

Rainer Schach und Nadine Schubert

## Logistik im Bauwesen

### 1 Einleitung

Die Logistik hat in den letzten Jahrzehnten in vielen Industriezweigen zunehmend an Bedeutung gewonnen. Insbesondere bei der stationären Industrie wurden Logistikkonzepte umgesetzt, die auf den Bestellungen aufsetzen und durch die Optimierung der Materialflüsse in der Produktion eine maßgebende Schlüsselrolle für den Unternehmenserfolg darstellen. Dies gilt unter den spezifischen Bedingungen der Projektorganisation auch für das Bauwesen. Schließlich lautet ein alter Spruch, der das zentrale Problem des Materialflusses in der Fertigung der Bauindustrie verdeutlicht, „Bauen heißt Transportieren“.

Betrachtet man die ägyptischen Pyramiden, ist – auch ohne wissenschaftlichen Hintergrund – offensichtlich, dass für die Errichtung solch monumentaler Bauwerke organisatorische und logistische Meisterleistungen notwendig waren. Neben der Bearbeitung und präzisen Verlegung der gewaltigen Steinblöcke sind in diesem Zusammenhang vor allem deren Gewinnung und der Transport durch riesige Arbeitshere zu erwähnen.

Heute stehen für solche Transportaufgaben statt menschlicher Arbeitskraft unterschiedliche und sehr leistungsfähige Geräte zur Verfügung. Logistik im Bauwesen umfasst aber mehr als den reinen Transport. Zur Bedeutung der Baulogistik für die Erfüllung der Bauaufgabe äußerte sich ARNDT FRAUENRATH, ehemaliger Präsident des Zentralverbands des Deutschen Baugewerbes, anlässlich des 3. Leipziger Baugesprächs wie folgt: „Es ist offensichtlich, dass gerade im Baugewerbe professionelle Logistik – auf der Baustelle und in der Baustellenversorgung – einen wichtigen Beitrag zur Kostensenkung leisten kann.“<sup>1</sup>

Typische Probleme, die in der Praxis auf Baustellen immer wieder auftreten und

unnötige Kosten verursachen, sind beispielsweise:

- fehlende oder verspätete Lieferungen
- keine zeitnahe Entladung der Lieferfahrzeuge
- ein uneffektives Lagermanagement
- der Einbau falscher oder beschädigter Materialien
- Baustellen ohne Trennung der Abfälle.

Die Baulogistik befasst sich daher mit der Planung, Ausführung und Steuerung von Material-, Personal- und Informationsflüssen unter dem Gesichtspunkt einer optimierten baubetrieblichen Leistungserstellung hinsichtlich Terminen, Kosten und Qualitäten unter gleichzeitiger Berücksichtigung von Sicherheit und Gesundheitsschutz sowie ökologischen Aspekten. Ziel ist die optimale Ver- und Entsorgung von Baustellen zum richtigen Zeitpunkt, in der richtigen Qualität und Quantität, am richtigen Ort.

In Anlehnung an die Logistik der stationären Industrie lässt sich die Baulogistik gemäß den Phasen des Materialflusses in drei Bereiche unterscheiden (s. Bild 1):

- Versorgungs- oder Beschaffungslogistik
- Baustellen- oder Produktionslogistik
- Entsorgungslogistik.

Übergeordnet dazu leistet die Informationslogistik einen entscheidenden Beitrag zur Umsetzung der drei genannten Phasen, aber auch generell zur Qualitätssteigerung und zur Kosteneffizienz.

### 2 Versorgungslogistik

Aufgabe der Versorgungs- oder Beschaffungslogistik ist die termingerechte und kostenoptimale Versorgung der Baustelle

*Moderne Logistikkonzepte werden auf vielen Baustellen erfolgreich umgesetzt und gewinnen im Bauwesen – wie in anderen Industriezweigen – zunehmend an Bedeutung. Professionelle Logistik bei der Ver- und Entsorgung sowie auf der Baustelle selbst schafft die Voraussetzung für einen reibungslosen Ablauf bei der Leistungserstellung und trägt somit maßgeblich zur Optimierung von Personal-, Material- und Informationsflüssen und damit zur Kostensenkung bei. Weiteres Potenzial zur Verbesserung der Prozesse auf der Baustelle bieten neue Technologien, so zum Beispiel die RFID-Technologie, die darüber hinaus auch eine dauerhafte und lückenlose Dokumentation im Lebenszyklus des Bauwerks ermöglicht.*

*Modern logistics concepts are being implemented successfully on many construction sites, and are gaining in importance for the construction industry as a whole. Professional logistics solutions for supplies and waste disposal, as well as for movements on the building site itself, establish the prerequisites for unhindered performance. They contribute significantly to improving the flows of human resources, materials and information, and thus help to lower costs. New technologies such as RFID, which permits long-term and complete documentation over the whole building life cycle, offer further potential to improve construction processes.*

<sup>1</sup> „Wege aus der Krise?“, 3. Leipziger Baugespräch, Leipzig, Arndt Frauenrath, 1. März 2001.

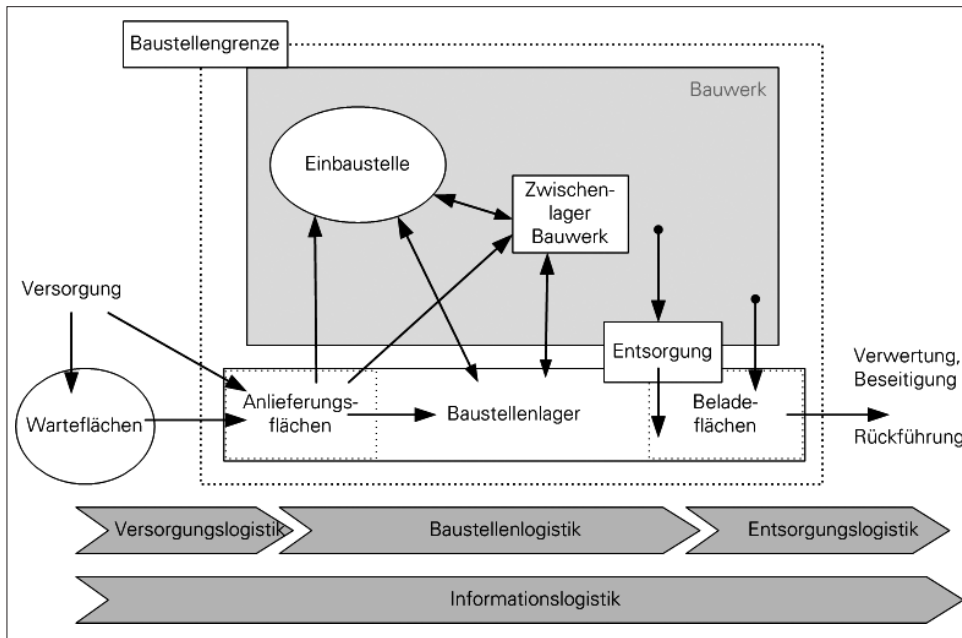


Bild 1. Bereiche der Baulogistik

mit den benötigten Logistikobjekten. Logistikobjekte können sein:

- Personal
- Bau- und Betriebsstoffe
- Geräte und Werkzeuge
- Bauhilfsstoffe
- Schalung und Rüstung
- Informationen.

Der logistische Aufwand steigt dabei in der Phase des Ausbaus deutlich, da die Anzahl der Gewerke und damit auch die Anzahl der zu beschaffenden Materialien in dieser Phase im Vergleich zum Rohbau zunehmen.

Insgesamt existiert im Bauwesen ein breites Spektrum an zu transportierenden Gütern. Bevor mit der eigentlichen Baumaßnahme begonnen werden kann, ist die Baustelle einzurichten. Hierfür sind Schalungen, Rüstung, Container und Baugeräte auf die Baustelle zu transportieren. Für Großgeräte werden häufig Sondergenehmigungen benötigt. Während der eigentlichen Bauabwicklungen dominieren Bau- und Bauhilfsstoffe. Stückgüter in unterschiedlichsten Dimensionen werden auf den Baustellen benötigt, aber auch mehr oder weniger große Mengen an Schüttgütern, wie zum Beispiel Frischbeton, Erdbaustoffe oder Asphalt.

Auf den ersten Blick scheint hier ein Transport via Bahn interessant. Ökologische Vorteile, die beim Vergleich vom Verkehr über die Schiene zum Straßengüterverkehr immer wieder genannt werden, sind:

- geringerer Flächenbedarf der Bahn im Vergleich zur Straße
- geringere Schadstoffemissionen und geringerer Energieverbrauch
- reduzierter Lärm.

Dennoch kann sich der schienengebundene Transport in der Baulogistik nicht durchsetzen. Gründe hierfür sind vor allem die mangelnde Flexibilität der Bahn bei der Sicherstellung der Terminketten mit zwangsläufiger Kollision bei dem auf Baustellen geltenden obersten Primat von Just-in-Time-Lieferungen. Zudem verfügen sowohl die wenigsten Baustellen als auch die wenigsten Zulieferer über einen direkten Gleisanschluss. Folge sind Umschlag- und Zwischenlagerprozesse, die den Transport per Bahn in großem Maße unwirtschaftlich machen. Manchmal sprechen auch

vermeintliche Kleinigkeiten gegen den Bahntransport. So führt der Bremsabrieb auf offenen Eisenbahnwagen dazu, dass zum Beispiel sichtbar bleibende Fassadenfertigteile aufwändig mit Planen geschützt werden müssen, damit sich nicht Rostflecken bilden, welche bei der Abnahme bemängelt würden.

In der Praxis finden im Bauwesen schienengebundene Transporte daher nur beim Transport von bestimmten Baustoffen vom Erzeuger zum Großhandel oder zu vorverarbeitenden Betrieben statt (z. B. Betonstahl oder Baustahl). Sonst erfolgt der schienengebundene Transport nur in Ausnahmefällen, beispielsweise wenn:

- große Mengen über weite Strecken transportiert werden und nach Möglichkeit entweder kein oder nur ein Umladeprozess stattfindet (z. B. Transport der Tübbings zum City-Tunnel-Leipzig) oder
- andere Randbedingungen eine solche Lösung erfordern (z. B. der drohende Verkehrsinfarkt bei der Berliner Großbaustelle Ende der 90er Jahre).

In der Regel wird daher, insbesondere auch vor dem Hintergrund der relativ kurzen Transportentfernungen im Bauwesen, aus wirtschaftlichen und organisatorischen Gründen der Transport per Lkw bevorzugt. Auch ökologisch zeigt sich der Lkw-Transport in der Gesamtbilanz positiv, da mit dem Lkw die kürzesten Transportwege gewählt werden können. Beim Transport über die Schiene erhöhen sich die Gesamttransportentfernungen, bedingt durch die zwangsläufige Nutzung von Umschlagstellen, die von der Deutschen Bahn in immer geringerer Zahl vorgehalten werden.

Die Anlieferung von Materialien und Baustoffen ist dabei nach Möglichkeit ohne Baustellenlagerung anzustreben, da der Zwischentransport vom Baustellenlager zur Einbaustelle mit Kosten und häufig auch mit Lager- und Transportschäden verbunden ist. Insbesondere im innerstädtischen Bereich mangelt es zudem oft an Lagerflächen, sodass die Versorgung der Baustelle nur Just-in-Time realisiert werden kann und die Lieferungen erst zum Zeitpunkt des Bedarfs erfolgen. Exemplarisch für derartige Just-in-Time-Lieferungen sind die Lieferungen von Fertigteilen, Fassadenelementen oder Transportbeton zu nennen. Für die Lieferfahrzeuge sind in der näheren Umgebung der Baustelle möglichst Warteflächen als Pufferzonen einzurichten. Erst

mit Freigabe durch die Baustellenleitung kann die Zufahrt auf die Baustelle erfolgen. Nur so ist eine störungsfreie Anfahrt zu den Anlieferungsflächen gewährleistet.

Der Einsatz von Transportbeton folgt ohnehin dem Just-in-Time-Grundsatz. Mit Anmischen von Wasser, Zement und den Zuschlagsstoffen im Betonwerk ist die Zeitspanne<sup>2</sup> festgelegt, die für Transport und Verarbeitung zur Verfügung steht. Existieren in dieser Logistikkette Zeitverzögerungen, können diese dazu führen, dass der Beton nicht mehr verarbeitet werden kann und als Restbeton entsorgt werden muss. Warteschlangen der Transportfahrzeuge, die zu einer verspäteten Abnahme des Betons führen würden, sind unbedingt zu vermeiden. Diese Forderungen sind durch Transportbetonwerke für die gleichzeitige Belieferung von mehreren Baustellen unter dem Einfluss des Straßenverkehrs zu erfüllen. Die Disponenten werden hierbei durch EDV-Programme unterstützt, die Fahrzeit- und Routenoptimierung mit abdecken. Für einen reibungslosen Ablauf bei der Anlieferung und dem anschließenden Einbau ist die gesamte Transportkette detailliert zu planen. Einflussfaktoren stellen dar:

- hinsichtlich der Betonanlieferung der geplante Betonierbeginn, die einzubauende Betonmenge und das gesamte Straßennetz zwischen dem Transportbetonwerk und der Baustelle
- für den Baustellentransport die Entscheidung, ob mit Betonpumpe oder Kran transportiert wird (wichtigste Entscheidungskriterien sind Verfügbarkeit und Tragfähigkeit des Krans, Aufstellung, Andienung, Erreichbarkeit und Dimensionen der zu betonierenden Bauteile)
- personelle Kapazitäten für Einbau, Verdichtung und Nachbehandlung des Betons.

Mit der Versorgungslogistik eng verbunden ist die Zugangskontrolle. Nur bei einem Baustellengelände mit Zugangseinrichtungen werden Personen- und Materialströme transparent und lassen sich effektiv kontrollieren und steuern. Dies ist umso bedeutsamer, je größer die Baustelle ist, da mit steigender Größe auch die Personen- und Materialströme drastisch ansteigen. Zudem lassen sich auf diese Weise illegale Beschäftigungen eindämmen sowie Diebstähle und Vandalismusschäden reduzieren.

Die Sicherung eines Baustellenbereiches erfolgt durch eine umführende Absperrung. Die Eingänge sollten mit Tor-

und Schrankenanlagen sowie Türen oder Drehkreuzen gesichert werden. Beschäftigte der Baustelle erhalten dann nach vorheriger Anmeldung personalisierte und mit Lichtbild versehene Baustellenausweise, die oftmals zeitgleich als Schlüsselkarte dienen. Lieferungen sind vorher anzumelden, damit diese entsprechend eingetaktet werden können.

Derzeit prominentes Beispiel einer Großbaustelle ist der Flughafen Berlin Brandenburg International (BBI). Bild 2 zeigt die kontrollierten Zugänge dieser Baustelle.

Die Versorgungslogistik endet mit dem Eintreffen der Logistikobjekte auf der Baustelle. Unmittelbar daran schließt sich die Baustellenlogistik an. Der Übergang zwischen diesen Bereichen findet am Baustellentor oder auf den Anlieferungsflächen statt.

### 3 Baustellenlogistik

Die Baustellen- oder Produktionslogistik umfasst alle logistischen Aufgaben auf dem Baustellengelände. Hierzu gehören sämtliche Transferbewegungen im Zusammenhang mit Transport, Umschlag und Lagerung.

Der Baustellentransport erfolgt mit unterschiedlichen Transportgeräten, z. B. Krane, Betonpumpen, Gabelstapler oder Aufzüge. Welches Transportgerät verwendet wird, hängt nicht nur von der spezifischen Situation auf der Baustelle ab, sondern auch davon, welches Transportgut in welchen Mengen zu transportieren ist. Die richtige Wahl beeinflusst maßgeblich die Kosten. So ist zum Beispiel der Betontransport mit Krankübel für das Betonieren von Stützen meistens die optimale Wahl, während die größeren Betonmengen beim Betonieren von Decken meistens wirtschaftlicher mit einer Betonpumpe transportiert werden.

Der Vertikaltransport erfolgt über Krane oder Bauaufzüge. Der Turmdrehkran hat sich für viele Transportaufgaben auf der Baustelle als optimal herausgestellt, da gleichzeitig sowohl der Vertikal- als auch der Horizontaltransport möglich sind. Da die Krankapazität im Hochhausbau räumlich stark begrenzt ist, spielt dort der Transport mit Aufzügen eine wichtige Rolle. Die Bedeutung von Aufzügen nimmt im Ausbau stark zu, da der Materialtransport in die einzelnen Geschosse mit Kran nur noch über außen am Gebäude angebrachte Absetzbühnen möglich ist.

Vor dem Hintergrund der besonderen Randbedingungen des Hochhausbaus stellen Vertikaltransporte regelmäßig zeitkritische Engpässe dar. Gelöst wird dies mit der Vergabe

<sup>2</sup> Nach DIN 1045-3 sollte die Verarbeitung innerhalb von 90 Minuten erfolgen.



Bild 2. Gut gesicherte Zugangseinrichtung für Fahrzeuge und Personen am Flughafen Berlin Brandenburg International (Foto: Markus Netzker)



Bild 3. Lagerflächen auf einer selbstkletternden Schalungs- und Arbeitsplattform auf dem Versicherungsgebäude Nürnberg (Quelle: www.doka.de)

von Zeitfenstern, sowohl für die Lieferung als auch die daran anschließende Kran- und Aufzugsnutzung. In einem Lieferplan werden nach vorangegangener Anmeldung viertelstundengenau geplante Ladezeiten mit dem notwendigen Platzbedarf für die Anlieferung und dem erforderlichen Transportmittel für die einzelnen Unternehmen eingetaktet. Somit wird sichergestellt, dass die vorhandenen Transportkapazitäten kontinuierlich über den gesamten Tag ausgenutzt werden. Unter Umständen bedeutet das sogar, dass einzelne Nachunternehmer nur in vorgeschriebenen Zeiten ihre Leistung ausführen können. Dies wird mit dem Nachunternehmer bereits bei Vergabe der Leistung vereinbart. Ist das Zeitfenster verpasst, hat das Unternehmen die Chance zur Anlieferung verwirkt und muss seine Lieferung erneut anmelden.

Eine weitere Schwierigkeit, insbesondere im Bereich des Hochhausbaus, stellen wegen der maximalen Ausnutzung der Grundstücksfläche in der Regel die mangelnden Lagerflächen am Boden dar. Lagerflächen müssen deshalb im Rahmen der Baustelleneinrichtungsplanung exakt geplant und zugeteilt werden. Auf selbstkletternden Arbeitsplattformen bietet sich die Möglichkeit, dort begrenzt Schalung, kleinere Baugeräte und kleinere Mengen von Bau- und Bauhilfsstoffen zu lagern. Als Kombination aus Schalungs- und Arbeitsplattform bieten sie ein optimiertes Konzept und ermöglichen sicheres und witterungsgeschütztes Arbeiten (s. Bild 3).

Ganz allgemein dienen Lagerflächen dem Ausgleich von unregelmäßiger Anlieferung und von schwankendem, leistungsabhängigem Verbrauch von Baustoffen und Materialien. Hier kann unterteilt werden in Lagerflächen für eine kurzfristige Zwischenlagerung (z. B. von zeitweise nicht benötigter Schalung oder von Fertigteilen) und Lagerflächen für eine langfristige Zwischenlagerung (z. B. Erdmassen). Vor dem Hintergrund einer unnötigen Kapitalbindung ist von der Bauleitung darauf zu achten, dass Materialien und Bauteile nur kurz auf der Baustelle gelagert werden und im Sinne einer Just-in-Time-Lieferung sofort verlegt oder eingebaut werden. So sollen zum Beispiel Gitterträgerplatten direkt vom Transportfahrzeug auf die vorbereitete Rüstung verlegt werden. Mauersteine sollen vom Transportfahrzeug mit dem Kran direkt so auf den Decken abgesetzt werden,

dass diese ohne weitere Zwischentransporte vermauert werden können. Der Baustoffhandel ist mit eigenen Fahrzeugen oder mit vertraglich gebundenen Speditionen so flexibel, auch relativ kleine Baustoffmengen täglich anzuliefern. Die Kosten hierfür werden bei der Bestellung mit eingepreist, da die Lieferung in der Regel „frei Baustelle“ vereinbart wird.

#### 4 Entsorgungslogistik

Aufgabe der Entsorgungslogistik ist die Verwertung und Beseitigung von auf der Baustelle angefallenen Bauabfällen. Dies betrifft:

- *Bodenaushub*: unkontaminierte und kontaminierte Böden
- *Bauschutt*: Gemisch aus mineralischen Stoffen, wie z. B. Beton, Mörtel, Mauersteine
- *Straßenaufbruch*: z. B. hydraulisch oder bituminös gebundene Tragschichten
- *Baustellenabfälle*: Gemisch aus nicht mineralischen und mineralischen Abfällen
- *Sonderabfälle*: Abfälle mit besonderer Gefährdung.

Daneben umfasst die Entsorgungslogistik auch die Rückführung der Baustelleneinrichtung, insbesondere von Schalung und Rüstung, und der Baugeräte. All diese Logistikaufgaben werden unter der Entsorgungslogistik zusammengefasst.

In den einzelnen Bauphasen spielen die Entsorgungsaufgaben eine sehr unterschiedliche Rolle. Beim Hochbau ist die Anfangsphase wegen des Baugrubenaushubs häufig kritisch, da zum Beispiel bei einer Aushubmenge von 300 m<sup>3</sup>/h rund 30 Lkw/h abzufertigen sind. Dies führt besonders in innerstädtischen Bereichen zu einem kaum hinnehmbaren zusätzlichen Verkehrsaufkommen. Nicht selten sind dann mit den zuständigen Verkehrsbehörden spezielle Verkehrssysteme, teilweise mit Lichtsignalsteuerungen, abzustimmen.

Die Entsorgung von Bauabfällen ist ein oftmals unterschätzter Kostenfaktor, da gemäß den Grundsätzen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG) Bauabfälle primär zu verwerten sind. Die Entsorgung aller

Reststoffe als Mischabfall führt zu einer kostenaufwändigen nachträglichen Sortierung, sodass die Sammlung von Bauabfällen auf der Baustelle in verschiedenen Sammelbehältern erfolgen sollte. Anhand der zu erwartenden Gesamtmenge, der zu trennenden Abfallfraktion und der einzelnen Anfallzeiten kann die Art, die Größe und die Einsatzzeit der Sammelbehälter gewählt werden.

Bei der Aufstellung von Sammelbehältern sollten folgende Grundsätze beachtet werden:

- möglichst einen zentralen Standort für alle Sammelbehälter unter Beachtung von Zufahrtswegen und Rangierflächen
- Standort möglichst in der Nähe der Baumaßnahme bzw. der Bearbeitungsschwerpunkte sowie ggf. im Schwenkbereich der Krane
- eindeutige, leicht erkennbare Kennzeichnung der Sammelbehälter je nach Fraktion.

Zusätzlich sollten auf den Geschossdecken des Bauwerkes noch kleinere, für den Krantransport zugelassene Sammelbehälter vorgehalten werden, damit dort entstehende Abfälle direkt vor Ort gesammelt und anschließend mit dem Kran zu den zentralen Sammelbehältern transportiert werden können.

Voraussetzung für die Festlegung auf ein umfassendes Entsorgungskonzept bleibt letztlich die Kenntnis über die Kosten; angefangen von den Entsorgungsgebühren über die Kosten von Behälter- und Transportsystemen bis hin zu den Kosten für Transport und Umschlag auf der Baustelle.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Jede Baustelle erfordert eine projektbezogene Arbeitsvorbereitung, die sicherstellt, dass das Bauwerk termingerecht, kostengünstig und mit der vereinbarten Qualität erstellt werden kann, aber auch die Sicherheit, den Gesundheitsschutz und die ökologischen Anforderungen berücksichtigt. Die Baustellenlogistik stellt ein zentrales Element dieser Arbeitsvorbereitung dar. Insbesondere bei Großbaustellen und beim Bauen unter beengten Verhältnissen (z. B. Hochhausbau, Altbausanierung, Straßenbau unter laufendem Verkehr) ist eine umfassende Planung der Baustellenlogistik zwingend erforderlich.

Potenzial zur Optimierung und Verbesserung von Prozessen der Leistungserstellung auf der Baustelle wird in der RFID-Technologie (Radio Frequency Identification) gesehen. In der stationären Industrie, der Warenwirtschaft oder bei Personenzugangskontrollen zum Teil schon seit einigen Jahren genutzt, erschließen sich insbesondere im Bereich der Informationslogistik zunehmend Einsatzpotenziale für die Bauindustrie.

Im Gegensatz zum (im Bauwesen aufgrund der widrigen Randbedingungen nur teilweise verbreiteten) Barcode gestattet die RFID-Technologie das berührungslose Schreiben und Auslesen von Informationen ohne entsprechenden Sichtkontakt und somit eine kontaktlose Identifikation von Objekten. Darüber hinaus lassen sich – im

Vergleich zum Barcode als statischen Informationsträger – Daten auf dem Speicher des RFID-Transponders aktualisieren und mit weiteren Informationen fortlaufend ergänzen. RFID bietet damit vollkommen neue Möglichkeiten in der Erfassung, Steuerung, Dokumentation und Kontrolle von Material-, Personal- und Informationsströmen. Exemplarisch sollen hier die Identifikation, die Zuordnung und die Rückverfolgung eingesetzter Bau- und Bauhilfsstoffe genannt sein.

Mittel- und langfristig werden sich neben dem Logistikbereich eventuell weitere Anwendungsbereiche öffnen, die möglicherweise ein viel größeres Potenzial aufweisen. Mit Hilfe der RFID-Technologie lassen sich Informationen über das Bauwerk dauerhaft und lückenlos über den gesamten Lebenszyklus dokumentieren. Auf die Forschungen zum Thema „Wissensintensive Dienstleistungen im Gebäudemanagement (WiDiG)“<sup>3</sup> und „RFID-Technologie im Bauwesen“<sup>4</sup> an der TU Dresden wird verwiesen. Im Rahmen der zuletzt genannten Forschungs-Arbeitsgemeinschaft wird im Teilprojekt „IntelliBau“ an „intelligenten“ Bauteilen geforscht. Ziel ist eine dezentrale Datenhaltung im Bauteil selbst, um wichtige Informationen der einzelnen Lebenszyklusphasen ohne Unterbrechung vor Ort abrufen zu können. Im ersten geförderten Vorhaben<sup>5</sup> wurden Randbedingungen für den Einsatz der RFID-Technologie herausgearbeitet und Anforderungen an Hard- und Software festgelegt. Derzeit laufen die Vorbereitungen für ein Pilotprojekt zur Evaluierung und Erprobung dieser für das Bauwesen neuen Informationssysteme.

## Weiterführende Literatur

- Hofstadler, Ch.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. Berlin: Springer, 2006
- Krauß, S.: Die Baulogistik in der schlüsselfertigen Ausführung – Ein Modell für die systematische Entwicklung projekt- und fertigungsspezifischer Logistikprozesse. Berlin: Bauwerk, 2005
- Schach, R.; Kabitzsch, K.; Höschel, V.; Otto, J.: Integriertes Facility Management. Renningen: Expert, 2005
- Schach, R.; Otto, J.: Baustelleneinrichtung: Grundlagen – Planung – Praxishinweise – Vorschriften und Regeln. Wiesbaden: B. G. Teubner, 2008
- Schmidt, N.: Wettbewerbsfaktor Baulogistik: neue Wertschöpfungspotentiale in der Baustoffversorgung. Hamburg: Dt. Verkehrs-Verl., 2003

Manuskripteingang: 4.9.2008  
Angenommen am: 13.11.2008



**Schach, Rainer**  
Prof. Dr.-Ing.

Studium Bauingenieurwesen von 1970 bis 1975 an der Universität Stuttgart ♦ 1982 Promotion zum Dr.-Ing. ♦ seit 1996 Professor für Baubetriebswesen am Institut für Baubetriebswesen, Fakultät Bauingenieurwesen der TU Dresden



**Schubert, Nadine**  
Dipl.-Ing.

Studium Bauingenieurwesen von 1999 bis 2004 an der TU Dresden ♦ 2004 Studienabschluss als Diplom-Ingenieurin ♦ seit 2007 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Baubetriebswesen, Fakultät Bauingenieurwesen der TU Dresden

<sup>3</sup> WiDiG war ein von 2001 bis 2004 gelaufenes Verbund-Forschungsprojekt, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wurde.

<sup>4</sup> Informationen zu den einzelnen Teilprojekten erhält man unter [www.RFIDimBau.de](http://www.RFIDimBau.de) oder auch im Tagungsband „RFID im Bau – Wertschöpfung durch Anwendung der Radio Frequency Identification (RFID) im Bauwesen“ zum Kongress am 22. und 23. Februar 2008 auf der bautec/Build IT Messe Berlin.

<sup>5</sup> Es wurde aus Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung und des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung gefördert.