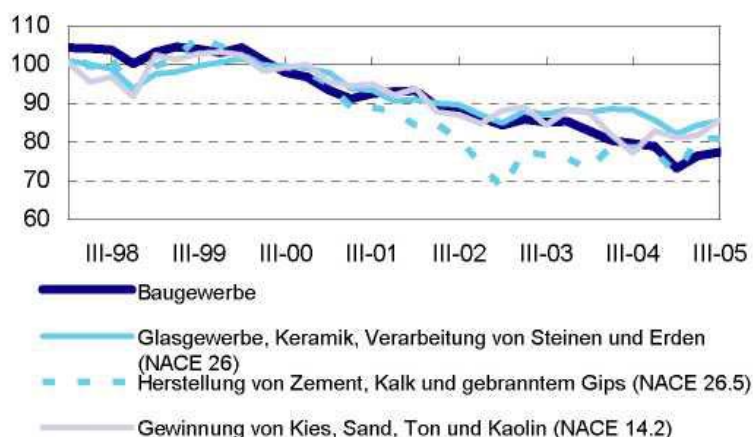


# Transportlogistik für die Baubranche - Optimierung der Geschäftsprozesse in Disposition und Abrechnung durch den Einsatz eines Flottentelematiksystems

PROF. DR.-ING. DIPL.-WIRTSCH.-ING. W.A. GÜNTNER DIPL.-ING. S. KESSLER DIPL.-ING. S. SANLADERER

*Vor dem Hintergrund eines hohen Wettbewerbdruks in dem stagnierenden Markt für Bauleistungen sowie rasant steigender Energiekosten sehen sich Baufirmen heute immer stärker dazu gezwungen Rationalisierungseffekte in allen Bereichen der Bauabwicklung, speziell auch in der Baulogistik, zu nutzen. Durch den Einsatz von mobilen Datenerfassungsgeräten (Onboard Units) können die Prozesse zur Versorgung von Baustellen transparenter gestaltet und ein automatisiertes Controlling zur Kostensenkung eingeführt werden. Betriebsmittel können effektiver eingesetzt werden, Lieferprozesse werden durch eine EDV-Unterstützung schlanker und transparenter und können besser mit dem Bauablauf synchronisiert werden. Im Rahmen eines AiF-Forschungsprojektes entwickelte der Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) der TU München in Zusammenarbeit mit Industriepartnern ein Flottentelematiksystem für die Baubranche.*

Die Bauwirtschaft in Deutschland ist mit einem Anteil von 3,9% am BIP und ca. 2,165 Mio. Beschäftigten ( $\approx 5,6\%$  der Erwerbstätigen in Deutschland) zwar nicht bei den größten Wirtschaftszweigen vertreten, aber sie spielt beim Wirtschaftswachstum eine sehr wichtige Rolle, da die Bauinvestitionen einen Indikator für eine positive wirtschaftliche Entwicklung darstellen. Auf Grund der angespannten Lage der öffentlichen Haushalte, die speziell im Tiefbau den wichtigsten Auftragsgeber darstellen, muss sich die Baubranche seit Jahren mit einem geringen Auftragsbestand in diesem Sektor arrangieren. Aktuell sind die Auftragseingänge durch neue Investitionsvorhaben wieder stark angestiegen, die Abbildung 1 zeigt aber, dass sich das Niveau des Produktionsindex im Tiefbau noch deutlich unter dem Basisstand des Vergleichsjahrs 2000 befindet [2].



**Abbildung 1: Vergleich zwischen dem vierteljährlichen Produktionsindex im 3. Quartal für das Baugewerbe und ausgewählten industriellen Tätigkeiten, saisonbereinigt, Deutschland (Jahr 2000 entspricht 100%) [1]**

Der niedrigen Nachfrage nach Bauleistungen steht zudem noch ein hohes Angebot gegenüber. Aus diesen Marktbedingungen resultiert für die Baufirmen die Notwendigkeit, ihre Geschäftsprozesse permanent zu optimieren, um sich im zunehmenden Wettbewerb, der in den kommenden Jahren auch verstärkt aus den neuen EU-Mitgliedsstaaten kommen wird, erfolgreich behaupten zu können. Da der Logistik in der Baubranche lange Zeit nur geringe Bedeutung beigemessen wurde, sind auf diesem Gebiet noch besonders große Verbesserungs- und Einsparungspotenziale vorhanden. Vor allem Bereiche außerhalb der eigentlichen Kernkompetenzen der technischen Bauabwicklung, wie beispielsweise der Maschinen- und Fuhrpark, sind lohnenswerte Objekte für Kosteneinsparungsprojekte.

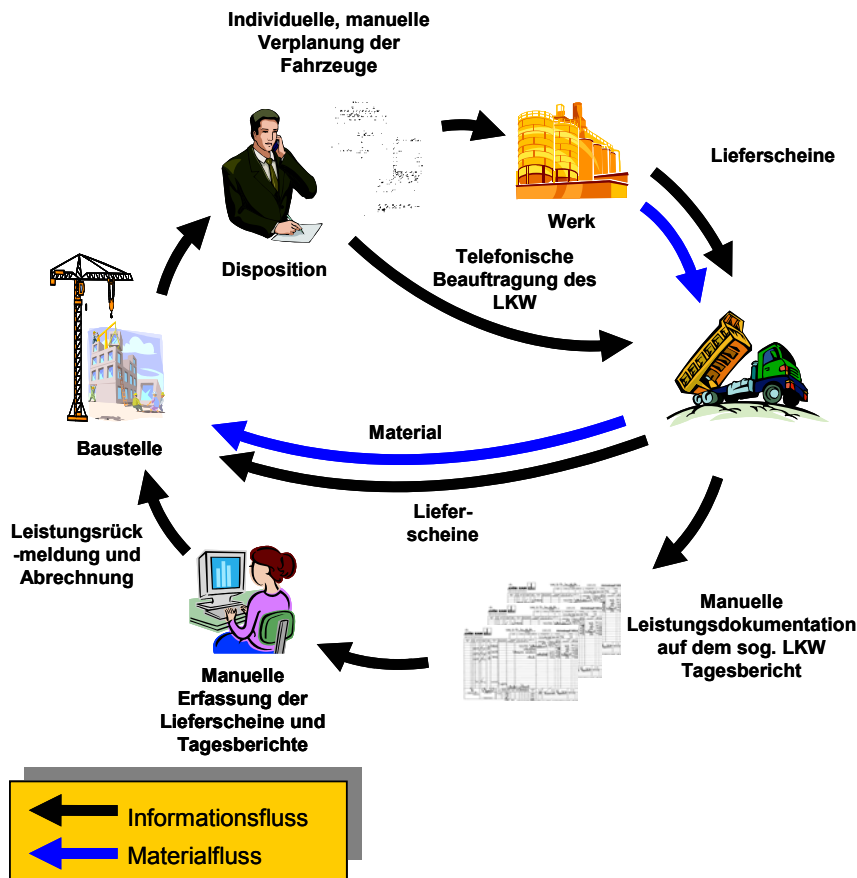
## **Logistikoptimierung als Wettbewerbsvorteil**

Anlass für das FuE-Projekt „Transportlogistik am Bau“ waren verschiedene Probleme bei der Versorgung von Baustellen mit den notwendigen Stück- und Schüttgütern. Für die Disposition der Fahrzeuge ist eine kurzfristige Bestellung der Fahrzeugkontingente seitens der Baustelle für den nächsten Tag problematisch, da die Einsatzplanung in den Fuhrparkabteilungen dann erst sehr spät erfolgen kann. Somit müssen bestehende Planungen oft abgeändert werden. Ein optimales Ergebnis hinsichtlich der Fuhrparkauslastung ist dann häufig nicht mehr zu realisieren. Zudem ist bei der Anmietung zusätzlicher Fahrzeuge durch eine kurzfristige Bestellung mit Kostennachteilen zu rechnen, da auf Grund des hohen Zeitdrucks und des knappen Angebots an Transportraum, besonders bei speziellen Anforderungen an die Fahrzeuge, die Vergleichs- und Verhandlungsmöglichkeiten sehr begrenzt sind.

Ein weiteres Manko bei der derzeitigen Fahrzeugdisposition ist die Informationsbeschaffung. Für die Disposition der Fahrzeuge ist der Disponent auf Informationen über den Status der Aufträge der LKW angewiesen. Zur Zeit können diese Informationen nur telefonisch eingeholt werden, indem entweder beim LKW-Fahrer direkt oder in den Werken/Baustellen, denen der LKW zugeteilt ist, angerufen wird. Mit dieser Vorgehensweise ist natürlich ein hoher Zeit- und auch Kostenaufwand verbunden. Zusätzlich stellt der Informationsstand durch ein Telefonat immer nur eine Momentaufnahme dar. Verzögerungen durch Staus oder Standzeiten im Werk bzw. auf der Baustelle können durch diese punktuellen Informationen nicht erkannt werden. Diese Unschärfe der zur Verfügung stehenden Informationen führt dazu, dass häufig große Sicherheitspuffer bei der Belieferung von zeitkritischen Bauvorhaben wie Asphaltbau eingeplant werden.

## **Transportabläufe bei der Baustellenversorgung**

Die administrativen Prozesse für die Transportlogistik am Bau sind derzeit stark geprägt von manuellen Tätigkeiten zur Datenerfassung und -kontrolle (vgl. Abbildung 2). Die Bestellung seitens der Baustelle geht telefonisch beim zuständigen Disponenten ein, dieser plant auf einem individuellen Planungskonzept die Fahrzeugeinteilung für den Folgetag und teilt sowohl dem LKW-Fahrer als auch den Lieferwerken die geplante Einteilung mit. Bei der Abholung von Material für die Baustelle im Werk durch den beauftragten Fahrer wird gleichzeitig ein Lieferschein erstellt, der dem LKW-Fahrer übergeben wird. Mit der Lieferung an die Baustelle wird dieser zusätzlich eine Kopie des Lieferscheins überlassen.

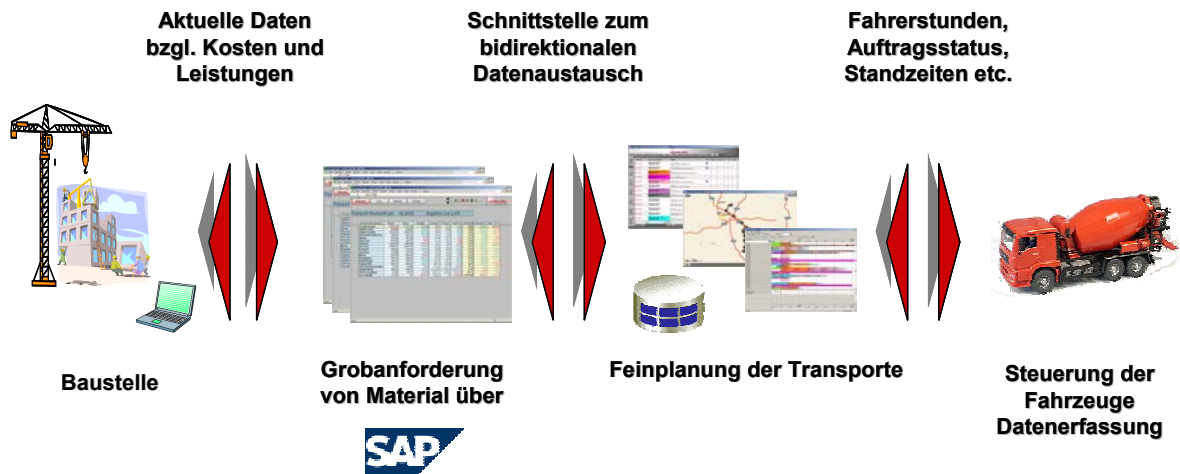


**Abbildung 2: Ablauf eines Baustellenverkehrs mit Material- und Informationsfluss**

Tagesberichte und Lieferscheine werden jedoch oft nicht täglich rückgemeldet, da die LKW nicht immer am Ende des Arbeitstages in das Werksdepot zurückkehren. Daraus resultiert eine deutliche Zeitverzögerung bei der Leistungsrückmeldung und der Abrechnung. Die Vorteile der bisherigen Vorgehensweise liegt hauptsächlich in der hohen Flexibilität des Systems, die auf der langjährigen Erfahrung der Mitarbeiter beruht und sehr kurzfristige Änderungen im geplanten Transportablauf ermöglicht. Dem gegenüber stehen allerdings die deutlichen Nachteile der unzureichenden Datenaktualität, die besonders bei größeren Bauvorhaben problematisch wird. Eine hohe Datenaktualität und -güte ist zur laufenden Bewertung eines Bauvorhabens eine notwendige Voraussetzung, damit bei negativer Entwicklung der Kosten oder des Projektfortschritts möglichst schnell korrigierend eingegriffen werden kann. Zudem ist eine EDV-gestützte Abrechnung in Kombination mit einer Vielzahl an papierbezogenen Daten mit hohen Reibungsverlusten an den Schnittstellen der Systeme behaftet, die zu hohen Kosten führen. Die Dokumentation der Leistungen ist oft sehr individuell und daher nur schwer für standardisierte Bewertungen heranzuziehen. Bei der manuellen zentralen Datenerfassung werden Personalkapazitäten mit einfachen Tätigkeiten gebunden, die für andere Aufgaben effektiver eingesetzt werden könnten!

Durch einen Einsatz von Telematiksystemen, die eine durchgängige digitale Auftragsabwicklung erlauben, wird die gesamte Prozesskette von den Produktionswerken bis hin zur Belieferung der Baustellen mit Schüttgütern wie Asphalt-Mischgut, Transportbeton sowie Betonfertigteilen deutlich

transparenter und stringenter (siehe Abbildung 3). Die Baustelle ruft über standardisierte Bedarfsanforderungen bereits im EDV-System ihre benötigte Transportleistung ab. Aus diesem Abruf wird sofort der Transportauftrag generiert, der vom Disponenten im EDV-System lediglich einem bestimmten Fahrzeug zugewiesen werden muss. Die Auftragsdaten für die einzelnen Fahraufträge werden dann an den Bordrechner gesendet und in vordefinierten Auftragsstufen abgearbeitet. In den Fahrzeugen werden die Aufträge durch verschiedene Auftragszustände, wie beispielsweise „Ankunft Entladeort“ oder „Beginn Entladung“ quittiert und sofort an das zentrale System rückgemeldet.



### **Abbildung 3: EDV-gestützter Dispositions- und Abrechnungsprozess beim Transport**

Diese Daten dienen sowohl als Informationsbasis für den Disponenten als auch zur Abrechnung. Der abrechnungsrelevante Teil der Statusdaten aus den LKW wird über eine Schnittstelle an das Abrechnungssystem übergeben und steht umgehend in einer zentralen Datenbank zur Leistungskontrolle zur Verfügung. Die Daten aus den Transportfahrzeugen werden über eine neutrale Datenschnittstelle per File-Transfer an das Abrechnungssystem übergeben, in dem tagesaktuell die Leistungen und Kosten bestimmt und kontrolliert werden.

Der bedeutende Vorteil dieses EDV-gestützten Dispositions- und Abrechnungsprozesses ist die durchgängige EDV-gestützte Arbeitsweise in allen Prozessstufen - es gibt keine Medienbrüche mehr im System, die eine zusätzliche manuelle Verarbeitung erfordern. Auswertungen über den tatsächlichen Projektstand können tagesaktuell generiert und der Baustelle zur Verfügung gestellt werden, um einen schnellen Soll-Ist Leistungsabgleich durchzuführen. Die erfassten Daten sind sehr gut miteinander vergleichbar, da sie mit einem standardisierten System dokumentiert wurden und somit keine qualitativen Unterschiede der Datenerfassung mehr möglich sind.

### **Telematikeinsatz im Baubetrieb**

Im Gegensatz zu Speditionsbetrieben und Paketdienstleistern, bei denen Telematikanwendungen schon seit einigen Jahren und in unterschiedlichsten Einsatzfeldern wie beispielsweise der Tourenplanung, als digitaler „Lieferschein“ oder auch zur Überwachung von Sicherheitstransporten

angewendet werden, sind die Einsatzfelder in der Baubranche aktuell noch sehr überschaubar und die Technik noch nicht weit verbreitet. Der Nutzen von Telematikanwendungen für den Baubetrieb liegt in den drei Teilgebieten Disposition, Abrechnung und einer zeitnahen Bereitstellung von zusätzlichen Informationen hinsichtlich der erbrachten Leistung für den Kunden. Softwaretools für die Dispositionsplanung auf Baustellen müssen speziell an die Besonderheiten der Branche angepasst werden. „Klassische Transportaufträge“ mit einer festen Be- und Entladestelle stellen bei diesem Anwendungsfall nur einen kleinen Teil der Aufträge dar, ganz im Unterschied zu marktüblichen Speditionslösungen, die ausschließlich mit dieser Auftragsart arbeiten. Die Problemstellung im Baubereich liegt außerdem nicht in der Routenplanung, da die Freiheitsgrade meist so gering sind, dass eine Kombination von Transporten ohnehin nicht möglich ist. Telematiksysteme für die Baubranche müssen flexibel und modular aufgebaut sein, damit auch sehr kurze Fahrten auf den Baustellen und kurzfristige Änderungen leicht erfasst werden können. Als Hilfsmittel zur Abrechnung bieten Telematiksysteme eine standardisierte Erfassung der Lohn- und Leistungsdaten, die direkt in weiterführende EDV-Systeme übertragen werden können. Diese Daten können dann als logistische Dienstleistung für die Kunden zusätzlich in Form von Leistungskennzahlen oder auch für eine zeitnahe Bewertung der Wirtschaftlichkeit des Bauvorhabens aufbereitet werden.

## Hardware

Die verwendete Hardware besteht aus einem Bordrechner, der an die Fahrzeugelektronik zur Erfassung der gefahrenen Kilometer und der Kippvorgänge angeschlossen wird, und einem Touchscreen-Display zur Bedienung durch den Fahrer. Der Rechner ist universell einsetzbar und kann im Gegensatz zu den herstellerbezogenen Insellösungen für Fahrzeugtelematiksysteme in die LKW verschiedener Hersteller problemlos eingebaut werden. Für gemischte Fahrzeugflotten, wie sie üblicherweise in Baufirmen anzutreffen sind, kann somit ein einheitliches Gerät eingesetzt werden, bei dem alle Fahrer unabhängig vom aktuellen Fahrzeug immer mit demselben System arbeiten können.



**Abbildung 4: Einbaubeispiel Bordrechner [Foto Max Bögl]**

Der Fahrer hat die Möglichkeit mittels vordefinierter Meldungen am Display seine aktuelle Tätigkeit, wie beispielsweise Reparatur/Wartung oder auch Pause, an die Zentrale zu melden, damit der Disponent jederzeit über die Tätigkeit der LKW informiert ist. Weiterhin können auch individuelle Meldungen ähnlich einer SMS verfasst werden, um mit dem Disponenten in Kontakt zu treten.

Die Kommunikation mit den Bordrechnern erfolgt über GPRS (General Packet Radio Service), da eine Echtzeitübertragung der Daten etabliert werden sollte. Für diesen Einsatzfall bietet GPRS im Vergleich zu einer Datenübertragung per SMS deutliche Kostenvorteile, da beim datenbasierten GPRS nicht die Anzahl der Verbindungen, sondern die übertragenen Datenmengen berechnet werden. Da das Datenvolumen einer Meldung durch die Codierung sehr gering ist (ca. 160 bis 200 Byte pro Meldung), entstehen zu der Grundgebühr des m2m-Tarif (machine to machine Tarif mit Flatrate) keine zusätzlichen Mobilfunk-Gebühren.

Mittels eines GPS-Empfängers wird permanent die Fahrzeugposition bestimmt, so dass der aktuelle Standort zusätzlich zu jeder Statusmeldung an das zentrale System übermittelt werden kann.

## Software

Zur Disposition der Fahrzeuge stehen dem Nutzer zwei Softwaremodule für die Auftrags- und Fahrzeugverwaltung zur Verfügung, die ihn bei der Planung der Transportaufträge unterstützen:

- **Contour Web:**

Kernfunktionen des Systems (Auftrags- und Stammdatenverwaltung, Kommunikation etc.)

- **Shipping Manager:**

Planungsunterstützung durch graphische Anzeige der Aufträge auf die LKW auf einer Zeitachse

Die Software zur Disposition der Fahrzeuge ist internetbasiert. Die Vorteile liegen dadurch in der einfachen Verwendung des Systems auf verschiedenen Baustellen, da bis auf ein Plug-In keine große Software-Installation durch einen Systemadministrator notwendig ist. Die Baustelle erstellt eine Transportanforderung an die Dispositionsabteilung, dort wird der Fahrauftrag durch den Disponenten generiert und einem geeigneten Fahrzeug zugewiesen. Die gesamte Kommunikation wird über einen Internet Host abgewickelt, der via GPRS mit den Fahrzeugen kommuniziert. Zur Erhöhung der Sicherheit der Datenübertragung sind die Bordrechner mit einer festen IP-Adresse versehen und die Daten werden über eine VPN-Verbindung geroutet.

Um die Anforderungen an Telematiksysteme im Baustellenbetrieb bezüglich der Auftragsstrukturen bestmöglich zu erfüllen wurden verschiedene Auftragsarten definiert.

Die Schüttgutaufträge sind „klassische Transportaufträge“, die durch einen festen Be- und Entladeort, die Menge, das Produkt sowie die Zeiten für das Be- und Entladen definiert sind. Eine Variante stellen die Rhythmusaufträge dar, die von der Auftragsbearbeitungslogik im LKW identisch sind, bei der Planung kann jedoch zusätzlich eine Menge pro Zeiteinheit definiert werden. Der Disponent kann aus einem Fahrzeugpool die geeigneten Fahrzeuge vorwählen. Die Verteilung der Einzelaufträge auf die LKW, um den gewählten Liefer-Rhythmus einzuhalten, übernimmt dann die Software.

Zur Anpassung der Stammdaten im System beim Wechsel des Anhängers bzw. Aufliegers werden Umsattelaufträge verwendet, die dem LKW-Fahrer die neue Fahrzeug-Kombination vorgeben.

Eine spezielle Entwicklung für die internen Transporte auf Baustellen sind die Baustellenaufträge. Bei den Baustelleneinsätzen im Tiefbau ist es nicht praktikabel, jeden einzelnen Transportauftrag „von Außen“ zu generieren und dem LKW zuzuweisen, da die Transportstrecken sehr kurz und die Spielzahlen dementsprechend hoch sind. Zudem ist der detaillierte Auftrag mit den zugehörigen Lade-

und Entladeorten dem Disponenten selbst auch oft nicht bekannt. Für diese Aufgabenstellung wurden die so genannten Baustellenaufträge definiert. Im Unterschied zu den vorher erwähnten Auftragsarten muss hierbei lediglich die Baustelle und der Zeitraum vorgegeben werden. Die einzelnen Be- und Entladestellen werden durch die GPS-Position des LKW und die Bestätigung der Aktion am Bordrechner bestimmt. Über einen Abgleich der tatsächlichen Position, die vom Bordrechner beim Laden bzw. Entladen übermittelt wird, mit den vordefinierten Ladestellen auf einer digitalen Landkarte in der Dispositionssoftware können die Einzelfahrten in der Software den verschiedenen Ladestellen zugeordnet und dokumentiert werden.

Der große Vorteil dieser Lösung ist die hohe Flexibilität auf der Baustelle, der geringe Steuerungsaufwand seitens der Disposition sowie die einfache Abwicklung in den Fahrzeugen selbst.

Im Fahrzeug wird der Auftrag durch Bestätigung unterschiedlicher Statusmeldungen durch den LKW-Fahrer bearbeitet. Alle Meldungen werden sofort mit der aktuellen Position an den zentralen Host zurück übertragen und stehen somit dem Disponenten nahezu in Echtzeit zur Kontrolle und weiteren Dispositionstätigkeit zur Verfügung. Der Bordrechner in den Transportfahrzeugen erfasst alle fahrer- und auftragsbezogenen Meldungen, die für eine spätere automatisierte Abrechnung notwendig sind. Hierzu zählen beispielsweise Arbeitsbeginn und -ende, Pausenzeiten, Nebentätigkeiten wie Fahrzeugpflege etc. Alle Informationen eines Transportauftrags, wie Beginn des Beladevorganges, Zeitpunkt der Ankunft an der Entladestelle oder Lieferscheinnummer, werden direkt digital verarbeitet und müssen nicht zusätzlich über eine manuelle Schnittstelle im EDV-System verbucht werden. Informationen stehen sofort zur Verfügung und können nahezu in Echtzeit ausgewertet werden. Neben auftragsbezogenen Daten können mit dem Bordrechner auch fahrzeugspezifische Daten, wie gefahrene Kilometer, Geschwindigkeit etc., automatisch erfasst und dokumentiert werden. Zu jeder Aktion, die im Fahrzeug generiert wird, überträgt der Bordrechner die aktuelle Uhrzeit und die GPS-Koordinaten, so dass ein durchgängiges Tracking&Tracing der Fahrzeuge und eine lückenlose Leistungsdokumentation möglich werden.

## **Ausblick**

Neue Generationen von Bordrechnern mit höherer Leistungsfähigkeit ermöglichen für zukünftige Applikationen auch die Abwicklung zusätzlicher Funktionen, wie die Erfassung von Lieferscheinen per Barcode oder RFID. Durch zusätzliche Sensorik bzw. den Anschluss an die Fahrzeug-CAN-Busse können noch weitere Informationen bzgl. der LKW-Kenndaten oder auch Ladungseigenschaften erfasst werden. Ein wichtiger Punkt auf dem Weg zum papierlosen Prozess ist auch die Erfassung digitaler Unterschriften zur Leistungsquitterung, die mit neuer Hardware möglich wird.

Der LKW stellt im Baustellenbetrieb aber nur einen Teil des gesamten Arbeitsprozesses dar. Zur durchgängigen Digitalisierung des Gesamtprozesses ist die Ausrüstung der Baumaschine mit einem Telematiksystem der nächste logische Schritt hin zur „Gläsernen Baustelle“ und transparenten Prozesskette. Die Anforderungen bei den Baumaschinen sind allerdings noch um ein Vielfaches komplexer, da die Bandbreite der Geräte sehr groß ist. Zur Dokumentation der Leistung müssen hier sehr viele unterschiedliche Signale von den Bordrechnern aufgezeichnet und verarbeitet werden. Die erfassten Daten können wiederum in verschiedenen Unternehmensteilen genutzt und weiterverarbeitet werden. Aktuell gibt es von Seiten der Hersteller, so beispielsweise bei Volvo, erste

Ansätze zur Dokumentation und Überwachung der Maschinendaten. Für eine einheitliche Lösung ist allerdings ein herstellerunabhängiges System notwendig, das einfach in einem heterogenen Maschinenpark eingesetzt werden kann, um eine flächendeckende Kontrolle einführen zu können.

## **Fazit**

Durch den Einsatz eines Telematiksystems im Baustellenbetrieb können Kosten gesenkt und gleichzeitig die Qualität und die Leistung des Fuhrparks erhöht werden. Die EDV-Unterstützung der Dispositionstätigkeit führt zu einer bessern, detaillierteren Planung der Aufträge, somit können Aufträge besser synchronisiert werden. Nebentätigkeiten in den LKW können reduziert und die Fahrzeugauslastung gesteigert werden. Stand- und Nebenzeiten werden durch die einheitliche und zeitnahe Dokumentation schnell erkannt und können dadurch reduziert werden. Eine weitere positive Auswirkung des Telematikeinsatzes für den Baustellenbetrieb ist die Standardisierung und Harmonisierung der Geschäftsprozesse entlang des gesamten Transportprozesses. Der EDV-Einsatz von der Planung über die Abwicklung im LKW bis hin zur Abrechnung führt zu einem standardisierten Prozess, der konsequent auf einer durchgängigen Datenbasis beruht. Die EDV-gestützte Auftragsbearbeitung ermöglicht eine lückenlose Dokumentation des Materialflusses vom Werk bis hin zum tatsächlichen Einbauort auf der Baustelle, somit können Transportzeiten für die Qualitätsüberwachung exakt dokumentiert werden. Diese Datenbasis bildet die Grundlage für eine schnelle und detaillierte Abrechnung sowie diverse statistische Auswertungen sowohl bezüglich der Leistung für den Kunden als auch hinsichtlich einer wirtschaftlichen Bewertung innerhalb des Fuhrparks. Der Fuhrpark im Bauunternehmen wandelt sich damit zunehmend vom reinen Transporteur hin zum modernen Logistkdienstleister, der durch bereichsübergreifende Optimierungsansätze für alle Prozessbeteiligten eine win-win Situation generiert.

Die durchgängige Digitalisierung der Prozesse bei der Belieferung und Abrechnung der Bauleistungen ist ein wichtiger Schritt zur Steigerung der Effektivität und ermöglicht es, sich besser am Markt zu behaupten.

### Literatur:

- [1] Digna AMIL Jessy Dolvet: „Entwicklung der Bautätigkeit und Auswirkungen auf die übrige Wirtschaft“; Statistik kurz gefasst – Industrie, Handel und Dienstleistungen, Ausgabe 16/2006; ISSN 1561-4832 Katalognummer: KS-NP-06-016-DE-N
- [2] Statistisches Bundesamt Deutschland [www.destatis.de](http://www.destatis.de)