Fachbereich D
Abt. Bauingenieurwesen

Lehr- und Forschungsgebiet
Baubetrieb und Bauwirtschaft

Kurzbericht zum Forschungsprojekt

RFID-Baulogistikleitstand

RFID-unterstütztes Steuerungs- und Dokumentationssystem für die erweiterte Baulogistik am Beispiel „Baulogistikleitstand“ für die Baustelle

Stand: 07.06.2011

Projektleitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Helmus

Projektbearbeitung: M.Sc. Agnes Kelm
Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. Lars Laußat
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Anica Meins-Becker

Dieses Forschungsvorhaben wurde aus Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des BMVBS und des BBR unter dem Förderkennzeichen Z6-10.08.18.7-08.04/ II2-F20-08-019 gefördert. Projektlaufzeit: 03/2008 bis 02/2010. Die Verantwortung des Inhalts liegt beim Autor.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

FORSCHUNGSINITIATIVE Zukunft BAU

1 Ziel des Forschungsprojektes

Das Ziel des Forschungsvorhabens „RFID-Baulogistikleitstand“ war die Entwicklung eines Konzeptes zur Unterstützung baulogistischer Prozesse mittels AutoID-Techniken. Dazu wurden entlang der Versorgungskette verschiedene, auch unabhängig voneinander funktionierende, modular aufgebaute Applikationen entwickelt. Eine Auswahl der Applikationen wurde, zur Demonstration fokussiert auf das Geschehen an der Schnittstelle Baustelle/Außenwelt, in einem sogenannten Baulogistikleitstand vereint. Dieser Leitstand kann als Instrument eines durch einen Datenverantwortlichen überwachten Dokumentationsmanagementsystems verstanden werden und dient der Dokumentation einer Vielzahl vorgelagerter Erfassungs-, Kontroll- und Steuerungsprozesse.

Bild 1: Der „RFID-Baulogistikleitstand“ in der Praxis auf der Baustelle des ThyssenKrupp Headquarters in Essen

2 Durchführung des Forschungsprojektes

Das Forschungsprojekt „RFID-Baulogistikleitstand“ wurde in verschiedene Arbeitspakete gegliedert:

[A] Arbeitspaket Baulogistik allgemein: Analyse und Dokumentation des Ist-Zustands auf Basis von Prozessanalysen, Workshops, Befragungen etc.

[B] Arbeitspaket Entwicklung des Konzeptes für einen „RFID-Baulogistikleitstand“ zur Unterstützung baulogistischer Prozesse und Auswahl geeigneter AutoID-Techniken.

[C] Arbeitspaket Entwicklung, Bau und Test der Demonstratoren zur realitätsnahen Demonstration in einem Baustellencontainer. Demonstration des Materiallogistikprozesses am Beispiel von Stahlbetonfertigteilen anhand eines RFID-Modells und eines Videos

[D] Öffentlichkeitsarbeit: Kritische Betrachtung zum Einsatz von AutoID-Techniken in der Baubranche und Verdeutlichung der Potenziale

Im Rahmen des Arbeitspaketes A wurden Workshops, Prozessanalysen und Befragungen entlang der Wertschöpfungskette der Bauwirtschaft durchgeführt, bei denen insbesondere die baulogistisch relevanten Prozesse detailliert im Sinne einer Erfassung des Ist-Zustandes analysiert und dokumentiert wurden.

Unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus dem Arbeitspaket A wurde im Rahmen des Arbeitspaketes B das Konzept für einen „RFID-Baulogistikleitstand“ entwickelt. Hierbei beschränkte sich das LuF Baubetrieb und Bauwirtschaft auf die baulogistischen Prozesse zwischen Zulieferer und Baustelle.

Im Rahmen des Arbeitspaketes C wurden einige Applikationen des Konzeptes auf Demonstrationsniveau umgesetzt. In dem ersten Demonstrator „RFID-Baulogistikleitstand“ wurden hierzu AutoID-unterstützte Applikationen in einem Baustellencontainer vereint. In einem zweiten „Demonstrator Fertigteillogistik“ wurden Prozesse der Logistikkette der Auslieferung von Stahlbetonfertigteilen in einem RFID-Modell umgesetzt und zuvor ein entsprechendes Demonstrationsvideo erstellt.

Das Arbeitspaket D diente dazu, die Öffentlichkeit u.a. im Rahmen der Messe Bau 2009 in München und der Hannover Messe 2011 sowie diverser Fachvorträge und Veröffentlichungen auf das Konzept aufmerksam zu machen und eventuelle Anmerkungen während der Projektbearbeitung zu berücksichtigen. Hiermit konnte die Praxisnähe des Konzeptes gewährleistet und Praktiker von neuen Potentialen überzeugt werden.

2.1 Die übergeordneten Applikationen des „RFID-Baulogistikleitstands“

Auf Basis der Ergebnisse einer ausführlichen Schwachstellenanalyse wurden die folgenden AutoID-unterstützten Applikationen und Konzepte zur Optimierung personal- und materiallogistischer Prozesse entwickelt, die miteinander vernetzt werden können und sich teilweise gegenseitig bedingen:

2.1.1 Konzept für den Einsatz eines Datenverantwortlichen

Ein Datenverantwortlicher übernimmt neben der Einweisung von Personen, der Erstellung von Mitarbeiter-Ausweisen, dem Eingreifen bei technischem Versagen der Applikationen die Überwachung des Dokumentenmanagements.

2.1.2 Konzept für einen standardisierten Baustellenausweis

Der im Rahmen des Projektes entwickelte standardisierte Baustellenausweis beinhaltet verschiedene AutoID-Techniken (Barcode, RFID, Fingerprint) zur Bedienung personallogistischer Applikationen: ein Lichtbild, die Unterschrift und einen PIN, die Ausweis-Nr. in Klarschrift und als Barcode sowie eine qualifizierte digitale Signatur. Es handelt sich bei diesem Ausweis um einen personengebunden Ausweis, der ähnlich wie ein Sozialversicherungsausweis von einer lizensierten Stelle einmalig erstellt und je Baustelle in den Stammdatenbanken (hier: Bauprojekt-(Stammdaten-)Server) registriert wird. Somit befinden sich auf dem Ausweis zusätzlich die Aussteller-Lizenz-Nr. und das Ausstellungsdatum in Klarschrift.

Bild 2: Standardisierter Baustellenausweis

2.1.3 Entwicklung eines Bauprojekt-(Stammdaten-)Servers

Im Bauprojekt-(Stammdaten-)Server werden Projektstammdaten, z.B. Personen- und Firmendaten abgelegt und verwaltet. Diese Daten bilden die Grundlage für alle weiteren AutoID-Applikationen, wie z.B. die Zutritts- und PSA-Kontrolle. Die Datenbank kann fortlaufend durch autorisierte Personen, hier den Datenverantwortlichen, ergänzt, gepflegt und gewartet werden.

2.1.4 Entwicklung eines Digitalen Erweiterten Bautagebuchs zur Dokumentation der mittels AutoID-Technik erfassten Daten aus personal- und materiallogistischen Prozessen

Insbesondere zur Konfliktvermeidung zwischen den am Bau Beteiligten wird das Dokumentieren des Baugeschehens während der Erstellung eines Bauwerks immer wichtiger. Das im Rahmen des Projektes „RFID-Baulogistikleitstand“ entwickelte Digitale Erweiterte Bautagebuch dient dazu, das Erfassen, Kontrollieren und Steuern material- und personallogistischer Prozesse zu dokumentieren und auf verschiedenen Ebenen den am Bau Beteiligten, je nach Berechtigungsprofil, zur Verfügung zu stellen.

Bild 3: Digitales Erweitertes Bautagebuch (Screenshot „Hauptseite“)

2.1.5 Betreten des „Baulogistikleistands“: Anbinden von Schließanlagen

Die verschiedenen Türen innerhalb des „Baulogistikleitstands“ werden aus Sicherheitsaspekten mit RFID-Lesegeräten ausgestattet, so dass Lieferanten, Baustellenmitarbeiter, Besucher, der Datenverantwortliche etc. je nach Benutzerprofil den Zugang zu den entsprechenden Bereichen innerhalb der „Baulogistikleitstand“-Anlage erhalten können. Beim Betreten der Zonen registriert sich die entsprechende Person mittels seines standardisierten Baustellenausweises und erhält bei positiver Kontrolle Zutritt.

Bild 4: Betreten des „Baulogistikleitstands“

2.1.6 Kombinierte Zutrittskontrolle und Kontrolle der Persönlichen Schutzausrüstung (PSA) beim Betreten der Baustelle

Eine Aufgabe der Personallogistik auf Baustellen ist die Zutrittskontrolle. Auf Großbaustellen können mehrere hundert Arbeiter gleichzeitig tätig sein. Auf manchen Baustellen passieren zahlreiche Besucher täglich den Baustellenzugang. Unbefugten Personen sollte der Zutritt zu Baustellen z.B. aus Sicherheitsgründen und aus Gründen des Diebstahlschutzes sowie zur Verhinderung von Schwarzarbeit verwehrt werden. Um das zu gewährleisten werden Baustellen häufig eingefriedet, z.B. mit einem Bauzaun. Ob der Zutritt zur Baustelle zusätzlich von Pförtnern oder einem Sicherheitsdienst überwacht wird, hängt von der Baustelle und dem ausführenden Bauunternehmen bzw. Bauherren ab. Auf Großbaustellen werden oft manuell zu kontrollierende Ausweise für die Arbeiter und Besucher ausgegeben, die am Eingang zur Baustelle überprüft werden. Dies ist personal- und zeitintensiv sowie fehleranfällig, da die Ausweise oft nur kurz im Vorbeigehen vorgezeigt werden.

Auf einer Baustelle spielt Sicherheit eine große Rolle. Neben dem Bauherrn bzw. seinem Vertreter (z.B. SiGeKo) sind u.a. die Bauleiter der ausführenden Unternehmen für die Sicherheit der anwesenden Personen verantwortlich. Die Persönliche Schutzausrüstung (PSA) soll helfen Arbeitsunfälle zu verhindern bzw. gesundheitliche Folgen möglichst gering zu halten. Heute wird das Verwenden der PSA allein durch visuelle Kontrolle der Vorgesetzten der Arbeiter sichergestellt bzw. sollte sichergestellt werden. Allzu oft wird aber in der Routine des Alltags die PSA vernachlässigt.

Mittels des standardisierten Baustellenausweises, welcher ein Fingerprint-System beinhaltet kann zunächst die Manipulierbarkeit der Zutrittskontrolle und auch der Zeiterfassung durch Ausweisweitergabe verhindert werden, da alle die Baustelle betretenden Personen ihren Fingerabdruck auf dem standardisierten Baustellenausweis gespeichert haben. (Aus

datenschutzrechtlichen Gründen wird der Fingerabdruck nur auf dem Ausweis und nicht im Bauprojekt-(Stammdaten-)Server gespeichert.) Eine Kontrolle, ob die zum Ausweis zugehörige Person auch vor Ort ist, ist nun möglich. Der Prozess „Betreten der Baustelle“ gestaltet sich nun wie folgt: Im ersten Schritt wird beim Durchschreiten des PSA-Kontrollportals automatisch die personenbezogene PSA über die RFID-Technik abgefragt. Im nächsten Schritt wird die Person dazu aufgefordert, sich mittels Vorhalten des Baustellenausweises vor ein RFID-Terminal anzumelden und eine Authentifizierung durch Auflegen des Fingers auf einen Fingerprintleser durchzuführen. Gleichzeitig wird das Profil der erfassten PSA kontrolliert. Bei positiver Kontrolle des Baustellenausweises, des Fingerprints und der PSA wird das Drehkreuz freigegeben und der Zugang zur Baustelle wird gewährt. Bei Bedarf wird nun auch die Zeit des „Kommens“ automatisch registriert. Der Prozess des Verlassens der Baustelle funktioniert entsprechend, jedoch i.d.R. ohne PSA-Abfrage.

Bei negativer Kontrolle wird zum Einen die Person über einen Touchscreen und zum Anderen der Datenverantwortliche informiert.

Bild 5: Zutrittskontrolle, Zeiterfassung, PSA-Kontrolle (links oben: Konzept; links unten: Real; rechts: Real)

2.1.7 Werkzeug- und Baumaschinenregistrierung

Auf Baustellen werden eine große Anzahl teurer Bauproduktionsmittel eingesetzt und von vielen verschiedenen Personen genutzt. Dies führt sowohl für Mitarbeiter des Unternehmens als auch für Dritte zu der Versuchung, Bauproduktionsmittel unbemerkt von der Baustelle zu entwenden. Das Nutzen einer Maschine durch mehrere Personen fördert zudem nicht den sorgsamen Umgang, da für Schäden und Verschleiß niemand verantwortlich gemacht werden kann.

Eine Sicherung der Gegenstände wie sie z.B. aus dem Handel bekannt ist, ist auf Baustellen im Allgemeinen nicht anzufinden. Auch können mit passiver RFID-Technik sichere Diebstahlschutzportale nicht aufgebaut werden. Zudem fehlt es i.d.R. an eindeutigen

Identifizierungsmöglichkeiten und insbesondere an Eigentümerdatenbanken, um nachträglich Diebstahl nachweisen zu können. Allerdings werden aus diesen Gründen auf Großbaustellen immer häufiger Bestandslisten von Bauproduktionsmitteln manuell geführt.

Das Führen dieser Bestandslisten kann durch Einsatz von AutoID-Techniken (teil-) automatisiert und somit vereinfacht werden. Hierfür werden Bauproduktionsmittel, wie Baumaschinen, Bauwerkzeuge, Baugeräte und Bauanlagen mit RFID-Transpondern oder Barcodes gekennzeichnet.

Für eine Verbuchung der Bauproduktionsmittel wird zur Identifikation des Mitarbeiters zunächst der standardisierte Baustellenausweis ebenfalls per RFID- oder Barcodeleser und im Anschluss das zuzuordnende Bauproduktionsmittel wiederum mit RFID- oder Barcodeleser erfasst. Falls das Bauproduktionsmittel dem System noch nicht bekannt ist, erscheint ein Hinweisfeld und es kann einem entsprechenden Artikel im Artikelkatalog zugeordnet werden.

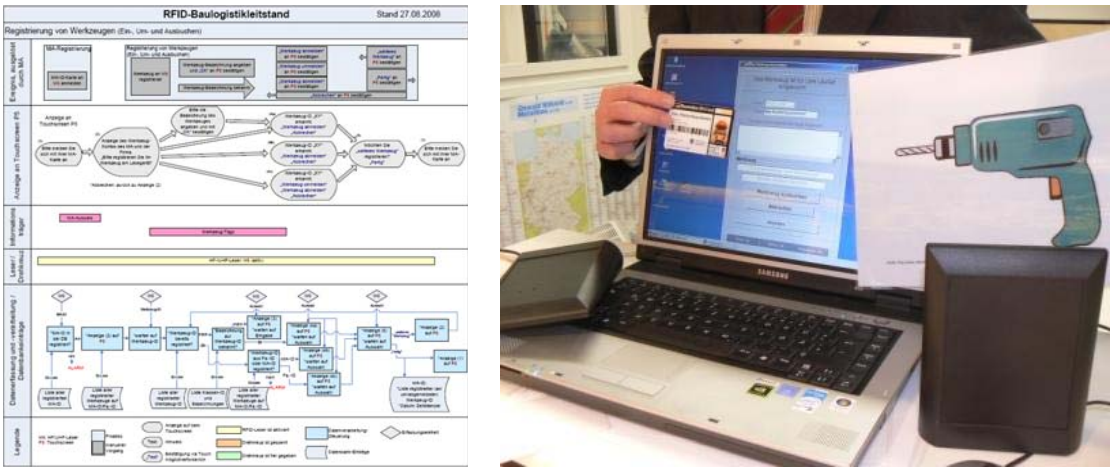

Bild 6: Bauproduktionsmittelregistrierung (links: Konzept; rechts: Real)

2.2 Die materiallogistischen Applikationen des „RFID-Baulogistik-leistands“

2.2.1 Baustellenavisierungsportal

Die Organisation der Vielzahl der während der Erstellung eines Bauvorhabens auftretenden Transporte spielt insbesondere bei innerstädtischen Großbaustellen mit nur wenigen Pufferzonen eine bedeutende Rolle. Häufig werden die Transporte per Telefon von den Baustellen bei den Lieferanten angemeldet. Falls mehrere Bauleiter/Poliere für ihre jeweiligen Bauabschnitte Transporte gleichzeitig bestellen, kann es zu Überbuchungen der Zufahrten zur Baustelle, der Entladezonen, der Pufferzonen etc. kommen. Die Folge sind Rückstaus und somit Chaos rund um innerstädtische Baustellen.

Im Rahmen des Forschungsprojektes „RFID-Baulogistikleitstand“ wurde mittels eines internetbasierten Baustellen-(Avisierungs-)Portals sicher gestellt, dass Transporte koordiniert über eine zentrale Plattform gebucht werden. Erste Ansätze bzgl. einer solchen Plattform bestehen bereits seitens der Bauserve GmbH, der Streif Baulogistik GmbH und der Prowaste GmbH. Durch Einloggen auf einer Internetplattform kann die zu beliefernde

Baustelle ausgewählt werden und die Bestellung wird beim entsprechenden Lieferanten inklusive der Vorgabe eines Ankunftzeitfensters aufgegeben. Bei der Annahme der Bestellung wird der Lieferant dazu aufgefordert, die Bestellung zu detaillieren und die Anzahl der für diese Bestellung benötigten Fahrzeuge anzugeben. An diesem Punkt setzt die Optimierung durch Einsatz einer AutoID-Technik ein. Je Fahrzeug wird von der Internet-Plattform eine sogenannte LieferID, in Klarschrift und als Barcode auf einem Zugangsschein (siehe Bild 7), erzeugt. Nach Abschluss der Bestätigung der Bestellung wird die Baustelle informiert und erhält die zu dem vorgegebenen Zeitfenster angemeldeten LieferIDs.

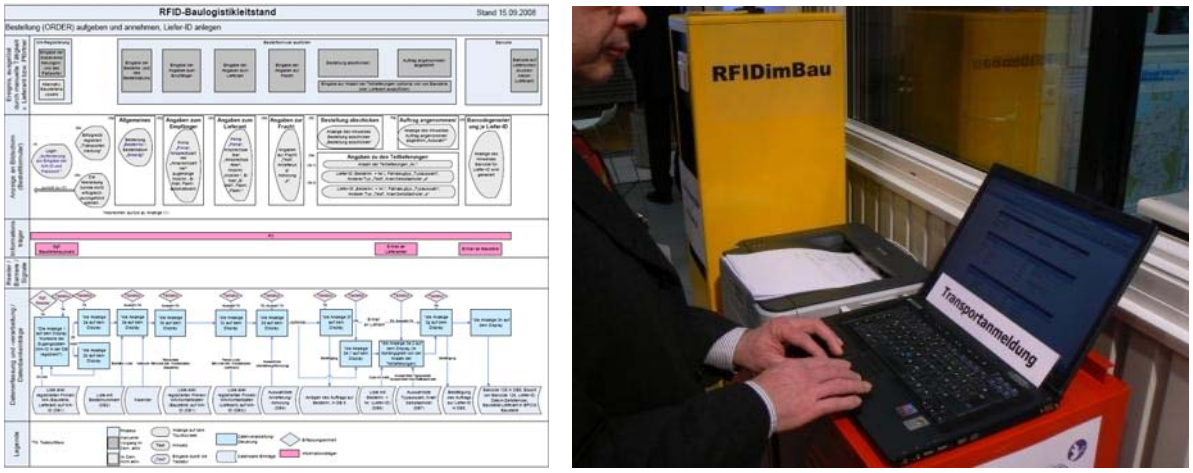

Bild 7: Baustellen-(Avisierungs-)Portal zur Online-Transportanmeldung mit LieferID-Erzeugung (links: Konzept; rechts: Real)

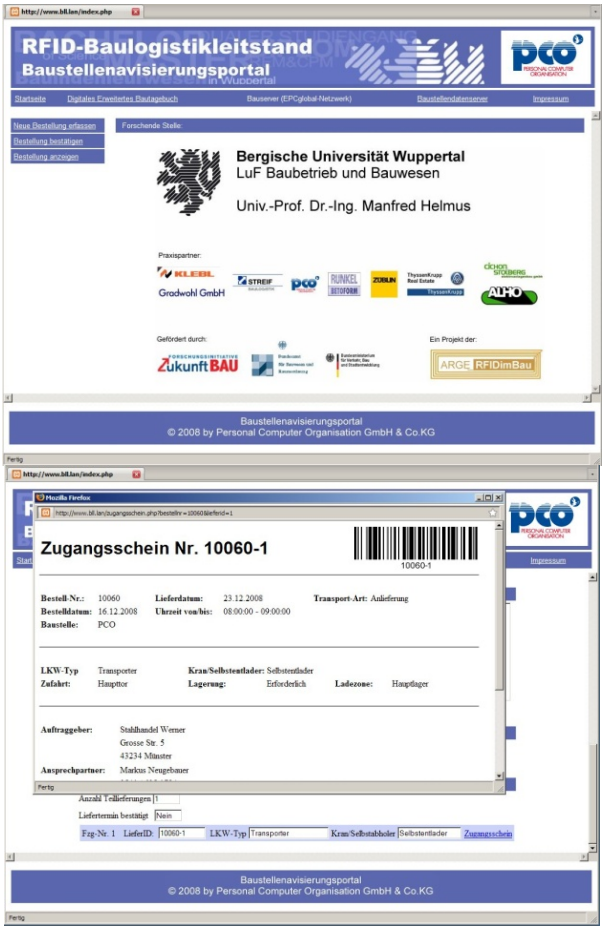

Bild 8: Baustellen-(Avisierungs-)Portal zur Online-Transportanmeldung mit LieferID-Erzeugung (links: Screenshot „Hauptseite“; rechts: Screenshot „Zugangsschein“)

2.2.2 Zufahrtskontrolle durch AutoID-basierte Liefer-ID

Bei der Zufahrtskontrolle werden die die Baustelle erreichenden Fahrzeuge mittels der auf den Zufahrtsschein gedruckten LieferID in Form eines Barcodes auf deren Zufahrtsberechtigung für das angemeldete Zeitfenster kontrolliert. Die Kontrolle kann sowohl bei der Zufahrt als auch bei der Ausfahrt durchgeführt werden. Nach erfolgreicher Kontrolle wird ein Ampelsignal auf „grün“ geschaltet oder die Schranke öffnet sich.

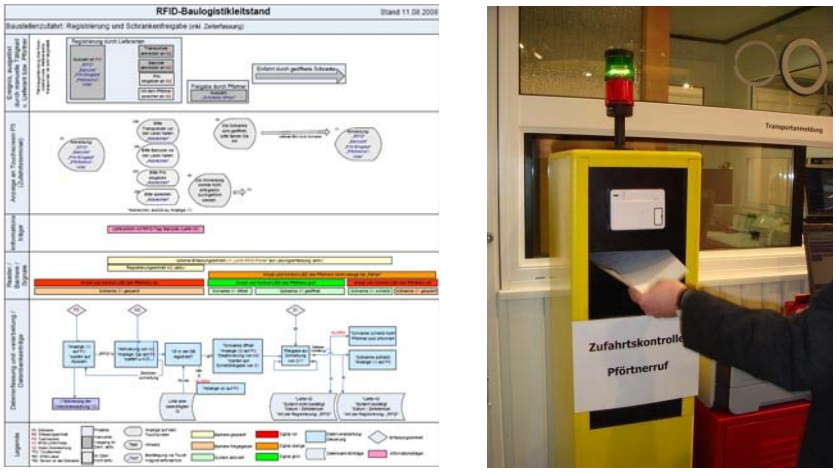

Bild 9: Zufahrtskontrolle durch Barcode-basierte LieferID (links: Konzept; rechts: Real)

2.2.3 AutoID-gestützte Warenein- und -ausgangskontrolle

Bei der Warenein- und -ausgangskontrolle kann eine Vielzahl an Problemen auftreten. Schwierig ist die Durchführung des Soll/Ist-Abgleichs zwischen Lieferschein und an- bzw. ausgelieferter Ware, z.B. da die Ware häufig aus ähnlichen Teilen besteht und per Augenmaß nur schwer zu erfassen ist. Die Folge ist ein häufiges Abzeichnen der Lieferscheine ohne tatsächliche Kontrolle, ohne Bewusstsein, dabei fahrlässig zu handeln.

Warenein- und -ausgangskontrollen auf Baustellen können durch den Einsatz von AutoID-Techniken vereinfacht werden. Die Voraussetzung hierfür ist eine einheitliche standardisierte Kennzeichnung von Materialien entlang der Versorgungskette Bau. Das bedeutet, dass der Hersteller, der Lieferant und auch die Baustelle eine einheitliche Kennzeichnung von Materialien nutzen. Als AutoID-Technik zur Kennzeichnung kommen in Abhängigkeit der zu kennzeichnenden Materialien die RFID-Technik oder der Barcode in Frage.

Bei Ankunft des Fahrzeugs auf der Baustelle, d.h. nach erfolgreich durchgeführter Zufahrtskontrolle, erfasst die die Ladung in Empfang nehmende Person die LieferID aus dem Zugangsschein mittels Handleser und erhält auf dem Display die entsprechenden Soll-Daten des Lieferscheins übertragen. Beim Entladen des LKW werden die Materialien nun erfasst und es erfolgt automatisch die quantitative Wareneingangskontrolle.

Bei der Rücklieferung von z.B. Mietmaterial von der Baustelle zurück zum Lieferanten kann die Warenausgangskontrolle in Anlehnung an die bereits oben beschriebene Vorgehensweise durchgeführt werden.

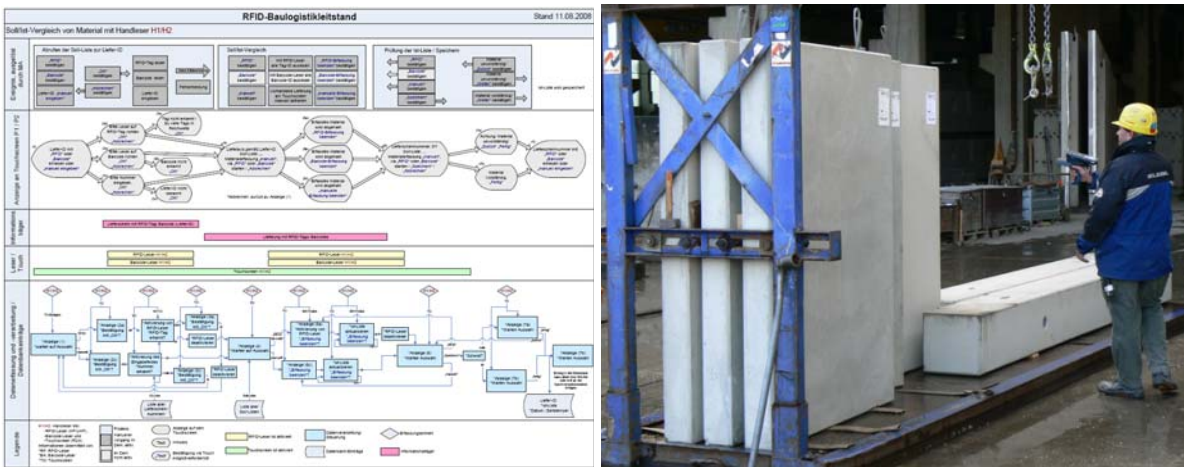

Bild 10: Wareneingangskontrolle über Lieferschein und Pulkerfassung mittels eines Handlesers (links: Konzept; rechts: Real)

3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Zusammenfassend kann am Ende des Forschungsprojektes „RFID-Baulogistikleitstand“ festgehalten werden, dass die RFID-Technik ein großes Potenzial zur Optimierung baulogistischer Prozesse bietet. Innerhalb des Projektes wurde einerseits ein übergeordnetes Gesamtkonzept für den Informationsaustausch in der Baulogistik erarbeitet und andererseits in Form eines Demonstrators interessierten Personen aus der Baupraxis zur Verfügung gestellt. Um das volle Potenzial der RFID-Technik im Bauwesen freizusetzen,

besteht weiterer Forschungsbedarf insbesondere bzgl. der Vernetzung der Konzepte, Modelle und einzelnen Applikationen der Institutionen der ARGE RFIDimBau.