

# Masterarbeit

## Optimierung der Baustellenlogistik für die Ausbauphase eines Großprojektes

20.08.2014

### **Betreuung:**

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt M.Sc.

Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Michael Stange, Ed. Züblin AG

### **Vorgelegt von:**

Carolin Gollos

Matrikelnummer: 110993

Studiengang: M. Sc. Management für Bau, Immobilien & Infrastrukturen

**Aufgabenstellung zur Masterarbeit**

Reg.-Nr. MBM/2014/13

**Name:** Carolin Gollos  
geb. am 11.05.1988 in Potsdam

Matrikelnummer 110993

**Thema:** Optimierung der Baustellenlogistik für die Ausbauphase  
eines Großprojekts

**Wissenschaftsgebiet:** Baubetriebswesen

**Betreuung der Arbeit**

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt M.Sc.  
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Michael Stange, michael.stange@zueblin.de,  
Ed. Züblin AG, Direktion Mitte, Jena  
Prof. Dr.-Ing. habil. Rolf Steinmetzger

Ausgabedatum: 07.05.2014

Abgabedatum: 07.09.2014 (4 Monate)

Prof. Dr.-Ing. Timon Rabczuk  
Vorsitzender des Prüfungsausschusses

## Optimierung der Baustellenlogistik für die Ausbauphase eines Großprojekts

### **Erläuterung**

Baulogistische Vorgänge sind in einer modern angelegten Baustelle der Schlüssel zu einer wirtschaftlichen Abwicklung. Dieses gilt nicht nur für den Rohbau, bei dem die sehr enge Verzahnung zwischen den Fertigungs- und Logistikprozessen auf der Baustelle zu beobachten ist, sondern noch mehr für die Ausbauphase, bei der vermeintlich unabhängig voneinander agierende Einzelunternehmen des Ausbaus auf engem Raum miteinander um die jeweils besten Liefer- und Montagebedingungen konkurrieren.

### **Aufgabenstellung**

Ausgehend von einer aktuellen Großbaustelle in Jena sollen verschiedene Varianten einer leistungsfähigen Baulogistik entwickelt und deren Implementierung auf der Baustelle vorbereitet werden.

Hierzu sind zunächst innovative baulogistische Konzepte der letzten Jahre auf anderen Großbaustellen zu analysieren und deren Strukturierung sowie ihr besonderer Innovationsgrad herauszuarbeiten.

Dann sind die örtlichen und projektspezifischen Rahmenbedingungen der Baustelle in Jena zu erfassen und sowohl real zu beschreiben als auch abstrahiert in geeigneten Schemata darzustellen. Aufbauend auf diesen abstrahierten Darstellungen sind Varianten der baulogistischen Ver- und Entsorgung zu erarbeiten und gegenüberzustellen. Mit Hilfe von geeigneten Kapazitätskennzahlen sind die Varianten zu bewerten.

Aufbauend auf der oder den gewählten Vorzugsvarianten ist ein Leitfaden zur Implementierung des Logistikkonzeptes aufzustellen, welcher Aussagen zu den wesentlichen Festlegungen macht wie z. B. Logistiknetz, Umschlagknoten und Kapazitätsangaben, Informationsmaterial für die Betreiber, Beschilderungen, Nutzung und Einweisung in vorgegebene Logistik-Software, Vereinbarungen mit Nutzern u. a.

Die Arbeit ist mit einer zusammenfassenden Darstellung in englischer Sprache von ca. 4 bis 5 Seiten zu ergänzen.

Die Literaturquellen, sind mit dem Programm Citavi zu verwalten und am Ende digital an die Professur zu übergeben.

## Zusammenstellung der Arbeit

- Aufgabenstellung
- Titelblatt
- Inhaltsverzeichnis  
ggf. Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen, Symbole u. ä.
- Textteil
- Verzeichnisse (Quellen, Abbildungen, Tafeln, Tabellen, Zeichnungen)
- Anlagen
- Selbstständigkeitserklärung
- Thesen (Zusammenfassung)

Für das Verfahren gilt die aktuell zutreffende Prüfungsordnung der Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Bauingenieurwesen.

Zum Abgabetermin sind abzugeben:

- 2 Exemplare der Arbeit (einschl. Anlagen) in gedruckter Fassung
- 1 Exemplar der Arbeit auf elektronischem Datenträger (vorzugsweise auf CD; pdf- und Word-Dokument),
- 1 digitales Literaturquellenverzeichnis (Citavi)

Zur Verteidigung sind abzugeben:

- 1 Exemplar der Abschlusspräsentation (vorzugsweise auf CD)
- 1 Poster mit Kernaussagen der Arbeit in DIN A1

Die Arbeit ist nach der Verteidigung in das Publikationsportal der Universitätsbibliothek (OPuS) einzustellen.

### **Organisatorische Hinweise:**

Eine zwischenzeitliche Beratung an der Professur für Baubetrieb und Bauverfahren über den Weg und den Fortgang der Arbeit ist ausdrücklich erwünscht. Es sind mindestens zwei Konsultationen wahrzunehmen (Pflichtkonsultationen).

In der ersten Konsultation soll der Einstieg in die Arbeit mit ersten Rechercheergebnissen vorgestellt werden. Weiterhin ist die Methode zur Erreichung der Ziele der Aufgabenstellung darzustellen.

Internet-Fundstellen können, sofern sie einer glaubwürdigen Quelle entstammen, verwendet werden. Hierbei ist die jeweilige Internet-Seite mit kompletter Angabe des Pfades und mit Datum des letzten Aufrufs als Link (<http://www...>) im Quellenverzeichnis anzuführen.

Weimar, den

Prof. Dr.-Ing. H.-J. Bargstädt M.Sc.

Verteiler: Student/in  
Zweitprüfer  
Ablage Professur (632)

# Inhaltsverzeichnis

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

|   |    |
|---|----|
| 1. Einleitung   | 1  |
| 2. Aspekte der Baulogistik  | 4  |
| 2.1 Grundlagen der Baulogistik  | 4  |
| 2.2 Kurzkompodium Lean Construction   | 7  |
| 3. Baulogistische Konzepte ausgewählter Großbaustellen                                  | 11 |
| 3.1 St. Olav's Integrated Hospital, Trondheim, Norwegen                                 | 11 |
| 3.2 DomRömer Areal, Frankfurt am Main   | 16 |
| 3.3 Heathrow Terminal 5, London, Großbritannien   | 24 |
| 3.4 Weitere Bauvorhaben   | 29 |
| 3.5 Fazit   | 35 |
| 4. Großbaustelle „Neubau Universitätsklinikum Jena 2. BA“                               | 37 |
| 4.1 Projektspezifische Rahmenbedingungen  | 37 |
| 4.2 Varianten der baulegistischen Ver- und Entsorgung                                   | 45 |
| 4.2.1 Produktivitätssteigerung des Personals<br>durch den Einsatz von Logistik-Kurieren | 45 |
| 4.2.2 Zentrallager mit ABC-Materialtypenkategorisierung                                 | 51 |
| 4.2.3 Ersatz des Lastenaufzuges als Vertikaltransportmittel<br>des MZ II                | 58 |
| 4.3 Bewertung der baulegistischen Konzepte  | 63 |
| 5. Leitfaden zur Implementierung des Logistikkonzeptes auf der Baustelle                | 68 |
| 6. Fazit  | 72 |
| 7. Summary  | 75 |
| VERZEICHNISSE   | 79 |
| ANLAGEN   | 85 |
| SELBSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG   | 91 |

## Abkürzungsverzeichnis

|        |                                  |
|--------|----------------------------------|
| BA     | Bauabschnitt                     |
| BAA    | British Airports Authority       |
| BE     | Baustelleneinrichtung            |
| BGF    | Bruttogrundfläche                |
| BRI    | Bruttorauminhalt                 |
| bzw.   | beziehungsweise                  |
| BV     | Bauvorhaben                      |
| ca.    | circa                            |
| etc.   | ecetera                          |
| FUI    | Forschungs- und Institutsgebäude |
| ggf.   | gegebenenfalls                   |
| i.d.R. | in der Regel                     |
| JIT    | Just-in-Time                     |
| KIM    | Klinik für Innere Medizin        |
| km     | Kilometer                        |
| MZ II  | Medizinisches Zentrum II         |
| MZ IV  | Medizinisches Zentrum IV         |
| Mio.   | Millionen                        |
| NTZ    | Neue Technikzentrale             |
| OAS    | Online-Avisierungssystem         |
| Sek.   | Sekunden                         |
| SFB    | Systemfertigbau                  |
| UKJ    | Universitätsklinikum Jena        |

## 1. Einleitung

Vor der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008 war die Bauwirtschaft durch eine langanhaltende Strukturkrise geprägt, die zu einem erhöhten Wettbewerbs- sowie Preisdruck geführt hat und letztlich bei den Bauunternehmen die Konzentration auf die Kernkompetenzen zur Folge hatte. Seit dem Tiefpunkt im Jahre 2008 ist die Bauwirtschaft nun wieder durch einen leichten Aufwärtstrend gekennzeichnet.<sup>1</sup> Auf den noch immer bestehenden Preisdruck wurde jedoch nicht mit einer Umstrukturierung und Optimierung der Bauproduktion reagiert, sondern - insbesondere im Bereich der Ausbauproduktion - mit der Weitergabe des Preisdrucks auf die am Bauprozess beteiligten Nachunternehmer. Der Preis ist bei der Vergabe an Nachunternehmer das ausschließliche Wettbewerbskriterium. Diese Art der Verlagerung des Preisdrucks auf die „schwächsten“ Baubeteiligten stellt aus volkswirtschaftlicher Sicht keine langfristige Lösung dar.<sup>2</sup> Ansatzpunkt zur Produktivitätssteigerung sollte daher eine Verbesserung der Logistikprozesse in der Bauindustrie sein.

„So wurde bereits vor 20 Jahren in der stationären Industrie die Logistik als ein Bereich erkannt, der die Möglichkeit bietet, die betrieblichen Abläufe sehr viel wirksamer und übersichtlicher zu gestalten und zu strukturieren. [...] Umso erstaunlicher scheint es, dass das Thema Logistik im Bauwesen nur sehr selten behandelt wurde.“<sup>3</sup> Die Ursachen liegen vor allem darin, dass die Bauindustrie mit ihren singulären, weitgehend vom Kunden bestimmten Produkten, die zudem auf dem vom Kunden gewünschten Produktionsstandort und zeitlich begrenzt entstehen, unter ganz anderen Rahmenbedingungen agieren muss und die Logistik nicht eins zu eins übertragbar ist.<sup>4</sup>

Trotz dessen hat in den letzten zehn Jahren zumindest ein allgemeiner Bedeutungszuwachs der Baulogistik stattgefunden, welcher einerseits durch eine zunehmende wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Thematik gekennzeichnet ist sowie weiterhin durch eine wachsende Sensibilität für die Bedeutung baulogistischer Prozesse im Hinblick auf einen reibungslosen Bauablauf. Die Erkenntnis, dass mit einer effizienteren Gestaltung der Logistikprozesse eines Bauvorhabens unerschöpfte Optimierungspotenziale für die Bauausführung verbunden sind, ist ausschlaggebend für das gestiegene Interesse an der Baulogistik. So zeigen Untersuchungen, dass Handwerker von Ausbaugewerken nur rund 31 % ihrer Arbeitszeit mit ihrer eigentlichen Haupttätigkeit beschäftigt sind, demgegenüber stehen Zeitanteile von 69 %, welche als schwachstellenverdächtig zu betrachten sind.<sup>5</sup> „Während Anteile wie persönlich bedingte Unterbrechungen, Abwesenheit und Sonstiges als

---

<sup>1</sup> Vgl. ARCHmatic (2014).

<sup>2</sup> Vgl. Blömeke (2001), S. I.

<sup>3</sup> Blömeke (2001), S. II.

<sup>4</sup> Vgl. Blömeke (2001), S. II.

<sup>5</sup> Vgl. Zimmermann (2009), S. 9.



nicht mit Maßnahmen einer verbesserten Logistik optimierbar angesehen werden müssen, erscheint dies für die Anteile störungsbedingte Unterbrechungen, Aufräumen und Umräumen, Materialsuche, [Wartezeit,] Wege und Transporte [mit insgesamt 33,4 %] gegeben.“<sup>6</sup> Diese Ergebnisse lassen erahnen, welches enorme logistische Zeit- und Kosteneinsparpotenzial im Bereich der Baulogistik vorhanden ist und in welchem Umfang sich bei konsequenter Betrachtung Marktvorteile in dieser Hinsicht generieren lassen.

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung eines baulogistischen Konzeptes, mit dem die Materialflüsse in der Ausbauphase eines Bauvorhabens optimal geplant, ausgeführt und gesteuert werden können. Das Untersuchungsobjekt bildet in diesem Zusammenhang die Baustellenlogistik eines aktuellen Thüringer Hochbauprojektes der Ed. Züblin AG in Jena. Ausgehend von diesem Bauvorhaben werden im Rahmen der vorliegenden Arbeit mögliche Varianten einer leistungsfähigen Baulogistik entwickelt und deren Implementierung auf der Baustelle vorbereitet. Die Arbeit soll zudem das Problembewusstsein fördern, dass die Materialflüsse ungenügend koordiniert sind und dass durch baulogistische Maßnahmen Einsparpotenziale mobilisiert werden können. Vor diesem Hintergrund gilt es, die Akzeptanz zu fördern, dass die Entwicklung eines modernen baulogistischen Know-how und dessen Umsetzung in der Praxis langfristige Wettbewerbsvorteile generiert. Für das genannte Bauvorhaben soll im Ergebnis eine intelligente Baustellenlogistik entwickelt werden, welche als Schlüsselkompetenz zum Unternehmenserfolg der Jenaer Niederlassung der Ed. Züblin AG und damit zur Wettbewerbsstärke der Region Thüringen beitragen soll.

Hinsichtlich der Abgrenzung der Arbeit ist festzuhalten, dass im Rahmen der vorliegenden Arbeit schwerpunktmäßig die Baulogistik der Ausbauphase behandelt wird, da sich insbesondere bei Baumaßnahmen des Ausbaus häufig herausstellt, dass die Baulogistik, aufgrund der Vielzahl von unabhängig voneinander agierenden Einzelunternehmen, systematisch organisiert werden muss. Weiterhin werden während der Ausbauphase Lagerplätze häufig nicht geplant zugeordnet und belegt, was Materialumlagerungen und Materialsuche zur Folge hat sowie eine Vernachlässigung der Veränderungen von Lagerplatzbedarf und Lagerplatzangebot im Laufe der Ausführungszeit.<sup>7</sup> Demnach ist besonders im Bereich der Ausbauproduktion die Produktivität besonders gering und das Optimierungspotenzial entsprechend hoch. Der Rohbauphase kommt demzufolge nur eine untergeordnete Rolle zu, daher wird diese in der vorliegenden Arbeit vernachlässigt. Ein weiterer Grund dafür ist der bevorstehende Beginn der Ausbauphase beim zu untersuchenden Bauvorhaben in Jena.

---

<sup>6</sup> Zimmermann (2009), S. 9.

<sup>7</sup> Vgl. Krauß (2005), S. 77.

Ein weiteres Abgrenzungskriterium ist die ausschließliche Betrachtung komplexer Großbaustellen, sodass die Übertragbarkeit auf die zu untersuchende Baustelleneinrichtung in Jena gewährleistet ist.

Im Hinblick auf die Vorgehensweise der vorliegenden Arbeit wurde folgende inhaltliche Struktur überlegt.

Ausgehend von der Beschreibung der theoretischen Grundlagen der Logistik im zweiten Kapitel wird eine Definition der Baulogistik hergeleitet sowie entsprechende Besonderheiten, Charakteristika und deren Anwendung herausgearbeitet. Im zweiten Teil des ersten Kapitels erfolgt eine kurze Zusammenfassung des Konzeptes Lean Construction. Dies ist notwendig, da im anschließenden Kapitel Logistikkonzepte ausgewählter Bauvorhaben vorgestellt werden und bei diesen teilweise auf Lean Praktiken zurückgegriffen wird.

Im dritten Kapitel werden innovative baulogistische Konzepte anderer Großbaustellen der letzten Jahre analysiert und deren Strukturierung sowie deren besonderer Innovationsgrad herausgearbeitet. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass es sich um nationale und internationale Bauprojekte handelt, deren baulogistische Konzepte auf die Großbaustelle in Jena übertragbar sind. Anschließend werden die Erkenntnisse aus der baulogistischen Analyse der verschiedenen Bauvorhaben in einem Fazit zusammengefasst. Das vierte Kapitel beinhaltet die Entwicklung eines baulogistischen Konzeptes für das Bauvorhaben „Neubau Universitätsklinikum 2. BA“ der Ed. Züblin AG in Jena. Vor diesem Hintergrund werden zunächst die örtlichen und projektspezifischen Rahmenbedingungen der Baustelleneinrichtung in Jena dargestellt. Aufbauend auf den erarbeiteten Darstellungen werden baulogistische Varianten der Baustellenversorgung sowie der Entsorgung konzipiert, welche anschließend gegenübergestellt und bewertet werden.

Das fünfte Kapitel stellt einen Leitfaden dar, welcher aufbauend auf der gewählten Vorzugsvariante aufgestellt wird und Aussagen zu den wesentlichen baulogistischen Festlegungen macht. Dieser Leitfaden soll letztlich der Implementierung des erarbeiteten Logistikkonzeptes auf der Großbaustelle des Universitätsklinikums in Jena dienen.

Das sechste Kapitel beinhaltet eine abschließende Zusammenfassung, in welcher die Schwerpunkte und Ergebnisse der vorliegenden Arbeit nochmals aufgegriffen und bündelnd zusammengefasst werden. In diesem Zusammenhang soll weiterhin eine abschließende Bewertung der Erkenntnisse erfolgen sowie ein zukünftiger Ausblick für die Logistik in der Bauwirtschaft geliefert werden.

Das siebte Kapitel stellt eine Zusammenfassung der wesentlichen Erkenntnisse dieser Arbeit in englischer Sprache dar.

## 2. Aspekte der Baulogistik

Im folgenden Kapitel werden zunächst die Grundlagen der Baulogistik beschrieben und in diesem Zusammenhang eine Definition erarbeitet, die Teilbereiche der Baulogistik charakterisiert sowie ihre Bedeutung für den Wertschöpfungsprozess und letztlich das baulogistische Optimierungspotenzial auf Großbaustellen während der Ausbauphase erläutert.

Weiterhin wird eine Zusammenfassung des Themas Lean Construction erfolgen, welche mögliche Ansätze zur baulogistischen Optimierung zum Gegenstand hat, und in diesem Zusammenhang die allgemeine Bedeutung von Lean Management sowie dessen Übertragung auf die Bauindustrie erläutert. Weiterhin werden Aufgaben und Ziele von Lean Construction beschrieben sowie das Kernproblem der Bauindustrie untersucht, welches es zu optimieren gilt. Letztlich wird der Unterschied zwischen der klassischen Baulogistik und einer Lean Logistik erklärt und anschließend das wichtigste baulogistische Lean-Werkzeug vorgestellt. Dies ist für das allgemeine Verständnis der Arbeit notwendig, da im weiteren Verlauf baulogistische Konzepte ausgewählter Bauvorhaben vorgestellt und analysiert werden und bei diesen teils auf Lean Praktiken zurückgegriffen wurde.

### 2.1 Grundlagen der Baulogistik

Die Baulogistik ist die übergeordnete Bezeichnung für die Logistik in der Bauwirtschaft und beinhaltet sämtliche Abläufe zum Transport, Umschlag und zur Lagerung von Baustoffen. Die Baulogistik zielt auf die Ver- und Entsorgung von Objekten zum richtigen Zeitpunkt, am richtigen Ort und in der richtigen Qualität sowie Quantität ab. Als weitere Ziele sind Termintreue, Wirtschaftlichkeit sowie die Stadt- und Umweltverträglichkeit definiert.<sup>8</sup> Der Bereich der Baulogistik als branchenspezifische Ausprägung der Logistik ist eine vergleichsweise junge Disziplin, welche dementsprechend nur eine in Ansätzen wissenschaftliche Disziplin darstellt.<sup>9</sup>

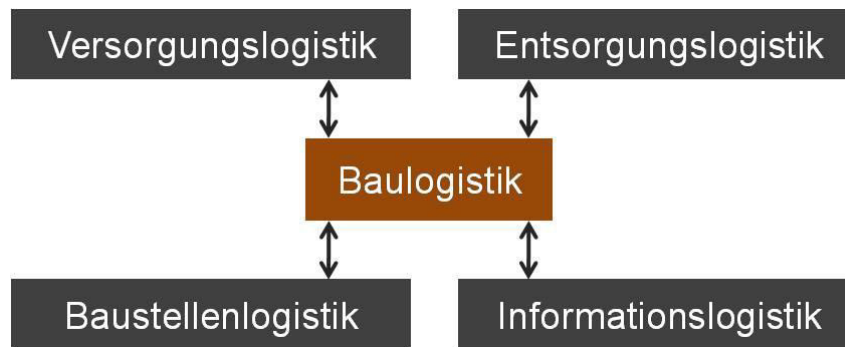
„Den Untersuchungsgegenstand [der Baulogistik] bilden die Material- und Informationsflüsse auf Baustellen des Hochbaus, wobei die Baustelle methodisch als Logistiksystem betrachtet wird.“<sup>10</sup> In diesem Zusammenhang unterteilt man die Baulogistik in vier Teilbereiche, daher in die Versorgungs-, Entsorgungs-, Baustellen- und Informationslogistik (s. Abb. 1).

---

<sup>8</sup> Vgl. Brandt et al. (2008), S. 35.

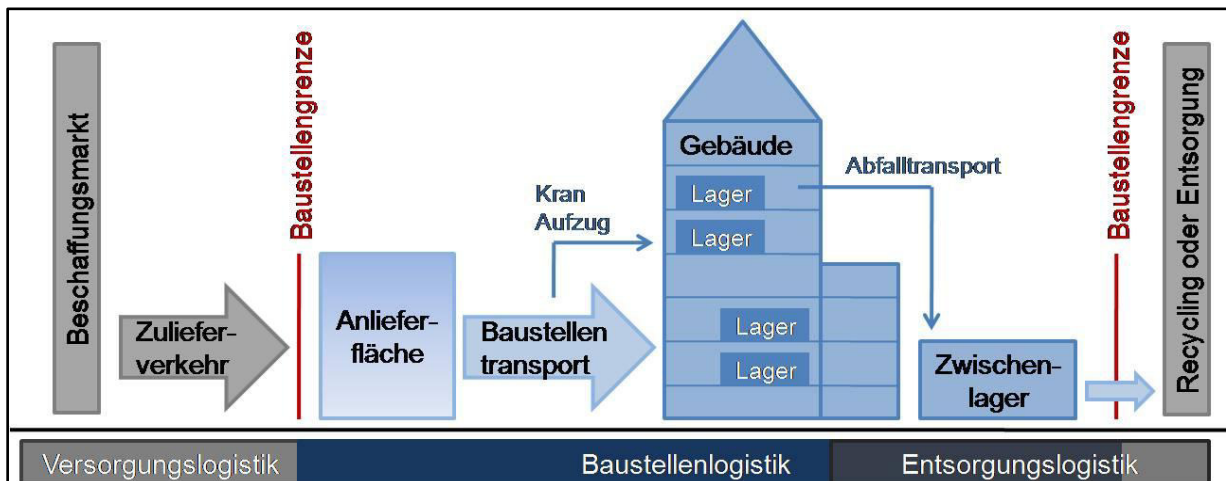
<sup>9</sup> Vgl. Zimmermann (2009), S. 12f.

<sup>10</sup> Seemann (2007), S. 6.



**Abbildung 1: Die Teilbereiche der Baulogistik**  
(Quelle: ZIMMERMANN 2009, S. 14.)

Die Versorgungslogistik umfasst alle Aufgaben, welche zur Versorgung der Baustelle mit logistischen Gütern notwendig sind, unter Berücksichtigung der projektspezifischen Zielsetzungen und Randbedingungen. Die Entsorgungslogistik hingegen beinhaltet alle logistischen Tätigkeiten, welche mit der Abfallentsorgung zusammenhängen sowie mit der Rückführung von Gebrauchsmaterialien von der Baustelle. Die Baustellenlogistik als dritter Teilbereich beschäftigt sich mit allen logistischen Tätigkeiten, welche ausschließlich auf dem Baustellengelände bzw. innerhalb der Baustelleneinrichtung stattfinden. Die Informationslogistik befasst sich mit den begleitenden oder nachfolgenden Informationen, von welchen jeder Vorgang des Güterflusses abhängig ist.<sup>11</sup> Die folgende Abbildung verdeutlicht baustellenbezogen die Tätigkeiten der einzelnen baulogistischen Teilbereiche, vernachlässigt jedoch den Teilbereich der Informationslogistik.

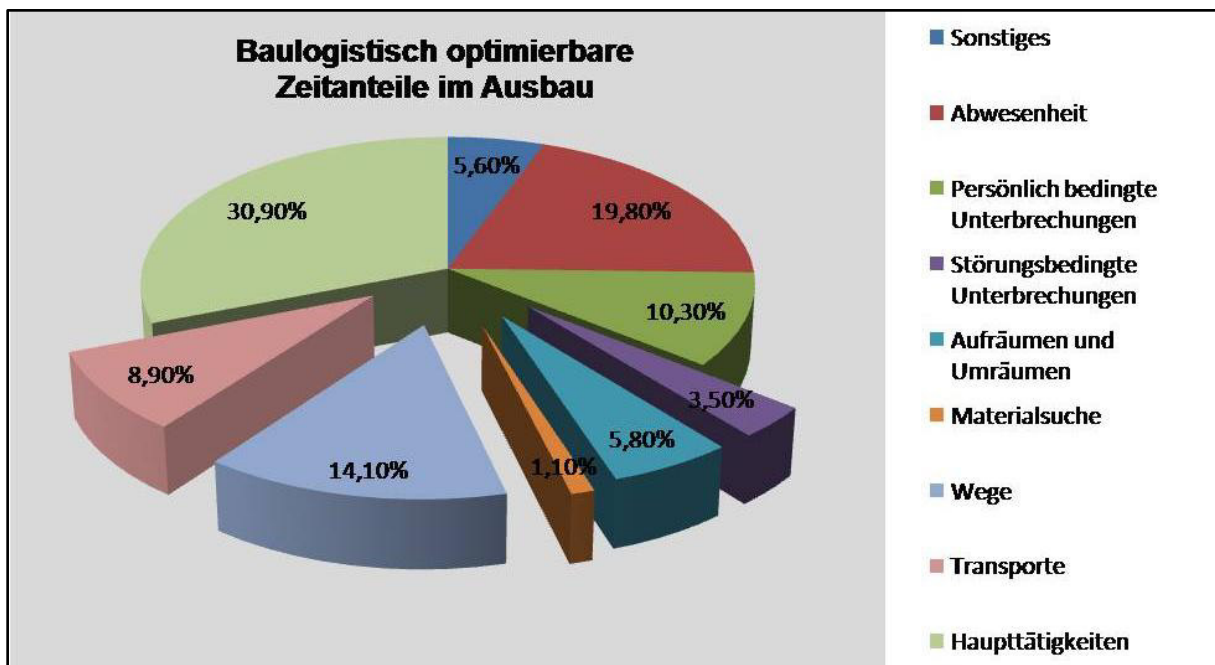


**Abbildung 2: Die baulogistischen Teilbereiche auf der Baustelle**  
(Quelle: Verändert nach: BRANDT et al. 2008, S.36)

Obwohl die Baulogistik für die Sicherstellung der mengenmäßigen und terminlichen Materialverfügbarkeit auf der Baustelle verantwortlich ist und Logistikprozesse damit ein wesentlicher Bestandteil eines jeden Bauprojekts sind, ist es der Bauwirtschaft nicht in ausreichendem Maße gelungen, das Potenzial der Logistik für eine Steigerung ihres Erfolges

<sup>11</sup> Vgl. Zimmermann (2009), S. 14f.

zu erschließen. Einer Umsetzung in der Praxis stehen „nicht nur fehlendes Wissen oder die sich aus den strukturellen, organisatorischen sowie rechtlichen Rahmenbedingungen des Wertschöpfungsprozesses und seines Wettbewerbsumfeldes ergebenden Hindernisse entgegen, es fehlt auch an Methoden und Instrumenten, um die Bauleistik bereits in die Planung und Vorbereitung eines Bauprojektes zu integrieren und so Vorgaben für die Steuerung und Kontrolle während der Ausführungsphase zu schaffen.“<sup>12</sup> Weiterhin gehören der Bauleistik alle nicht produktionstechnischen Prozesse eines Bauvorhabens an, hinsichtlich der Planung, Steuerung und Durchführung raumzeitlicher Transformationsvorgänge von logistischen Gütern, weshalb die Aktivitäten der Bauleistik selbst keine wertschöpfenden Tätigkeiten darstellen. Diese haben also in letzter Konsequenz nur die Funktion, die eigentlichen Prozesse der physischen Leistungserstellung bestmöglich zu unterstützen.<sup>13</sup> Demzufolge erzeugt kein Bestandteil der Bauleistik Wertschöpfung für den Endnutzer bzw. den Endkunden und trotz dessen ermöglicht erst die Bauleistik, dass wertschöpfende Arbeit „fließen“ kann und auch als wertschöpfend zu betrachten ist.<sup>14</sup> Der Wert ist in diesem Zusammenhang das, was der Kunde erhalten möchte und wofür er bereit ist zu bezahlen. Wüsste der Endkunde, dass er ebenso für Verspätungen, Wartezeiten und unnötiges Umschlagen aufkommt, würde er einen niedrigeren Preis für sein Objekt bezahlen.<sup>15</sup>



**Abbildung 3: Übersicht der bauleistisch optimierbaren Zeitanteile im Ausbau**  
(Quelle: Verändert nach ZIMMERMANN 2009, S. 10).

<sup>12</sup> Krauß (2005), S. 166f.

<sup>13</sup> Vgl. Zimmermann (2009), S. 55.

<sup>14</sup> Vgl. Mossman (2008), S. 2-8.

<sup>15</sup> Vgl. Mossman (2008), S. 1f.

Tatsächlich bestehen heutzutage 33,4 % der Hauptarbeitszeit eines Handwerkers während der Ausbauphase aus störungsbedingten Unterbrechungen, Aufräumen und Umräumen, Materialsuche, Wegen und Transporten und können daher als Zeitanteile mit Maßnahmen einer verbesserten Logistik optimierbar angesehen werden (s. Abb. 3).<sup>16</sup> Nach MOSSMAN sind es sogar rund 40 % der Hauptarbeitszeit eines Handwerkers, welche täglich durch Verspätungen und Wartezeiten verloren geht. Dies ist zurückzuführen auf die zunehmende Vielschichtigkeit auf Großbaustellen während des Ausbaus und somit auf die wachsende Anzahl an Nachunternehmern sowie ausführenden Unternehmen und Schnittstellen, welche ein Baustellennetzwerk mit hoher Komplexität ergeben. Letztendlich besteht die Dringlichkeit, die Logistik auf Baustellen durch eine Optimierung des baulegistischen Konzeptes zu verbessern und somit die Anteile an wertschöpfenden Tätigkeiten sowie die Produktivität zu steigern, unwesentlich ob bei 10 %, 30 % oder 50 % verschwendeter Zeitanteile.

## 2.2 Kurzkompodium Lean Construction

Vor dem Hintergrund einer Optimierung der Ausbauphase einer Großbaustelle sollen im folgenden Abschnitt mögliche baulegistische Ansätze im Rahmen eines Lean Managements beschrieben und ein kennzeichnendes Werkzeug vorgestellt werden.

Lean Management im Bauwesen wird unter dem Begriff „Lean Construction“ geführt und bedeutet wörtlich übersetzt „schlanke Baukonstruktion“ bzw. „schlanke Baustelle“.<sup>17</sup> Das System wurde abgeleitet von dem Prinzip der Lean Production, welches die Gestaltung und Planung der Prozesse in der Produktion, Beschaffung und Montage in einigen Wirtschaftsbereichen revolutioniert hat.<sup>18</sup> Das Ziel ist in diesem Zusammenhang die Verschlankeung der Organisation durch Befreiung von überflüssigen Elementen. Übertragen auf das Bauwesen stellen die hauptsächlichen Arten der Verschwendung zu hohe Lagerbestände, unnötige Prozessschritte, Wartezeiten, Materialtransporte sowie Mitarbeiterbewegungen ohne Zweck, Überproduktion sowie mangelhafte Produkte, welche nicht den Anforderungen des Endkunden entsprechen, dar.<sup>19</sup> Diese Arten der Verschwendung sind nicht wertschöpfende Tätigkeiten und werden im Rahmen eines Lean Managements eliminiert, da sie keinen Mehrwert für das Gebäude als Endprodukt haben. Wertschöpfende Prozesse hingegen sollen gleichsam verbessert werden, sodass ein integrierter Wertschöpfungsprozess entstehen kann, welcher ausschließlich wertschöpfende Tätigkeiten und Produkte enthält, für die der Endkunde bereit ist zu bezahlen.

---

<sup>16</sup> Vgl. Zimmermann (2009), S. 9.

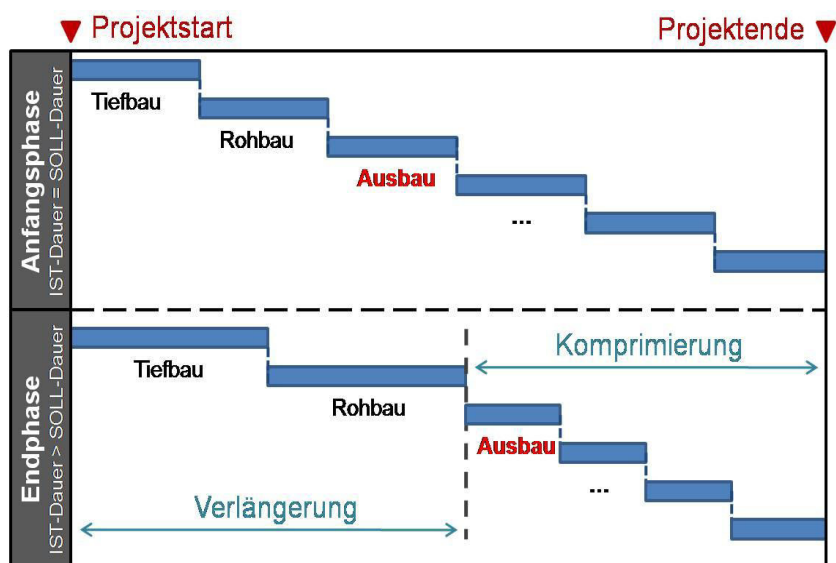
<sup>17</sup> Vgl. Heidrich (2013), S. 2.

<sup>18</sup> Vgl. Krueger (2014), S. 4.

<sup>19</sup> Vgl. Schlabach (2013), S. 6.

Aufgrund bestimmter Besonderheiten ist die Verschlinkung von Prozessen allerdings nur schwer auf die Bauindustrie zu übertragen. Vielfältige und ungewisse Einflüsse auf einer Baustelle bewirken eine hohe Dynamik sowie große Unsicherheiten bei der Bauabwicklung, sodass die Flexibilitätsanforderungen sehr hoch sind.<sup>20</sup> Weiterhin sind Besonderheiten wie eine extreme Einzelfertigung mit sehr hohen Produktwerten und langen Lebensdauern, die Einflussnahme der öffentlichen Hand sowie die teilweise rigiden Vergaberegeln weitere Gründe dafür, dass die Produktion im Bauwesen ganz eigenen Gesetzmäßigkeiten, Umgebungsbedingungen sowie Planungs- und Verfahrenstechniken unterliegt und ein Lean Management nicht unverändert übertragen werden kann.<sup>21</sup>

Das Kernproblem der Bauindustrie, welches mittels eines Lean Managements verbessert werden soll, ist die ungenügende kurzzyklische Termineinhaltung während des Projektverlaufs, welche zu hohen Risiken und Kosten führt. Damit ist die Komprimierung oder gar Parallelisierung der Gewerke und letztlich deren gegenseitige Behinderung gemeint, welche aus der Verlängerung einzelner Gewerke und deren Übertragung auf die Folgenden sowie der Nichteinhaltung kurzzyklischer Termine resultieren (s. Abb. 4).



**Abbildung 4: Kernproblem der Bauindustrie**  
(Quelle: Verändert nach: HEIDRICH 2013, S. 11)

In der Anfangsphase eines Projektes entspricht die Soll-Dauer noch der Ist-Dauer, während es in der fortgeschrittenen Projektphase zu einer Komprimierung der Gewerke, aufgrund einer Verzögerung der anfänglichen Arbeiten, kommt. Mit der Komprimierung der Gewerke bzw. mit einer Parallelisierung steigt der Steuerungsbedarf durch die Bauleitung sowie die Gefahr der Bauzeitüberschreitung. Weitere Folgen sind Qualitätsprobleme und zunehmende

<sup>20</sup> Vgl. Seemann (2007), 61f.

<sup>21</sup> Vgl. Gehbauer (2012), S. 4.

Kosten für die Mängelbeseitigung.<sup>22</sup> „Letztlich gibt das klassische Baumanagement Kosten, Zeiten und Qualitäten vor, die in einer mittelfristigen Zukunft zu erreichen sind, gleichwohl wissend, dass die Fälle, wo diese Ziele tatsächlich erreicht werden, nur selten vorkommen. Trotzdem werden diese unsicheren Planungen immer wieder gemacht und wenn im Verlauf des Projektes starke Abweichungen entstehen, werden die Ressourcen erhöht, was oftmals zur weiteren Erhöhung des Chaos beiträgt.“<sup>23</sup>

Dieses Problem spiegelt sich auch im klassischen Logistikverständnis wieder, da die ursprüngliche Logistikdefinition beinhaltet, dass die benötigten Materialien auf die Baustelle geliefert werden bevor sie gebraucht werden. Weiterhin verwendet in der klassischen Baulogistik jeder einen eigenen Materialtransport und die Produkte werden anschließend auf die vorgesehenen Lagerflächen verteilt und baustellenintern von den einzelnen Gewerken bei Bedarf weitertransportiert. Bei dieser Vorgehensweise der klassischen Baulogistik finden unnötig viele Transporte über viele Kommunikationswege statt, die den Prozess verlangsamen und gegebenenfalls die Qualität beeinflussen. Außerdem müssen zumeist die Arbeiten auf der Baustelle unterbrochen werden, um das Material vom Lager zum Einsatzort zu transportieren und die Lagerflächen zu verwalten, was zu unnötigen Wartezeiten führt. Weiterhin ist der Materialbedarf zumeist nicht ausreichend detailliert geplant, wodurch größere Bestände und mit ihnen ein höherer Platzbedarf erforderlich wird.<sup>24</sup>

Das baulogistische Verständnis von Lean Construction sieht daher vor, dass Materialien erst geliefert werden, wenn sie gebraucht werden, damit man weniger Zeit aufwendet für Transporte und Umschlag, demzufolge eine Just-in-Time Anlieferung der Materialien auf die Baustelle.<sup>25</sup> Just-in-Time ist als ein wesentliches Element des Lean Produktionssystems anzusehen und beinhaltet eine punktgenaue Baulogistik, welche die Bauzeit durch einen effizienten Gesamtablauf verringert. „Im eigentlichen Sinn des Wortes bedeutet Just-in-Time die Rückwärtsterminierung einer Leistungskette ohne Zeitpuffer zwischen den einzelnen Bearbeitungsstellen. Dies bedeutet, dass ein Auftrag einer Leistungsstelle *gerade rechtzeitig* fertiggestellt und an die nächste Leistungsstelle weitergegeben wird. Gerade rechtzeitig (just in time) besagt, dass die Auftragsgegenstände, die auf eine Leistungsstelle zulaufen, nicht zwischengelagert werden.“<sup>26</sup> Die Vorteile, welche sich aus der Etablierung eines Just-in-Time Lieferungskonzeptes demnach ergeben, sind die Eliminierung einer umfangreichen Baustellenlagerung, die Senkung der Logistikkosten durch Verringerung der Materialbestände und damit der Kapitalbindungskosten, die Verringerung des Umlaufmaterials, eine Erhöhung der Arbeitsproduktivität sowie der Transparenz und Übersichtlichkeit auf der Baustelle, eine Steigerung der Qualität, die Verringerung des

---

<sup>22</sup> Vgl. Heidrich (2013), S. 11.

<sup>23</sup> Gehbauer (2012), S. 5

<sup>24</sup> Vgl. Krueger (2014), S. 51f.

<sup>25</sup> Vgl. Constructing Excellence (2004), S.3.

<sup>26</sup> Brandt et al. (2008), S. 32f.



Risikos, dass Materialien beschädigt oder gestohlen werden, und letztlich die Erhöhung der Flexibilität hinsichtlich der kurzfristigen Lieferbereitschaft.<sup>27</sup> Der klassischen Baulogistik, bei der jeder für sich einkauft und anliefern lässt, wird im Rahmen der Lean Logistik entgegengewirkt, sodass die Materialien nicht mehr durch die Bestellung des Einzelnen auf die Baustelle gelangen, sondern dadurch, dass nur die tatsächlich benötigten Ressourcen in den Prozess *gezogen* werden, daher über den sogenannten „Pull-Effekt“. Über diesen Effekt wird Baufreiheit in jedem Bauabschnitt für das dort tätige Gewerk geschaffen.<sup>28</sup>

Die Entwicklung von der klassischen Baulogistik hin zur Lean Logistik beinhaltet zusammenfassend also eine Veränderung der Lieferbedingungen auf einer Großbaustelle von einer *Just-in-Case Logistik* - daher „Nur für den Fall“-Lagerung auf Vorrat - hin zu einer *Just-in-Time Logistik* ohne Zwischenlagerung und im Rahmen des Pull-Prinzips.

Lean Management im Bauwesen beinhaltet bei der Planung und Herstellung von Gebäuden weitere Management-Werkzeuge zur Optimierung des Wertschöpfungsprozesses, auf welche an dieser Stelle allerdings nicht eingegangen werden soll, da diese aus baulogistischer Sicht weniger relevant sind als das bisher genannte Just-in-Time Konzept.

---

<sup>27</sup> Vgl. Brandt et al. (2008), S. 33., Zollondz (2013), S. 133.

<sup>28</sup> Vgl. Heidrich (2013), S. 17.

### 3. Bauleistungs-Konzepte ausgewählter Großbaustellen

Im vorliegenden Kapitel werden ausgewählte, innovative bauleistungskonzepte der letzten Jahre auf anderen Großbaustellen analysiert und deren Strukturierung sowie ihr besonderer Innovationsgrad herausgearbeitet. Am Ende des Kapitels erfolgt ein kurzes Fazit, welche die im Kapitel herausgearbeiteten Erkenntnisse zusammenfasst.

#### 3.1 St. Olav's Integrated Hospital, Trondheim, Norwegen

Das St. Olav's Krankenhaus im norwegischen Trondheim ist ein integriertes Krankenhaus, welches Patienten, Verwandte, Gesundheitspersonal sowie als Universitätsklinikum auch Studenten, Dozenten und Forscher unterbringt und somit ein regionales Kompetenzzentrum für eine Bevölkerung von 630.000 Menschen darstellt. Unter laufendem Betrieb wurden vom einstigen St. Olav's Krankenhaus mehr als 80 % der bestehenden Gebäude abgebrochen und durch neue ersetzt.<sup>29</sup> Nach einer Bauzeit von zwölf Jahren wird das gesamte Projekt im Jahr 2014 abgeschlossen sein und circa 223.000 m<sup>2</sup> Bruttogrundfläche für den Krankenhausbetrieb zur Verfügung stehen. Die Kosten belaufen sich auf circa 1,4 Milliarden Euro.<sup>30</sup>



**Abbildung 5: Bauvorhaben St. Olavs Integrated Hospital (Stand: Sommer 2013)**  
(Quelle: Verändert nach: ST. OLAVS HOSPITAL HF 2013)

Als Besonderheit dieses Bauvorhabens ist herauszustellen, dass das Projekt in zwei von der Herangehensweise unterschiedlichen Phasen realisiert wurde. Bauphase 1 (2002 bis 2006)

<sup>29</sup> Vgl. Andersen et al. (2012), S. 126-127.

<sup>30</sup> Vgl. HelsebyggMidt-Norge (2013).

basiert auf einem traditionellen Projektansatz, bei welchem verschiedene Probleme im Zusammenhang mit Verspätungen, Kostenüberschreitungen und Qualitätsmängeln auftraten. Daher traf man bei der Planung von Bauphase 2 (2006 bis 2014) die Entscheidung der aktiven Nutzung von Lean Construction Praktiken für die Realisierung.<sup>31</sup> Beim Vergleich beider Projektphasen stellte sich heraus, dass die durchschnittlichen Kosten pro Quadratmeter Behandlungszentren in der zweiten, baulich umfangreicheren Bauphase 2 um 6,4 %, daher um 432,00 Euro, pro m<sup>2</sup> reduziert werden konnten (s. Tab. 1). Ein Rückschluss dieses Ergebnisses auf die Verwendung von Lean Praktiken ist jedoch an dieser Stelle nicht möglich. Dennoch soll die Bauphase 2, aufgrund der Eindeutigkeit des Ergebnisses, im Folgenden aus bauphysikalischer Sicht untersucht werden.

| Projektphase                       | Anzahl m <sup>2</sup> | Durchschnittliche Kosten pro m <sup>2</sup> Behandlungszentren in Euro |
|------------------------------------|-----------------------|--|
| <b>Bauphase 1</b>                  |                       |  |
| Patientenhotel                     | 5.419                 | ausgeschlossen   |
| Zentrum für Neurowissenschaften    | 34.943                | 7.006  |
| Laborzentrum                       | 25.556                | 6.683  |
| Behandlungszentrum Frauen & Kinder | 31.184                | 6.577  |
|                                    | <b>97.102</b>         | <b>6.755</b>   |
| <b>Bauphase 2</b>                  |                       |  |
| Bewegungszentrum                   | 19.304                | 6.446  |
| 1902 Building                      | 7.442                 | ausgeschlossen   |
| Versorgungszentrum                 | 9.622                 | ausgeschlossen   |
| Intensivklinik Herz & Lunge        | 40.093                | 6.831  |
| Intensivklinik Magen               | 24.154                | 6.395  |
| Rehabilitations- und Krebszentrum  | 7.079                 | 5.621  |
| Wissenszentrum                     | 17.680                | ausgeschlossen   |
|                                    | <b>125.374</b>        | <b>6.323</b>   |

**Tabelle 1: Übersicht Kosten St. Olavs Hospital nach Bauphasen**

(Quelle: Verändert nach ANDERSEN et al. 2012, S. 141)

Im Hinblick auf das Logistikkonzept des St. Olavs Integrated Hospital können die vier folgenden Schlüsselpraktiken identifiziert werden, welche im Ausbau der zweiten Bauphase formuliert und umgesetzt wurden:

- Anlieferung in Stapeln und Just-in-time,
- Einsatz von Logistik-Kurieren,
- Montage von Gerüstplattformen für Verkabelungsarbeiten und
- Taktungsprinzip.

Hinter dem Prinzip der **Anlieferung in Stapeln und Just-in-time** verbarg sich zunächst das triviale Ziel, die Baustelle nicht zu überladen, sondern übersichtlich und simpel zu halten.

<sup>31</sup> Vgl. Anderson et al. (2012), S. 127.

Dies galt insbesondere für die Vielfältigkeit der verwendeten Baustoffe und Bauverfahren während der Ausbauphase. In diesem Zusammenhang wurde das Verbot ausgesprochen, jegliche Materialien auf der Baustelle zu lagern, außer jenen, welche im Moment des Einbaus benötigt werden. Um dies realisieren zu können, war die Einrichtung eines externen Zwischenlagers für bezogenes Material notwendig. Mit den Lieferanten wurden entsprechende Vereinbarungen getroffen, dass - zur Reduzierung der Materialmengen im externen Zwischenlager - Lieferungen in kleinere Stapel aufgeteilt werden sowie eine Zuordnung und Lieferung zu bestimmten Gebäudebereichen erfolgt.<sup>32</sup> Die Einführung von mehreren kleinen Materialien-Sets führte zunächst zwar zur Erhöhung der Komplexität, spielte jedoch für die Logistikplaner der zweiten Bauphase gegenüber den ungenügenden Flächenkapazitäten sowie der mangelhaften Übersichtlichkeit auf der Baustelle eine untergeordnete Rolle. Als bestmögliche Lösung für die Ausbauphase wurde beim Klinikum die Eliminierung aller Bedürfnisse für die Lagerung und eine direkte, kontinuierliche Anlieferung auf die Baustelle formuliert, daher eine Just-in-time Anlieferung. Dieser Versorgungsprozess ohne jegliche Zwischenlagerung konnte beim St. Olavs Hospital für viele Ausbaugewerke zunehmend umgesetzt werden, wie beispielsweise bei den Türen und den Leuchten, wodurch das Volumen des externen Zwischenlagers gering gehalten wurde. Gewerke mit langer Vorlaufzeit mussten jedoch weiterhin extern zwischengelagert werden, da eine Just-in-Time Anlieferung für diese Materialien zu riskant war.<sup>33</sup>

Als kritisch ist zu betrachten, dass keine Informationen zum Standort des externen Zwischenlagers sowie zu dessen Witterungs- und Diebstahlschutz vorliegen, welche in der Ausbauphase jeder Großbaustelle eine übergeordnete Rolle spielen.

Die Einrichtung eines sich nicht auf der Baustelle befindlichen Zwischenlagers setzte einen erhöhten Materialtransport von der externen Zwischenlagerung zur Baustelle des Klinikums voraus. Der **Einsatz von Logistik-Kurieren** wurde veranlasst, um die wertschöpfende Zeit der ausgebildeten und „teuren“ Handwerker zu maximieren, indem der Materialtransport aus dessen Verantwortungsbereich eliminiert wurde. Als Logistik-Kuriere wurden ungelernte Arbeitskräfte eingestellt, welche über eine Zeitarbeitsfirma angeheuert wurden und den Auftragnehmer nur ein Drittel des Arbeitspreises eines ausgebildeten Handwerkers gekostet haben. Die Logistik-Kuriere wurden vorab geschult, um einige wichtige logistische Aufgaben zu übernehmen, wie zum Beispiel:

- den Materialtransport zu den Handwerkern sowie die Verteilung an die entsprechenden Bereiche oder Räume,
- das Auspacken von Materialien,
- die Durchführung der Qualitätskontrolle,
- das Entfernen von Verpackungen und sonstigem Müll,

---

<sup>32</sup> Vgl. Andersen et al. (2012), S. 134.

<sup>33</sup> Vgl. ebd.

- das Bringen größerer Werkzeuge,
- die Demontage,
- den Zusammenbau von Gerüsten (siehe unten: Montage von Gerüstplattformen für Verkabelungsarbeiten),
- Reinigungsarbeiten, zum Beispiel Staubsaugen vor dem Installieren von Bodenbelägen durch die Handwerker sowie
- das Auffüllen des lieferantengesteuerten Bestandes.<sup>34</sup>

Da Logistik-Kuriere wesentlich günstigere Arbeitskräfte darstellen, verbessern sie die Produktivität der teureren Handwerker erheblich. Beide Arbeitskräfte zusammen haben auf der Baustelle des St. Olavs Integrated Hospital während der Ausbauphase einen hohen Produktivitätseffekt generiert.

Die Produktivität der Handwerker wurde weiterhin durch den Einsatz von **Gerüstplattformen für Verkabelungsarbeiten** erhöht, welche von den Logistik-Kurieren montiert wurden und sich insbesondere für lange Strecken von Verkabelungsarbeiten während der Ausbauphase bewährt haben. Hierbei handelt es sich um 90 cm hohe Plattformen, die sich über die gesamte Länge der Flure erstrecken und ein einfaches Auf- und Abgehen durch die Elektriker ermöglichen. Der Einsatz von Gerüstplattformen ermöglicht eine wesentlich schnellere Installation der Kabel als mit der Nutzung herkömmlicher Tritt- und Stufenleitern.

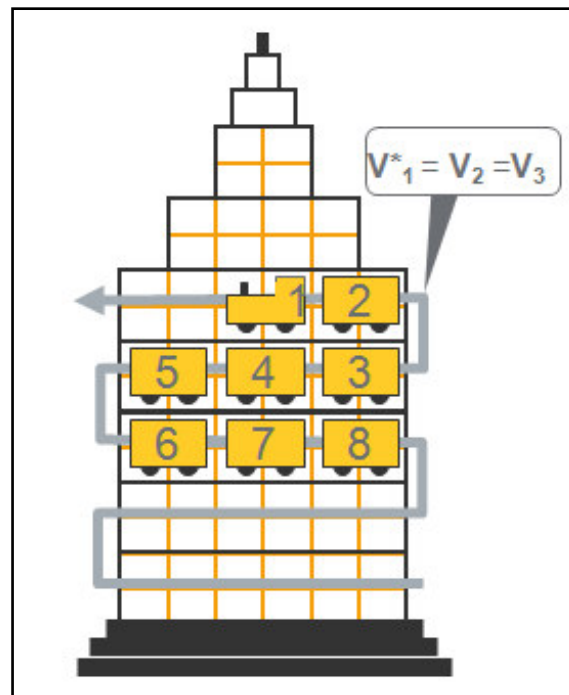
Um die Prozesse während der Ausbauphase weiterhin besonders effizient zu planen und ablaufen zu lassen, sollte das Klinikum im Rahmen des **Taktungsprinzips** in verschiedene, möglichst ähnliche Bereiche aufgeteilt werden, um die Arbeitsprozesse parallel ablaufen zu lassen und den Bauprozess zu beschleunigen. Die Entscheidung zu dieser Vorgehensweise wurde zusätzlich dadurch bestärkt, dass die Fläche in einem Krankenhaus aus vielen kleinen Räumen wie den Patientenzimmern besteht, welche wenig Platz für das gleichzeitige Durchlaufen unterschiedlicher Gewerke bieten. Vor diesem Hintergrund wurde beim St. Olavs Hospital eine optimale Sequenzabfolge definiert, bei welcher das Ende des vorausgehenden Gewerkes ein Signal für den Beginn des nachfolgenden Gewerkes auslöst.<sup>35</sup> Somit befindet sich nur ein einziges Gewerk in einem Raum bzw. Taktbereich, was eine erhöhte Effizienz durch die gleichmäßige Höchstleistung aller beteiligten Gewerke zur Folge hat. Der Takt gibt dabei den Rhythmus der Leistungserbringung an. Alle Gewerke erbringen ihre Leistung je Taktbereich in der gleichen Zeiteinheit (Geschwindigkeit V), beispielsweise wird alle fünf Tage ein Teilabschnitt fertiggestellt und der Gewerkezug läuft in einem festen Takt durch das Gebäude (s. Abb. 6).<sup>36</sup>

---

<sup>34</sup> Vgl. Andersen et al. (2012), S.135-136.

<sup>35</sup> Vgl. ebd.

<sup>36</sup> Vgl. Ed. Züblin AG / Direktion Stuttgart (2013), S. 18.



**Abbildung 6: Das Takt-Prinzip in der Bauindustrie**  
(Quelle: Ed. ZÜBLIN AG, DIREKTION STUTTGART 2013, S. 18)

Demzufolge stellt die Taktplanung eine Optimierung der konventionellen Terminplanung durch ein übersichtliches Termingerüst dar sowie eine Optimierung der Baustellenlogistik durch die Folgerung der Materialanforderungen aus dem Takt heraus und die Realisierung eines stabilen Baufortschritts.<sup>37</sup>

Abschließend ist festzuhalten, dass die Kosten für die Behandlungszentren in der zweiten Bauphase des Klinikums um 3,4 % pro m<sup>2</sup> gegenüber der Phase 1 reduziert werden konnten. Ähnlich verhält es sich mit den Garantiekosten für unzureichende Qualität, welche von 3,1 Mio. Euro in der ersten Bauphase auf 1,8 Mio. Euro in der zweiten Bauphase verringert wurden.<sup>38</sup> Weiterhin ist herauszustellen, dass auch die Bauphase 2 termingerecht fertiggestellt wurde, was angesichts der Komplexität des Bauvorhabens nicht selbstverständlich ist.<sup>39</sup> Welcher Anteil des ganzheitlichen Erfolges der Baustelle tatsächlich der Verwendung von Lean-Werkzeuge zukommt, ist nicht auszumachen. Zusammenfassend kann jedoch festgehalten werden, dass es sich beim St. Olavs Hospital in Trondheim um eine Lean Baustelle handelt, jedoch nicht alle baulegistischen Maßnahmen einen typischen Lean-Charakter aufweisen. Obwohl sich aktiv für ein Lean Management entschieden wurde, fallen der Einsatz von Logistik-Kurieren und Gerüstplattformen für Verkabelungsarbeiten nicht unter den Begriff „Lean“, sondern stellen triviale, innovative Ideen dar, um die Baulegistik während der Ausbauphase zu optimieren und Kosten einzusparen. Der Einsatz

<sup>37</sup> Vgl. STRABAG AG (2013), S. 18.

<sup>38</sup> Vgl. Andersen et al. (2012), S. 141.

<sup>39</sup> Vgl. Andersen et al. (2012), S. 138.

der genannten Optimierungsmöglichkeiten entspricht mit der Eliminierung unnötiger Transporte, Wege und Prozessschritte dem Lean-Gedanken, stellt als solches jedoch kein eindeutiges Lean-Werkzeug dar. Anders verhält es sich mit dem Taktungsprinzip und der Just-in-Time Anlieferung, welche der Gruppe der typischen Lean-Werkzeuge angehören. Insbesondere die Just-in-Time Anlieferung ist als ein wesentliches Element des Lean-Produktionssystems anzusehen und beinhaltet eine punktgenaue Logistik, welche die Bauzeit durch einen effizienten Gesamtablauf verringert. Durch die Schaffung eines stabilen Baufortschritts im Rahmen der Taktung sowie die damit verbundenen möglichen Folgerungen der Materialbestellungen und -anlieferungen aus dem Takt heraus wurde die Just-in-Time Anlieferung beim St. Olavs Klinikum erst möglich, da diese eine Verstetigung von Produktions- und Planungsprozessen bedingt.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass auf der Großbaustelle des norwegischen St. Olavs Klinikums der Bauablauf durch logistische Innovationen sowie die Verwendung von relevanten Lean-Werkzeugen optimiert werden konnte. Der Erfolg ist jedoch nicht nur einer der beiden Gruppen zuzuordnen, vielmehr hat die Kombination aller Maßnahmen gemeinsam zum erfolgreichen Bauablauf beigetragen.

### **3.2 DomRömer Areal, Frankfurt am Main, Deutschland**

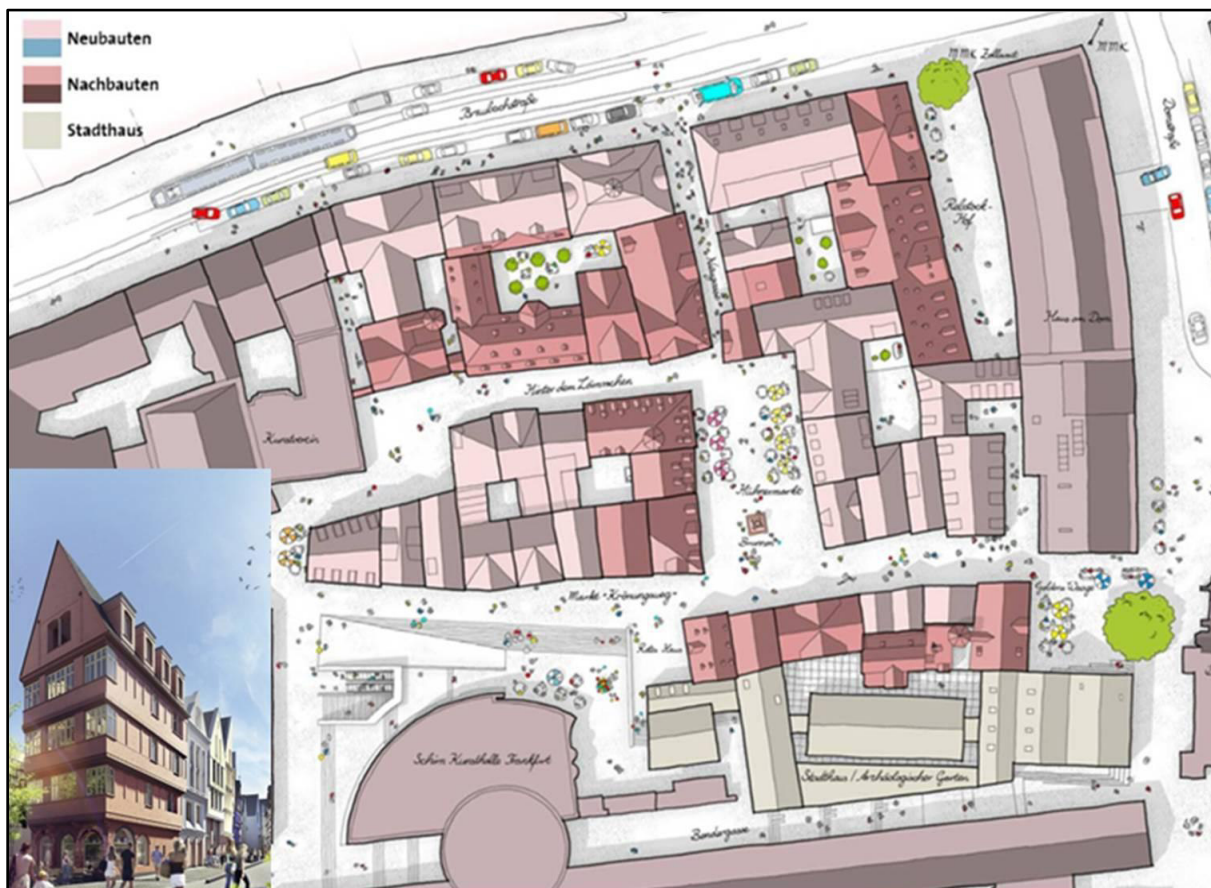
Das neue DomRömer Quartier liegt im Zentrum von Frankfurt am Main und stellt die neu- und nachgebaute Frankfurter Altstadt auf historischem Stadtgrundriss dar. Das Areal umfasst 7.000 m<sup>2</sup> und besteht aus einem Stadthaus sowie 35 Altstadthäusern, darunter 15 Nachbauten sowie 20 Neubauten, und bietet 200 Menschen in rund 80 Wohnungen ein Zuhause. Zusätzlich werden 30 Erdgeschossflächen für Gastronomie, Gewerbe und Handel bereitgestellt sowie ein Parkhaus, welches auf 20.000 m<sup>2</sup> Platz bietet für ca. 600 Pkw-Plätze, die technische Versorgung sowie die Keller der Altstadthäuser.<sup>40</sup> Im Mai 2013 wurde mit dem Rohbau für das Stadthaus am Markt begonnen, die Fertigstellung des Bauvorhabens ist bis zum Jahr 2016 geplant. Der Bauherr des DomRömer Areals ist die Stadt Frankfurt am Main, welche durch ihre Projektleitung, die DomRömer GmbH, vertreten wird.<sup>41</sup> Abbildung 7 stellt eine Übersicht des DomRömer Areals aus der Vogelperspektive sowie eine Visualisierung dar.

Bei vorliegendem Bauvorhaben wird zunächst kein baulegisches Konzept, welches konkrete, logistische Handlungsempfehlungen liefert, vorgestellt, sondern vielmehr geht es in diesem Zusammenhang um ein mögliches logistisches Gesamtkonzept, insbesondere während erhöhter Komplexität in der Ausbauphase des Großprojektes. Die baulegische Innovation liegt demzufolge in der Nutzung und Kombination folgender Verfahrensweisen:

<sup>40</sup> Vgl. DomRömer GmbH (2014).

<sup>41</sup> Vgl. Krebs und Kiefer Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH (2013), S. 4.

- Vergabe der Bauleistungen als Komplettpaket,
- Online-Avisierungssystem,
- Lagermanagement und Just-in-Time.



**Abbildung 7: Übersicht DomRömer Areal**

(Quelle: Verändert nach: DOMRÖMER GMBH 2014)

Vor diesem Hintergrund ist beim DomRömer Bauvorhaben festzuhalten, dass die Bauleistungen selbst als **Komplettpaket** und als separate Leistung vom Auftraggeber vergeben wurde. Die DomRömer GmbH als Projektleitung hat demnach für die Ausbauphase ab Juni 2014 vorgesehen, einen externen Bauleistung-Dienstleister mit logistischen Aufgaben auf der Baustelle zu betrauen. „Dies betrifft die Bereiche Transporte zum Baufeld, Transporte auf dem Baufeld, BE-Flächen, Medienversorgung, bauleistungsinformationelles Informationsmanagement (Brandschutz, Flucht und Rettung), Container, Müllentsorgung/Sauberkeit und Baustellenabsicherung.“<sup>42</sup> Weiterhin steht der Bauleistungler als zentraler Ansprechpartner für den Auftragnehmer vor Ort zur Verfügung. Dieses sekundäre Geschäft, einschließlich Baustellenzugang, Online-Avisierungssystem (s. folgender Abschnitt), Wachsenschutz, Ver- und Entsorgung, Baustrom und -wasser, Bauzaun, WC's, Reinigung, Containerburg, Sicherheitsbeleuchtung, Winterdienst sowie Schlüsseldienst fällt demnach aus dem

<sup>42</sup> Krebs und Kiefer Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH (2013), S. 4.



Leistungs- und Verantwortungsbereich des Bauunternehmens und Reibungsverluste werden somit reduziert, was sich positiv auf die Termin- und Kostensituation auswirkt.<sup>43</sup> Diese bauleistungsorientierte „Vollversion“ hat daher den Vorteil, dass das Bauunternehmen entlastet wird und sich nur auf seinen Kernprozess, das Bauen, konzentrieren muss, da alle weiteren Leistungen vom Bauleistungsunternehmen erbracht werden. „Ergebnis dieser Koordination ist eine gleichmäßige Auslastung der Ressourcen, weniger störendes Material in Rettungswegen, weniger Materialschwund, Beschädigungen und Unfälle auf der Baustelle. Zusätzlich schafft es Kapazitäten für die echten Entscheidungen und Führungsaufgaben auf der Baustelle: von der Überwachung der Bauleistung über die Qualitätssicherung bis zu Maßnahmen bei Störungen im Ablauf.“<sup>44</sup>

Ein Nachteil der beschriebenen Logistik-Vollversion sind die Kosten für das Leistungspaket, welche mit 3 % von der Auftragssumme als relativ hoch anzusehen sind. Die Zahlungsbereitschaft für einen externen Bauleistungsunternehmen ist daher bei den meisten Bauherren und Generalunternehmern nicht vorhanden. Allerdings wird - wie im vorliegenden Fall des DomRömer Areals - zunehmend auf eine ausgeschriebene Bauleistung zurückgegriffen, insbesondere im innerstädtischen Bereich sowie im Ausbaubereich.<sup>45</sup>

Für die Organisation und Steuerung des Materialtransportes stellt der Bauleistungsunternehmen des DomRömer Areals weiterhin ein **Online-Avisierungssystem (OAS)** zur Verfügung, welches ein internetgestütztes Anmeldeverfahren darstellt und im vorliegenden Fall im bauleistungsbereich enthalten ist. Das Online-Avisierungssystem wird genutzt, da - bedingt durch die örtlich unveränderbaren Gegebenheiten - die Möglichkeiten der Anlieferung auf das DomRömer Areal stark reglementiert sind. Um die vielen verschiedenen Nachunternehmer mit unterschiedlich starkem Bedarf an Transporten und vielfältigen Bezugsquellen während der Ausbauphase nicht über eine Gebühr einschränken zu müssen, hat sich die DomRömer GmbH als Projektleitung dazu entschlossen, eine vorlaufende Organisation der Transporte über eine Online-Avisierung durchzuführen. In diesem Programm melden sich die Nachunternehmer an und geben gemäß den möglichen Anlieferungsvarianten ihren Transportbedarf an. Bei der Anmeldung sind zumeist folgende Daten seitens des Nachunternehmers anzugeben: Transportunternehmen, Ware, Menge, Lieferform sowie gegebenenfalls die erforderliche Entladehilfe (Gabelstapler, Hubwagen, Kran). Diese Angaben werden durch den Bauleistungsunternehmen geprüft, bestätigt und gegebenenfalls ein Ausweichtermin eröffnet.<sup>46</sup> „Als abschließende Transportbestätigung erhält der [Nachunternehmer] eine Reservierung seines Anlieferfensters sowie der gebuchten

---

<sup>43</sup> Ed. Züblin AG intern, Direktion Mitte.

<sup>44</sup> Bauserve GmbH (2014).

<sup>45</sup> Ed. Züblin AG intern, Direktion Mitte.

<sup>46</sup> Vgl. Krebs und Kiefer Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH (2013), S. 7.

Entladehilfe im PDF-Format“, mit welcher er Zufahrt auf das Baustellengelände erhält.<sup>47</sup> „Sollten [...] die genannten Randbedingungen, insbesondere das Mitführen der Reservierungsbestätigung, die Entladung der Ware ohne Umlagerung, die Transportversicherung der Ware, vor oder während der Anlieferung nicht erfüllt sein, muss der Baulogistiker den Transport abweisen.“<sup>48</sup> Frühestens sieben Arbeitstage und spätestens zwei Arbeitstage vor dem Lieferzeitpunkt muss eine Anmeldung erfolgt sein, da das System vor und nach diesen Zeitpunkten blockiert ist. Die verbliebenen, freien Anlieferungsfenster sind für alle sich im System befindlichen Nachunternehmer sichtbar und können entsprechend gebucht werden.<sup>49</sup> Abbildung 8 veranschaulicht den Prozess zur Abwicklung der Materialbelieferung auf das DomRömer Areal.



**Abbildung 8: Abwicklung der Materialbelieferung DomRömer Areal**

(Quelle: Verändert nach: KREBS UND KIEFER BERATENDE INGENIEURE FÜR DAS BAUWESEN 2013)

Die Vorteile, welche ein Online-Avisierungssystem demnach bietet, ist zunächst die Minimierung des Fahrzeugverkehrs auf der Baustelle sowie der damit verbundenen Behinderungen aller projektbeteiligten Firmen durch die koordinierte Vergabe von Anlieferungsterminen und Entladestandpunkten. Der vertragliche Bestandteil, dass im Falle einer Verzögerung oder Nichteinhaltung von Lieferterminen die entstehenden Kosten vom Verursacher getragen werden müssen, verschafft der DomRömer GmbH weiterhin eine hohe Liefergarantie der Materialien. Ein weiterer Vorteil des Avisierungssystems liegt im Bereich Arbeitssicherheit, da neben Materialien auch Personen auf der Baustelle angemeldet bzw. eingechekkt werden und im Gefährdungsfall schnell ermittelt werden kann, wie viele Personen sich noch auf der Baustelle befinden. Insgesamt erfolgt über das Avisierungssystem während der Ausbauphase eine Umsetzung von optimierten und

<sup>47</sup> Vgl. Krebs und Kiefer Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH (2013), S. 7.

<sup>48</sup> Krebs und Kiefer Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH (2013), S. 12.

<sup>49</sup> Vgl. Krebs und Kiefer Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH (2013), S. 12

organisierten Abläufen aller notwendigen Anlieferungen auf die Baustelle und in das direkt ausgewiesene Baufeld.

Allerdings herrscht vorwiegend in der Ausbauphase das Problem, dass sich ca. 50 % der Nachunternehmer nicht über das Avisierungssystem anmelden und dieses demnach nicht wie vorgesehen funktionieren kann. Dem Großteil der Subunternehmer fehlen die Geduld sowie das Verständnis, sich mit dem Online-Tool auseinanderzusetzen und es aktiv zu nutzen. Demnach stellt sich die Frage, ob allein die Bereitstellung des Online-Avisierungssystems ausreichend und sinnvoll ist oder ob die Nutzung immer mit einer vorausgehenden Schulung einhergehen sollte.<sup>50</sup> Es ist für den Erhalt der Funktion daher zwingend erforderlich, dass nicht nur ein Teil der Nachunternehmer das Programm aktiv nutzt, da die genannten Vorteile - wie beispielsweise die Minimierung des Lieferverkehrsaufkommens - ansonsten nicht im gewünschten Ausmaß greifen können. Demzufolge sollte die Nutzung eines Online-Avisierungssystems mit einer unterstützenden Maßnahme einhergehen, wie beispielsweise einer Schulung für die Subunternehmer. Weiterhin ist als kritisch zu betrachten, dass Lieferfahrzeuge bei Nichteinhaltung von Terminen oder Nichtanmeldung abgewiesen werden, da sie benötigtes Material für den Ausbau liefern. Insbesondere bei der im vorliegenden Fall angestrebten Just-in-Time Belieferung, auf welche in diesem Kapitel noch eingegangen wird, würde eine derartige Vorgehensweise den Grundgedanken verfehlen und im Zweifelsfall zu einem Baustopp führen. Dieser Problematik wird entgegengewirkt, indem neben der offiziellen Anmeldezone, bei welcher die Reservierungsbestätigung zwingend mitzuführen ist, eine zweite Anlieferzone für nicht angemeldete Transporte eingerichtet wird, wo diese abgewickelt werden.<sup>51</sup>

Zusammenfassend ist im Hinblick auf das Online-Avisierungssystem festzuhalten, dass die Vorgehensweise, dass sich die Subunternehmer innerhalb eines Zeitfensters von sechs Tagen selbst anmelden und ihren Lieferzeitpunkt frei bestimmen können, dem Just-in-Time Prinzip widerspricht und einen grundsätzlichen Kritikpunkt darstellt, wenn das System nicht - wie beim vorliegenden Bauvorhaben - in Kombination mit einem externen Baulogistiker bzw. mit dem baulogistischen Komplettpaket genutzt wird. Der Baulogistiker des DomRömer Areals muss demnach genauestens prüfen, wann und in welcher Reihenfolge die Anlieferungen einen Sinn ergeben und möglichst schnell verbaut werden können. Demzufolge ist die Nutzung eines zudem relativ kostenintensiven Online-Avisierungssystems ohne die Fachkompetenz eines externen Baulogistikers nicht empfehlenswert

Im Hinblick auf das **Lagermanagement** ist festzuhalten, dass auf der Baustelle des DomRömer Areals drei verschiedene baulogistische Flächen unterschieden werden:

---

<sup>50</sup> Ed. Züblin AG intern, Direktion Mitte.

<sup>51</sup> Vgl. Krebs und Kiefer Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH (2013), S. 12ff.

- Erdgeschoss: Standort der zentralen Baustelleneinrichtungselemente,
- 1. Untergeschoss: Verteilerebene,
- 2. Untergeschoss: Lagerfläche.<sup>52</sup>

Im Erdgeschoss befinden sich die zentralen Baustellenelemente, wie beispielsweise Baustellenzugang (Schleusencontainer), WC- und Sanitärcontainer, Anlieferzonen, Kranstandorte sowie der Müllsammelplatz. Weiterhin befinden sich Sonderflächen für Silos, Betonpumpen etc. auf dieser Ebene. Die Lagerflächen im Erdgeschoss können vom Auftragnehmer kostenfrei gebucht werden, allerdings ist die Buchung an die Bedingung geknüpft, dass das Material maximal einen Arbeitstag gelagert wird und daher eine **Just-in-Time Lieferung** darstellt. „Standardverbrauchsmaterial, welches nicht durch die Einbringöffnung ins 2. Untergeschoss eingelagert werden soll oder kann, ist als Just-in-Time Lieferung zu behandeln und planmäßig innerhalb [eines Arbeitstages] zu verarbeiten.“<sup>53</sup> Demnach wird bei vorliegendem Bauvorhaben ein ebenenbezogenes Lagermanagement eingeführt, welches das Erdgeschoss als Just-in-Time-Ebene und das 2. Untergeschoss als Zwischenlagerungsebene festlegt.

Das 1. Untergeschoss fungiert als Verteilerebene für den Auftragnehmer. Der Materialtransport erfolgt per Hand aus dem 2. Untergeschoss durch die Treppenhäuser der verschiedenen Baufelder ins 1. Untergeschoss und von dort aus in die Keller der Einzelhäuser bzw. zum entsprechenden Einbaubereich. „Das 1. Untergeschoss wird durch die sich in Betrieb befindliche Rampe in die Tiefgarage geteilt. Eine Nutzung der öffentlichen Rampe ist [jedoch] untersagt.“<sup>54</sup>

Das 2. Untergeschoss wird als Lagerfläche für Material verwendet, welches nicht unmittelbar eingebaut werden kann oder soll. Jedem Subunternehmer wird im 2. Untergeschoss eine BE-Fläche von 10 m<sup>2</sup> zugewiesen.<sup>55</sup> Der Baulogistiker des DomRömer Quartiers übernimmt die Ware an der Anlieferzone und transportiert diese zum ausgewiesenen Lagerplatz im 2. Untergeschoss (s. Abb. 9).<sup>56</sup>

Das vorgenommene ebenenbezogene Lagermanagement des DomRömer Areals erweist sich als eine fundierte Lösung, um die baulogistische Komplexität während der Ausbauphase zu bewältigen. In dieser Phase ist es problematisch, ein Just-in-Time Konzept auf einer Baustelle zu etablieren, da beim Ausbau der technischen Ausstattung beispielsweise verschiedene Materialien benötigt werden, welche bereits im Voraus angeliefert werden müssen. „Um alle benötigten Materialien sowie die technischen Objekte und die [gegebenenfalls] dazu benötigten Sondermaschinen termingerecht auf der Baustelle

<sup>52</sup> Vgl. Krebs und Kiefer Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH (2013), S. 20f.

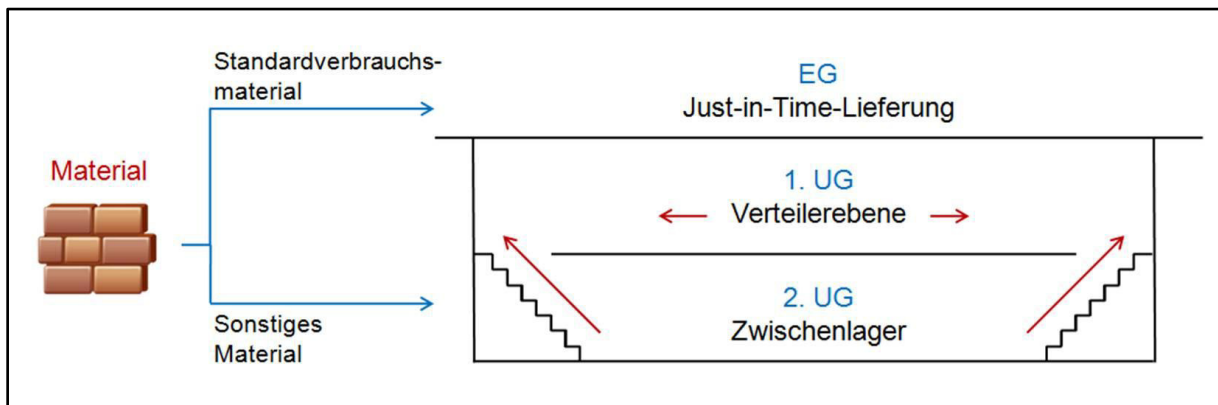
<sup>53</sup> Krebs und Kiefer Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH (2013), S. 20.

<sup>54</sup> Krebs und Kiefer Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH (2013), S. 21.

<sup>55</sup> Vgl. Krebs und Kiefer Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH (2013), S. 21.

<sup>56</sup> Vgl. Krebs und Kiefer Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH (2013), S. 12.

bereitstellen zu können, bedarf es einem sehr genauen, zeitlich kalkulierten Bauablaufplan“, was in der Realität allerdings - aufgrund der im Bau unplanmäßig auftretenden Einflüsse - schwer umsetzbar ist.<sup>57</sup> Eine ebenenbezogene Lagereinteilung bietet demnach neben der Just-in-Time Anlieferzone im Erdgeschoss eine Zwischenlagerungsfläche für Materialien, welche nicht unmittelbar verbaut werden können oder sollen sowie gleichzeitig eine Pufferfläche bzw. „Notfallfläche“, im Falle des Auftretens von unerwarteten und nichtkalkulierten Situationen bei einer Just-in-Time Anlieferung, wie beispielsweise dem Ausfall einer benötigten Sondermaschine. Die Zwischenlagerfläche im 2. Untergeschoss bietet daher eine gewisse Sicherheit, welche aber nicht dahingehend ausgenutzt werden sollte, als das in jedweder kritischen Situation auf diese Ausweichfläche verwiesen werden kann.



**Abbildung 9: Lagermanagement DomRömer Areal**  
(Quelle: Eigene Darstellung)

Insgesamt greift die Baustelle DomRömer Areal zwar nicht ausschließlich auf ein Just-in-Time Konzept zurück, generiert durch die Just-in-Time Beschaffung der Standardverbrauchsmaterialien im Erdgeschoss aber dennoch folgende wesentlichen Ziele:

- Verringerung der Materialbestände sowie der Kapitalbindungskosten des Materials,
- Verringerung des Lagerraumbedarfes,
- Erhöhung der Arbeitsproduktivität,
- Erhöhung der Transparenz und Übersichtlichkeit der Abläufe und
- Erhöhung der Flexibilität bezüglich der kurzfristigen Lieferbereitschaft.<sup>58</sup>

Die Zwischenlagerung von Materialien im 2. Untergeschoss, welche nicht unmittelbar verbaut werden können, hat weiterhin den Vorteil, dass insbesondere feuchteempfindliches

<sup>57</sup> Brandt et al. (2008), S. 55.

<sup>58</sup> Vgl. Brandt et al. (2008), S. 33.

Material gegen Witterung geschützt ist. Auch der im vorliegenden Bauvorhaben gewährleistete Schutz gegen Diebstahl spielt während der Ausbauphase eine maßgebende Rolle im Hinblick auf die Lagersituation der DomRömer Baustelle.<sup>59</sup>

Abschließend bleibt festzuhalten, dass es sich beim vorliegenden Bauvorhaben um ein ausgereiftes, baulogistisches Konzept handelt, welches optimal auf die Besonderheiten des innerstädtischen Ausbaubereiches abgestimmt wurde. Das kombinierte Konzept aus baulogistischem Komplettpaket, Online-Avisierungssystem und Lagermanagement bzw. Just-in-Time Management ist eine gelungene Gesamtlösung, da sich alle Maßnahmen gegenseitig unterstützen und einander bedingen. Das Online-Avisierungssystem kann nur erfolgreich sein, wenn es auch mit entsprechender Fachkompetenz bedient und ergänzt wird und das Just-in-Time Konzept kann wiederum nur gelingen, wenn die Anlieferungen im Avisierungssystem zeitlich sinnvoll getaktet werden. Der Erfolg des Just-in-Time Konzepts auf der DomRömer Baustelle ist demnach unmittelbar geknüpft an die Fachkompetenz des externen Baulogistikers, welcher die Anmeldungen der Materialtransporte zu prüfen und gegebenenfalls zu sortieren hat. Der Baulogistiker bildet im Rahmen des baulogistischen Komplettpakets die Schnittstelle zwischen dem Online-Avisierungssystem und der Just-in-Time Belieferung bzw. dem Lagermanagement. Die Kombination der baulogistischen Maßnahmen deutet darauf hin, dass sich bereits im Vorfeld mit möglichen Schwächen der einzelnen Systeme und deren Vorbeugung auseinandergesetzt wurde. Beispielsweise wurde die zusätzliche Anlieferungszone für nicht angemeldete Lieferungen eingerichtet, da die Problematik der Nichtanmeldungen über das Avisierungssystem bekannt war.

Trotz der beschriebenen Vorteile wird die baulogistische Vollversion von Bauherren und Generalunternehmern kaum genutzt, da diese mit ca. 3 % der Gesamtauftragssumme als zu teuer empfunden wird. Ein Online-Avisierungssystem wird heutzutage hingegen auf nahezu jeder Großbaustelle genutzt, allerdings ohne Unterstützung durch einen externen Baulogistiker und mit dem Effekt, dass sich die Nachunternehmer einen für sie passenden Lieferzeitpunkt innerhalb des mehrtägigen Zeitfensters wählen, ohne dass das Material tatsächlich in diesem Moment oder gar an diesem Tag benötigt wird. Der Einsatz des Online-Tools allein optimiert daher weder die Materialbelieferung, noch kann damit eine Just-in-Time *Belieferung* erreicht werden. Aus diesem Grunde sollte bei innerstädtischen Großbaustellen mit einer Vielzahl von Nachunternehmern während der Ausbauphase in das Komplettpaket eines erfahrenen Baulogistikers investiert werden, sodass die Logistik auch in greifbarem Ausmaß optimiert werden kann.

Alles in allem liefert das Baulogistik-Konzept des DomRömer Areals in Frankfurt am Main keine detaillierten logistischen Handlungsempfehlungen, sondern beschreibt ein zwar

---

<sup>59</sup> Vgl. Töpfer (2000), S. 70f.

preisintensives, bauplanologisches Gesamtkonzept, welches aber insgesamt als eine innovative Möglichkeit in Betracht gezogen werden sollte, um die Komplexität sowie die Schwierigkeiten auf einer Großbaustelle während der Ausbauphase zu bewältigen.

### 3.3 Heathrow Terminal 5, London, Großbritannien

Der Terminal 5 ist die jüngste Erweiterung des internationalen Londoner Großflughafens London Heathrow Airport und wurde nach sechs Jahren Bauzeit im März 2008 fertiggestellt. Bauherr ist die BAA Limited (British Airport Authority), welche Besitzer und Betreiber von insgesamt sieben britischen Flughäfen ist, darunter London-Heathrow. Der neue Terminal bietet seinem Mieter British Airways zusätzliche Kapazitäten für jährlich mehr als 30 Mio. Passagiere und stellt das größte freistehende Bauwerk Großbritanniens dar, welches sich auf fünf Ebenen verteilt, jede mit einer Größe von zehn Fußballfeldern.<sup>60</sup>

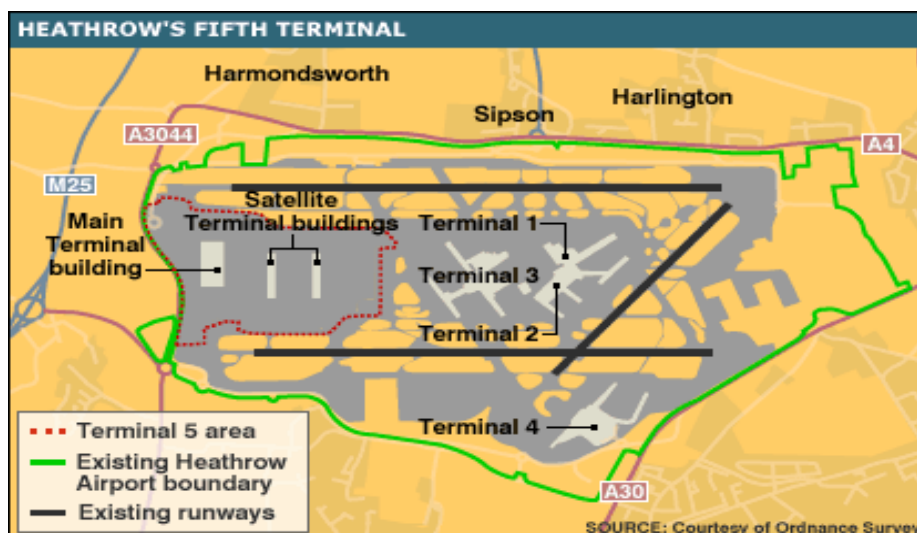


Abbildung 10: Übersicht London Heathrow Airport und Terminals  
(Quelle: BBC News 2007)

Der finanzielle Umfang beträgt 5,15 Milliarden Euro. Zum Bauvorhaben des Terminal 5 gehören der Neubau eines Hauptgebäudes, zwei Satelliten-Terminals, welche in einer zweiten Bauphase bis 2011 fertiggestellt wurden, 60 Flugzeugstandplätze, ein Flugverkehrskontrollturm, 25 Stichstraßen, ein Hotel mit 600 Betten sowie ein Anschluss an das Londoner U-Bahn-Netz (s. Abb. 10). Weiterhin werden in diesem Zusammenhang insgesamt 175 Aufzüge und 131 Rolltreppen hergestellt sowie 18 km Gepäckförderanlagen, 13,5 km Tunnelanlagen und ein Parkhaus.<sup>61</sup>

Das Bauvorhaben Heathrow Terminal 5 zeichnet sich einerseits durch die beträchtliche Größenordnung des Projektes aus, zum anderen war die Nutzung der Baustelleneinrichtung

<sup>60</sup> Vgl. Lindner Group.

<sup>61</sup> Vgl. Black (2006), S. 3ff.

mit relativ vielen Einschränkungen behaftet. Auf der einen Seite befanden sich demzufolge eine komplexe Baustelle mit 8.000 Beschäftigten, 360 Mio. Tonnen Material, 6,5 km temporären Straßen sowie einer Anzahl von 30 Kranen zu Höchstzeiten.<sup>62</sup> Dem gegenüber standen die Nutzung lokaler Straßen, begrenzte Anlieferungszeiten, topographische Einschränkungen, erhöhte Sicherheitsvorkehrungen sowie ein einseitiger Baustellenzugang und -ausgang, welcher über eine einzelne Brücke mit einspurigen Fahrbahnen in beide Richtungen erfolgte.<sup>63</sup> 20 % der Kosten fielen auf den Transport ab und stellen somit logistikbezogene Kosten dar.<sup>64</sup> Bereits im frühen Planungsstadium realisierte man, dass die Baulogistik im vorliegenden Bauvorhaben das größte Hindernis darstellte und entschied sich für folgende Lösungen:

- Konsolidierungszentrum mit Just-in-Time Anlieferung,
- Einsatz von Drop-off-Bussen.

Während der Rohbau- und Ausbauphase hat der Bauherr neben einem Online-Avisierungssystem auf die Nutzung eines **Konsolidierungszentrums** zurückgegriffen, um - trotz der baulogistisch komplizierten Bedingungen - einen effizienten und sicheren Materialfluss zu gewährleisten. Die Lieferantenverkehre sollten in diesem außerhalb der Stadt gelegenen Umschlagpunkt gebündelt und als eine Lieferung zur Baustelleneinrichtung des Terminal 5 transportiert werden.

In Großbritannien besteht ein zunehmendes Interesse an der Nutzung von Konsolidierungszentren, um Bauprojekte gegen die Tücken der Materialanlieferungen zu „puffern“.<sup>65</sup> Ein Konsolidierungszentrum ist demnach eine logistische Einrichtung, welche sich in geografischer Nähe zur Baustelle befindet und von welcher aus gebündelte Materiallieferungen in das ausgewiesene Baufeld erfolgen.<sup>66</sup> Das Konsolidierungszentrum in London-Heathrow, welches auch für die Ausbauphase des Heathrow Terminal 5 genutzt wurde, erhält Material für mehrere Bauvorhaben und liefert diese anschließend gebündelt an die entsprechenden Baustellen, sobald das Material benötigt wird. Demnach kann bei vorliegendem Bauvorhaben eine Just-in-Time-Belieferung umgesetzt werden (s. Abb. 11). Als Ziel formulierte man zusätzlich die Verbesserung der Produktivität, der Planzuverlässigkeit sowie des Preis-Leistungsverhältnisses, was mittels des Konsolidierungszentrums realisiert werden sollte.<sup>67</sup>

---

<sup>62</sup> Vgl. Mace Group (2008), S. 3.

<sup>63</sup> Vgl. Mossmann (2008), S. 8.; Vgl. Black (2006), S. 8.

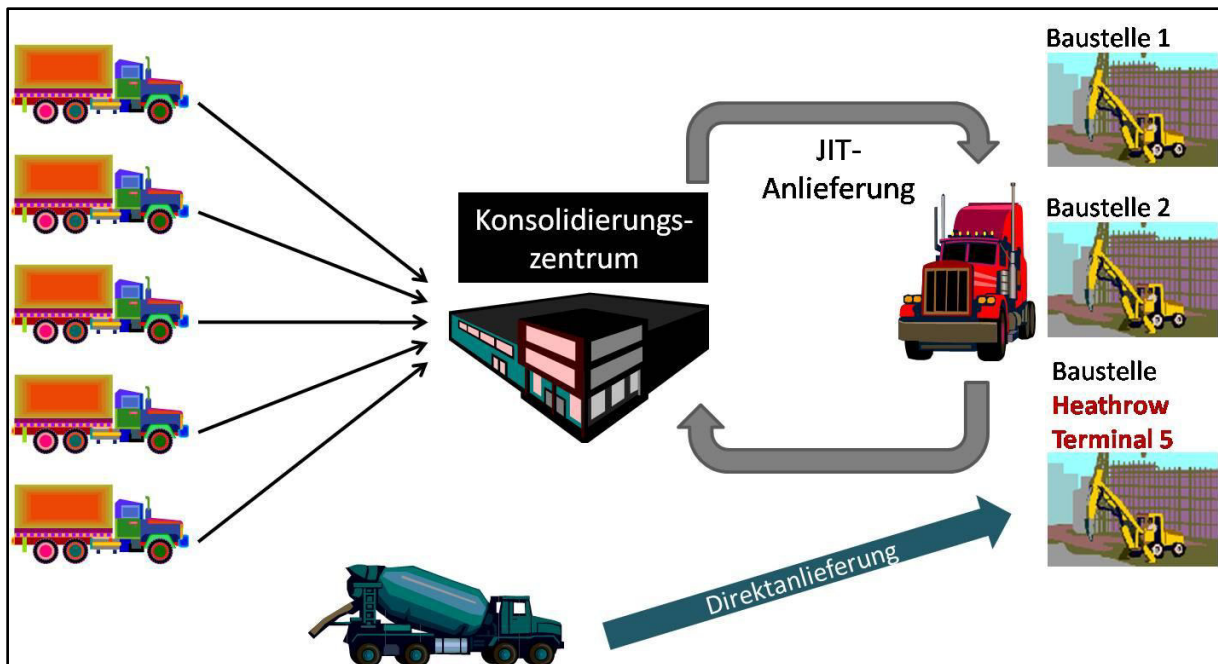
<sup>64</sup> Vgl. Mace Group (2008), S. 3.

<sup>65</sup> Vgl. Mossman (2008), S. 8.

<sup>66</sup> Vgl. Brown (2011), S. 3.

<sup>67</sup> Vgl. Mace Group (2008), S. 6-9.





**Abbildung 11: Just-in-Time Anlieferung über ein Konsolidierungszentrum**

(Quelle: Verändert nach: MACE GROUP 2008, S. 8.)

Das Londoner Konsolidierungszentrum ist 2,5 km vom Flughafen Heathrow entfernt und bediente neben dem Bauvorhaben Terminal 5 noch weitere Projekte. Der Auftraggeber BAA hat in diesem Zusammenhang mit der *DHL Supply Chain* einen Vertrag zum Betrieb des Heathrow Konsolidierungszentrum gemacht, welcher 2009 nochmals bis 2012 verlängert wurde.<sup>68</sup> Das Konsolidierungszentrum der DHL bietet eine Fläche von knapp 5.250 m<sup>2</sup> sowie zusätzlich eingezogene Zwischengeschosse, externen Ablageraum und die nötigen Flurförderzeuge wie Gabelstapler, Hubwagen sowie andere Baumaschinen. Die Anmeldung für eine Materialauslieferung sollte 24 Stunden im Voraus erfolgen. Ins Konsolidierungszentrum eingehende Lieferungen mussten bis zu 48 Stunden im Voraus angemeldet werden, gleiches galt für Spätlieferungen. Die Sortierung der Materialien erfolgte über papierbasierte Materialkennzeichnungen, Barcode-Scanning sowie ein Warenhaus-Management-System, was die Bewegung und Lagerung von Materialien innerhalb des Konsolidierungszentrums kontrollierte und letztlich die Liefergenauigkeit gewährleistete.<sup>69</sup> Bei einem Bauvorhaben der Größenordnung des Terminal 5 sowie der vorliegenden bauphysikalisch komplizierten Situation hätte es ohne die Nutzung des Konsolidierungszentrums - insbesondere während der Ausbauphase - schwerwiegende Probleme gegeben, im Hinblick auf ein erhöhtes Verkehrsaufkommen durch unabhängige Lieferungen und Teilladungen. In diesem Zusammenhang wäre auch der Aufwand der Sicherheitskontrollen der Lastkraftwagen unverhältnismäßig gewesen. Durch die Nutzung des Heathrow Konsolidierungszentrums wurde eine Optimierung des Materialflusses erreicht, indem eine

<sup>68</sup> Vgl. DHL Deutsche Post (2009).

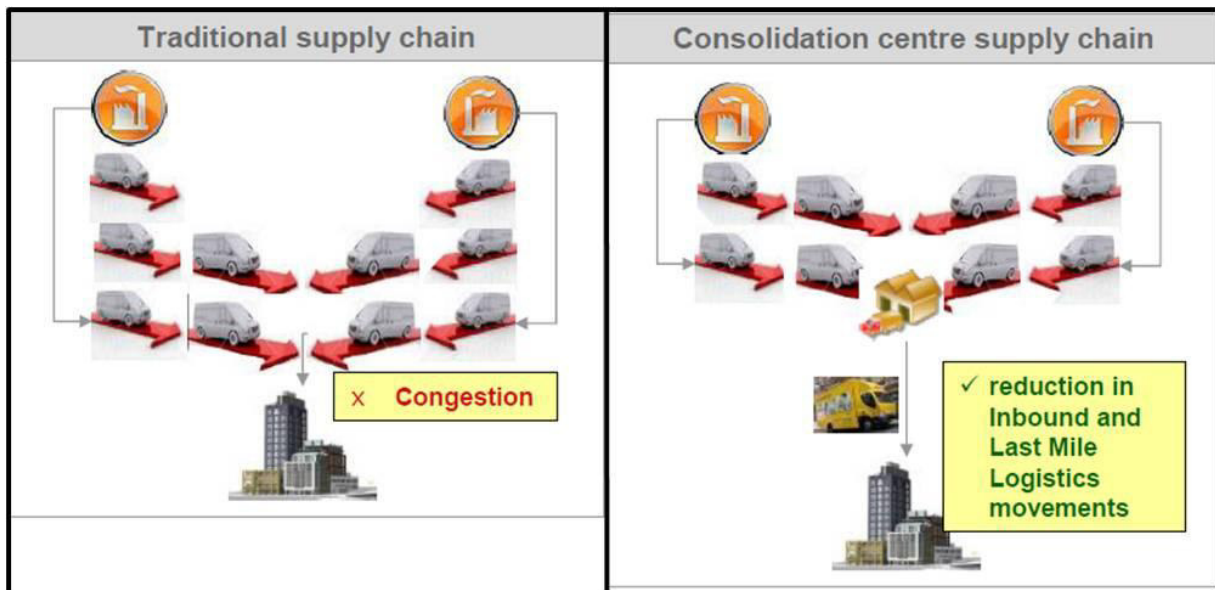
<sup>69</sup> Vgl. Mace Group (2008), S. 10.

gebündelte Just-in-Time Anlieferung mit weniger und dafür kumulierten Materialanlieferungen etabliert werden konnte. Daher wurde ausschließlich das Material auf die Baustelle geliefert, was auch tatsächlich benötigt wurde. Somit wurden Materialbestände sowie der Lagerraumbedarf auf der Baustelle verringert und damit eine Erhöhung der Transparenz und Übersichtlichkeit der Abläufe, welche mit einer Erhöhung der Arbeitsproduktivität einherging, erreicht. In diesem Zusammenhang wurden Gesundheitsrisiken und Arbeitsunfälle auf der Baustelle reduziert. Weiterhin konnte mit der Nutzung des Konsolidierungszentrums die Flexibilität bezüglich der kurzfristigen Lieferbereitschaft erhöht werden. Durch die reduzierten Materialtransporte wurden Verkehrsaufkommen und Staus vor und auf der Baustelle minimiert, was - neben einer zügigeren und übersichtlicheren Abwicklung - weiterhin zur Verbesserung der Luftqualität durch den verminderten Ausstoß von Abgasen beitrug. Ein weiterer Vorteil, welcher durch die Nutzung des Heathrow Konsolidierungszentrums generiert werden konnte, ist die Einsparung von – zumeist in logistischen Engpässen begründeten - Teilladungen, Nachtlieferungen und Einsätzen von Begleitfahrzeugen, wodurch die Gesamttransport- und daher die Gesamtlogistikkosten reduziert wurden.<sup>70</sup> Weiterhin wird durch die Lagerung und Bündelung der Materialanlieferungen in einem Konsolidierungszentrum der unbeschädigte Lieferzustand der Materialien weitgehend erhalten sowie der Schutz vor Diebstahl gewährleistet. Die Reduzierung der Auswirkungen der Bauarbeiten auf den Flughafenbetrieb war ein weiteres Argument, das für die Nutzung eines Konsolidierungszentrums sprach.

Die folgende Abbildung greift zusammenfassend nochmals das Hauptargument auf, weshalb sich seitens des Auftraggebers für ein Konsolidierungszentrum entschieden wurde. Der Unterschied zwischen der traditionellen Versorgungskette und der Konsolidierungszentrum-Lieferkette liegt demnach in der Vermeidung von Verkehrsstaus bei der Materialanlieferung. Insbesondere bei 360 Mio. Tonnen Material sowie einer einspurigen Zufahrt zur Baustelle ist die Vorablagerung und Bündelung im DHL Konsolidierungszentrum Heathrow sinnvoll, um einen Verkehrsstau vor der Baustellenzufahrt zu vermeiden (s. Abb. 12). Die eingehenden Logistikbewegungen sowie die „Last-Mile-Logistik“, daher die „letzte Meile der Logistik“ bis der Kunde sein Endprodukt erhält, werden reduziert, sodass mittels eines Konsolidierungszentrums die Gesamtlogistikbewegungen verringert werden und dementsprechend auch die Gesamtlogistikkosten.

---

<sup>70</sup> Vgl. Mace Group (2008), S. 12.



**Abbildung 12: Traditionelle Lieferkette vs. Konsolidierungszentrum-Lieferkette**  
(Quelle: Verändert nach BROWN 2011, S. 3.)

Die Nutzung des Konsolidierungszentrums für den Bau des Terminal 5 optimierte den Bauprozess aus bauphysikalischer Sicht und generierte ökonomische, ökologische sowie soziale Vorteile. In ökonomischer Hinsicht wurden Netto-Kosteneinsparungen von 2 % der Gesamtprojektkosten erreicht sowie eine Verbesserung der Produktivität, über 99 % erfolgreiche Just-in-Time Anlieferungen und eine Erhöhung der Planzuverlässigkeit von 4,5 %. Aus ökologischer Hinsicht konnten durch die Nutzung des Konsolidierungszentrums 50 % der Lastkraftwagentransporte und insgesamt 50.000 km lokale Wegstrecke für Bauzwecke eingespart und somit Kohlenstoffdioxid-Emissionen um 40 % reduziert werden. Im sozialen Bereich wurde die Sicherheit verbessert und in diesem Zusammenhang das Risiko für Arbeitsunfälle reduziert.<sup>71</sup>

Die BAA als Bauherr entschied sich für eine weitere Maßnahme, um die bauphysikalisch komplizierte Situation zusätzlich zu optimieren. Der Einsatz von **Drop-off-Bussen** sollte das erhöhte Verkehrs- und Personenaufkommen am Baustellenzugang verringern. Insgesamt 8.000 Arbeiter erhielten Zugang zur Baustelleneinrichtung und mussten vorher eine Sicherheitskontrolle absolviert haben, bevor sie befugt waren, das Flughafengelände zu betreten. Eine pünktliche Fertigstellung des Bauvorhabens hätte ein Fahrzeugaufkommen von zwei Fahrzeugen pro Minute erforderlich gemacht, welche die einspurige Brücke überqueren. Demzufolge betrieb die BAA sogenannte Drop-off-Busse, welche die Handwerker von einer bis zu 65 km entfernten Station abholte, zumeist U-Bahn-Stationen im Großraum London oder externen Parkplätze. Während der Fahrt zur Baustelle wurde die tägliche Sicherheitskontrolle durch die BAA bei den Handwerkern durchgeführt, sodass diese das Flughafengelände anschließend zügig betreten durften.<sup>72</sup> Mittels dieser Maßnahme

<sup>71</sup> Vgl. Mace Group (2008), S. 11.

<sup>72</sup> Vgl. Mossman (2008), S. 8.

konnte das Verkehrsaufkommen deutlich minimiert werden, da einzelne, vollgeladene Busse die abgeholtten Arbeiter direkt im Baufeld abgesetzt haben und am Baustellenzugang keine weiteren Sicherheitskontrollen notwendig waren. Somit wurde zusätzlich eine zügige und sichere Abwicklung des Personenzugangs zur Baustelle ermöglicht.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass es sich beim Bauvorhaben Heathrow Terminal 5 um ein komplexes Projekt mit erheblichen baulogistischen Einschränkungen handelte, welche rechtzeitig erkannt wurden und auf die man mit den beschriebenen Maßnahmen entsprechend eingewirkt hat. Bereits im Vorfeld entschloss sich der Bauherr dazu, jegliche Verschwendung, daher unnötige Bewegungen von Materialien, Wartezeiten, Transporte und Vorräte, aus dem Wertschöpfungsprozess zu eliminieren und den Bau des Heathrow Terminals im Rahmen eines Lean Managements zu realisieren.<sup>73</sup> Die von MOSSMAN definierten logistischen Verschwendungen, wie Umgang mit erst zu einem späteren Zeitpunkt benötigten Materialien, Diebstahl und Beschädigung, Verspätungen im Bauprozess durch verspätete Lieferungen, Materialtransporte und -umlagerungen durch ausgebildete Handwerker, Wartezeit ausgebildeter Fachkräfte, Unfälle durch Eile infolge von Materialverspätungen sowie einem erhöhten Verkehrsaufkommen, wurden durch die Nutzung des Heathrow Konsolidierungszentrums zur Bündelung von Materialtransporten erfolgreich gelöst.<sup>74</sup> In diesem Zusammenhang konnte auch eine Just-in-Time Belieferung realisiert werden, anstelle der traditionellen Überbestellung „just-in-case“. Das verhältnismäßig geringe Verkehrs- und Personenaufkommen am Baustellenzugang ist dem Einsatz von Drop-off-Bussen geschuldet, welche zwar eine für den Bauherren aufwendige aber baulogistisch gewinnbringende Lösung darstellt. Der logistischen Verschwendung von langen Wegdistanzen zu den Sanitäreinrichtungen wurde durch nahegelegene Toiletten für die Handwerker entgegengewirkt, womit sich deren wertschöpfende Zeit erhöhte. Daher ist die Großbaustelle Heathrow Terminal 5 als eine ausgereifte und funktionierende Baustelleneinrichtung zu betrachten, bei welcher - im Sinne eines Lean Managements - mögliche baulogistische Verschwendungen mittels innovativer Lösungen minimiert wurden und der Wertschöpfungsprozess selbst unter eingeschränkten logistischen Bedingungen optimiert werden konnte.

### **3.4 Weitere Logistikkonzepte**

Im folgenden Kapitel sollen ausgewählte baulogistische Aspekte zwei weiterer Großbaustellen auf ihren Innovationsgrad sowie ihre Strukturierung hin analysiert werden. Demzufolge wird nicht wie bei der Untersuchung vorangegangener Großbaustellen das

---

<sup>73</sup> Vgl. Mace Group (2008), S.3.

<sup>74</sup> Vgl. Mossmann (2008), S. 2.

ganzheitliche bauplanerische Konzept erläutert, sondern ausschließlich einzelne ausgewählte Aspekte in diesem Kontext. Die beiden Untersuchungsobjekte stellen in diesem Zusammenhang die neue Firmenzentrale der Thales Deutschland GmbH in Ditzingen und das Konzerthaus in Dortmund dar.

### **Neubau Firmenzentrale der Thales Deutschland GmbH in Ditzingen, Stuttgart**

Die Thales Deutschland GmbH mit Sitz in Stuttgart ist ein seit über einem Jahrhundert in Deutschland ansässiges Elektronikunternehmen und Systemhaus, welches im In- und Ausland Kommunikations-, Informations- und Steuerungssysteme anbietet.<sup>75</sup> Das durch die FOM Real Estate konzipierte Büroneubauprojekt mit Parkhaus hat ein Gesamtbauvolumen von 104 Mio. Euro, einen Bruttorauminhalt von 298.000 m<sup>3</sup> und besitzt sechs Geschosse sowie ein Untergeschoss.<sup>76</sup> Das Gebäudeensemble besteht aus vier quadratischen und an den Ecken miteinander verbundenen Verwaltungs- und Produktionsgebäuden mit Innenhöfen und liegt am Rande des bereits bestehenden Gewerbegebietes Ditzingen an der A81 (s. Abb. 13). Die Stuttgarter Niederlassung der Ed. Züblin AG wurde mit dem Bau der neuen Thales Firmenzentrale beauftragt und stellte den Rohbau termingerecht innerhalb von nur acht Monaten fertig.<sup>77</sup> Der Baubeginn war im August 2012, die Übergabe erfolgte fristgemäß am 30.05.2014, sodass die 1.500 Mitarbeiter von insgesamt 3.800 Mitarbeitern im Juni 2014 ihre neue Firmenzentrale beziehen konnten.<sup>78</sup>

Der Neubau der Thales Konzernzentrale stellt das zweite Pilotprojekt im Raum Stuttgart dar, bei dem die operative Umsetzung von Lean Construction erfolgt ist und welches bis zur Umsetzung des getakteten Ausbaus durch die Ed. Züblin AG begleitet wurde.<sup>79</sup> Aufgrund der anspruchsvollen Flächenbebauung für das High-Tech-Unternehmen und der daraus resultierenden logistischen Herausforderungen hinsichtlich der Baustellenver- und entsorgung, entschied man sich im Rahmen des Lean Managements, neben der Taktung sowie der Just-in-Time Belieferung als Lean-Werkzeuge, für die Anwendung eines „Visualisierten Managements“ im Bereich der Entsorgungslogistik. Während im bisherigen Verlauf der Arbeit ausschließlich bauplanerische Konzepte zur Baustellenversorgung analysiert wurden, soll nun ein Aspekt der Entsorgungslogistik herausgegriffen und untersucht werden, da insbesondere die Beseitigung von Abfällen auf einer Großbaustelle für den reibungslosen Ablauf der Logistik von entscheidender Relevanz ist.

---

<sup>75</sup> Vgl. Ed. Züblin AG, Stuttgart (2013), S. 3-4.

<sup>76</sup> Vgl. Ed. Züblin AG (2014), S. 18.

<sup>77</sup> Vgl. Ed. Züblin AG, Stuttgart (2013), S. 1-2.

<sup>78</sup> Vgl. Ed. Züblin AG (2014), S. 18.

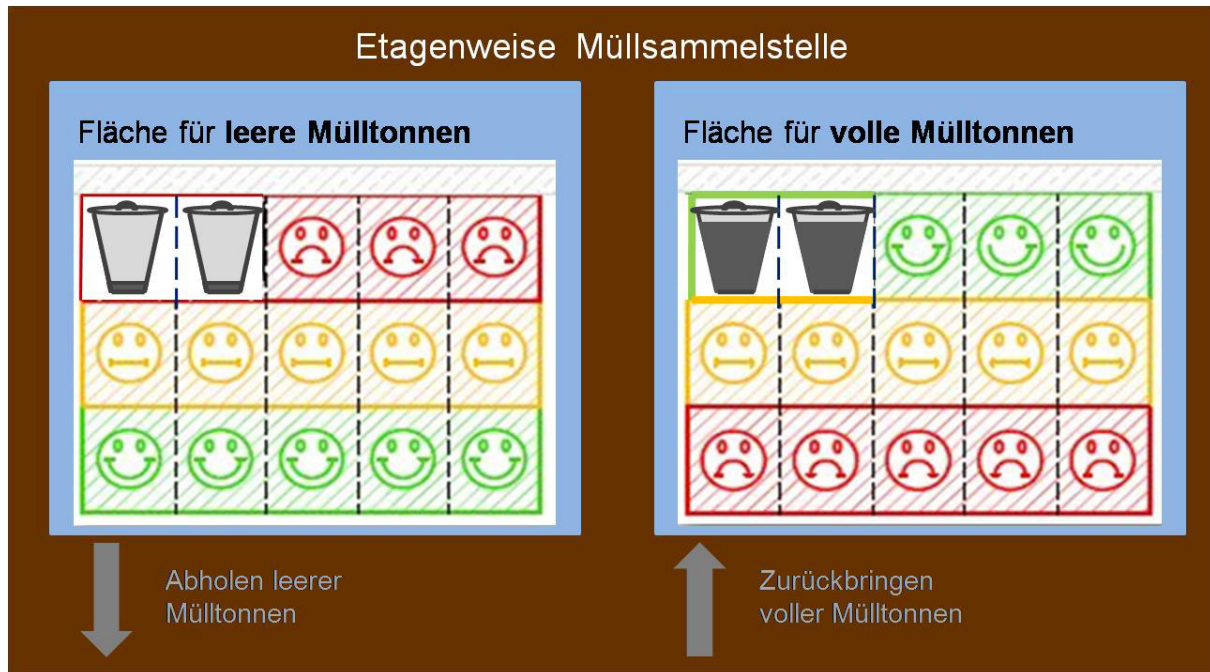
<sup>79</sup> Vgl. Krueger (2014), S. 94.



**Abbildung 13: Neubau der Thales Konzernzentrale in Ditzingen**  
(Quelle: Ed. ZÜBLIN AG, DIREKTION STUTTGART 2013, S. 9.)

Beim Bau der Thales Konzernzentrale wurde sich für die Nutzung eines **Smiley-Müllentsorgungskonzeptes** als visualisierte Managementmethode während der Ausbauphase entschieden. Dies stellt eine grafisch sichtbare Definition von Entsorgungs-Logistikflächen in den jeweiligen Etagen dar. In diesem Zusammenhang wurden etagenweise zwei Arten von Flächen ausgewiesen, daher Flächen für leere Mülltonnen sowie Flächen für volle Mülltonnen. Auf beiden Flächen wurden mit einem Farbspray Stellplätze für jeweils 15 Mülltonnen mit Smileys unterschiedlicher Gesichtsausdrücke auf den Boden aufgesprüht, welche sich zusätzlich hinsichtlich ihrer Farbe unterschieden. In die Mülltonnenstellplätze wurden demnach entweder grüne Smileys mit einem lachenden Gesicht, gelbe Smileys mit geraden Mundwinkeln oder rote Smileys mit einem traurigen Gesichtsausdruck gesprüht (s. Abb. 14). Die Smileys auf dem Boden sollen dem Logistikverantwortlichen einen sofortigen Überblick über die Anzahl leerer bzw. voller Mülltonnen pro Etage liefern sowie Auskunft darüber geben, ob Handlungsbedarf besteht. Demzufolge ist anhand der ausgewiesenen Fläche für leere Mülltonnen unmittelbar erkennbar, ob ausreichend leere Mülltonnen vorhanden sind, welche durch die Nachunternehmer genutzt werden können bzw. ob und wie viele leere Mülltonnen benötigt und wieder bereitgestellt werden müssen. Findet der Logistikverantwortliche die Fläche für leere Mülltonnen, wie in Abbildung 14 gezeigt, vor, so besteht sofortiger Handlungsbedarf, da nur noch auf den roten Stellplätzen leere Mülltonnen vorhanden sind, welche durch die Nachunternehmer abgeholt werden können. Die Soll-Menge an leeren Mülltonnen ist demzufolge kritisch und der Logistikverantwortliche hat wieder leere Mülltonnen zur Abholung bereitzustellen. Im umgekehrten Fall sieht dieser anhand der ausgewiesenen Fläche für volle Mülltonnen unmittelbar, ob noch ausreichend Stellplätze für volle Mülltonnen vorhanden sind, auf welchen die Subunternehmer ihre gefüllten Mülltonnen abstellen können, bzw. ob und wie viele von insgesamt 15 möglichen vollen Mülltonnen durch den

Logistikverantwortlichen abgeholt werden müssen. Sollte dieser die ausgewiesene Fläche für volle Mülltonnen, wie in Abbildung 14, vorfinden, so besteht kein Handlungsbedarf, da die Ist-Menge an vollen Mülltonnen gering ist.



**Abbildung 14: Funktionsweise Smiley-Müllentsorgungskonzept**

(Quelle: Eigene Darstellung nach: ED. ZÜBLIN AG, DIREKTION STUTTGART 2014, S. 40)

Das Smiley-Entsorgungskonzept stellt demzufolge ein Hilfsmittel für den externen Baulogistiker, den Logistikverantwortlichen oder den Müllentsorger einer Baustelle dar und liefert diesem gleichzeitig eine visuelle Kontrolle über das Verhältnis von leeren und vollen Mülltonnen in den entsprechenden Etagen sowie der Notwendigkeit weiterer Handlungen. Ein weiterer Vorteil dieses baulogistischen Konzeptes ist die Verständlichkeit für ausländische Handwerker, welche auf der Baustelle tätig, jedoch der deutschen Sprache nicht mächtig sind. Das Konzept stellt durch seine Eindeutigkeit in Form der Smiley-Visualisierungen ein einfaches und verständliches Entsorgungssystem, selbst für nicht deutschsprachiges Personal, dar.

Ein möglicher Nachteil des Entsorgungssystems könnte der etagenweise Platzbedarf für die ausgewiesenen Mülltonnenbereiche sein, da beide Bereiche eine Fläche beanspruchen, welche jeweils für circa. 15 Mülltonnen ausgelegt sein sollte. Daher bietet sich dieses Konzept insbesondere bei größeren Bauvorhaben mit großzügigem Grundriss an. Alternativ könnte man die Mülltonnenbereiche auch mit weniger Stellplätzen ausweisen, sodass diese insgesamt weniger Platz beanspruchen. In diesem Fall hat jedoch der Logistikverantwortliche einen höheren Kontrollaufwand, da insgesamt weniger Stellplätze für Mülltonnen zur Verfügung stehen und diese in kürzerer Zeit ausgetauscht werden müssen. Weiterhin ist anzumerken, dass bei vorliegendem Projekt keine Aussage dazu getroffen wird,

inwieweit das Sortieren der Abfälle im Rahmen des genannten Entsorgungssystems geregelt ist. Eine Vermischung von Abfällen wäre in diesem Zusammenhang zu vermeiden, sodass auf eine aufwendige nachträgliche Sortierung verzichtet werden kann.<sup>80</sup>

Im Allgemeinen stellt das Smiley-Entsorgungskonzept jedoch ein triviales aber innovatives Logistikkonzept dar, welches für jeden Einzelnen leicht verständlich ist und sich dazu eignet, die Abfallsituation während der Ausbauphase in den entsprechenden Etagen zu strukturieren und eine komplexe Großbaustelle übersichtlich und sauber zu halten.

### **Neubau Konzerthaus in Dortmund**

Das Bauvorhaben beinhaltet den Neubau eines Konzerthauses in der Dortmunder Innenstadt, inklusive einem Konzertsaal mit 1550 Sitzplätzen, einem Foyer, Gastronomie, ein CD-Shop sowie einer Einkaufspassage mit hochwertigen Geschäften. Unter Berücksichtigung aller Zwischengeschosse besitzt das Konzerthaus neun Ebenen. In den beiden Untergeschossen werden Räumlichkeiten für die Haustechnik, das Instrumentenlager und die Musiker-Garderoben eingerichtet. Das Gebäude mit einer Bruttogeschossfläche von 17.000 m<sup>2</sup> und einem Bruttorauminhalt von 77.000 m<sup>3</sup> stellt, insbesondere im Bereich Sichtbeton, Schalldämmung, akustischem Ausbau und Fassade, hohe Ansprüche an die Ausführungsqualität.<sup>81</sup> Im August 2000 wurde mit dem Bau begonnen und das Gebäude im September 2002 feierlich eröffnet.<sup>82</sup> Wie auf Abbildung 15 erkennbar, handelt es sich bei vorliegendem Bauvorhaben um eine innerstädtische Baustelle mit Blockbebauung, weshalb für die Baustelleneinrichtungsflächen nur von der Stadt angemietete schmale Streifen des öffentlichen Straßenraumes zur Verfügung stehen. Daher ist innerhalb der Baustelle kein Parkraum vorhanden, sodass keine Fahrzeuge abgestellt werden können und eine extrem eingeschränkte Situation hinsichtlich der Materialanlieferungen vorherrscht.<sup>83</sup> Zum Abladen ist an den Anlieferflächen jeweils nur Platz für einen LKW. „Wenn mehrere LKW[s] zur gleichen Zeit anliefern wollen, muss dies genau abgestimmt werden, da der Bauherr untersagt hat, innerhalb der Innenstadt LKWs warten zu lassen.“<sup>84</sup> Die stark beengten Platzverhältnisse auf und um die Baustelle herum sowie die exponierte Lage in der Dortmunder Innenstadt erfordern die strukturierte Anwendung eines baulogistischen Konzeptes, welches die Anfahrtsregelungen für Materiallieferungen im innerstädtischen Bereich beinhaltet.

---

<sup>80</sup> Vgl. Krauß (2005), S. 78.

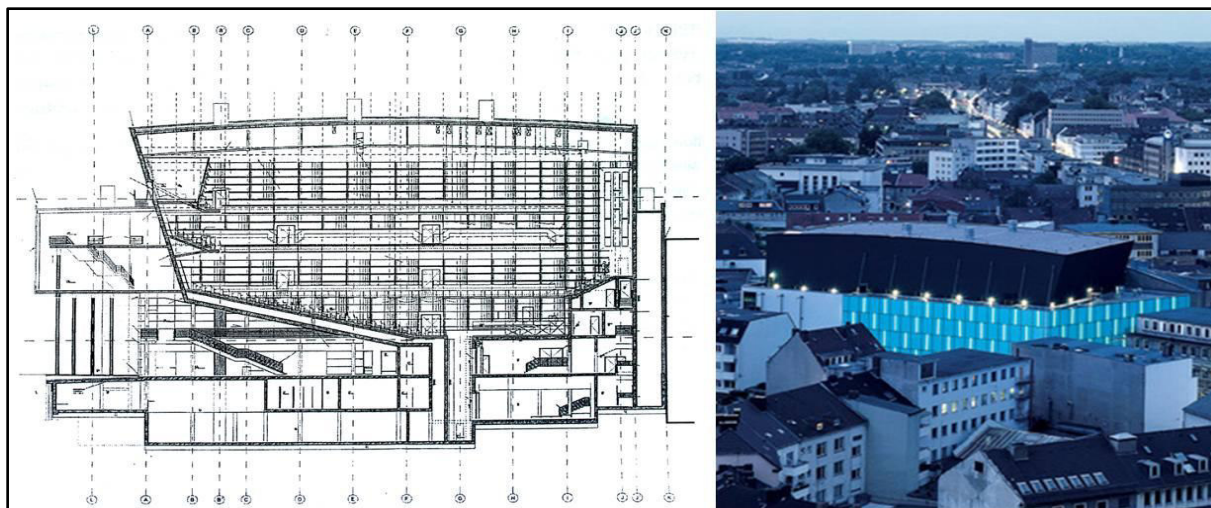
<sup>81</sup> Vgl. Blömeke (2001), S. 242ff.

<sup>82</sup> Vgl. Konzerthaus Dortmund GmbH (2014)

<sup>83</sup> Vgl. Blömeke (2001), S. 247.

<sup>84</sup> Blömeke (2001), S. 247.





**Abbildung 15: Konzerthaus Dortmund - Schnitt durch das Gebäude und Außenansicht**  
(Quelle: Verändert nach: BLÖMEKE 2001, S. 245 und Konzerthaus Dortmund GmbH 2014)

Zu diesem Zweck wurde einerseits eine Einbahnstraßenregelung vorgenommen, welche eine flüssige Anlieferung der Materialien gewährleisten soll und weiterhin eine Entzerrung der Transportbewegungen in der Innenstadt. Darüber hinaus wurde außerhalb der Innenstadt ein Wartepplatz für LKWs eingerichtet, welcher als eine weitere Maßnahme zur zeitlichen Streckung der gesamten Anliefersituation und eventuell auftretender Verkehrsstaus vor der Baustelle beitragen soll. „Bestandteil des Logistikkonzeptes ist es, dass alle Materiallieferanten diesen Parkplatz ansteuern müssen. Die Fahrer verfügen über ein Mobiltelefon und fragen bei der Bauleitung den Transport ab. Erst nach telefonischer Freigabe der Materiallieferung durch die Bauleitung bzw. den Logistikkordinator ist es dem Materiallieferanten erlaubt, die Baustelle anzufahren.“<sup>85</sup> Somit wird eine Belastung des innerstädtischen Verkehrsnetzes durch wartende LKWs verhindert. Diese logistische Regelung geht einher mit einer entsprechenden Transportanmeldung der Materiallieferungen durch die Nachunternehmer, welche 36 Stunden im Voraus getätigt werden muss, damit die Anlieferungen unter den verschiedenen Nachunternehmern koordiniert und abgestimmt werden können. Der Logistikverantwortliche ist in diesem Zusammenhang in der Lage mögliche zeitliche Engpässe frühzeitig zu erkennen und Gegenmaßnahmen einzuleiten. Dies geht allerdings, insbesondere bei komplexen Großbaustellen, mit einer zusätzlichen zeitlichen Beanspruchung der Bauleitung einher. Daher ist zu überlegen, ob der Einsatz bzw. die Benennung eines eigenen Logistikverantwortlichen ratsam ist, an welchen diese Aufgabe übertragen werden kann.

Vor dem Hintergrund erheblicher baulogistischer Engpässe wurde beim Konzerthaus Dortmund gewissermaßen aus der Not heraus eine Materialanlieferung auf Abruf etabliert. Im Grunde genommen führten die restriktiven Vorgaben seitens der Stadt als Bauherrin zur Etablierung eines Just-in-Time Managements, welches mittels der Errichtung von LKW-

<sup>85</sup>Blömeke (2001), S. 250.

Warteplätzen relativ kompromisslos umgesetzt werden konnte und musste. Die außerhalb der Innenstadt befindlichen Warteplätze haben Staus, Wartezeiten sowie eine Lärm- und Luftbelastung durch die LKWs verhindert und damit für eine höhere Akzeptanz bei Anwohnern und der sonstigen Bevölkerung gesorgt. Auf der Baustelle selbst konnten durch die aus der Not heraus durchgeführte Just-in-Time Anlieferung Materialbestände sowie der Lagerraumbedarf verringert und die Flexibilität hinsichtlich der kurzfristigen Lieferbereitschaft erhöht werden. Die Einrichtung von Warteplätzen trug während der Ausbauphase des Konzerthauses weiterhin zur Übersichtlichkeit und Transparenz auf der Baustelle bei.

### 3.5 Fazit

Im Rahmen des vorliegenden Kapitels wurden insgesamt fünf Bauvorhaben vorgestellt und analysiert, welche die Gemeinsamkeit verbindet, dass sie allesamt komplexe Großbaustellen im Hochbau während der Ausbauphase darstellen. Tabelle 2 enthält eine zusammenfassende Übersicht über die untersuchten Konzepte sowie die entsprechenden bauleistungsrechtlichen Maßnahmen.

| Bauvorhaben                   | Bauleistungsrechtliche Maßnahmen  |
|-------------------------------|---|
| St. Olavs Integrated Hospital | Anlieferung in Stapeln und Just-in-Time Anlieferung<br>Einsatz von Logistik-Kurieren<br>Montage von Gerüstplattformen für Verkabelungsarbeiten<br>Taktungsprinzip |
| DomRömer Quartier             | Bauleistungsrecht als Komplettpaket<br>Online-Avisierungssystem<br>Lagermanagement und Just-in-Time Anlieferung   |
| Heathrow Terminal 5           | Konsolidierungszentrum mit Just-in-Time Anlieferung<br>Einsatz von Drop-off-Bussen  |
| Thales Konzernzentrale        | Smiley-Entsorgungskonzept   |
| Konzerthaus Dortmund          | Außerhalb gelegene Warteplätze für LKWs   |

**Tabelle 2: Übersicht der Bauleistungsrechtlichen Maßnahmen**

(Quelle: Eigene Darstellung)

Alle fünf Großbaustellen sind mit verschiedenen bauleistungsrechtlichen Einschränkungen und Problematiken hinsichtlich der Materialversorgung konfrontiert und haben unterschiedliche bauleistungsrechtliche Lösungsansätze, welche für die jeweilige Baustelle als sehr geeignet erscheinen. Daraus ein allgemeingültiges Lösungskonzept zu benennen, was auf jede Baustelle übertragbar ist, kann - aufgrund der Singularität einer Großbaustelle - nicht erfolgen. Ein Beispiel dafür ist die Etablierung einer Just-in-Time Anlieferung auf einer Großbaustelle. Wie in Tabelle 2 ersichtlich, findet das Just-in-Time Konzept bei den meisten

Bauvorhaben seine Anwendung, um die Ausbauphase baulegistisch zu optimieren. Dennoch kann eine Just-in-Time Anlieferung nicht bei jedem Bauprojekt ohne Probleme umgesetzt werden, aufgrund verschiedener örtlicher und projektspezifischer Rahmenbedingungen. Weiterhin ist eine Just-in-Time Belieferung in der Regel an bestimmte Maßnahmen geknüpft, beispielweise an die Verstetigung des Materialflusses im Rahmen der Taktung bzw. an die Nutzung eines Konsolidierungszentrums, Zwischenlagers oder externen Warteplatz für Lieferanten. Nicht jede Baustelle hat demnach die Möglichkeit, die genannten Konzepte umzusetzen. Daher sind jede Großbaustelle und ihre Möglichkeiten für die Logistik im Einzelnen zu betrachten und anschließend das baulegistische Konzept mit geeigneten Maßnahmen zu erarbeiten.

## 4. Universitätsklinikum Jena, Neubau 2. Bauabschnitt

Im vorliegenden Kapitel wird die Großbaustelle untersucht, welche es im Rahmen der Arbeit während der Ausbauphase bauphysikalisch zu optimieren gilt. Das Bauvorhaben, um welches es sich in diesem Zusammenhang handelt, ist der Neubau des 2. Bauabschnitts (2. BA) des Universitätsklinikums in Jena. Auf der Baustelle des 2. BA entstehen das derzeit größte Krankenhaus des Freistaates Thüringen und eine der modernsten Kliniken Deutschlands.<sup>86</sup> Ausgehend von diesem Großprojekt werden zunächst die örtlichen und projektspezifischen Rahmenbedingungen der Baustelle in Jena erfasst und beschrieben sowie abstrahiert dargestellt. Aufbauend darauf werden Varianten einer bauphysikalischen Ver- und Entsorgung erarbeitet und gegenübergestellt sowie anschließend anhand geeigneter Kapazitätskennzahlen bewertet.

### 4.1 Projektspezifische Rahmenbedingungen

Die Großbaustelle des Universitätsklinikums Jena befindet sich circa sechs Kilometer südlich der Jenaer Innenstadt im Stadtteil Jena-Lobeda. Das Projekt umfasst die Integration der in der Innenstadt verbliebenen Kliniken und Funktionsbereiche an den Zentralstandort Jena-Lobeda.<sup>87</sup> Der 1. BA des Universitätsklinikums wurde mit Gesamtbaukosten von 155,6 Mio. Euro und einer Nutzfläche von 30.100 m<sup>2</sup> bereits im Juni 2004 fertiggestellt.<sup>88</sup> In direkter Nachbarschaft zum 1. BA befindet sich das heutige Baufeld für den zweiten Bauabschnitt. Der 2. BA des Neubaus wird durch die Jenaer Niederlassung der Ed. Züblin AG als Generalunternehmer realisiert und beinhaltet die Errichtung von drei Gebäuden, den zwei Kliniken *Medizinisches Zentrum II* (MZ II) und *Medizinisches Zentrum IV* (MZ IV) sowie dem *Forschungs- und Institutsgebäude* (FUI). Weiterhin werden im Rahmen der Ausschreibung zusätzliche Teilprojekte realisiert wie Außenanlagen, eine Technikzentrale und die Bestandsanpassungen an den 1. BA. Optional wird das *Medizinische Zentrum III* (MZ III) als dritte Klinik hergestellt sowie der Umbau des Systemfertigbaus (SFB) an der Erlanger Allee vorgenommen.<sup>89</sup> In der folgenden Tabelle sind die Teilprojekte des Bauvorhabens und ihre inhaltliche Bedeutung aufgeführt.

| Teilprojekt    | Bedeutung  |
|----------------|--|
| Teilprojekt 01 | Medizinisches Zentrum IV (MZ IV)                   |
| Teilprojekt 02 | Medizinisches Zentrum II (MZ II) und Eingangshalle |
| Teilprojekt 03 | Forschungs- und Institutsgebäude (FUI)             |

<sup>86</sup> Vgl. Universitätsklinikum Jena (2014).

<sup>87</sup> Vgl. Universitätsklinikum Jena (2013), S. 4.

<sup>88</sup> Vgl. i.B.b Jena Beratung + Planung GmbH (2014)

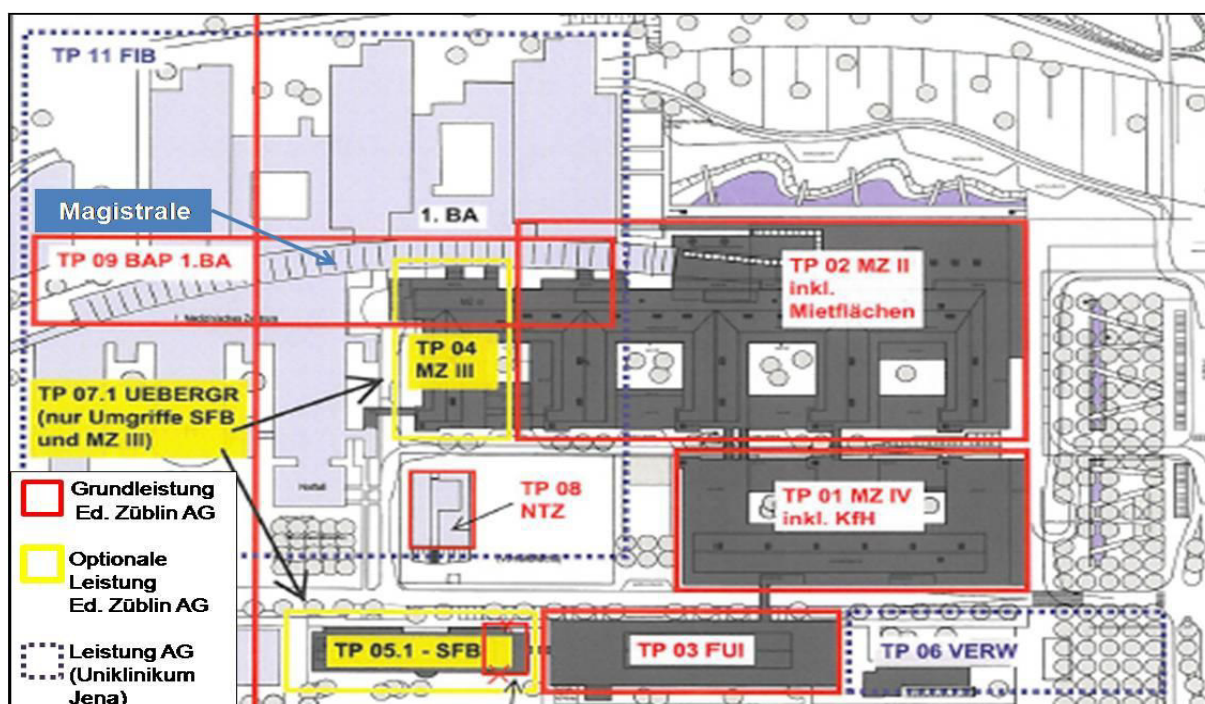
<sup>89</sup> Vgl. Universitätsklinikum Jena (2013), S. 4.

|                 |  |
|-----------------|--|
| Teilprojekt 07  | Übergreifendes - Erschließung und Freianlagen          |
| Teilprojekt 08  | Neue Technikzentrale (NTZ)                             |
| Teilprojekt 09  | Bestandsanpassungen 1. Bauabschnitt                    |
| <b>Optional</b> |  |
| Teilprojekt 04  | Medizinisches Zentrum III (MZ III)                     |
| Teilprojekt 05  | Umbau Systemfertigung zum Forschungs- und Laborgebäude |

**Tabelle 3: Teilprojekte Neubau Universitätsklinikum 2. BA**

(Quelle: Eigene Darstellung nach UNIVERSITÄTSKLINIKUM JENA 2013, S. 4)

Die in der Tabelle aufgeführten Teilprojekte und ihre Lage sind in der folgenden *Abbildung* dargestellt.



**Abbildung 16: Übersicht Teilprojekte Universitätsklinikum Jena 2. BA**

(Quelle: Verändert nach: ED. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014)

Das Klinikum wurde so entworfen, dass die Funktionen entlang einer Magistrale angeordnet sind, die Bettenhäuser im Übergang zur Landschaft und die Untersuchungs- und Behandlungsräume zur Stadt hin. Die bisherige räumliche Zersplitterung der einzelnen innerstädtischen Kliniken wird mit der Umsetzung der Ziel- und Gesamtplanung des Klinikums Jena überwunden.<sup>90</sup>

Die wichtigsten Teilprojekte beim Bauvorhaben Universitätsklinikum Jena 2. BA sind die drei Gebäude, welche im folgenden Abschnitt detaillierter beschrieben werden. Die drei Neubauten bieten auf rund 49.000 m<sup>2</sup> Nutzfläche Platz für 15 Klinikeinrichtungen und Institute, 710 Betten, 12 Operationssäle sowie Einrichtungen für Forschung und Lehre.<sup>91</sup> Die

<sup>90</sup> Vgl. i.B.b Jena Beratung + Planung GmbH (2014)

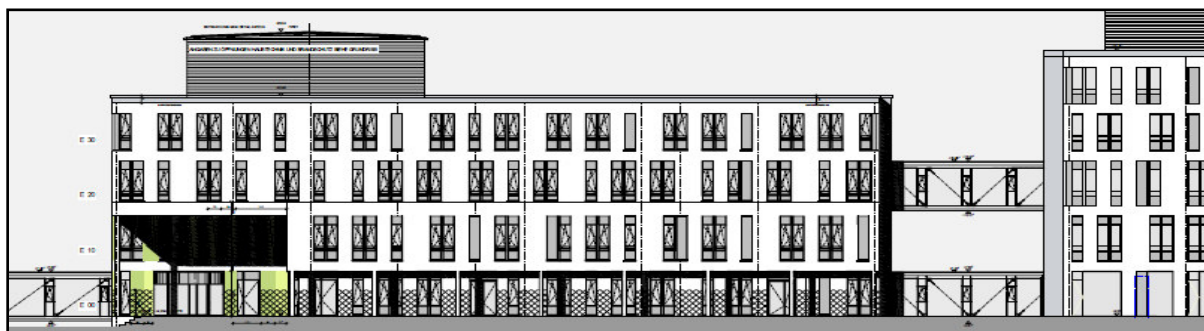
<sup>91</sup> Vgl. Universitätsklinikum Jena (2014).

Klinikbauten MZ II und MZ IV werden als kompakte Bauform in kammartiger Struktur mit zentraler Erschließung im Bereich der Kammrücken realisiert.<sup>92</sup>



**Abbildung 17: Ansicht Architekturplan Medizinisches Zentrum II**  
(Quelle: ED. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014)

Das MZ II ist mit sechs Vollgeschossen geplant, diese umfassen die Ebenen U01 bis E40. In der Ebene 50 befindet sich eine Technikzentrale. Die bestehende Magistrale wird durch die Eingangshalle des MZ II verlängert.<sup>93</sup> Mit einer Bruttogrundfläche (BGF) von 47.200 m<sup>2</sup> und einem Bruttorauminhalt (BRI) von 84.400 m<sup>3</sup> stellt das MZ II das größte und umfangreichste Gebäude des Bauvorhabens dar.<sup>94</sup> Weiterhin wird an das Klinikgebäude eine Cafeteria mit 250 Plätzen für Patienten, Mitarbeiter und Besucher anschließen. Die Neue Technikzentrale (NTZ), welche unweit des Baufeldes des MZ II liegt, wird im Zuge der Maßnahme ertüchtigt, um die elektrotechnische Versorgung des MZ II zu übernehmen.<sup>95</sup>



**Abbildung 18: Ansicht Architekturplan Medizinisches Zentrum IV**  
(Quelle: ED. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014)

Das MZ IV ist mit fünf Vollgeschossen, von der Ebene U01 bis E30, geplant sowie einer Technikzentrale in der obersten Ebene 40. Mit einer BGF von 20.800 m<sup>2</sup> und einem BRI von 36.600 m<sup>3</sup> stellt das Medizinische Zentrum IV das zweitgrößte Gebäude dar, welches im Rahmen des vorliegenden Bauvorhabens realisiert wird.<sup>96</sup> Die Stirnseiten des MZ IV bilden,

<sup>92</sup> Vgl. Universitätsklinikum Jena (2013), S. 6f.

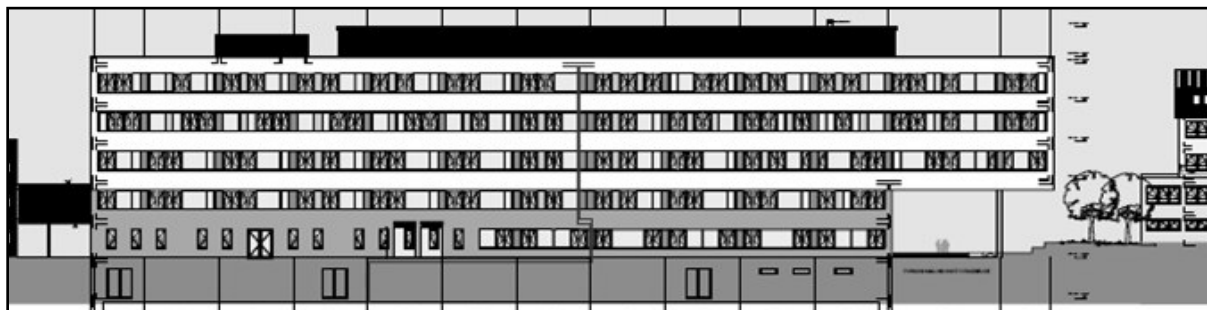
<sup>93</sup> Vgl. ebd.

<sup>94</sup> Ed. Züblin AG, Bereich Thüringen, Projektdokumentation (2014).

<sup>95</sup> Vgl. Universitätsklinikum Jena (2013), S. 6.

<sup>96</sup> Ed. Züblin AG, Bereich Thüringen, Projektdokumentation (2014).

zusammen mit dem MZ II, das neue Gesicht des Universitätsklinikums Jena. Die beiden Zentren werden auf ihren Rückseiten an den funktional notwendigen Stellen über Brückenbauwerke miteinander verbunden.<sup>97</sup>



**Abbildung 19: Ansicht Architekturplan Forschungs- und Institutsgebäude**

(Quelle: Ed. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014)

Das FUI wird in riegelartiger Struktur in einer Reihe mit den bereits bestehenden Laborgebäuden und dem Systemfertigungsbau (SFB) realisiert. Es ist mit sechs Vollgeschossen von der Ebene U02 bis E30 geplant sowie einer zusätzlichen Technikzentrale in der Ebene 40. Mit einer BGF von 12.900 m<sup>2</sup> und einem BRI von 22.800 m<sup>3</sup> stellt das FUI das kleinste Bauteil des Bauvorhabens dar.<sup>98</sup> Im Gebäude werden überwiegend unterschiedlich genutzte Labore entstehen sowie das Institut für Pathologie als klinisch-medizinischer Dienstleister für die morphologische Diagnostik und das Institut für Rechtsmedizin als Dienstleister für die Rechtspflege und vorrangig für die forensische Morphologie angesiedelt.<sup>99</sup>

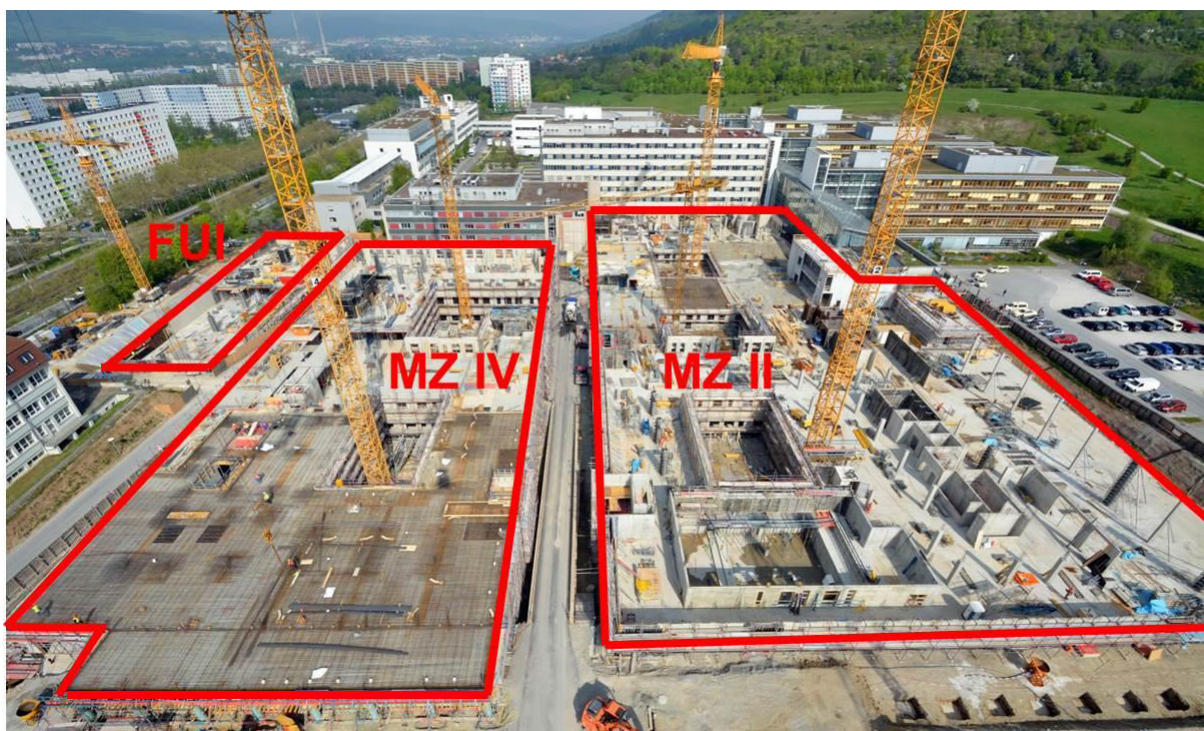
Bei der Errichtung der Neubaukörper rücken diese soweit wie möglich an die bestehende Klinik für Innere Medizin (KIM) und das benachbarte KIM-Bettenhaus heran (s. Abb. 20). Beide Gebäude bleiben während der gesamten Bauzeit vollständig in Betrieb. Nachdem die Inbetriebnahme des MZ II, MZ IV und des FUI erfolgt ist, können – neben den Nutzern aus den Innenstadtstandorten - die Nutzer der Bestandsgebäude des KIM-Komplexes in die Neubauten umziehen. Erst dann werden die KIM-Gebäude abgebrochen und an dieser Stelle später das MZ III errichtet.<sup>100</sup> Die Proportionen des Bestandsklinikums werden durch die neuen Zentren aufgenommen und zu einem arrondierten Ensemble vervollständigt. Die folgende Abbildung stellt eine Fotografie der Baustelle von April 2014 dar und dient der Anschaulichkeit der örtlichen Verhältnisse.

<sup>97</sup> Vgl. Universitätsklinikum Jena (2013), S. 6f.

<sup>98</sup> Ed. Züblin AG, Bereich Thüringen, Projektdokumentation (2014).

<sup>99</sup> Vgl. Universitätsklinikum Jena (2013), S. 9.

<sup>100</sup> Vgl. Universitätsklinikum Jena (2013), S. 11.



**Abbildung 20: Ansicht Baufeld 2. BA / Stand: 25.04.2014**

(Quelle: Ed. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014)

Am 06. Juni 2013 wurde der Vertrag zwischen dem Universitätsklinikum Jena und der Ed. Züblin AG als Generalunternehmer zur Errichtung des 2. BA des Klinikums unterzeichnet. Die Jenaer Niederlassung des Unternehmens wird somit noch bis 2016 und optional bis 2018 die Patientenversorgung am Zentralstandort Jena-Lobeda zusammenführen.<sup>101</sup> Zum Leistungsumfang gehören die Ausführungsplanung, die schlüsselfertige Übergabe des Objektes, der Einbau der festen Medizintechnik sowie die Herstellung der Außenanlagen und die Übernahme der Zwischen- und Endfinanzierung.<sup>102</sup>

Im Hinblick auf den Rahmenterminplan für den 2. BA ist bis zum Jahre 2016 hervorzuheben, dass die Rohbauarbeiten der drei Neubauten weitgehend im Jahre 2014 fertiggestellt sein werden (s. Tab. 4). Die Ausbauarbeiten beginnen in allen drei Bauteilen zwischen Juli und September 2014. Die Ausbauarbeiten in den beiden Medizinischen Zentren werden im ersten Quartal 2016 abgeschlossen sein und im Forschungs- und Institutsgebäude im zweiten Quartal 2015, da die Abnahme des Neubaus bereits im September 2015 erfolgt. Die Medizinischen Zentren II und IV hingegen werden erst im März 2016 schlüsselfertig an das Universitätsklinikum als Auftraggeber übergeben.

|       |       |                                    |            |
|-------|-------|------------------------------------|------------|
| TP 01 | MZ IV | Fertigstellung Rohbau              | 13.09.2014 |
|       | MZ IV | Gebäudehülle dicht (Fassade, Dach) | 29.09.2014 |
|       | MZ IV | Beginn Ausbau                      | 25.07.2014 |

<sup>101</sup> Vgl. Universitätsklinikum Jena (2014).

<sup>102</sup> Ed. Züblin AG, Bereich Thüringen, Projektdokumentation (2014).



|       |       |                                    |            |
|-------|-------|------------------------------------|------------|
|       | MZ IV | Fertigstellung Ausbau              | 11.03.2016 |
| TP 02 | MZ II | Fertigstellung Rohbau              | 10.01.2015 |
|       | MZ II | Gebäudehülle dicht (Fassade, Dach) | 14.01.2015 |
|       | MZ II | Beginn Ausbau                      | 11.09.2014 |
|       | MZ II | Fertigstellung Ausbau              | 11.03.2016 |
| TP 03 | FUI   | Fertigstellung Rohbau              | 03.11.2014 |
|       | FUI   | Gebäudehülle dicht (Fassade, Dach) | 26.11.2014 |
|       | FUI   | Beginn Ausbau                      | 14.08.2014 |
|       | FUI   | Fertigstellung Ausbau              | 11.09.2015 |

**Tabelle 4: Übersicht Rahmenterminplan Teilprojekte Universitätsklinikum Jena**

(Quelle: ED. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014, S. 17.)

Im folgenden Abschnitt wird ein grobes Mengengerüst des Klinikneubaus vorgestellt und in diesem Zusammenhang die Notwendigkeit eines Online-Avisierungssystems erläutert sowie horizontale und vertikale Transportwege der Baustelleneinrichtung beschrieben und weiterhin das Entsorgungskonzept vorgestellt.

Der Ausbau des Schlüsselfertigbaus beinhaltet die Planung und Koordination von rund 50 Ausbaugewerken (s. Anlage, S. 86). In der nachfolgenden Tabelle sind ausgewählte Ausbaugewerke und ihre dazugehörigen Mengenangaben dargestellt.

| Ausbaugewerke              | MZ IV  | MZ II  | FUI    | Gesamt  | Einheit        |
|----------------------------|--------|--------|--------|---------|----------------|
| Außenputz / WDVS           | 6.500  | 10.900 | 2.400  | 19.800  | m <sup>2</sup> |
| Estrich                    | 16.600 | 31.400 | 9.900  | 57.900  | m <sup>2</sup> |
| Boden- und Wandbeläge      | 14.700 | 35.000 | 8.600  | 58.300  | m <sup>2</sup> |
| Innenputz                  | 9.900  | 21.800 | 2.500  | 34.200  | m <sup>2</sup> |
| Trockenbau / Verkleidungen | 60.800 | 79.400 | 20.200 | 160.400 | m <sup>2</sup> |
| Einbauwände                | 370    | 340    | 110    | 820     | Lfm.           |
| Fertignasszellen           | 100    | 190    | 0      | 290     | Stk.           |
| Türen                      | 1.300  | 2.600  | 900    | 4.800   | Stk.           |

**Tabelle 5: Mengenermittlung ausgewählter Ausbaugewerke**

(Quelle: Eigene Darstellung nach: ED. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014)

Im gesamten Bauvorhaben werden rund 20.000 m<sup>2</sup> Dämmmaterial verbaut, 58.000 m<sup>2</sup> Estrich verlegt sowie knapp 34.000 m<sup>2</sup> Innenputz angebracht. Von rund 58.000 m<sup>2</sup> Boden- und Wandbelägen werden circa 4.000 m<sup>2</sup> Naturfliesen, 2.000 m<sup>2</sup> Betonwerkstein, 2.000 m<sup>2</sup> Fliesen, 40.500 m<sup>2</sup> PVC-Böden, 2.000 m<sup>2</sup> Parkett und 8.000 m<sup>2</sup> Textilböden geliefert. Die Anlieferung von mehr als 160.000 m<sup>2</sup> Gipskarton-Wänden für den Trockenbau stellt eine bauleistungslogische Herausforderung dar und setzt eine reibungslose Abwicklung voraus. Aufgrund der umfangreichen Materiallieferungen wurde von der Ed. Züblin AG ein Materialanlieferungskonzept entwickelt, welches - in Kombination mit einem Online-Avisierungssystem - die Umsetzung von optimierten und organisierten Abläufen aller

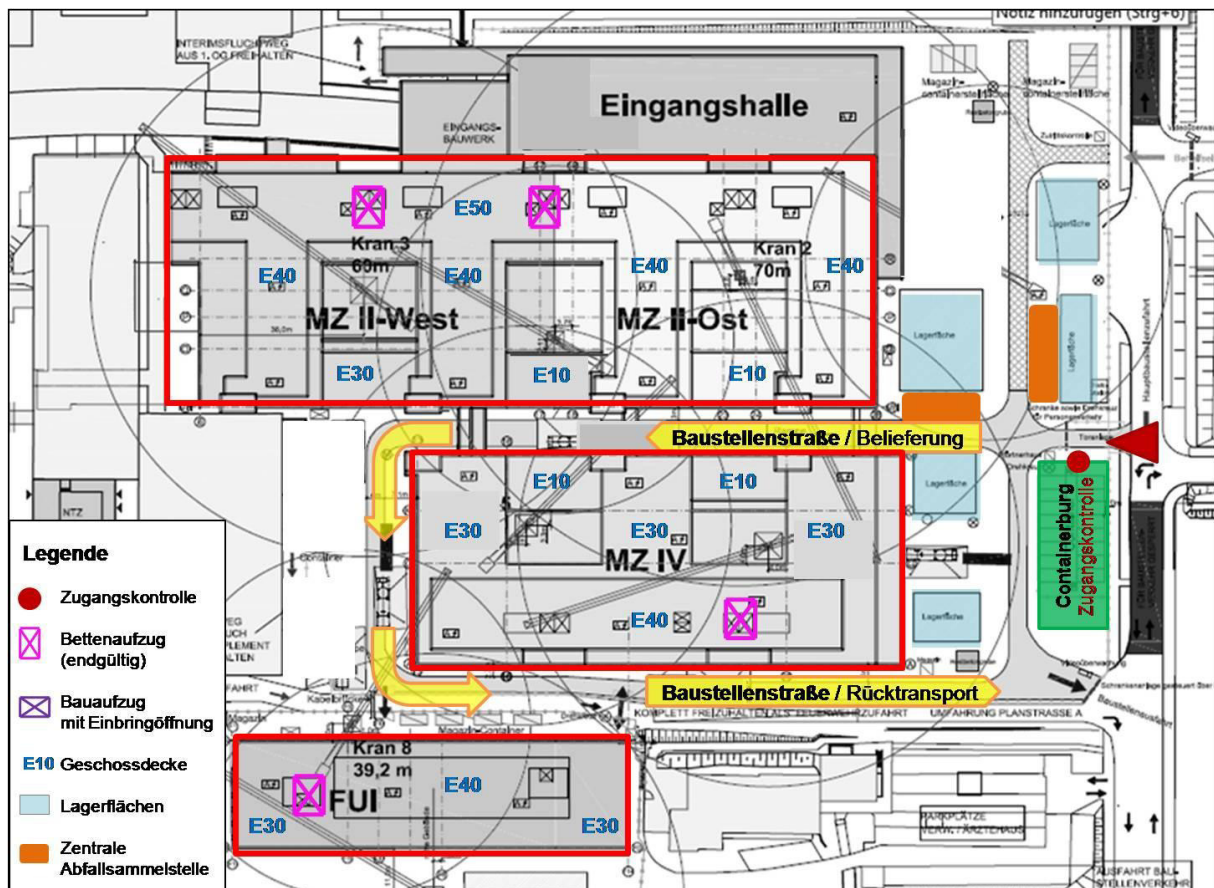
notwendigen Anlieferungen auf die Baustelle bzw. in das direkt ausgewiesene Baufeld als Zielsetzung hat. Um die Behinderung aller projektbeteiligten Firmen durch die Anlieferungen und den damit verbundenen Fahrzeugverkehr auf der gesamten Baustelle so gering wie möglich zu gestalten, steht allen projektbeteiligten Vertragspartnern eine speziell für die Baulogistik entwickelte Internetplattform zur Verfügung. Die Zugangsdaten werden direkt über die Bauleitung schriftlich beantragt und nach der Freigabe der entsprechenden Projektbeteiligten können diese über die bereitgestellte Internetplattform selbständig Material- und Personenanmeldungen vornehmen. Daher sind die entsprechenden Firmen für die Anlieferung und Einbringung von Materialien aller Art auf der gesamten Baustelle selbständig verantwortlich. Die Software ist datentechnisch gesteuert und verlangt Anmeldungen von Materialien oder Personen bis mindestens 48 Stunden im Voraus, eine Umgehung der 2-Tage-Sperrfrist ist nicht möglich.<sup>103</sup> Die projektbeteiligten Vertragspartner können demnach zu einem bestimmten Termin und einer dazugehörigen Uhrzeit ein Zeitfenster von maximal zwei Stunden anwählen, um eine bestimmte Entladestelle zu besetzen und für andere zu blockieren. Bei länger andauernden Anlieferungen können Bereiche auch für mehrere Stunden geblockt werden. Dies erfordert allerdings die Eingabe durch einen Bauleiter oder den Logistikpolier. Personenanmeldungen müssen ebenfalls im Voraus erfolgen und die entsprechenden Personen erhalten bei Vorlage der notwendigen Dokumente einen gültigen Baustellenausweis, mit dem sie jederzeit das Baufeld selbständig betreten und verlassen können.

Nachdem über den Container mit der Zugangskontrolle der Zugang auf das Baustellengelände gewährt wurde, erfolgt die Materialzuführung über die Rampe zwischen den beiden Medizinischen Zentren hinunter und zwischen diesen beiden entlang zu der entsprechenden Entladestelle bzw. zunächst auf eine der Lagerflächen oder in das jeweilige Geschoss. Der Rücktransport erfolgt entlang des FUI über eine Baustellenumfahrt mit vorgeschriebenem Richtungsverkehr (s. Abb. 21). Diese ist als verkehrstechnisch gute Lösung anzusehen, da eine Um- bzw. Durchfahrt eine geringe Straßenbreite erlaubt und die gegenseitige Behinderung der Transportfahrzeuge und damit die Unfallgefahr vermindert. Weiterhin entfällt die Notwendigkeit zum Wenden des Transportfahrzeuges.<sup>104</sup> Die folgende Abbildung stellt den Baustelleneinrichtungsplan für die Ausbauphase dar. Der ursprüngliche Baustelleneinrichtungsplan aus der Projektdokumentation der Ed. Züblin ist den Anlagen zu entnehmen (s. Anlage, S. 87).

---

<sup>103</sup> Ed. Züblin AG, Bereich Thüringen, Projektdokumentation (2014).

<sup>104</sup> Vgl. Schach et al. (2008), S. 88.



**Abbildung 21: Baustelleneinrichtungsplan Ausbau Universitätsklinikum Jena 2. BA**  
(Quelle: Verändert nach: ED. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014)

Während der Ausbauphase lassen sich auf der Baustelleneinrichtung des Universitätsklinikums Jena verschiedene Transportarten unterscheiden. Es finden horizontale Transporte auf dem Baustellengelände, horizontale Transporte innerhalb des Gebäudes sowie vertikale Transporte außerhalb oder innerhalb des Bauwerks statt. Vertikale Materialtransporte innerhalb des Bauwerks können über vier endgültige Bettenaufzüge in den Neubauten erfolgen, welche für die Ausbauphase als temporäre Bauaufzüge ausgekleidet werden (s. Abb. 21). Zwei davon befinden sich im MZ II und jeweils einer im MZ IV und im FUI. Vertikale Materialtransporte außerhalb des Bauwerks können weiterhin über einen Mehrzweckaufzug im Bereich der Eingangshalle erfolgen, welcher als Material- und Personenaufzug oder als Transportbühne genutzt werden kann. Beim MZ IV hingegen finden vertikale Materialtransporte in der Ausbauphase bis zum vierten Quartal 2014 über einen Kran statt, welcher Materialien über Absetzbühnen und Einbringöffnungen direkt in die Geschosse liefert. Die Nachunternehmer bringen für die Vertikaltransporte die entsprechenden Geräte mit, um die Materialien direkt zu ihrem Einbauort zu transportieren. Dementsprechend wird auch mit den horizontalen Materialtransporten auf dem Baustellengelände sowie innerhalb des Bauwerks verfahren. Beim FUI werden vertikale Materialtransporte ausschließlich durch die Nachunternehmer vorgenommen, welche die

entsprechenden Hilfsmittel wie Mobilkrane mitbringen, um die Materialien durch die Einbringöffnungen auf der südlichen Gebäudeseite direkt in die Etagen zu befördern.<sup>105</sup>

Um die Baustelle während der Ausbauphase in einem ordentlichen und sauberen Zustand zu halten, wurde ein Entsorgungskonzept erarbeitet, welches die Entsorgung von Abfällen, die Kontrolle und Dokumentation sowie letztlich einen Entsorgungsnachweis vorsieht. Vor diesem Hintergrund wird innerhalb der Baustelleneinrichtung eine zentrale Abfallsammelstelle mit Großbehältern vorgehalten, welche von einem Entsorgungsfachbetrieb betrieben wird und sich im Baustelleneingangsbereich befindet (s. Abb. 21). Sämtliche Nachunternehmer können ihre Abfälle in diesem Bereich zwischen 13:00-17:00 Uhr entsorgen. Die Bereitstellung der Großbehälter durch den Entsorger ist notwendig, da aufgrund der baulichen Enge nicht jeder Nachunternehmer einen eigenen Container benutzen kann. Neben der Bereitstellung von Großcontainern stellt der Entsorger mobile Abfallsammelbehälter zur Verfügung. Der durch den Nachunternehmer zu entsorgende Abfall wird durch den Entsorgungsbeauftragten erfasst und dokumentiert. Der Abfallbeauftragte führt weiterhin Kontrollrundgänge auf dem Baustellengelände durch, um unkontrollierte Abfallsammlungen und Brandlasten aufzuspüren und die Baustelle in einem ordentlichen Zustand zu halten.<sup>106</sup>

## 4.2 Varianten der baulegistischen Ver- und Entsorgung

Aufbauend auf den im vorausgegangenen Kapitel zusammengetragenen Informationen werden im Folgenden Varianten einer baulegistischen Baustellenversorgung erarbeitet, welche zur Optimierung der Baulegistik während der Ausbauphase beitragen sollen. Diese Varianten werden anschließend gegenübergestellt und mithilfe von geeigneten Kapazitätskennzahlen bewertet.

Variante 1:

### **Produktivitätssteigerung des Personals durch den Einsatz von Logistik-Kurieren**

Bei der ersten Variante soll eine Optimierung der Baulegistik während des Ausbaus durch den Einsatz von Logistik-Kurieren erreicht werden. Der Einsatz der Logistik-Kuriere auf der Baustelle des Universitätsklinikums Jena hat die Maximierung der wertschöpfenden Zeit für die Handwerker zum Ziel. Vor dem Hintergrund der personellen Effizienzsteigerung werden nicht wertschöpfende Tätigkeiten aus dem Verantwortungsbereich der ausgebildeten Handwerker eliminiert und auf ungelernete Hilfskräfte als preiswertere Arbeitskräfte verlagert, welche über die Ed. Züblin AG befristet eingestellt werden. Das Leihen über eine Zeitarbeitsfirma, wie es beim norwegischen Krankenhaus in Kapitel 3.1 durchgeführt wurde,

<sup>105</sup> Ed. Züblin AG, Bereich Thüringen, Projektdokumentation (2014).

<sup>106</sup> Ebd.

ergibt beim Universitätsklinikum Jena keinen Sinn, da die Lohnunterschiede zwischen den Zeitarbeitern im Bauhauptgewerbe und den ausgebildeten Handwerkern kaum relevant sind, aufgrund eines verhältnismäßig hohen Pauschalpreises, der durch die Zeitarbeitsfirmen vorgegeben wird und bereits den Anfahrtsweg, die Unterkunft, die Verpflegungspauschale sowie alle sonstigen Aufwendungen beinhaltet. Demnach könnte die Anstellung von Hilfsarbeitern als Logistik-Kuriere beim Universitätsklinikum in Jena über ein reguläres befristetes Beschäftigungsverhältnis abgewickelt werden.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll das Einsparpotenzial dieser Variante ermittelt werden und in diesem Zusammenhang eine grobe Gegenüberstellung der Kosten für den anhaltenden Einsatz der teureren Handwerker und dem Einsatz preiswerterer Logistik-Kuriere erfolgen. Anschließend wird das tatsächliche Optimierungspotenzial bewertet sowie Chancen und Risiken abgewogen.

Im Hinblick auf das Einsparpotenzial ist zunächst die Gesamtsumme nach Kostenarten zu betrachten, welche ursprünglich kalkuliert worden ist. Die Ed. Züblin AG setzt während der Ausbauphase keine eigenen Handwerker ein, daher müssen die Kosten für die Subunternehmer betrachtet werden. Für diese wurden im Ausbau, bestehend aus Lohn- und Materialkosten, insgesamt 139,6 Mio. Euro kalkuliert.<sup>107</sup> Zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit sind von diesem Betrag bereits rund 68,2 Mio. Euro der Ausbauleistungen an Nachunternehmer vergeben. Da jedoch eine vorherige vertragliche Implementierung des bauleistungslogistischen Konzeptes in den Nachunternehmervertrag notwendig ist, können im Folgenden nur die noch zu vergebenen Ausbauleistungen von rund 71 Mio. betrachtet werden, welche sich aus der gesamten Kalkulationssumme abzüglich der bereits vergebenen Ausbauleistungen ergeben.

$$139,6 \text{ Mio. €} - 68,2 \text{ Mio. €} = 71,4 \text{ Mio. €}$$

Eine detaillierte Aufgliederung nach Material- und Lohnkosten ist an dieser Stelle, aufgrund der gewerkespezifischen Vorgaben, nicht möglich. In der Praxis kann jedoch eine grobe Zuordnung von 45 % Lohnkosten und 55 % Materialkosten als realistisch angenommen werden.<sup>108</sup> Folgt man dieser Annahme, dann würden die Lohnkosten für die Handwerker im Ausbau ungefähr 32,1 Mio. Euro betragen.

$$71,4 \text{ Mio €} \cdot 0,45 = 32,1 \text{ Mio. €}$$

Bei diesem Betrag geht man von 100 % Zeitanteilen aus, in denen die Handwerker mit ihrer Haupttätigkeit beschäftigt sind. Nach ZIMMERMANN kann man allerdings nur von 30,9 % der

<sup>107</sup> Ed. Züblin AG, Bereich Thüringen, Projektdokumentation (2014).

<sup>108</sup> Ebd.

Hauptarbeitszeit ausgehen, in der die Beschäftigten ihrer eigentlichen Tätigkeit nachgehen, da die restlichen 69,1 % der Zeitanteile während des Ausbaus als schwachstellenverdächtig angesehen werden müssen. Davon entfallen ungefähr die Hälfte der Anteile auf persönlich bedingte Unterbrechungen, Abwesenheit und Sonstiges, welche nicht mit einer verbesserten Logistik optimierbar sind. Demgegenüber stehen 33,4 % bauphysikalisch optimierbare Zeitanteile, welche aus störungsbedingten Unterbrechungen, Aufräumen und Umräumen, Materialsuche, Wegen und Transporten resultieren.<sup>109</sup> Daher ergibt sich für den Neubau des Universitätsklinikums während der Ausbauphase ein bauphysikalisch optimierbares Kosteneinsparpotenzial von circa 10,7 Mio. Euro:

$$32,1 \text{ Mio €} \cdot 0,334 = 10,7 \text{ Mio. €}$$

Der Betrag von 10,7 Mio. Euro stellt demnach die Kosten dar, welche vom Auftragnehmer an die Subunternehmer zwar bezahlt werden, jedoch keinerlei Wertschöpfung erbringen. An dieser Stelle kommt die Frage nach einer alternativen Lösung auf, welche ermöglicht, dass die Handwerker 100 % ihrer Hauptarbeitszeit für ihre eigentlichen Tätigkeiten aufbringen, um eine Effizienzsteigerung zu erreichen und gleichermaßen Kosten einzusparen. Zu diesem Zweck müssen die 33,4 % der nicht wertschöpfenden Tätigkeiten auf preiswertere Arbeitskräfte verlagert werden, daher auf die genannten Logistik-Kuriere. Folgt man der Annahme von ANDERSEN ET AL., dass die ungelernten Logistik-Kuriere den Auftragnehmer nur ein Drittel des Arbeitspreises eines ausgebildeten Handwerkers kosten, dann würden sich die Personalkosten statt der 10,7 Mio. Euro für nicht wertschöpfende Tätigkeiten nur auf 3,6 Mio. Euro belaufen.<sup>110</sup> In diesem Zusammenhang könnten beim Universitätsklinikum Jena demzufolge Einsparungen von circa sieben Mio. Euro generiert werden:

$$10,7 \text{ Mio €} \cdot \frac{1}{3} = 3,6 \text{ Mio. €}$$

$$10,7 \text{ Mio. €} - 3,6 \text{ Mio. €} = 7,1 \text{ Mio. €}$$

Beim Neubau des norwegischen St. Olavs Krankenhaus sind ANDERSEN ET AL. von zwei Drittel Kosteneinsparungen bei den Lohnkosten der Logistik-Kuriere ausgegangen. Tatsächlich ist ein Einsparpotenzial in dieser Größenordnung in Deutschland allerdings nicht realistisch, aufgrund geringerer Lohnunterschiede beider Beschäftigungsformen. §14 des deutschen Arbeitnehmerentgeltgesetzes (AEntG) regelt die Zahlung des Mindestentgeltes und verpflichtet Bauaufträge zu vergebende Unternehmen dazu, den Auftragnehmern und weiteren Nachunternehmern das Mindestentgelt nach dem AEntG zu zahlen (s. Anlage, S.

<sup>109</sup> Vgl. Zimmermann (2009), S. 9.

<sup>110</sup> Vgl. Andersen et al. (2012), S. 135.

88).<sup>111</sup> Für ausgebildete Handwerker liegt das Mindestentgelt im Ausbaugewerbe in diesem Zusammenhang bei 15,30 €/h brutto und für Hilfsarbeiter bei 10,50 €/h brutto. Demzufolge lassen sich nicht - wie zunächst angenommen - zwei Drittel der Kosten bei den Hilfsarbeitern bzw. den Logistik-Kurieren einsparen, sondern nur ca. 21 % der Kosten.<sup>112</sup> Für die Berechnung wird der Erhalt des Mindestentgeltes von 15,30 €/h bei den Facharbeitern der Nachunternehmer angenommen, welche i.d.R. der Lohngruppe 3 angehören und daher keine Hilfsarbeiter mehr sind (s. Anlage, S. 89). Das tatsächliche Entgelt liegt in der Praxis teilweise auch geringfügig darüber. Die Logistik-Kuriere übernehmen die Hilfstätigkeiten und erhalten das Mindestentgelt der Lohngruppe 1, welches 10,50 €/h beträgt. Weiterhin muss der GU-Zuschlag bei der Berechnung berücksichtigt werden, da die Ed. Züblin AG eine Leistung beauftragt, die beaufschlagt wird. An dieser Stelle wird ein GU-Zuschlag von 15 % angenommen, welcher auf den Mindestlohn der Hilfsarbeiter aufgerechnet wird:

$$10,50 \text{ €} \cdot 0,15 = 1,575 \text{ €}$$

$$10,50 \text{ €} + 1,575 \text{ €} = 12,075 \text{ €} \approx 12,10 \text{ €}$$

$$15,30 \text{ €} - 12,10 \text{ €} = 3,20 \text{ €}$$

$$\frac{3,20 \text{ €}}{15,30 \text{ €}} = 0,2092 = 20,92 \text{ \%}$$

Stellt man die Berechnung neu an und setzt die rund 21 % Kosteneinsparungen bei den Hilfsarbeitern bzw. den Logistik-Kurieren an, dann würde man beim Universitätsklinikum Jena immerhin noch über zwei Mio. Euro sparen, wenn man die nicht wertschöpfenden Tätigkeiten aus dem Verantwortungsbereich der ausgebildeten Handwerker eliminiert und auf die Logistik-Kuriere verlagert:

$$10,7 \text{ Mio €} \cdot 0,2092 = 2,24 \text{ Mio. €}$$

Im Ergebnis könnte man beim Bauvorhaben Universitätsklinikum Jena 2. BA demnach insgesamt 2,24 Mio. Euro durch den Einsatz ungelernter und preiswerter Hilfsarbeiter sparen, auf welche die folgenden Tätigkeiten übertragen werden könnten:

- Materialtransporte zu den Handwerkern sowie Materialverteilung in die entsprechenden Bereiche,
- Auspacken von Materialien,

<sup>111</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2009).

<sup>112</sup> Ed. Züblin AG, Bereich Thüringen, Projektdokumentation (2014).

- Durchführen der Qualitätskontrolle,
- Entsorgung von Verpackungen und sonstigem Müll,
- Bringen größerer Werkzeuge,
- Reinigungsarbeiten.<sup>113</sup>

Vor dem Hintergrund der Beschäftigungsform auf Mindestlohnbasis ist es von besonderer Bedeutung, dass die Logistik-Kuriere keinerlei Bautätigkeiten durchführen, sondern ausschließlich Hilfstätigkeiten übernehmen. In diesem Zusammenhang muss den Logistik-Kurieren bei Arbeitsbeginn ein Polier zur Verfügung gestellt werden, welcher die Baustellenunterweisung sowie die Einteilung und Zuordnung der Hilfsarbeiter durchführt. Für die Lenkung und Leitung der Logistik-Kuriere sollten jedoch die entsprechenden Nachunternehmer der jeweiligen Gewerke zuständig sein, in deren Verantwortung die Hilfsarbeiter agieren können.

Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht die Verteilung der Tätigkeiten am Beispiel des Vorgangs *Einbau von Natursteinfliesen* für Handwerker und Logistik-Kuriere.



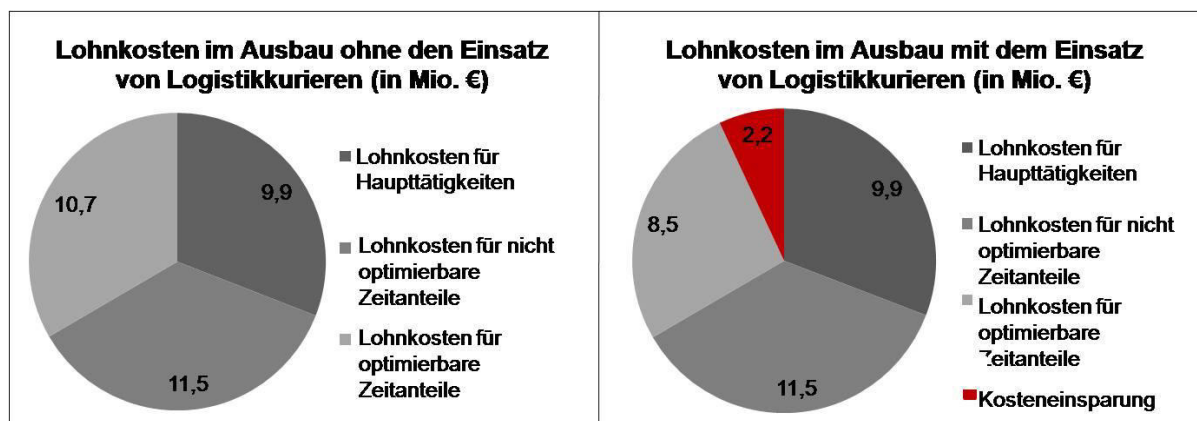
**Abbildung 22: Einsatz der Logistik-Kuriere am Beispiel des Einbaus von Natursteinfliesen**  
(Quelle: Eigene Darstellung)

Aus der Abbildung ist zu entnehmen, dass die Logistik-Kuriere alle anfallenden Nebentätigkeiten von der Vorbereitung bis hin zur Entsorgung von Verpackungen erledigen. Die Zeit für diese nicht wertschöpfenden Tätigkeiten müssten ansonsten von den preisintensiveren Handwerkern aufgebracht werden. In diesem Fall arbeiten beide Arbeitskräfte parallel zusammen und verbessern somit die Produktivität, da die teureren Handwerker sich ausschließlich auf die wertschöpfenden Tätigkeiten konzentrieren und diese ohne Unterbrechungen durchführen können. Die Logistik-Kuriere entlasten die Handwerker und sorgen dafür, dass diese keine Zeit für Aufräumen und Umräumen, Materialsuche sowie Wege und Transporte von Materialien aufwenden müssen.

<sup>113</sup> Vgl. Andersen et al. (2012), S. 135.



Letztendlich existieren die schwachstellenverdächtigen Zeitanteile zwar weiterhin, jedoch wurden diese auf günstigere Arbeitskräfte verlagert, wodurch beim Universitätsklinikum Jena ein Kostenersparnis von über zwei Mio. Euro generiert werden könnte (s. Abb. 23).



**Abbildung 23: Kostensparnis durch den Einsatz von Logistik-Kurieren**  
(Quelle: Eigene Darstellung)

Mit der in der Abbildung dargestellten Kostensparnis würden beim analysierten Bauvorhaben statt der 32,1 Mio. Euro nur rund 29,9 Mio. Euro auf die Lohnkosten im Ausbau entfallen. Der Kostenvergleich stellt allerdings nur eine grobe Annahme dar, da die Lohnkosten für die Ausbaugewerke mit circa 45 % lediglich grob geschätzt waren.

Die Voraussetzung für die Umsetzung dieser Variante auf der Baustelle des Universitätsklinikums Jena ist, dass man zunächst detaillierte Kenntnis über die genauen Lohnkosten für das Personal der Ausbaugewerke besitzt und die Kosteneinsparungen genau berechnen und mit dem sonstigen entstehenden Aufwand abwägen kann. Weiterhin sollte die Übernahme der Nebentätigkeiten durch die Hilfsarbeiter in den Nachunternehmervertrag implementiert sein, sodass diese durch den Nachunternehmer entsprechend angepasst und eingepreist werden können.

Letztendlich verbessert der Einsatz von den günstigeren Logistik-Kurieren die Produktivität der ausgebildeten Handwerker erheblich, da diese durch das Eliminieren der Nebentätigkeiten aus ihrem Verantwortungsbereich kontinuierlich arbeiten können und wertschöpfende Leistung erbringen. Durch die Produktivitätssteigerung, infolge der Aufteilung beider Beschäftigungsformen auf ihren entsprechenden Tätigkeitsbereich und dem daraus resultierenden kontinuierlichen Wertschöpfungsprozess, können auf der Großbaustelle der Ed. Züblin AG in Jena erhebliche Kosteneinsparungen generiert und somit ein bisher unerschöpftes bauleistungslogische Optimierungspotenzial genutzt werden.

Variante 2:

### Zentrallager mit ABC-Materialtypen-Kategorisierung

Bei der vorliegenden Variante ist die Einrichtung eines Zentrallagers auf der Baustelle des Universitätsklinikums Jena vorgesehen, welches bestimmte Materialtypen einlagert, verwaltet, zu Material-Sets der entsprechenden Einbaubereiche kommissioniert und die zusammengestellten Teilmengen anschließend auf der Baustelle verteilt. Im Rahmen einer ABC-Materialtypen-Kategorisierung werden ausschließlich B- und C-Materialtypen kommissioniert. A-Typen stellen in diesem Zusammenhang vollständige Modullieferungen mit hoher Qualität dar, welche über ein Abrufsystem direkt zur Einbaustelle auf dem Baufeld geliefert werden und ansonsten nicht verfügbar sind wie Fertignasszellen, medizintechnische Anlagen, Lüftungsgeräte und Generatoren. B-Typen hingegen sind einzelne Komponenten bzw. vollausgestattete Einzelteile, welche zunächst das baustelleninterne Zentrallager durchlaufen, um dort - zusammen mit den C-Typen - kommissioniert zu werden, bevor sie ihren entsprechenden Einbaubereich erreichen. Ein Beispiel für B-Typen sind Lieferungen von Heizkörpern, Leuchten, Lüftungsgittern, Rohrleitungen, Brandschutzkassetten sowie Verkabelung. Im Zentrallager erfolgen in diesem Zusammenhang die Materialakquisition über ein Abrufsystem und die anschließende Zusammenstellung der BC-Material-Sets, welche für die Lieferung auf das Baufeld vorbereitet werden. C-Typen von Materialien stellen lediglich Verbrauchsmaterialien mit geringem Wert dar, welche über ein Auffüllsystem ins Zentrallager gelangen und daher jederzeit auf der Baustelle verfügbar sind, wie beispielsweise Schrauben, Muttern, Unterlegscheiben und Klammern (s. Abb. 24).

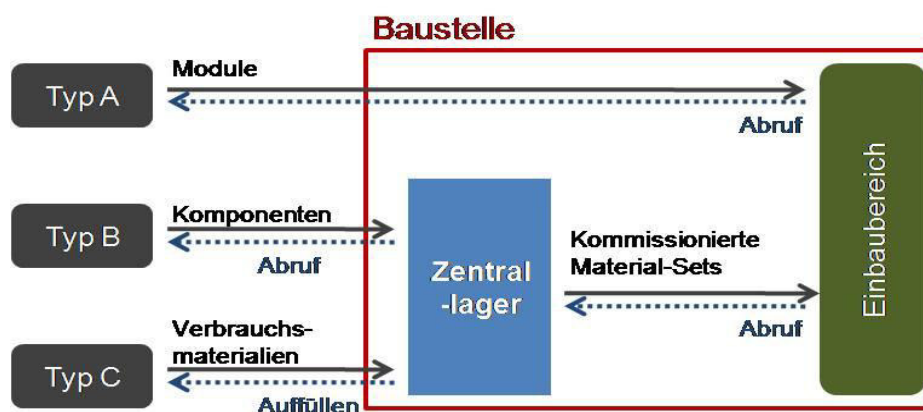
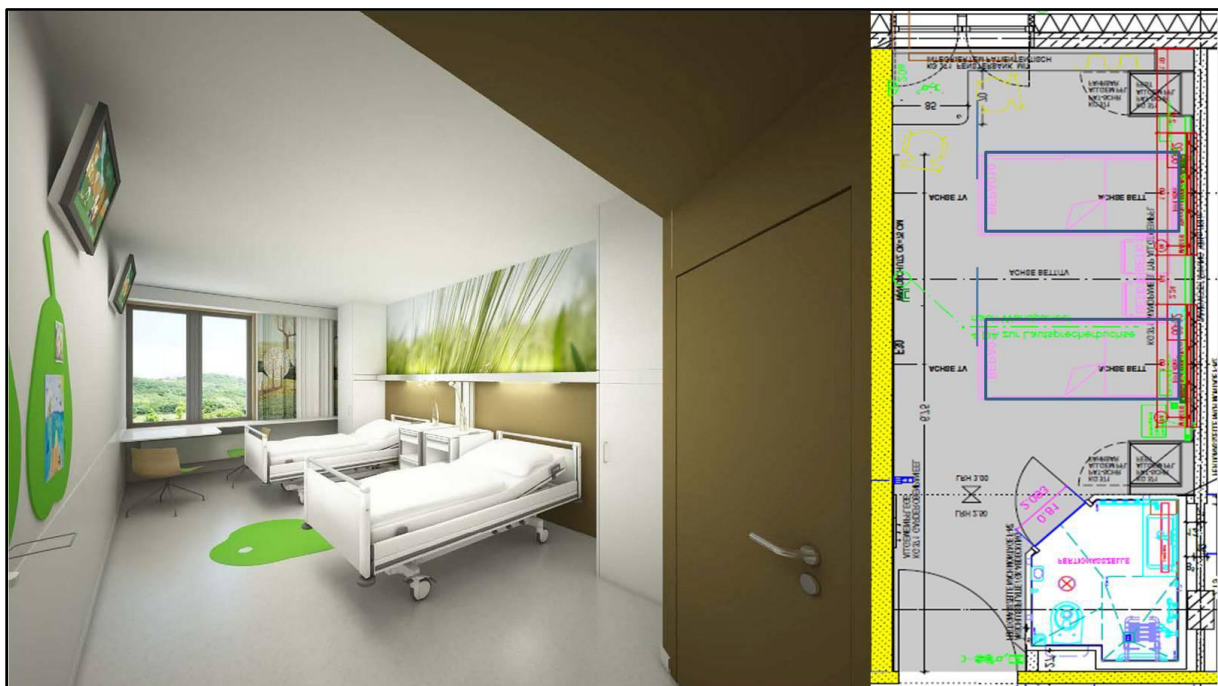


Abbildung 24: Funktionsweise Zentrallager mit ABC-Materialienkategorisierung  
(Quelle: Eigene Darstellung)

Das Zentrallager hat die Aufgabe, die B- und C-Waren zu bestellen, einzulagern, zu verwalten und anschließend zu verteilen. In den Einbaubereichen erfolgt letztendlich die Endmontage von direkt gelieferten A-Baugruppen und vorkommissionierten Komponenten zu einem Komplettsystem. Diese Vorgehensweise soll durch eine vorab stattfindende Zuordnung von Materialien und deren bereichsbezogene Lieferung ins Bauwerk eine

Zeitersparnis generieren. Weiterhin wird damit eine Minimierung der Such- und Wegezeiten durch den Wegfall größerer, unsortierter Lagerflächen und damit eine höhere Übersichtlichkeit und Ordnung geschaffen, was eine verbesserte Arbeitssicherheit und weniger Arbeitsunfälle zur Folge hat. Die Konzentration der Monteure und Bauarbeiter auf ihre eigentlichen Haupttätigkeiten und eine damit einhergehende Reduzierung von Produktivitätseinbußen stellt ein weiteres Ziel dieser bauphysikalischen Variante dar.

Im folgenden Abschnitt sollen die Materialflüsse der unterschiedlichen ABC-Typen am Beispiel eines Patientenzimmers dargestellt und somit der gesamte Anlieferungsprozess beispielhaft verdeutlicht werden. Zur Anschauung dient in diesem Zusammenhang das Beispiel eines 2-Bett-Patientenzimmers in der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin, welches im MZ IV entstehen wird. Vor diesem Hintergrund ist es zunächst notwendig, einen Überblick über die zu verbauenden Materialien des Patientenzimmers und deren Mengen zu erhalten. Dazu dienen die folgenden beiden Darstellungen. Auf die Betrachtung der umfangreichen Elektroausstattung wird an dieser Stelle verzichtet, diese ist dem Anhang zu entnehmen (s. Anlagen, S. 90).



**Abbildung 25: Visualisierung und Planausschnitt Patientenzimmer im MZ IV**

(Quelle: Verändert nach: ED. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014)

Ein Patientenzimmer hat insgesamt eine Fläche von circa 27,0 m<sup>2</sup>, inklusive einer rund 4,5 m<sup>2</sup> großen Nasszelle. Über die gesamte Fläche hinweg werden Gipsplatten-Unterdecken als komplette Konstruktionen ausgeführt und auf den - abzüglich der Fertignasszelle verbleibenden 22,5 m<sup>2</sup> - ein PVC-Belag verlegt. Weiterhin wird umlaufend ein Ramm- bzw. Wandschutz angebracht sowie Paneelen am Betthaupt und an der Garderobe. In das

Patientenzimmer gehören darüber hinaus eine 3,40 m lange Fensterbank mit integriertem Tisch, ein Heizkörper, eine einflügelige Holztür sowie zwei Schränke (s. Tab. 6).<sup>114</sup>

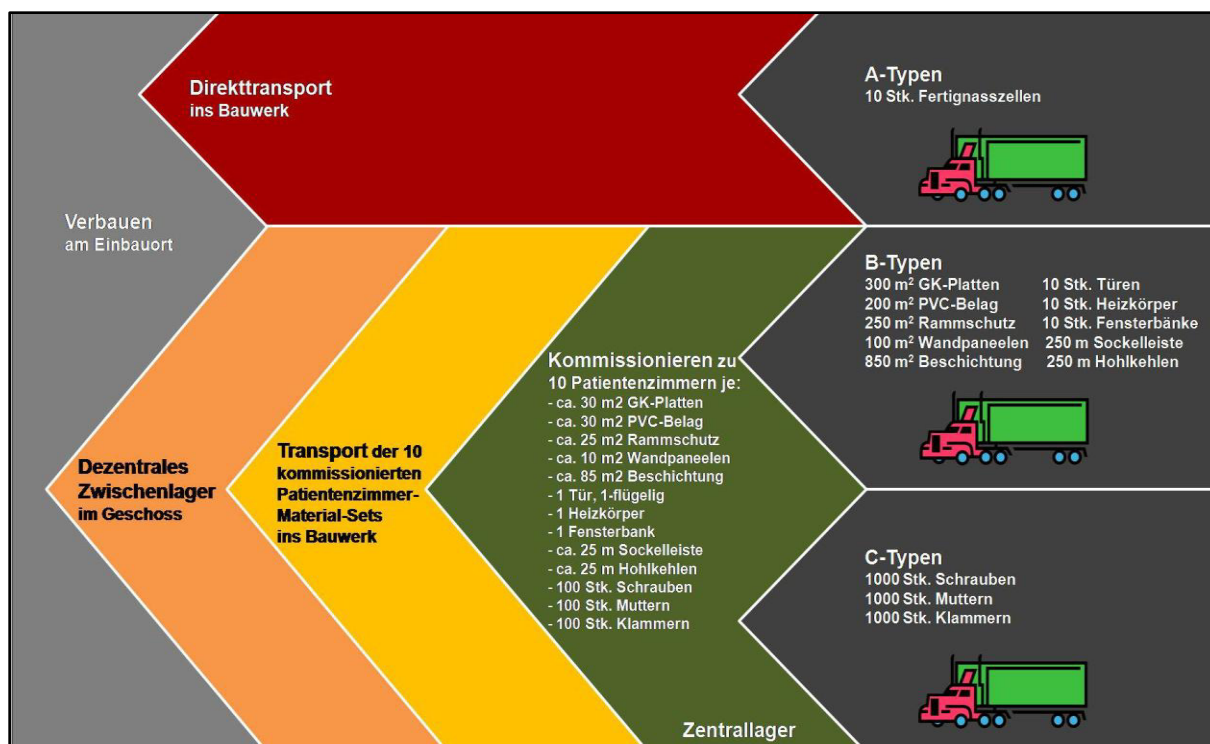
| 2-Bett-Patientenzimmer                |       |                |
|---------------------------------------|-------|----------------|
| Gewerke                               | Menge | Einheit        |
| Nasszelle                             | 1,0   | Stk.           |
| Estrich                               | 27,0  | m <sup>2</sup> |
| PVC Bodenbelag                        | 22,5  | m <sup>2</sup> |
| Gipsplatten Unterdecken               | 27,0  | m <sup>2</sup> |
| Beschichtung                          | 89,0  | m <sup>2</sup> |
| Wandschutz / Rammschutz               | 22,5  | m <sup>2</sup> |
| Wandpaneel (Betthaupt)                | 10,5  | m <sup>2</sup> |
| Garderobenpaneel                      | 1,5   | m <sup>2</sup> |
| Hohlkehle                             | 22,5  | m              |
| Stellsockel                           | 22,5  | m              |
| Holztür / einflügelig                 | 1,0   | Stk.           |
| Heizkörper                            | 1,0   | Stk.           |
| Fensterbank m. integr. Patiententisch | 1,0   | Stk.           |
| Patientenschrank Allgemeinpflege      | 1,0   | Stk.           |
| Patientenschrank fest                 | 2,0   | Stk.           |

**Tabelle 6: Beispielhafte Materialausstattung eines Patientenzimmers**

(Quelle: Eigene Darstellung nach Ed. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014)

Demzufolge stellt die Fertignasszelle im vorliegenden Patientenzimmer die einzige modulare A-Lieferung dar, welche - gebündelt mit weiteren Nasszellen - direkt in das Bauwerk geliefert und in den entsprechenden Zimmern verbaut werden. Geht man weiterhin von mehreren gebündelten B-Lieferungen der jeweiligen Materialien aus, erreichen schätzungsweise zehn LKWs mit den Lieferungen des entsprechenden Gewerkes das Zentrallager vom Universitätsklinikum, daher beispielsweise ein LKW mit 300 m<sup>2</sup> Gipskarton-Platten für die Deckenkonstruktionen (s. Abb. 26). Diese Lieferungen werden im Zentrallager verwaltet, um die C-Typen ergänzt und die Materialmengen zimmerbezogen zugeteilt und zusammengestellt, sodass die vollständig vorkommissionierten Patientenzimmer das Zentrallager verlassen können, sobald die noch ausstehenden Lieferungen eingegangen sind. Letztendlich werden also gewerkespezifische Materialien für mehrere Patientenzimmer gebündelt geliefert und daraus Material-Sets für verschiedene, einzelne Patientenzimmer zusammengestellt. Die folgende Abbildung veranschaulicht den beschriebenen Anlieferungsprozess eines 2-Bett-Patientenzimmers, unter Berücksichtigung der ABC-Materialtypenkategorisierung.

<sup>114</sup> Ed. Züblin AG, Bereich Thüringen, Projektdokumentation (2014).

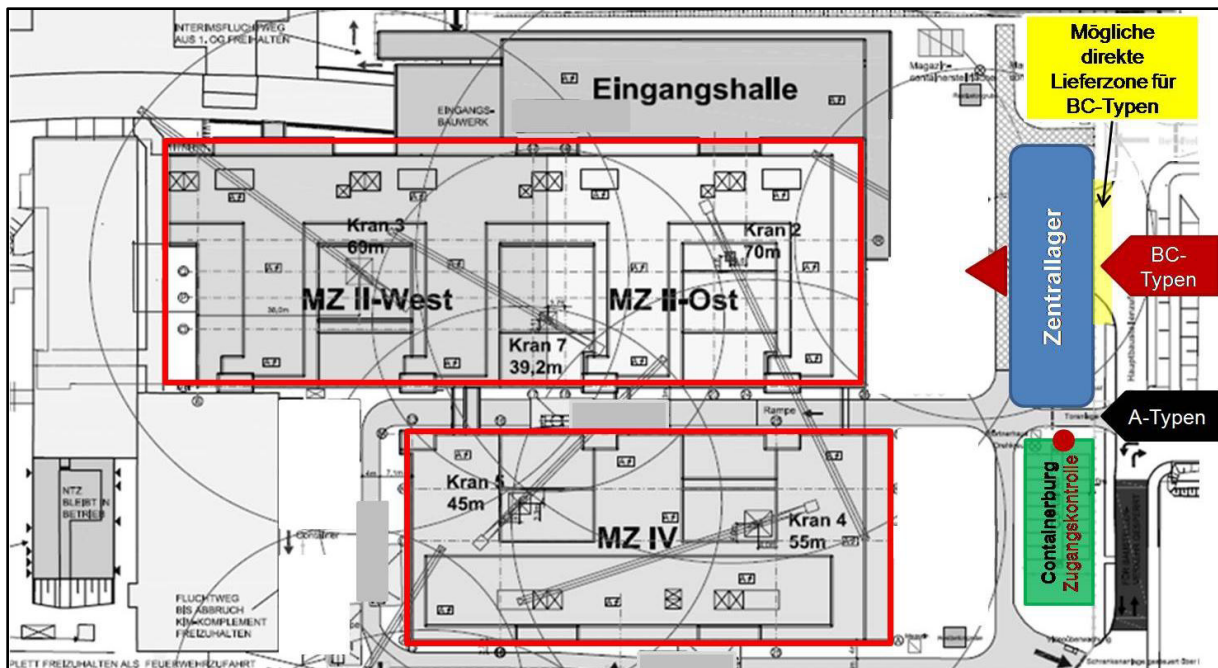


**Abbildung 26: Anlieferungsprozess für ein Patientenzimmer**

(Quelle: Eigene Darstellung)

Im Hinblick auf die Umsetzung auf dem Baustellengelände des Universitätsklinikums in Jena, wäre die Einrichtung eines Zentrallagers zwischen Hauptbaustellenzufahrt und Behelfseinfahrt entlang des Bauzauns denkbar, wo sich aktuell noch zwei kleinere Lagerflächen befinden (s. Abb. 27). Auf der rund 18,0 x 60,0 Meter großen Fläche könnte demnach ein einstöckiges Zentrallager mit circa 1.100 m<sup>2</sup> Fläche entstehen oder ein zweistöckiges Lager mit entsprechend doppelter Fläche. Die Vorteile dieses Standortes sind seine direkte Lage am Baustellenzugang, sodass Lieferungen von B- und C-Materialtypen direkt ins Zentrallager geliefert werden können ohne weiteren Transport über das Baustellengelände. In die Straßenführung der bestehenden asphaltierten Baustraßen würde mit dieser Variante nicht eingegriffen werden, sondern diese könnten für die kommissionierten Transporte vom Zentrallager in die Bauwerke optimal genutzt werden.

Den geringsten Aufwand würde eine BC-Lieferung mit direkter Andienung von der Straße außerhalb der Baustelleneinrichtung ins Zentrallager machen, bei welcher der Lieferant nicht extra die Zugangskontrolle passieren und die Baustelleneinrichtung befahren muss, sondern nur seine Materialien am Zentrallager ablädt (s. Abb. 27). Dazu müsste dieses einen Durchgangscharakter aufweisen mit Öffnungen auf beiden Gebäudeseiten, daher im Bereich des jetzigen Bauzauns sowie zu den Medizinischen Zentren hin. Durch das mögliche Wegfallen der bisherigen Lagerflächen im Eingangsbereich der Medizinischen Zentren bestünde hier ausreichend Rangiermöglichkeit für vertikale und horizontale Materialanlieferungen in die Gebäude, so dass modulare Direktlieferungen und kommissionierten Lieferungen aus dem Zentrallager nicht behindert werden.



**Abbildung 27: Ausschnitt Baustelleneinrichtung: Zentrallager auf dem Gelände des UKJ**  
(Quelle: Verändert nach: ED. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014)

Hinsichtlich der Anforderungen an das Zentrallager spielen Witterungsbeständigkeit und Diebstahlschutz eine übergeordnete Rolle, da hochwertige Komponenten wie Heizkörper und elektrisches Zubehör trocken und sicher gelagert werden müssen. Die Verwendung eines isolierten Industriezeltes wäre als Lösung denkbar, da dies in der Anschaffung eine vergleichsweise kostengünstige Lösung darstellt und alle Anforderungen an ein zentrales Baustofflager erfüllt. Dank Systembauweise können Industriezelte innerhalb weniger Tage ausgeliefert, montiert und in Betrieb genommen werden und stellen somit eine kurzfristig realisierbare Lösung dar (s. Abb. 28).<sup>115</sup> Sie benötigen kein massives Fundament und könnten nach der Fertigstellung des Bauvorhabens sogar projektübergreifend durch die Ed. Züblin AG auf der nächsten Großbaustelle wieder verwendet werden, wenn sich die Lösung bewährt hat. Die Kosten für den Kauf eines Industriezeltes von 300 m<sup>2</sup> belaufen sich auf 6.500 Euro, daher muss man für ein isoliertes Industriezelt in der Größenordnung von 1.000 m<sup>2</sup> schätzungsweise mit rund 30.000 – 50.000 Euro rechnen.



**Abbildung 28: Ein Industriezelt als zentrales Baustofflager**  
(Quelle: Verändert nach Herchenbach Industrie-Zeltebau GmbH 2014)

<sup>115</sup> Vgl. Verlag Moderne Industrie GmbH (2014).

Für die Einrichtung eines baustelleninternen Zentrallagers mit einer ABC-Materialtypen-Kategorisierung und einer möglichen baustellenexternen Andienung von der Straße aus besteht jedoch Klärungsbedarf im Hinblick auf die rechtlichen Verhältnisse. Fraglich ist in diesem Zusammenhang, ob es der Ed. Züblin AG gestattet wäre, die Baustelle für die BC-Lieferungen gänzlich durch das Zentrallager hindurch anzudienen und die Straße für diese Zwecke zu nutzen bzw. eine Haltebucht im Bereich des Bürgersteiges zu schaffen. Alternativ könnten die Lieferungen ansonsten regulär über die Zugangskontrolle auf die Baustelle erfolgen und von dort ebenfalls über kurze Wege das Zentrallager erreichen.

Über die rechtlichen Fragestellungen hinaus, sind im Zusammenhang mit der Umsetzung dieser Variante noch weitere Aspekte zu diskutieren. Um das Zentrallager nicht überfüllt zu halten, müsste weiterhin eine Festlegung getroffen werden, wann die benötigten BC-Materialien frühestens geliefert werden können, da eine langfristige Einlagerung bei dieser Variante nicht vorgesehen ist. Anbieten würde sich in diesem Zusammenhang beispielsweise eine Frist von zwei Werktagen. Des Weiteren muss Personal bereitgestellt werden, welches die gelieferten Materialien im Zentrallager verwaltet und anschließend verteilt, sowie Transportgeräte, um die Kommissionierung im Zentrallager durchführen zu können. Die Materialakquisition kann optional ebenfalls vom Zentrallager aus erfolgen. Als kritisch ist die Phase zu betrachten, in welcher die baustelleninternen Lagerflächen Kapazitäten für den fortschreitenden Bau des 2. BA bereitstellen müssen und darüber hinaus Lagerplätze für den parallelen Bau des Zentrallagers benötigt werden. In dieser Zeit ist mit einer temporären Lagerplatzüberbelegung und gegenseitigen Behinderungen mit dem sonstigen Baustellenverkehr zu rechnen. In diesem Zusammenhang stellt der Aufbau eines Industriezeltes, welches kurzfristig realisierbar ist und somit die genannten Probleme zumindest auf einige Tage reduziert, eine vorteilhafte Lösung dar.

Letztendlich ist die beschriebene Variante eine Möglichkeit, unübersichtliche und auf dem Baufeld verteilte Lagerflächen zu reduzieren und damit zu einer Erhöhung der Übersichtlichkeit der Abläufe sowie zu einer ordentlichen und sauberen Baustelle beizutragen, wodurch Gesundheitsrisiken, Arbeitsunfälle und Behinderungen der Verkehrswege minimiert werden. Weiterhin gewährleistet der Bau eines zentralen Baustofflagers eine witterungsbeständige und diebstahlsichere Materiallagerung sowie eine anschließende zügige Auslieferung in die Einbaubereiche. Eine Vorkommissionierung ermöglicht zudem eine direkte Qualitätskontrolle sowie einen sofortigen Austausch von fehlerhaften Produkten und trägt damit zur Reduzierung von Qualitätseinbußen bei. Letztendlich ist auch die Reduktion der Kommunikationswege ein Vorteil, da ausschließlich das Personal im Zentrallager als logistischer Ansprechpartner bei Fragen zu Materiallieferungen und –beständen auskunftsfähig ist. Des Weiteren ist eine Kopplung mit dem von der Ed. Züblin AG genutzten Online-Avisierungssystem denkbar, da sich die

Nachunternehmer weiterhin bis 48 Stunden im Voraus beim Zentrallager anmelden können. Zu beachten ist an dieser Stelle jedoch die bereits genannte Einlagerungsfrist von maximal zwei Werktagen. Aus bauphysikalischer Sicht ist weiterhin die Just-in-Time Anlieferung der A-Materialtypen hervorzuheben, da diese im Rahmen der Lean Logistik ein anzustrebendes Ziel darstellt, um Logistikkosten zu senken, Such- und Wegezeiten zu verringern und die Transparenz sowie die Arbeitsproduktivität auf der Baustelle zu erhöhen.

Ein letzter Vorteil der Variante ergibt sich aus der Ergänzung des Systems um das Prinzip der Taktsteuerung, welche das rhythmische Durchlaufen eines Gewerkezeuges durch das Gebäude zur Erzeugung eines kontinuierlichen Gewerkeflusses und die Realisierung eines stabilen Baufortschritts zur Folge hat. In diesem Zusammenhang müsste der 2. BA des Universitätsklinikums Jena in Lose gleicher Größe eingeteilt werden und ein Arbeitsterminplan je Los erstellt werden. Die Einteilung der Lose erfolgt nach Raum- bzw. Bereichsfunktionen, daher beispielsweise nach Patientenzimmern, Küchen, Treppenhäusern etc. Für unregelmäßige Bereiche gilt die gleiche Vorgehensweise, allerdings überwiegend nach Los-Größe, beispielsweise 1.000 m<sup>2</sup>, und nur geringfügig nach der Bereichsfunktion. Die Kommissionierung zu Material-Sets im Zentrallager könnte demzufolge nach den eingeteilten Losen erfolgen (s. Abb. 29). In den Taktbereichen findet dann letztendlich die Endmontage von Just-in-Time gelieferten Modulen und kommissionierten Komponenten zu einem funktionierenden Gesamtsystem statt.

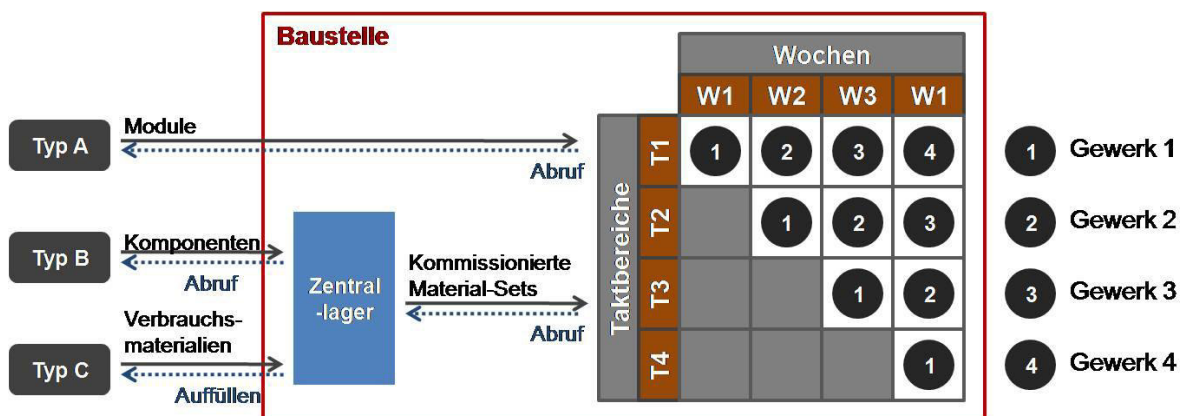


Abbildung 29: Erweiterung von Zentrallager und ABC-Kategorisierung um Taktsteuerung  
(Quelle: Verändert nach: COURT 2009, S. 53.)

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass bei der vorliegenden Variante - trotz der Errichtung eines Lagers - nicht die Problematik der klassischen Bauphysik bzw. einer Just-in-Case Logistik auftritt, da die Materialbestände durch aktive Steuerung mittels Einlagerungsfristen und ABC-Kategorisierung gering gehalten werden und parallel eine Just-in-Time Anlieferung umgesetzt wird. Somit entsteht eine zügige Bauabwicklung, welche trotzdem Sicherheitspuffer enthält und durch das Taktprinzip zusätzlich strukturiert und stabilisiert wird. Demnach wird also kein Hauptlager geschaffen, in welches die bisher ausgewiesenen



Lagerflächen schlichtweg integriert werden, sondern eine logistische Einrichtung mit Verwaltungsfunktion, die den zügigen weiteren Materialfluss durch das Kommissionieren von einbaufertigen Material-Sets vorbereitet. Letztendlich erreichen durch dieses baulegistische Konzept nur Materialien das Bauwerk, welche auch tatsächlich benötigt werden, daher kann sich das Universitätsklinikum Jena damit zu einer *Ziehenden Baustelle* („Pull-Effekt“) im Lean Sinne entwickeln.

Variante 3:

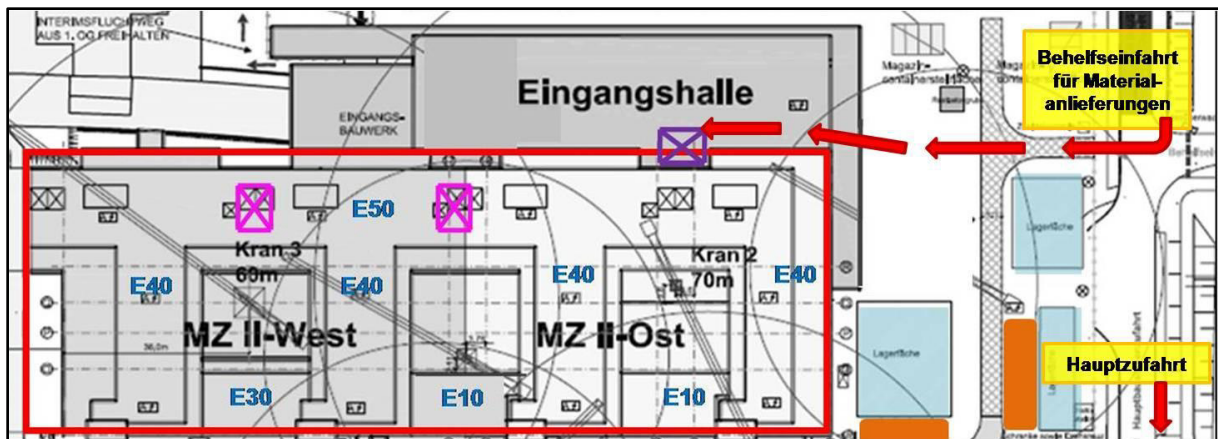
### **Ersatz des Lastenaufzuges als Vertikaltransportmittel des MZ II**

Im folgenden Abschnitt soll eine baulegistische Variante entwickelt werden, welche eine alternative Anlieferungsmöglichkeit schafft, um die Ausbaumaterialien in die oberen Geschosse zu transportieren. Wie aus dem Baustelleneinrichtungsplan zu entnehmen ist, wird im August 2014 ein Lastenaufzug für das MZ II im Bereich der Eingangshalle errichtet, welcher als Material- und Personenaufzug sowie als Transportbühne dient (s. Abb. 21, S. 44). Da ausschließlich das MZ II über einen Lastenaufzug verfügt, wird im folgenden Abschnitt auch nur dieses Bauteil betrachtet und das MZ IV sowie das FUI an dieser Stelle außer Acht gelassen. Die Entwicklung der baulegistischen Variante enthält zunächst eine genaue Beschreibung der bisher geplanten logistischen Vorgänge sowie eine Gegenüberstellung mit einer alternativen Transportmethode anhand eines ausgewählten Beispielgewerkes.

Neben den endgültigen Bettenaufzügen soll zukünftig ein Lastenaufzug im Bereich der Eingangshalle den Material- und Personentransport in die oberen Geschosse des MZ II übernehmen. Die endgültigen Aufzüge werden jedoch frühestens ab November 2014 einsatzfähig sein, daher muss für die im Sommer beginnende Ausbauphase der Lastenaufzug als Alternative eingesetzt werden und soll darüber hinaus bis ungefähr Oktober 2015 in Gebrauch sein, um die Geschosse des MZ II mit Materialien zu versorgen. Das bisherige logistische Konzept der Bauleiter sieht vor, dass der Aufzug über die Geschossdecke der Ebene U01 der Eingangshalle angedient wird. Zu diesem Zweck fahren die Lieferanten mit den geladenen Materialien über die Behelfseinfahrt in die Baustelle ein und über den Rohbetonboden der Ebene 00 in der Eingangshalle hinweg zum Lastenaufzug, um das Material dort abzuladen, sodass dieses in die oberen Geschosse transportiert werden kann (s. Abb. 30). Sobald die Glasfassade der Eingangshalle errichtet wird, sollen die Lieferanten weiterhin über eine Einbringöffnung ins Bauwerk einfahren können, um das Material direkt am Lastenaufzug abzuladen oder dieses alternativ vor der Eingangshalle abladen und von dort aus mit einem Palettenwagen zum Lastenaufzug transportieren.<sup>116</sup>

---

<sup>116</sup> Ed. Züblin AG, Bereich Thüringen, Projektdokumentation (2014).



**Abbildung 30: Materialanlieferung für Vertikaltransporte im MZ II über einen Lastenaufzug**  
(Quelle: Verändert nach: ED. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014)

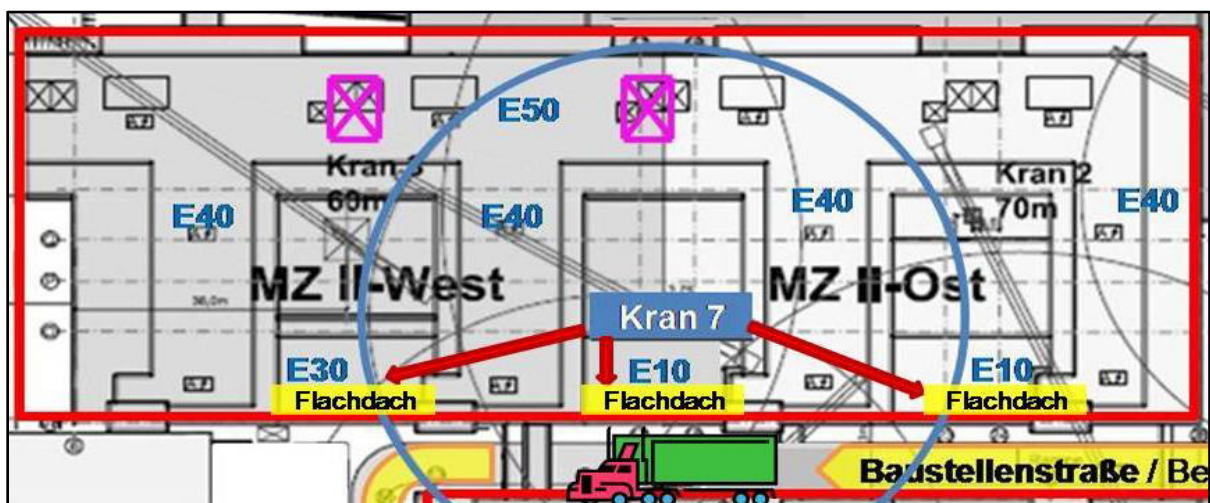
Diese Vorgehensweise hat den Nachteil, dass der Ausbau der Eingangshalle nicht in vollem Maße betrieben werden kann, aufgrund der permanenten Benutzung des Rohbetonbodens der Ebene 00. In diesem Zusammenhang kann der Fußbodenaufbau mit Estrich und Naturstein nicht planmäßig erfolgen und die Gewerke der Haustechnik können im Bereich der Eingangshalle nur eingeschränkt agieren. Weiterhin muss im Erdgeschoss und im Dachbereich bis zur Ebene 50 eine temporäre Öffnung erhalten werden, wodurch das Gebäude nicht dicht und vor der Witterung geschützt ist. Bisher liegt noch kein konkretes Konzept vor, wie man die Dachöffnung interimsmäßig abdichtet, sodass keine Feuchtigkeit ins Gebäude eindringt. Ähnlich verhält es sich mit der Öffnung im Eingangsbereich der Halle, in welcher es zusätzlich zu einer Abnutzung des Rohbetonbodens kommt. Das Einfahren der Lieferanten in die Eingangshalle ist weiterhin nachteilig, wenn man bedenkt, dass Wende- und Rückfahrmanöver auf Baustellen aufgrund der hohen Unfallgefahr vermieden werden sollten. Ein möglicher Konflikt könnte sich auch im Rahmen der Zugangskontrolle ergeben, da die Materiallieferanten nicht die herkömmliche Baustellenhauptzufahrt benutzen, sondern die Behelfszufahrt, wo sich weder eine Anmeldung noch ein Wachcontainer befindet. Über die bereits genannten Nachteile hinaus, stellt der Lastenaufzug eine sehr kostspielige Variante dar.

Aufgrund der genannten Schwierigkeiten soll im Folgenden eine alternative bauleistungslogische Variante entwickelt werden, welche für die Durchführung der Vertikaltransporte des MZ II geeigneter ist als das bisherige Konzept. In diesem Zusammenhang ist der Verbleib eines Kranes denkbar, wodurch die Notwendigkeit des Lastenaufzuges hinfällig wäre. Die Überlegung beinhaltet die fortschreitende Nutzung eines ausgewählten Kranes für die Vertikaltransporte des MZ II während der Ausbauphase sowie der zwei endgültigen Bettenaufzüge ab November 2014. Die Vorteile, welche sich aus der Nutzung eines Kranes ergeben, sind seine schnellere und flexiblere Bedienung sowie die Möglichkeit, Material an verschiedenen Standorten des Gebäudes abzuladen und somit die Transportwege zu verkürzen. Letztlich ist auch die Verminderung des Risikos, dass sich der Bau der

Eingangshalle durch die Nutzung des Lastenaufzuges terminlich verzögert und diese nicht planmäßig fertiggestellt werden kann, ein Vorteil zu dem bisherigen Konzept.

Im folgenden Abschnitt soll die beschriebene Alternative konkretisiert und die Eignung beispielhaft anhand eines ausgewählten Gewerkes untersucht werden. Als Beispielgewerk bietet sich in diesem Zusammenhang der Trockenbau an, da dieser mit rund 79.400 m<sup>2</sup> Gipskarton-Platten die umfangreichste Anlieferung des MZ II und damit auch die größte Herausforderung im Ausbau darstellt (s. Tab. 5, S. 42).

Als verbleibender Kran und Ersatz für den Lastenaufzug bietet sich der knapp 40 m hohe Kran 7 an, da sich dieser zentral im mittleren der drei Lichthöfe befindet und dessen Ausleger an alle drei Flachdächer des MZ II heranreicht. Diese könnten als Zwischenlager- und Transportfläche fungieren, um die Gipskarton-Platten von dort aus durch die Fensteröffnungen in das Gebäude zu liefern. Zu diesem Zweck fährt der Lieferant der Gipskarton-Platten regulär durch die Baustellenhauptzufahrt auf die Baustelle ein und die Baustraße entlang bis in die Reichweite des Krans, um die Gipskarton-Platten dann palettenweise auf das entsprechende Flachdach heben zu lassen (s. Abb. 31). Die an die Flachdächer angrenzenden Fenster sind mit einem Öffnungsmaß von 1,62 x 2,10 m groß genug für eine Lieferung von Gipskarton-Platten mit den Abmaßen 2,50 x 1,25 m, welche auf Paletten gleicher Größe geliefert werden.<sup>117</sup> Von dort aus können sie in der Ebene 10 und der Ebene 30, wo ausschließlich standardmäßige Patientenzimmer und Behandlungsräume entstehen werden, mit einem Palettenwagen direkt in den entsprechenden Einbaubereich transportiert werden. Für den Einbau in den anderen Geschossen gilt die gleiche Vorgehensweise, allerdings erfolgt der Transport vom Flachdach zunächst zu den beiden endgültigen Bettenaufzügen und von dort aus in die höheren bzw. darunterliegenden Geschosse.



**Abbildung 31: Alternative Anlieferung über Kran 7 und die Flachdächer des MZ II**  
(Quelle: Verändert nach: Ed. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014)

<sup>117</sup> Ed. Züblin AG, Bereich Thüringen, Projektdokumentation (2014).

Eine Palette ist mit 50 Gipskarton-Platten bestückt und wiegt insgesamt 1,375 t.<sup>118</sup> Der Lastenaufzug mit einer Transportfläche von knapp 9 m<sup>2</sup> hat eine maximale Tragfähigkeit von 2 t, daher könnte dieser zur gleichen Zeit nur eine Gipskarton-Palette in die oberen Geschosse transportieren. Der Kran 7 kann bei größter Ausladung ebenfalls nur 1,7 t heben, sodass beide Hebermaschinen insgesamt rund 509 Hebetransporte benötigen würden, um die 79.400 m<sup>2</sup> Gipskarton bzw. die 25.408 Gipskarton-Platten, welche zu je 50 Stück auf einer Palette gebündelt sind, in die Geschosse zu liefern.

$$\frac{79.400}{(2,50 \cdot 1,25)} = 25.408 \text{ Stk.}$$

$$25.408 \text{ Stk.} \div 50 \text{ Stk.} = 508,16 \approx 509 \text{ Paletten}$$

An dieser Stelle wurde jedoch die benötigte Zeit als entscheidender Faktor der jeweiligen Hebermaschinen außer Acht lassen gelassen. Während der langsame Lastenaufzug mit nur 30 m/min bzw. mit 1,8 km/h die Gipskarton-Platten in die oberen Geschosse transportieren kann, schafft der Kran 7 eine Geschwindigkeit von 90 m/min bzw. 5,4 km/h und hat gleichzeitig den Vorteil, dass er das Material an drei verschiedenen Standorten und damit näher an den eigentlichen Einbauort befördern kann, während der Lastenaufzug die Materialien immer an der gleichen Stelle abladen muss und der horizontale Transport durch die Geschosse dementsprechend länger dauern kann.<sup>119</sup>

Im Folgenden soll eine Beispielrechnung durchgeführt werden. Nimmt man eine gleichmäßige Verteilung der Gipskarton-Platten für die Geschosse E00 bis E40 an (die Technikzentrale in der Ebene 50 bleibt unberücksichtigt), dann würden in jedes der fünf Geschosse rund 102 Gipskarton-Paletten geliefert werden.

$$509 \text{ Paletten} \div 5 = 101,8 \approx 102 \text{ Paletten (pro Geschoss).}$$

Für den Vertikaltransport einer Gipskarton-Palette in die Ebene 30 ( $\approx 16$  m Höhe) benötigt der Lastenaufzug beispielsweise 32 Sekunden und der Kran nur 11 Sekunden. Überträgt man die 21 Sekunden Differenz, die der Kran schneller ist, auf die gesamten 102 Paletten für die Ebene 30, dann ist dieser rund 36 Minuten schneller als der Lastenaufzug (s. Formel).

$$16 \text{ m} \div 30 \text{ m/min} = 0,53 \text{ min} = 32 \text{ Sek. (Aufzug)}$$

$$16 \text{ m} \div 90 \text{ m/min} = 0,17 \text{ min} = 11 \text{ Sek. (Kran 7)}$$

$$21 \text{ Sek.} \cdot 102 \text{ Paletten} = 2.142 \text{ Sek.} = 35,7 \text{ min}$$

<sup>118</sup> Ed. Züblin AG, Bereich Thüringen, Projektdokumentation (2014).

<sup>119</sup> Ebd.

Demzufolge lassen sich beim Trockenbau als ausgewähltes Beispielgewerk für eine Etage über eine halbe Stunde an Transportzeit einsparen, in welcher wiederum andere Ausbaugewerke bedient werden könnten. Weiterhin lässt sich zusätzliche Zeit sparen durch die Möglichkeit eines schnelleren Horizontaltransportes innerhalb des MZ II, aufgrund der Materialablieferung an drei möglichen Standorten. In diesem Zusammenhang hat der Lastenaufzug immer den gleichen Ausgangspunkt zum weiteren horizontalen Transport durch das Gebäude, während der Kran das Material relativ flexibel in der Nähe des entsprechenden Einbaubereichs abladen kann.

Hochgerechnet auf die Vertikaltransporte der anderen Ausbaugewerke lassen sich schätzungsweise mehrere Tage für den Ausbau durch den Einsatz des Krans einsparen. Doch diese Variante liefert nicht nur eine zeitliche Einsparung, sondern bietet auch einen finanziellen Vorteil gegenüber dem bisherigen Konzept. Der Lastenaufzug in der Eingangshalle kostet die Baustelle monatlich 2.367 Euro netto, zuzüglich 8.800 Euro für den Auf- und Abbau sowie den Transport. Der Kran schlägt mit 2.050 Euro netto zu Buche und ist damit monatlich 316 Euro preiswerter als der Lastenaufzug. Die Kosten für Auf- und Abbau fallen an dieser Stelle weg, da der Kran bereits in Betrieb ist. Setzt man die Kosten des Krans ebenfalls bis Ende Oktober 2015 an, würde man in den verbleibenden 14 Monaten (August 2014 bis Oktober 2015) rund 4.400 Euro an der Monatsmiete sparen, zuzüglich den Transport- sowie An-/Aufbaukosten.

$$316 \text{ €} \cdot 14 \text{ Monate} = 4.424 \text{ €}$$

$$4.424 \text{ €} + 8.800 \text{ €} = 13.224 \text{ €}$$

Die untersuchte Variante liefert also Kosteneinsparungen von über 13.000 Euro sowie eine Zeitersparnis von schätzungsweise mehreren Tagen bis zu einer Woche. Weiterhin kann mit dem Ersatz des Lastenaufzuges der Ausbau in der Eingangshalle planmäßig betrieben werden, ohne dass die Lieferanten regelmäßig durch die Halle fahren, um Materialien aller Ausbaugewerke für die aufsteigenden Geschosse zum Aufzug zu transportieren. In diesem Zusammenhang wird der repräsentative Eingangsbereich während der Ausbauphase pfleglich behandelt und die standardmäßigen Bereiche der Patienten- und Behandlungszimmer für die Logistik nutzbar gemacht. Demzufolge werden auch die Einbringöffnungen in der Fassade im Eingangsbereich der Halle sowie die im Dach hinfällig. Bei der Kran-Variante reichen die regulären Fensteröffnungen aus, um das Material in die Geschosse einzubringen. Daher bestünde die Möglichkeit, diese Variante bedarfsweise auch über Oktober 2015 hinaus aufrecht zu erhalten. Durch den Wegfall des Lastenaufzuges fahren die Lieferanten durch die Baustellenhauptzufahrt auf das Baufeld ein und können sich regulär am Wachcontainer anmelden. Weiterhin könnte das MZ IV bei Bedarf vom Kran 7 mit

bedient werden, da sein Ausleger bis an die beiden Flachdächer des Gebäudes heranreicht. Die weitere Vorgehensweise wäre dann mit der des MZ II identisch. Zu berücksichtigen bleibt jedoch für beide Gebäude die Zurverfügungstellung von Bedienpersonal für den Kran als auch für die jeweiligen Flachdächer als entsprechende Zwischenlager- und Transportflächen.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass sich im Hinblick auf die Tragfähigkeit beide Hebemaschinen nicht allzu sehr unterscheiden und gleich viele Transporte benötigen, demnach ist die Tragfähigkeit nicht das ausschlaggebende Kriterium für die Nutzung des Krans anstelle des Lastenaufzuges. Wäre es das oberste Ziel, einen Kran mit hoher Tragfähigkeit bereitzustellen, um möglichst viel Zeit einzusparen und viele Materialien ins Gebäude zu heben, wäre die Wahl vermutlich auf den Kran 2 gefallen. Allerdings ist es wenig sinnvoll, das MZ II mit Materialien zu überfüllen und ein einziges großes Zwischenlager zu errichten, da man sich damit räumlich im Wege steht bzw. sich gegenseitig behindert und der Ausbau nicht mehr richtig betrieben werden kann. Weiterhin stehen die rund viermal so hohen Kosten für einen größeren Kran nicht im Verhältnis zu ihrem bauleistungsrechtlichen Nutzen.<sup>120</sup> Die Unterschiede und Vorteile zwischen dem Lastenaufzug und dem Einsatz von Kran 7 liegen demnach nicht in der größtmöglichen Tragfähigkeit, sondern überwiegend in der höheren Flexibilität und Geschwindigkeit des Krans sowie der Tatsache, dass man bei diesem Konzept mit weniger Hindernissen, Komplikationen und Einschränkungen hinsichtlich des Ausbaus der Eingangshalle konfrontiert ist.

### 4.3 Bewertung der bauleistungsrechtlichen Konzepte

Die im vorherigen Kapitel untersuchten bauleistungsrechtlichen Varianten werden im Folgenden gegenübergestellt und anhand geeigneter Kriterien bewertet. Zu diesem Zweck wird eine Bewertungsmatrix verwendet, welche eine einheitliche Bewertung der Varianten mithilfe eines Punktesystems ermöglicht. Vor diesem Hintergrund wurden sechs Kriterien gewählt, um möglichst alle entscheidungsrelevanten Bereiche abzudecken. Diese umfassen die Kosten, Zeit, Produktivität, Wege und Transporte, Übersichtlichkeit und Ordnung bzw. die Arbeitssicherheit und letztlich den Aufwand für die Umsetzung der logistischen Variante auf der Baustelle. Im Rahmen des Punktesystems werden für jedes der sechs Kriterien Bewertungspunkte von null bis zwei vergeben, um den Optimierungsgrad der jeweiligen Variante in dem betreffenden Bereich herauszustellen. Dabei entsprechen die einzelnen Bewertungspunkte dem folgenden bauleistungsrechtlichen Optimierungsgrad:

- (●) 2 Bewertungspunkte = Optimierender Effekt,
- (●) 1 Bewertungspunkt = Keine Optimierung / Gleichbleibender Effekt,
- (●) 0 Bewertungspunkte = Keine Optimierung / Verschlechternder Effekt.

<sup>120</sup> Ed. Züblin AG, Bereich Thüringen, Projektdokumentation (2014).

Demzufolge wird das entsprechende Kriterium einer Variante als bauleistungslogisch vorteilhaft bzw. als Optimierung für die Baustelle bewertet, wenn zwei Bewertungspunkte vergeben werden. Ist der Effekt hingegen nur ein gleichbleibender bzw. findet sogar eine Verschlechterung - im Sinne eines zusätzlichen Aufwandes - statt, dann werden dementsprechend nur ein oder gar kein Punkt vergeben.

| Kriterium                                       | Variante 1   |           | Variante 2  |           | Variante 3   |           |
|---|--|-----------|---|-----------|--|-----------|
|   | Einsatz von Logistikkurieren zur Produktivitätssteigerung  | Pkt. Bew. | Zentrallager mit ABC-Materialtypen-kategorisierung  | Pkt. Bew. | Ersatz des Lastenaufzuges als Vertikaltransportmittel des MZ II  | Pkt. Bew. |
| Kosten  | Geringer Aufwand, hohes Einsparpotenzial:<br>-Einstellen befristeter Hilfsarbeiter<br>-Hohes Kosteneinsparpotenzial von 2,24 Mio. EUR  | ● 2       | Hoher Aufwand, Einsparpotenzial unbekannt<br>-Bau Zentrallager: 30.000-50.000 EUR<br>-Personalkosten Lager<br>-Erhöhte Kommissionierungsaufwendungen  | ● 0       | Kein Aufwand:<br>-Kosteneinsparpotenzial von ca. 13.200. EUR bzw. 4.400 EUR  | ● 2       |
| Zeit  | Unbekanntes Zeitersparnis:<br>-Verlagerung der schwachstellenverdächtigen Zeit (≠ Reduzierung)   | ● 1       | Unbekanntes Zeitersparnis:<br>-Zügiger Einbauprozess durch Vorkommissionierung<br>-Hoher Zeitaufwand für Vorkommissionierung  | ● 1       | Hohes Zeitersparnis:<br>-Zeiteinsparungen von mehreren Tagen bis ca. 1 Woche   | ● 2       |
| Produktivität                                   | Erhöhung der Produktivität:<br>-Maximierung der wertschöpfenden Zeit und personelle Effizienzsteigerung durch Verlagerung der Nebentätigkeiten   | ● 2       | Erhöhung der Produktivität:<br>-Maximierung der wertschöpfenden Zeit und Verminderung von Produktivitätseinbußen durch Minimierung der Such- und Wegezeiten   | ● 2       | Erhöhung der Produktivität:<br>-Vorteile in der Flexibilität und Geschwindigkeit<br>-Fertigstellung in kürzerer Zeit | ● 2       |
| Wege & Transporte                               | Reduzierung der Wege/Transporte:<br>-Weniger Wege durch die Verlagerung der Nebentätigkeiten, wie Bringen von Materialien und Werkzeugen, Entfernung von Verpackungen etc.                               | ● 2       | Reduzierung der Wege/Transporte:<br>-Weniger Such- und Wegezeiten durch den Wegfall unsortierter Lagerflächen   | ● 2       | Keine Reduzierung von Wegen und Transporten  | ● 1       |
| Übersichtlichkeit / Ordnung / Arbeitssicherheit | Hohe Übersichtlichkeit<br>-Ordnung und Sauberkeit durch das Aufräumen, die Müllbeseitigung und die Reinigungsarbeiten der Logistikkurieren<br>-Verbesserte Arbeitssicherheit                             | ● 2       | Hohe Übersichtlichkeit<br>-Ordnung und Transparenz durch den Wegfall unübersichtlicher Lagerflächen<br>-Verbesserte Arbeitssicherheit   | ● 2       | Gleichbleibende Übersichtlichkeit / Ordnung / Arbeitssicherheit  | ● 1       |
| Aufwand für die Umsetzung allgemein             | Hoch:<br>-Einstellen befristeter Hilfsarbeiter auf Mindestlohnbasis<br>-Zurverfügungstellung eines Poliers für Logistikkurieren auf der Baustelle<br>-Einarbeiten der Logistikkurieren auf der Baustelle | ● 0       | Hoch:<br>-Bau eines Zentrallagers<br>-Maßnahmen gegen Lagerplatzüberbelegung und Behinderungen während Bauphase Zentrallager<br>-Klärung der rechtlichen Verhältnisse zwecks Anlieferung von der Straße aus<br>-Ggf. Kopplung an OAS<br>-Ggf. Umstellung Bestellvorgang | ● 0       | Gering:<br>-Nachverhandlung des Nachunternehmervertrages für den Lastenaufzug  | ● 0       |
| <b>Summe</b>                                    |  | <b>9</b>  |   | <b>7</b>  |  | <b>8</b>  |

Abbildung 32: Bauleistungslogische Bewertungsmatrix der Varianten  
(Quelle: Eigene Darstellung)

Die Punktevergabe in der Bewertungsmatrix erfolgte nach den im vorherigen Kapitel erarbeiteten Vor- und Nachteilen der jeweiligen Variante und ist zusätzlich in der Bewertungsmatrix nachzuvollziehen. Im Anschluss an die Punktevergabe wurde eine Summe für jede der drei Varianten gebildet. Die baulegistisch vorteilhafteste Variante ist in diesem Zusammenhang durch die höchste Summe gekennzeichnet. Die farbige Kennzeichnung dient ausschließlich als zusätzliche visuelle Orientierung für den Optimierungsgrad und entspricht den Bewertungspunkten.

Nach der Bildung der jeweiligen Summen, schneidet das erste Logistikkonzept mit einer Gesamtpunktzahl von neun am besten ab. Bei dieser Variante konnte insgesamt viermal die volle Punktzahl erreicht werden, während die anderen beiden Varianten nur dreimal die vollen Bewertungspunkte erhalten haben. Der Einsatz von Logistik-Kurieren auf der Großbaustelle des Universitätsklinikums hat insbesondere durch das hohe Kosteneinsparpotenzial von rund 2,2 Mio. Euro, die Produktivitätssteigerung durch die Maximierung der wertschöpfenden Zeit, die Reduzierung der Wege und Transporte durch die Verlagerung der Nebentätigkeiten auf die Hilfsarbeiter und letztlich durch eine hohe Übersichtlichkeit sowie eine damit zusammenhängende Verbesserung der Arbeitssicherheit gepunktet. Ob und in welchem Ausmaß durch das baulegistische Konzept eine Zeitersparnis generiert werden kann ist unbekannt bzw. kann in diesem Kontext nicht exakt bestimmt werden, daher konnte beim Kriterium *Zeit* nicht die volle Punktzahl vergeben werden und die Variante hatte geringfügige Einbußen zu verzeichnen. Den einzigen tatsächlichen Nachteil stellt allerdings der Aufwand für die Umsetzung des Konzeptes auf der Baustelle dar. In diesem Zusammenhang müssen zunächst Hilfsarbeiter auf Mindestlohnbasis eingestellt und diesen bei Arbeitsbeginn ein Polier zur Seite gestellt werden, welcher die Einweisung und Zurodnung dieser übernimmt.

Die beiden anderen Logistikkonzepte konnten mit dem Einsatz von Logistik-Kurieren nicht konkurrieren. Sie standen dem genannten Konzept in den Bereichen *Kosten, Wege und Transporte* sowie in der *Übersichtlichkeit und Ordnung* auf der Baustelle nach. Die zweite Variante, welche die Errichtung eines Zentrallagers vorgesehen hatte, musste den entscheidenden Punkteabzug beim Kriterium *Kosten* in der Punktevergabe einbüßen und erhielt die schlechteste Bewertung. In diesem Zusammenhang hätte man einen relativ hohen finanziellen Aufwand betreiben müssen, ohne das genaue Ausmaß des Kosteneinsparpotenzials bestimmen zu können. Die Zeitersparnis dieser Variante war ebenfalls von unbekanntem Ausmaß, da dies im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht hätte ermittelt werden können. Der Aufwand zur Umsetzung des Zentrallagers mit ABC-Materialtypenkategorisierung war ähnlich hoch wie bei der ersten Variante, sodass sich beide Varianten an dieser Stelle in nichts nachstanden.



Das dritte Logistikkonzept, welches den Ersatz des Lastenaufzuges als Vertikaltransportmittel durch einen Kran beinhaltet, hat den zweiten Platz belegt. Die Kriterien *Kosten*, *Zeit* und *Produktivität* haben die volle Punktzahl erhalten. In diesem Zusammenhang hätte man keinen finanziellen Aufwand zur Umsetzung des Konzeptes auf der Baustelle betreiben müssen, allerdings Kosten von rund 13.400 Euro bzw. 4.400 eingespart und die Produktivität verbessert. Der genaue Betrag der Kosteneinsparungen ist abhängig davon, ob der Lastenaufzug im Verlauf des Verfassens dieser Arbeit bereits angeliefert und montiert wurde. Eine Zeitersparnis von mehreren Tagen bis zu rund einer Woche konnte bei der dritten Variante ebenfalls bestimmt werden, sodass in diesen Bereichen ein eindeutiges baulogistisches Optimierungspotenzial liegt. Bei allen übrigen Kriterien generiert diese Variante allerdings einen gleichbleibenden und beim Aufwand sogar einen verschlechternden Effekt.

Letztendlich ist bei den ersten beiden Konzepten ein erhöhter Aufwand hinsichtlich der Umsetzung der Varianten zu betreiben, bevor sich eine tatsächliche Verbesserung der baulogistischen Situation einstellt. Der Einsatz von Logistik-Kurieren zur Produktivitätssteigerung auf der Baustelle sowie die Einrichtung eines Zentrallagers stellen Konzepte dar, welche nicht der typischen klassischen Baulogistik angehören, da die Baustelle ganzheitlich betrachtet wird und die Maßnahmen darauf ausgerichtet sind, die Verschwendung in den logistischen Prozessen zu minimieren bzw. die wertschöpfende Zeit zu maximieren. Für die Handwerker und Monteure als eigentliche Erbringer der wertschöpfenden Tätigkeiten auf einer Großbaustelle stellt sowohl die Abgabe der zeitraubenden Nebentätigkeiten an Dritte als auch die vorab Zuordnung, Sortierung und Zusammenstellung aller gelieferten Materialien eine enorme zeitliche Erleichterung dar, welche deren Konzentration auf die Haupttätigkeiten und eine kontinuierliche Arbeitsweise zur Folge haben. Weiterhin kommt der Übersichtlichkeit, Ordnung und Sauberkeit bei beiden Varianten eine erhebliche Bedeutung zu, um Such-, Wege- und Wartezeiten als zeitliche Störfaktoren der Haupttätigkeiten zu minimieren und gleichermaßen die Arbeitssicherheit zu verbessern. Beide Logistikkonzepte unterscheiden sich demnach von der dritten Variante, welche eine reine Umstrukturierungsmaßnahme der Hebemaschinen beinhaltet, da sie im Sinne der Lean Logistik baulogistische Konzepte mit einem ganzheitlichen Optimierungsansatz darstellen. Dennoch hat das dritte baulogistische Konzept die zweitbeste Bewertung erhalten, da es eine einfache und praxisnahe Möglichkeit beschreibt, mit geringem Aufwand eine Zeitersparnis sowie Kosteneinsparungen zu generieren, die Produktivität zu verbessern sowie letztlich den Ausbau in den repräsentativen Bereichen voranzutreiben und diese dementsprechend schonend zu behandeln. Die standardmäßigen Patientenzimmer und Behandlungsräume im Bereich der Horizontaltransporte der Ebenen 10 und 30 werden hingegen für logistische Zwecke nutzbar gemacht.

Das erste baulegistische Konzept, welches den Einsatz von Logistik-Kurieren zur Produktivitätssteigerung vorsieht, geht als Vorzugsvariante aus dem Bewertungssystem hervor und der verhältnismäßig geringe Aufwand für das entsprechend hohe Einsparpotenzial sollte auf der Baustelle des Universitätsklinikums in Kauf genommen werden, um im Rahmen dieses Konzeptes eine größtmögliche und ganzheitliche Optimierung erreichen zu können und um daraus nicht zuletzt einen finanziellen Gewinn für den Bereich Thüringen zu generieren.

## **5. Leitfaden zur Implementierung des Logistikkonzeptes auf der Baustelle des Universitätsklinikums in Jena**

Das folgende Kapitel stellt einen Leitfaden zur praktischen Umsetzung des in den vorherigen Kapiteln erarbeiteten Logistikkonzeptes dar und eignet sich für alle die Leser, welche an einer Implementierung des baulegistischen Konzeptes interessiert sind. In diesem Zusammenhang werden die allgemeinen Regelungen sowie die wesentlichen Festlegungen zu dem entwickelten Logistikkonzept inhaltlich und über entsprechende Textverweise nochmals zusammengefasst, sodass auch diejenigen den Leitfaden nutzen können, welche die vorherigen Kapitel dieser Arbeit nicht gelesen haben. Das vorliegende Kapitel dient demnach als praktische Handlungsempfehlung und steht den Projektleitern, Bauleitern und Polieren des Universitätsklinikums zur Verfügung. Mithilfe dieses Leitfadens kann die Überlegung zu dieser Variante sowie die dazugehörige Berechnung des Kosteneinsparpotenzials zu jedem beliebigen Zeitpunkt der Projektphase immer wieder neu angestellt und deren Nutzen abgewogen werden.

Vor diesem Hintergrund findet der Leser im Folgenden zunächst Informationen zur Herangehensweise und zur Darstellung der Ergebnisse aus der vorangegangenen Untersuchung sowie letztlich den tatsächlichen Leitfaden, welcher die Implementierung des baulegistischen Konzeptes auf der Baustelle vorbereitet.

### **I. Entwicklung eines baulegistischen Konzeptes**

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden mögliche Varianten entwickelt, welche auf der Großbaustelle des Universitätsklinikums Jena zu einer Optimierung der Baulegistik in der Ausbauphase führen. In den vorherigen Kapiteln wurden dazu verschiedene Varianten untersucht und deren allgemeine Vorgehensweise und Optimierungspotenziale beschrieben. Aus den erarbeiteten baulegistischen Varianten wurde anhand bestimmter Kriterien die Auswahl einer Vorzugsvariante getroffen und ein geeignetes Logistikkonzept für das Universitätsklinikum in Jena bestimmt.

### **II. Ergebnisse der Untersuchung**

Der Einsatz von Logistik-Kurieren zur Produktivitätssteigerung ging als baulegistische Vorzugsvariante aus einer Bewertungsmatrix hervor (s. S. 65). Das Konzept zeichnet sich insbesondere durch ein enormes Kosteneinsparpotenzial von rund 2,2 Mio. Euro, einer Produktivitätssteigerung durch die Maximierung der wertschöpfenden Zeit der ausgebildeten Handwerker, einer Reduzierung der Wege und Transporte durch eine Verlagerung der Nebentätigkeiten auf Hilfsarbeiter sowie letztlich durch eine hohe Übersichtlichkeit und einer damit zusammenhängenden Verbesserung der Arbeitssicherheit aus.

- Siehe S. 48-50.

### III. Leitfaden zur Implementierung des Logistikkonzeptes auf der Baustelle.

Der folgende Leitfaden liefert eine konkrete praktische Herangehensweise für die Implementierung des bauleistungslogistischen Konzeptes, welches den Einsatz von Logistik-Kurieren zur Produktivitätssteigerung auf der Baustelle des Universitätsklinikums in Jena vorsieht.

Um das Konzept auf der Baustelle umsetzen zu können, müssen zunächst die Lohnkosten der Subunternehmer für den Ausbau genauestens ermittelt und die schwachstellenverdächtigen Zeitanteile berechnet werden. Für die eindeutige Definition der Lohnkosten während der Ausbauphase ist die separate Abfrage von Lohn- und Materialkosten bei den Nachunternehmern von entscheidender Bedeutung für die Umsetzung des genannten Logistikkonzeptes. Anschließend müssen die Lohnkosten mit dem Mindestlohn für Hilfsarbeiter im Bauhauptgewerbe verglichen werden, sodass der finanzielle Nutzen des Konzeptes ermittelt und das tatsächliche Kosteneinsparpotenzial berechnet werden kann.

- ✓ Betrachtung der kalkulierten Gesamtsumme nach Kostenarten
- ✓ Ermittlung der Gesamtkosten für die Subunternehmer im Ausbau
- ✓ Subtrahieren der bereits vergebenen Leistungen
- ✓ Differenzierung nach Lohn- und Materialkosten
- ✓ Ermittlung der Gesamtsumme für die Lohnkosten im Ausbau
- ✓ Berechnung von 33,4 % der schwachstellenverdächtigen Zeitanteile für die tatsächlich zu optimierenden Lohnkosten (s. S. 6-7)
- ✓ Ergebnis: Ermittlung der zu optimierenden Gesamtsumme
  
- ✓ Ermittlung des Mindestlohnes für Hilfsarbeiter im Baugewerbe
- ✓ Berechnung des Lohnunterschiedes in Prozent
- ✓ Berechnung des Kosteneinsparpotenzials (s. Berechnung, S. 48)
- ✓ Ergebnis = Entscheidung für oder gegen das Logistikkonzept

Wenn sich nach der Berechnung des Kosteneinsparpotenzials für die Umsetzung des Logistikkonzeptes entschieden wurde, so ist im nächsten Schritt die Überlegung anzustellen, wie viele und ggf. für welche Tätigkeitsbereiche oder Gewerke die Hilfsarbeiter benötigt werden. In diesem Zusammenhang sind weiterhin die Arbeitszeiten zu berücksichtigen. Sofern die Rahmenbedingungen definiert sind, ist eine geeignete Stellenausschreibung zu veröffentlichen, welche die wichtigsten Angaben zum Beschäftigungsverhältnis beinhaltet.

- ✓ Ermittlung der Anzahl an Hilfsarbeitern (ggf. gewerkebezogen)
- ✓ Festlegung der Dauer und Arbeitszeiten
- ✓ Anfertigung und Veröffentlichung einer Stellenausschreibung
- ✓ Ergebnis: Auswahl und Einstellung von Hilfsarbeitern

Bei Arbeitsbeginn der Hilfsarbeiter muss der Zutritt aufs Baustellengelände durch die Zugangskontrolle gewährleistet sein. Weiterhin muss den Hilfsarbeitern ein Ansprechpartner zur Verfügung gestellt werden, welcher am ersten Arbeitstag eine Baustellenunterweisung sowie die Einweisung in die örtlichen Verhältnisse auf der Baustelle durchführt. Anschließend werden die Logistik-Kuriere dem entsprechenden Nachunternehmer zur Verfügung gestellt, in dessen Verantwortung sie auf dem Baufeld agieren können.

- ✓ Arbeitsbeginn der Logistik-Kuriere
- ✓ Zurverfügungstellung eines Ansprechpartners
- ✓ Durchführen einer Baustellenunterweisung
- ✓ Erstellung von Baustellenausweisen bzw. Aushändigung von Besucherausweisen
- ✓ Einweisung in die örtlichen Verhältnisse
- ✓ Übergabe der Hilfskräfte an den entsprechenden Nachunternehmer
- ✓ Ergebnis: Aufnahme der logistischen Tätigkeiten

Im Hinblick auf das weitere Vorgehen mit künftigen Nachunternehmern spielt die Implementierung in die entsprechenden Verträge eine wesentliche Rolle. Zu diesem Zweck müssen die Lohn- und Materialkosten separat abgefragt werden, um die zu optimierenden Lohnkosten sowie den Umfang der Nebentätigkeiten berechnen und einpreisen zu können. Dies muss anschließend mit den Nachunternehmern verhandelt werden und in den Vertrag implementiert werden, sodass der Nachunternehmervertrag abgeschlossen werden kann.

- ✓ Separate Abfrage von Lohn- und Materialkosten bei den Nachunternehmern
- ✓ Berechnung der optimierbaren Lohnkosten (s. oben)
- ✓ Einpreisen der Nebentätigkeiten
- ✓ Verhandlungen mit den Nachunternehmern
- ✓ Implementierung des Logistikkonzeptes in den Nachunternehmervertrag
- ✓ Ergebnis: Abschluss des Nachunternehmervertrages

Nach der Aufnahme in den Nachunternehmervertrag gilt der Einsatz von Logistik-Kurieren als baulegistisches Konzept für die entsprechenden Gewerke offiziell als implementiert und

die Logistik-Kuriere können ihre Tätigkeiten auf der Baustelle des Universitätsklinikums aufnehmen.

## 6. Fazit

Im Rahmen einer Schlussbetrachtung werden die wesentlichen Schwerpunkte und Ergebnisse dieser Arbeit zusammengefasst und auf die Übertragbarkeit der untersuchten Logistikkonzepte eingegangen. Weiterhin wird ein abschließender Überblick der gewählten Vorzugsvariante gegeben und ein Bezug zum Thema Lean Construction hergestellt. Schlussendlich erfolgen die Einordnung in einen größeren baulegistischen Kontext sowie ein Ausblick zum Thema Logistik in der Bauwirtschaft.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden Varianten einer leistungsfähigen Baulegistik entwickelt. Die drei untersuchten Konzepte stellen zwar ausnahmslos baulegistische Maßnahmen dar, unterscheiden sich jedoch hinsichtlich ihres Gegenstandes der Optimierung. Während die erste Variante die Lohnkosten durch logistische Maßnahmen optimiert, verbessert das zweite Konzept die gesamte Koordination der Materialflüsse und erzielt somit einen stabilen und übersichtlichen Prozess sowie eine Zeitersparnis. Das Optimierungspotenzial der dritten Variante liegt wiederum in der Organisation der Vertikaltransporte auf der Großbaustelle und damit in der Ausweisung bzw. Vernachlässigung dafür geeigneter Bereiche sowie in einer Verkürzung der Ausbauphase. Dennoch stellen die untersuchten Konzepte allesamt logistische Maßnahmen dar, welche die Baulegistik des Universitätsklinikums in Jena auf verschiedene Weise optimieren. Aufgrund dieser Tatsache, dass die drei Logistikvarianten unterschiedliche Bereiche perfektionieren und sich somit inhaltlich nicht berühren, können die Konzepte überwiegend auch miteinander kombiniert werden. Beispielsweise würde sich das Optimierungspotenzial noch vergrößern, wenn man den Einsatz von Logistik-Kurieren zur Produktivitätssteigerung mit der Umstrukturierung der Vertikaltransporte zur Schonung repräsentativer Gebäudebereiche und zur Generierung einer Zeitersparnis miteinander kombiniert.

Die untersuchten Logistikkonzepte sind allerdings nicht auf jedes Bauprojekt übertragbar, da eine bestimmte Größenordnung des Bauvorhabens vorhanden sein muss, womit sich beispielsweise der Bau eines Zentrallagers oder die Einstellung von Hilfsarbeitern als Logistik-Kuriere auch finanziell rentiert. In diesem Zusammenhang bieten sich daher ausschließlich vergleichbare Großprojekte mit entsprechendem finanziellen Umfang an, welche sich zudem noch in der Ausbauphase befinden. Insbesondere in dieser Phase ist der Bedarf nach logistischer Koordination und Optimierung groß und der Effekt einer baulegistischen Optimierungsmaßnahme auch dementsprechend hoch. Das enorme Zeit- und Kosteneinsparpotenzial während dieser Phase resultiert aus der Vielschichtigkeit auf Großbaustellen im Ausbau, welche sich aus der wachsenden Anzahl an ausführenden Unternehmen zu Baustellennetzwerken mit hoher Komplexität entwickeln. Vor diesem Hintergrund kommt es zu einem hohen Prozentsatz an schwachstellenverdächtigen

Zeitanteilen, welche mit Maßnahmen einer verbesserten Baulogistik als optimierbar angesehen werden müssen. Daher lassen sich bei konsequenter Entwicklung eines modernen logistischen Know-how und dessen Umsetzung in der Praxis langfristig Wettbewerbsvorteile generieren.

Die gewählte baulogistische Vorzugsvariante, welche den Einsatz von Logistik-Kurieren auf der Großbaustelle des Universitätsklinikums Jena vorsieht, ermöglicht eine systematische Organisation der Baulogistik durch eine eindeutige Differenzierung in wertschöpfende und nicht wertschöpfende Tätigkeiten und eine gleichzeitige Zuordnung dieser Tätigkeiten an die entsprechenden Verantwortlichen. Ein paralleler Ablauf von Haupt- und Nebentätigkeiten durch verschiedene Beschäftigte mit unterschiedlicher Vergütung erhöht die Produktivität durch eine kontinuierliche Arbeitsweise ohne Unterbrechungen. Durch die Verlagerung aller logistischen Nebentätigkeiten auf die Hilfsarbeiter werden bei dem ausgewählten Konzept weiterhin unnötige Transporte und Wege sowie überflüssige Mitarbeiterbewegungen beseitigt, welche im Rahmen eines Lean Managements die Eliminierung der hauptsächlichen Verschwendungen darstellen. Daher entspricht der Einsatz von Logistik-Kurieren auf der Großbaustelle des Universitätsklinikums dem Lean Gedanken, dennoch ist es kein typisches Werkzeug zur Umsetzung dieses Verschlinkungskonzeptes. Die Just-in-Time Materialanlieferung als typisches Lean Werkzeug findet hingegen bei dem ausgewählten Konzept keine Anwendung.

Letztendlich ist für den Erfolg der einzelnen Baustelle nicht die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Managementsystem wesentlich, sondern die Entwicklung eines leicht umsetzbaren, innovativen und praktischen Logistikkonzeptes unter Berücksichtigung der projektspezifischen und örtlichen Gegebenheiten, welches zunächst den Bauablauf selbst erleichtert und im besten Fall eine Ersparnis an Kosten, Zeit bzw. Aufwand hervorbringt. Allgemein bleibt dennoch festzuhalten, dass eine gute Baulogistik nur ein Minimum der Materialien auf der Baustelle vorrätig haben sollte, welche dann direkt eingebaut werden können. Dies ist vorteilhaft für den Cash Flow und hält die Baustelle in einem sauberen und übersichtlichen Zustand und verringert gleichermaßen die Gefahr von Ausrutschen, Stolpern und Stürzen.

Eine Verbesserung der Logistikprozesse in der Bauindustrie muss der Ansatzpunkt zur Produktivitätssteigerung sein, insbesondere im Bereich der Ausbauproduktion, wo das Optimierungspotenzial durch entsprechende Maßnahmen hoch ist. In diesem Zusammenhang müssen die logistischen Prozesse sehr viel wirksamer und übersichtlicher gestaltet und strukturiert werden. Die systematische Organisation der Baulogistik muss im Bauwesen noch zunehmend thematisiert werden, denn trotz der Singularität, der zeitlichen Begrenzung sowie der wechselnden Standortverhältnisse von Bauwerken kann und muss



die Logistik angemessen aufs Bauwesen übertragen sowie leistungsfähige Methoden und Instrumente entwickelt werden. Die Tatsache, dass die Logistik selbst keinen wertschöpfenden Prozess darstellt und daher in diesen Bereich ungenügend investiert wird, muss überwunden werden, denn auch wertschöpfende Prozesse können ohne eine angemessene Logistik nur hinreichend als wertschöpfend betrachtet werden.

Der Bedeutungszuwachs der Baulogistik, der sich in den letzten Jahren in der Bauindustrie vollzogen hat, wird sich weiter verstärken, da die Erkenntnis gewachsen ist, dass mit einer effizienteren Gestaltung der Logistikprozesse unerschöpfte Optimierungspotenziale für die Bauausführung verbunden sind. Zukünftig sollte die Baulogistikplanung daher ein fester Bestandteil der Arbeitsvorbereitung werden, da diese einen wesentlichen dienstleistungsbezogenen Unterstützungsprozess darstellt und die Prozessqualität maßgeblich verbessert. Durch ausgereifte Logistikkonzepte kann die Ed. Züblin AG zukünftig günstigere Angebote abgeben und weitere Großaufträge wie das Universitätsklinikum für sich gewinnen. Nach erfolgreicher Umsetzung eines oder mehrerer baulogistischer Konzepte auf der Großbaustelle in Jena, sollte sich der Bereich Thüringen der Ed. Züblin AG die Baulogistik als eine weitere Schlüsselkompetenz aneignen, welche zum Unternehmenserfolg beitragen und die Wettbewerbsfähigkeit stärken wird.

## 7. Summary

A long-lasting structural crisis has led to a competitive pressure and price pressure in construction. The only criterion of competition when awarding contracts to contractors is the price. Relocating the price pressure on the most vulnerable construction parties, however, is not a long-term solution from an economic perspective.<sup>121</sup> Therefore the starting point for increasing productivity in the construction industry should be the improvement of logistic procedures, because this offers the possibility of making the business processes much more efficient and structured.

Over the past ten years, construction logistics has generally grown in meaning. The awareness of unexploited potential for optimizing the construction work being connected with more efficient logistics processes is crucial for an increased interest in construction logistics. Thus, research shows that craftsmen from finishing trades are doing their actual main activity only about 31 % of their working hours. On the other hand there are 69 %, which are considered to be weaknesses suspicious time slices. 33 % of this time is wasted on fault-related interruptions, tidying up and rearranging, material search, waiting time and unnecessary transport, all of which represent non-value added activities and can be optimized with improved construction logistics.<sup>122</sup> These results give an idea of the tremendous logistical time and cost savings potential that exists in the field of construction logistics.

The objective of this work is to develop a logistic concept which the material flows can be optimally scheduled, executed and controlled within the finishing phase of a construction project. In this context, the object of investigation is the construction site logistics of a current Thuringian construction project carried out by the Ed. Züblin AG company in Jena. Based on this construction project powerful logistics will be developed within the framework of the present work and its implementation on site will be prepared. This logistics concept is meant to improve the value-adding processes on site, so that an integrated value chain can form. With regard to the delimitation of the work, it should be noted that focus is laid up on the logistics of the finishing phase at major construction sites because in this kind of construction work it often turns out that the construction logistics needs to be organized systematically due to the large number of companies acting independently.

The object of investigation is the construction of the second phase of the University Hospital in Jena. On this construction site the largest hospital of Thuringia and one of the most modern hospitals in Germany will be built.<sup>123</sup> Three buildings will be built, therefore the two clinics *Medical Centre II*, and *Medical Centre IV* as well as a *Research and Institute Building*

---

<sup>121</sup> Cp. Blömeke (2001), p. I.

<sup>122</sup> Zimmermann (2009), p. 9.

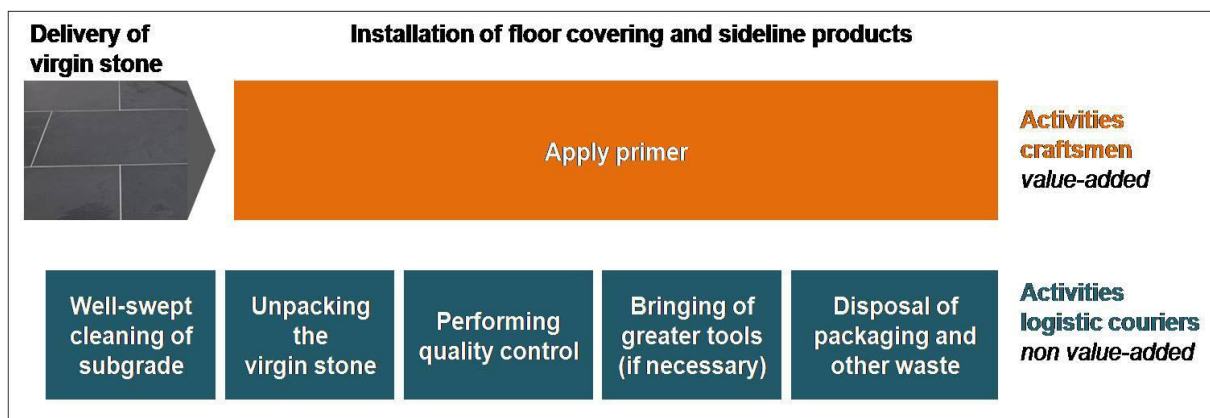
<sup>123</sup> Cp. Universitätsklinikum Jena (2014).

(RIB). The three new buildings provide around 49,000 square meters of floor space, 15 clinic facilities and institutes, 710 patient beds, 12 operating rooms and facilities for research and teaching.<sup>124</sup> The scope of services include the execution planning, the turnkey delivery of the object, the installation of fixed medical technology and the production of outdoor facilities as well as the acquisition of intermediate and final financing.<sup>125</sup>

For this extensive project it is necessary to optimize construction logistics. This should be achieved through the use of “logistic couriers”. The objective of their use on the construction site in Jena is to maximize the value-added time for the craftsmen. Against the background of increasing personnel efficiency, non value-added activities are eliminated from the responsibility of trained craftsmen and transferred to the cheaper labor, i.e. the unskilled logistic couriers hired as temporary employees. The following activities could be transferred to the logistic couriers:

- Transport of materials to the craftsmen and material distribution in the corresponding areas,
- Unpacking of materials,
- Performing quality control,
- Disposal of packaging and other waste,
- Bringing of larger tools,
- Cleaning work.<sup>126</sup>

Using the installation of virgin stone as an example the following figure illustrates the activities that would be transferred from the craftsmen to logistic couriers.



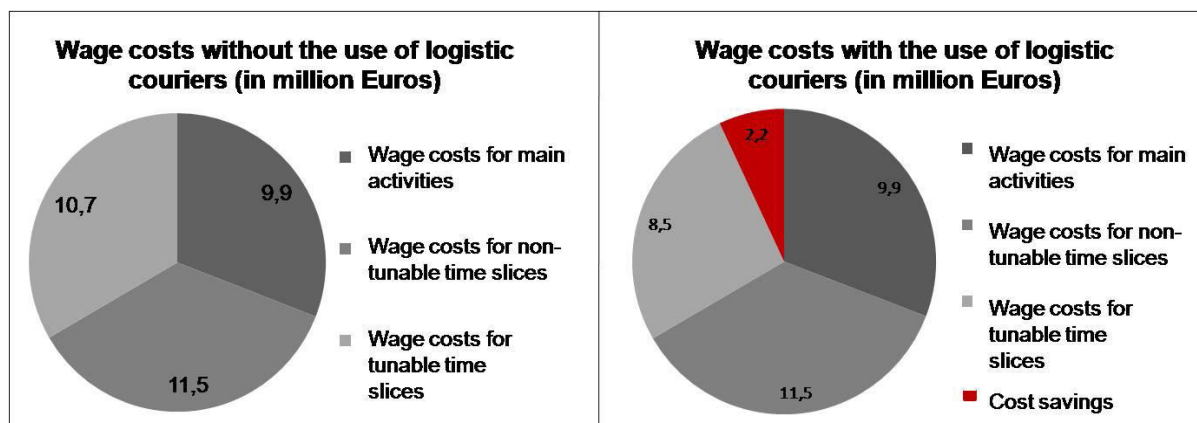
**Figure 33: Activities of logistics couriers during installation of virgin stone**  
 (Source: own illustration)

<sup>124</sup> Cp. Universitätsklinikum Jena (2014).

<sup>125</sup> Ed. Züblin AG, project documentation (2014).

<sup>126</sup> Cp. Andersen et al. (2012), p. 135.

It can be seen from the figure that the logistic couriers carry out all of the incidental sideline activities, from preparation to disposal of packaging. The time for these non value-adding activities would otherwise be provided by the more cost intensive craftsmen. In this case, the two different groups of workers work together in parallel and thus improve productivity because this way the more expensive craftsmen can focus exclusively on their value-added activities and perform without any interruption. The logistic couriers relieve the craftsmen of a part of their workload and ensure that they do not need to spend time for neither on cleaning up or moving things, nor on searching or transporting material. Ultimately, the weaknesses suspicious time slices still exist, but these were shifted to cheaper labor, which could generate cost savings of around two million Euros at the University Hospital in Jena (cp. Fig. 34).



**Figure 34: Cost savings by the use of logistic couriers**  
(Quelle: own illustration, project documentation of Ed. ZÜBLIN AG 2014)

The wage costs for the craftsmen during the finishing phase amount to 32.1 million Euros of which 33.4% represent logistically tunable time shares resulting from fault-related interruptions, tidying up and rearranging, material search and unnecessary transportation.<sup>127</sup> Therefore, there is a logistics tunable cost saving of 10.7 million Euros. The 31% wage differential between the craftsmen and the logistic couriers makes up cost savings of 2.24 million Euros in total. With the cost savings shown in the figure, only 29.9 million Euros instead of 32.1 million Euros would be spent for wage costs during the finishing phase of construction.

Ultimately, the use of the cheaper logistic couriers significantly improves the productivity of skilled craftsmen enabling them to work continuously and to provide value-added performance by eliminating sideline activities from their sphere of responsibility. Due to an increase in productivity cost savings can be generated and thus an unexploited logistical

<sup>127</sup> Cp. Zimmermann (2009), p. 9.

optimization potential can be utilized. Furthermore, this logistical concept ensures a high clarity and tidiness as well as improved situation of safety at work.

The use of logistic couriers to increase productivity is a concept outside the typical classical construction logistics because it looks at the construction site as being an integrated system and it is aimed at eliminating all kinds of waste and non value-added activities in the logistical processes. For the craftsmen as the actual providers of value-adding activities on a construction site the transfer of time-consuming sideline activities to a third party is an enormous relief in time resulting in them being able to concentrate on their main activities and to work uninterruptedly. Furthermore, the clarity and cleanliness are of great importance to reduce the time spend on activities like searching, travelling and waiting, all of which are disturbing factors of the main activities. All in all, the logistical concept described above is a great opportunity for the Ed. Züblin AG company to reach a high level and holistic optimization of the construction site in Jena.

Altogether, the improvement of logistics procedures must be the starting point to increase productivity especially in the finishing phase, in which the potential of optimization is very high. In this context, the logistical processes must be designed in a much more effective and clearer way. The systematic organization of logistics has to be picked out as a central theme, because despite of singularity, time limitation and changing site conditions of buildings logistics can and must be transferred to the construction industry and powerful methods and tools must be developed. The fact that logistics itself is not a value-adding process and therefore insufficiently invested in must be overcome.

## **Verzeichnisse**

Literaturverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

## Literaturverzeichnis

- Andersen, Björn; Belay, Alemu Moges; Seim, Eva Amdahl (2012): Lean Construction Practices and its Effects. Study at St Olav's Integrated Hospital, Norway. In: *Lean Construction Journal*, S. 122–149, zuletzt geprüft am 10.04.2014.
- ARCHmatic - Alfons Oebbeke (2014): Bauarbeitsmarkt: Von 1,4 Mio (1995) über 705.000 auf nun mehr als 760.000 Beschäftigte. ARCHmatic - Alfons Oebbeke. Neustadt. Online verfügbar unter <http://www.baulinks.de/webplugin/2014/0916.php4>, zuletzt geprüft am 13.06.2014.
- Bauserve GmbH (2014): Logistische Koordination. Hg. v. Bauserve GmbH. Online verfügbar unter [baulogistik.de/baustelle\\_logistik.html?&L=1%25253Edating](http://baulogistik.de/baustelle_logistik.html?&L=1%25253Edating), zuletzt aktualisiert am 2014, zuletzt geprüft am 23.04.2014.
- BBC (2007): One year deadline for Terminal 5. Hg. v. BBC News. Online verfügbar unter [http://newsimg.bbc.co.uk/media/images/42732000/gif/\\_42732957\\_heathrow\\_new2\\_map416.gif](http://newsimg.bbc.co.uk/media/images/42732000/gif/_42732957_heathrow_new2_map416.gif), zuletzt aktualisiert am 27.03.2007, zuletzt geprüft am 15.05.2014.
- Blömeke, Michael (2001): Die Baustellenlogistik als neues Dienstleistungsfeld im Schlüsselfertigbau. Grundlegende Entwicklung eines systematisierten Logistikkonzeptes und dessen Umsetzung an Bauvorhaben Konzerthaus Dortmund. Diplomarbeit. Universität Dortmund, Dortmund. Lehrstuhl für Baubetrieb.
- Brandt, Anke; Homann, Julia Imke; Lüdtke, Christian; Schrader, Christoph; Wangerin, Dennis (2008): Logistikstrategien im Bauwesen. Bachelorprojekt. Bauhaus-Universität Weimar, Weimar. Baubetrieb und Bauverfahren, zuletzt geprüft am 10.04.2104.
- Bundesministerium für Justiz und für Verbraucherschutz (2009): Gesetz zur Regelung der Arbeitnehmerentsendung. § 14 Haftung des Auftraggebers. Unter Mitarbeit von Juris GmbH. Hg. v. Bundesministerium für Justiz und für Verbraucherschutz. Online verfügbar unter [http://www.gesetze-im-internet.de/aentg\\_2009/\\_\\_\\_14.html](http://www.gesetze-im-internet.de/aentg_2009/___14.html), zuletzt geprüft am 23.07.2014.
- Bundesministerium für Justiz und für Verbraucherschutz (2014): Gesetz zur Regelung der Arbeitnehmerüberlassung. § 1b Einschränkungen im Baugewerbe. Unter Mitarbeit von Juris GmbH. Hg. v. Bundesministerium für Justiz und für Verbraucherschutz. Online verfügbar unter [http://www.gesetze-im-internet.de/a\\_g/\\_\\_\\_1b.html](http://www.gesetze-im-internet.de/a_g/___1b.html), zuletzt geprüft am 23.07.2014.
- Constructing Excellence (2004): Lean Construction. Hg. v. Constructing Excellence. Online verfügbar unter [http://www.constructingexcellence.org.uk/pdf/fact\\_sheet/lean.pdf](http://www.constructingexcellence.org.uk/pdf/fact_sheet/lean.pdf), zuletzt geprüft am 06.07.2014.
- Court, Peter (2009): Transforming traditional mechanical and electrical construction into a modern process of assembly. Loughborough University, Leicestershire. Department of Civil & Buildiung Engineering.
- Deutsche Post DHL (2009): DHL verlängert Vertrag für Heathrow Consolidation Centre. Hg. v. Deutsche Post DHL. Bonn. Online verfügbar unter [http://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2009/dhl\\_verlaengert\\_heathrow\\_consolidation\\_center\\_vertrag.html](http://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2009/dhl_verlaengert_heathrow_consolidation_center_vertrag.html), zuletzt aktualisiert am 16.11.2009, zuletzt geprüft am 22.05.2014.
- DomRömer GmbH (2014): Die Stadt lebt. Hg. v. DomRömer GmbH. Online verfügbar unter Stadt lebt. <http://www.domroemer.de/die-stadt-lebt>, zuletzt aktualisiert am 2014, zuletzt geprüft am 16.04.2014.
- Douglas Black (2006): The Logistics of Building Terminal 5. University of Warwick. BAA plc. Warwick, 2006, zuletzt geprüft am 05.05.2014.
- Ed. Züblin AG, Bereich Thüringen (2014): Projektdokumentation. Hg. v. Ed. Züblin AG, Direktion Mitte. Jena.

- Ed. Züblin AG, Bereich Thüringen (2014): BV: Neubau UKJ 2. BA. Bereichsleiter Tagung in Jena. Ed. Züblin AG, Direktion Mitte. Jena, 01.07.2014.
- Ed. Züblin AG, Direktion Stuttgart (2013): Richtfest Hauptsitz Thales Deutschland in Ditzingen. Hg. v. Ed. Züblin AG, Niederlassung Stuttgart. Stuttgart. Online verfügbar unter [http://stuttgart.zueblin.de/databases/internet/\\_public/files.nsf/SearchView/1804D32D8379E175C1257B8D00563A10/\\$File/Richtfest%20Thales%20Deutschland%20Zentrale.pdf?OpenElement](http://stuttgart.zueblin.de/databases/internet/_public/files.nsf/SearchView/1804D32D8379E175C1257B8D00563A10/$File/Richtfest%20Thales%20Deutschland%20Zentrale.pdf?OpenElement), zuletzt geprüft am 18.06.2014.
- Ed. Züblin AG, Direktion Stuttgart (2014): Lean Concept - Thales Ditzingen. Ed. Züblin AG, Direktion Stuttgart. Stuttgart, 16.05.2014.
- Gehbauer, Fritz (2012): Lean Management im Bauwesen. Grundlagen. Hg. v. Prof. Dr.-Ing. Fritz Gehbauer, M.S. Online verfügbar unter [http://www.ejcm.or.jp/new\\_sonohoka/pdf/Lean\\_Management\\_im\\_Bauwesen\\_Grundlagen.pdf](http://www.ejcm.or.jp/new_sonohoka/pdf/Lean_Management_im_Bauwesen_Grundlagen.pdf), zuletzt geprüft am 05.07.2014.
- Heidrich, Thomas (2013): ZÜBlean concept. Ed. Züblin AG, Direktion Stuttgart. Stuttgart, 09.09.2013. Online verfügbar unter PowerPoint-Präsentation, zuletzt geprüft am 10.04.2014.
- Helsebygg Midt-Norge (2013): Hospital Development Project for Central Norway. The 5C-model and Lean Construction. Hg. v. Helsebygg Midt-Norge. Online verfügbar unter <http://www.helsebygg.com/Planning2/37925/>, zuletzt aktualisiert am 2013, zuletzt geprüft am 16.04.2104.
- Helsebygg Midt-Norge (2013): Hospital Development Project for Central Norway. Phase 1. Hg. v. Helsebygg Midt-Norge. Online verfügbar unter <http://www.helsebygg.com/phase1/>, zuletzt aktualisiert am 2013, zuletzt geprüft am 16.04.2014.
- Herchenbach Industrie-Zeltebau GmbH (2014): Das mobile Industriezelt für mobile Unternehmen. Hg. v. Herchenbach Industrie-Zeltebau GmbH. Online verfügbar unter <http://www.herchenbach.de/lagerhallen/industrizelt.htm>, zuletzt geprüft am 25.07.2014.
- i.B.b Jena Beratung + Planung GmbH (2014): Neubau Klinikum 2000 der Friedrich-Schiller-Universität Jena. 07747 Jena, Erlanger Allee 101 / Paul-Schneider-Straße. Hg. v. i.B.b Jena Beratung + Planung GmbH. Online verfügbar unter <http://www.ibb-jena.net/referenzen-1de-423.html>, zuletzt geprüft am 08.07.2014.
- Konzerthaus Dortmund GmbH (2014): Architektur - Funktion und Emotion. Hg. v. Konzerthaus Dortmund GmbH. Online verfügbar unter <http://www.konzerthaus-dortmund.de/akustik.html>, zuletzt aktualisiert am 2014, zuletzt geprüft am 19.06.2014.
- Krebs und Kiefer Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH (2013): Neubebauung DomRömer Areal. Baulogistikhandbuch. Hg. v. Ed. Züblin AG. Direktion Mitte. Darmstadt, zuletzt geprüft am 10.04.2014.
- Krueger, Christof Andrew (2014): Lean Management in der Gebäudetechnik. Masterarbeit. Hochschule für angewandte Wissenschaften München, München. Fakultät für Gebäudetechnik, zuletzt geprüft am 19.06.2014.
- Lindner Group: Projekt Report London Heathrow International Airport Terminal 5. Das größte freistehende Bauwerk Großbritanniens. Hg. v. Lindner Group. Online verfügbar unter [http://www.lindner-group.com/fileadmin/user\\_upload/internet/referenzen/projekt\\_reporte/ueb\\_pr\\_projektreport\\_t5--de.pdf](http://www.lindner-group.com/fileadmin/user_upload/internet/referenzen/projekt_reporte/ueb_pr_projektreport_t5--de.pdf), zuletzt geprüft am 23.05.2014.
- LogiKal Projects (2014): Heathrow Airport Terminal 5. Hg. v. LogiKal Projects. Online verfügbar unter <http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.logikalprojects.co.uk%2Fwp-content%2Fuploads%2F2013%2F09%2FModHeathrow.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.logikalprojects.co.uk%2Fcase-studies%2Fheathrow-airport-terminal-5-2%2F&h=533&w=800&tbid=jl9USY2EzBuaiM%3A&zoom=1&docid=S2AFPwJ88Mu96M&ei>



=FY10U6uIHOf34QTSuIEo&tbm=isch&iact=rc&uact=3&dur=224&page=1&start=0&ndsp=14&ved=0CGQQRQMwBA, zuletzt aktualisiert am 2014, zuletzt geprüft am 15.05.2014.

Mace Group (2008): Logistics at Heathrow. Mace Group. London, 2008, zuletzt geprüft am 05.05.2014.

Martin Brown (2011): Heathrow Consolidation Centre (HCC). DHL Solutions & Innovations. UrbanTec. Köln, 25.10.2011.

Mossman, Alan (2008): More than materials. managing what's needed to create value in construction. Technische Universität Dortmund. Dortmund, 08.05.2008. Online verfügbar unter [http://www.thechangebusiness.co.uk/TCB/Construction\\_Logistics\\_files/More-than-materials-Construction-Logistics-ECCL.pdf](http://www.thechangebusiness.co.uk/TCB/Construction_Logistics_files/More-than-materials-Construction-Logistics-ECCL.pdf), zuletzt geprüft am 15.05.2014.

Schach, Rainer; Otto, Jens (2008): Baustelleneinrichtung. Grundlagen-Planung-Praxishinweise-Vorschriften und Regeln. 1. Auflage. Wiesbaden: Teubner Verlag.

Schlabach, Carina (2013): MAX. Das Programm zur kontinuierlichen Prozessoptimierung der Züblin Direktion Mitte. Effizienz aus der Mitte. Hg. v. Carina Schlabach. Ed. Züblin AG, Direktion Mitte. Frankfurt.

Seemann, York Frederik (2007): Logistikkoordination als Organisationseinheit bei der Bauausführung. 1. Auflage. Aachen: Mainz.

Siri Krauß (2005): Die Baulogistik in der schlüsselfertigen Ausführung. Ein Modell für die systematische Entwicklung projekt- und fertigungsspezifischer Logistikprozesse. Berlin: Bauwerk.

St. Olavs Hospital HF (2013): Pictures for Media. Hg. v. St. Olavs Hospital HF. Online verfügbar unter <http://www.stolav.no/en/Media/Pictures-for-media/83711/>, zuletzt aktualisiert am 2013, zuletzt geprüft am 16.04.2014.

STRABAG (2013): Taktplanung und Taktsteuerung. Lean Construction Schulung. Direktion Mitte. München, 14.10.2013. Online verfügbar unter PowerPoint-Präsentation, zuletzt geprüft am 10.04.2014.

Töpfer, Regina (2000): Baustelleneinrichtungsplanung. Grundlagen für die manuelle und rechnergestützte Bearbeitung. Renningen-Malsheim: Expert Verlag, zuletzt geprüft am 10.04.2014.

Universitätsklinikum Jena (2013): Allgemeine Projektbeschreibung. Universitätsklinikum Jena Neubau 2. BA. Hg. v. Universitätsklinikum Jena. Jena.

Universitätsklinikum Jena (2014): Neubau am Universitätsklinikum Jena. Hg. v. Universitätsklinikum Jena. Online verfügbar unter <http://www.uniklinikum-jena.de/Startseite/Neubau+des+UKJ.html>, zuletzt geprüft am 08.07.2014.

Verlag Moderne Industrie GmbH (2014): Lagerhallen: Vorteile von Industriezelten. Hg. v. Verlag Moderne Industrie GmbH. Online verfügbar unter <http://www.produktion.de/webtipps/lagerhallen-vorteile-von-industriezelten/>, zuletzt geprüft am 29.07.2014.

Zimmermann, Josef (2009): Baulogistik. Innovationspotenziale für die Bauwirtschaft. München: Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung TUM.

Zollondz, Hans-Dieter (2013): Grundlagen Lean Management. Einführung in Geschichte, Begriffe, Systeme, Techniken sowie Gestaltungs- und Implementierungsansätze eines modernen Managementparadigmas. Editon Management. München: Oldenbourg Verlag.

## Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 1: Die Teilbereiche der Baulogistik.....   | 5  |
| Abbildung 2: Die baulogistischen Teilbereiche auf der Baustelle .....                      | 5  |
| Abbildung 3: Übersicht der baulogistisch optimierbaren Zeitanteile im Ausbau .....         | 6  |
| Abbildung 4: Kernproblem der Bauindustrie .....  | 8  |
| Abbildung 5: Bauvorhaben St. Olavs Integrated Hospital (Stand: Sommer 2013).....           | 11 |
| Abbildung 6: Das Takt-Prinzip in der Bauindustrie.....                                     | 15 |
| Abbildung 7: Übersicht DomRömer Areal .....  | 17 |
| Abbildung 8: Abwicklung der Materialbelieferung DomRömer Areal .....                       | 19 |
| Abbildung 9: Lagermanagement DomRömer Areal .....  | 22 |
| Abbildung 10: Übersicht London Heathrow Airport und Terminals.....                         | 24 |
| Abbildung 11: Just-in-Time Anlieferung über ein Konsolidierungszentrum.....                | 26 |
| Abbildung 12: Traditionelle Lieferkette vs. Konsolidierungszentrum-Lieferkette.....        | 28 |
| Abbildung 13: Neubau der Thales Konzernzentrale in Ditzingen .....                         | 31 |
| Abbildung 14: Funktionsweise Smiley-Müllentsorgungskonzept .....                           | 32 |
| Abbildung 15: Konzerthaus Dortmund - Schnitt durch das Gebäude und Außenansicht.....       | 34 |
| Abbildung 16: Übersicht Teilprojekte Universitätsklinikum Jena 2. BA.....                  | 38 |
| Abbildung 17: Ansicht Architekturplan Medizinisches Zentrum II .....                       | 39 |
| Abbildung 18: Ansicht Architekturplan Medizinisches Zentrum IV.....                        | 39 |
| Abbildung 19: Ansicht Architekturplan Forschungs- und Institutsgebäude .....               | 40 |
| Abbildung 20: Ansicht Baufeld 2. BA / Stand: 25.04.2014 .....                              | 41 |
| Abbildung 21: Baustelleneinrichtungsplan Universitätsklinikum Jena 2. BA.....              | 44 |
| Abbildung 22: Einsatz der Logistik-Kuriere am Beispiel des Einbaus von Natursteinfliesen.. | 49 |
| Abbildung 23: Kostenersparnis durch den Einsatz von Logistik-Kurieren .....                | 50 |
| Abbildung 24: Funktionsweise Zentrallager mit ABC-Materialienkategorisierung.....          | 51 |
| Abbildung 25: Visualisierung und Planausschnitt Patientenzimmer im MZ IV .....             | 52 |
| Abbildung 26: Anlieferungsprozess für ein Patientenzimmer .....                            | 54 |
| Abbildung 27: Ausschnitt Baustelleneinrichtung: Zentrallager auf dem Gelände des UKJ ....  | 55 |
| Abbildung 28: Ein Industriezelt als zentrales Baustofflager.....                           | 55 |
| Abbildung 29: Erweiterung von Zentrallager und ABC-Kategorisierung um Taktsteuerung...     | 57 |
| Abbildung 30: Materialanlieferung für Vertikaltransporte im MZ II über einen Lastenaufzug  | 59 |
| Abbildung 31: Alternative Anlieferung über Kran 7 und die Flachdächer des MZ II.....       | 60 |
| Abbildung 32: Baulogistische Bewertungsmatrix der Varianten .....                          | 64 |
| Abbildung 33: Activities of logistics couriers during installation of virgin stone .....   | 76 |
| Abbildung 34: Cost savings by the use of logistic couriers.....                            | 77 |

**Tabellenverzeichnis**

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1: Übersicht Kosten St. Olavs Hospital nach Bauphasen .....               | 12 |
| Tabelle 2: Übersicht der Bauleistungsmaßnahmen .....                              | 35 |
| Tabelle 3: Teilprojekte Neubau Universitätsklinikum 2. BA .....                   | 38 |
| Tabelle 4: Übersicht Rahmenterminplan Teilprojekte Universitätsklinikum Jena..... | 42 |
| Tabelle 5: Mengenermittlung ausgewählter Ausbaugewerke .....                      | 42 |
| Tabelle 6: Beispielhafte Materialausstattung eines Patientenzimmers.....          | 53 |

## **Anlagen**

Anlage 1: Auflistung Ausbaugewerke Universitätsklinikum Jena

Anlage 2: Baustelleneinrichtungsplan Rohbau (Ausschnitt)

Anlage 3: § 14 Arbeitnehmerentsendegesetz

Anlage 4: § 2, Abs. 8 Tarifvertrag zur Regelung der Löhne im Baugewerbe

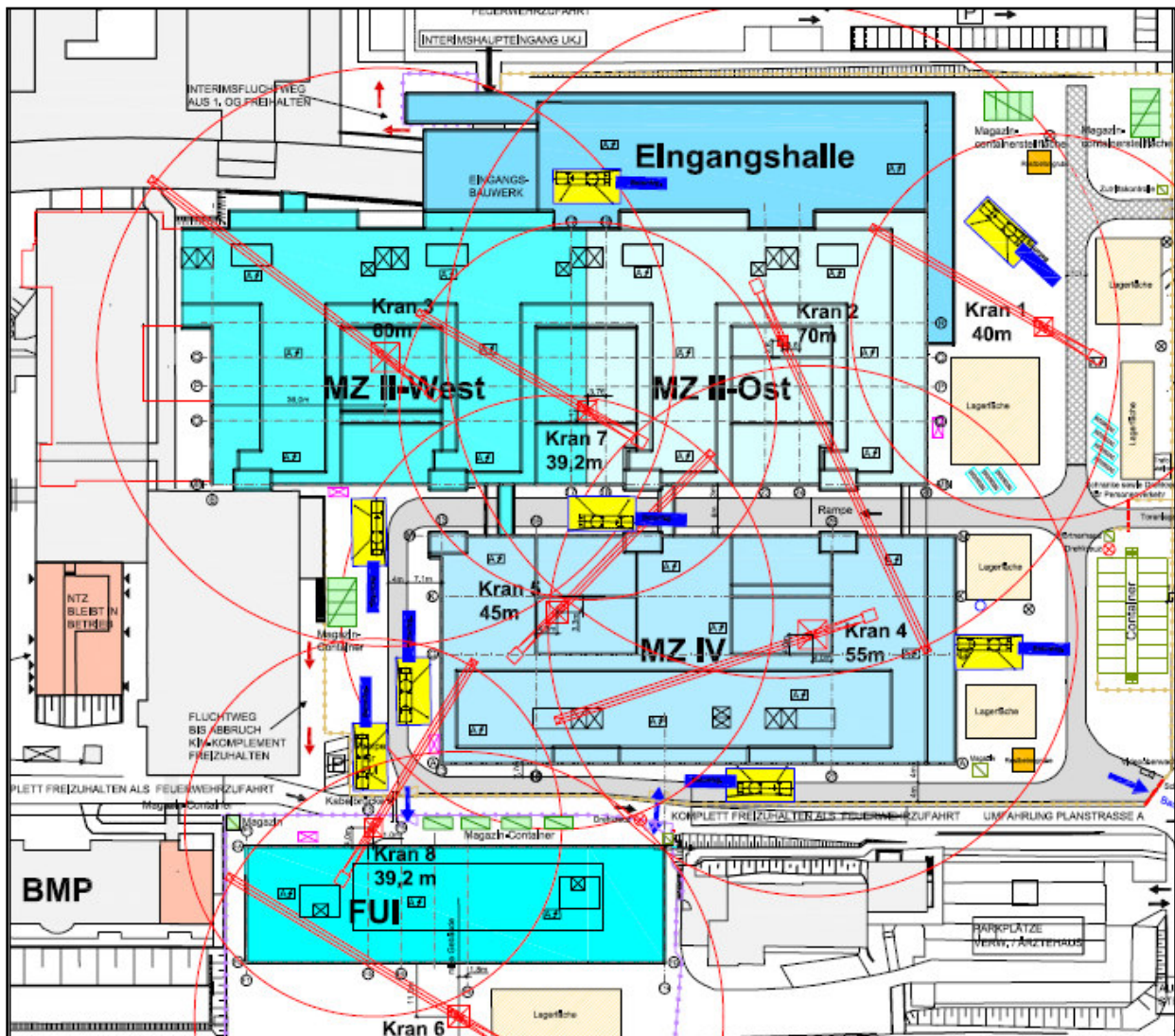
Anlage 5: Elektroausstattung Patientenzimmer

**Anlage 1: Auflistung Ausbaugewerke Universitätsklinikum Jena**

| <b>Gewerk</b>                                 |
|---|
| Trockenbauarbeiten Wände                      |
| Trockenbauarbeiten Decken                     |
| WC-Trennwände                                 |
| Bauendreinigung                               |
| NTZ / Außenanlagen                            |
| Abdichtung erdberührt                         |
| Nasszellen                                    |
| Innenputz                                     |
| Handläufe                                     |
| Rammschutz                                    |
| Beschilderung                                 |
| Gerüstbau                                     |
| Lochfenster                                   |
| Sonnenschutz                                  |
| Malerarbeiten                                 |
| Außentüren                                    |
| Innenfenster, Glastrennwände                  |
| Mobile Trennwände                             |
| Brandschutzvorhänge                           |
| Aufzüge                                       |
| Tischler                                      |
| Innentüren (Stahl / Holz)                     |
| Rohrrahmentüren (innen)                       |
| Brandschutzschotts (Überwachung ARGE-TGA)     |
| Drehtrommeltür / Karusseltür                  |
| Strahlenschutztür U01                         |
| Schiebetüren                                  |
| Brandschutzfuge Deckenanschluß Mauerwerk      |
| WDVS  |
| Estrich                                       |
| Estrich vor TGA                               |
| Fliesenarbeiten                               |
| Bodenbelagarbeiten                            |
| Natursteinböden                               |
| Dachabdichtung                                |
| Dachbegrünung                                 |
| Klempnerarbeiten                              |
| RWA-Lichtkuppeln                              |
| Doppelboden                                   |
| Teeküchen, Möbel, Möbilar Labore              |
| Bodenbeschichtung                             |
| OP-Wandbekleidungen                           |
| Stahlbauarbeiten TZ + Vordach + Eingangshalle |
| Schlosserarbeiten                             |
| Techn. Gase                                   |
| Medizintechnik (Ausnahme: Möbilar Labore)     |
| Rohrpost                                      |
| TGA   |

(Quelle: ED. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014)

## Anlage 2: Baustelleneinrichtungsplan Rohbau (Ausschnitt)



(Quelle: Ed. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014)

**Anlage 3: § 14 Arbeitnehmerentsendegesetz (AEntG)****§ 14 Haftung des Auftraggebers**

Ein Unternehmer, der einen anderen Unternehmer mit der Erbringung von Werk- oder Dienstleistungen beauftragt, haftet für die Verpflichtungen dieses Unternehmers, eines Nachunternehmers oder eines von dem Unternehmer oder einem Nachunternehmer beauftragten Verleihers zur Zahlung des Mindestentgelts an Arbeitnehmer oder Arbeitnehmerinnen oder zur Zahlung von Beiträgen an eine gemeinsame Einrichtung der Tarifvertragsparteien nach § 8 wie ein Bürge, der auf die Einrede der Vorausklage verzichtet hat. Das Mindestentgelt im Sinne des Satzes 1 umfasst nur den Betrag, der nach Abzug der Steuern und der Beiträge zur Sozialversicherung und zur Arbeitsförderung oder entsprechender Aufwendungen zur sozialen Sicherung an Arbeitnehmer oder Arbeitnehmerinnen auszuzahlen ist (Nettoentgelt).

(Quelle: Vgl. BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ 2009)

## Anlage 4: § 2, Abs. 8 Tarifvertrag zur Regelung der Löhne im Baugewerbe

| <b>TV Lohn Ost</b>   |           |           |            |
|--|-----------|-----------|------------|
| (8) Mit Wirkung vom <b>1. Juni 2014</b> gelten nachstehende Löhne: |           |           |            |
|  | <b>TL</b> | <b>BZ</b> | <b>GTL</b> |
|  | <b>€</b>  | <b>€</b>  | <b>€</b>   |
| Lohngruppe 6   | 18,10     | 1,07      | 19,17      |
| Lohngruppe 5   | 16,56     | 0,97      | 17,53      |
| Lohngruppe 4   | 15,75     | 0,92      | 16,67      |
| Lohngruppe 3   | 14,45     | 0,85      | 15,30      |
| Lohngruppe 2 a   | 14,06     | 0,83      | 14,89      |
| Lohngruppe 2   | 11,12     | 0,65      | 11,77      |
| Fliesen-, Platten- und<br>Mosaikleger<br>der Lohngruppe 4          | 16,26     | 0,95      | 17,21      |
| Baumaschinenführer der<br>Lohngruppe 4                             | 16,01     | 0,94      | 16,95      |
| (9) Mit Wirkung vom <b>1. Juni 2015</b> gelten nachstehende Löhne: |           |           |            |
|  | <b>TL</b> | <b>BZ</b> | <b>GTL</b> |
|  | <b>€</b>  | <b>€</b>  | <b>€</b>   |
| Lohngruppe 6   | 18,70     | 1,10      | 19,80      |
| Lohngruppe 5   | 17,11     | 1,00      | 18,11      |
| Lohngruppe 4   | 16,27     | 0,95      | 17,22      |
| Lohngruppe 3   | 14,93     | 0,88      | 15,81      |
| Lohngruppe 2 a   | 14,52     | 0,86      | 15,38      |
| Lohngruppe 2   | 11,49     | 0,67      | 12,16      |
| Fliesen-, Platten- und<br>Mosaikleger<br>der Lohngruppe 4          | 16,80     | 0,99      | 17,79      |
| Baumaschinenführer der<br>Lohngruppe 4                             | 16,54     | 0,97      | 17,51      |

(Quelle: Ed. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014)



**Anlage 5: Elektroausstattung Patientenzimmer**

| <b>Elektroausstattung 2-Bett-Patientenzimmer</b> |
|--|
| Wechselschalter                                  |
| Taster   |
| Steckdose, 1-fach                                |
| Jalousietaster                                   |
| Jalousiemotor                                    |
| Potenzialausgleichdose                           |
| Anschlussdose leer                               |
| Zimmerterminal                                   |
| Antennendose                                     |
| Datendose  |
| Patientterminal                                  |
| Lautsprecherdose                                 |
| Brandmelder (Zwischendecke)                      |
| Brandmelder                                      |
| Wandleuchte                                      |
| Einbaudownlight                                  |
| 230V Festanschluss                               |

(Quelle: ED. ZÜBLIN AG, BEREICH THÜRINGEN, Projektdokumentation 2014)

## Selbständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorgelegte Masterarbeit eigenständig verfasst und keine anderen als die im Literaturverzeichnis angegebenen Quellen, Darstellungen und Hilfsmittel benutzt habe.

Weiterhin erkläre ich, dass die vorgelegte Arbeit zuvor weder von mir noch – soweit mir bekannt ist – von einer anderen Person an dieser oder einer anderen Hochschule eingereicht wurde.

Jena, den 20.08.2014.....  


(Datum, Unterschrift)