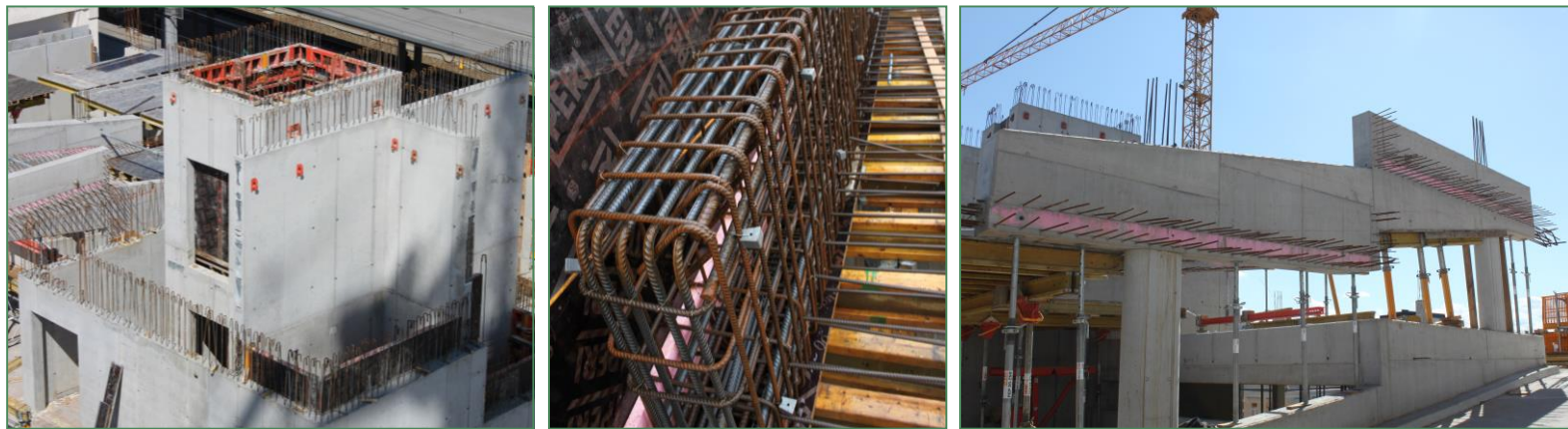


# MASTERARBEIT



## **REFA ANALYSE ZUR BEURTEILUNG VON AUFWANDSWERTEN FÜR STAHLBETONARBEITEN BEI KOMPLIZIERTEN BAUTEILEN**

Daniel Jank

Vorgelegt am  
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft  
Projektentwicklung und Projektmanagement

Betreuer  
Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler

Mitbetreuender Assistent  
-

Graz am 18. Mai 2015



## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am .....

.....

(Unterschrift)

## STATUARY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, .....

date

.....

(signature)

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mir während meiner Diplomarbeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Für die Betreuung von universitärer Seite bedanke ich mich bei Herrn Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler.

Besonderer Dank gebührt meiner Familie, die mich die gesamte Ausbildungszeit hindurch unterstützte.

(Ort), am (Datum)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift des Studenten)

## Kurzfassung

Inhalt dieser Arbeit ist die ausführliche Dokumentation des Herstellungsprozesses sowie die Auswertung und Interpretation der Stahlbetonarbeiten bei komplizierten Bauteilen. Dies umfasst eine äußerst zeitintensive Baustellenbeobachtung einer Baustelle in St. Pölten.

Konkret wurde die Herstellung von Stiegenhäusern und von so genannten Rampenträgern eines Parkdecks, welches sich in unmittelbarer Nähe des Hauptbahnhofs St. Pölten befindet, analysiert.

Die Datenerfassung erfolgte nach den Grundsätzen der REFA Methodenlehre und wurde unter der Anleitung von Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler durchgeführt. Durch intensive Zusammenarbeit mit der Firma Porr, welche das ausführende Unternehmen bei diesem Bauprojekt war, wurden die Umsetzung und die erfolgreiche Abwicklung dieser Arbeit ermöglicht.

Wesentliche Ergebnisse sind die Aufwandswerte für die Schalungs-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten sowie der Gesamtaufwandswert für die Stahlbetonarbeiten der beobachteten Bauteile.

## Abstract

The objective of this thesis is the detailed documentation of the construction process, as well as the analysis and the interpretation of the reinforced concrete work for challenging structural elements. This includes a very detailed observation of a construction project in St. Pölten.

Main focus lies on the execution process of the staircases and the so called ramp-beams of a parking deck, which is in the vicinity of the railway station St. Pölten.

The collection of data is done according to the common REFA-methods and was supervised by Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler.

An intensive cooperation with the contractor company Porr made the successful processing and completion of this thesis possible.

The main results are the individual labor consumption rates for the formwork, reinforcement and concrete work, as well as the overall labor consumption rate for reinforced concrete work of the monitored construction site.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Situationsanalyse	1
1.2	Zielsetzung	1
1.3	Gliederung	2
1.4	Vorgangsweise	3
<b>2</b>	<b>Grundlagen zu REFA</b>	<b>19</b>
2.1	Systemdenken bei Arbeitssystemen	19
2.2	Grundlagen der Datenermittlung	20
2.3	Vorgehensweise bei der Zeitdatenermittlung	22
2.4	Zeitdatenermittlung	25
<b>3</b>	<b>Vorgehensweise bei der Baustellenbeobachtung</b>	<b>32</b>
3.1	Auswahl der Zeitdatenermittlungsmethode	32
3.2	Erforderlicher Beobachtungsumfang	32
3.3	Zeitlicher Ablauf	34
3.4	Erstellung der Tätigkeitslisten	35
<b>4</b>	<b>Allgemeine Beschreibung der Baustelle</b>	<b>47</b>
4.1	Örtlichkeit	51
4.2	Daten und Fakten	52
4.3	Konkrete Beschreibung der einzelnen Bauteile	52
<b>5</b>	<b>Rampenträger</b>	<b>57</b>
5.1	Einleitung – allgemeine Beschreibung des Bauteils	57
5.2	Herstellungsablauf	59
5.3	Zeitraum der Datenerhebung der Rampenträgerpaare	80
5.4	Beobachtete Rampenträgerpaare	81
5.5	Datenerhebung Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 – 09.09.2014)	82
5.6	Datenauswertung Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014. – 09.09.2014)	91
5.7	Datenerhebung Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 – 19.09.2014)	126
5.8	Datenauswertung Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 – 19.09.2014)	134
5.9	Vergleich der Datenauswertungen der beiden Rampenträgerpaare	167
<b>6</b>	<b>Stiegenhaus</b>	<b>180</b>
6.1	Einleitung – allgemeine Beschreibung des Bauteils	180
6.2	Herstellungsablauf	181
6.3	Datenerhebung Stiegenhaus (17.09.2014 – 16.10.2014)	184
6.4	Datenauswertung Stiegenhaus (17.09.2014 – 16.10.2014)	193
<b>7</b>	<b>Resümee</b>	<b>219</b>
7.1	Allgemein	219
7.2	Rampenträger	221
7.3	Stiegenhaus	225

## Abkürzungsverzeichnis

<b>REFA</b>	Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung
<b>MH</b>	Haupttätigkeit
<b>MN</b>	Nebentätigkeit
<b>MZ</b>	Zusätzliche Tätigkeit
<b>MA</b>	Ablaufbedingtes Unterbrechen
<b>MS</b>	Störungsbedingtes Unterbrechen
<b>ME</b>	Erholungsbedingtes Unterbrechen
<b>MP</b>	Persönlichbedingtes Unterbrechen
<b>MX</b>	Nicht erfassbare Tätigkeit/Unterbrechung
<b><math>t_g</math></b>	Grundzeit
<b><math>t_{er}</math></b>	Erholungszeit
<b><math>t_v</math></b>	Verteilzeit
<b><math>f_i</math></b>	Vertrauensbereich des jeweiligen Anteils
<b><math>AW_A</math></b>	Aufandswert für die Herstellung der Arbeitsbühne
<b><math>AW_S</math></b>	Aufandswert für die Schalarbeiten
<b><math>AW_{BW}</math></b>	Aufandswert für die Bewehrungsarbeiten
<b><math>AW_{BT}</math></b>	Aufandswert für die Betonierarbeiten
<b><math>AW_{STB}</math></b>	Gesamtaufandswert für die Stahlbetonarbeiten
<b>[h]</b>	Zeitstunde
<b>[Std]</b>	Lohnstunden

## 1 Einleitung

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurde eine REFA Analyse zur Beurteilung der Aufwandswerte für Stahlbetonarbeiten bei komplizierten Bauteilen durchgeführt. Dies beinhaltete eine umfassende Datenerhebung, Datenauswertung, Interpretation der Ergebnisse und Dokumentation. Im Folgenden wird ausgehend von einer Situationsanalyse auf die Zielsetzung und Gliederung dieser Arbeit eingegangen sowie die Vorgangsweise bei der Erstellung erläutert.

### 1.1 Situationsanalyse

Kennzahlen wie Aufwandswerte, Mindestarbeitsflächen und Kranbelegungswerte sind im baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Bereich von entscheidender Bedeutung. Insbesondere im Zuge der Arbeitsvorbereitung und Kalkulation ist die Kenntnis dieser Kennzahlen vor allem bei ausführenden Firmen von großem Interesse.

Informationen diesbezüglich können unter anderem aus einschlägiger Fachliteratur entnommen werden. Da diese Richtwerte aus fremden Quellen sehr stark schwanken, teilweise veraltet sind oder gewisse Einflüsse nicht berücksichtigt werden, ist es unumgänglich firmeninternes Wissensmanagement zu betreiben, um aus eigener Dokumentation zuverlässige Kennzahlen zu ermitteln, die bei zukünftigen Bauvorhaben eine präzise Planung des Bauablaufes gewährleisten. In weiterer Folge können dadurch die Bauzeit sowie die Kosten eingespart werden.

Vor allem bei kompliziert herzustellenden Bauteilen und anspruchsvollen Baustellenbedingungen sind Kennzahlen aus der Fachliteratur kaum vorhanden und eine professionelle Planung dementsprechend schwierig.

### 1.2 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit war die Analyse der im Folgenden beschriebenen Baustelle nach den Grundsätzen laut REFA. Insbesondere die Verteilung der Tätigkeiten und die Ermittlung von Aufwandswerten sowie deren Interpretation sind Kernpunkte der weiteren Ausführungen.

Ausgangspunkt für die Erstellung dieser Diplomarbeit war die Untersuchung wie stark sich die Verteilung der Tätigkeiten bei komplizierten Bauteilen im Vergleich zu Standardbauteilen verändert.

Bei den vorliegenden Rampenträgern handelt es sich um äußerst komplexe Bauteile mit aufwändiger Geometrie, hohen Schalungs- und Bewehrungsgrad sowie besonderem Aufwand hinsichtlich der Rüstung. Aber auch bei den Stiegenhäusern erfolgt die Herstellung abweichend von üblichen Herstellungsabläufen, da aufgrund der großen Lasten die Geschoßdecken auf den Stiegenhauswänden aufgelagert werden müssen und somit jedes Geschoß des Stiegenhauses in drei Abschnitten hergestellt werden muss.

Diese Gründe weisen darauf hin, dass sich die Anteile der Haupttätigkeiten im Vergleich zu den Nebentätigkeiten, insbesondere bei den Schalarbeiten, erheblich reduzieren und der Aufwandswert steigt.



Um die Richtigkeit der Ergebnisse zu garantieren, ist eine mehrfache, voneinander unabhängige Beweissicherung anzustreben. Eine umfassende Dokumentation der Umstände der Leistungserbringung ist von essentieller Bedeutung, um die ermittelten Aufwandswerte angemessen beurteilen zu können.

Des Weiteren soll diese Studie auch als Leitfaden für die Erstellung von zukünftigen REFA Analysen dienen.

Neben Muss-, Soll- und Kann-Zielen werden auch Nicht-Ziele definiert, um von Beginn an Prioritäten setzen und die Vorgangsweise entsprechend planen zu können.

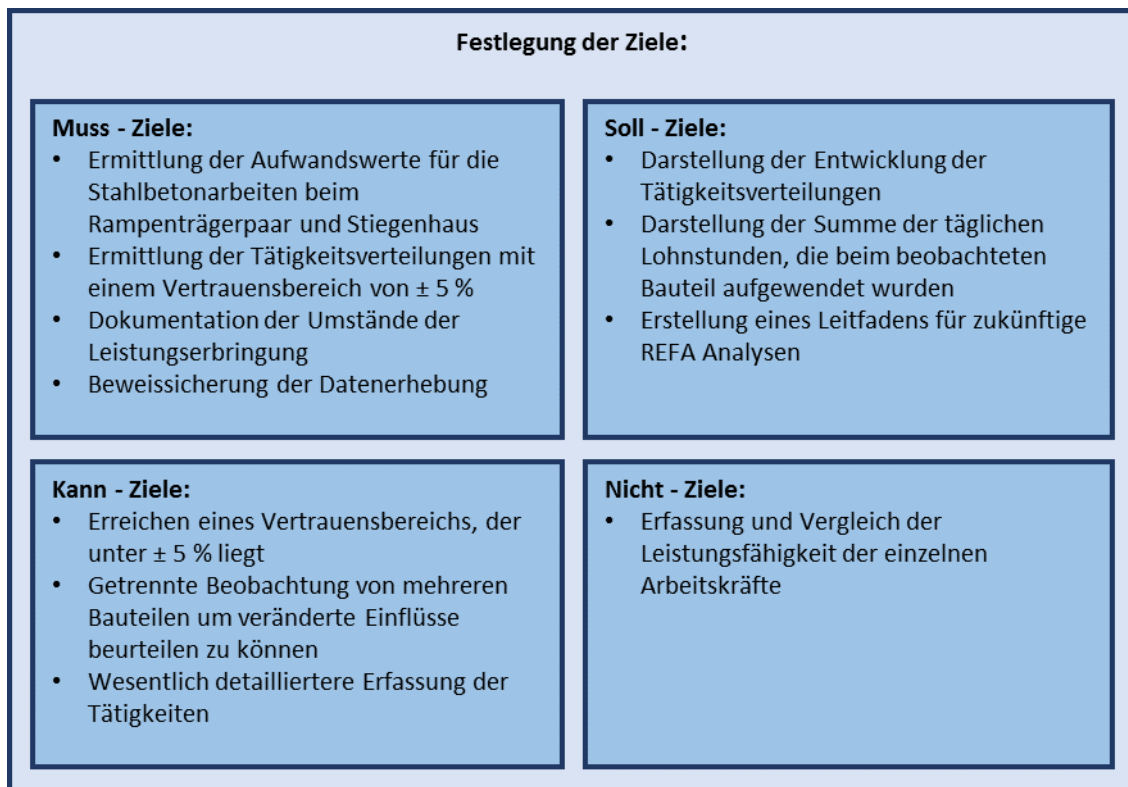


Abbildung 1-1: Festlegung der Ziele der Arbeit

### 1.3 Gliederung

Die Gliederung dieser Abhandlung erfolgt durch eine Einteilung in folgende Kapitel:

- **Einleitung:**  
Einleitend wird neben einer allgemeinen Situationsanalyse die Zielsetzung, die Gliederung sowie die Vorgangsweise bei der Erstellung dieser Arbeit erläutert.
- **Allgemeine Beschreibung der Baustelle:**  
In diesem Kapitel wird die gesamte Baustelle, auf der die REFA Analyse durchgeführt wurde, beschrieben sowie auf die globalen Umstände der Leistungserbringung eingegangen.

- Grundlagen zu REFA:  
Hierbei werden die REFA Systematik und die Methoden, die bei der Baustellenerhebung angewendet wurden, beschrieben.
- Vorgehensweise bei der Baustellenbeobachtung:  
Darunter sind die Planung der Datenerfassung und die Überlegungen hinsichtlich der auftretenden Tätigkeiten zu verstehen.
- Rampenträger:  
In diesem Kapitel wird konkret auf die Beschreibung des Rampenträgers eingegangen, da dieser Bauteil der REFA Analyse unterzogen wurde. Es werden sowohl die Datenerhebung als auch die Datenauswertung und die Ergebnisse dargestellt.
- Stiegenhaus:  
In diesem Kapitel wird konkret auf die Beschreibung des Stiegenhauses eingegangen, da dieser Bauteil der REFA Analyse unterzogen wurde. Es werden sowohl die Datenerhebung als auch die Datenauswertung und die Ergebnisse dargestellt.
- Resümee:  
Abschließend wird auf die Erkenntnisse, die aus dieser Arbeit gewonnen werden konnten, eingegangen.

#### 1.4 Vorgangsweise

Um eine entsprechend hohe Qualität der Ergebnisse zu erreichen, ist eine systematische Vorgangsweise bei der Erstellung dieser Arbeit von essentieller Bedeutung. In diesem Unterkapitel sind sämtliche Ablaufschritte, die im Zuge dieser Studie durchlaufen wurden, dargestellt.

Im Idealfall sollte sich bei der Erstellung derartiger Arbeiten ein Regelkreislauf mit fortschreitendem Wissensgewinn und neuen Erkenntnissen einstellen, wovon bei zukünftigen Studien entscheidend profitiert werden kann.

Abbildung 1-2 zeigt eine grobe Darstellung der gesamten Vorgangsweise, auf die in weiterer Folge detailliert eingegangen wird. Dabei ist die Gesamtdarstellung allgemein gehalten und kann bei sämtlichen REFA Analysen angewendet werden, wohingegen die detaillierte Darstellung zum Teil auf konkrete Umstände bezüglich der beobachteten Baustelle und den Personen, die die Datenerhebung vorgenommen haben, eingeht.

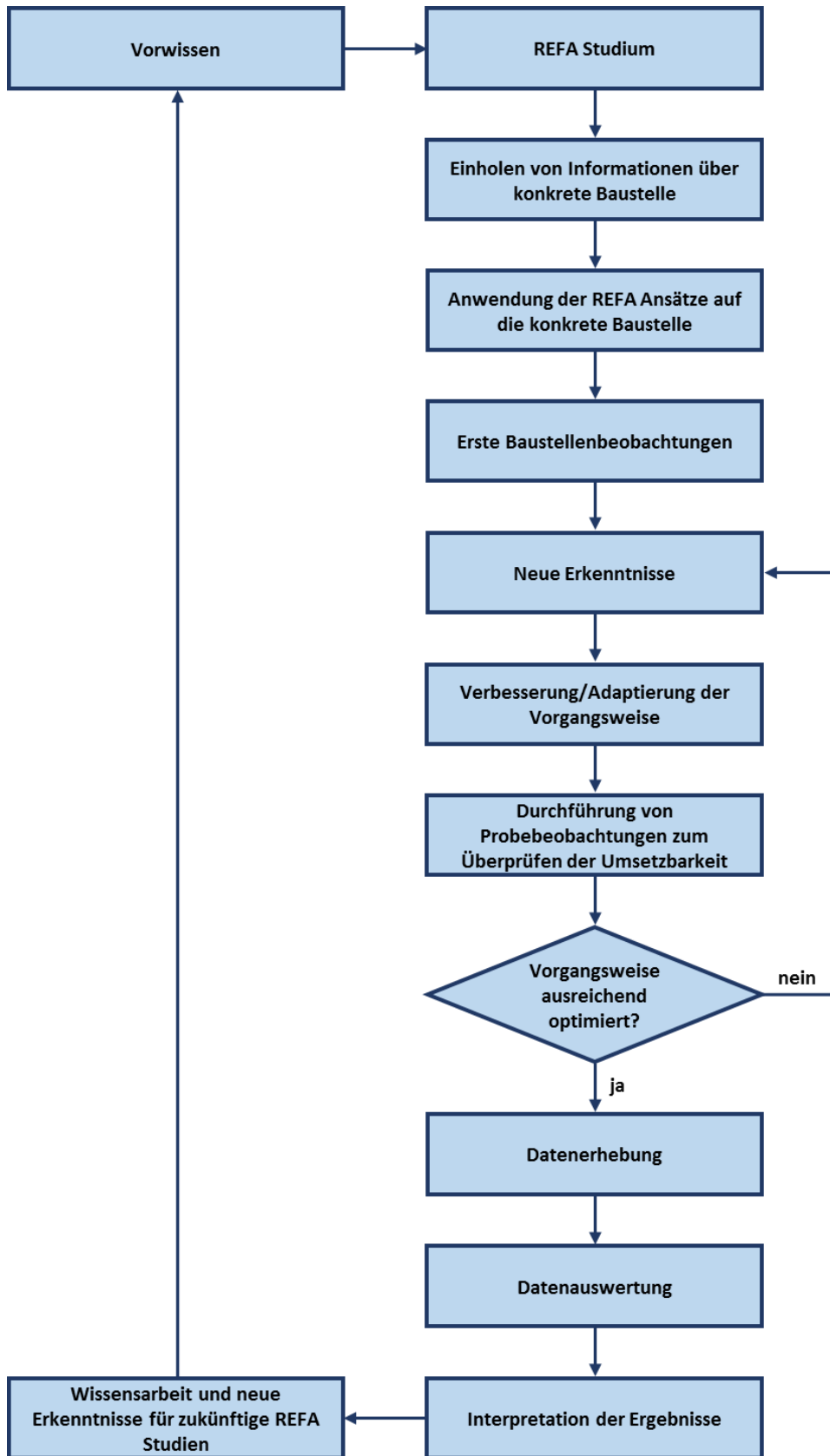


Abbildung 1-2: Darstellung der Vorgangsweise bei der Erstellung der REFA Analyse

### 1.4.1 Vorwissen

Je nach Qualifikation jener Person, von der die REFA Analyse durchgeführt wird, besteht die Möglichkeit, dass bereits ein gewisses Vorwissen vorhanden ist, welches den erforderlichen Zeitaufwand beim REFA Studium wesentlich verkürzen kann und die bessere Beurteilung der Bauabläufe und der Planung der Baustellenerhebung ermöglicht.



Abbildung 1-3: Detaillierte Darstellung des vorhandenen Vorwissens bei der Erstellung der vorliegenden REFA Analyse

### 1.4.2 REFA Studium

Das REFA Studium umfasst eine intensive Befassung mit den Erhebungsmethoden, die laut dem REFA Verband vorgegeben sind und eine umfassende Recherche in diesem Bereich.

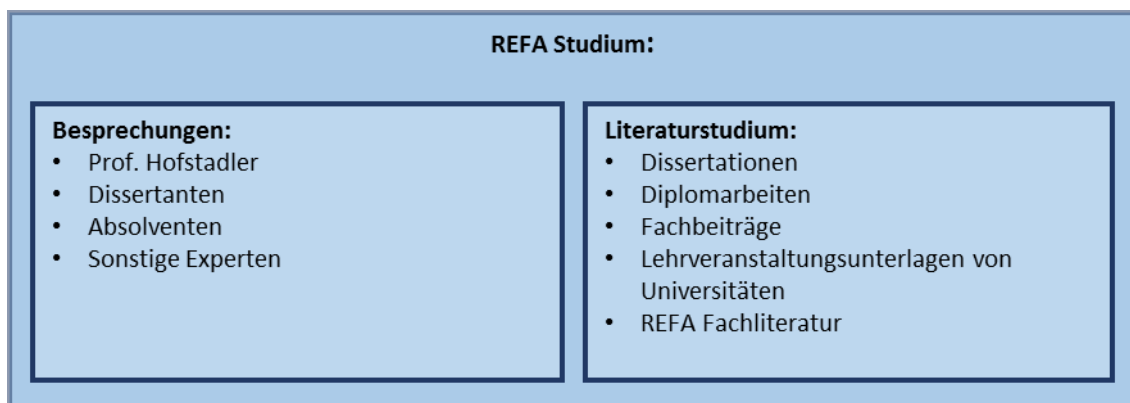


Abbildung 1-4: Detaillierte Darstellung des Inhaltes des REFA Studiums

### 1.4.3 Einholen von Informationen über die konkrete Baustelle

Im Anschluss an das REFA Studium werden sämtliche Informationen über die konkrete Baustelle, auf der die REFA Analyse durchgeführt wird, eingeholt und ein Überblick über die vorhandenen Verhältnisse geschaffen.

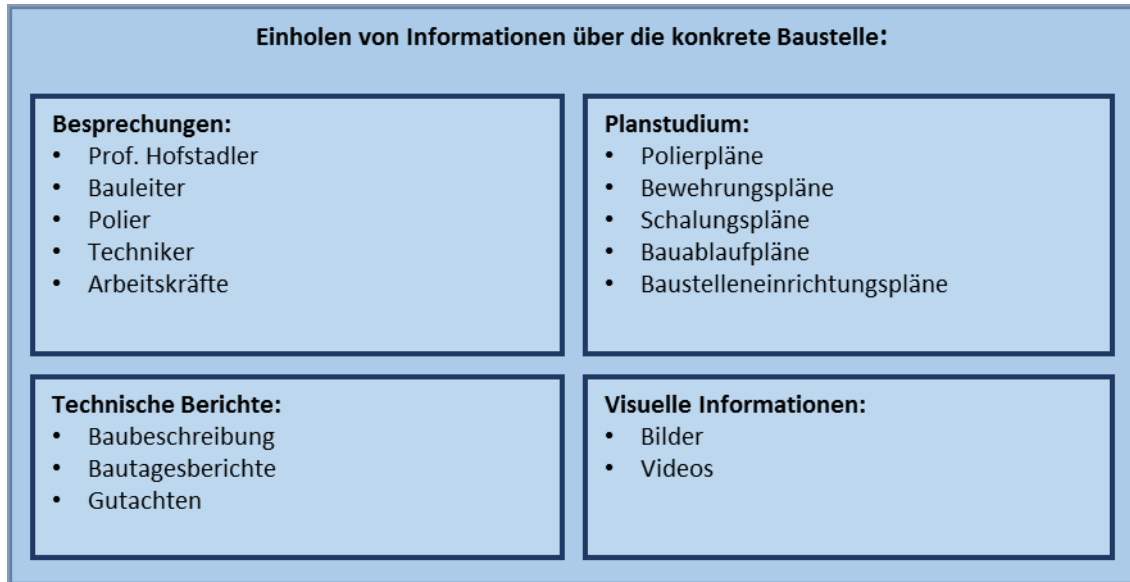


Abbildung 1-5: Detaillierte Darstellung der eingeholten Informationen über die konkrete Baustelle

#### 1.4.4 Anwendung der REFA Ansätze auf die konkrete Baustelle

Die erworbenen Erkenntnisse hinsichtlich der REFA Ansätze werden auf die konkrete Baustelle angewendet. Dies beinhaltet neben der Planung der Umsetzung der Datenerhebung auch deren Beweissicherung und der Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse.



Abbildung 1-6: Detaillierte Darstellung der Anwendung der REFA Ansätze auf die konkrete Baustelle

### 1.4.5 Erste Baustellenbeobachtungen

Erste Baustellenbeobachtungen sind entscheidend, um die Annahmen, die getroffen wurden, zu überprüfen und neue Erkenntnisse zu gewinnen. Dabei werden sowohl die gesamte Baustelle als auch jene konkreten Bauteile, die analysiert werden sollen, erfasst und die Umstände der Leistungserbringung dokumentiert.

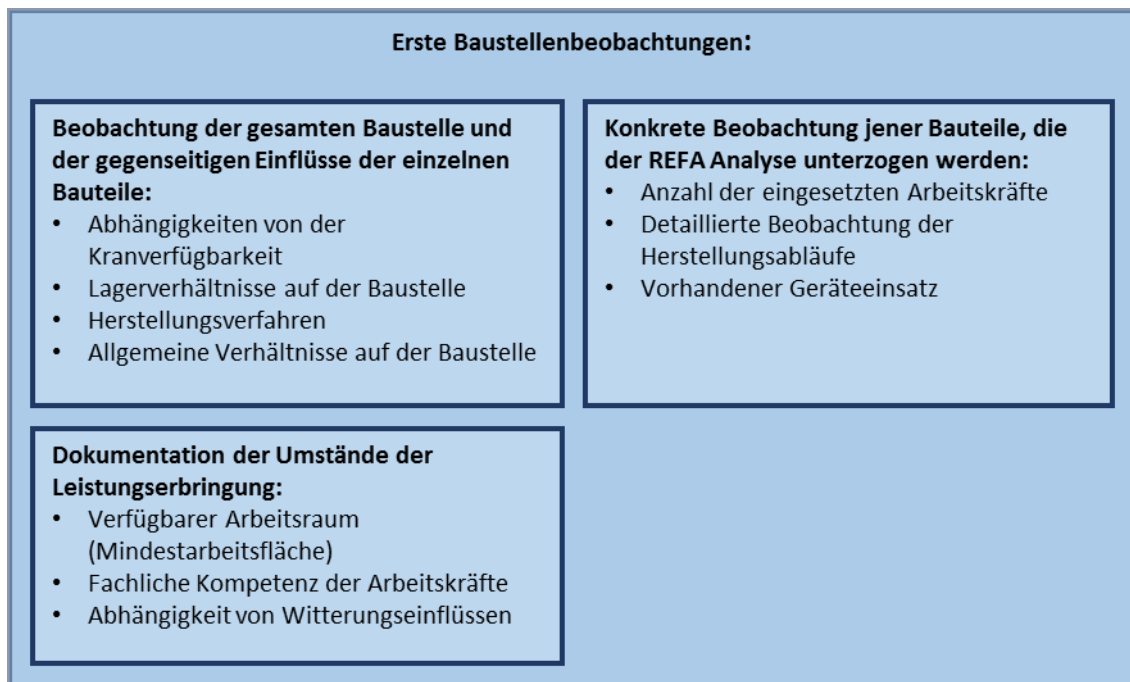


Abbildung 1-7: Detaillierte Darstellung der ersten Baustellenbeobachtungen

### 1.4.6 Neue Erkenntnisse

Im Zuge der ersten Beobachtungen werden in der Regel neue Erkenntnisse gewonnen, die im Anschluss zu einer Adaptierung der Vorgangsweise führen.



Abbildung 1-8: Detaillierte Darstellung der neuen Erkenntnisse



### 1.4.7 Verbesserung/Adaptierung der Vorgangsweise

Im Zuge der Verbesserung/Adaptierung der Vorgangsweise kann es unter anderem zweckmäßig sein, den erforderlichen Beobachtungszeitraum zu verändern. Es können auch zusätzliche Einflüsse auf der Baustelle berücksichtigt werden.

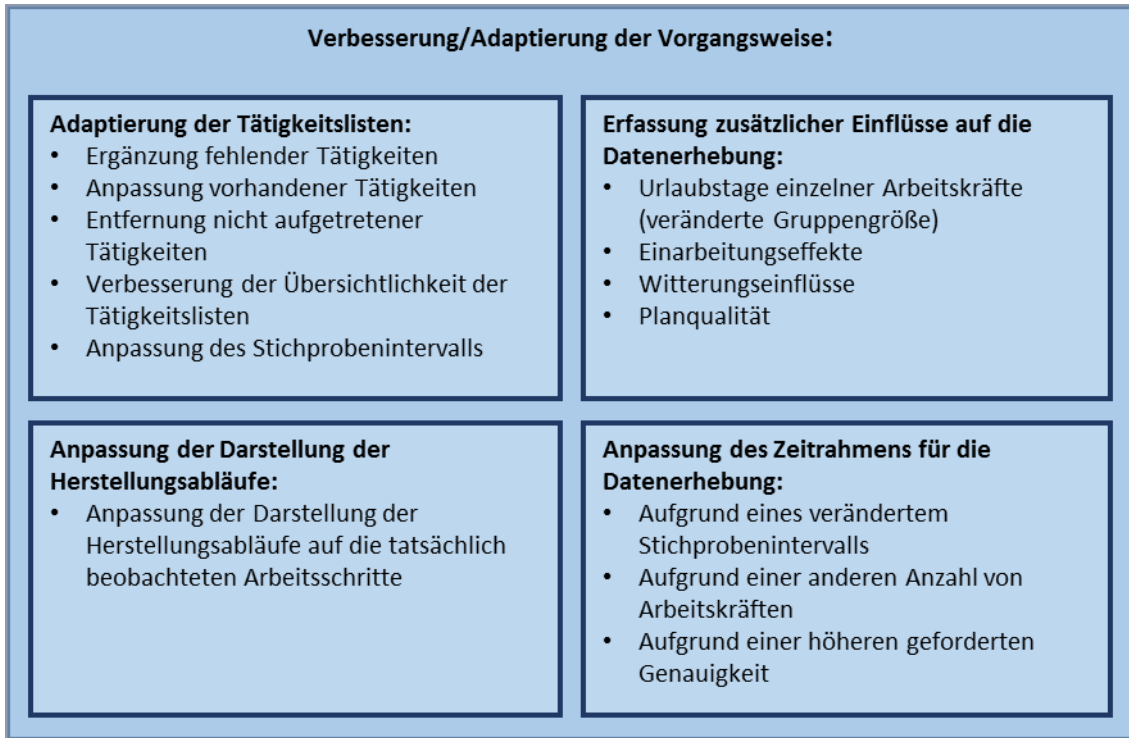


Abbildung 1-9: Detaillierte Darstellung der Verbesserung/Adaptierung der Vorgangsweise

### 1.4.8 Durchführung von Probebeobachtungen zum Überprüfen der Umsetzbarkeit

Die Durchführung von Probebeobachtungen dient vorwiegend der Kontrolle der angenommenen Tätigkeiten sowie der Umsetzbarkeit der Datenerhebung mit dem gewählten Stichprobenintervall und der vorhandenen Personenkapazität. Die Probebeobachtungen können wiederum zu neuen Erkenntnissen und in weiterer Folge zu einer Verbesserung/Adaptierung der Vorgangsweise führen.

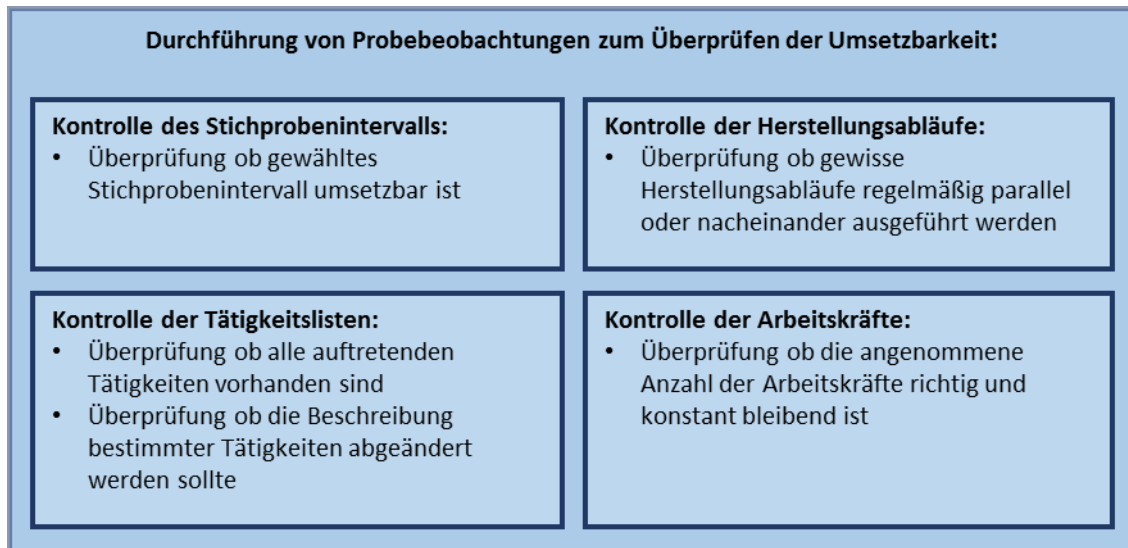


Abbildung 1-10: Detaillierte Darstellung der Durchführung von Probebeobachtungen

### 1.4.9 Datenerhebung

Um im Anschluss die Ergebnisse interpretieren zu können, ist die Dokumentation der Umstände der Leistungserbringung bei der Datenerhebung von entscheidender Bedeutung.

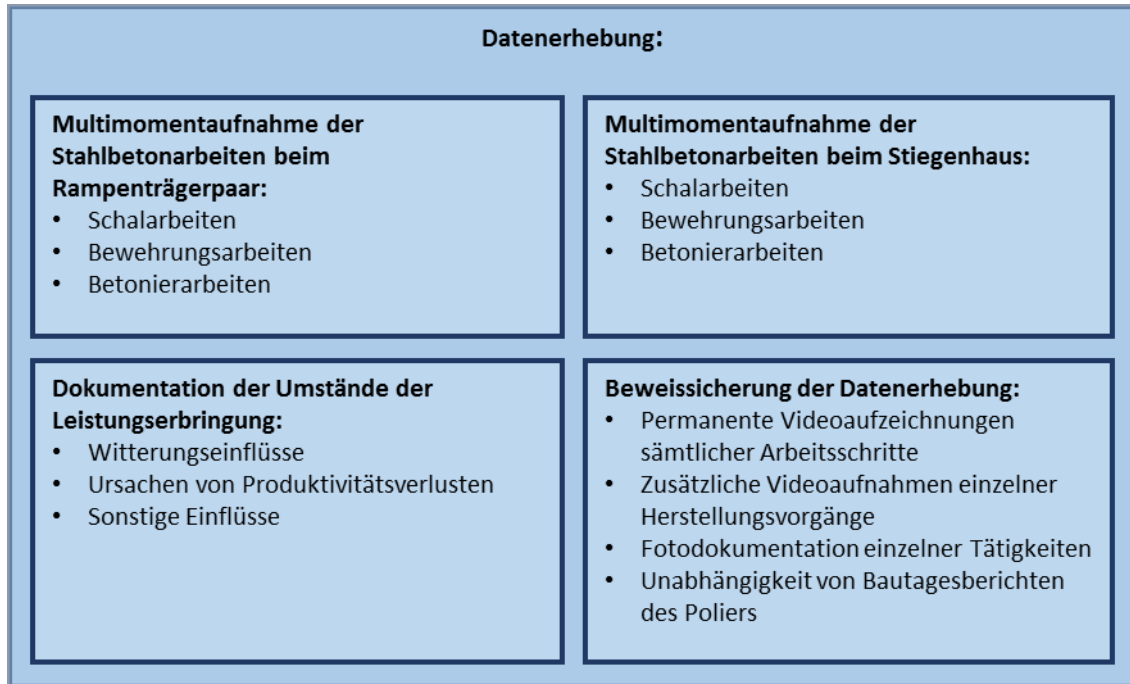


Abbildung 1-11: Detaillierte Darstellung der Datenerhebung

### 1.4.10 Datenauswertung

Im Anschluss an die Datenerhebung folgt die Datenauswertung, die je nach Zielsetzung der REFA Analyse verschiedene Ergebnisse beinhalten kann.

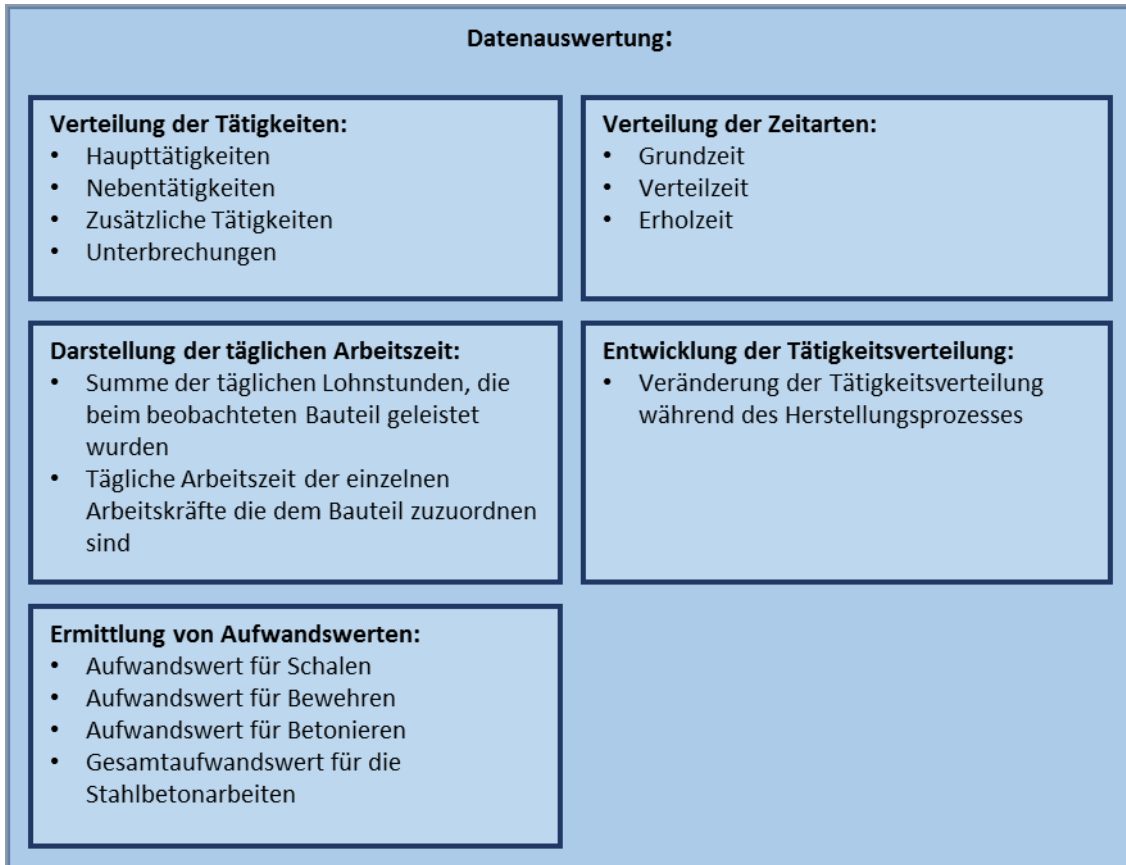


Abbildung 1-12: Detaillierte Darstellung der Datenauswertung

### 1.4.11 Interpretation der Ergebnisse

Die Interpretation beinhaltet neben der Beurteilung auch die Kontrolle der Ergebnisse und die Darstellung sämtlicher maßgebender Einflüsse auf die Produktivität.

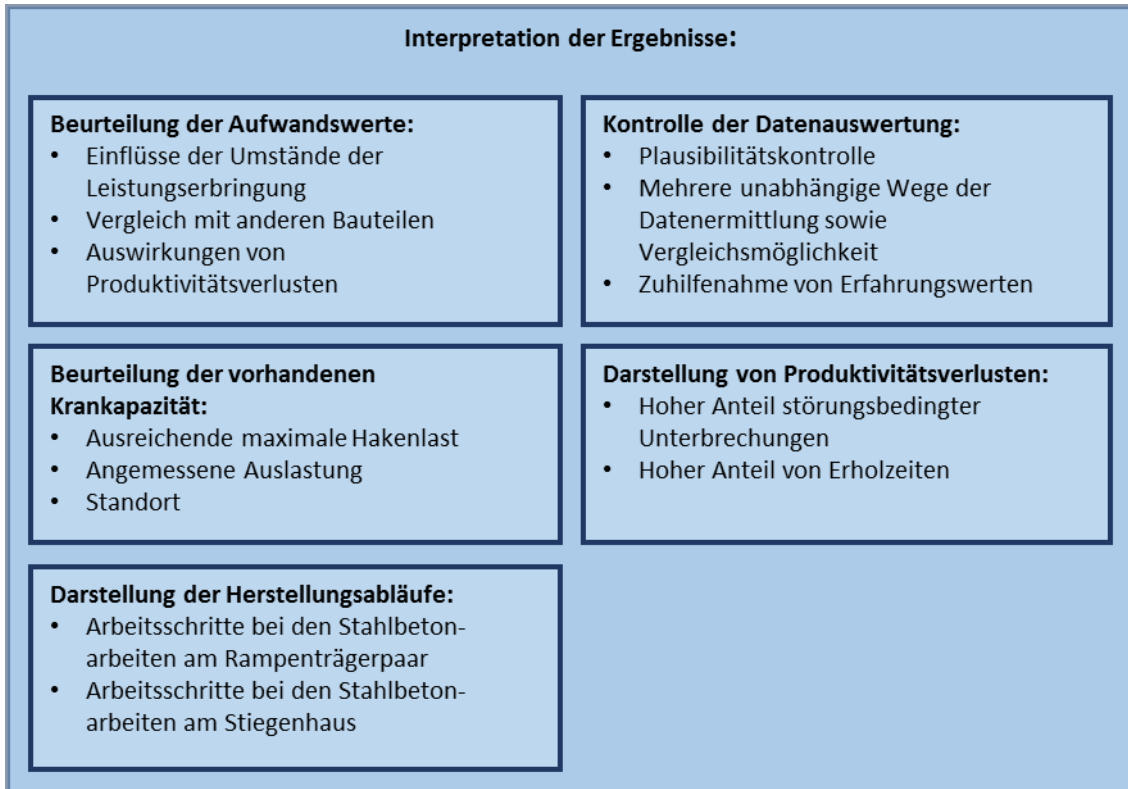


Abbildung 1-13: Detaillierte Darstellung der Interpretation der Ergebnisse

### 1.4.12 Wissensarbeit und neue Erkenntnisse für zukünftige REFA Studien

Um bei zukünftigen REFA Studien auf ein umfangreiches Vorwissen zurückgreifen zu können, ist die Dokumentation der Erkenntnisse, die aus der Erstellung der REFA Analyse gewonnen wurden, von entscheidender Bedeutung. Dies beinhaltet neben der Darstellung des erforderlichen Arbeitsaufwandes auch die Erfassung von Problemen, die im Verlauf der Erhebung aufgetreten sind.

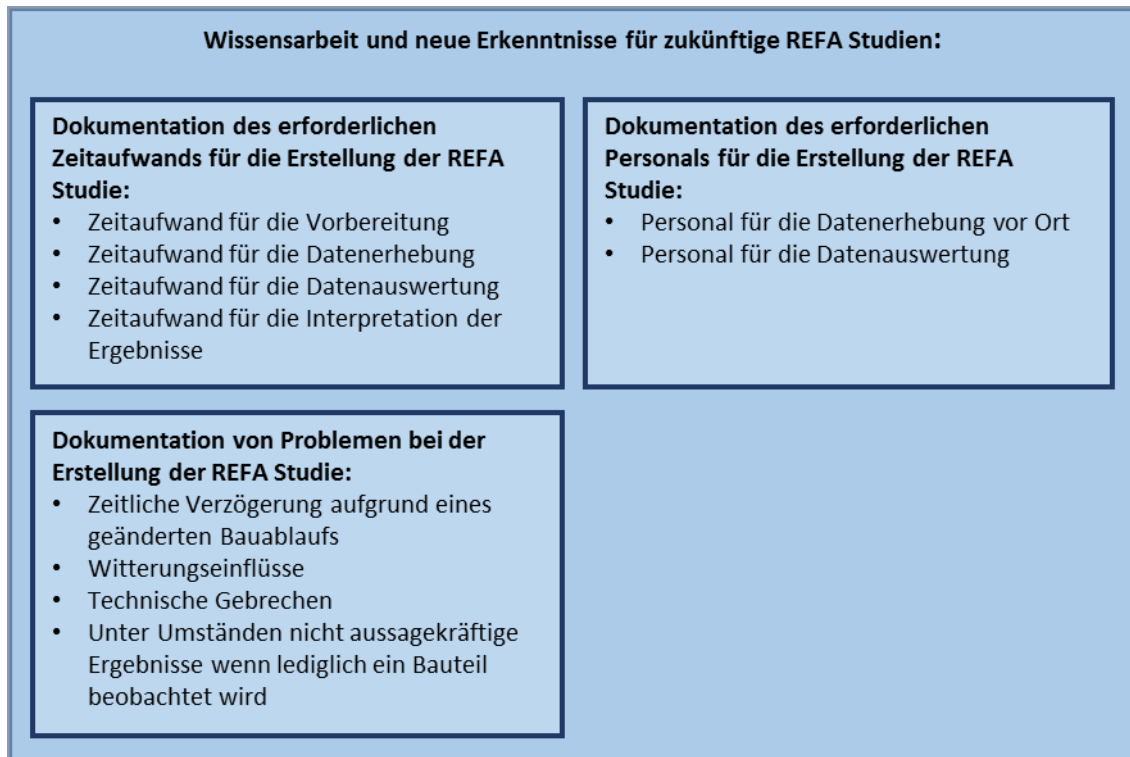


Abbildung 1-14: Detaillierte Darstellung der Wissensarbeit für zukünftige REFA Studien

Im Folgenden ist zum Zweck der Dokumentation des erforderlichen Zeitaufwandes der zeitliche Ablauf bei der Erstellung dieser Arbeit dargestellt. Dieser gliedert sich in eine Vorbereitungsphase, eine Phase der Baustellenbeobachtung und Datenerfassung sowie eine Datenauswertung und Dokumentation dieser Datenauswertung durch das Verfassen der Diplomarbeit.

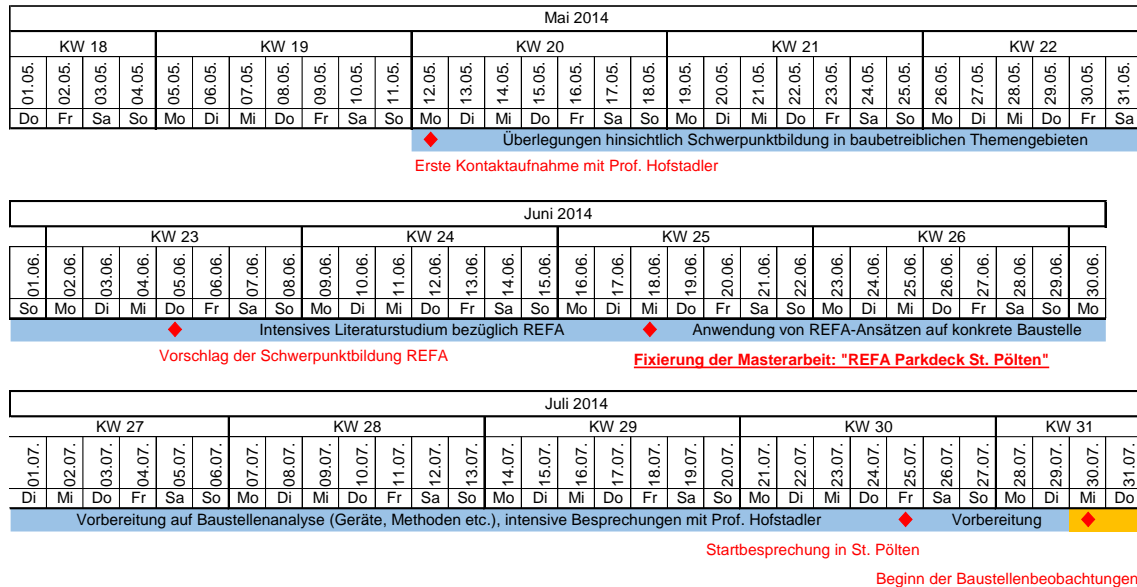


Abbildung 1-15: Zeitlicher Ablauf Mai 2014 - Juli 2014

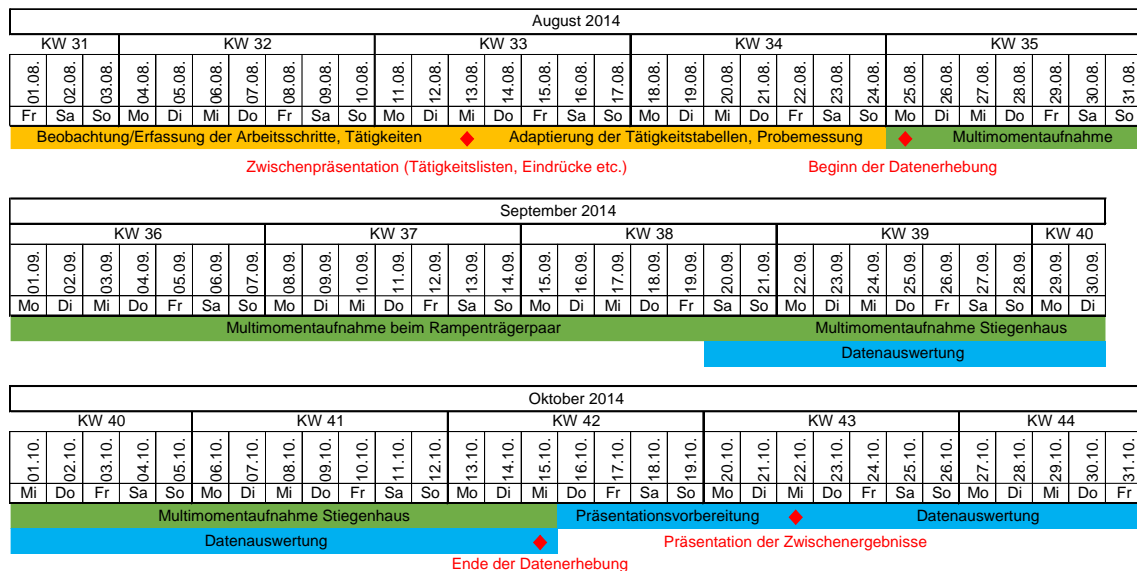


Abbildung 1-16: Zeitlicher Ablauf August 2014 - Oktober 2014

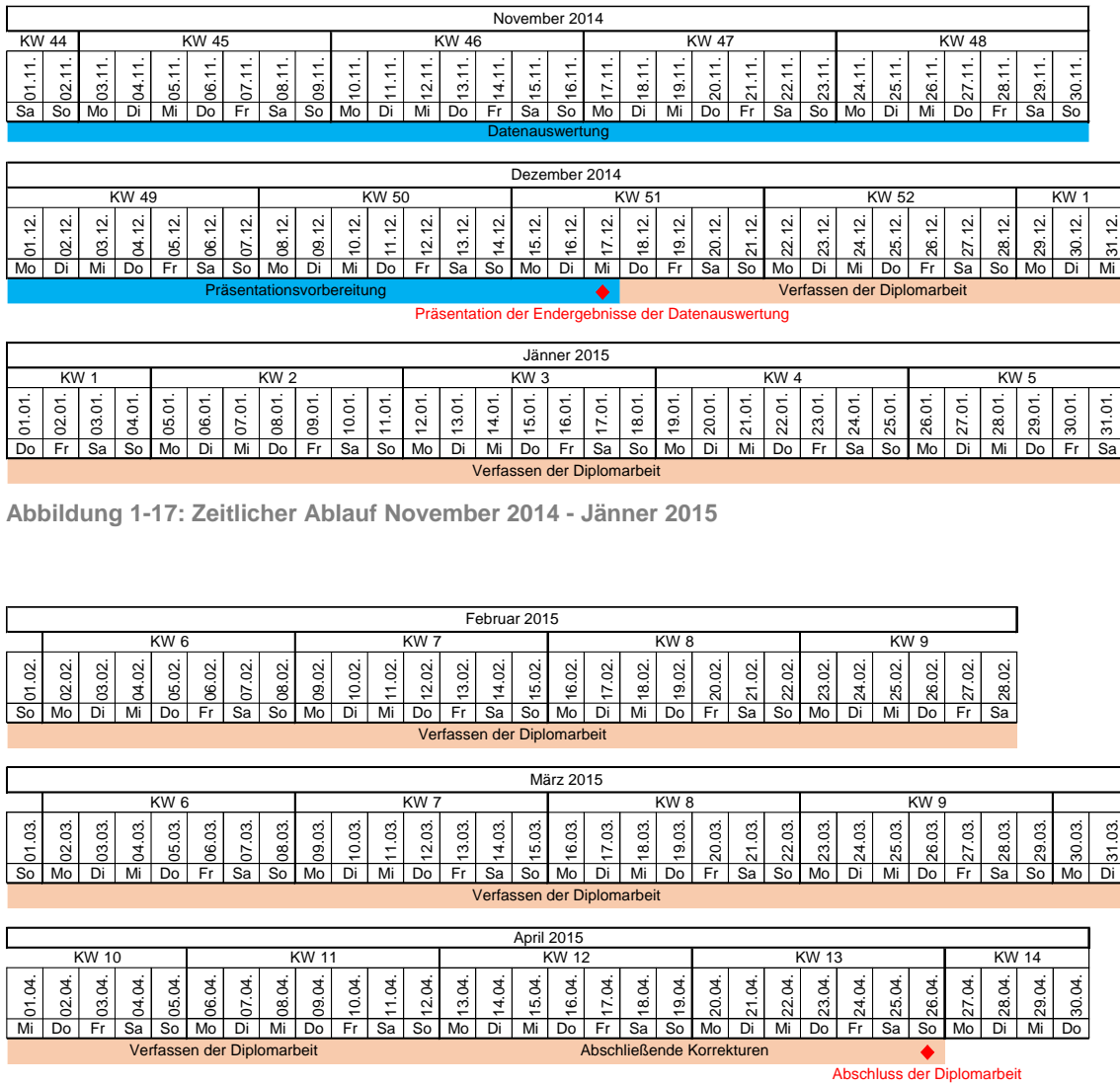


Abbildung 1-17: Zeitlicher Ablauf November 2014 - Jänner 2015

Abbildung 1-18: Zeitlicher Ablauf Februar 2015 - April 2015



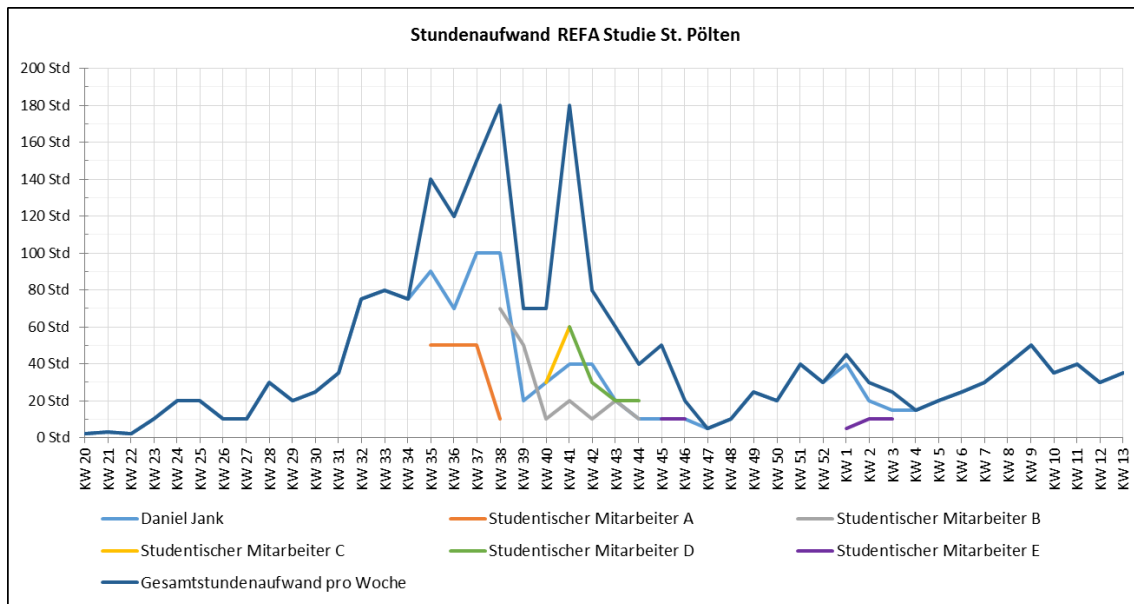


Abbildung 1-19: Darstellung des gesamten Stundenaufwandes

Wie in den Abbildungen 1-15 bis 1-19 dargestellt, erfolgte am Beginn der Arbeit eine Vorbereitungsphase mit Recherche und Literaturstudium. Ab KW 31 stieg der erforderliche Stundenaufwand stark an, da zu diesem Zeitpunkt mit den Baustellenbeobachtungen begonnen wurde. Mit Beginn der Datenerhebung in der KW 35 war es unumgänglich eine zweite Person auf der Baustelle einzusetzen, da sämtliche Arbeitsschritte, die bei der Erstellung des beobachteten Bauteils getätigt wurden, erfasst werden mussten. Ab KW 38 wurde bereits parallel zu den Datenerhebungen auf der Baustelle mit der Datenauswertung begonnen. Zwischen KW 39 und KW 40 musste die Datenerhebung kurzfristig unterbrochen werden, da keine Arbeiten am beobachteten Bauteil durchgeführt wurden. Beendet wurde die Datenerhebung in KW 42 ehe die ersten Zwischenergebnisse der Datenauswertung in KW 43 präsentiert wurden. Im Anschluss an die Endpräsentation der Datenauswertung in der KW 51 wurde die vorliegende Arbeit verfasst und die dargestellten Ergebnisse interpretiert sowie die Erkenntnisse schriftlich festgehalten.

Der Gesamtstundenaufwand zur Erstellung der REFA Analyse betrug ca. 2.130 Arbeitsstunden, die zu einem überwiegenden Teil als Diplomarbeit, aber auch als Masterprojekte und teilweise durch Studienassistenten des Instituts für Baubetrieb und Bauwirtschaft abgewickelt wurden.

## 2 Grundlagen zu REFA

Was bedeutet REFA? Der REFA-Verband wurde im Jahre 1924 als „Reichsausschuss für Arbeitszeitmessung“ gegründet. Im Lauf der Zeit wurden die Verbandsziele immer wieder verändert, jedoch die Grundsätze stets beibehalten. Wesentliches Ziel war die Organisation zu verbessern und somit Betriebsabläufe zu optimieren. Traditionell lag die Schwerpunktbildung dieser Vereinigung, die aus dem Verein Deutscher Ingenieure hervorgegangen ist, vor allem in der stationären Industrie des Maschinenbaus.<sup>1</sup>

Insbesondere durch den starken Anstieg der Lohnkosten im Vergleich zu den Materialkosten hat eine Optimierung des Herstellungsablaufes und die damit verbundene Zeitersparnis an Bedeutung gewonnen.

Im Jahre 1954 wurde zwar ein REFA-Fachausschuss für Bauwesen gegründet, jedoch ist dessen Bekanntheitsgrad noch relativ gering. Die Nutzung dieser Methodenlehre birgt allerdings enormes Potential, um Produktivitätsverluste im Bauwesen zu reduzieren und somit ist zu erwarten, dass das Systemdenken nach REFA zukünftig auch in diesem Bereich verstärkt Anwendung findet wird.<sup>2</sup>

### 2.1 Systemdenken bei Arbeitssystemen

Um Arbeitsaufgaben zu erfüllen, müssen Arbeitssysteme entwickelt werden. Diese Systeme können sich abhängig von den Umwelteinflüssen sowie den Faktoren Mensch und Betriebsmittel unterschiedlich komplex darstellen.<sup>3</sup>

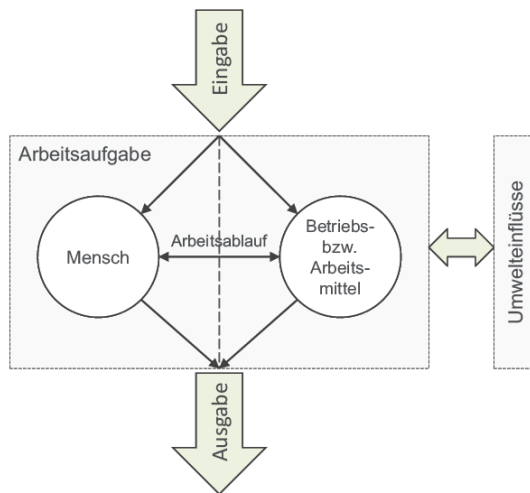
Nach REFA wird ein Arbeitssystem durch folgende Grundbegriffe beschrieben:

- Arbeitsaufgabe
- Arbeitsablauf
- Eingabe
- Ausgabe
- Mensch
- Betriebsmittel
- Umwelteinflüsse

<sup>1</sup> Vgl. Riedinger / Steinmetzger: Rationalisierung im Baubetrieb: Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre, S. 1

<sup>2</sup> Vgl. Riedinger / Steinmetzger: Rationalisierung im Baubetrieb: Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre, S. 2

<sup>3</sup> Vgl. Riedinger / Steinmetzger: Rationalisierung im Baubetrieb: Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre, S. 5

Abbildung 2-1: Arbeitssystem nach REFA<sup>4</sup>

Riedinger / Steinmetzger<sup>5</sup> beschreiben ein Arbeitssystem wie folgt:

Die **Arbeitsaufgabe** kennzeichnet den Zweck des Systems und ist eine Aufforderung an den **Menschen**, Tätigkeiten auszuüben, die der Zielerreichung dienen. Der **Arbeitsablauf** ist das Geschehen bei der Erfüllung der **Arbeitsaufgabe**. Die **Eingabe** (Input) besteht im Allgemeinen aus Arbeitsgegenständen, aber auch aus Menschen, Informationen und Energien, die im Sinne der Arbeitsaufgabe in ihrem Zustand, ihrer Form oder ihrer Lage verändert werden sollen. Die **Ausgabe** besteht aus den Arbeitsgegenständen, aber auch aus Menschen, Informationen und Energien, die im Sinne der Arbeitsaufgabe verändert oder verwendet wurden. **Mensch und Betriebsmittel** (bzw. Arbeitsmittel) sind die Kapazitäten des Arbeitssystems, die gemäß der Arbeitsaufgabe die Eingabe in die Ausgabe verwandeln. Die **Umwelteinflüsse** unterteilt man in physikalische, chemische, biologische und organisatorische sowie soziale Einflüsse, die auf das Arbeitssystem wirken oder von diesem erzeugt werden. Sie charakterisieren also die Umstände und Nebenwirkungen seines Funktionierens.

## 2.2 Grundlagen der Datenermittlung

Bei der Datenermittlung im Sinne des Arbeitsstudiums werden in der Regel folgende Werte ermittelt:

- Zeiten für Ablaufabschnitte
- Einflussgrößen, von denen die Zeiten der Ablaufabschnitte abhängen
- Bezugsmengen, auf die sich die Zeit bezieht

<sup>4</sup> Hofstadler / Franzl (2011): Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb

<sup>5</sup> Riedinger / Steinmetzger: Rationalisierung im Baubetrieb: Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre, S. 5

- Daten hinsichtlich der Umstände der Leistungserbringung

Diese Aufzählung veranschaulicht, dass die alleinige Messung der Dauer für einen Ablaufabschnitt nicht ausreicht, sondern auch die Einflüsse erfasst werden müssen.<sup>6</sup>

Weiters ist der Verwendungszweck und die Reproduzierbarkeit der Daten von essentieller Bedeutung.

### 2.2.1 Verwendungszweck der Daten

Der Verwendungszweck der Daten hat wesentlichen Einfluss darauf, welchen Detaillierungsgrad die Datenerhebung aufweisen muss und wie viele Daten zum Erreichen der erforderlichen statistischen Genauigkeit erforderlich sind.

Im Sinne des Arbeitsstudiums werden folgende vier Verwendungszwecke unterschieden:<sup>7</sup>

- Planung: Vorkalkulation, Vergleich von Herstellungsmethoden etc.
- Steuerung: Bauzeitplanung
- Kontrolle: Nachkalkulation, Kennzahlen
- Entlohnung: Akkord, Prämien

### 2.2.2 Reproduzierbarkeit der Daten

Durch die Reproduzierbarkeit von Daten wird ihre Wiederverwendbarkeit gekennzeichnet. Üblicherweise werden Daten aus Ist-Abläufen ermittelt und stellen in weiter Folge Soll-Werte für zukünftige Verwendungszwecke dar.<sup>8</sup>

Hierfür müssen folgende Voraussetzungen gegeben sein:<sup>9</sup>

- Der den Daten zugrundeliegende Arbeitsablauf muss beschrieben sein
- Die den Daten zugrundeliegenden Arbeitsbedingungen müssen bekannt sein
- Die erfassten Daten müssen bestimmten statistischen Anforderungen genügen

Werden diese Grundsätze nicht berücksichtigt, können die ausgewerteten Daten nur schwer wiederverwendet werden und die Gefahr von möglichen Fehlinterpretationen steigt.

<sup>6</sup> Vgl. REFA (1984): REFA in der Baupraxis – Teil 2: Datenermittlung S. 10

<sup>7</sup> REFA (1984): REFA in der Baupraxis – Teil 2: Datenermittlung S. 12

<sup>8</sup> Vgl. REFA (1984): REFA in der Baupraxis – Teil 2: Datenermittlung S. 12

<sup>9</sup> REFA (1984): REFA in der Baupraxis – Teil 2: Datenermittlung S. 13

### 2.3 Vorgehensweise bei der Zeitdatenermittlung

Kerngebiet jeder Arbeitsstudie ist die Beschreibung des Arbeitssystems. Dies kann einerseits durch die Zerlegung in einzelne Arbeitsabläufe und andererseits durch die Gliederung in verschiedene Ablaufarten erfolgen.<sup>10</sup>

Ein Arbeitsablauf kann in einzelne Ablaufabschnitte zerlegt werden, wobei der Detaillierungsgrad vom Verwendungszweck abhängig ist. Ein Beispiel für eine solche Zerlegung eines Bauwerks in Abschnitte ist in Abbildung 2-2 dargestellt. Insbesondere bei Einzelzeitaufnahmen ist die systematische Einteilung in Ablaufabschnitte von großer Bedeutung.

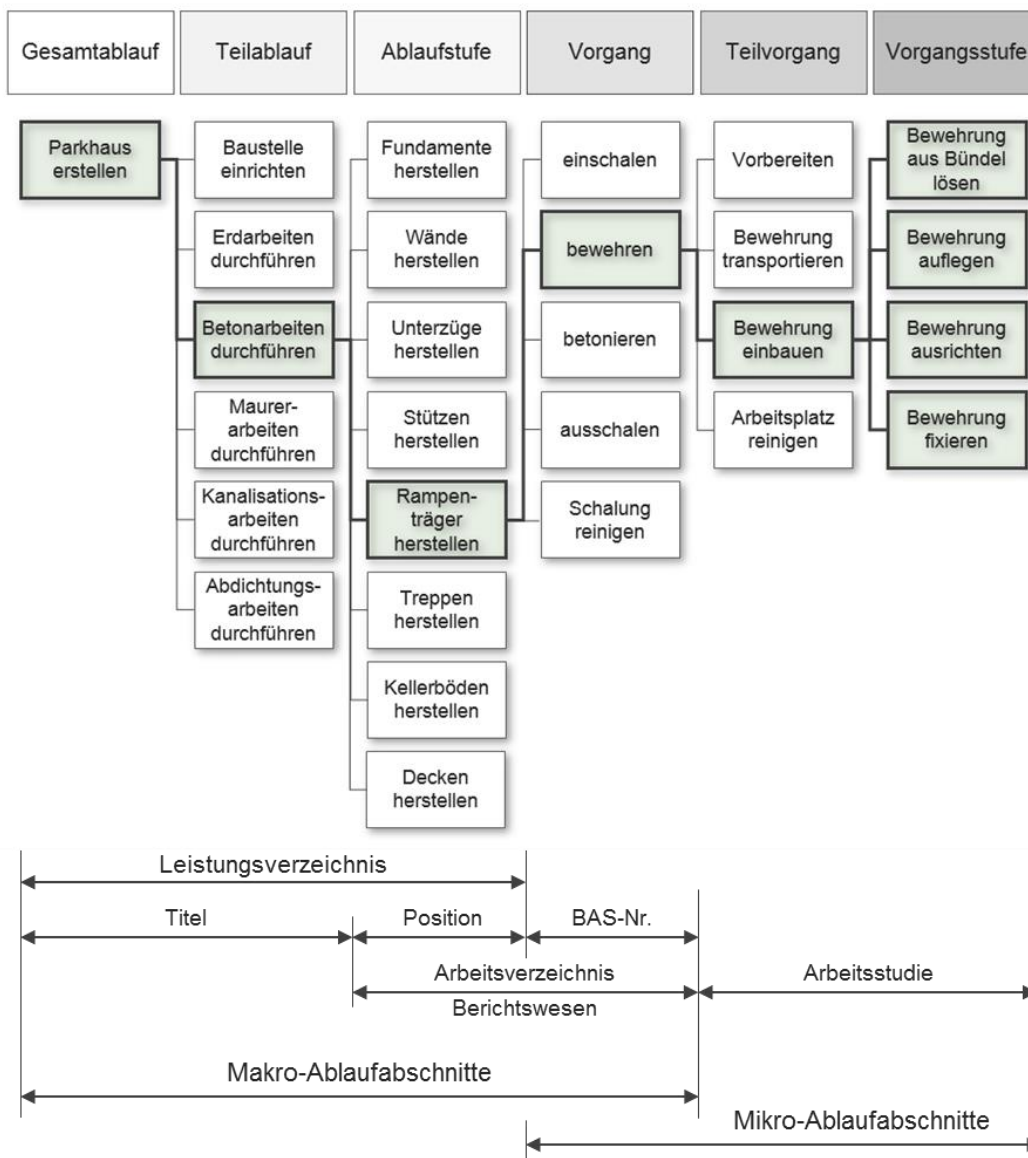


Abbildung 2-2: Unterteilung eines Bauwerks in Ablaufabschnitte laut REFA<sup>11</sup>

<sup>10</sup> Vgl. Hofstadler / Franzl (2011): Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb S. 133

<sup>11</sup> Vgl. Hofstadler / Franzl (2011): Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb S. 133

Des Weiteren ist es möglich sämtliche Ablaufarten, aus dem das Arbeitssystem besteht, aufzulisten. Analog zu Ablaufabschnitten kann auch bei diesem Verfahren der Detaillierungsgrad abhängig vom Verwendungszweck gewählt werden und ist vorwiegend bei Multimomentaufnahmen von Interesse. Diese Ablaufarten können planmäßig oder unplanmäßig sein und in Tätigkeiten und Unterbrechungen unterteilt werden. Im Mittelpunkt der Beobachtungen steht hier stets der Mensch, dessen Handeln erfasst wird.

Riedinger / Steinmetzger<sup>12</sup> beschreiben ein Arbeitssystem wie folgt:

- Eine **Haupttätigkeit MH** ist eine planmäßige, unmittelbar der Erfüllung der Arbeitsaufgabe dienende Tätigkeit, z.B.: Beton mischen, der als Transportbeton abgegeben werden soll.
- Eine **Nebentätigkeit MN** ist eine planmäßige, nur mittelbar der Erfüllung der Arbeitsaufgabe dienende Tätigkeit, z.B.: Mörtel beim Abputzen einer Wand mischen.
- Um eine **zusätzliche Tätigkeit MZ** handelt es sich, wenn deren Vorkommen oder Ablauf nicht vorausbestimmt werden kann; sie erfolgt außerplanmäßig, z.B.: Nacharbeiten, Mithilfe bei anderen Personen, Tätigkeiten ohne besonderen Auftrag (Reinigungsarbeiten, dienstliche Besprechungen).
- Das **ablaufbedingte Unterbrechen MA** ist ein planmäßiges Warten des Menschen auf das Ende von Ablaufabschnitten, die beim Betriebsmittel oder Arbeitsgegenstand selbständig ablaufen, z.B.: Warten auf die nächste Mischung am Betonmischer.
- Das **störungsbedingte Unterbrechen MS** der Tätigkeit ist ein zusätzliches (außerplanmäßiges) Warten des Menschen infolge technischer oder organisatorischer Störungen sowie Mangel an Information, z.B.: Klärung fehlender Maßangaben auf einer Zeichnung, Warten auf Material oder einen Reparaturtrupp.
- **Erholen ME** ist im Sinne des Arbeitsstudiums ein Unterbrechen der Tätigkeit, um die infolge der Tätigkeit aufgetretene Arbeitsermüdung abzubauen.
- **Persönlich bedingtes Unterbrechen MP** der Tätigkeit liegt vor, wenn ein Mensch seine Tätigkeit aus persönlichen Gründen unterbricht, z.B.: Gang zur Toilette, verspäteter Arbeitsbeginn.

Wie in Abbildung 2-3 dargestellt gibt es laut Hofstaller / Franzl zusätzlich noch die Einteilung in **nicht erkennbar MX**. Dies ist insbesondere für Datenerhebungen auf Baustellen von großer Bedeutung, wenn die Arbeiter die Baustelle vorübergehend verlassen und zum Zeitpunkt der Stichprobennahme die Tätigkeit der Arbeitskraft nicht erkennbar ist. In Zuge dieser REFA Analyse wurden diese Ansätze weiterentwickelt und die adaptierte Bezeichnung **nicht erfassbar MX** eingeführt. Dabei wird die nicht einzuordnende Abwesenheit der Arbeiter, aber auch jene Tätigkeiten, die bei der Datenerhebung nicht erfasst werden sollen, berücksichtigt. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn die beobachtete Arbeitskraft Tätigkeiten bei anderen Bauteilen durchführt, die nicht untersucht werden.

<sup>12</sup> Riedinger / Steinmetzger: Rationalisierung im Baubetrieb: Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre, S. 7

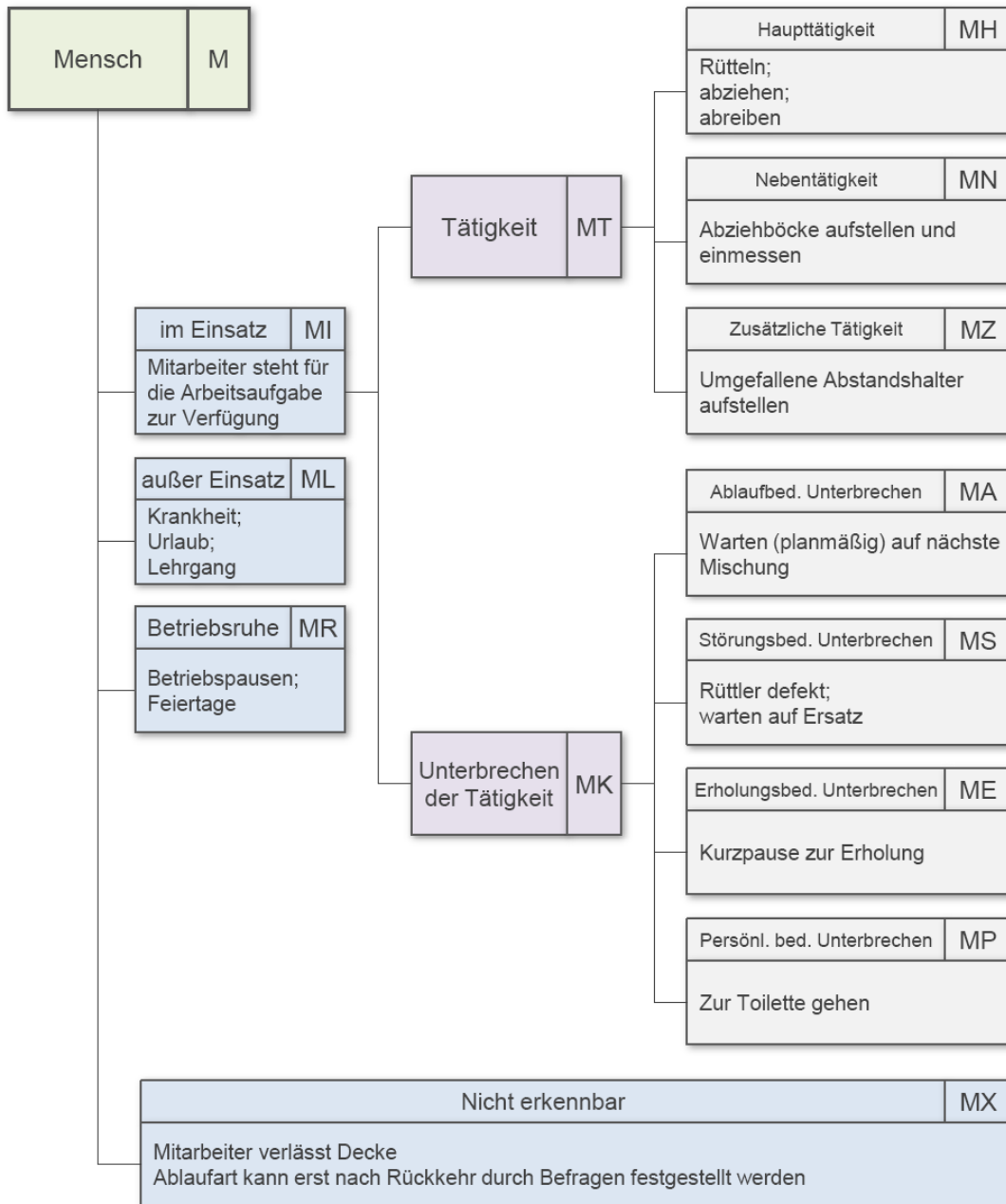


Abbildung 2-3: Auf den Menschen bezogenen Ablaufarten nach REFA<sup>13</sup>

Die Dauer der hier beschriebenen Ablaufarten kann wiederum in folgende Zeitarten zusammengefasst werden:<sup>14</sup>

- Grundzeit  $t_g$ :  
Ergibt sich aus der Summe der Dauer der Haupt- und Nebentätigkeiten sowie den ablaufbedingten Unterbrechungen.

<sup>13</sup> Hofstadler / Franzl (2011): Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb S. 134

<sup>14</sup> Vgl. Hofstadler / Franzl (2011): Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb S. 136 ff

- Erholungszeit  $t_{er}$ :  
Ergibt sich aus der Summe der Dauer des erholungsbedingtem Unterbrechen
- Verteilzeit  $t_v$ :  
Ergibt sich aus der Summe der Dauer der zusätzlichen Tätigkeiten sowie störungs- und persönlich bedingtem Unterbrechen

Durch die Auswertung der Zeitartern kann man unter anderem auf die Effizienz des Arbeitszeitsystems schließen. Wenn der Anteil der Erholungszeit ein gewisses Maß übersteigt, kann die Anordnung einer zusätzlichen Pause oder einer kürzeren täglichen Arbeitszeit zu Produktivitätssteigerungen führen.

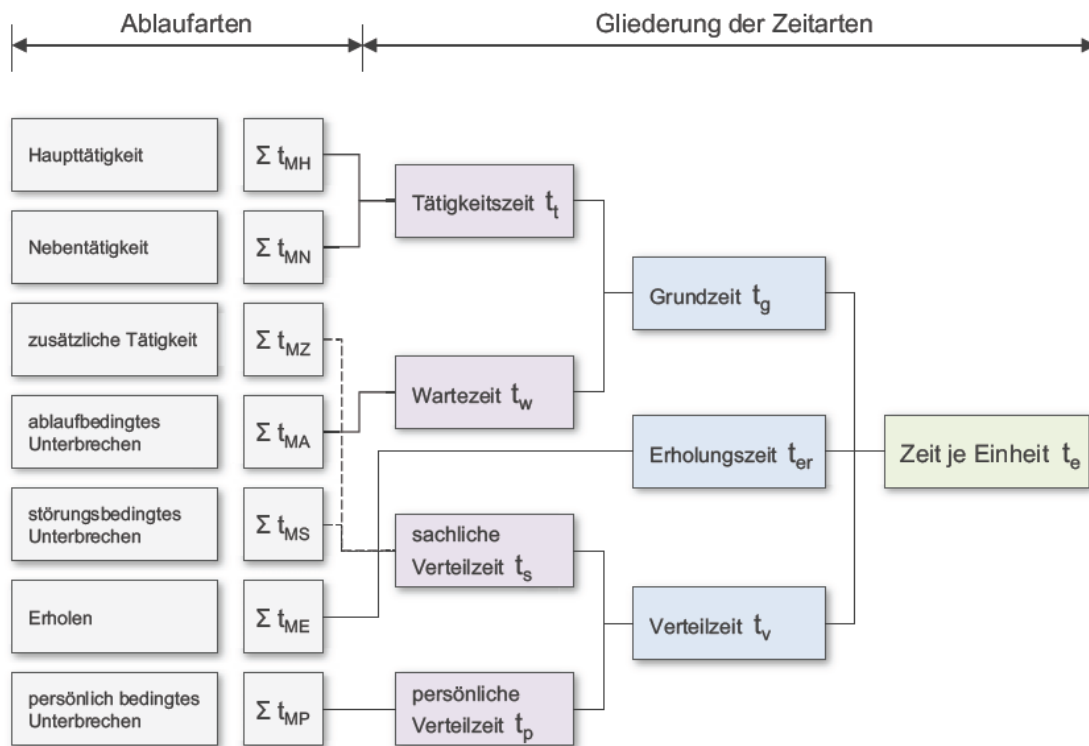


Abbildung 2-4: Gliederung der Zeiten je Einheit laut REFA<sup>15</sup>

## 2.4 Zeitdatenermittlung

Um wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen Unternehmen stets danach trachten, die Zeiten für die Herstellungsprozesse zu optimieren. Hierfür ist es jedoch notwendig, diese Zeiten zu

<sup>15</sup> Hofstadler / Franzl (2011): Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb S. 135



ermitteln. Laut REFA gibt es hierfür verschiedene Methoden der Zeitdatenermittlung, auf die im Folgenden genauer eingegangen wird.

Unter dem Begriff der Zeitdatenermittlung versteht man das Ermitteln von Soll-Zeiten durch Messung und Auswertung von Ist-Zeiten.<sup>16</sup>

### 2.4.1 Zeitaufnahmen

Bei Zeitaufnahmen wird fortlaufend die Dauer einzelner Arbeitsabläufe mittels Stoppuhr erfasst. Dies erfordert jedoch eine exakte Abgrenzung der Abläufe und einen äußerst hohen Aufwand, wenn mehr als eine Arbeitskraft beobachtet werden muss sowie geschulte Beobachter, die Abläufe richtig zuordnen können.<sup>17</sup> Da diese Methoden auf Baustellen eher ungeeignet sind und somit nicht für die Datenerhebungen in dieser Arbeit verwendet wurden, wird hier nicht näher darauf eingegangen.

### 2.4.2 Multimomentaufnahme

Die Multimomentaufnahme besteht in dem Erfassen der Häufigkeit zuvor festgelegter Ablaufarten durch stichprobenmäßig durchgeführter Kurzzeitbeobachtungen. Die Erfassung der Stichproben kann in regelmäßigen oder unregelmäßigen Intervallen erfolgen und gibt Auskunft über die Häufigkeit des Auftretens der zuvor festgelegten Ablaufarten.<sup>18</sup> Sofern die Erfassung in regelmäßigen Intervallen erfolgt, kann zusätzlich zu der Tätigkeitsverteilung die Dauer des Gesamtablaufes ermittelt werden, indem man die Summe der Stichproben mit dem Messintervall multipliziert. Somit kann die Multimomentaufnahme auch zur Zeitdatenermittlung herangezogen werden, wobei die Genauigkeit der „Zeitmessung“ von der Größe des gewählten Intervalls abhängig ist.

Hinsichtlich der Beobachtung unterscheidet man zwei Arten von Multimomentaufnahmen:

- **Multimoment-Einzelaufnahme:**  
Hierbei wird jede Arbeitsperson getrennt beobachtet und ausgewertet. Dadurch ist zusätzlich zu der Ermittlung der Verteilung der Ablaufarten auch der Vergleich der jeweiligen Arbeiter möglich.
- **Multimoment-Gruppenaufnahme:**  
Hierbei werden sämtliche Arbeitspersonen gemeinsam erfasst. Dadurch sind zwar nur Aussagen über den Durchschnitt der beobachteten Arbeitsperson möglich, jedoch reduziert sich die Beobachtungsdauer, abhängig von der Anzahl der Arbeitspersonen, teils erheblich, um die gewünschte Genauigkeit der Tätigkeitsverteilung zu erreichen.

In Abbildung 2-5 ist die Vorgehensweise für den Ablauf einer Multimomentaufnahme dargestellt, deren Umsetzung im Folgenden näher beschrieben wird. Hierbei ist anzumerken, dass bei der vorliegenden Arbeit die Umsetzung dieser Ansätze teilweise von der in der

<sup>16</sup> Vgl. REFA (1984): REFA in der Baupraxis – Teil 2: Datenermittlung S. 81

<sup>17</sup> Vgl. REFA (1984): REFA in der Baupraxis – Teil 2: Datenermittlung S. 81 ff

<sup>18</sup> Vgl. REFA (1984): REFA in der Baupraxis – Teil 2: Datenermittlung S. 232

Fachliteratur beschriebenen Vorgangsweise abweicht. Dies ist damit begründet, dass sich bei der Baustellenbeobachtung bestimmte Gesichtspunkte vereinfachen, aber auch zusätzliche Faktoren, die zu berücksichtigen sind, Einfluss nehmen.

#### Ablauf der Multimomentaufnahme laut REFA:

Ziel festlegen

Ablaufarten festlegen und beschreiben

Rundgangsplan festlegen

Erforderlichen Beobachtungsumfang festlegen

Rundgangszeitpunkte bestimmen

Erste Beobachtungen durchführen

Zwischenauswertung

Weitere Beobachtungen durchführen

Endauswertung

Abbildung 2-5: Ablauf einer Multimomentaufnahme laut REFA<sup>19</sup>

Ablauf der Multimomentaufnahme laut REFA:

- Ziel festlegen:  
Die Zielfestlegung besteht in der Auswahl des Arbeitssystems, welches der Beobachtung unterzogen wird. Dies ist wesentlich, um nur jene Ablaufarten zu erfassen, die diesem Arbeitssystem zuzuordnen sind.
- Ablaufarten festlegen und beschreiben:  
Bei der Festlegung der Ablaufarten ist es unumgänglich sämtliche Abläufe, die dem Arbeitssystem zuzuordnen sind, zu erfassen und diese entsprechend zu beschreiben, damit sie bei der Datenerhebung eindeutig zugeordnet werden können. Dies erfolgt durch die Erstellung einer Tätigkeitsliste.
- Rundgangsplan festlegen:  
Die Erstellung eines Rundgangsplans ist vorwiegend auf Multimomentaufnahmen in Büros ausgelegt und soll sicherstellen, dass die Erfassung von Stichproben in einer konsequenten Reihenfolge erfolgt.<sup>20</sup> Da bei der vorliegenden Arbeit die Multimomentaufnahme auf der Baustelle, durch Beobachtung der Herstellung jeweils eines Bauteils, durchgeführt wurde, war die Erstellung eines Rundgangsplans nicht erforderlich. Jedoch kann die Zuordnung der zu beobachtenden Arbeitskräfte und die Reihenfolge der Stichprobennahme als Umsetzung der Ansätze des Rundgangsplanes interpretiert werden.

<sup>19</sup> Hofstadler / Franzl (2011): Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb S. 186

<sup>20</sup> Vgl. REFA (1984): REFA in der Baupraxis – Teil 2: Datenermittlung S. 239

- Erforderlichen Beobachtungsumfang bestimmen:  
Um eine für die Beurteilung der Datenauswertung ausreichende Genauigkeit der Ergebnisse zu erreichen, ist ein entsprechender Beobachtungsumfang erforderlich. Hierfür wurde laut REFA folgende Multimomenthauptformel entwickelt:

$$f_i^I = \pm 1,96 \cdot \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}}$$

f..... Vertrauensbereich

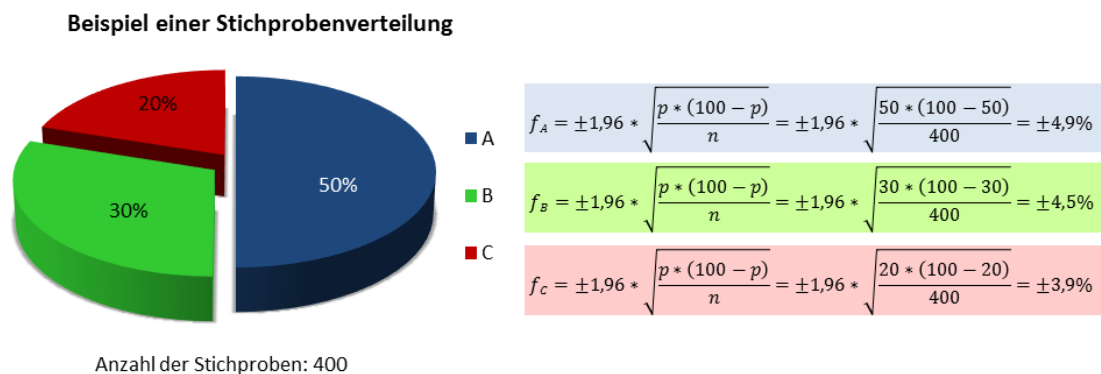
p..... Prozentuale Anteile der betreffenden Ablaufarten

n..... Anzahl der Beobachtungen

**Formel 2-1: Multimomenthauptformel für statistische Sicherheit von 95 %<sup>21</sup>**

Mit dieser Formel kann der Vertrauensbereich für eine 95-prozentige Aussagewahrscheinlichkeit ermittelt werden. Dieser Vertrauensbereich gibt an, um wieviel ein bestimmter Anteil einer Stichprobenverteilung schwanken kann und charakterisiert somit die Genauigkeit der Datenauswertung. Wesentlichen Einfluss hat hierbei die Anzahl der gesamten Stichproben n, aber auch die prozentuelle Verteilung des beobachteten Anteils. Der größten Schwankung unterliegt jener Anteil, der am nächsten bei der 50 % - Marke liegt. Sowohl jene Anteile die größer als 50 %, als auch jene die kleiner als 50 % sind, haben eine geringere Schwankung.

In Abbildung 2-6 ist ein Beispiel, das diesen Sachverhalt verdeutlicht, dargestellt:



**Abbildung 2-6: Ermittlung des Vertrauensbereichs anhand eines Beispiels**

Anteil A stellt in diesem Beispiel jenen Anteil mit dem maßgebenden Vertrauensbereich von ± 4,9 % dar. Dies bedeutet, das der Anteil A bei 400 Stichproben zwischen 45,1 % und 54,9 % schwanken kann.

<sup>21</sup> Riedinger / Steinmetzger: Rationalisierung im Baubetrieb: Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre, S. 16

Wenn man bei der Festlegung des erforderlichen Beobachtungsumfangs davon ausgeht, dass bei einem Anteil der Stichprobenverteilung der maßgebende 50 % - Wert erreicht wird, kann eine Mindestgenauigkeit in Abhängigkeit von der Anzahl der erforderlichen Stichproben ermittelt werden. Dieser erreichbare Vertrauensbereich ist in Abbildung 2-7 als Funktion für einen 50 % - Anteil dargestellt. Dabei wird veranschaulicht, dass die erforderliche Anzahl der Stichproben stark ansteigt, wenn ein Schwankungsbereich unter  $\pm 5\%$  erreicht werden soll. Da für die Beurteilung der Datenauswertung dieser Arbeit ein Vertrauensbereich von  $\pm 5\%$  ausreichend ist, wird ein Beobachtungsumfang von ca. 400 Stichproben angestrebt.

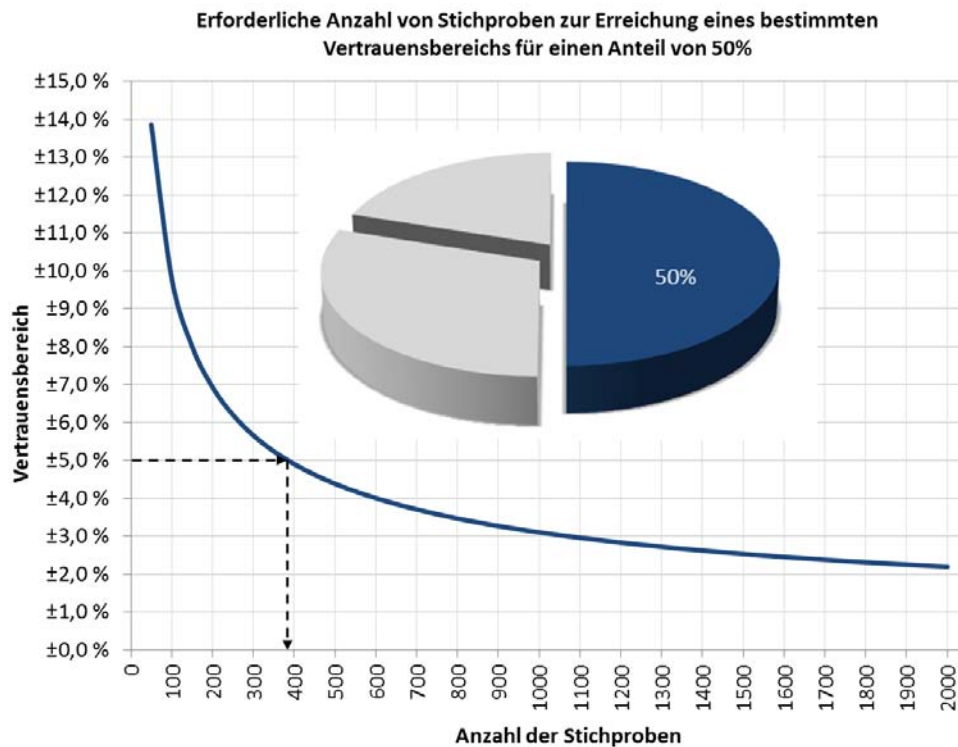


Abbildung 2-7: Abhängigkeit des Vertrauensbereichs von der Anzahl der Stichproben bei 50 %

Des Weiteren werden in Abbildung 2-8 anhand des vorherigen Beispiels die unterschiedlichen Vertrauensbereiche für die jeweiligen Prozentanteile grafisch dargestellt.

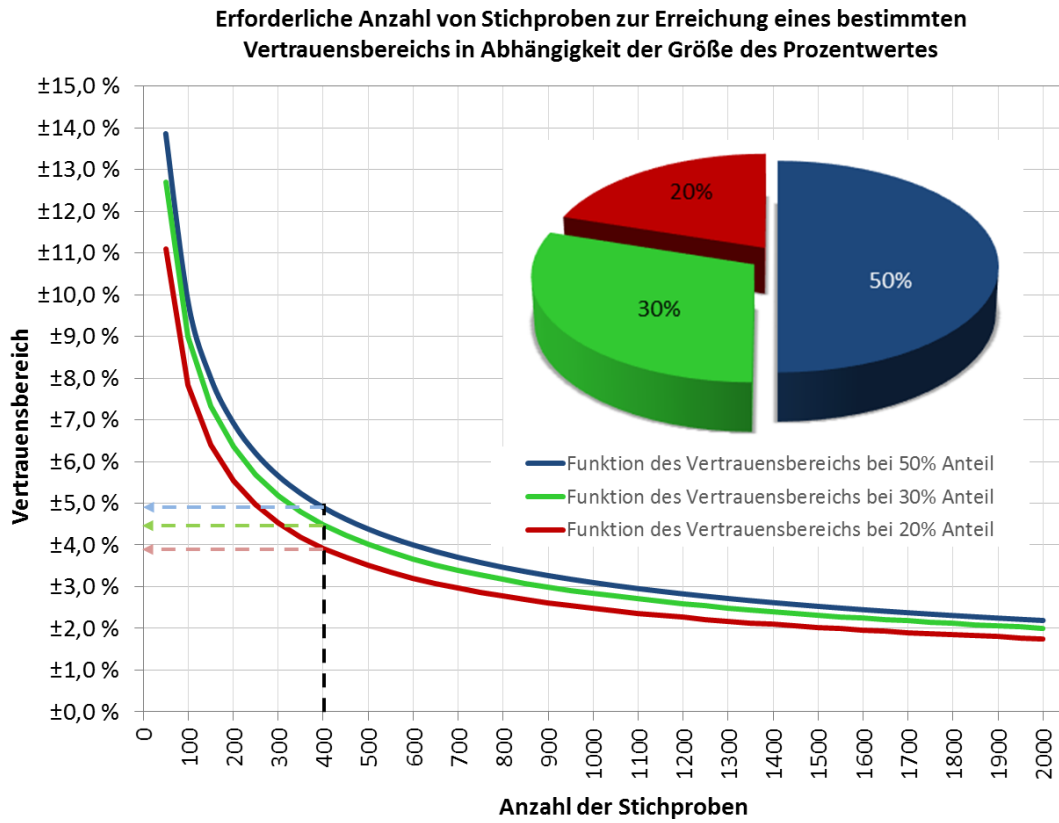


Abbildung 2-8: Abhängigkeit des Vertrauensbereichs von der Anzahl der Stichproben bei verschiedenen Prozentanteilen

- Rundgangszeitpunkte bestimmen:  
Nachdem die Reihenfolge der Stichprobennahmen sowie der erforderliche Beobachtungsumfang festgelegt wurden, werden die Rundgangszeitpunkte bzw. das Stichprobenintervall bestimmt.
- Erste Beobachtungen durchführen:  
Im Zuge der ersten Beobachtungen wird eine Probemessung durchgeführt, die vor allem dazu dient, die Umsetzbarkeit der Multimomentaufnahme auf der Baustelle zu überprüfen. Dabei werden folgende Fragestellungen geklärt:
  - Ist es möglich mit dem gewählten Intervall alle Arbeitskräfte zu beobachten oder muss das Intervall vergrößert und somit die Dauer der Datenerhebung verlängert werden, um die gewünschte Anzahl von Stichproben zu erreichen?
  - Wurden sämtliche Abläufe bei der Erstellung der Tätigkeitsliste erfasst?
  - Treten die Abläufe gemeinsam auf und ist somit die getrennte Erfassung durch den Beobachter auf der Baustelle nicht möglich?
  - Ist die angenommene Anzahl an Arbeitskräften auf der Baustelle im Einsatz?

- **Zwischenauswertung:**  
Bei der Zwischenauswertung werden die Annahmen, die am Beginn getroffen wurden, überprüft und erste Zwischenergebnisse ermittelt.
- **Weitere Beobachtungen durchführen:**  
Nachdem die Tätigkeitslisten und Stichprobenintervalle gegebenenfalls adaptiert wurden, werden weitere Beobachtungen durchgeführt.
- **Endauswertung:**  
Nachdem ausreichende Stichproben auf der Baustelle erfasst und zumindest ein kompletter Herstellungsprozess eines Bauteils beobachtet wurde, erfolgt die Endauswertung. Die Ergebnisse stellen hierbei die Verteilung der Zeitarten, die Tätigkeitsverteilungen, die Aufwandswerte etc. dar.

### 3 Vorgehensweise bei der Baustellenbeobachtung

Im Gegensatz zu Arbeitsanalysen bei der stationären Industrie ist man im Bauwesen in der Regel starken Witterungseinflüssen ausgesetzt. Diese können die Produktivität und somit den Baufortschritt stark beeinflussen. Es ist wesentlich diesen Aspekt bei der Vorgangsweise der Baustellenbeobachtung zu berücksichtigen und entsprechende Pufferzeiten einzuplanen. Zusätzlich wird durch starken Wind und Regen auch die Datenerhebung erschwert.

#### 3.1 Auswahl der Zeitdatenermittlungsmethode

Die Auswahl der Zeitdatenermittlungsmethode wird entscheidend von der Zielsetzung der Arbeitsstudie beeinflusst. Primäres Ziel war die Ermittlung von Aufwandswerten sowie die Verteilung sämtlicher Tätigkeiten, die dem beobachteten Bauteil zuzuordnen sind. Untersucht wurden hierbei die Stahlbetonarbeiten, welche sich aus Schalen, Bewehren und Betonieren zusammensetzen.

Als Zeitdatenermittlungsmethode wurde eine Multimomentaufnahme mit konstantem Stichprobenintervall ausgewählt, da somit sowohl die Häufigkeit als auch die Dauer der Tätigkeiten erfasst werden konnte. (siehe 2.4.2.)

Es kam zwar eine Multimoment-Einzelaufnahme zur Anwendung, wobei jede Arbeitskraft getrennt beobachtet wurde, die Verteilung der Tätigkeiten wurde jedoch mit der Summe aller Stichproben ermittelt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass ansonsten die erforderliche Anzahl der Stichproben wesentlich höher sein hätte müssen, dient aber auch dem Schutz der Arbeitskräfte. Es ist nicht Gegenstand dieser Arbeit die Leistung der Arbeiter untereinander zu vergleichen. Aus diesem Grund sind die Personen deren Tätigkeiten erfasst wurden in Folge lediglich mit AK A, AK B, AK C etc. bezeichnet und nicht ihre Identität angeführt.

#### 3.2 Erforderlicher Beobachtungsumfang

Da sowohl die Rampenträger, als auch die Stockwerke des Stiegenhauses mehrfach hergestellt wurden und zum Zeitpunkt der Datenerhebung bereits einige Exemplare fertiggestellt waren, konnte auf Erfahrungswerte hinsichtlich Herstellungsdauer und eingesetzte Anzahl der Arbeitskräfte zurückgegriffen und die Beobachtung dementsprechend genau geplant werden. Dadurch konnte die Beobachtungsdauer, abhängig vom gewählten Stichprobenintervall, relativ genau bestimmt werden. Um die erforderliche Mindestgenauigkeit von  $\pm 5\%$  zu erreichen, sind ca. 400 Stichproben pro Gewerk, welches getrennt voneinander beobachtet wird, erforderlich. (siehe 2.4.2.)

In Abhängigkeit von der täglichen Arbeitszeit und dem gewählten Stichprobenintervall sowie der Anzahl der beobachteten Arbeitskräfte, können überschlägig die erforderlichen Beobachtungstage ermittelt werden. Aus den Erfahrungswerten kann die Herstellungsdauer für einen Bauteil angenommen und in weiterer Folge Rückschlüsse auf die Anzahl der zu beobachtenden Bauteile getroffen werden, um die gewünschte Anzahl an Stichproben zu erreichen.

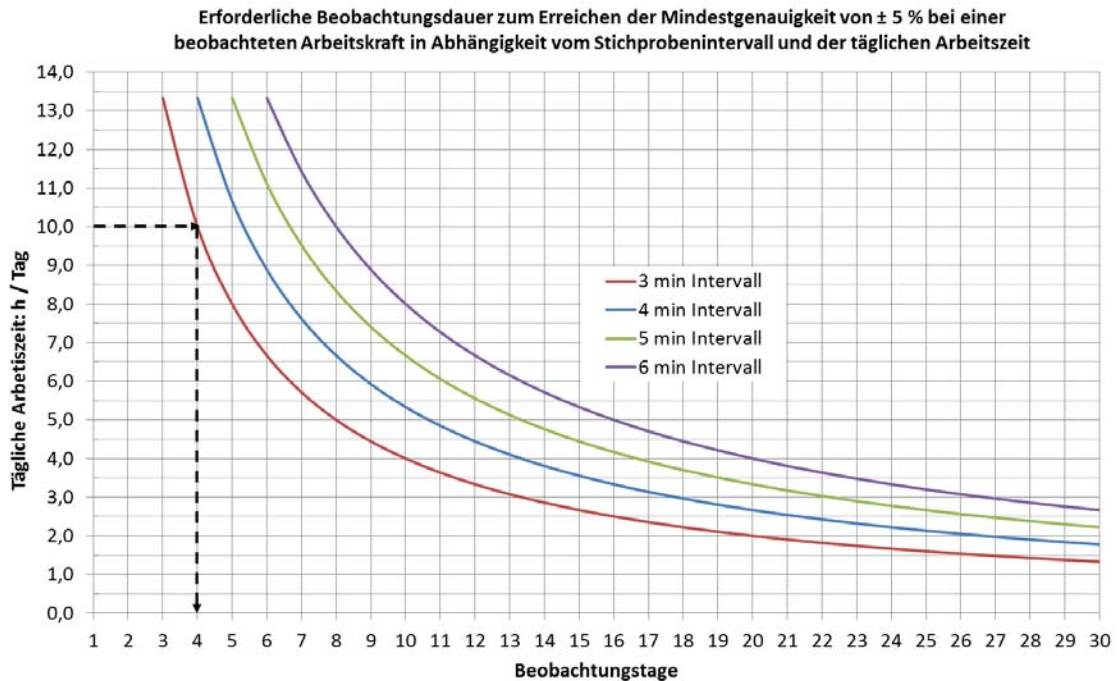


Abbildung 3-1: Erforderliche Beobachtungsdauer zum Erreichen der Mindestgenauigkeit von  $\pm 5\%$

Wie in Abbildung 3-1 dargestellt, ist bei einer täglichen Arbeitszeit von zehn Stunden und einem gewählten Stichprobenintervall von drei Minuten, sofern nur eine Arbeitskraft Tätigkeiten am beobachteten Bauteil ausführt, eine Beobachtungsdauer von vier Tagen erforderlich, um die gewünschte Anzahl von 400 Stichproben zu erreichen. Wenn die Herstellungsdauer eines einzelnen Bauteils bzw. eines beobachteten Gewerks an einem einzelnen Bauteil kürzer ist als die erforderliche Beobachtungsdauer, müssen weitere Bauteile bei der Datenerhebung erfasst werden. Falls mehrere Arbeitskräfte bei der Herstellung des beobachteten Bauteils eingesetzt werden, reduziert sich die erforderliche Anzahl der Beobachtungstage um den Faktor der Anzahl der beobachteten Arbeitskräfte. Damit wäre bei vier eingesetzten Arbeitskräften im zuvor angeführten Beispiel lediglich ein Beobachtungstag (bei gleichbleibendem Stichprobenintervall und gleichbleibender täglicher Arbeitszeit) erforderlich.

Um sämtliche Tätigkeiten bei der Herstellung des beobachteten Bauteils zu erfassen, ist es unumgänglich den gesamten Herstellungsprozess eines Bauteils zu erheben. Somit ist es unzulässig beim Erreichen der gewünschten Anzahl an Stichproben die Messung abzubrechen.

Damit ohne weitere Maßnahmen die Stichproben der einzelnen Gewerke zu einer Gesamtverteilung als Stahlbetonarbeiten zusammengefasst werden können, wurde bei der Erfassung der Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten das gleiche Stichprobenintervall gewählt und während der gesamten Erhebung beibehalten. Dadurch ist für die Ermittlung des erforderlichen Beobachtungsumfanges jenes Gewerk maßgebend, welches die kürzeste Herstellungsdauer beim beobachteten Bauteil aufweist. Sowohl beim Rampenträger als auch beim Stiegenhaus waren dadurch die Betonierarbeiten maßgebend.



Besonderes Augenmerk wurde beim Rampenträger, aber auch beim Stiegenhaus, auf die Analyse der Schalarbeiten gelegt. Da bei beiden Bauteilen in der Regel drei bis vier Arbeitskräfte bei den Schalarbeiten tätig waren und diese zwischen drei und vier Tage in Anspruch nahmen, war die Beobachtung lediglich eines Bauteils ausreichend, um die erforderliche Mindestanzahl von 400 Stichproben zu erreichen.

Die Betonierarbeiten dauerten üblicherweise nur zwei bis drei Stunden pro Bauteil. Dies führt dazu, dass eine wesentlich geringere Genauigkeit, im Vergleich zu den Schal- und Bewehrungsarbeiten, erreicht werden kann, wenn nur ein Bauteil beobachtet wird. Bei den Betonierarbeiten kann jedoch im Zuge dieser Arbeit ein größerer Schwankungsbereich toleriert werden, da diese eine wesentlich geringere Anzahl an Tätigkeiten aufweisen und aufgrund der kurzen Dauer nur verhältnismäßig geringen Einfluss auf den Gesamtaufwandswert der Stahlbetonarbeiten haben.

### 3.3 Zeitlicher Ablauf

Nachfolgend ist ein detaillierter zeitlicher Ablauf der Baustellenbeobachtung dargestellt. Am 30.07.2014 wurde mit den Baustellenbeobachtungen begonnen und im Zuge von Probebeobachtungen die Tätigkeitslisten verbessert und adaptiert.

Im Anschluss konnte am 25.08.2014 mit der Multimomentaufnahme am Rampenträgerpaar begonnen und am 09.09.2014 abgeschlossen werden. Da bei diesem Rampenträgerpaar sehr hohe Produktivitätsverluste aufgrund von nicht ausreichender Kranverfügbarkeit, äußerst beeinträchtigten Arbeitsbedingungen und schlechten Witterungsverhältnissen aufgetreten sind, was nicht zu repräsentativen Ergebnissen geführt hätte, wurde ein weiteres Rampenträgerpaar im Zeitraum von 09.09.2014 bis 19.09.2014 beobachtet. Da sowohl bei den Schal- als auch bei den Bewehrungsarbeiten bereits eine ausreichende Anzahl an Stichproben erreicht wurde, ist eine getrennte Datenauswertung der beiden Rampenträgerpaare erstellt worden. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit die Auswirkungen der veränderten Umstände der Leistungserbringung zu vergleichen und deren Einflüsse beurteilen zu können.

Die Multimomentaufnahme beim Stiegenhaus wurde am 17.09.2014 mit der Erfassung der Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus – „Kern mit T-Stück“ begonnen. Da aufgrund des Herstellungsverfahrens nicht ein Stockwerk beim Stiegenhaus durchgehend hergestellt wurde, erfolgte eine getrennte Beobachtung der drei Bauabschnitte, deren Ergebnisse im Anschluss zusammengefasst wurden. Die Datenerhebung musste teilweise unterbrochen werden, da keine Arbeiten am Stiegenhaus durchgeführt und die Arbeitskräfte bei anderen Bauteilen eingesetzt wurden. Am 16.10.2014 kam es nach der Fertigstellung aller drei beobachteten Stiegenhausabschnitte zum Ende der Datenerhebung und somit zum Abschluss der Baustellenbeobachtungen.

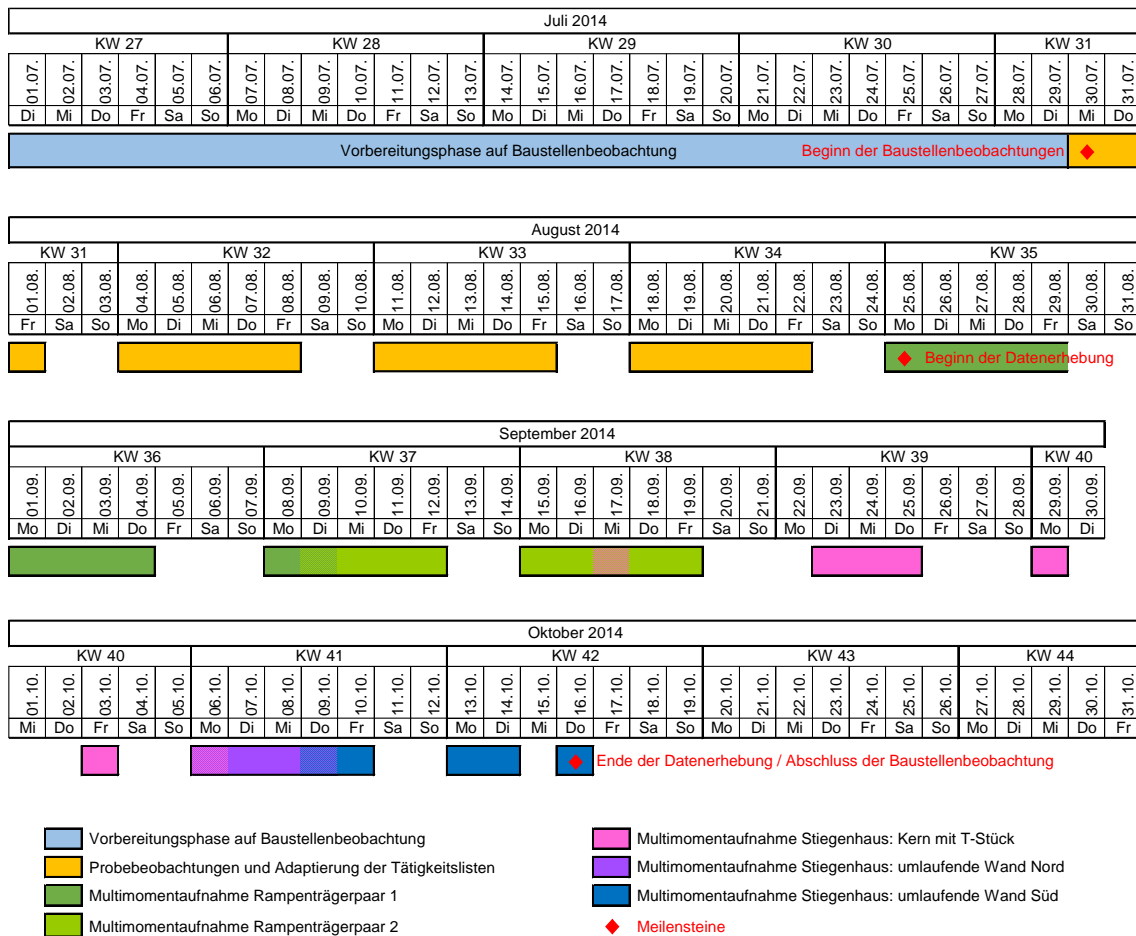


Abbildung 3-2: Zeitlicher Ablauf der Baustellenbeobachtung

### 3.4 Erstellung der Tätigkeitslisten

Wesentlich bei der Multimomentaufnahme laut REFA ist eine exakte Beobachtung und Zuordnung der einzelnen Tätigkeiten, die erforderlich sind, um das Bauteil herzustellen. Hierfür ist eine genaue Analyse des gesamten Herstellungsprozesses beim untersuchten Objekt erforderlich, damit die einzelnen Tätigkeiten gegliedert und aufgelistet werden können.

Bei der Datenerhebung wurden sämtliche Tätigkeiten, die während des Herstellungsprozesses des beobachteten Bauteils durchgeführt und diesem zugeordnet wurden, erfasst und bei der Ermittlung der Aufwandswerte berücksichtigt. An dieser Stelle wird jedoch darauf hingewiesen, dass gewisse Randstunden wie Vorbereitung und Reparatur des Werkzeugs oder Anlieferung von Materialien, Baustoffen und Geräten nicht erfasst werden konnten, da diese teilweise außerhalb des Beobachtungszeitraums erfolgten. Somit kommen die anzunehmenden Aufwandswerte für die Kalkulation geringfügig über den hier ermittelten Kennzahlen zu liegen.

Besonders von Bedeutung bei der Erstellung der Tätigkeitslisten ist die Zuordnung der Tätigkeiten als Haupttätigkeiten, Nebentätigkeiten oder zusätzlichen Tätigkeiten. Abhängig von dieser Zuordnung kann die Tätigkeitsverteilung bei anschließender Auswertung äußerst unterschiedlich ausfallen. Umso wichtiger ist eine systematische Vorgangsweise, um eine eindeutige Zuordnung der Tätigkeiten und den Vergleich mit Daten aus der Fachliteratur zu ermöglichen.

Die Umsetzung der unter 2.3 angeführten Definitionen auf die Analyse von Stahlbetonarbeiten wird nachfolgend beschrieben. Insbesondere bei den Schalarbeiten erweist sich die Zuordnung in der Regel als äußerst anspruchsvoll, da hier eine große Anzahl an verschiedenen Tätigkeiten vorherrscht.

Die Zuordnung der Tätigkeiten bei den Stahlbetonarbeiten erfolgte mit folgender Fragestellung: „Welche Funktionen muss die Schalung, die Bewehrung bzw. der Beton erfüllen?“

Bei der Schalung sind diese Funktionen einerseits die Formgebung des Betonbauteils und andererseits die Aufnahme der Frischbetonlasten.

Die Funktion der Bewehrung ist die Herstellung eines geschlossenen Bewehrungskorbes. Dieser kann jene Kräfte, welche die Zugfestigkeit des Betons übersteigen, aufnehmen und somit die Tragfähigkeit des Bauteils wesentlich erhöhen.

Beton muss im ausgehärteten Zustand eine ausreichende Festigkeit und den Anforderungen entsprechende Oberfläche aufweisen.

Sämtliche Tätigkeiten, die direkt der Erfüllung dieser Funktionen dienen, sind als Haupttätigkeiten einzuordnen. Alle anderen planmäßigen Tätigkeiten werden als Nebentätigkeiten bzw. außerplanmäßige Tätigkeiten als zusätzliche Tätigkeiten eingestuft.

Es ist an dieser Stelle jedoch anzumerken, dass trotz sehr guter Vorbereitung auf die Datenerhebung auf einer Baustelle auch unvorhergesehene Ereignisse und Tätigkeiten bei der Herstellung des beobachteten Bauteils eintreten können. Aus diesem Grund sollten beim Erhebungsbogen stets auch freie Zeilen angeordnet werden, um in einem solchen Fall die Tätigkeitsliste während der Datenerfassung noch ergänzen zu können. Außerdem ist es möglich, dass gewisse Situationen nicht eindeutig bestimmten Tätigkeiten zugeordnet werden können. Abbildung 3-3 zeigt, dass in dieser Situation mehrere Tätigkeiten gleichzeitig erfolgen und die Beobachtungsgabe sowie die Einschätzung des Erhebungspersonals gefordert sind. Der Polier führt die Tätigkeiten „Planstudium“ und „Besprechung mit Kollegen“ annähernd gleichzeitig aus, während der Vorarbeiter die Tätigkeiten „Anzeichnen und Messen von Maßen“ sowie „Kontrolle und Nachmessen“ durchführt.



Abbildung 3-3: Tätigkeiten auf der Baustelle

Im Folgenden wird auf einige ausgewählte Beispiele der Tätigkeitszuordnungen anhand der Stahlbetonarbeiten am Rampenträger und am Stiegenhaus eingegangen. Eine vollständige Auflistung und Zuordnung sämtlicher Tätigkeiten ist der Datenauswertung der jeweiligen Bauteile zu entnehmen.

### 3.4.1 Haupttätigkeiten

- Einbau der Seitenschalung beim Rampenträger:  
Der Einbau der Schalung dient der Formgebung des Bauteils und ist somit als Haupttätigkeit einzuordnen. Dabei besteht die Seitenschalung aus Rahmenschalungselementen und Schaltafeln.



Abbildung 3-4: MH - Einbau der Seitenschalung der ersten Seite des Rampenträgers



Abbildung 3-5: MH - Einbau der Seitenschalung beim Schließen der Schalung des Rampenträgers

- Einbau der unteren Schalung beim Rampenträger:  
Da die Rampenträger voreilen und somit nicht auf eine bereits fertiggestellte Rampenplatte als Brüstung aufgesetzt werden können, ist neben der Seiten- und Stirnflächenschalung auch der Einbau einer unteren Schalung erforderlich. Die Herstellung und der Einbau dieser Schalung werden den Haupttätigkeiten zugeordnet.

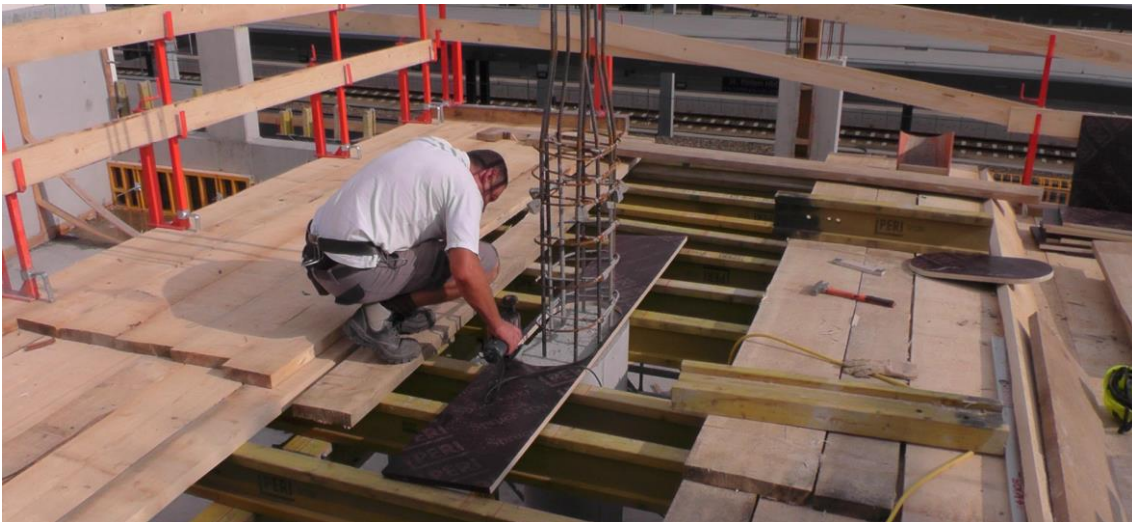


Abbildung 3-6: MH - Einbau der unteren Schalung beim Rampenträger

- Befestigung der Schalelemente:  
Durch die Befestigung der Schalung mit Stahlriegeln und Ankerstäben werden die einzelnen Schalelemente miteinander verbunden sowie die Aufnahme der Lasten aus dem Frischbetondruck ermöglicht.



Abbildung 3-7: MH - Anbringen von Stahlriegeln und Befestigung der Anker

- Ausschalen der Seitenschalung:  
Insbesondere das Ausschalen der durchbohrten Schaltafeln beim Rampenträger erweist sich als äußerst arbeitsintensiv.



Abbildung 3-8: MH - Ausschalen der durchbohrten Schaltafeln beim Rampenträger

- Einbau und Entfernung von Aussparungselementen:  
Da Aussparungselemente bei den Schalarbeiten der Formgebung dienen, ist sowohl der Einbau als auch die Entfernung dieser Elemente als Haupttätigkeit einzuordnen.



Abbildung 3-9: MH - Entfernung von Aussparungselementen (z.B.: XPS)

### 3.4.2 Nebentätigkeiten

Bei den Schalarbeiten dienen Tätigkeiten wie Messen und Anzeichnen von Maßen, Transport von Material, Reinigungsarbeiten etc. nicht direkt der Funktion der Formgebung oder Lastabtragung der Frischbetonlasten und werden, sofern sie planmäßig sind, den Nebentätigkeiten zugeordnet.

- Einmessen von Höhen und Abständen mittels Nivelliergerät:  
Beim Einmessen von Höhen und Abständen mittels Nivelliergerät wird sowohl die Tätigkeit der Person, die das Gerät bedient als auch die Tätigkeit jener Person, die den Reflektor hält, dieser Tätigkeit zugeordnet.



Abbildung 3-10: MN - Einmessen von Höhen und Abständen mittels Nivelliergerät

- Bohren der Löcher für die Anschlussbewehrung beim Rampenträger:  
Da keine Klappisen verwendet werden können, müssen in den Bereichen der Anschlussbewehrung Bohrungen in den Schalttafeln vorgesehen werden. Das Bohren der Löcher für die Anschlussbewehrung wird als Nebentätigkeit eingeordnet.



Abbildung 3-11: MN - Bohren der Löcher für die Anschlussbewehrung beim Rampenträger

### 3.4.3 Zusätzliche Tätigkeiten

- Ausbessern von Fehlstellen in der Betonoberfläche:  
Sind aufgrund nicht ausreichender Verdichtung oder sonstiger Einflüsse Fehlstellen in der Betonoberfläche entstanden, müssen diese durch zusätzliche Tätigkeiten im Nachhinein korrigiert werden.





Abbildung 3-12: MZ - Ausbessern von Fehlstellen in der Betonoberfläche

- Zuschneiden von Schaltafeln, die sich beim Ausschalen verklemmt haben:  
Übersteigt der Aufwand für das Ausschalen der durchbohrten Schaltafeln ein gewisses Maß und müssen deshalb die Schaltafeln zugeschnitten werden, weil sich diese verklemmt haben, so wird dies als außerplanmäßige Komplikation angesehen und den zusätzlichen Tätigkeiten zugeordnet.



Abbildung 3-13: MZ - Zuschneiden von Schaltafeln, die sich beim Ausschalen verklemmt haben

#### 3.4.4 Ablaufbedingte Unterbrechungen

- Weg auf der Baustelle ohne den Transport von Material:  
Die Einordnung der ablaufbedingten Unterbrechung „Weg auf der Baustelle ohne den Transport von Material“ erfolgt bei Wegen auf der Baustelle, die nicht einer bestimmten

Tätigkeit zugeordnet werden können. Dies wäre zum Beispiel der Weg zum Arbeitsplatz nach den Pausen, der Weg zum Standort von Geräten wie der Kreissäge oder wenn sich die Arbeitskräfte auf der Baustelle bewegen und es nicht möglich ist ihnen eine Tätigkeit zuzuordnen. Wenn es eindeutig ersichtlich ist, dass die beobachtete Arbeitskraft Transporte von Schalung oder sonstigem Material ohne Kran durchführt, wird sowohl jene Zeit in der das Material transportiert wird als auch jene Zeit in der die Arbeitskraft sich zum Lagerplatz bewegt, um das Material zu holen, der Nebentätigkeit „Transport von Schalung ohne Kran“ bzw. „Transport von sonstigem Material ohne Kran“ zugeordnet.

- Warten auf Kran:  
Vor allem wenn bei den Betonierarbeiten der Krankübel verwendet wird, tritt diese ablaufbedingte Unterbrechung relativ häufig auf, da während des Krantransportes nicht alle Arbeitskräfte alternative Tätigkeiten durchführen können.



Abbildung 3-14: MA - Warten auf Kran von drei Arbeitskräften

- Warten, weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle Arbeitskräfte beschäftigt sind:  
Dabei handelt es sich um eine Tätigkeit, die verstärkt bei den Betonierarbeiten auftritt und zwar, wenn beispielsweise eine Arbeitskraft mit dem Abziehen der Betonoberkante warten muss bis der Frischbeton ausreichend hoch eingebracht und verdichtet ist. Ein hoher Anteil dieser ablaufbedingten Unterbrechung weist jedoch nicht automatisch auf eine zu große Gruppengröße bei diesen Arbeiten hin, da während des Herstellungsprozesses auch verstärkt Zeiten auftreten können, in denen sämtliche Arbeitskräfte erforderlich sind und eine geringere Anzahl zu Qualitätsverlusten bei der Herstellung des Bauteils führen kann.



Abbildung 3-15: MA - Warten, weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind (Arbeitskraft in gelber Warnweste); MA – Warten auf Kran (Arbeitskraft in kurzer blauer Hose)

### 3.4.5 Störungsbedingte Unterbrechungen

- Unterbrechung aufgrund starken Regens:  
Wenn derart widrige Witterungsverhältnisse vorherrschen, dass die Arbeiten unterbrochen werden müssen, stellt dies eine außerplanmäßige Komplikation dar und wird als störungsbedingtes Unterbrechen eingestuft.



Abbildung 3-16: MS - Unterbrechung aufgrund starken Regens

### **3.4.6 Erholungsbedingte Unterbrechungen**

Da es sich auf Baustellen in der Regel um körperlich äußerst anspruchsvolle Arbeiten handelt, müssen die Arbeitskräfte ihre Arbeiten auch zwischenzeitlich unterbrechen, um sich zu erholen. Dies erfolgt durch Essen, Trinken, Durchatmen etc.

### **3.4.7 Persönlichbedingte Unterbrechungen**

Persönlichbedingte Unterbrechungen können aufgrund von persönlichen Bedürfnissen wie der Gang zur Toilette, Rauchen oder Privatgesprächen entstehen.

### 3.4.8 Nicht erfassbar

- Arbeiter ist nicht auf der Baustelle oder nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig: Wenn sich die beobachteten Arbeitskräfte zum Zeitpunkt der Stichprobenerfassung nicht auf der Baustelle befinden oder Arbeiten bei anderen Bauteilen durchführen, werden die Tätigkeiten nicht erfasst. Abbildung 3-17 zeigt den Vorarbeiter beim Abschräumen der Stützenoberkante. Da diese Tätigkeit den Stützen und nicht dem Rampenträger zugeordnet wird, wurde sie bei der Datenerhebung nicht erfasst.



Abbildung 3-17: MX - Abschräumen der Stützenoberkante

## 4 Allgemeine Beschreibung der Baustelle

Beim untersuchten Objekt handelt es sich um ein 5-stöckiges Parkdeck, dessen Rohbau in einer Stahlbetonskelettbauweise hergestellt wird. Auftraggeber sind hierbei die ÖBB und Auftragnehmer ist die Firma Porr. Zugänglich sind die einzelnen Geschosse über drei Stiegenhäuser, wobei im östlichen und westlichen jeweils ein Aufzug angeordnet ist.



Abbildung 4-1: 3D Visualisierung des Parkdecks<sup>22</sup>

Die vertikale Lastabtragung erfolgt vorwiegend durch Stahlbetonstützen und die Auflagerung der Geschößdecken auf den Stiegenhauswänden.

Auf der Südseite der Baustelle sind zwei obendrehende Turmdrehkrane der Firma Liebherr angeordnet. Im Norden ist eine Anordnung eines dritten Kranes aufgrund der unmittelbar angrenzenden Gleisanlagen des Bahnhofes nicht möglich.

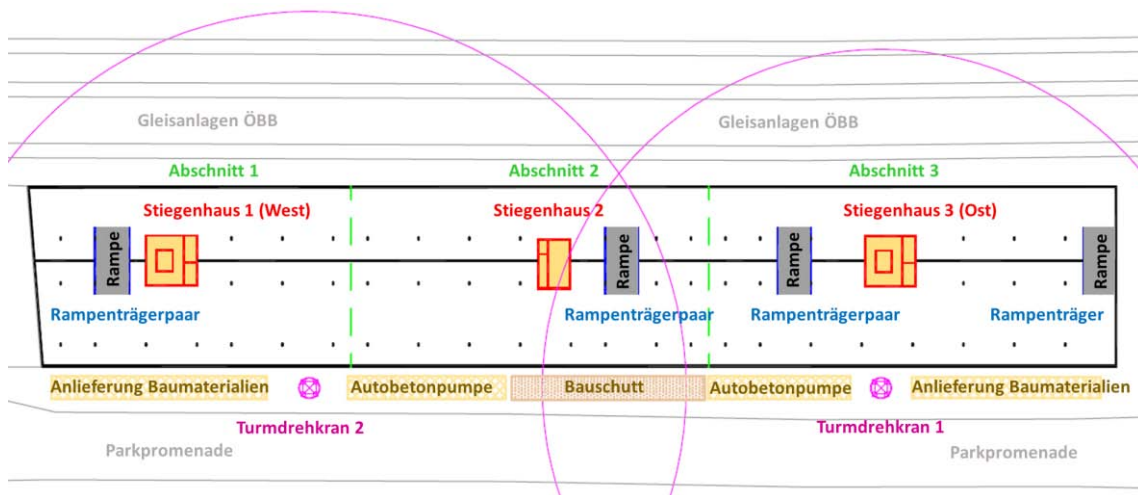


Abbildung 4-2: Grundriss des Parkdecks über 3. OG

Da im angrenzenden Bereich des Parkdecks kaum Lagerflächen zur Verfügung stehen, wird die Schalung, die Bewehrung und sonstiges Material auf den Geschößdecken gelagert und muss zum Teil durch zusätzliche Kranhübe von einem Zwischenlagerplatz zum anderen transportiert werden, wenn Arbeiten in diesem Bereich durchzuführen sind. Da der Bereich

<sup>22</sup> Architekturbüro - Reisinger & Reisinger ZT GmbH

zwischen der angrenzenden Parkpromenade und dem Parkdeck als Verkehrsfläche für die Anlieferung von Baumaterialien wie Schalung, Bewehrung und Transportbeton sowie als Standort für die Autobetonpumpe dient, kann nur eine begrenzte Fläche zur Lagerung von Bauschutt genutzt werden.



Abbildung 4-3: Autobetonpumpe und Anlieferung des Transportbetons im Ostbereich des Parkdecks



Abbildung 4-4: Übersichtsfoto mit Blickrichtung Osten



Abbildung 4-5: Übersichtsfoto mit Blickrichtung Westen

Die Abbildungen 4-4 und 4-5 veranschaulichen die äußerst beengten Lagerverhältnisse, welche zu hohen Anforderungen hinsichtlich der Baustellenlogistik führen.

Das Parkdeck wird in einer „split-level“ Anordnung der einzelnen Obergeschoße ausgeführt. In Abbildung 4-6 ist ein Schnitt angeführt, in dem die Halbgoschoße, welche durch die Rampen miteinander verbunden werden, dargestellt sind. In Abbildung 4-7 ist eine Rampenplatte während des Betoniervorganges ersichtlich.



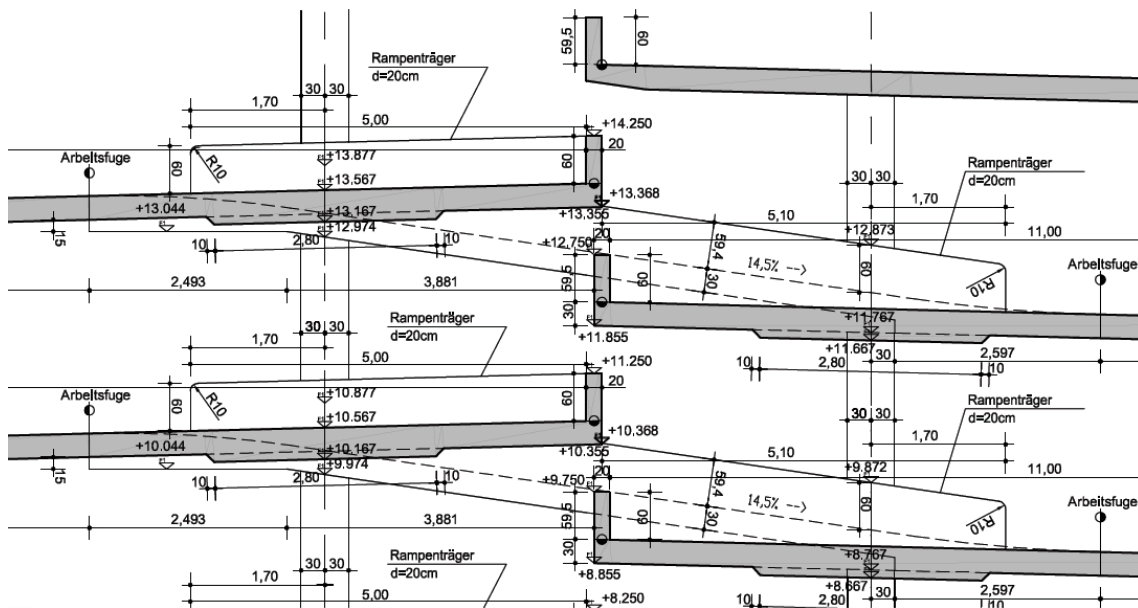


Abbildung 4-6: Schnitt durch die Geschoßdecken

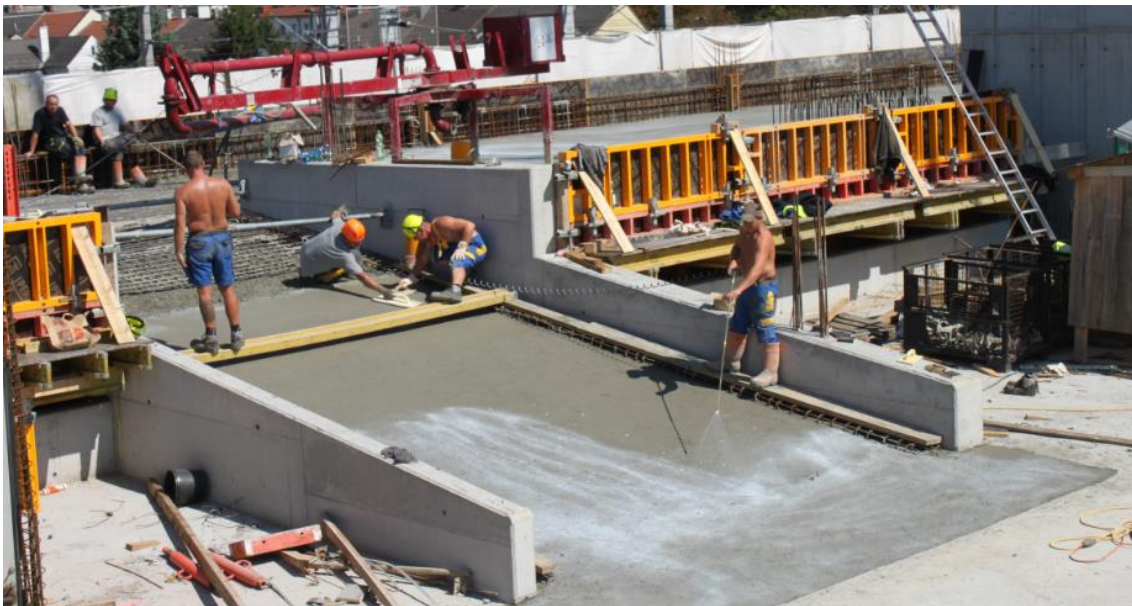


Abbildung 4-7: Rampenplatte während des Betoniervorganges

Um die Zwängungskräfte gering zu halten sind zwei Bauteilfugen angeordnet, die das Parkdeck in drei Abschnitte teilen. In Verbindung mit der Ausführung als Halbgewölbe können dadurch die Geschoßdecken in sechs Fertigungsabschnitte unterteilt werden.

Die Bauteile werden vorwiegend aus Ortbeton hergestellt, welcher als Transportbeton über eine Autobetonpumpe oder den Krankübel eingebracht wird.

Der Rohbau kann in folgende Bauteile bzw. Bauteilgruppen unterteilt werden:

- Geschoßdecken
- Rampenplatten
- Rampenträger
- Stiegenhäuser (inklusive Fertigteiltreppen und Podeste)
- Brüstungen
- Stützen
- Teilfertigteilwände

#### 4.1 Örtlichkeit

Die Baustelle befindet sich in St. Pölten östlich neben dem Bahnhofsvorplatz in der Parkpromenade 5. An das Bauwerk grenzen im Norden die Gleisanlagen der ÖBB und im Süden die Parkpromenade. Das Parkdeck wird unmittelbar an das im Westen angrenzende ÖBB-Verwaltungsgebäude hinzugebaut und ist im fertigen Zustand sowohl durch die Einfahrt im Südwesten, als auch durch eine Einfahrt im Osten für Fahrzeuge zugänglich.

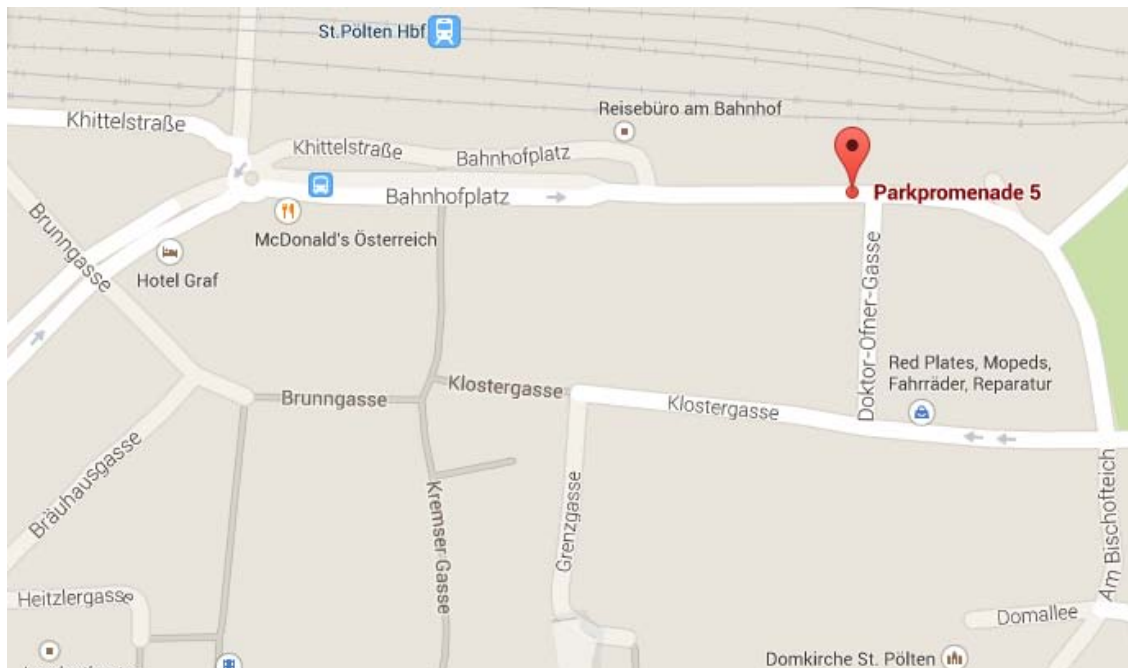


Abbildung 4-8: Lage der Baustelle <sup>23</sup>

<sup>23</sup> <https://www.google.at/maps/>

## 4.2 Daten und Fakten

Das Parkdeck weist einen annähernd rechteckigen Grundriss auf, wobei die Länge im Süden ca. 165 m und im Norden ca. 167 m beträgt sowie eine Breite von ca. 28 m. Es ergibt sich dabei eine Grundfläche von ca. 4.665 m<sup>2</sup>. In Längsrichtung wird der Grundriss in drei Abschnitte unterteilt deren Längen zwischen 47 m und 63 m betragen.

Die Oberkante der obersten Geschoßdecke befindet sich auf einer Höhe von ca. + 15 m ( $\pm 0,00$  im EG = 268,75 m ü. A.), somit ergibt sich ein BRI von ca. 70.000 m<sup>3</sup>. Zukünftig soll dieses Gebäude Stellplätze für ca. 748 PKW zur Verfügung stellen.

Mit Ausnahme der Bewehrungsarbeiten, die von einem Subunternehmen durchgeführt werden, erfolgen sämtliche Arbeiten des Rohbaus durch Arbeitskräfte der Firma Porr. Subunternehmer für die Bewehrungsarbeiten ist die Firma Sako. Während des Beobachtungszeitraumes waren im Durchschnitt ca. 30 Arbeitskräfte auf der Baustelle tätig, wobei dies in der Regel 6 Bewehrungsarbeiter, 24 Facharbeiter, Maschinisten bzw. Anleger der Firma Porr waren.

Aufgrund der unmittelbaren Nähe zu den Gleisanlagen nördlich des Parkdecks waren zusätzliche Auflagen hinsichtlich der Sicherheit der Arbeiter erforderlich. So musste während der Arbeiten in den nördlichen Abschnitten des Parkdecks der Strom in den Oberleitungen des ersten Gleises ausgeschaltet sein und ein Sicherheitsbeauftragter der ÖBB das Einfahrverbot von Zügen auf diesem Gleis überwachen.

## 4.3 Konkrete Beschreibung der einzelnen Bauteile

Da auch die globalen Baustellenbedingungen Einfluss auf die Leistungserbringung an den beobachteten Bauteilen haben, werden diese im Folgenden beschrieben und analysiert. Parallel zu den Beobachtungen der Rampenträger und Stiegenhäuser, wurden Erkenntnisse bei der Herstellung der anderen Bauteile dokumentiert. Besonders wird hierbei auf die Geschoßdecken eingegangen, da diese eine wesentliche Bedeutung für den Baufortschritt haben und andere Bauteile dadurch entscheidend beeinflussen.

### 4.3.1 Geschoßdecken

Maßgebend hinsichtlich des Bauzeitplans sind die Geschoßdecken. Diese liegen am kritischen Weg und somit wirken sich Verzögerungen auch unmittelbar auf andere Bauteile aus.

Die Geschoßdecken haben eine Dicke von 30 cm und werden mittels Deckenschaltischen hergestellt. Im Bereich der Stützen sind 10 cm starke Vouten angeordnet, welche insbesondere bei den Schalarbeiten einen zusätzlichen Aufwand darstellten.

Der Herstellungsablauf erfolgte in sechs Abschnitten von Westen nach Osten. Wenn die Deckenabschnitte 5 und 6 fertiggestellt waren, mussten die Deckenschaltische durch zwei Kranhübe wieder in den Westbereich des Parkdecks transportiert werden, wobei sich der Übergabebereich der beiden Krane im Abschnitt 2 befand.

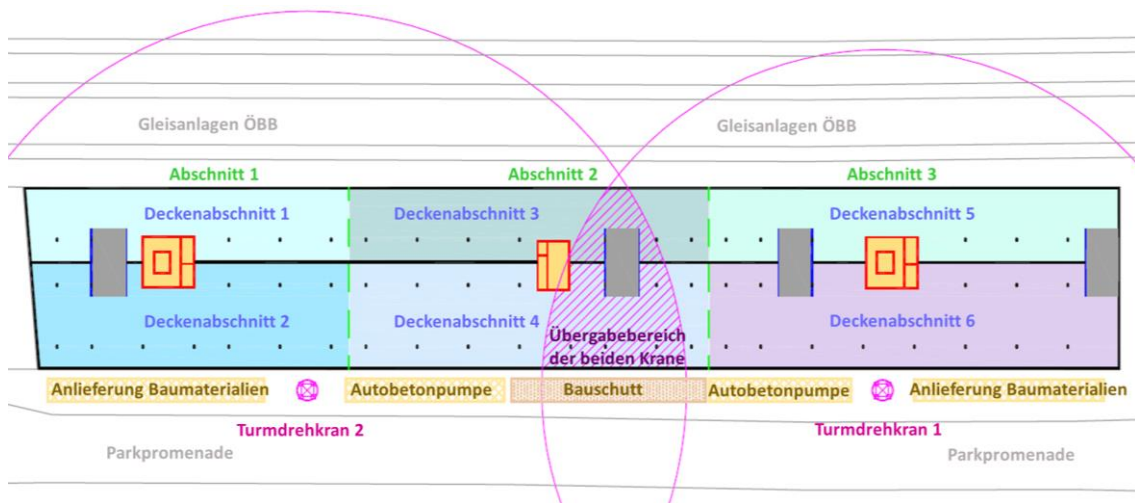


Abbildung 4-9: Grundriss des Parkdecks mit Darstellung der Deckenabschnitte



Abbildung 4-10: Transport der Deckenschaltische vom Ost- in den Westbereich des Parkdecks durch die Krane

Als Bewehrung der Geschoßdecken wurden durchgehend Einzelstäbe verwendet. Neben dem Antransport war auch die Lagerung dieser Bewehrung äußerst anspruchsvoll, da aufgrund der beengten Lagerverhältnisse die Bewehrung auf den Geschoßdecken gelagert wurde und teilweise wiederholt von einem Zwischenlagerplatz zum nächsten Zwischenlagerplatz transportiert werden musste. Um die Problematik der beengten Baustellenverhältnisse zu lösen, war es allerdings auch nicht möglich weniger Bewehrungsmaterial vorzuhalten. Aus wirtschaftlichen Gründen war es erforderlich, dass die LKW-Transporte ausgelastet waren und stets 25 to Bewehrung angeliefert wurde.



Abbildung 4-11: Antransport und Lagerung der Bewehrung

Bei den Betonierarbeiten wurde eine Autobetonpumpe eingesetzt, was einen verstärkten Einsatz von Arbeitskräften erforderte. Dies hatte in der Regel zur Folge, dass Arbeiter, die zuvor bei anderen Bauteilen tätig waren, für die Betonierarbeiten der Geschößdecken herangezogen wurden.



Abbildung 4-12: Betonierarbeiten beim Deckenabschnitt 4 und Lagerverhältnisse

### 4.3.2 Brüstungen

Es wurden sowohl an den Außenkanten als auch an den Sprüngen zwischen den Halbgeschoßen Brüstungen aus Stahlbeton hergestellt. Ein durchaus anspruchsvoller Bauteil war die Brüstung auf der Nordseite des Parkdecks.

Da sich dieser Bauteil unmittelbar neben den Gleisanlagen befindet, musste während der Arbeiten der Strom in den Oberleitungen permanent abgeschaltet sein und ein Sicherheitsbeauftragter der ÖBB das Einfahrverbot für Züge am angrenzenden Gleis überwachen.

Die Betonierarbeiten der Brüstung erfolgten mittels Krankübel, der jedoch aufgrund der weiten Auskrägung des Kranauslegers nicht vollständig gefüllt werden konnte. Somit dauerten die Betonierarbeiten und die damit verbundene Kranbindung länger als im Vergleich mit der Herstellung der Brüstungen auf der Südseite und zwischen den Halbgeschoßen.

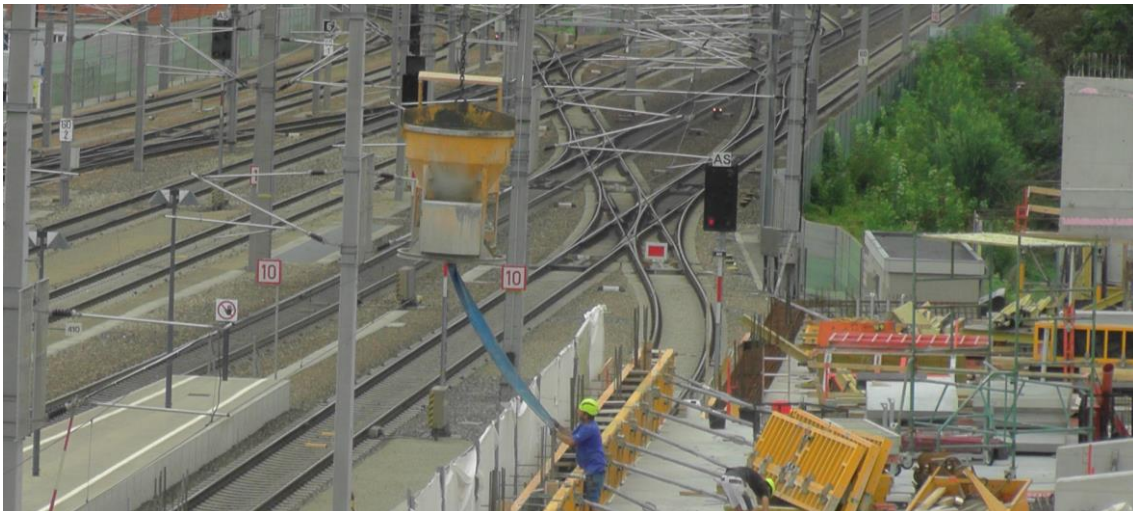


Abbildung 4-13: Betonierarbeiten bei der Brüstung auf der Nordseite des Parkdecks



Abbildung 4-14: Betonierarbeiten bei der Brüstung auf der Südseite des Parkdecks

### 4.3.3 Rampenplatte

Die Rampenplatten befinden sich in der Regel zwischen zwei Rampenträgern eines Rampenträgerpaares bzw. zwischen einem einzelnen Rampenträger und einer Wand und verbinden die Halbgeschoße miteinander. Die Rampenplatten wurden im Anschluss an die angrenzenden Geschoßdecken betoniert. Dabei war besonderes Augenmerk auf die Betonkonsistenz zu legen, da es sich hierbei um eine geneigte Fläche handelte.



Abbildung 4-15: Geschalte Rampenplatte vor den Bewehrungsarbeiten

## 5 Rampenträger

In diesem Kapitel wird auf die Beschreibung, die Datenerhebung sowie Datenauswertung der beobachteten Rampenträger eingegangen. Um die vorliegenden Ergebnisse fachgerecht beurteilen zu können, ist aufgrund der hohen Komplexität des Bauteils eine exakte Beschreibung der Herstellungsabläufe und der Umstände der Leistungserbringung von essentieller Bedeutung.

### 5.1 Einleitung – allgemeine Beschreibung des Bauteils

Um die einwirkenden Lasten auf die Rampenplatte und die angrenzenden Geschoßdecken abzutragen, mussten sogenannte Rampenträger hergestellt werden. In der Regel war dies ein Rampenträgerpaar, wobei ein Rampenträger freitragend und der andere auf Stützen gelagert hergestellt wurde. Der Rampenträger auf Stützen wurde mit einer Breite von 35 cm und der freitragende Rampenträger mit einer Breite von 20 cm ausgeführt. Die projizierte Länge des Rampenträgerpaares, welches im Aufriss Sprünge und geneigte Oberflächen aufweist, beträgt 1.030 cm. Bei angrenzenden Wänden wurden teilweise auch einzelne Rampenträger hergestellt oder bei zwei nebeneinanderliegenden Rampen auch andere Ausführungsvarianten umgesetzt, die in der Datenerhebung jedoch nicht erfasst wurden.

Da die Rampenträger hinsichtlich des Bauablaufes vor den Decken und der Rampenplatte hergestellt wurden, musste der freitragende Rampenträger in diesem Bauzustand permanent gegen Kippen gesichert werden. Des Weiteren hatte dieses Voreilen der Rampenträger eine äußerst zeitintensive Herstellung einer Arbeitsbühne zur Folge.



Abbildung 5-1: Ausgeschaltetes Rampenträgerpaar



Ursprünglich sollten Rampenplatten mit aufgesetzten Brüstungen hergestellt werden. Aufgrund der hohen Lasten mussten diese Brüstungen im Anschluss an detaillierte statische Berechnungen als massive Rampenträger ausgeführt werden, welche die Belastung der Rampenplatte abtragen können. Durch diese Umstände veränderte sich der Herstellungsprozess entscheidend und führte dazu, dass von der ursprünglichen Form als aufgesetzte Brüstung die Rampenträger voreilen und somit vor den angrenzenden Geschoßdecken sowie der Rampenplatte hergestellt werden mussten.



Abbildung 5-2: Rampenträgerpaar beim Anschluss der Deckenbewehrung

Um eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Rampenträger und -platte bzw. Rampenträger und Geschoßdecke herzustellen, wurde eine Anschlussbewehrung eingebaut. Aufgrund der hohen Belastung musste diese dementsprechend stark ausfallen und es konnten keine Klappeisen als Anschlussbewehrung verwendet werden. Dies hatte zur Folge, dass im Bereich der Durchdringung der Schalung durch die Anschlussbewehrung, Schaltafeln eingesetzt werden mussten, die zu durchbohren waren. In Bereichen ohne Anschlussbewehrung konnte eine Rahmenschalung verwendet werden.

Aufgrund des Voreilens der Rampenträger entstand eine zusätzliche Abhängigkeit der Geschoßdecken sowie der Rampenplatten hinsichtlich des Bauzeitplans und führte dazu, dass neben der Geschoßdecken auch die Rampenträger am kritischen Weg zu liegen kamen. Mit dem Einschalen der angrenzenden Geschoßdecken und Rampenplatten konnte erst nach Fertigstellung der Rampenträger begonnen werden.

In weitere Folge hatten die genannten Umstände auch Einfluss auf die gesamte Baustelle, da der erhöhte Kranbedarf, verringerte Lagerflächen, der geänderte Herstellungsablauf im Bauzeitplan etc. zu Produktivitätsverlusten bei anderen Bauteilen führen konnten.

Der erhöhte Aufwand hinsichtlich Rüstung, Bewehrungsführung und Schalung führte zu einer deutlichen Steigerung der Komplexität des Bauteils.

## 5.2 Herstellungsablauf

In den folgenden Ablaufdiagrammen ist der Herstellungsprozess eines Rampenträgerpaares dargestellt und sowohl die Gewerke als auch die Einordnung in Haupttätigkeiten, Nebentätigkeiten oder zusätzliche Tätigkeiten grafisch hervorgehoben. Die im Gesamtablaufdiagramm (Abbildung 5-10) rechtsseitig dargestellte Legende gilt für alle nachfolgenden Teilablaufdiagramme. Es werden hier nicht sämtliche Tätigkeiten dargestellt, sondern nur jene, die sehr zeitintensiv bzw. wesentlich für den Herstellungsablauf sind. Eine detaillierte Auflistung sämtlicher Tätigkeiten ist in der Datenauswertung ersichtlich. Diese Tätigkeiten müssen nicht zwingend mit jenen in den Ablaufdiagrammen angeführten übereinstimmen, da hier zu Darstellungszwecken teilweise Tätigkeiten zusammengefasst oder vernachlässigt wurden. Des Weiteren ist anzumerken, dass teilweise Tätigkeiten auch parallel ablaufen. Beispielsweise kann eine Arbeitskraft bereits mit dem Einschalen der ersten Seite des ersten Rampenträgers beginnen, während eine andere Arbeitskraft noch bei der Herstellung der Arbeitsbühne tätig ist.

Aufgrund des Voreilens der Rampenträger ist die Herstellung einer Arbeitsbühne erforderlich, auf welcher die Rampenträger hergestellt und die Materialien sowie Geräte gelagert werden können.



Abbildung 5-3: Arbeitsbühne für das Rampenträgerpaar

Nach der Herstellung der Arbeitsbühne wird mit dem Einschalen der ersten Seite des ersten Rampenträgers begonnen. Dies ist in der Regel der freitragende Rampenträger, da dort zwei bis drei Arbeitskräfte mit den Schalarbeiten beginnen können, während eine weitere Arbeitskraft die untere Schalung des auf Stützen gelagerten Rampenträgers herstellt. Die Fertigung der unteren Schalung des auf Stützen gelagerten Rampenträgers ist zeitintensiver als beim freitragenden Rampenträger, weil die Aussparungen für die beiden Stahlbetonstützen ausgeschnitten werden müssen. Dabei handelt es sich um eine Tätigkeit, die von lediglich einer Arbeitskraft durchgeführt werden kann. Dies geschieht entweder unmittelbar nach der Herstellung der Arbeitsbühne oder in Zeiträumen, in welchen nicht alle

Arbeitskräfte der Arbeitspartie beim freitragenden Rampenträger Tätigkeiten durchführen können. Damit es zu keinen Stehzeiten kommt, muss der Einbau der unteren Schalung bei dem auf Stützen gelagerten Rampenträger erfolgen, bevor die Arbeiten am freitragenden Rampenträger abgeschlossen sind.



**Abbildung 5-4: Herstellung der unteren Schalung des auf Stützen gelagerten Rampenträgers während die anderen AK Tätigkeiten beim freitragenden Rampenträger durchführen**

Sobald das Einschalen der ersten Seite des ersten Rampenträgers abgeschlossen ist, kann mit den Bewehrungsarbeiten und parallel dazu mit den Schalarbeiten am zweiten Rampenträger begonnen werden.

Im Anschluss an die Bewehrungsarbeiten am ersten Rampenträger kann die Bewehrung beim zweiten Rampenträger eingebaut werden, sofern zu diesem Zeitpunkt auch das Einschalen der ersten Seite des zweiten Rampenträgers abgeschlossen ist.

Danach kann die Schalung des ersten Rampenträgers geschlossen werden. Dabei muss die Schalung vorgebohrt und über die Anschlussbewehrung geschoben werden. Dies ist eine körperlich äußerst anspruchsvolle und zeitintensive Tätigkeit.



Abbildung 5-5: MH - Schließen der Schalung beim Rampenträger

Wenn die Bewehrungsarbeiten am zweiten Rampenträger abgeschlossen sind, kann auch die Schalung am zweiten Rampenträger geschlossen und mit der Vorbereitung auf die Betonierarbeiten begonnen werden.



Abbildung 5-6: MN - Aufbau der Arbeitsbühne für die Betonierarbeiten

Um Produktivitätsverluste und Stehzeiten aufgrund der starken Abhängigkeiten der Schalungs- und Bewehrungsarbeiten zu verhindern, wird der Bauablauf dementsprechend angepasst. Die Bewehrungsarbeiten werden zum Teil außerhalb der Arbeitszeiten des Schalungstrupps an Freitagen der kurzen Arbeitswochen oder an Samstagen durchgeführt, damit die Schalarbeiten am Montag der folgenden Woche ohne Verzögerung mit dem Schließen der Schalung der Rampenträger fortgesetzt werden können. Des Weiteren hat dies einen positiven Effekt hinsichtlich der Platzverhältnisse auf der Arbeitsbühne zur Folge, da keine Bewehrung mehr gelagert werden muss und sich weniger Arbeitskräfte auf der Arbeitsbühne aufhalten.

Dies wird dadurch ermöglicht, indem die Bewehrungsarbeiten von der Firma Sako als Subunternehmen durchgeführt und die Arbeitskräfte durch einen Akkordlohn abgegolten werden.

Die Betonierarbeiten der beiden Rampenträger erfolgen mittels Krankübel. Aufgrund des hohen Bewehrungsgrades und der geneigten Oberkante der Bauteile ist der Einbau des Betons durchaus anspruchsvoll.



Abbildung 5-7: Betonierarbeiten am Rampenträger

Im Anschluss an das Ausschalen der Rampenträger kann die Arbeitsbühne wieder abgebaut bzw. als ganze Stützentürme mit dem Kran zum nächsten herzustellenden Rampenträgerpaar transportiert werden.

Bis die Geschoßdecken und die Rampenplatte an das Rampenträgerpaar angeschlossen werden, muss der freitragende Rampenträger permanent unterstellt und gegen seitliches Umkippen gesichert werden.



Abbildung 5-8: Befestigung von horizontalen Abspreizungen beim freitragenden Rampenträger

Um eine zu frühe Belastung durch das Eigengewicht zu verhindern, bleibt auch der auf Stützen gelagerte Rampenträger unterstellt. Tätigkeiten, wie der Abbau dieser Unterstellungen und Abspreizungen oder die Entfernung von XPS-Ausparungselementen, wurden erst einige Wochen später nach dem Abschluss der Datenerhebung durchgeführt und an einem äquivalenten Rampenträgerpaar, welches zuvor hergestellt wurde, beobachtet, um auch diese Zeiten bei der Ermittlung des Aufwandswertes berücksichtigen zu können.



Abbildung 5-9: Unterstellungen der Rampenträger nach dem Abbau der Arbeitsbühne

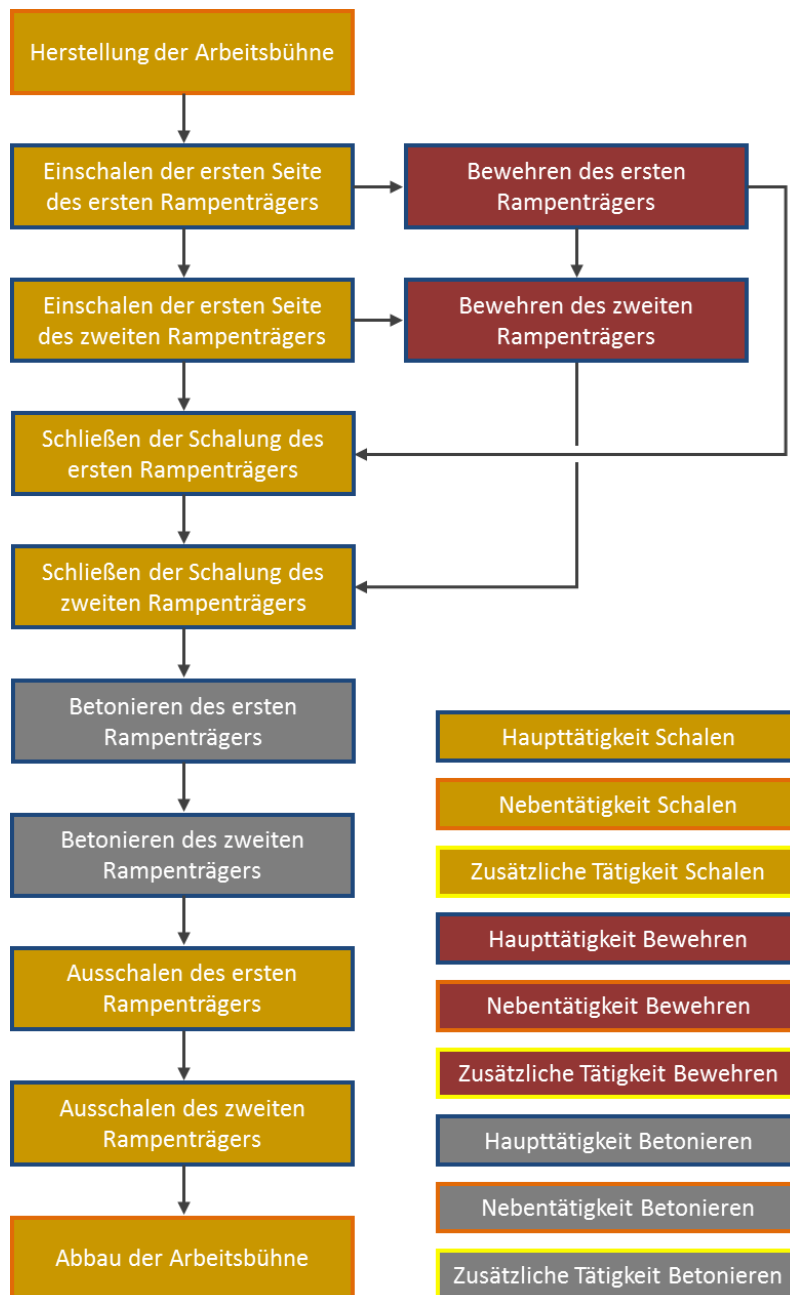


Abbildung 5-10: Gesamtablaufdiagramm - Herstellungsprozess eines Rampenträgerpaares

### 5.2.1 Herstellung der Arbeitsbühne

Im Zeitraum in dem die Arbeitsbühne für das Rampenträgerpaar hergestellt wird, ist eine verstärkte Kranverfügbarkeit erforderlich, da einerseits sämtliches Material für die Herstellung der Arbeitsbühne zur Einbaustelle transportiert werden muss und andererseits unter Umständen ganze Stützentürme von dem davor hergestellten Rampenträgerpaar als Ganzes wiederverwendet werden können. Im letztgenannten Fall müssen diese Stützentürme nur durch einen Kranhub versetzt werden und es ist nicht erforderlich die Arbeitsbühne zur Gänze auseinander zu bauen bzw. wieder aufzubauen.

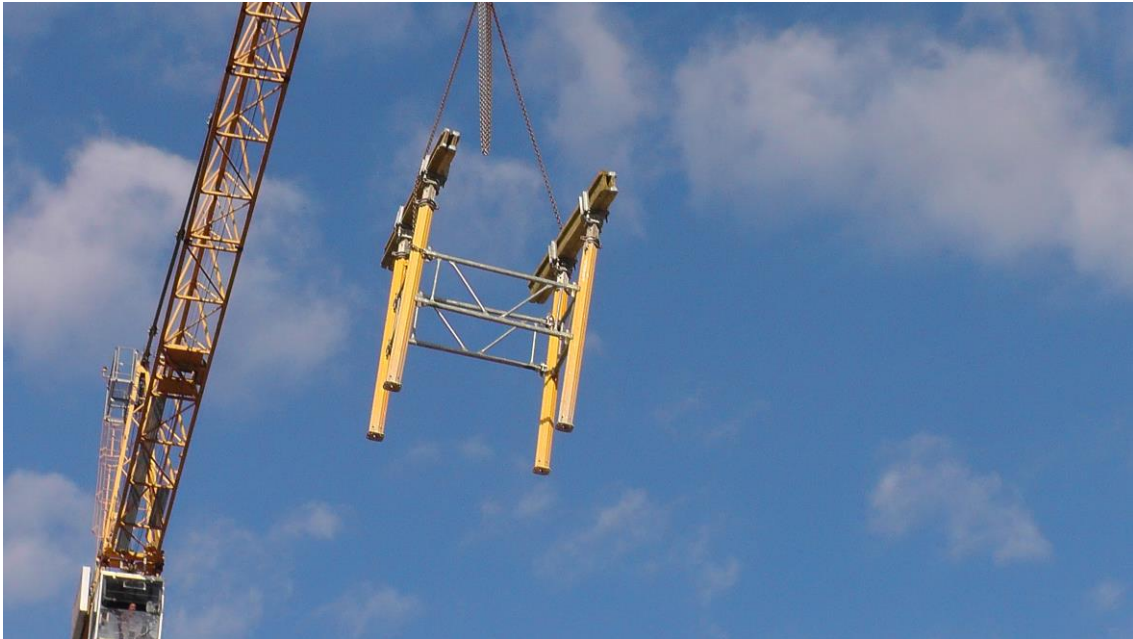


Abbildung 5-11: Transport von Stützentürmen der Arbeitsbühne mit dem Kran

Eine Arbeitsbühne besteht aus Stützen, Aussteifungselementen, Schalungsträgern und Holzpfosten sowie Absturzsicherungen.

Da auf der Arbeitsbühne auch sämtliche Bewehrung der beiden Rampenträger gelagert wird und die Abspreizungen der Schalung darauf befestigt werden, ist es erforderlich die Stützen in einem engen Raster anzuordnen, um die hohen Lasten aufnehmen zu können. Dementsprechend aufwändig ist auch die Herstellung der Arbeitsbühne.



Abbildung 5-12: MN - Aufbau der Arbeitsbühne



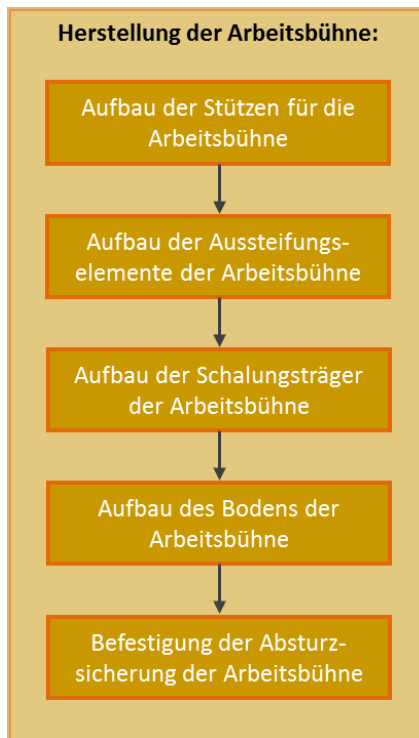


Abbildung 5-13: Ablaufdiagramm - Herstellung der Arbeitsbühne

### 5.2.2 Einschalen der ersten Seite des ersten Rampenträgers

Bevor die Arbeitskräfte ihre Tätigkeit beim Einschalen der ersten Seite des ersten Rampenträgers fortsetzen können, müssen durch den Polier oder Anleger die Maße mittels Nivelliergerät eingemessen werden. Da dies auch bei anderen Bauteilen durchgeführt werden muss und insbesondere der Polier auch andere Aufgaben zu erfüllen hat, erfordert es eine genaue Planung und Koordinierung, um Wartezeiten des Schalungstrupps zu vermeiden.



Abbildung 5-14: Herstellung der ersten Seitenschalung auf der Innenseite des Rampenträgerpaares

Beim Einschalen der ersten Seite des ersten Rampenträgers hat man die Möglichkeit die Seitenschalung auf der Innenseite oder auf der Außenseite des Rampenträgerpaares zuerst herzustellen. Wird zuerst die Innenseite eingeschalt hat dies zur Folge, dass die Abspreizungen in Form von Richtstützen auf der Innenseite zwischen den beiden Rampenträgern angeordnet werden. Andernfalls sind diese auf der Außenseite des Rampenträgerpaares befestigt. Dies hat entscheidenden Einfluss auf die verfügbare Arbeitsfläche, da im Bereich zwischen den Rampenträgern die Arbeiter Tätigkeiten, wie das Anzeichnen und Messen von Maßen, Zuschneiden von Schalung und sonstigem Material usw., durchführen. Innen angeordnete Abspreizungen schränken die zur Verfügung stehende Arbeitsfläche entscheidend ein.



Abbildung 5-15: Abspreizungen auf der Innenseite zwischen den beiden Rampenträgern



Abbildung 5-16: Abspreizungen auf der Außenseite des Rampenträgers angeordnet

Im Anschluss an das Einrichten und Justieren der Schalung werden die Löcher für die Anschlussbewehrung gebohrt. Diese müssen exakt eingemessen sein, um den Anschluss zur Decke und zur Rampenplatte zu ermöglichen und eine ausreichende Betondeckung zu gewährleisten.



Abbildung 5-17: MH - Einrichten und Justieren der Schalung

Wenn das Einschalen der ersten Seite des Rampenträgers abgeschlossen ist, kann mit den Bewehrungsarbeiten begonnen werden. Da das Bewehren von Arbeitskräften der Firma Sako durchgeführt wird, kann parallel dazu das Einschalen der ersten Seite des zweiten Rampenträgers durch den Schalungstrupp erfolgen.

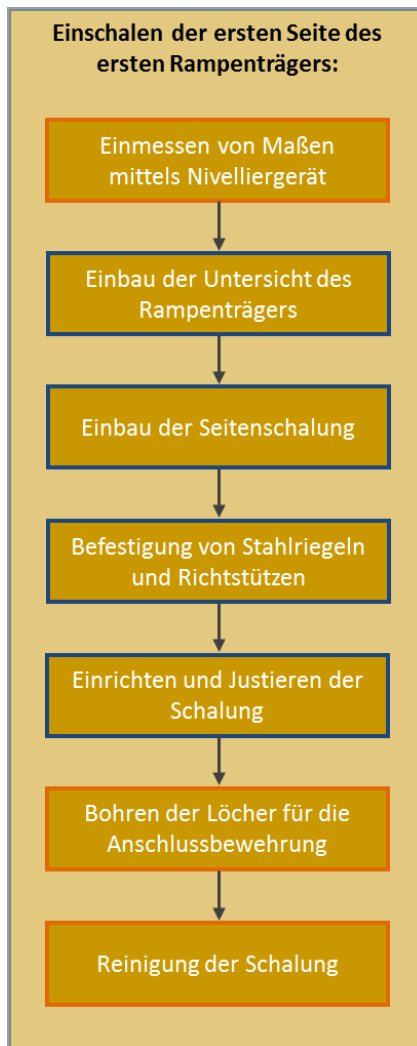


Abbildung 5-18: Ablaufdiagramm - Einschalen der ersten Seite des ersten Rampenträgers

### 5.2.3 Bewehren des ersten Rampenträgers

Wenn das Einschalen der ersten Seite des ersten Rampenträgers abgeschlossen ist, können die Bewehrungsarbeiten am ersten Rampenträger beginnen.

Dabei wird im Anschluss an die Befestigung eines Montageeisens und dem Anzeichnen der Bewehrungsabstände eine große Anzahl von offener und geschlossener Bügelbewehrung sowie der Anschlussbewehrung, welche durch die vorgebohrten Schaltafeln geführt werden muss, eingebaut.



Abbildung 5-19: Einbau der Anschlussbewehrung

Während der Bewehrungsarbeiten wird die Bewehrung auf der Arbeitsbühne gelagert. Wenn zuerst die Innenseite zwischen den beiden Rampenträgern eingeschalt wird, muss die Arbeitsbühne auf der Außenseite der beiden Rampenträger groß genug sein, um dort die Lagerung der Bewehrung zu ermöglichen.



Abbildung 5-20: Lagerung der Bewehrung auf der Außenseite des Rampenträgerpaares

Danach werden die konstruktive Längsbewehrung und die Hauptbewehrung an der Stirnseite des Rampenträgers eingeschoben. Dabei handelt es sich um eine körperlich sehr anspruchsvolle Tätigkeit, die den Einsatz von zumindest drei Arbeitskräften erfordert, wobei zwei Arbeitskräfte die Bewehrung einschieben und eine Arbeitskraft den eingeschobenen Stabstahl führt um einem Verklemmen der Bewehrung entgegenzuwirken.



Abbildung 5-21: Einschleiben der Hauptbewehrung und der konstruktiven Längsbewehrung

Abschließend werden Abstandshalter eingebaut, um eine ausreichende Betondeckung zu gewährleisten.



Abbildung 5-22: MN - Befestigung der Abstandshalter beim freitragenden Rampenträger

Durch den Polier und die örtliche Bauaufsicht erfolgt die Bewehrungsabnahme. Sofern die Bewehrung korrekt eingebaut wurde, sind die Bewehrungsarbeiten am Rampenträger abgeschlossen, andernfalls muss die Entfernung, die Korrektur oder der Neueinbau falsch eingebauter Bewehrung vorgenommen werden.

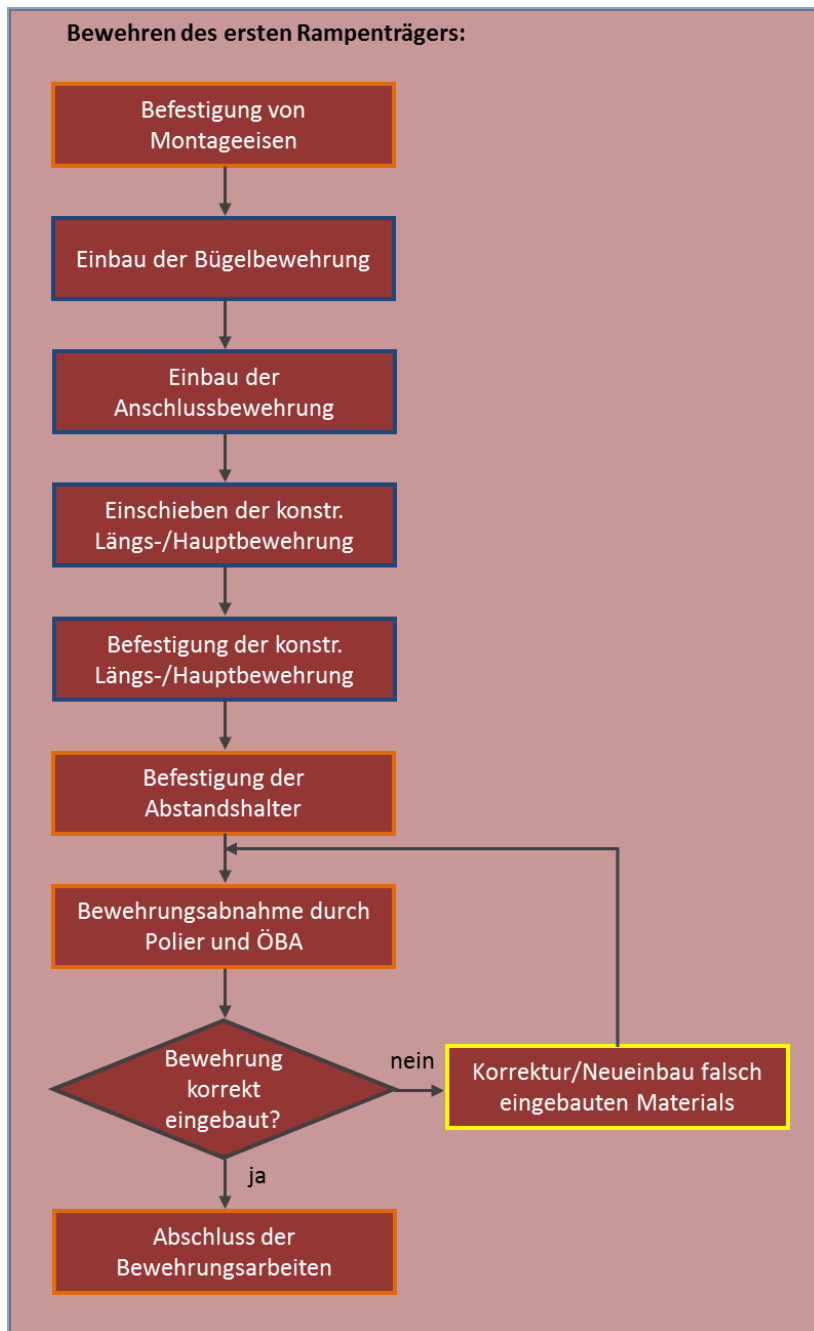


Abbildung 5-23: Ablaufdiagramm - Bewehren des ersten Rampenträgers

#### 5.2.4 Einschalen der ersten Seite des zweiten Rampenträgers

Das Einschalen der ersten Seite des zweiten Rampenträgers erfolgt analog zum Einschalen der ersten Seite des ersten Rampenträgers. Die Schalarbeiter beginnen mit dem Einschalen des zweiten Rampenträgers im Anschluss an das Einschalen der ersten Seite des ersten Rampenträgers. Unter Umständen erfolgt diese Tätigkeit parallel zu den Bewehrungsarbeiten am ersten Rampenträger.

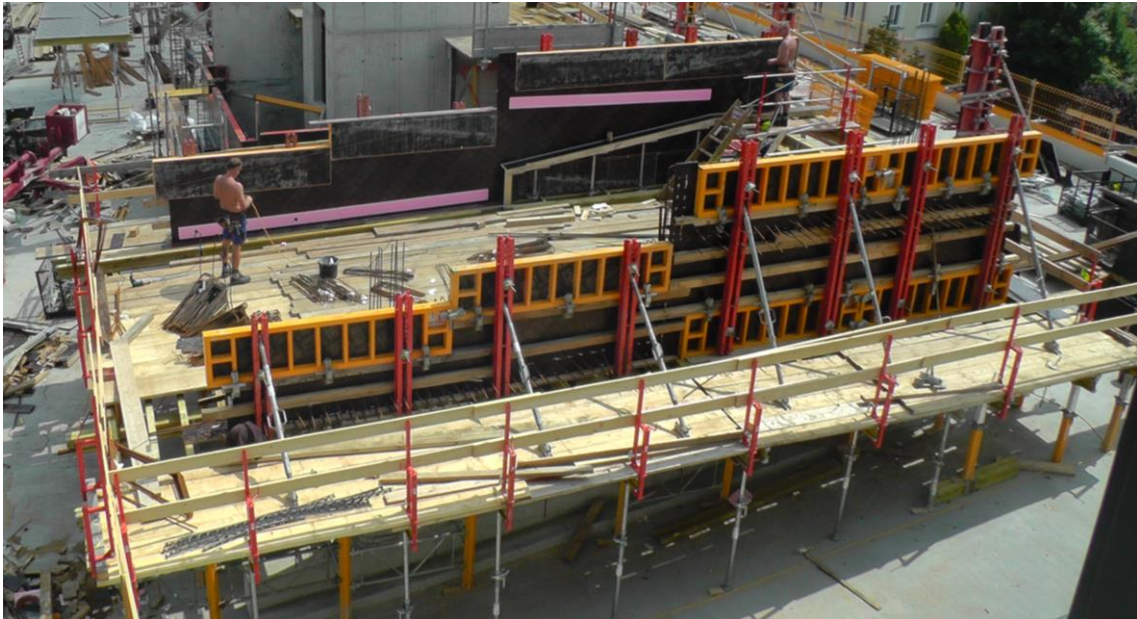


Abbildung 5-24: Einschalen der ersten Seite des zweiten Rampenträgers ist abgeschlossen

### 5.2.5 Bewehren des zweiten Rampenträgers

Der Ablauf des Bewehrens des zweiten Rampenträgers erfolgt analog zum Bewehren des ersten Rampenträgers. Sobald die Bewehrungsarbeiten sowohl am ersten Rampenträger, als auch das Einschalen der ersten Seite des zweiten Rampenträgers abgeschlossen sind, können die Bewehrungsarbeiter ihre Tätigkeit am zweiten Rampenträger aufnehmen.

Ob zuerst die Außenseite oder die Innenseite des Rampenträgerpaares eingeschalt wird, hat auch Einfluss auf die Bewehrungsarbeiten. Beim Einbau der Anschlussbewehrung auf der eingeschalteten Seite müssen sich die Bewehrungsarbeiter nach den vorgebohrten Löchern des Schalungstrupps orientieren. Auf der freien Seite müssen sich die Schalarbeiter beim Bohren der Löcher für die Anschlussbewehrung nach der bereits eingebauten Bewehrung richten.

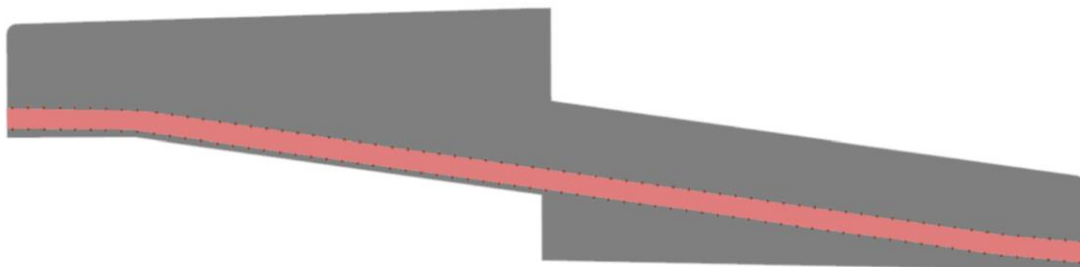


Abbildung 5-25: Ansicht auf Rampenträger innen - beim Anschluss der Rampe



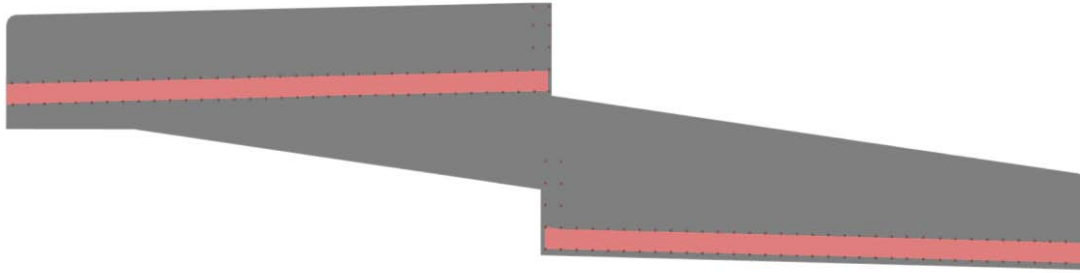


Abbildung 5-26: Ansicht auf Rampenträger außen - beim Anschluss der Geschoßdecken und Brüstungen

Da auf der Außenseite des Rampenträgerpaares die Decken und die Brüstungen angeschlossen werden, verläuft die Bewehrungsführung der Anschlussbewehrung annähernd horizontal. Auf der Innenseite zwischen den Rampenträgern muss die Anschlussbewehrung entlang einer Neigung, die dem Gefälle der Rampenplatte entspricht, eingebaut werden.

### 5.2.6 Schließen der Schalung des ersten Rampenträgers

Das Schließen der Schalung des ersten Rampenträgers kann beginnen, sobald die Bewehrungsarbeiten am ersten Rampenträger abgeschossen sind und in der Regel die Schaler ihre Arbeiten beim Einschalen der ersten Seite des zweiten Rampenträgers fertiggestellt haben. Es könnte auch zuerst die Schalung am ersten Rampenträger geschlossen werden und erst im Anschluss daran mit dem Einschalen der ersten Seite des zweiten Rampenträgers begonnen werden. Da für die Bewehrungsarbeiter dadurch jedoch eine Wartezeit entsteht, würde sich dies hinsichtlich des Bauablaufes als ungünstig erweisen.



Abbildung 5-27: Schließen der Schalung beim Rampenträger

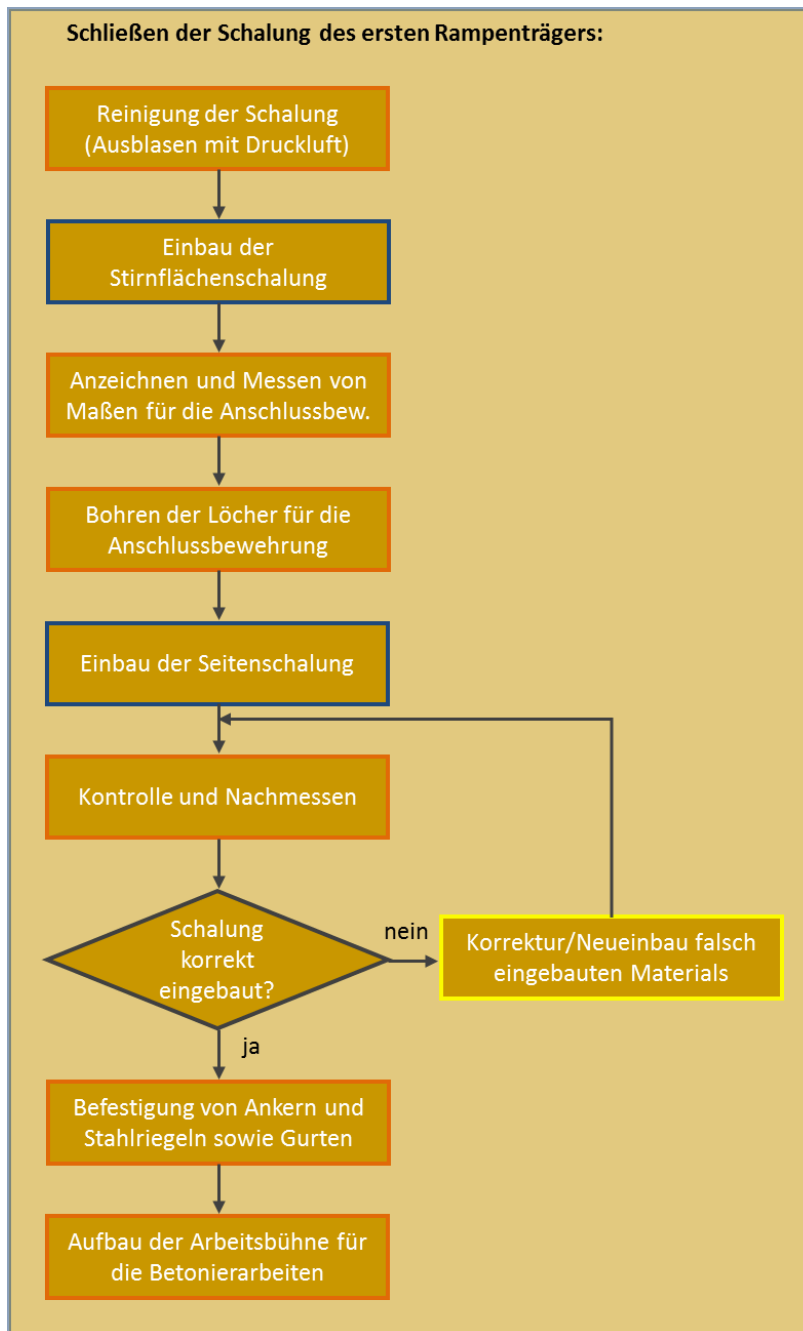


Abbildung 5-28: Ablaufdiagramm - Schließen der Schalung des ersten Rampenträgers

### 5.2.7 Schließen der Schalung des zweiten Rampenträgers

Das Schließen der Schalung des zweiten Rampenträgers erfolgt analog zum Schließen der Schalung des ersten Rampenträgers.

### 5.2.8 Betonieren des ersten Rampenträgers

Wesentlich beim Betonieren der Rampenträger ist die Frischbetonkonsistenz. Aufgrund des hohen Bewehrungsgrades des Bauteils ist eine weichere Konsistenz von Vorteil, da dadurch der Entstehung von Kiesnestern entgegengewirkt wird. Durch die schräg verlaufende Betonoberkante muss der eingebrachte Beton jedoch ausreichend steif sein, um ein problemloses Abziehen der Betonfläche zu ermöglichen.



Abbildung 5-29: Betonierarbeiten beim Rampenträger

### 5.2.9 Betonieren des zweiten Rampenträgers

Das Betonieren des zweiten Rampenträgers erfolgt analog zum Betonieren des ersten Rampenträgers.

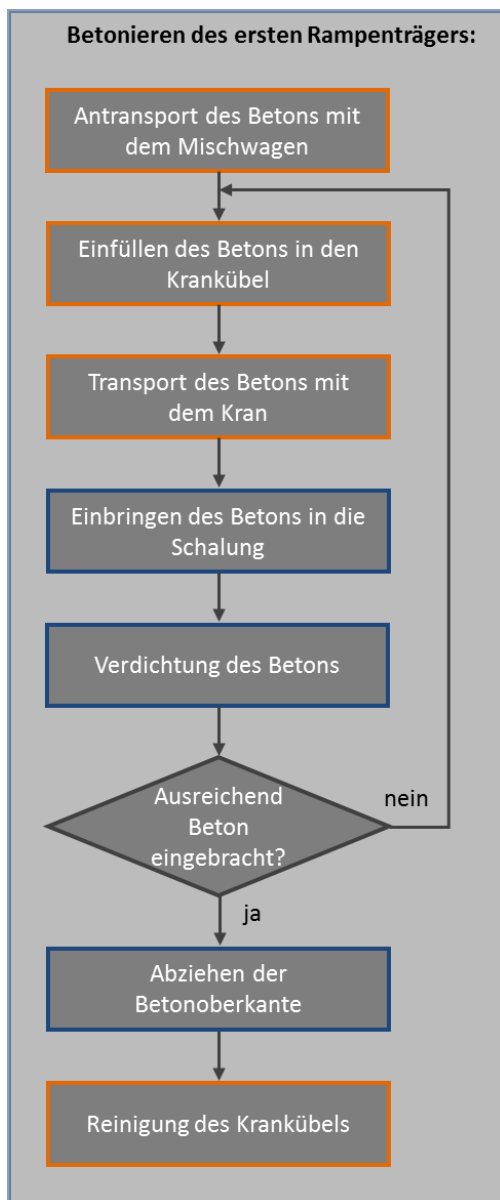


Abbildung 5-30: Ablaufdiagramm - Betonieren des ersten Rampenträgers

### 5.2.10 Ausschalen des ersten Rampenträgers

Im Anschluss an die Betonierarbeiten kann die Schalung der beiden Rampenträger nach einer entsprechenden Ausschalfrist entfernt werden. Bestimmte Tätigkeiten, wie beispielsweise das Entfernen der Unterstellungen oder das Auskratzen der XPS-Aussparungselemente erfolgen erst zu einem späteren Zeitpunkt und sind deshalb hier nicht angeführt.

Die Herstellung der Sicherungsmaßnahmen am freitragenden Rampenträger erfolgt in der Regel durch horizontale Abstützungen, die am Rampenträger auf Stützen befestigt werden.



Abbildung 5-31: Ausschalen des Rampenträgers

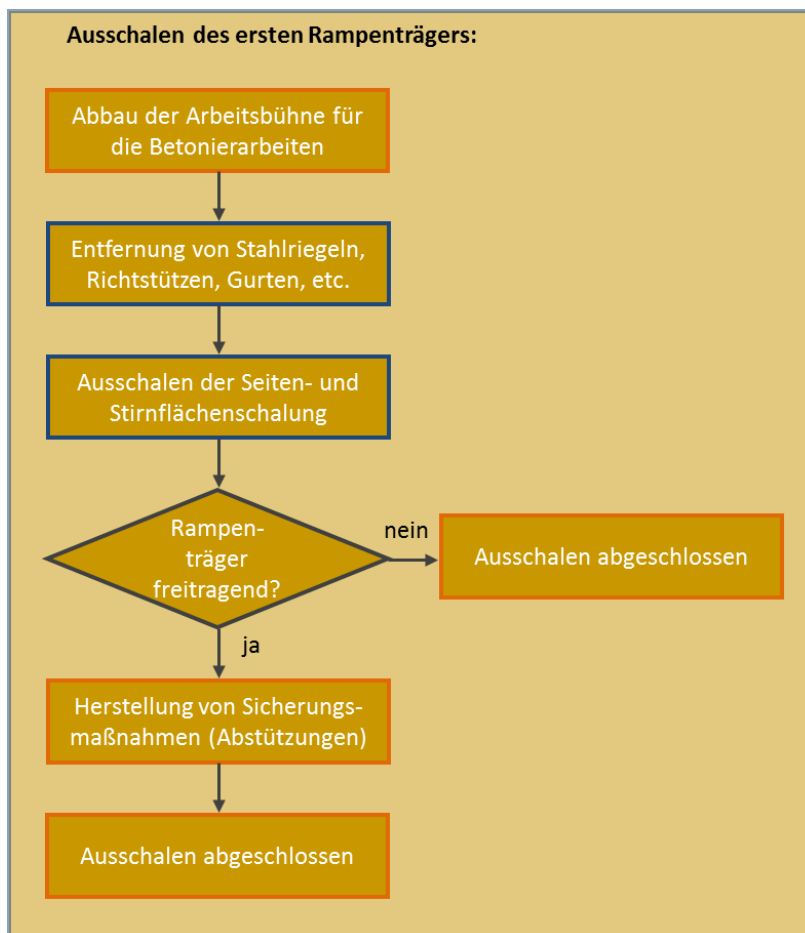


Abbildung 5-32: Ablaufdiagramm - Ausschalen des ersten Rampenträgers

### 5.2.11 Ausschalen des zweiten Rampenträgers

Das Ausschalen des zweiten Rampenträgers erfolgt analog zum Ausschalen des ersten Rampenträgers.

### 5.2.12 Abbau der Arbeitsbühne

Wie bereits unter 5.2.1 erwähnt, wird unter Umständen die Arbeitsbühne nicht vollständig abgebaut sondern als ganze Stützentürme samt Aussteifungselementen mit dem Kran zum nächsten herzustellenden Rampenträgerpaar transportiert.



Abbildung 5-33: Versetzen ganzer Stützentürme mit dem Kran

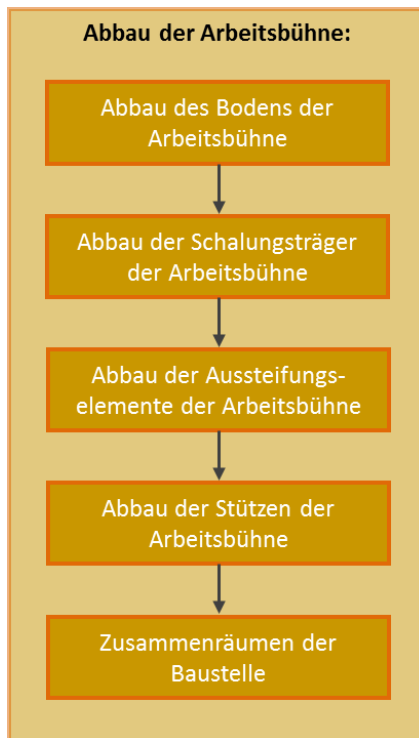


Abbildung 5-34: Ablaufdiagramm - Abbau der Arbeitsbühne

### 5.3 Zeitraum der Datenerhebung der Rampenträgerpaare

Mit der Multimomentaufnahme des ersten Rampenträgerpaares wurde am 25.08.2014 begonnen. Der Großteil der Arbeiten war am 09.09.2014 abgeschlossen und im Anschluss die Datenerhebung beim zweiten Rampenträgerpaar fortgesetzt. Zu einem geringen Teil wurden Tätigkeiten, wie die Entfernung von Aussparungselementen oder der Abbau einzelner Unterstellungen erst einige Wochen nach der Datenerhebung durchgeführt. Da diese Tätigkeiten meist nur wenige Minuten dauerten und auf mehrere Tage verteilt sind, wurden diese pro Rampenträgerpaar zu einem fiktiven Tag zusammengefasst. Diese fiktiven Tage werden in weiterer Folge als „++09.2014“ bezeichnet.

Beim Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 – 09.09.2014) dauerte der Aufbau der Arbeitsbühne drei Tage. Im Anschluss konnte am 27.08.2014 mit dem Einschalen des ersten Rampenträgers begonnen werden. Parallel zum Einschalen des zweiten Rampenträgers nahmen die Bewehrungsarbeiter am 28.08.2014 ihre Arbeiten auf. Am 04.09.2014 wurde die Schalung geschlossen und in den Abendstunden betoniert. Am 08.09.2014 erfolgte das Ausschalen des Rampenträgerpaares. Da an der Betonoberfläche einige Fehlstellen aufgetreten sind, wurden einige Nachbesserungsarbeiten durchgeführt und danach die Arbeitsbühne abgebaut. Dabei wurden die Stützen, Träger und Aussteifungselemente der Arbeitsbühne jedoch nicht vollständig auseinander gebaut, sondern mit dem Kran als mehrere Stützentürme am 09.09.2014 in den Bereich des nächsten herzustellenden Rampenträgerpaares transportiert.

Somit dauerte der Aufbau der Arbeitsbühne beim Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014) lediglich zwei Tage und am 10.09.2014 konnte mit dem Einschalen des Rampenträgerpaares begonnen werden. Die Bewehrungsarbeiten wurden am 11.09., 12.09. und 15.09.2014 durchgeführt. Nachdem am 16.09.2014 das Schließen der Schalung abgeschlossen war, wurde das Rampenträgerpaar betoniert. Nach dem Ausschalen am 17.09.2014 waren im Gegensatz zu Rampenträgerpaar 1 keinerlei Nachbesserungsarbeiten erforderlich und somit konnten am 19.09.2014 mit dem Abbau und Abtransport der Arbeitsbühne die Arbeiten am Rampenträgerpaar 2 abgeschlossen werden.

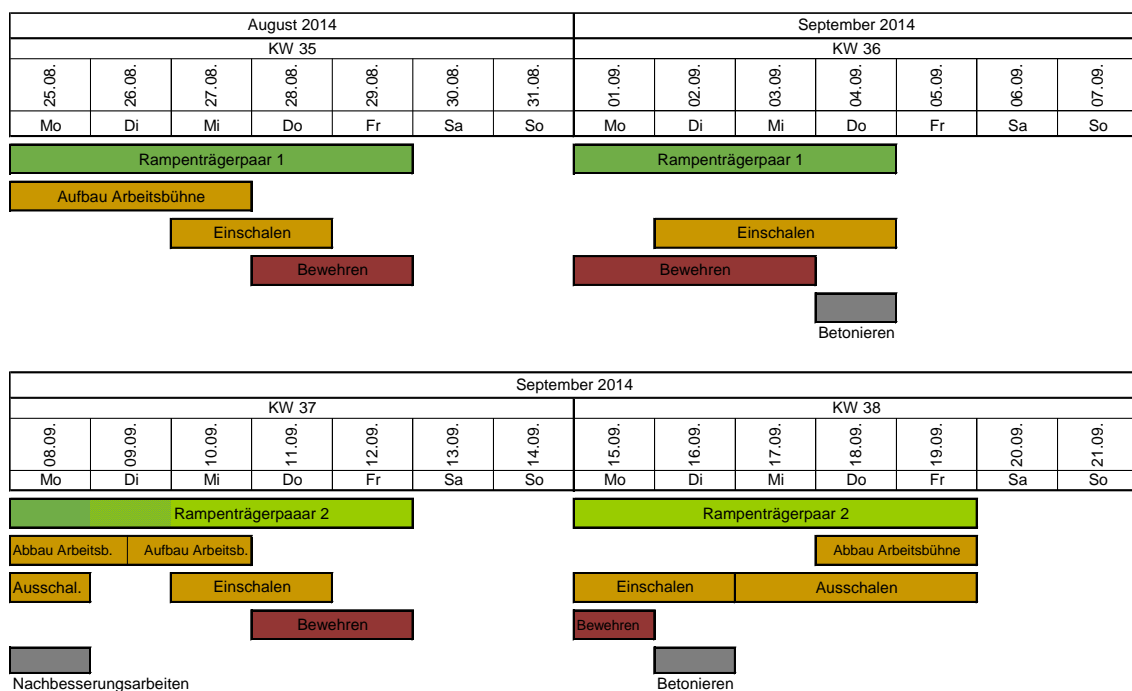


Abbildung 5-35: Darstellung des zeitlichen Ablaufs der Datenerhebung am Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 – 09.09.2014) und am Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 – 19.09.2014)

### 5.4 Beobachtete Rampenträgerpaare

In Abbildung 5-36 ist die Lage der beobachteten Rampenträgerpaare am Parkdeck dargestellt. Die Probebeobachtungen wurden im Westbereich des Parkdecks (Abschnitt 1) auf der fertiggestellten Decke über dem 3. OG durchgeführt. Rampenträgerpaar 1 befindet sich auf der Decke über dem 3. OG in Abschnitt 2 unmittelbar neben dem Stiegenhaus 2 im Übergabebereich der beiden Krane. Rampenträgerpaar 2 befindet sich auf der Decke über dem 2. OG in Abschnitt 3.



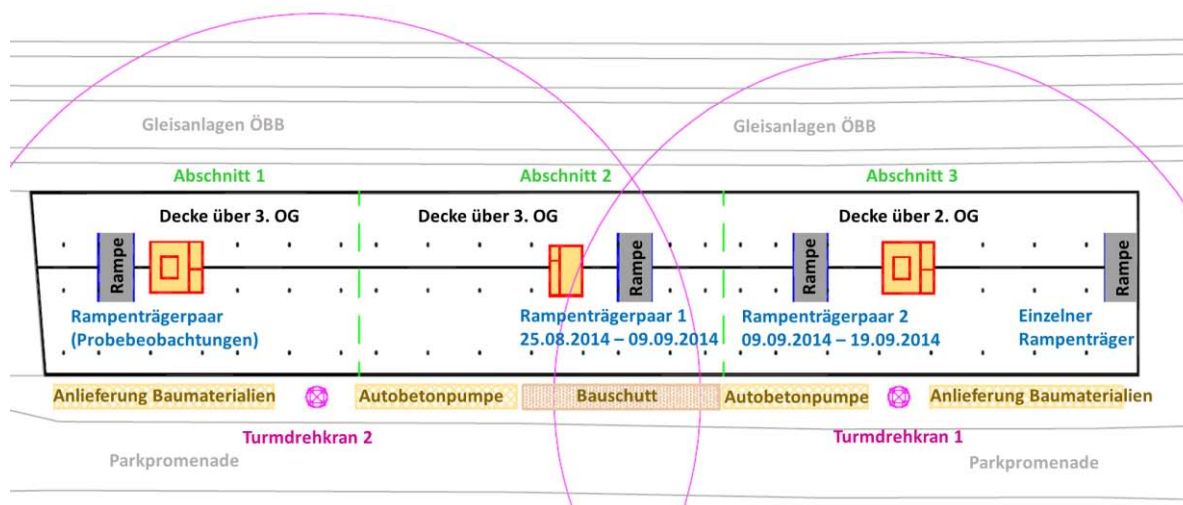


Abbildung 5-36: Lage der beobachteten Rampenträger auf der Baustelle

### 5.5 Datenerhebung Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 – 09.09.2014)

Im Anschluss an die Probebeobachtungen konnte am 25.08.2014 mit der Multimomentaufnahme am Rampenträgerpaar 1 begonnen werden. Dabei wurde für sämtliche Beobachtungen ein konstantes Stichprobenintervall von 3 Minuten gewählt. Somit konnten durch die Addition auch Tätigkeitsverteilungen für die Stahlbetonarbeiten ermittelt werden.

Um die Kontrolle der Richtigkeit der erhobenen Daten zu gewährleisten und im Nachhinein zusätzliche Auswertungen zu ermöglichen, wurden neben der schriftlichen Dokumentation und den Fotoaufnahmen auch permanente Videoaufzeichnungen der Arbeiten durchgeführt. Standort hierfür war beim Rampenträgerpaar 1 der Kirchturm der Dompfarre St. Pölten.



Abbildung 5-37: Stiegenhaus 2 und Rampenträgerpaar 1 vom Standpunkt der permanenten Videoaufzeichnungen

### 5.5.1 Konkrete Beschreibung des Bauteils

Das beobachtete Rampenträgerpaar besteht aus einem freitragenden und einem auf Stützen gelagerten Rampenträger und befindet sich in Abschnitt 2 des Parkdecks über der Decke des 3. Obergeschoßes. In unmittelbarer Nähe wird das Stiegenhaus 2 hergestellt, welches sich westlich des Rampenträgerpaares befindet. Während der Herstellung des Rampenträgerpaares wurden auch Arbeiten an diesem Stiegenhaus durchgeführt, was zu einer hohen Konzentration an Arbeitskräften in diesem Bereich führte. Der Übergabebereich der beiden Krane befindet sich in unmittelbarer Nähe des beobachteten Rampenträgerpaares und führt dazu, dass sehr eingeschränkte Platzverhältnisse vorherrschen.

### 5.5.2 Umstände der Leistungserbringung

Bei Beginn der Arbeiten am Rampenträgerpaar befand sich ein großer Teil der Stützen und Schalungsträger der Arbeitsbühne noch im Westbereich des Parkdecks wo die Probebeobachtungen durchgeführt wurden. Es erforderte ein großes Maß an Kranverfügbarkeit um die zusammengebauten Stützentürme zum neuen Rampenträgerpaar transportieren zu können. Da an diesem Tag jedoch auch die Deckenschaltische vom Ost- in den Westbereich des Parkdecks transportiert werden mussten und somit beide Krane ausgelastet waren, war kaum eine Kranverfügbarkeit vorhanden. Dies hatte zur Folge, dass der Transport der Stützen und Schalungsträger der Arbeitsbühne durch die Arbeitskräfte ohne Kran über Wegstrecken von ca. 100 m erfolgen musste. Die sehr beengten Lagerverhältnisse erschwerten diese Transporte zusätzlich, da die Arbeiter wiederholt Lagerflächen, die den Weg verstellten, ausweichen mussten.



Abbildung 5-38: Aufgrund zu geringer Kranverfügbarkeit - Transport von Schalungsträgern ohne Kran

Da sich der Übergabebereich der beiden Krane unmittelbar vor dem beobachteten Rampenträgerpaar befand, mussten die Arbeiten aus Sicherheitsgründen während dem

Abladen und dem Anheben der Deckenschaltische unterbrochen werden. Diese Umstände führten zu enormen Produktivitätsverlusten und sind auf eine unzureichende Planung des Bauablaufes zurückzuführen. Ein Transport der Deckenschaltische vom Ost- in den Westbereich des Parkdecks während dem Einschalen der Rampenträger hätte wesentlich geringere Auswirkungen, da hierbei eine deutlich geringere Kranverfügbarkeit erforderlich ist.



Abbildung 5-39: Sehr beengte Arbeitsverhältnisse aufgrund der Deckenschaltische im Übergabebereich der beiden Krane

An dieser Stelle ist jedoch anzumerken, dass hierbei lediglich die Optimierung des Herstellungsprozesses des Rampenträgerpaares untersucht wurde. Eine Verbesserung des Herstellungsprozesses eines Bauteils kann zu Produktivitätsverlusten bei anderen Bauteilen führen. In der Praxis sollte ein Minimum an Produktivitätsverlusten für die gesamte Baustelle angestrebt werden.

Die Herstellung der Arbeitsbühne war somit äußerst arbeits- und zeitintensiv und dauerte von 25.08.2014 bis 27.08.2014. Die Witterungsbedingungen waren während diesem Zeitraum durchaus positiv bei Temperaturen zwischen 15°C und 25°C, es herrschte kaum Wind und es gab keinen Regen.

Am 27.08.2014 wurde mit dem Einschalen des freitragenden Rampenträgers begonnen. Da zuerst die Innenseite des Rampenträgers eingeschalt wurde, mussten die Abspreizungen auf der Arbeitsbühne zwischen den beiden Rampenträgern befestigt werden. Von 27.08.2014 bis 29.08.2014 gab es keinen Niederschlag bei überwiegend sonnigen Verhältnissen, somit stellten die Witterungsbedingungen keinerlei Beeinträchtigung für die Arbeiten dar.



Abbildung 5-40: Anordnung der Abspreizungen der Schalung des freitragenden Rampenträgers auf der Innenseite (27.08.2014)

Am Donnerstag den 28.08.2014 wurde die Innenseite des auf Stützen gelagerten Rampenträgers eingeschalt und parallel dazu konnte mit den Bewehrungsarbeiten am freitragenden Rampenträger begonnen werden. Da die Schalarbeiter eine kurze Arbeitswoche hatten und am Freitag keine Arbeiten am Rampenträger tätigten, war der Polier sehr darauf bedacht, dass die Schalarbeiten soweit abgeschlossen werden, damit die Bewehrung der beiden Rampenträger bis Montag vollständig eingebaut werden und das Schließen der Schalung der Rampenträger ohne Verzögerung erfolgen kann.

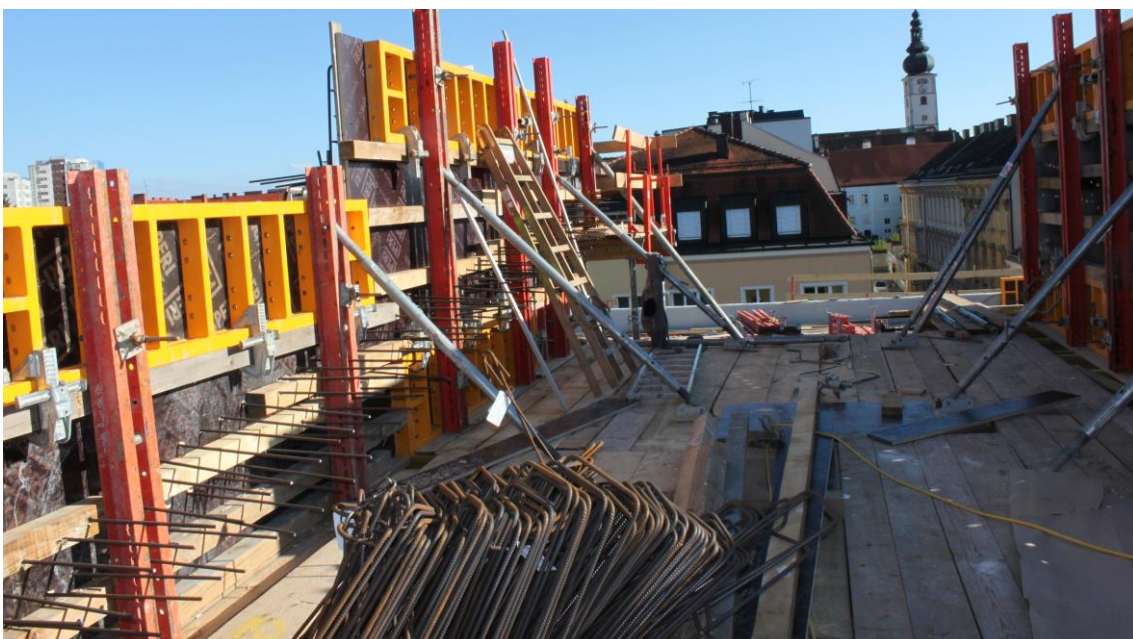


Abbildung 5-41: Innenseiten der beiden Rampenträger sind eingeschalt und die Abspreizungen befestigt; Bewehrungsarbeiten am freitragenden Rampenträger (28.08.2014)

Am Freitag den 29.08.2014 wurden die Bewehrungsarbeiten beim freitragenden Rampenträger abgeschlossen und die Arbeiten beim Rampenträger auf Stützen aufgenommen. Dabei waren bis zu vier Arbeitskräfte der Firma Sako tätig. Aufgrund der geringen Lagerflächen musste die Bewehrung wiederholt von einem Zwischenlagerplatz zum anderen transportiert werden, weil am Ort der ursprünglichen Lagerung Arbeiten durchgeführt werden mussten. Da dies ein außerplanmäßiger Vorgang war, wurden diese Stichproben den zusätzlichen Tätigkeiten zugeordnet.



Abbildung 5-42: Einbau der Bügelbewehrung beim Rampenträger auf Stützen (29.08.2014)

Am 01.09.2014 herrschten sehr schlechte Witterungsbedingungen. Aufgrund starker Regenfälle wurden keine Schalarbeiten am Rampenträgerpaar verrichtet. Die Bewehrungsarbeiten am auf Stützen gelagerten Rampenträger wurden fortgesetzt, jedoch zu Mittag abgebrochen, da aus Sicherheitsgründen ein Weiterarbeiten nicht möglich war.

Die regnerischen Verhältnisse hielten auch am 02.09.2014 an. Um einen Verzug der Arbeiten zu vermeiden und die Vorgaben aus dem Bauzeitplan einzuhalten, wurden von den Schal- und Bewehrungsarbeitern die Tätigkeiten am Rampenträgerpaar trotzdem aufgenommen.

Durch die dicken Regenjacken waren die Arbeiter in ihrer Bewegungsfreiheit teilweise eingeschränkt und mussten ihre Tätigkeit wiederholt unterbrechen, weil der Niederschlag stärker wurde. Dabei wurden Unterbrechungen, die kürzer als 15 Minuten dauerten, als störungsbedingte Unterbrechung eingeordnet. Wenn der starke Regen zu Unterbrechungen führte, die länger als 15 Minuten dauerten, wurden die Stichproben als „nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig“ eingeordnet und nicht für die Ermittlung des Aufwandswertes herangezogen, da dies zu nicht repräsentativen Ergebnissen geführt hätte.

Die Schalarbeiter haben die Schalung des freitragenden Rampenträgers geschlossen, während die Bewehrungsarbeiter ihre Tätigkeit beim Rampenträger auf Stützen fortsetzten. Das Anzeichnen von Maßen auf der Schalung und das Bohren von Löchern für die

Anschlussbewehrung waren aufgrund des starken Regens auf der Arbeitsbühne nicht möglich. Die Maße wurden vor Ort gemessen und die Schalttafeln in das darunterliegende Geschoß getragen, um dort die Maße anzuzeichnen und die Löcher zu bohren. Diese schlechten Witterungsbedingungen führten zu zusätzlichen Tätigkeiten und waren Ursache für Produktivitätsverluste.



Abbildung 5-43: Bohren der Löcher für die Anschlussbewehrung im darunterliegenden Geschoß aufgrund des starken Regens (02.09.2014)

Am 03.09.2014 haben sich die Witterungsbedingungen leicht gebessert, wobei es am Vormittag jedoch noch teilweise regnete. Bei der Bewehrungsabnahme durch den Polier und die örtliche Bauaufsicht wurden Fehler beim Einbau der Bewehrung festgestellt und die Bewehrungsarbeiter mussten Korrekturen und den Neueinbau der Bewehrung vornehmen.

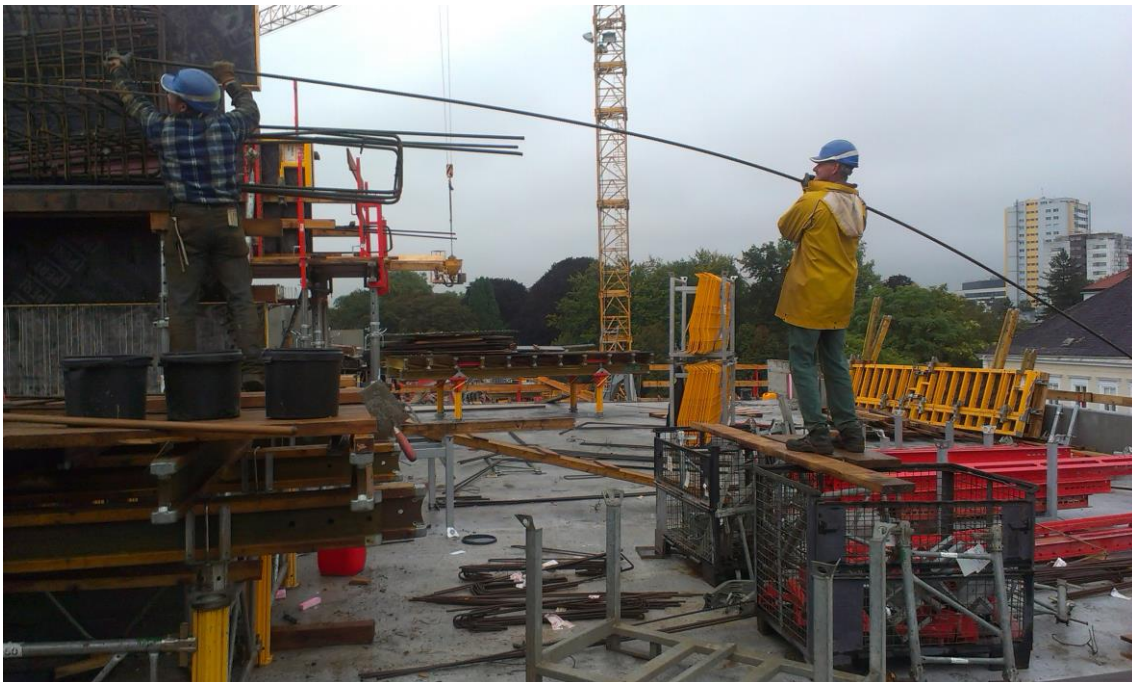


Abbildung 5-44: Einschleiben der Längsbewehrung bei regnerischen Verhältnissen (03.09.2014)

Derart schlechte Witterungsbedingungen wie im Zeitraum zwischen dem 01.09.2014 und dem 03.09.2014 haben nicht nur negative Auswirkungen auf die Produktivität, sondern stellen auch unter Umständen eine Gefährdung der Sicherheit der Arbeiter dar. Dicke Arbeitskleidung schränkt die Beweglichkeit der Arbeitskräfte ein, aber auch nasses Werkzeug und kalte Finger erschweren die Tätigkeiten. Zusätzlich sind das Anzeichnen und das Messen von Maßen nur sehr eingeschränkt möglich. Diese Umstände wirken sich in weiterer Folge negativ auf die Motivation der Arbeitskräfte aus. Der nasse Boden und das Hantieren mit elektrischen Geräten können zu Arbeitsunfällen führen.

Nach der Korrektur und dem Neueinbau der Bewehrung wurde mit dem Schließen der Schalung beim auf Stützen gelagerten Rampenträger begonnen.

Am 04.09.2014 besserten sich die Witterungsverhältnisse deutlich und die Arbeiten konnten wesentlich effizienter als die Tage zuvor fortgesetzt werden. Das Schließen der Schalung beider Rampenträger war bis zur Mittagspause abgeschlossen. Da die Anlieferung des Transportbetons erst für 15:00 Uhr geplant war, wurden die Arbeiter für Tätigkeiten bei anderen Bauteilen herangezogen. An diesem Tag wurden neben den Rampenträgern auch die Brüstung und die Säulen in Abschnitt 3 des Parkdecks mit dem Krankübel betoniert. Da die Konsistenz des angelieferten Frischbetons zu weich für die Rampenträger war, wurden kurzfristig die Betonierarbeiten der Brüstung und der Stützen vorgezogen und das Rampenträgerpaar erst im Anschluss mit einer neuen Fuhr Transportbeton betoniert. Dies erfolgte um 17:30 Uhr und wurde von sechs Arbeitskräften durchgeführt, wobei die Gruppe aus den vier Schalungsarbeitern, dem Polier und einer zusätzlichen Arbeitskraft bestand.



Abbildung 5-45: Betonierarbeiten beim Rampenträger auf Stützen (04.09.2014)

Knapp vor dem Ende der Betonierarbeiten musste auf den Transportbeton gewartet werden, da eine zusätzliche Fuhr erforderlich war. Dies war darauf zurückzuführen, dass lediglich überschlägig die erforderliche Gesamtbetonmenge für sämtliche zu betonierende Bauteile an diesem Tag ermittelt wurde. Da das Rampenträgerpaar als letztes betonierte wurde kam es zu dieser störungsbedingten Unterbrechung.

Mit dem Ausschalen des Rampenträgerpaares konnte am 08.09.2014 begonnen werden. An diesem Tag herrschten äußerst angenehme Witterungsbedingungen bei sonnigen Verhältnissen. Vier Arbeitskräfte nahmen ihre Tätigkeit auf, jedoch verletzte sich ein Arbeiter nach kurzer Zeit und musste die Arbeiten abbrechen. Aufgrund dieses Arbeitsunfalls mussten die verbleibenden drei Arbeitskräfte die Arbeit verrichten, die ursprünglich für vier Personen geplant war. Durch diese unplanmäßige Verringerung der Gruppengröße reduzierte sich die Motivation und Arbeitsmoral der drei Arbeiter erheblich und hatte aufgrund der körperlich äußerst anspruchsvollen Tätigkeiten viele erholungsbedingte Pausen zur Folge. Zusätzlich wurden Fehlstellen an der Betonoberfläche ausgebessert, was den Betonierarbeiten zugeordnet wurde.





Abbildung 5-46: Ausschalen der durchbohrten Schalttafeln (08.09.2014)

Am 09.09.2014 wurden mit dem Abbau der Arbeitsbühne die Arbeiten am Rampenträgerpaar 1 abgeschlossen und im Anschluss der Aufbau bzw. mit dem Umsetzen der Arbeitsbühne für das Rampenträgerpaar 2 begonnen.



Abbildung 5-47: Abbau der Arbeitsbühne (09.09.2014)

Einige Arbeiten werden erst einige Wochen nach dem Abbau der Arbeitsbühne, beim Anschluss der Geschoßdecken und der Rampenplatte an das Rampenträgerpaar durchgeführt. Dies ist beispielsweise der Abbau von Unterstellungen oder die Entfernung von Aussparungselementen. Teilweise erfolgen diese Tätigkeiten verteilt auf mehrere Tage und sind eindeutig dem Rampenträgerpaar zuzuordnen. Deshalb wurden diese Arbeiten an einem äquivalenten Rampenträgerpaar beobachtet und zu einem fiktiven Tag ++.09.2014 zusammengefasst.

## 5.6 Datenauswertung Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014. – 09.09.2014)

Die Datenauswertung des Rampenträgerpaares beinhaltet die Darstellung der Verteilung der Zeitarten, der Tätigkeiten und die Entwicklung dieser sowie die Anzahl der Lohnstunden und in weiterer Folge die Ermittlung der Aufwandswerte. Die Auswertung wurde für die Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten durchgeführt und zu den Stahlbetonarbeiten zusammengefasst.

### 5.6.1 Verteilung der Zeitarten

Aus welchen Zeiten sich die Grund-, Erhol- und Verteilzeit zusammensetzt ist unter 2.3 Vorgehensweise bei der Zeitdatenermittlung erläutert. Bei sämtlichen Diagrammen ist der maßgebende Vertrauensbereich des am stärksten schwankenden Anteils angeführt.

#### Schalarbeiten:

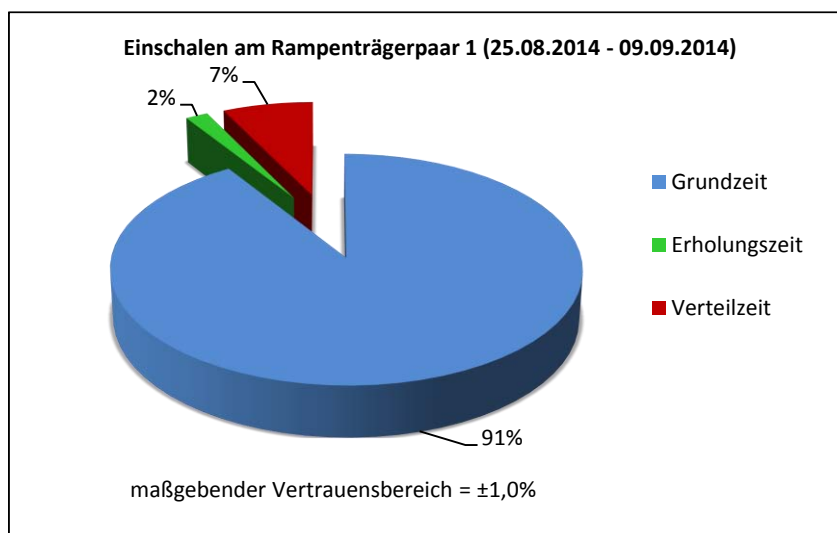


Abbildung 5-48: Verteilung der Zeitarten - Einschalen am Rampenträgerpaar 1

Der hohe Anteil der Grundzeit von 91 % ist auf eine hohe Arbeitsmoral und einen überwiegend planmäßigen Herstellungsprozess beim Rampenträgerpaar zurückzuführen. Die Erholungszeit beträgt lediglich 2 % wobei diese mit der Verteilzeit interagiert, welche zu einem überwiegenden Teil auf störungsbedingtes Unterbrechen aufgrund starken Regens zurückzuführen ist. Wenn die Arbeiter aufgrund solcher Störungen ihre Tätigkeiten unterbrechen müssen, können diese Zeiten auch zur Erholung genutzt werden und erholungsbedingtes Unterbrechen reduziert sich.

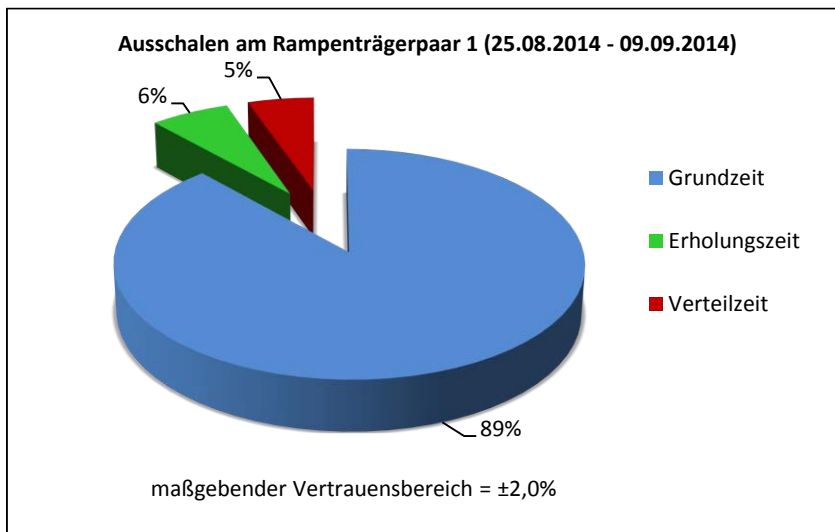


Abbildung 5-49: Verteilung der Zeitarten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1

Beim Ausschalen ist der größere Anteil der Erholungszeit auf die körperlich äußerst anspruchsvolle Tätigkeit beim Ausschalen der durchbohrten Schalttafeln zurückzuführen. Zudem hat die verringerte Gruppengröße einen Anstieg der Erholungszeiten der restlichen Arbeiter zur Folge.

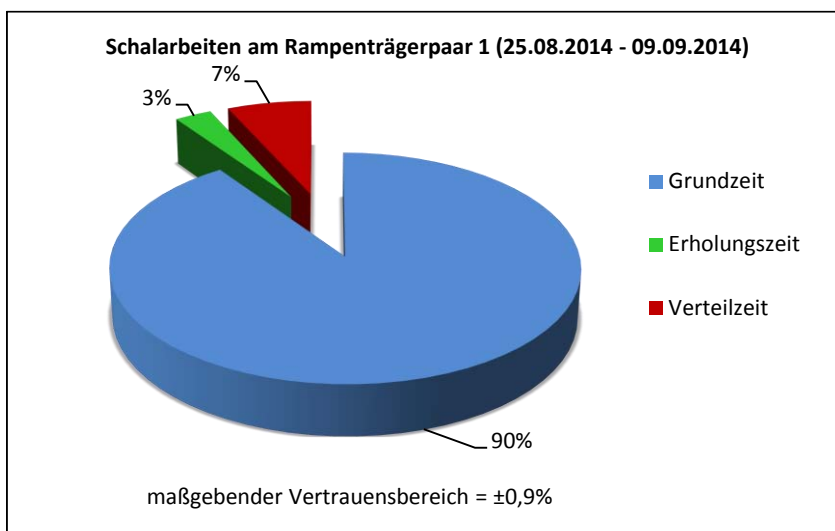


Abbildung 5-50: Verteilung der Zeitarten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Die Verteilung der Zeitarten der Schalarbeiten entspricht annähernd der Verteilung der Zeitarten beim Einschalen, da das Einschalen wesentlich länger gedauert hat als das Ausschalen und somit deutlich mehr Stichproben dem Einschalen zuzuordnen sind.

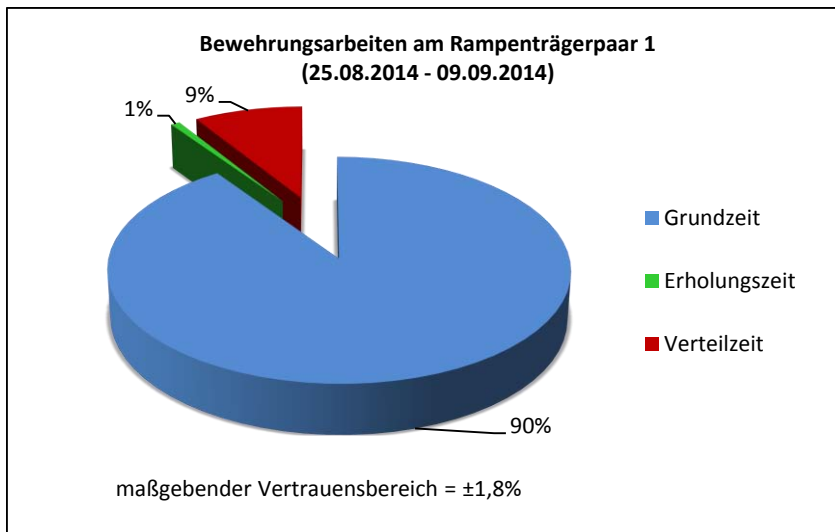
**Bewehrungsarbeiten:**

Abbildung 5-51: Verteilung der Zeitarten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Bei den Bewehrungsarbeiten beträgt die Erholungszeit lediglich 1 %. Dies ist auf das Lohnsystem der Bewehrungsarbeiter zurückzuführen, die mit einem Akkordlohn nach eingebauter Bewehrungsmenge entlohnt werden. Der hohe Anteil an Verteilzeiten ist auf zusätzliche Transporte der Bewehrung von einem Zwischenlagerplatz zum anderen und zusätzliche Tätigkeiten bei der Korrektur und dem Neueinbau falsch eingebauten Materials zurückzuführen.

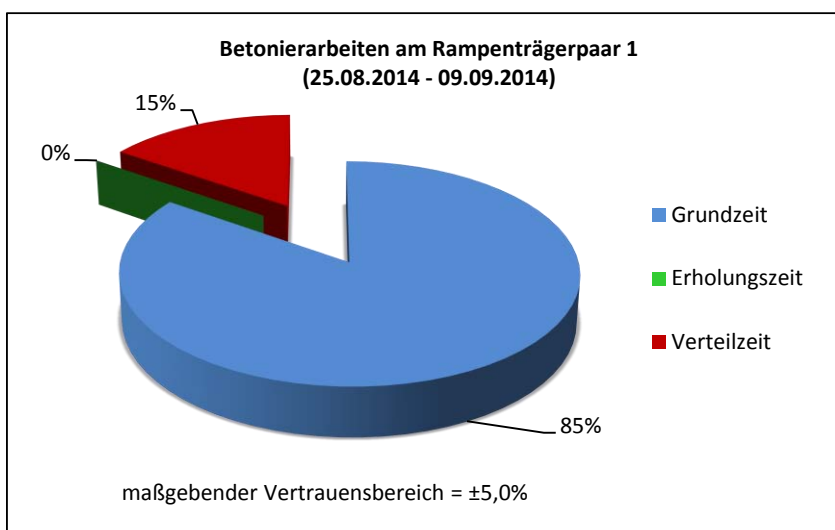
**Betonierarbeiten:**

Abbildung 5-52: Verteilung der Zeitarten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Aufgrund der kurzen Dauer der Betonierarbeiten sind keinerlei Erholungszeiten der Arbeitskräfte erforderlich. Die Verteilzeiten betragen 15 % und sind auf störungsbedingtes Warten auf den Transportbeton zurückzuführen.

### Stahlbetonarbeiten:

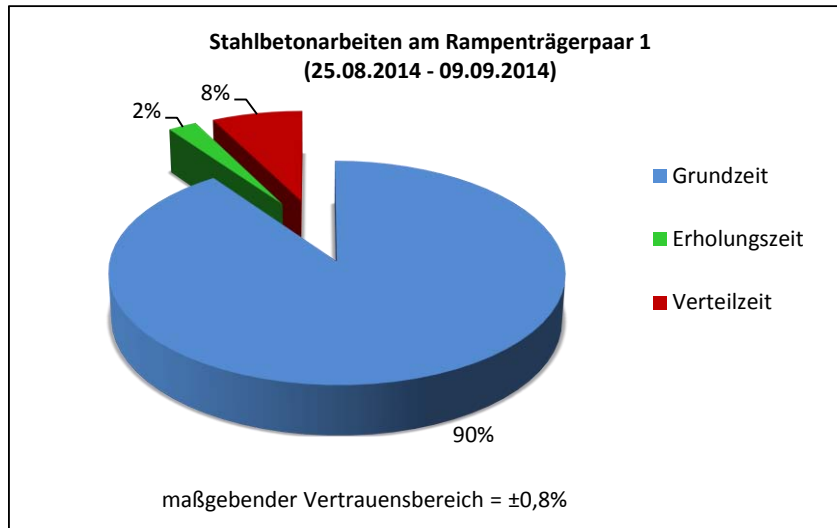


Abbildung 5-53: Verteilung der Zeitartern - Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Die Stahlbetonarbeiten setzen sich aus den Zeitartern der Schalungs-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten zusammen. Eine Grundzeit von 90 % lässt auf eine planmäßige Vorgehensweise bei der Herstellung des Bauteils schließen. Die Erholungs- und Verteilzeit ist auf die bereits erläuterten Einflüsse zurückzuführen.

### 5.6.2 Tätigkeitsverteilung und -entwicklung

In diesem Unterkapitel sind die Tätigkeitsverteilungen der Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten dargestellt und beschrieben.

Die Tätigkeiten werden in den Tortendiagrammen als Haupt-, Neben- und zusätzliche Tätigkeiten sowie Unterbrechungen zusammengefasst dargestellt. Für die detaillierte Darstellung jeder einzelnen Tätigkeit und Unterbrechung wurde im Sinne der Übersichtlichkeit eine tabellarische Darstellung gewählt, da bei einer derart großen Anzahl an Tätigkeiten ein Tortendiagramm unleserlich und schwer interpretierbar wäre.

Bei sämtlichen Tortendiagrammen ist der maßgebende Vertrauensbereich, welcher unter 2.4.2 genauer erläutert wird, angeführt. Bei der tabellarischen Darstellung der einzelnen Tätigkeiten werden für jede Tätigkeit die Anzahl der Stichproben, der prozentuelle Anteil und der Vertrauensbereich angegeben. Der maßgebende Vertrauensbereich ist hierbei mit gelbem Hintergrund hervorgehoben. Jene Tätigkeiten mit den größten Anteilen sind in den Tätigkeitslisten mit roter Schrift dargestellt.

### Schalarbeiten:

Da die Schalarbeiten beim Rampenträgerpaar äußerst zeitintensiv sind und auch den Auf- und Abbau der Arbeitsbühne beinhalten, werden das Einschalen und das Ausschalen

separat dargestellt. Zusätzlich werden auch die Schalarbeiten, welche sich aus dem Einschalen und dem Ausschalen zusammensetzen abgebildet.

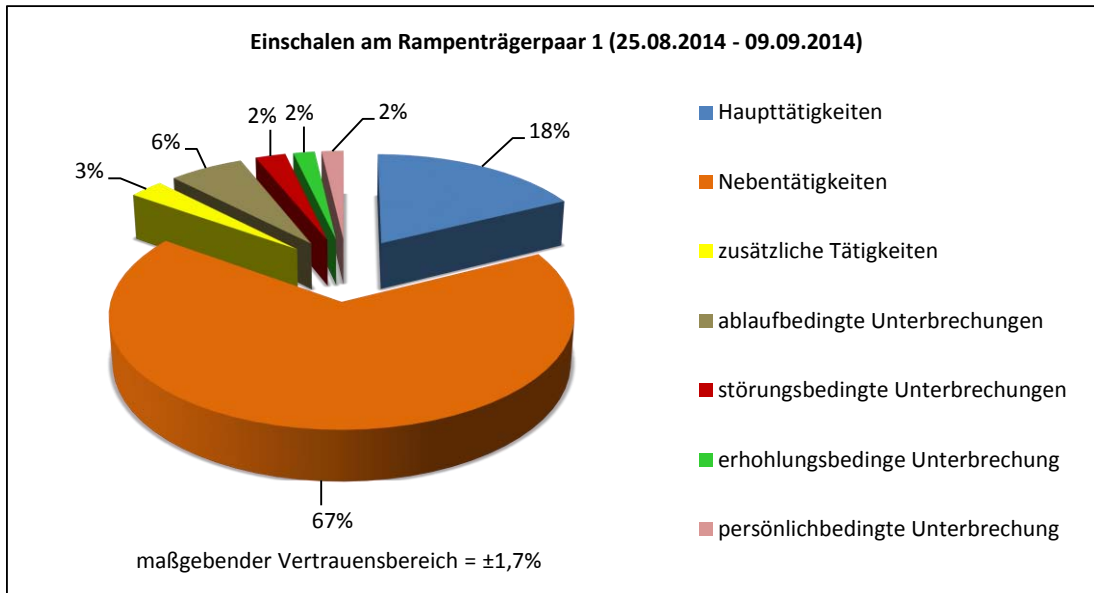


Abbildung 5-54: Tätigkeitsverteilung - Einschalen am Rampenträgerpaar 1

Beim Einschalen des Rampenträgerpaares tritt ein sehr hoher Anteil an Nebentätigkeiten auf. Dies ist auf den zeitintensiven Aufbau der Arbeitsbühne zurückzuführen, da sämtliche planmäßige Tätigkeiten bei der Herstellung der Arbeitsbühne den Nebentätigkeiten zugeordnet werden.

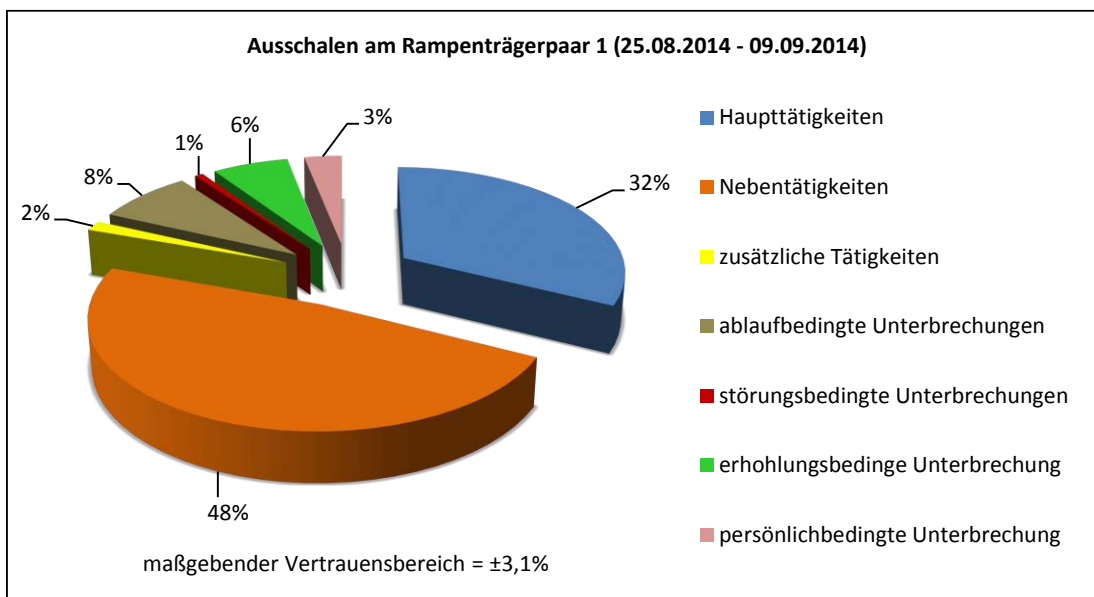


Abbildung 5-55: Tätigkeitsverteilung - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1

Im Vergleich zum Einschalen ist der Anteil der Haupttätigkeiten beim Ausschalen deutlich höher. Ursache hierfür ist das zeitaufwändige Ausschalen der durchbohrten Schaltafeln (MH) und der schnelle Abbau bzw. das Umsetzen der Arbeitsbühne (MN).

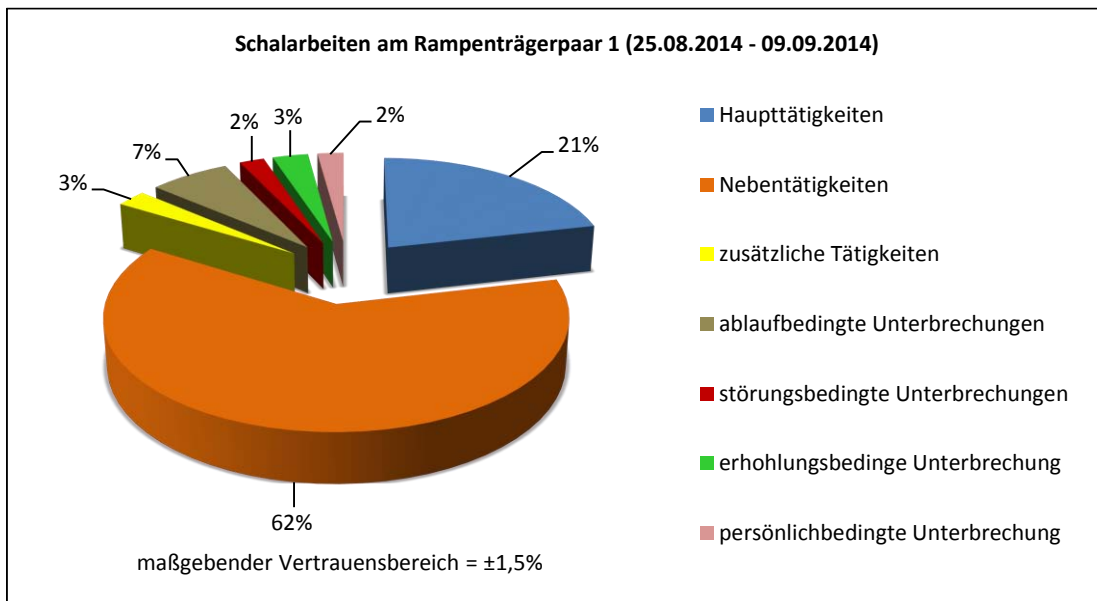


Abbildung 5-56: Tätigkeitsverteilung - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Bei den Schalarbeiten wird wiederum der hohe Anteil der Nebentätigkeiten aufgrund der Herstellung der Arbeitsbühne, aber auch aufgrund der großen Anzahl an erforderlichen Nebentätigkeiten deutlich.

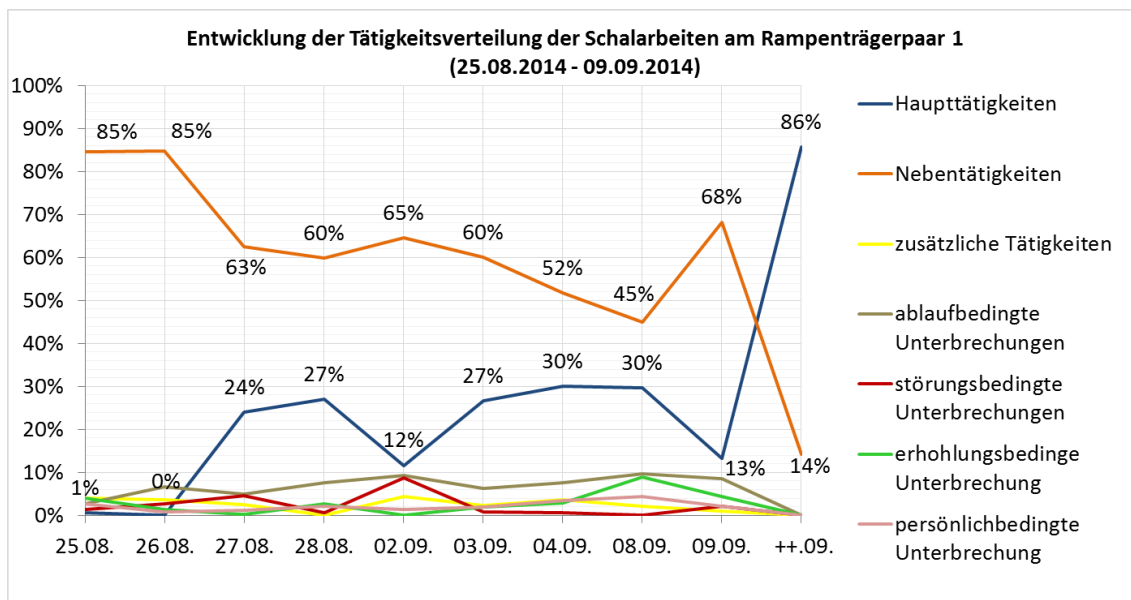


Abbildung 5-57: Entwicklung der Tätigkeitsverteilung der Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Da an den ersten beiden Tagen zum überwiegenden Teil die Arbeitsbühne errichten wurde, liegt der Anteil der Haupttätigkeiten bei annähernd 0 % und die Nebentätigkeiten sind mit 85 % äußerst hoch. Am 27.08.2014 konnte mit dem Einschalen der Rampenträger begonnen werden, was einen Anstieg der Haupttätigkeiten zur Folge hatte. Das Absinken der Haupttätigkeiten und der erhöhte Anteil an störungsbedingten Unterbrechen am 02.09.2014 sind auf sehr schlechte Witterungsbedingungen zurückzuführen. Am 09.09.2014 wurde

hauptsächlich die Arbeitsbühne abgebaut und die Nebentätigkeiten stiegen an. Da die Entfernung von XPS-Aussparungselementen den Haupttätigkeiten zugeordnet wird, ist am fiktiven Tag ++.09.2014, welcher aus mehreren Tagen zusammengefasst wurde, ein sehr hoher Anteil an Haupttätigkeiten zu verzeichnen.

SCHALUNGSARBEITEN Einschalen + Gerüstaufbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)						
Haupttätigkeiten	Herstellung der unteren Schalung des Rampenträgers (Untersicht)	H1	6	17,6	0,2	0,2
	Einbau der unteren Schalung des Rampenträgers (Untersicht)	H2	40		1,4	0,4
	Einbau der Seitenschalung (incl. Kanthölzer an Schaltafeln befestigen)	H3	161		5,6	0,8
	Herstellung der Stirnflächenschalung	H4	18		0,6	0,3
	Einbau der Stirnflächenschalung	H5	26		0,9	0,3
	Befestigung der Schalelemente mit Klemmen	H6	27		0,9	0,3
	Befestigung von Abspreizungen (Elementstützen) für die Schalung	H7	43		1,5	0,4
	Einrichten und Justieren der Schalelemente	H8	58		2,0	0,5
	Anbringen von Ankerstäben und Befestigung der Anker	H9	23		0,8	0,3
	Anbringen von Stahlriegeln und Befestigung der Anker	H10	67		2,3	0,5
	Einbau von Aussparungselementen (z.B.: XPS-Platten)	H11	31		1,1	0,4
	Befestigung von Gurten zur Aufnahme des Frischbetondrucks	H12	11		0,4	0,2

Abbildung 5-58: Haupttätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 1

Der mit Abstand höchste Anteil der Haupttätigkeiten ist beim Einschalen auf den Einbau der Seitenschalung (H3) zurückzuführen. Dies beinhaltet sowohl den Einbau der durchbohrten Schaltafeln, als auch den Einbau der seitlichen Rahmenschalelemente, wobei der Einbau der durchbohrten Schaltafeln den überwiegenden Teil ausmacht.



SCHALUNGSARBEITEN Einschalen + Gerüstaufbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)					
Nebentätigkeiten	Anzeichnen und Messen von Maßen (Schlagschnur, Wasserwaage etc.)	N1	286	9,9	1,1
	Kontrolle und Nachmessen (Stababstände, Lotrecht, Abstandshalter etc.)	N2	31	1,1	0,4
	Einmessen von Höhen/Abstände mittels Nivelliergerät	N3	52	1,8	0,5
	Befestigung von Laschen zum Anlegen der Schalelemente	N4	16	0,6	0,3
	Befestigung von Holzklötzen/Keilen zum Aufstellen der Seitenschalung	N5	2	0,1	0,1
	Zuschneiden von Schalmaterial	N6	90	3,1	0,6
	Zuschneiden von sonstigem Material (Keile, Unterlegklötze, Ankerhüllrohre)	N7	58	2,0	0,5
	Vorbereitung von sonstigem Material (Reinigung, Entfernung von Nägeln)	N8	11	0,4	0,2
	Trennmittel auf die Schalung aufbringen	N9	14	0,5	0,3
	Schalung reinigen	N10	60	2,1	0,5
	Abdichten der Schalungsunterkante/Bohrlöcher mit PU-Schaum	N11	29	1,0	0,4
	Abdichten der Fugen mit Silikon	N12	14	0,5	0,3
	Bohren der Löcher für die Anschlussbewehrung/Ankerstäbe	N13	69	2,4	0,6
	Befestigung der Dreikantleisten	N14	71	2,5	0,6
	Einbau von Distanzhölzern zwischen den Schalungselementen	N15	9	0,3	0,2
	Aufschieben der Hüllrohre (Distanzrohre) auf Ankerstäbe	N16	10	0,3	0,2
	Aufbau der Unterstellungen unter Rampenträger	N17	19	0,7	0,3
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N18	21	0,7	0,3
	Transport von Schalelementen zur Einbaustelle ohne Kran	N19	49	1,7	0,5
	Transport von sonst. Mat. (Bretter, Rüstmat. etc.) zur Einbaustelle mit Kran	N20	36	1,2	0,4
	Transport von sonstigem Material zur Einbaustelle ohne Kran	N21	170	5,9	0,9
	Aufbau der Stützen für die Arbeitsbühne	N22	129	4,5	0,8
	Aufbau der Aussteifungselemente für die Arbeitsbühne	N23	53	1,8	0,5
	Aufbau/Befestigung der Schalungsträger für die Arbeitsbühne	N24	83	2,9	0,6
	Justierung der Stützenhöhe für die Arbeitsbühne	N25	66	2,3	0,5
	Aufbau des Bodens der Arbeitsbühne (Auflegen von Holzpfosten)	N26	56	1,9	0,5
	Befestigung der Absturzsicherung der Arbeitsbühne	N27	33	1,1	0,4
	Aufbau der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten	N28	19	0,7	0,3
	Einheben der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten mit Kran (+ Befestigung)	N29	0	0,0	0,0
	Herstellung sonstiger Sicherungsmaßnahmen (z.B.: Sicherung der Leiter)	N30	2	0,1	0,1
	Holen/Wegräumen von Werkzeug und sonst. Hilfsmaterial (z.B.: Krangurte)	N31	138	4,8	0,8
	Zusammenräumen der Baustelle	N32	20	0,7	0,3
	Planstudium	N33	48	1,7	0,5
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N34	179	6,2	0,9
	Abbau der Arbeitsbühne	N35	3	0,1	0,1

Abbildung 5-59: Nebentätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 1

Die mit Abstand am häufigsten auftretende Tätigkeit ist das Anzeichnen und Messen von Maßen (N1). Sämtliche Löcher für die Anschlussbewehrung müssen herausgemessen und angezeichnet werden, aber auch die Anzeichnung der Abmessungen der Rampenträger ist erforderlich. Da es sich um äußerst komplexe Bauteile handelt, ist die Besprechung mit Kollegen, Polier etc. bezüglich des weiteren Vorgehens (N34) deutlich häufiger erforderlich als bei gewöhnlichen Bauteilen. Die hohe Anzahl an Stichproben bei Transport von sonstigem Material zur Einbaustelle ohne Kran (N21) ist auf die fehlende Krankapazität beim Bau der Arbeitsbühne zurückzuführen. Da die Stützen der Arbeitsbühne in einem sehr dichten Raster angeordnet werden müssen, ist der Aufbau der Stützen für die Arbeitsbühne (N22) auch eine sehr zeitintensive Tätigkeit.

SCHALUNGSARBEITEN Einschalen + Gerüstaufbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)						
zusätzliche Tätigkeiten	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z1	8	2,9	0,3	0,2
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z2	25		0,9	0,3
	Transport sonst. Material vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z3	20		0,7	0,3
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z4	7		0,2	0,2
	Schließen von Fehlstellen in der Schalung (z.B.: mit Silikon, PU-Schaum)	Z5	0		0,0	0,0
	Korrektur fehlerhaft angezeichneter Maße	Z6	2		0,1	0,1
	Umbiegen/Kürzen von Bewehrungsseisen für Anlegen der Schalung	Z7	18		0,6	0,3
	Entfernung falsch eingebauten Materials	Z8	3		0,1	0,1

Abbildung 5-60: Zusätzliche Tätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 1

Die zusätzlichen Tätigkeiten sind relativ gering, wobei Transporte von Schalung und sonstigem Material (Z2 + Z3) zu Zwischenlagerplätzen den überwiegenden Anteil ausmachen.

SCHALUNGSARBEITEN Einschalen + Gerüstaufbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>		
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)							
Unterbrechungen	ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	20	6,2	0,7	0,3
		Warten auf Kran	aU2	45		1,6	0,5
		Warten aus technologischen Gründen (z.B.: Eintrocknen des Trennmittels)	aU3	0		0,0	0,0
		Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Einmessen durch Anleger)	aU4	24		0,8	0,3
		Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	3		0,1	0,1
		Weg auf der Baustelle ohne Transport von Material	aU6	87		3,0	0,6
	störungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	28	2,5	1,0	0,4
		Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0		0,0	0,0
		Warten auf Material (z.B.: keine Schalttafeln auf Baustelle)	sU3	0		0,0	0,0
		Warten auf Anweisungen	sU4	0		0,0	0,0
		Werkzeug suchen	sU5	0		0,0	0,0
		Werkzeug reparieren	sU6	26		0,9	0,3
		Material suchen	sU7	19		0,7	0,3
		fehlerhafte Pläne	sU8	0		0,0	0,0
	erholung. Unterbr.	Trinken	eU1	14	1,8	0,5	0,3
		Essen	eU2	6		0,2	0,2
		Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	18		0,6	0,3
		sonstige Pause	eU4	14		0,5	0,3
	persön. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	44	1,8	1,5	0,4
		Privatgespräch mit Kollegen	pU2	4		0,1	0,1
		Rauchen	pU3	0		0,0	0,0
		Telefongespräch	pU4	5		0,2	0,2

Abbildung 5-61: Unterbrechungen - Einschalen am Rampenträgerpaar 1

Ein großer Anteil der ablaufbedingten Unterbrechungen besteht aus dem Weg auf der Baustelle ohne den Transport von Material (aU6). Dies ist mit den sehr beengten Lagerverhältnissen und den damit verbundenen langen Wegen, die von den Arbeitskräften auf der Baustelle zurückgelegt werden mussten, zu begründen. Warten auf den Kran (aU2) ist relativ häufig aufgetreten und lässt auf eine nicht ausreichende Kranverfügbarkeit schließen. Diese ablaufbedingte Unterbrechung ist jedoch nur bei derart sperrigen Materialien und Geräten aufgetreten, die nicht von den Arbeitern getragen werden konnten. Aufgrund des deutlichen Mangels an Kranverfügbarkeit wurde der überwiegende Teil der Transporte ohne Kran durchgeführt. Dies geschah jedoch deutlich langsamer als wenn der Kran für diese Transporte genutzt werden hätte können.

SCHALUNGSARBEITEN Einschalen + Gerüstaufbau			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich $f_i$
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)						
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	320	Summe der Stichproben ohne X:	2897	
	nicht sichtbar	X2	0			
	selbst nicht anwesend	X3	0			

Abbildung 5-62: Nicht erfassbare Stichproben - Einschalen am Rampenträgerpaar 1

Aufgrund des großen Einsatzes und der permanenten Anwesenheit des Erhebungspersonals sowie der Rücksprache mit den Arbeitskräften bei Unklarheiten hinsichtlich der Zuordnung der Tätigkeiten, war es möglich, sämtliche Tätigkeiten beim Rampenträgerpaar zu erfassen und zuzuordnen. Des Weiteren ist bei allen Auswertungen der Schalungs-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten die Summe jener Stichproben angeführt, die für die Ermittlung des Aufwandswertes herangezogen wird. Somit kann diese „Summe der Stichproben ohne X“ Kontrollzwecken der dokumentierten Lohnstunden dienen. Multipliziert man diese Anzahl an Stichproben mit dem Stichprobenintervall und dividiert es durch 60, erhält man die Summe der Lohnstunden der untersuchten Tätigkeitsverteilung. In Summe wurden beim Einschalen 2.897 Stichproben erfasst. Dies entspricht umgerechnet 144,9 Lohnstunden, die für die Herstellung des beobachteten Bauteils aufgewendet wurden.

SCHALUNGSARBEITEN Ausschalen + Gerüstabbau			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich $f_i$
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)						
Haupttätigkeiten	Lösen der Befestigung der Schalelemente (Anker, Stahlriegel, Klemmen)	H1	43	32,4	4,3	1,3
	Entfernung von Abspreizungen (Elementstützen) für die Schalung	H2	9		0,9	0,6
	Ausschalen der seitlichen Rahmschalung	H3	26		2,6	1,0
	Ausschalen der durchbohrten Schaltafeln	H4	114		11,4	2,0
	Ausschalen der Stirnflächenschalung	H5	9		0,9	0,6
	Auseinanderbauen der Schalelemente	H6	0		0,0	0,0
	Entfernung von Aussparungselementen (z.B.: XPS Platten)	H7	120		12,0	2,0
	Entfernung der unteren Schalung	H8	3		0,3	0,3

Abbildung 5-63: Haupttätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1

Beim Ausschalen ist neben der Tätigkeit Ausschalen der durchbohrten Schaltafeln (H4) auch der Anteil der Entfernung von Aussparungselementen (H7) relativ hoch. Beide Tätigkeiten sind auf die Durchdringung der Schalung durch die Anschlussbewehrung zurückzuführen. Hätten Klappisen als Anschlussbewehrung verwendet werden können, wären beide Tätigkeiten nicht auftreten und es hätte sich der Arbeitsaufwand erheblich reduziert.

SCHALUNGSARBEITEN Ausschalen + Gerüstabbau			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)						
Nebentätigkeiten	Anzeichnen und Messen von Maßen (Schlagschnur, Wasserwaage, etc.)	N1	5	48,0	0,5	0,4
	Kontrolle und Nachmessen (Stababstände, Lotrecht, Abstandshalter, etc.)	N2	0		0,0	0,0
	Einmessen von Höhen/Abstände mittels Nivelliergerät	N3	0		0,0	0,0
	Befestigung von Abspreizungen zur Sicherung des freitragenden Trägers	N4	39		3,9	1,2
	Entfernung von sonstigem Material (Holzklötze, Keile, Laschen, etc.)	N5	5		0,5	0,4
	Entfernung von PU-Schaum-Resten, Betonkrusten von Betonoberfläche	N6	0		0,0	0,0
	Entfernen der Dreikantleisten	N7	4		0,4	0,4
	Trennmittel auf die Schalung aufbringen	N8	0		0,0	0,0
	Schalung reinigen	N9	26		2,6	1,0
	Abtransport der Schalelemente mit Kran	N10	5		0,5	0,4
	Abtransport der Schalelemente ohne Kran	N11	11		1,1	0,6
	Abtransport von sonstigem Material (Bretter, Rüstmaterial, etc.) mit Kran	N12	44		4,4	1,3
	Abtransport von sonstigem Material (Bretter, Rüstmaterial, etc.) ohne Kran	N13	124		12,4	2,0
	Abbau der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten	N14	16		1,6	0,8
	Abbau der Arbeitsbühne	N15	78		7,8	1,7
	Abbau der Unterstellungen unter Rampenträger (Aufnahme Betonlasten)	N16	11		1,1	0,6
	Holen/Wegräumen von Werkzeug und sonst. Hilfsmaterial (z.B.: Krangurte)	N17	37		3,7	1,2
	Zusammenräumen der Baustelle	N18	13		1,3	0,7
	Planstudium	N19	0		0,0	0,0
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N20	41		4,1	1,2
	Aufbau der Unterstellungen unter Rampenträger (Aufnahme Betonlasten)	N21	14		1,4	0,7
	Vorbereitung von sonstigem Material (Reinigung, Entfernung von Nägeln)	N22	6		0,6	0,5
	Zuschneiden von sonstigem Material (Keile, Unterlegklötze, Ankerhüllrohre)	N23	1		0,1	0,2

Abbildung 5-64: Nebentätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1

Auch beim Ausschalen ist der Anteil der Transporte ohne Kran (N13) äußerst hoch, was wiederum auf eine geringe Kranverfügbarkeit zurückzuführen ist.

SCHALUNGSARBEITEN Ausschalen + Gerüstabbau			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)						
zusätzliche Tätigkeiten	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z1	0	1,5	0,0	0,0
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z2	0		0,0	0,0
	Transport sonst. Material vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z3	0		0,0	0,0
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z4	0		0,0	0,0
	Zuschneiden von Schaltafeln, die sich beim Ausschalen verklemmt	Z5	4		0,4	0,4
	Umbiegen/Kürzen von Bewehrungsseisen für das Ausschalen	Z6	11		1,1	0,6

Abbildung 5-65: Zusätzliche Tätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1

Die zusätzlichen Tätigkeiten fallen beim Ausschalen sehr gering aus, da kaum außerplanmäßige Tätigkeiten erforderlich sind.

SCHALUNGSARBEITEN Ausschalen + Gerüstabbau			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)							
Unterbrechungen	ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	2	8,0	0,2	0,3
		Warten auf Kran	aU2	14		1,4	0,7
		Warten aus technologischen Gründen (z.B.: Ausschallfristen)	aU3	1		0,1	0,2
		Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Betonieren)	aU4	0		0,0	0,0
		Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	0		0,0	0,0
		Weg auf der Baustelle ohne Transport von Material	aU6	63		6,3	1,5
	störungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	3	0,7	0,3	0,3
		Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0		0,0	0,0
		Warten auf Material (z.B.: keine Schalttafeln auf Baustelle)	sU3	0		0,0	0,0
		Warten auf Anweisungen	sU4	0		0,0	0,0
		Werkzeug suchen	sU5	0		0,0	0,0
		Werkzeug reparieren	sU6	4		0,4	0,4
		Material suchen	sU7	0		0,0	0,0
		fehlerhafte Pläne / Pläne nicht vorhanden	sU8	0		0,0	0,0
	erholung. Unterbr.	Trinken	eU1	4	6,3	0,4	0,4
		Essen	eU2	2		0,2	0,3
		Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	15		1,5	0,8
		sonstige Pause	eU4	42		4,2	1,2
	persönl. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	18	3,1	1,8	0,8
		Privatgespräch mit Kollegen	pU2	3		0,3	0,3
Rauchen		pU3	5	0,5		0,4	
Telefongespräch		pU4	5	0,5		0,4	

Abbildung 5-66: Unterbrechungen - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1

Analog zum Einschalen ist auch beim Ausschalen der Weg auf der Baustelle ohne den Transport von Material (aU6) sehr häufig aufgetreten. Die körperlich sehr anspruchsvolle Tätigkeit beim Ausschalen der durchbohrten Schalttafeln und die verringerte Gruppengröße während dieses Zeitraums äußert sich in Form von sonstigen Pausen (eU4), die den erholungsbedingten Unterbrechungen zugeordnet werden.

SCHALUNGSARBEITEN Ausschalen + Gerüstabbau			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)						
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	102	Summe der Stichproben ohne X: 1000		
	nicht sichtbar	X2	0			
	selbst nicht anwesend	X3	0			

Abbildung 5-67: Nicht erfassbare Stichproben - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1

Da das Ausschalen wesentlich schneller abläuft als das Einschalen ist die Summe der Stichproben hier deutlich geringer. In Summe wurden beim Einschalen 1.000 Stichproben erfasst. Dies entspricht umgerechnet 50,0 Lohnstunden, die für die Herstellung des beobachteten Bauteils aufgewendet wurden.

SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich $f_i$	
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)						
Haupttätigkeiten	Herstellung der unteren Schalung des Rampenträgers (Untersicht)	H1	6	21,4	0,2	0,1
	Einbau der unteren Schalung des Rampenträgers (Untersicht)	H2	40		1,0	0,3
	Einbau der Seitenschalung (incl. Kanthölzer an Schaltafeln befestigen)	H3	161		4,1	0,6
	Herstellung der Stirnflächenschalung	H4	18		0,5	0,2
	Einbau der Stirnflächenschalung	H5	26		0,7	0,3
	Befestigung der Schalelemente mit Klemmen	H6	27		0,7	0,3
	Befestigung von Abspreizungen (Elementstützen) für die Schalung	H7	43		1,1	0,3
	Einrichten und Justieren der Schalelemente	H8	58		1,5	0,4
	Anbringen von Ankerstäben und Befestigung der Anker	H9	23		0,6	0,2
	Anbringen von Stahlriegeln und Befestigung der Anker	H10	67		1,7	0,4
	Einbau von Aussparungselementen (z.B.: XPS-Platten)	H11	31		0,8	0,3
	Befestigung von Gurten zur Aufnahme des Frischbetondrucks	H12	11		0,3	0,2
	Lösen der Befestigung der Schalelemente (Anker, Stahlriegel, Klemmen)	H13	43		1,1	0,3
	Entfernung von Abspreizungen (Elementstützen) für die Schalung	H14	9		0,2	0,2
	Ausschalen der seitlichen Rahmenschalung	H15	26		0,7	0,3
	Ausschalen der durchbohrten Schaltafeln	H16	114		2,9	0,5
	Ausschalen der Stirnflächenschalung	H17	9		0,2	0,2
	Auseinanderbauen der Schalelemente	H18	0		0,0	0,0
	Entfernung von Aussparungselementen (z.B.: XPS Platten)	H19	120		3,1	0,5
	Entfernung der unteren Schalung	H20	3		0,1	0,1

Abbildung 5-68: Haupttätigkeiten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Das Ein- und Ausschalen der Seitenschalung (H3 + H16) sowie die Entfernung der Aussparungselemente (H19) sind bei den Schalarbeiten die am häufigsten aufgetretenen Tätigkeiten, was auf die komplizierte Ausführung der Anschlussbewehrung zurückzuführen ist. Sehr deutlich wird der Unterschied zu einer gewöhnlichen Ausführungsvariante, wenn das Ausschalen der seitlichen Rahmenschalung (H15) mit dem Ausschalen der durchbohrten Schaltafeln (H16) verglichen wird. Wie aus den Visualisierungen in 5.6.4 Hergestellte Bezugsmengen ersichtlich ist, weisen die Rahmenschalungen und die durchbohrten Schaltafeln einen annähernd gleich großen Anteil der geschalteten Fläche auf. Die Dauer für das Ausschalen unterscheidet sich jedoch gewaltig. Während bei den Rahmenschalungen lediglich die Anker gelöst werden müssen und die Schalung im Anschluss mit dem Kran weggehoben werden kann, müssen beim Ausschalen der durchbohrten Schaltafeln zuerst die Kanthölzer, welche zum Teil auch von der Anschlussbewehrung durchdrungen werden, entfernt und die Schaltafeln unter großem körperlichen Einsatz vom hergestellten Bauteil gelöst werden. Somit wurden beim Ausschalen der durchbohrten Schaltafeln (H16) 114 Stichproben und beim Ausschalen der Rahmenschalung (H15) nur 26 Stichproben erfasst.

SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)					
Nebentätigkeiten	Anzeichnen und Messen von Maßen (Schlagschnur, Wasserwaage etc.)	N1	291	7,5	0,8
	Kontrolle und Nachmessen (Stababstände, Lotrecht, Abstandshalter etc.)	N2	31	0,8	0,3
	Einmessen von Höhen/Abstände mittels Nivelliergerät	N3	52	1,3	0,4
	Befestigung von Laschen zum Anlegen der Schalelemente	N4	16	0,4	0,2
	Befestigung von Holzklötzen/Keilen zum Aufstellen der Seitenschalung	N5	2	0,1	0,1
	Zuschneiden von Schalmaterial	N6	90	2,3	0,5
	Zuschneiden von sonstigem Material (Keile, Unterlegklötze, Ankerhüllrohre)	N7	59	1,5	0,4
	Vorbereitung von sonstigem Material (Reinigung, Entfernung von Nägeln)	N8	17	0,4	0,2
	Trennmittel auf die Schalung aufbringen	N9	14	0,4	0,2
	Schalung reinigen	N10	86	2,2	0,5
	Abdichten der Schalungsunterkante/Bohrlöcher mit PU-Schaum	N11	29	0,7	0,3
	Abdichten der Fugen mit Silikon	N12	14	0,4	0,2
	Bohren der Löcher für die Anschlussbewehrung/Ankerstäbe	N13	69	1,8	0,4
	Befestigung der Dreikanteleisten	N14	71	1,8	0,4
	Einbau von Distanzhölzern zwischen den Schalungselementen	N15	9	0,2	0,2
	Aufschieben der Hüllrohre (Distanzrohre) auf Ankerstäbe	N16	10	0,3	0,2
	Aufbau der Unterstellungen unter Rampenträger (Aufnahme Betonlasten)	N17	33	0,8	0,3
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N18	21	0,5	0,2
	Transport von Schalelementen zur Einbaustelle ohne Kran	N19	49	1,3	0,3
	Transport von sonst. Mat. (Bretter, Rüstmat. etc.) zur Einbaustelle mit Kran	N20	36	0,9	0,3
	Transport von sonstigem Material zur Einbaustelle ohne Kran	N21	170	4,4	0,6
	Aufbau der Stützen für die Arbeitsbühne	N22	129	3,3	0,6
	Aufbau der Aussteifungselemente für die Arbeitsbühne	N23	53	1,4	0,4
	Aufbau/Befestigung der Schalungsträger für die Arbeitsbühne	N24	83	2,1	0,5
	Justierung der Stützenhöhe für die Arbeitsbühne	N25	66	1,7	0,4
	Aufbau des Bodens der Arbeitsbühne (Auflegen von Holzpfosten)	N26	56	1,4	0,4
	Befestigung der Absturzsicherung der Arbeitsbühne	N27	33	0,8	0,3
	Aufbau der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten	N28	19	0,5	0,2
	Einheben der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten mit Kran (+ Befestigung)	N29	0	0,0	0,0
	Herstellung sonstiger Sicherungsmaßnahmen (z.B.: Sicherung der Leiter)	N30	2	0,1	0,1
	Holen/Wegräumen von Werkzeug und sonst. Hilfsmaterial (z.B.: Krangurte)	N31	175	4,5	0,7
	Zusammenräumen der Baustelle	N32	33	0,8	0,3
	Planstudium	N33	48	1,2	0,3
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N34	220	5,6	0,7
	Abbau der Arbeitsbühne	N35	81	2,1	0,4
	Befestigung von Abspreizungen zur Sicherung des freitragenden Trägers	N36	39	1,0	0,3
	Entfernung von sonstigem Material (Holzklötze, Keile, Laschen, etc.)	N37	5	0,1	0,1
	Entfernung von PU-Schaum-Resten, Betonkrusten von Betonoberfläche	N38	0	0,0	0,0
	Entfernen der Dreikanteleisten	N39	4	0,1	0,1
	Abtransport der Schalelemente mit Kran	N40	5	0,1	0,1
	Abtransport der Schalelemente ohne Kran	N41	11	0,3	0,2
	Abtransport von sonstigem Material (Bretter, Rüstmaterial, etc.) mit Kran	N42	44	1,1	0,3
	Abtransport von sonstigem Material (Bretter, Rüstmaterial, etc.) ohne Kran	N43	124	3,2	0,6
	Abbau der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten	N44	16	0,4	0,2
	Abbau der Unterstellungen unter Rampenträger (Aufnahme Betonlasten)	N45	11	0,3	0,2

Abbildung 5-69: Nebentätigkeiten - Schararbeiten am Rampenträgerpaar 1

Die Auflistung sämtlicher Nebentätigkeiten veranschaulicht den großen Umfang der Nebenarbeiten, die bei den Schalungsarbeiten des Rampenträgerpaares durchgeführt werden. Der sehr hohe Anteil der beiden Tätigkeiten Anzeichnen und Messen von Maßen (N1) und Besprechung mit Kollegen, Polier etc. bezüglich des weiteren Vorgehens (N34) macht die Komplexität des Bauteils deutlich. Die große Anzahl an Stichproben bei Holen und Wegräumen von Werkzeug (N31) und Transporte ohne Kran (N21 + N43) weisen neben einer unzureichenden Kranverfügbarkeit auch auf weite Wege und geringe Lagerflächen auf der Baustellen hin.

SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)						
zusätzliche Tätigkeiten	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z1	8	2,5	0,2	0,1
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z2	25		0,6	0,3
	Transport sonst. Material vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z3	20		0,5	0,2
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z4	7		0,2	0,1
	Schließen von Fehlstellen in der Schalung (z.B.: mit Silikon, PU-Schaum)	Z5	0		0,0	0,0
	Korrektur fehlerhaft angezeichneter Maße	Z6	2		0,1	0,1
	Umbiegen/Kürzen von Bewehrungsseisen für Anlegen der Schalung	Z7	18		0,5	0,2
	Entfernung falsch eingebauten Materials	Z8	3		0,1	0,1
	Zuschneiden von Schaltafeln, die sich beim Ausschalen verklebten	Z9	4		0,1	0,1
	Umbiegen/Kürzen von Bewehrungsseisen für das Ausschalen	Z10	11		0,3	0,2

Abbildung 5-70: Zusätzliche Tätigkeiten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Trotz der komplizierten Herstellungsweise des Bauteils ist der Anteil zusätzlicher Tätigkeiten sehr gering. Auffällig sind lediglich zusätzliche Transporte, die aufgrund zu geringer Lagerflächen entstehen, weil Schalung oder sonstiges Material zu Zwischenlagerplätzen transportiert (Z2 + Z3) werden musste.

SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>		
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)							
Unterbrechungen	ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	22	6,6	0,6	0,2
		Warten auf Kran	aU2	59		1,5	0,4
		Warten aus technologischen Gründen (z.B.: Eintrocknen des Trennmittels)	aU3	1		0,0	0,1
		Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Einmessen durch Anleger)	aU4	24		0,6	0,2
		Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	3		0,1	0,1
		Weg auf der Baustelle ohne Transport von Material	aU6	150		3,8	0,6
	störungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	31	2,1	0,8	0,3
		Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0		0,0	0,0
		Warten auf Material (z.B.: keine Schaltafeln auf Baustelle)	sU3	0		0,0	0,0
		Warten auf Anweisungen	sU4	0		0,0	0,0
		Werkzeug suchen	sU5	0		0,0	0,0
		Werkzeug reparieren	sU6	30		0,8	0,3
		Material suchen	sU7	19		0,5	0,2
		fehlerhafte Pläne / Pläne nicht vorhanden	sU8	0		0,0	0,0
	erholung. Unterbr.	Trinken	eU1	18	3,0	0,5	0,2
		Essen	eU2	8		0,2	0,1
		Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	33		0,8	0,3
		sonstige Pause	eU4	56		1,4	0,4
	persönl. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	62	2,2	1,6	0,4
		Privatgespräch mit Kollegen	pU2	7		0,2	0,1
		Rauchen	pU3	5		0,1	0,1
		Telefongespräch	pU4	10		0,3	0,2

Abbildung 5-71: Unterbrechungen - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Da sowohl beim Einschalen als auch beim Ausschalen Wege auf der Baustelle ohne den Transport von Material (aU6) entstehen, fällt der Anteil dieser Tätigkeit bei den Schalarbeiten sehr deutlich aus.



SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich $f_i$
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)						
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	422			Summe der Stichproben ohne X: 3897
	nicht sichtbar	X2	0			
	selbst nicht anwesend	X3	0			

Abbildung 5-72: Nicht erfassbare Stichproben - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1

In Summe wurden bei den Schalarbeiten 3.897 Stichproben erfasst. Dies entspricht umgerechnet 194,9 Lohnstunden, die für die Herstellung des beobachteten Bauteils aufgewendet wurden.

### Bewehrungsarbeiten:

Bei den Bewehrungsarbeiten treten im Vergleich zu den Schalarbeiten deutlich weniger Tätigkeiten auf, weil der Aufbau der Arbeitsbühne zur Gänze den Schalarbeiten zugeordnet wird. Dies ist unter anderem auch der Grund warum die Bewehrungsarbeiten kürzer dauern als die Schalarbeiten. Dadurch ist auch die Anzahl der erfassten Stichproben geringer und der maßgebende Vertrauensbereich größer.

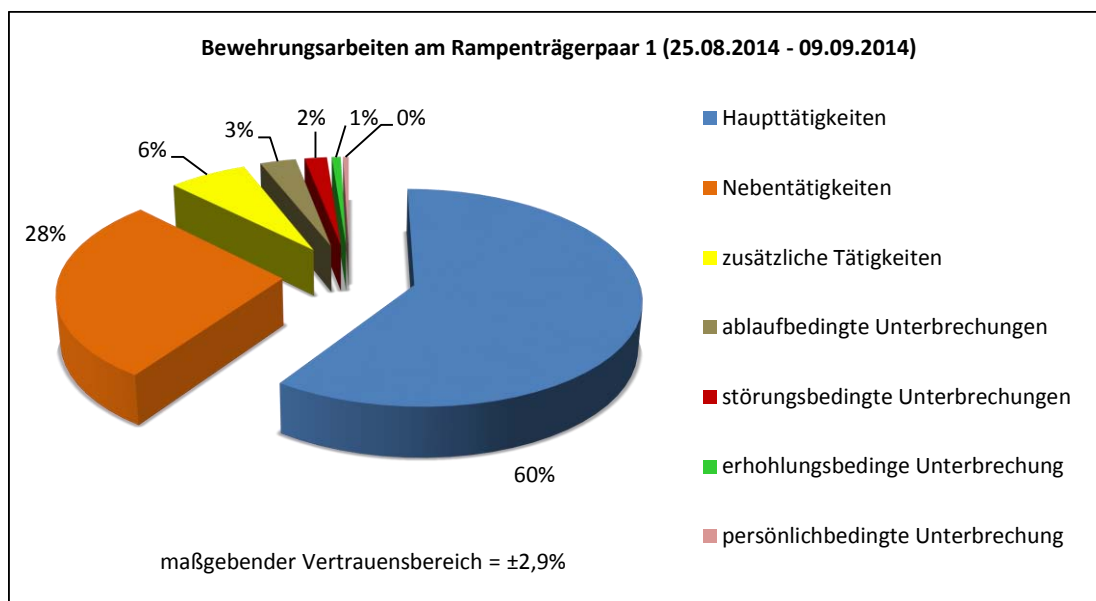


Abbildung 5-73: Tätigkeitsverteilung - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Bei den Bewehrungsarbeiten ist der Anteil der Haupttätigkeiten deutlich höher als bei den Schalarbeiten. Die Bewehrungsarbeiter müssen im Gegensatz zu den Schalarbeitern kaum Vorarbeiten leisten, um mit ihrer Haupttätigkeit, dem Bewehren der Rampenträger, beginnen zu können. Da nach der Bewehrungsabnahme Korrekturen und zum Teil der Neueinbau von Bewehrungsseisen angeordnet werden, ist der Anteil der zusätzlichen Tätigkeiten mit 6 % vergleichsweise hoch.

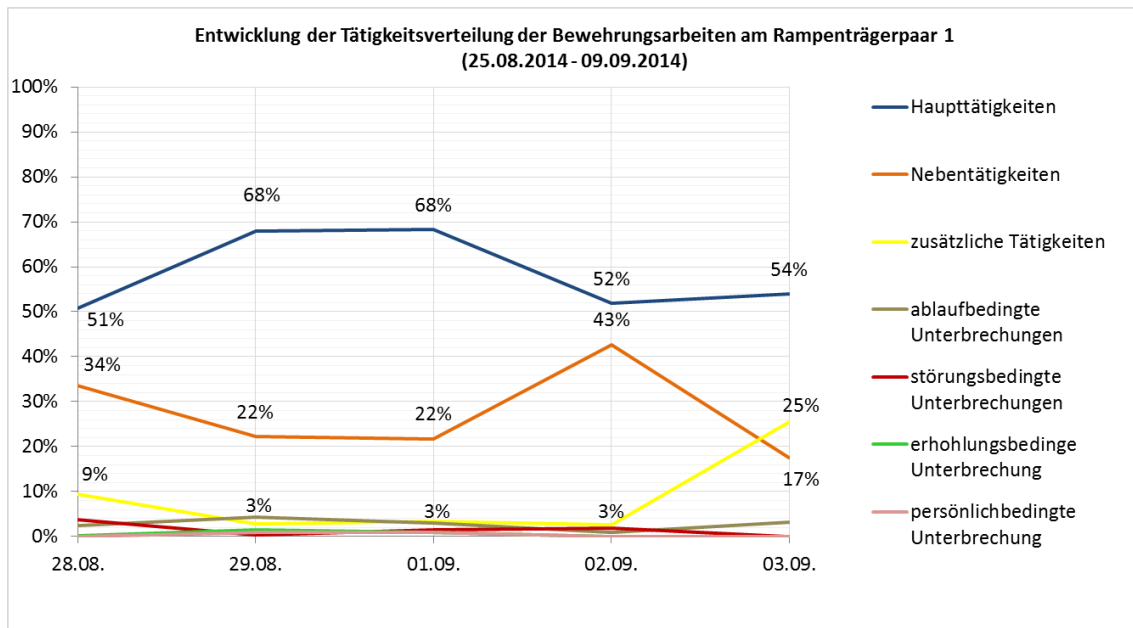


Abbildung 5-74: Entwicklung der Tätigkeitsverteilung der Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Die Entwicklung der Tätigkeitsverteilung zeigt einen durchgehend sehr hohen Anteil an Haupttätigkeiten. Am 02.09.2014 steigt der Anteil der Nebentätigkeiten an, da an diesem Tag die Abstandshalter befestigt wurden und diese Arbeiten den Nebentätigkeiten zugeordnet werden. Am 03.09.2014 ist ein starker Anstieg der zusätzlichen Tätigkeiten zu verzeichnen, da nach der Bewehrungsabnahme die Korrektur und der Neueinbau einiger Bewehrungsseisen angeordnet wurden.

BEWEHRUNGSARBEITEN			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)						
Haupttätigkeiten	Einbau/Befestigung von Bügelbewehrung (geschlossene, offene)	H1	179	59,6	16,6	2,2
	Einbau/Befestigung der Hauptbewehrung	H2	121		11,2	1,9
	Einbau/Befestigung der konstruktiven Längsbewehrung	H3	72		6,7	1,5
	Einbau/Befestigung der Anschlussbewehrung (offene Bügel)	H4	147		13,7	2,1
	Einschieben der Hauptbewehrung	H5	92		8,6	1,7
	Einschieben der konstruktiven Längsbewehrung	H6	30		2,8	1,0

Abbildung 5-75: Haupttätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Da der Einbau, die Befestigung und das Einschieben sämtlicher Bewehrung den Haupttätigkeiten zugeordnet werden und wesentlich weniger Nebentätigkeiten auftreten, ist der Anteil der Haupttätigkeiten sehr hoch.

BEWEHRUNGSARBEITEN			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich $f_i$
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)						
Nebentätigkeiten	Anzeichnen und Messen von Maßen (Schlagschnur, Wasserwaage etc.)	N1	9	27,9	0,8	0,5
	Kontrolle und Nachmessen (Stababstände, Lotrecht, Abstandshalter etc.)	N2	15		1,4	0,7
	Auflegen der unteren Abstandshalter	N3	8		0,7	0,5
	Befestigung der seitlichen Abstandshalter	N4	35		3,3	1,1
	Umbiegen von Bewehrungsseisen	N5	2		0,2	0,3
	Abschneiden/Kürzen der Bewehrungsseisen	N6	9		0,8	0,5
	Transport der Bewehrung vom Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N7	3		0,3	0,3
	Transport der Bewehrung zur Einbaustelle ohne Kran	N8	36		3,3	1,1
	Transport von sonstigem Material von Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N9	13		1,2	0,7
	Transport von sonstigem Material von Lagerplatz zur Einbaustelle ohne Kran	N10	7		0,7	0,5
	Befestigung Montageeisen	N11	32		3,0	1,0
	Entfernung von Montageeisen	N12	16		1,5	0,7
	Sortieren der Bewehrung	N13	33		3,1	1,0
	Befestigung von Hilfsbrettern zum Einrichten der Anschlussbewehrung	N14	7		0,7	0,5
	Zusammenräumen der Baustelle	N15	1		0,1	0,2
	Planstudium	N16	24		2,2	0,9
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N17	33		3,1	1,0
	Holen/Wegräumen von Werkzeug und sonst. Hilfsmaterial (z.B.: Krangurte)	N18	13		1,2	0,7
	Lösen von Bewehrungsbündeln	N19	4		0,4	0,4

Abbildung 5-76: Nebentätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Die häufigsten Nebentätigkeiten bei den Bewehrungsarbeiten sind die Befestigung der seitlichen Abstandshalter (N4) und der Transport der Bewehrung zur Baustelle ohne Kran (N8). Die hohen Anteile der Tätigkeiten Sortieren der Bewehrung (N13) und Besprechung mit Kollegen, Polier etc. bezüglich des weiteren Vorgehens (N17) sind auf die Komplexität des Bauteils und einen hohen Bewehrungsgrad zurückzuführen.

BEWEHRUNGSARBEITEN			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich $f_i$
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)						
zusätzliche Tätigkeiten	Transport der Bewehrung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z1	30	6,5	2,8	1,0
	Transport der Bewehrung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerpl. ohne Kran	Z2	0		0,0	0,0
	Transport sonst. Material vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z3	1		0,1	0,2
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z4	1		0,1	0,2
	Korrektur fehlerhaft angezeichneter Maße	Z5	0		0,0	0,0
	Entfernung falsch eingebauten Materials	Z6	25		2,3	0,9
	Einbringen verklemmter Bewehrungsseisen mit Hammer/Kanholz/sonst.	Z7	13		1,2	0,7

Abbildung 5-77: Zusätzliche Tätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Die zusätzlichen Tätigkeiten setzen sich vorwiegend aus Transporten der Bewehrung zu Zwischenlagerplätzen mit dem Kran (Z2) und die Entfernung bzw. die Korrektur falsch eingebauten Material (Z6) zusammen.

BEWEHRUNGSARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>		
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)							
Unterbrechungen	ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	5	3,0	0,5	0,4
		Warten auf Kran	aU2	3		0,3	0,3
		Warten aus technologischen Gründen	aU3	0		0,0	0,0
		Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Einbau der Aussparungen)	aU4	0		0,0	0,0
		Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	2		0,2	0,3
		Weg auf der Baustelle ohne Transport von Material	aU6	19		1,8	0,8
		Abnahme der Bewehrung durch ÖBA	aU7	3		0,3	0,3
	störungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	0	1,9	0,0	0,0
		Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0		0,0	0,0
		Warten auf Material (z.B.: keine Bewehrung auf Baustelle)	sU3	0		0,0	0,0
		Warten auf Anweisungen	sU4	0		0,0	0,0
		Werkzeug suchen	sU5	2		0,2	0,3
		Werkzeug reparieren	sU6	0		0,0	0,0
		Material suchen	sU7	6		0,6	0,4
		fehlerhafte Pläne / Pläne nicht vorhanden	sU8	12		1,1	0,6
	erholung. Unterbr.	Trinken	eU1	2	0,7	0,2	0,3
		Essen	eU2	0		0,0	0,0
		Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	5		0,5	0,4
		sonstige Pause	eU4	1		0,1	0,2
	persönl. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	4	0,5	0,4	0,4
Privatgespräch mit Kollegen		pU2	0	0,0		0,0	
Rauchen		pU3	1	0,1		0,2	
Telefongespräch		pU4	0	0,0		0,0	

Abbildung 5-78: Unterbrechungen - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Der Anteil der Unterbrechungen ist bei den Bewehrungsarbeiten äußerst gering. Dies ist zum einen mit dem Akkordlohnmodell, aber auch von der überwiegenden Kranunabhängigkeit der Tätigkeiten zu begründen.

BEWEHRUNGSARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)					
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	55	Summe der Stichproben ohne X: 1076	
	nicht sichtbar	X2	0		
	selbst nicht anwesend	X3	0		

Abbildung 5-79: Nicht erfassbare Stichproben - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1

In Summe wurden bei den Bewehrungsarbeiten 1.076 Stichproben erfasst. Dies entspricht umgerechnet 53,8 Lohnstunden, die für die Herstellung des beobachteten Bauteils aufgewendet wurden.

### Betonierarbeiten:

Da die Betonierarbeiten nur ein bis zwei Stunden dauern ist der Anteil der erholungsbedingten Unterbrechung sehr gering, jedoch wirken sich Verzögerungen wesentlich stärker auf die Verteilung der Stichproben aus als bei den Schal- oder Bewehrungsarbeiten. Es wurde mit dem Krankübel betoniert, wobei eine Arbeitskraft permanent den Krankübel bediente. Bei der Datenerhebung war eine sehr exakte Stichprobenerfassung äußerst wichtig, da innerhalb weniger Augenblicke der Übergang zwischen gewissen Tätigkeiten, wie zum Beispiel Warten auf Kran und Einrichten des Betonerschlauchs, stattgefunden haben.

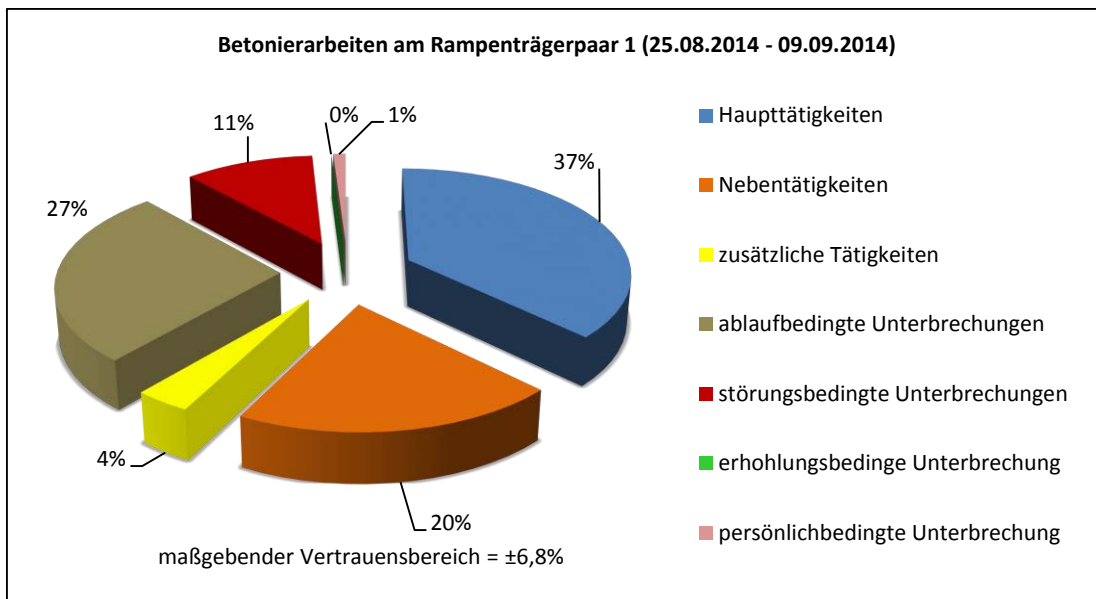


Abbildung 5-80: Tätigkeitsverteilung - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Neben einem hohen Anteil an Haupttätigkeiten wurden auch viele Stichproben bei den ablaufbedingten Unterbrechungen verzeichnet. Dies ist darauf zurückzuführen, dass einige Arbeitskräfte keine Tätigkeiten durchführen können während sie auf den Transport des Betons mit dem Krankübel warten. Das muss jedoch nicht automatisch bedeuten, dass eine nicht optimale Gruppengröße vorliegt, da während dem Betonvorgang ausreichend Arbeitskräfte vorhanden sein müssen, um den Beton fachgerecht einbringen, verdichten und abziehen zu können.

BETONIERARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich $f_i$	
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)						
Haupttätigkeiten	Bedienung des Krankübels zum Einfüllen des Betons	H1	13	37,2	6,6	3,5
	Einrichten des Betonerschlauchs	H2	13		6,6	3,5
	Verdichten mittels Flaschenrüttler	H3	16		8,2	3,8
	Verteilung des Frischbetons mittels Kelle/Holz Brett	H4	10		5,1	3,1
	Abziehen der Betonoberfläche mit Kelle/Reibbrett/sonst. Material	H5	16		8,2	3,8
	Händisches Einbringen des Betons mit einem Eimer	H6	1		0,5	1,0
	Verdichten durch seitliches Klopfen mit dem Hammer auf Schalung	H7	4		2,0	2,0

Abbildung 5-81: Haupttätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Da das Verdichten mittels Flaschenrüttler (H3) von einer Arbeitskraft annähernd während des gesamten Betonvorganges durchgeführt wurde, ist diese Haupttätigkeit mit einer hohen Anzahl an Stichproben aufgetreten.

BETONIERARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)					
Nebentätigkeiten	Einweisung des Kranfahrers/Mischwagenfahrers	N1	2	1,0	1,4
	Einfüllen des Transportbetons in Krankübel	N2	3	1,5	1,7
	Nachjustieren der Abspreizungen (Elementstützen) nach dem Verdichten	N3	4	2,0	2,0
	Nachbehandlung des Frischbetons (z.B.: Verdunstungsschutz)	N4	0	0,0	0,0
	Reinigung des Krankübels	N5	2	1,0	1,4
	Entfernung von Distanzhölzern zwischen Schalelementen	N6	0	0,0	0,0
	Transport des Betons mit dem Krankübel	N7	12	6,1	3,4
	Transport des Betons ohne Kran	N8	0	0,0	0,0
	Transport von sonstigem Material von Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N9	0	0,0	0,0
	Transport von sonstigem Material vom Lagerplatz zur Einbaustelle ohne Kran	N10	1	0,5	1,0
	Planstudium	N11	0	0,0	0,0
	Zusammenräumen der Baustelle	N12	7	3,6	2,6
	Holen von Werkzeug	N13	8	4,1	2,8
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N14	1	0,5	1,0

Abbildung 5-82: Nebentätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Jene Arbeitskraft, die den Krankübel bediente (H1) wurde während des Transportvorgangs der Nebentätigkeit Transport des Betons mit dem Krankübel (N7) zugeordnet.



Abbildung 5-83: Arbeitskraft beim Transport des Betons mit dem Krankübel (N7)

BETONIERARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)					
zusätzliche Tätigkeiten	Reinigung der Außenseite der Schalung von Frischbeton	Z1	1	0,5	1,0
	Abschrämmen falsch eingebrachten Betons (zu hoch betoniert)	Z2	0	0,0	0,0
	Aussbessern von Fehlern in der Betonoberfläche (z.B.: Kiesnester)	Z3	4	2,0	2,0
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z4	0	0,0	0,0
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z5	0	0,0	0,0
	Wegbiegen von Bewehrungsseisen damit Flaschenrüttler nicht verklemt	Z6	1	0,5	1,0
	Entfernung zu hoch eingebrachten Frischbetons	Z7	1	0,5	1,0

Abbildung 5-84: Zusätzliche Tätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Bei den Betonierarbeiten sind kaum zusätzliche Tätigkeiten aufgetreten. Lediglich beim Ausschalen wurden kleine Fehler in der Betonoberfläche (Z3) ausgebessert.

BETONIERARBEITEN			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)							
Unterbrechungen	ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	1	27,0	0,5	1,0
		Warten auf Kran	aU2	20		10,2	4,2
		Warten aus technologischen Gründen (z.B.: Abziehen der Betonoberfläche)	aU3	0		0,0	0,0
		Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Einbau der Schalung)	aU4	0		0,0	0,0
		Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	27		13,8	4,8
		Weg zur Arbeitsstelle (auf der Baustelle)	aU6	5		2,6	2,2
	störuungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	0	10,7	0,0	0,0
		Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0		0,0	0,0
		Warten auf Material (z.B.: kein Transportbeton auf Baustelle)	sU3	21		10,7	4,3
		Warten auf Anweisungen	sU4	0		0,0	0,0
		Werkzeug suchen	sU5	0		0,0	0,0
		Werkzeug reparieren	sU6	0		0,0	0,0
		Material suchen	sU7	0		0,0	0,0
		fehlerhafte Pläne	sU8	0		0,0	0,0
	erholung. Unterbr.	Trinken	eU1	0	0,0	0,0	0,0
		Essen	eU2	0		0,0	0,0
		Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	0		0,0	0,0
		sonstige Pause	eU4	0		0,0	0,0
	persönl. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	0	1,0	0,0	0,0
		Privatgespräch mit Kollegen	pU2	2		1,0	1,4
Rauchen		pU3	0	0,0		0,0	
Telefongespräch		pU4	0	0,0		0,0	

Abbildung 5-85: Unterbrechungen - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Während des Transportes des Betons mit dem Krankübel konnte jene Arbeitskraft, die den Betonierschlauch einrichtet, keine Arbeiten durchführen und wartete somit auf den Kran (aU2). Da am Beginn der Betonierarbeiten maximal drei Arbeiter Tätigkeiten durchführen konnten und die restlichen Arbeiter warten mussten bis ausreichend Beton eingebracht war um die Betonoberfläche abziehen zu können, wurden sie während diesem Zeitraum der ablaufbedingten Unterbrechung Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle Arbeitskräfte beschäftigt sind (aU5), zugeordnet. Da kurz vor dem Ende der Betonierarbeiten noch auf den Transportbeton gewartet werden musste, sind 21 Stichproben bei Warten auf Material (su3) aufgetreten.

BETONIERARBEITEN			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014-09.09.2014)						
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	14	Summe der Stichproben ohne X:	196	
	nicht sichtbar	X2	0			
	selbst nicht anwesend	X3	0			

Abbildung 5-86: Nicht erfassbare Stichproben - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1

In Summe wurden bei den Betonierarbeiten 196 Stichproben erfasst. Dies entspricht umgerechnet 9,8 Lohnstunden, die für die Herstellung des beobachteten Bauteils aufgewendet wurden.

## Stahlbetonarbeiten:

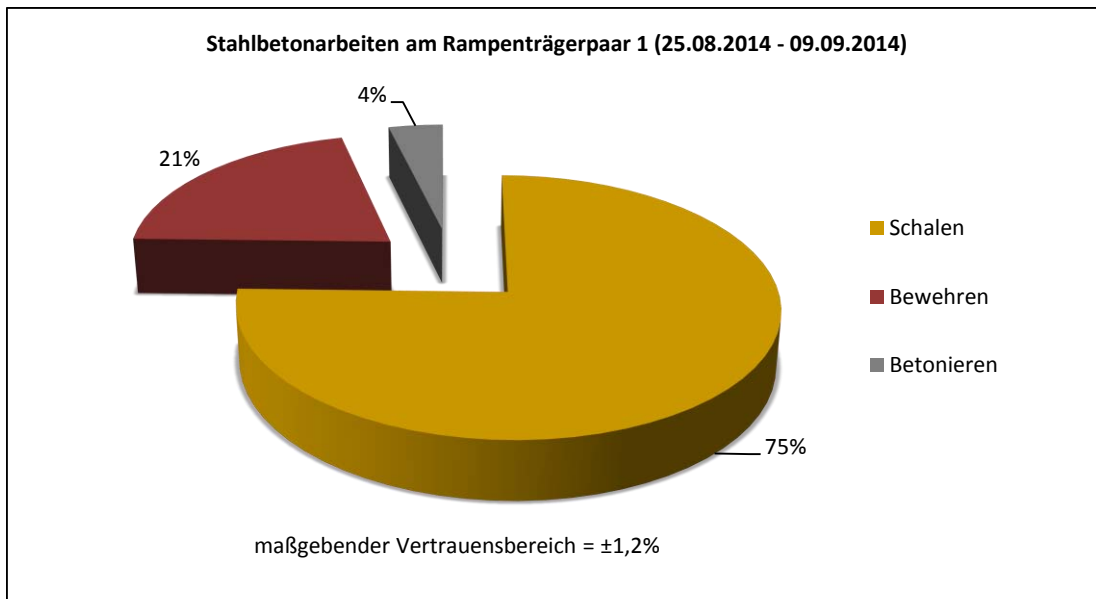


Abbildung 5-87: Verteilung der Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 1

In Abbildung 5-87 wird die Verteilung der Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten dargestellt und veranschaulicht den großen Anteil der Schalarbeiten von 75 %.

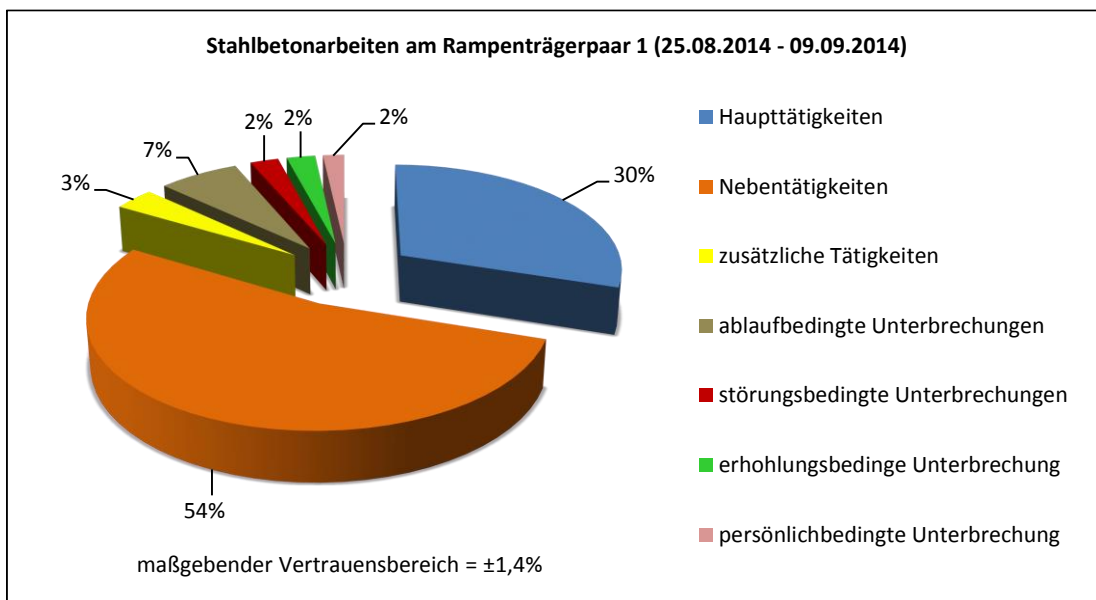


Abbildung 5-88: Tätigkeitsverteilung - Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Die Schalarbeiten haben somit entscheidenden Einfluss auf die Tätigkeitsverteilung der Stahlbetonarbeiten. Der Anteil von 54 % der Nebentätigkeiten ist auf die Schalarbeiten und den zeitintensiven Aufbau der Arbeitsbühne zurückzuführen.



### 5.6.3 Anzahl der Lohnstunden

Nachfolgend sind die Lohnstunden, die von den verschiedenen Arbeitern bei der Herstellung des Rampenträgerpaar 1 geleistet wurden, dargestellt.

#### Schalarbeiten:

Bei den Schalarbeiten sind Arbeiter A bis D Arbeitskräfte des Schalungstrupps und Arbeiter X der Polier oder der Anleger, der Tätigkeiten, wie das Einmessen von Maßen mittels Nivelliergerät, durchgeführt hat.

Einschalen am Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)								
Datum:	25.08.	26.08.	27.08.	28.08.	02.09.	03.09.	04.09.	Summe
Arbeiter A	6,2 Std	8,6 Std	8,8 Std	5,4 Std	2,5 Std	9,5 Std	6,0 Std	46,9 Std
Arbeiter B	0,0 Std	0,0 Std	0,0 Std	0,0 Std	3,9 Std	9,4 Std	5,8 Std	19,1 Std
Arbeiter C	5,6 Std	9,2 Std	9,5 Std	5,2 Std	3,9 Std	9,3 Std	5,8 Std	48,4 Std
Arbeiter D	5,5 Std	8,3 Std	9,5 Std	5,1 Std	0,0 Std	0,0 Std	0,0 Std	28,3 Std
Arbeiter X	0,0 Std	0,0 Std	1,4 Std	0,8 Std	0,0 Std	0,0 Std	0,0 Std	2,2 Std
$\Sigma$ Lohnstd.	17,2 Std	26,0 Std	29,2 Std	16,5 Std	10,3 Std	28,2 Std	17,6 Std	<b>144,9 Std</b>

Abbildung 5-89: Lohnstunden beim Einschalen am Rampenträgerpaar 1

Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)				
Datum:	08.09.	09.09.	++09.	Summe
Arbeiter A	8,8 Std	4,7 Std	0,0 Std	13,5 Std
Arbeiter B	9,0 Std	6,0 Std	3,0 Std	17,9 Std
Arbeiter C	9,3 Std	5,2 Std	4,0 Std	18,4 Std
Arbeiter D	0,0 Std	0,0 Std	0,0 Std	0,0 Std
Arbeiter X	0,3 Std	0,0 Std	0,0 Std	0,3 Std
$\Sigma$ Lohnstd.	27,3 Std	15,8 Std	7,0 Std	<b>50,0 Std</b>

Abbildung 5-90: Lohnstunden beim Ausschalen am Rampenträgerpaar 1

Schararbeiten am Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)			
	Einschalen	Ausschalen	Summe
Arbeiter A	46,9 Std	13,5 Std	60,4 Std
Arbeiter B	19,1 Std	17,9 Std	37,0 Std
Arbeiter C	48,4 Std	18,4 Std	66,8 Std
Arbeiter D	28,3 Std	0,0 Std	28,3 Std
Arbeiter X	2,2 Std	0,3 Std	2,5 Std
$\Sigma$ Lohnstd.	144,9 Std	50,0 Std	<b>194,9 Std</b>

Abbildung 5-91: Lohnstunden bei den Schararbeiten am Rampenträgerpaar 1

Die Lohnstunden bei den Schararbeiten am Rampenträgerpaar 1 veranschaulichen, dass das Einschalen wesentlich zeitaufwändiger ist als das Ausschalen. Dies ist auf den aufwändigen Aufbau der Arbeitsbühne, auf den hohen Anteil von Anzeichen und Messen von Maßen und die zeitintensive Herstellung der Schalung zurückzuführen.

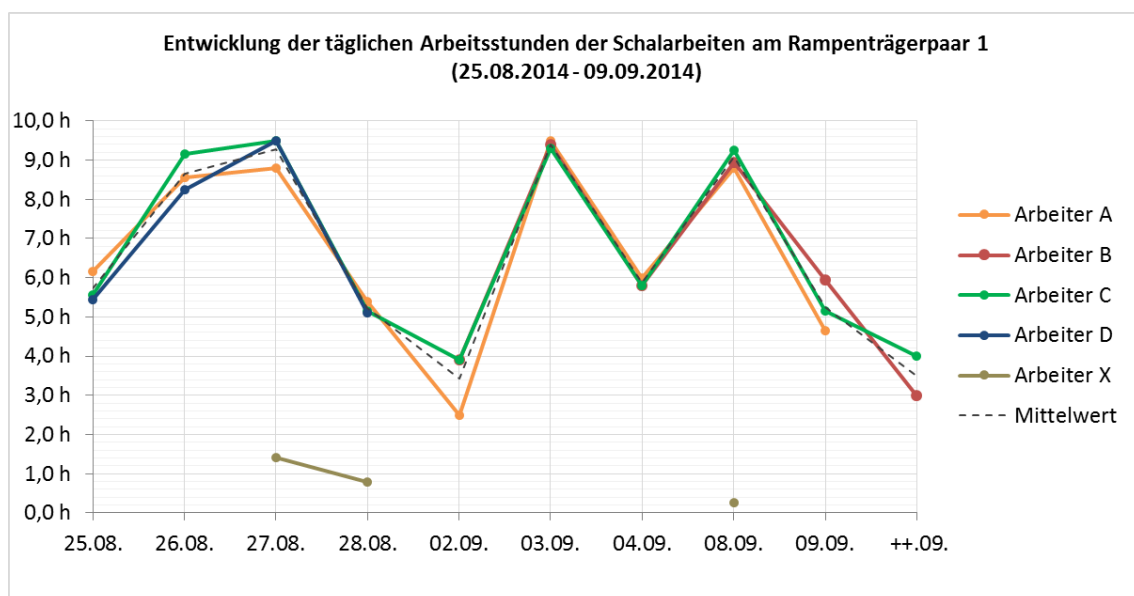


Abbildung 5-92: Entwicklung der täglichen Arbeitsstunden jedes Arbeiters der Schararbeiten am Rampenträgerpaar 1

Abbildung 5-92 zeigt, dass während der Schararbeiten in der Regel der Schalungstrupp aus drei Personen bestanden hat, die permanent als Gruppe am Rampenträgerpaar tätig waren. Am 27.08.2014 und 28.08.2014 war der Polier als zusätzliche Arbeitskraft beim Einmessen von Maßen mittels Nivelliergerät tätig und am 08.09.2014 kurzzeitig beim Kontrollieren und Nachmessen bevor er die Freigabe für das Schließen der Schalung erteilte.

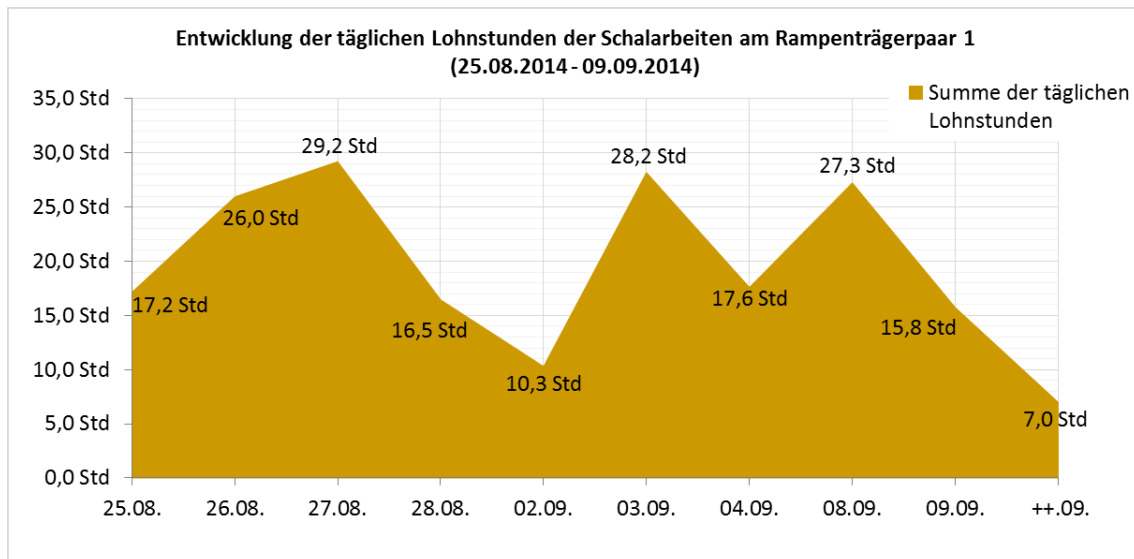


Abbildung 5-93: Entwicklung der täglichen Lohnstunden der Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Die Entwicklung der täglichen Lohnstunden der Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1 zeigt jene Tage, an denen intensiv am Rampenträgerpaar gearbeitet wurde. Am 25.08.2014 wurden zum Teil noch Tätigkeiten bei einem anderen Rampenträgerpaar durchgeführt, welches nicht bei der Datenerhebung erfasst wurde. Am 26.08.2014 und 27.08.2014 wurde sehr intensiv am Rampenträgerpaar 1 gearbeitet, sodass das Einschalen der ersten Seite beider Rampenträger am 28.08.2014 abgeschlossen werden konnte. Aufgrund sehr schlechter Witterungsbedingungen mussten die Arbeiten am 02.09.2014 wiederholt unterbrochen werden. Am 04.09.2014 war das Einschalen zu Mittag abgeschlossen und am Nachmittag erfolgten die Betonierarbeiten. Mit dem Abbau der Arbeitsbühne wurden die Schalarbeiten am 09.09.2014 zum Großteil abgeschlossen. Der Abbau von Unterstellungen und die Entfernung von Aussparungselementen wurde erst einige Wochen später durchgeführt und zu einem fiktiven Tag ++.09.2014 zusammengefasst.

### Bewehrungsarbeiten:

Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)						
Datum:	28.08.	29.08.	01.09.	02.09.	03.09.	Summe
Arbeiter A	6,7 Std	3,7 Std	1,1 Std	0,0 Std	0,6 Std	12,1 Std
Arbeiter B	5,7 Std	2,1 Std	2,9 Std	2,8 Std	0,0 Std	13,4 Std
Arbeiter C	6,3 Std	7,0 Std	2,0 Std	0,0 Std	1,3 Std	16,5 Std
Arbeiter D	0,0 Std	3,7 Std	4,2 Std	2,8 Std	1,3 Std	11,9 Std
∑ Lohnstd.	18,7 Std	16,4 Std	10,1 Std	5,5 Std	3,2 Std	<b>53,8 Std</b>

Abbildung 5-94: Lohnstunden bei den Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1

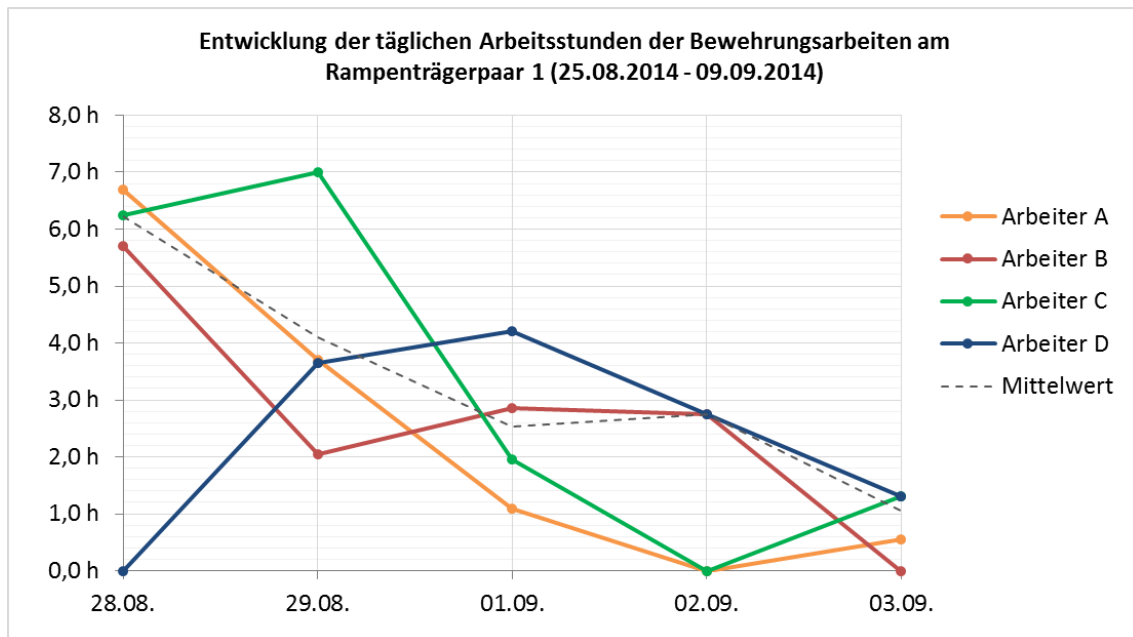


Abbildung 5-95: Entwicklung der täglichen Arbeitsstunden jedes Arbeiters der Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Im Vergleich zu den Schalarbeiten zeigt sich, dass die Bewehrungsarbeiter nicht permanent am Rampenträgerpaar arbeiteten, sondern ihre Tätigkeiten unterbrochen haben, um Aufgaben bei anderen Bauteilen durchzuführen. Teilweise war nur eine Person am beobachteten Bauteil tätig oder die Bewehrungsarbeiter haben sich bei den Arbeiten abgelöst.

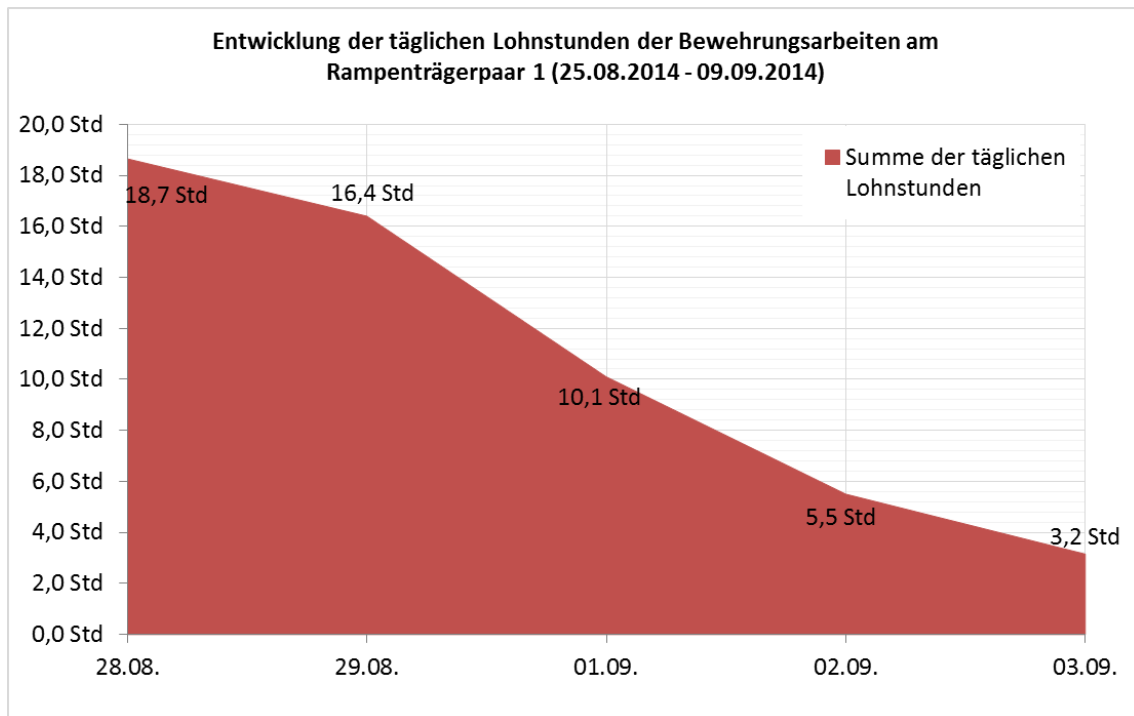


Abbildung 5-96: Entwicklung der täglichen Lohnstunden der Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Auch bei den täglichen Lohnstunden der Bewehrungsarbeiten werden die schlechten Witterungsbedingungen ersichtlich. Bei besseren Verhältnissen wäre der Abschluss der Bewehrungsarbeiten am 01.09.2014 möglich gewesen.

#### Betonierarbeiten:

<b>Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)</b>			
Datum:	04.09.	08.09.	Summe
Arbeiter A	1,7 Std	0,2 Std	1,9 Std
Arbeiter B	2,1 Std	0,1 Std	2,1 Std
Arbeiter C	2,1 Std	0,0 Std	2,1 Std
Arbeiter D	1,7 Std	0,0 Std	1,7 Std
Arbeiter E	1,2 Std	0,0 Std	1,2 Std
Arbeiter F	1,0 Std	0,0 Std	1,0 Std
<b>Σ Lohnstd.</b>	<b>9,6 Std</b>	<b>0,2 Std</b>	<b>9,8 Std</b>

Abbildung 5-97: Lohnstunden bei den Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Anhand der tabellarischen Darstellung der Lohnstunden je Arbeiter wird ersichtlich, dass das Betonieren beim Rampenträgerpaar 1 ca. zwei Stunden gedauert hat. Da dies innerhalb eines Tages erfolgte, wurde die Entwicklung der täglichen Lohnstunden wie bei den Schal- und Bewehrungsarbeiten hier nicht dargestellt.

## Stahlbetonarbeiten:

Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)				
	Schalen	Bewehren	Betonieren	Summe
Arbeiter A	60,4 Std		1,9 Std	62,2 Std
Arbeiter B	37,0 Std		2,1 Std	39,1 Std
Arbeiter C	66,8 Std		2,1 Std	68,8 Std
Arbeiter D	28,3 Std		1,7 Std	30,0 Std
Arbeiter X	2,5 Std			2,5 Std
Arbeiter E			1,2 Std	1,2 Std
Arbeiter F			1,0 Std	1,0 Std
Arbeiter A´		12,1 Std		12,1 Std
Arbeiter B´		13,4 Std		13,4 Std
Arbeiter C´		16,5 Std		16,5 Std
Arbeiter D´		11,9 Std		11,9 Std
$\Sigma$ Lohnstd.	194,9 Std	53,8 Std	9,8 Std	<b>258,5 Std</b>

Abbildung 5-98: Lohnstunden bei den Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Die Darstellung der Lohnstunden bei den Stahlbetonarbeiten veranschaulicht den großen zeitlichen Anteil der Schalarbeiten.

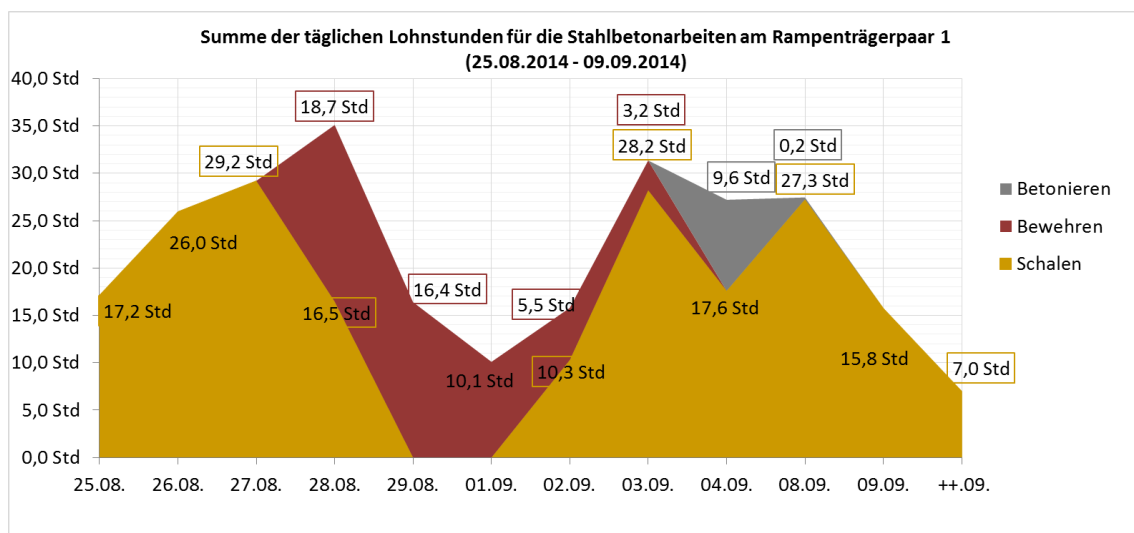


Abbildung 5-99: Entwicklung der Summe der täglichen Lohnstunden der Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 1

Die Entwicklung der Summe der täglichen Lohnstunden der Stahlbetonarbeiten veranschaulicht jene Tage, an denen sehr intensiv am Rampenträgerpaar gearbeitet wurde. Des Weiteren wird auch ersichtlich, dass am 01.09.2014 und 02.09.2014 aufgrund der schlechten Witterungsbedingungen kaum Tätigkeiten am Rampenträgerpaar durchgeführt werden konnten.

#### 5.6.4 Hergestellte Bezugsmengen

Neben den geleisteten Lohnstunden sind die hergestellten Bezugsmengen wichtige Daten für die Ermittlung der Aufwandswerte.

Es wurde neben der eingeschalteten Betonfläche auch die Bruttoschalfläche ermittelt. Aufgrund der Sprünge im Aufriss und der geneigten Betonoberflächen ist diese Bruttoschalfläche wesentlich größer als die tatsächlich eingeschaltete Betonfläche, die zur Ermittlung des Aufwandswertes herangezogen wurde.

Um die einzelnen Rampenträger und die Arbeitsbühne einer getrennten Auswertung zu unterziehen, wurde neben der Schalfläche, der Bewehrungsmenge und der Festbetonkubatur auch die projizierte Grundfläche der Arbeitsbühne ermittelt, die vor Ort auf der Baustelle aufgemessen wurde.

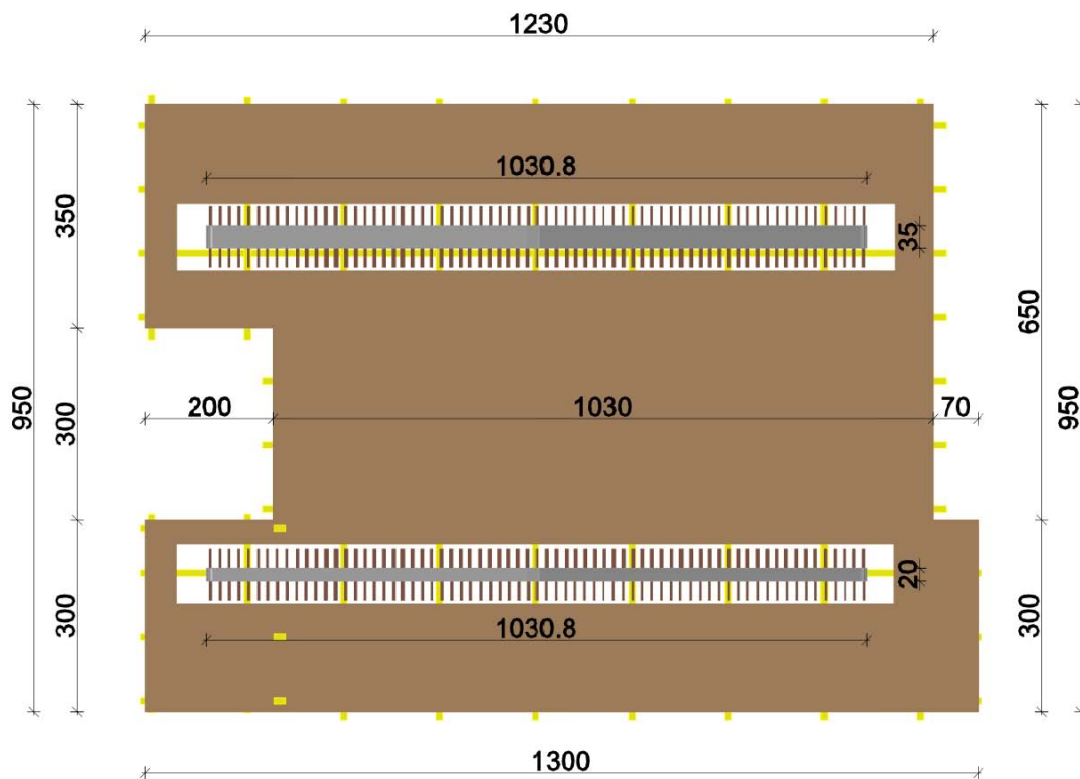


Abbildung 5-100: Grundriss der Arbeitsbühne

Die Fläche der Arbeitsbühne beträgt ca. 113,0 m<sup>2</sup>.

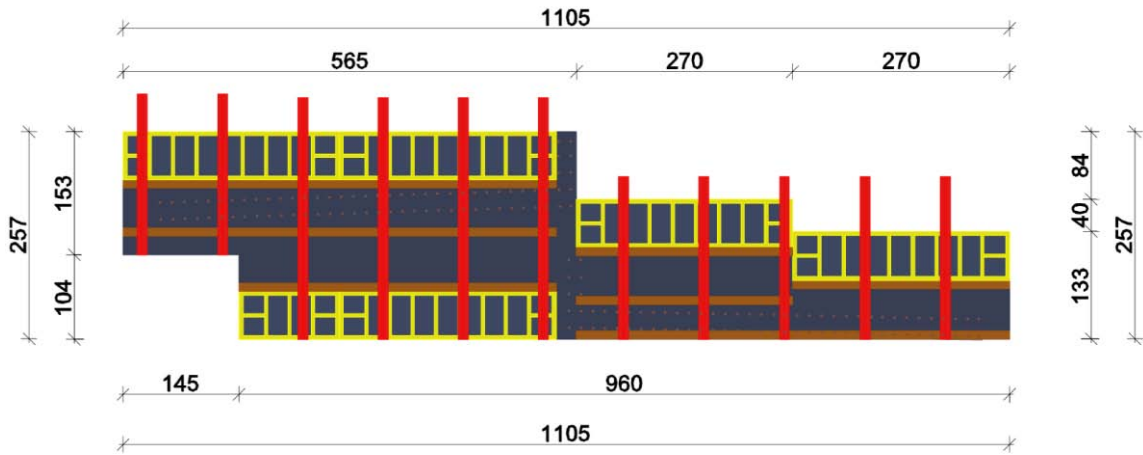


Abbildung 5-101: Ansicht - Bruttoschalfläche des freitragenden Rampenträgers

Die Bruttoschalfläche des freitragenden Rampenträgers beträgt ca. 45,5 m<sup>2</sup>.

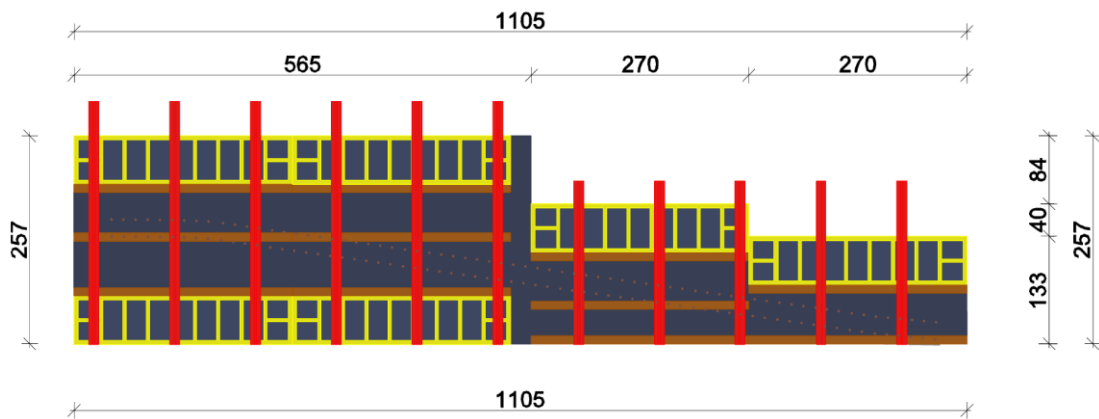


Abbildung 5-102: Ansicht - Bruttoschalfläche des auf Stützen gelagerten Rampenträgers

Die Bruttoschalfläche des auf Stützen gelagerten Rampenträgers beträgt ca. 50,8 m<sup>2</sup>.

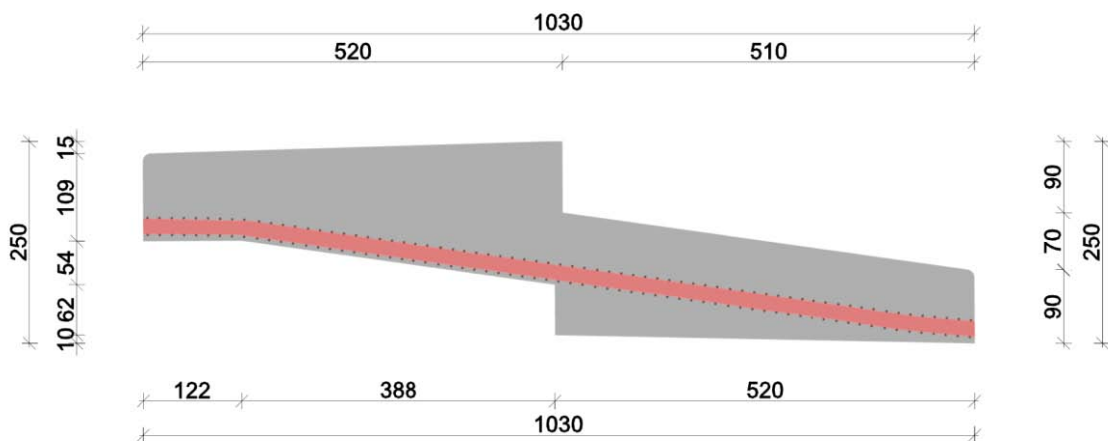


Abbildung 5-103: Ansicht - Betonfläche eines Rampenträgers



Die geschalte Betonfläche beträgt beim freitragenden Rampenträger 29,43 m<sup>2</sup>, beim Rampenträger auf Stützen 31,22 m<sup>2</sup> und ergibt in Summe eine Schalfläche von 60,65 m<sup>2</sup> für das Rampenträgerpaar.

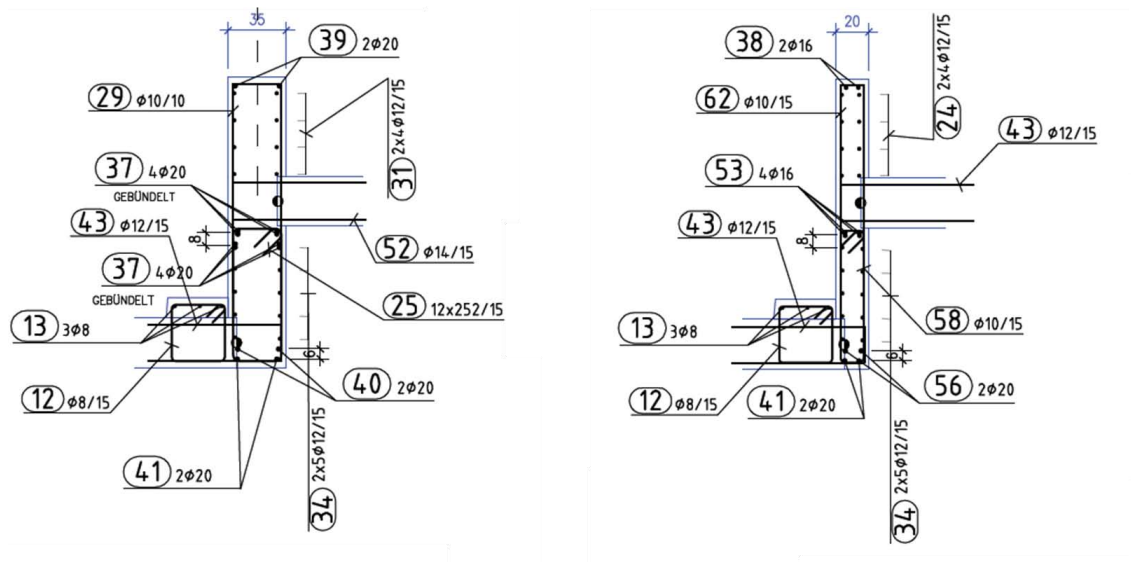


Abbildung 5-104: Auszug aus dem Bewehrungsplan von Rampenträgerpaar 1<sup>24</sup>

ZUSAMMENSTELLUNG DER BIEGELISTE			
Ø [mm]	lg [m]	Gewicht pro m' [kg/m']	Gewicht [kg]
B550 B			
10	439.06	0.62	270.90
12	1045.54	0.89	928.44
14	141.15	1.21	170.79
16	111.70	1.58	176.49
20	242.65	2.47	599.35
Gesamtgewicht [kg]			2145.97

Abbildung 5-105: Biegeliste bei Rampenträgerpaar 1<sup>25</sup>

Die Bewehrungsmenge für das Rampenträgerpaar wurde aus dem Bewehrungsplan, der aus 41 Positionen bestand, ermittelt und beträgt 2,15 to. Im Zuge der Auswertung dieser Pläne erfolgte eine Zuordnung der Bewehrung zum jeweiligen Rampenträger. Es wurden beim freitragenden Rampenträger eine Bewehrungsmenge von 0,83 to und beim Rampenträger auf Stützen 1,32 to eingebaut.

Die Betonkubatur des Rampenträgerpaares beträgt in Summe 7,33 m<sup>3</sup>, wobei 2,66 m<sup>3</sup> dem freitragenden und 4,66 m<sup>3</sup> dem auf Stützen gelagerten Rampenträger zugeordnet werden.

<sup>24</sup> Rampenträgerpaar 1 – Bewehrungsplan (Potyka & Partner ZT GmbH): PDSP-AF-01KI-08-0157-F01

<sup>25</sup> Rampenträgerpaar 1 – Bewehrungsplan (Potyka & Partner ZT GmbH): PDSP-AF-01KI-08-0157-F01

Aus diesen Bezugsmengen kann der Schalungs- und Bewehrungsgrad beider Rampenträger ermittelt werden. Beim freitragenden Rampenträger ergeben sich der Schalungsgrad mit  $11,0 \text{ m}^2/\text{m}^3$  und der Bewehrungsgrad mit  $0,313 \text{ to}/\text{m}^3$ . Beim auf Stützen gelagerten Rampenträger betragen der Schalungsgrad  $6,7 \text{ m}^2/\text{m}^3$  und der Bewehrungsgrad  $0,282 \text{ to}/\text{m}^3$ .

### 5.6.5 Aufwandswerte

Aus der Division der Anzahl der Lohnstunden durch die hergestellten Bezugsmengen lassen sich die Aufwandswerte ermitteln. Im Zuge dieser Arbeit wurden die Aufwandswerte für die Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten sowie ein Gesamtaufwandswert für die Stahlbetonarbeiten beim Rampenträgerpaar ermittelt.

#### Schalarbeiten:

Der Aufwandswert für die Schalarbeiten beinhaltet den Auf- und Abbau der Arbeitsbühne sowie das Ein- und Ausschalen des Rampenträgerpaares und wird auf die geschalte Betonfläche bezogen.

$$AW_S = \frac{194,9 \text{ Std}}{60,65 \text{ m}^2} = 3,21 \text{ Std}/\text{m}^2$$

Abbildung 5-106: Aufwandswert der Schalarbeiten bei Rampenträgerpaar 1

#### Bewehrungsarbeiten:

Der Aufwandswert für die Bewehrungsarbeiten beinhaltet sämtliche Arbeiten, die von den Bewehrern durchgeführt werden und dem beobachteten Rampenträgerpaar zuzuordnen sind. Die Summe dieser Lohnstunden wird auf die Summe der eingebauten Bewehrungsmenge des Rampenträgerpaares bezogen.

$$AW_{BW} = \frac{53,8 \text{ Std}}{2,15 \text{ to}} = 25,02 \text{ Std}/\text{to}$$

Abbildung 5-107: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten bei Rampenträgerpaar 1

#### Betonierarbeiten:

Der Aufwandswert für die Betonierarbeiten beinhaltet sämtliche Arbeiten, die im Zuge der Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar durchgeführt werden sowie gegebenenfalls Nachbesserungsarbeiten an der Betonoberfläche. Der Aufbau der Arbeitsbühne für die Betonierarbeiten ist hier nicht berücksichtigt, da diese Lohnstunden den Schalarbeiten zugeordnet werden. Die Summe der Lohnstunden bei den Betonierarbeiten werden auf die Kubatur des Festbetons bezogen.

$$AW_{BT} = \frac{9,8 \text{ Std}}{7,33 \text{ m}^3} = 1,34 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 5-108: Aufwandswert der Betonierarbeiten bei Rampenträgerpaar 1

**Stahlbetonarbeiten:**

Der Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten ergibt sich aus der Summe der Lohnstunden der Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten und wird auf die Kubatur des Festbetons bezogen.

$$AW_{STB} = \frac{258,5 \text{ Std}}{7,33 \text{ m}^3} = 35,27 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 5-109: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten bei Rampenträgerpaar 1

**5.6.6 Rampenträger getrennt**

Zusätzlich zu den Auswertungen des Rampenträgerpaares wurde eine Analyse der einzelnen Rampenträger und der Arbeitsbühne durchgeführt. Dabei wurde der Aufwandswert der Arbeitsbühne einerseits auf die Schalfläche der beiden Rampenträger und andererseits auf die Grundfläche der Arbeitsbühne bezogen. Bei den Schalarbeiten muss die Summe der Lohnstunden der beiden Rampenträger und der Arbeitsbühne der Auswertung des Rampenträgerpaares entsprechen.

**Arbeitsbühne:**

$$AW_A = \frac{58,7 \text{ Std}}{113,00 \text{ m}^2} = 0,52 \text{ Std/m}^2$$

Abbildung 5-110: Aufwandswert für die Herstellung der Arbeitsbühne bezogen auf die Fläche der Arbeitsbühne bei Rampenträgerpaar 1

Der Aufwandswert in Abbildung 5-110 bezieht sich auf die projizierte Grundfläche der Arbeitsbühne. Diese Fläche wurde auf der Baustelle aufgemessen und ist unter 5.6.4 dargestellt.

$$AW_A = \frac{58,7 \text{ Std}}{60,65 \text{ m}^2} = 0,97 \text{ Std/m}^2$$

Abbildung 5-111: Aufwandswert für die Herstellung der Arbeitsbühne bezogen auf die Schalfläche bei Rampenträgerpaar 1

Eine weitere Variante zur Darstellung des Aufwandswertes der Arbeitsbühne ist die Beziehung der aufgewendeten Lohnstunden auf die Gesamtschalfläche der beiden Rampenträger.

**Freitragender Rampenträger:**

$$AW_S = \frac{74,2 \text{ Std}}{29,43 \text{ m}^2} = 2,52 \text{ Std/m}^2$$

Abbildung 5-112: Aufwandswert der Schalarbeiten beim freitragenden Rampenträger bei Rampenträgerpaar 1

$$AW_{BW} = \frac{26,9 \text{ Std}}{0,83 \text{ to}} = 32,40 \text{ Std/to}$$

Abbildung 5-113: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim freitragenden Rampenträger bei Rampenträgerpaar 1

Obwohl die Bewehrungsarbeiten beim freitragenden Rampenträger die gleich Anzahl an Lohnstunden erforderten, ist der Aufwandswert aufgrund der geringeren Bewehrungsmenge beim freitragenden Rampenträger deutlich höher.

$$AW_{BT} = \frac{3,6 \text{ Std}}{2,66 \text{ m}^3} = 1,35 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 5-114: Aufwandswert der Betonierarbeiten beim freitragenden Rampenträger bei Rampenträgerpaar 1

$$AW_{STB} = \frac{134,0 \text{ Std}}{2,66 \text{ m}^3} = 50,39 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 5-115: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten beim freitragenden Rampenträger bei Rampenträgerpaar 1

Beim freitragenden Rampenträger ist der Aufwandswert für die Betonier- und Stahlbetonarbeiten wesentlich höher. Dies ist auf die Schlankheit des Trägers zurückzuführen, da die Betonmenge deutlich geringer als beim Rampenträger auf Stützen ist.

**Rampenträger auf Stützen:**

$$AW_S = \frac{62,0 \text{ Std}}{31,22 \text{ m}^2} = 1,99 \text{ Std/m}^2$$

Abbildung 5-116: Aufwandswert der Schalarbeiten beim Rampenträger auf Stützen bei Rampenträgerpaar 1

$$AW_{BW} = \frac{26,9 \text{ Std}}{1,32 \text{ to}} = 20,40 \text{ Std/to}$$

Abbildung 5-117: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim Rampenträger auf Stützen bei Rampenträgerpaar 1

$$AW_{BT} = \frac{6,2 \text{ Std}}{4,66 \text{ m}^3} = 1,33 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 5-118: Aufwandswert der Betonierarbeiten beim Rampenträger auf Stützen bei Rampenträgerpaar 1

$$AW_{STB} = \frac{124,5 \text{ Std}}{4,66 \text{ m}^3} = 26,71 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 5-119: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten beim Rampenträger auf Stützen bei Rampenträgerpaar 1

## 5.7 Datenerhebung Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 – 19.09.2014)

Am 09.09.2014 wurde mit der Multimomentaufnahme bei Rampenträgerpaar 2 begonnen. Der Aufbau der Arbeitsbühne erfolgte zum Teil parallel mit dem Abbau der Arbeitsbühne von Rampenträgerpaar 1. Dabei wurden zu einem großen Teil ganze Stützentürme mit dem Kran versetzt und somit wurde sowohl der Aufwand beim Abbau der Arbeitsbühne von Rampenträgerpaar 1 als auch der Aufwand beim Aufbau der Arbeitsbühne von Rampenträgerpaar 2 reduziert. Während diesem Transportvorgang war die Zuordnung der Tätigkeiten zum jeweiligen Bauteil äußerst anspruchsvoll, da dieser Vorgang dem „Abtransport von sonstigem Material mit Kran“ bei Rampenträgerpaar 1 oder dem „Transport von sonstigem Material zur Einbaustelle mit Kran“ bei Rampenträgerpaar 2 zugeordnet werden könnte. Um einer falschen Einordnung oder einer doppelten Erfassung von Stichproben entgegenzuwirken, wurden die Stichproben in Abhängigkeit des zurückgelegten Transportweges dem jeweiligen Rampenträgerpaar zugeordnet. Wenn sich zum Zeitpunkt der Stichprobenerfassung die transportierten Stützentürme bereits über Abschnitt 3 des Parkdecks befanden, wurden sie dem Rampenträgerpaar 2 zugeordnet und ansonsten dem Rampenträgerpaar 1.

Das konstante Stichprobenintervall wurde mit 3 Minuten beibehalten. Die permanenten Videoaufzeichnungen wurden vom Turmdrehkran 1 im Ostbereich des Parkdecks durchgeführt.



Abbildung 5-120: Aufbau der Arbeitsbühne bei Rampenträgerpaar 2 vom Standpunkt der permanenten Videoaufzeichnungen

### 5.7.1 Konkrete Beschreibung des Bauteils

Das beobachtete Rampenträgerpaar besteht aus einem freitragenden und einem auf Stützen gelagerten Rampenträger und befindet sich in Abschnitt 3 des Parkdecks über der Decke des 2. Obergeschoßes. Östlich dieses Rampenträgerpaares wurde das Stiegenhaus 3 hergestellt, jedoch wurden während des Beobachtungszeitraums keine Arbeiten an diesem Stiegenhaus durchgeführt und stellten somit keine Beeinträchtigung der Platzverhältnisse dar. Rampenträgerpaar 2 lag lediglich im Schwenkbereich von Turmdrehkran 1 und nicht im Übergabebereich der beiden Krane, was sich positiv auf die zur Verfügung stehenden Lagerflächen in diesem Bereich auswirkte.

### 5.7.2 Umstände der Leistungserbringung

Am 09.09.2014 wurden die Arbeiten am Rampenträgerpaar 2 mit dem Aufbau der Arbeitsbühne aufgenommen. Das Versetzen ganzer Stützentürme mit dem Kran führte zu einem wesentlich effizienteren Herstellungsablauf. Sowohl der Aufwand beim Abbau der Arbeitsbühne von Rampenträgerpaar 1 reduzierte sich, weil die Elemente der Arbeitsbühne nicht vollständig auseinandergelassen werden mussten, als auch der Aufwand beim Aufbau der Arbeitsbühne von Rampenträgerpaar 2. Dies war vor allem aufgrund der ausreichenden Kranverfügbarkeit möglich, da außer am Rampenträgerpaar keine Arbeiten in Abschnitt 3 des Parkdecks durchgeführt wurden und der Turmdrehkran 1 zur Gänze für Transporte bei diesem Bauteil herangezogen werden konnte. Des Weiteren waren ausreichende Lagerflächen und Platzverhältnisse zur Verfügung, weil überwiegend Bauteile im Westbereich hergestellt wurden. Dadurch ist es möglich die Materialien und die Geräte in

unmittelbarer Nähe des herzustellenden Rampenträgers zu lagern, wodurch sich die Wegstrecken beim Transport von Material ohne Kran reduzieren.



Abbildung 5-121: Aufbau der Arbeitsbühne (09.09.2014)

Am 10.09.2014 konnte der Aufbau der Arbeitsbühne abgeschlossen und mit dem Einschalen des freitragenden Rampenträgers begonnen werden. Dabei wurde im Gegensatz zum Rampenträgerpaar 1 zuerst die Außenseite der Rampenträger eingeschalt und dadurch die Abspreizungen auf der Außenseite angeordnet. Es herrschten durchgehend sonnige Witterungsbedingungen, die gute Voraussetzungen für ein zügiges Arbeiten mit wenigen Unterbrechungen darstellten.

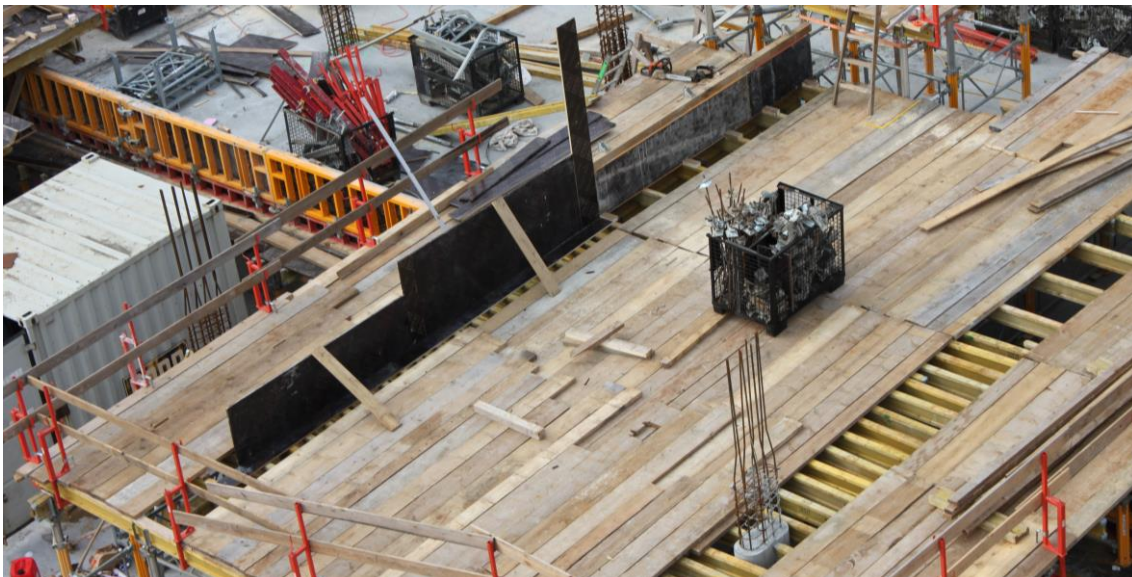


Abbildung 5-122: Einschalen der Außenseite des freitragenden Rampenträgers (10.09.2014)

Das Einschalen der ersten Seite des freitragenden Rampenträgers konnte am Donnerstag den 11.09.2014 am Vormittag abgeschlossen und die Bewehrungsarbeiten aufgenommen werden. Im Anschluss wurde parallel zu den Bewehrungsarbeiten am freitragenden

Rampenträger das Einschalen der Außenseite des auf Stützen gelagerten Rampenträgers durchgeführt.

Nach der Mittagspause verschlechterten sich die Witterungsbedingungen erheblich und starker Regen führte dazu, dass die Schalungsarbeiter mit der Wiederaufnahme ihrer Arbeit zögerten. Kurz darauf war der Polier auf der Baustelle und ordnete das Weiterarbeiten an, was zu großem Unmut der Arbeitskräfte führte. Der starke Regen hätte eine Wetterschicht durchaus gerechtfertigt, jedoch wollte der Polier die Wetterschicht den Arbeitern erst gewähren, wenn auch die erste Seite, des auf Stützen gelagerten Rampenträgers, fertig eingeschalt war. Da sich die Schalungsarbeiter in einer kurzen Arbeitswoche befanden, hätten dadurch die Bewehrungsarbeiter ihre Arbeiten am Rampenträgerpaar bis Montag zur Gänze abschließen können. Trotz anfänglichen Ärgers und sehr schlechten Witterungsbedingungen war die Arbeitsleistung des Schalungstrupps nahe dem Maximum, da die Arbeiter so schnell wie möglich dem starken Regen entgehen und ihre Arbeitswoche beenden wollten.

An diesem Tag wurde in der Früh ein Teil der Bewehrung für das Rampenträgerpaar mit dem LKW angeliefert. Aufgrund zu geringer Lagerflächen war es zu diesem Zeitpunkt nicht möglich die Bewehrung durch einen Kranhub vom LKW direkt zum Bereich des Rampenträgers zu transportieren. Dadurch musste die Bewehrung zuerst auf einem Zwischenlagerplatz gelagert und zu einem späteren Zeitpunkt durch einen erneuten Kranhub zum Rampenträgerpaar transportiert werden. Dieser Vorgang wurde den zusätzlichen Tätigkeiten zugeordnet.

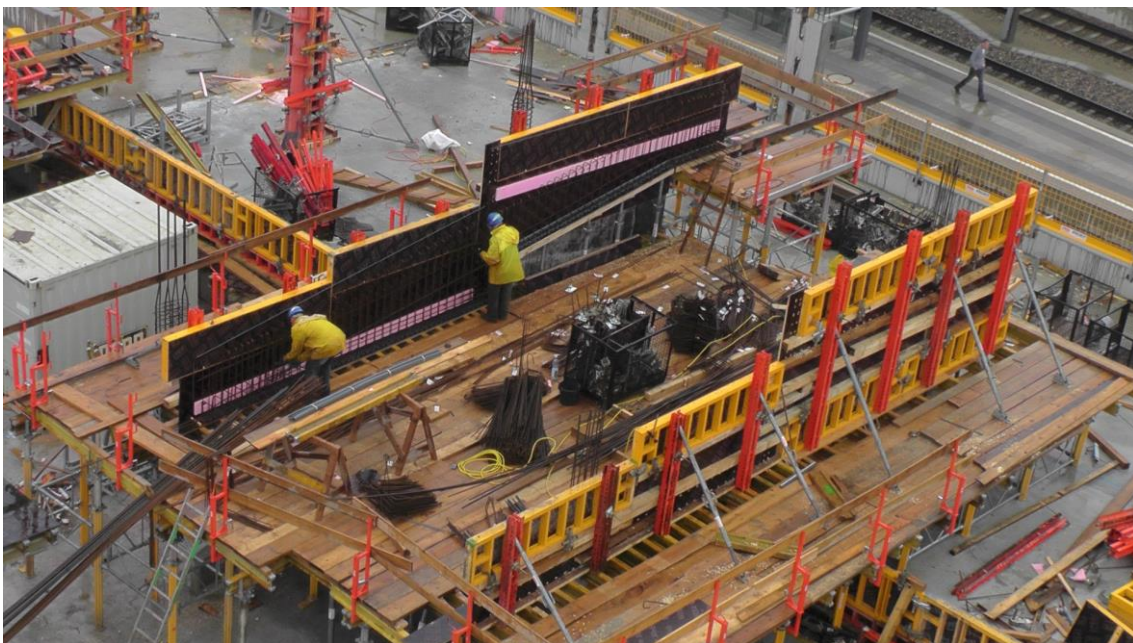


Abbildung 5-123: Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2 (11.09.2014)

Am 12.09.2014 konnten die Bewehrungsarbeiten bei beiden Rampenträgern zum überwiegenden Teil abgeschlossen werden. Die Verhältnisse waren regnerisch jedoch wesentlich besser als am Vortag.





Abbildung 5-124: Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2 (12.09.2014)

Die Bewehrungsabnahme erfolgte am 15.09.2014, bei welcher vom Polier und der örtlichen Bauaufsicht keinerlei Fehler beim Einbau festgestellt und das Schließen der Schalung beider Rampenträger freigegeben wurde. Jene Arbeitskraft, die sich in der Woche davor verletzte, kehrte an diesem Tag aus dem Krankenstand zurück und dadurch erhöhte sich die Gruppengröße des Schalungstrupps auf vier Personen.

Während die Schalung des freitragenden Rampenträgers geschlossen wurde, haben die Bewehrungsarbeiter abschließende Arbeiten, wie die Befestigung von Abstandhaltern am Rampenträger auf Stützen, durchgeführt. Die Arbeiten verliefen unter anderem aufgrund der guten Witterungsbedingungen (kein Regen) äußerst zügig, wobei sich zwischendurch eine relativ hohe Anzahl an Arbeitskräften auf der Arbeitsbühne befand.



Abbildung 5-125: Große Anzahl an Arbeitskräften auf der Arbeitsbühne (15.09.2014)

Am 16.09.2014 konnten bis zur Mittagspause bei durchgehend sonnigen Witterungsbedingungen die Schalarbeiten am Rampenträgerpaar abgeschlossen werden. Die Betonierarbeiten haben am Nachmittag begonnen und dauerten beim Einsatz von vier Arbeitskräften ca. 2 Stunden. Dabei war die Frischbetonkonsistenz wesentlich besser hinsichtlich der Verarbeitung als bei den vorherigen Rampenträgerpaaren und es entstanden keine Wartezeiten aufgrund fehlender Transportbetons auf der Baustelle.

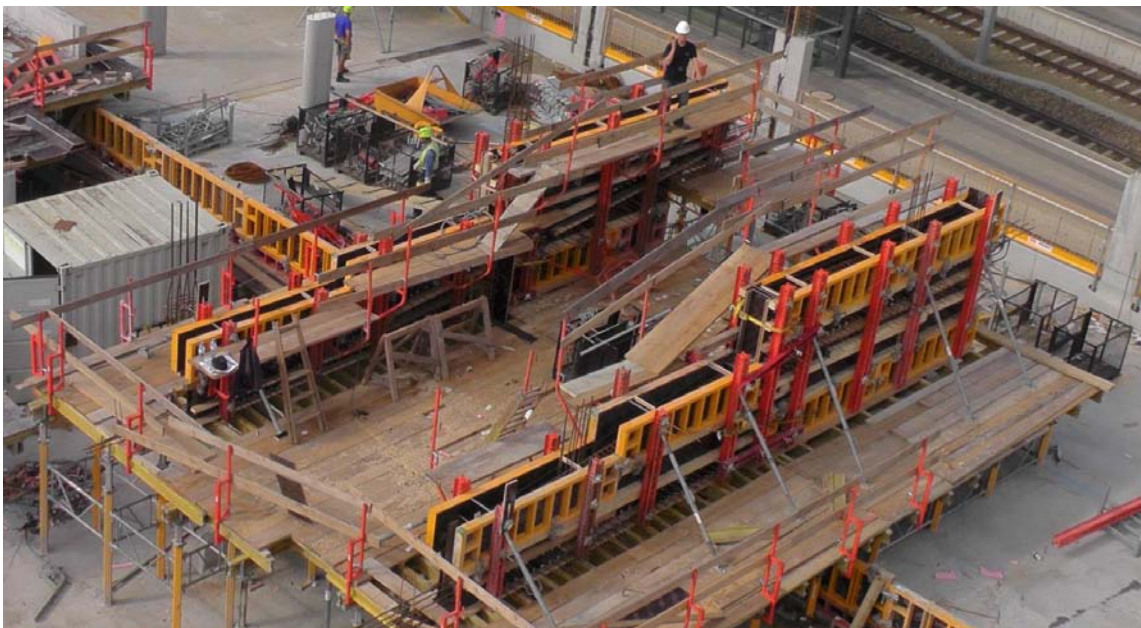


Abbildung 5-126: Einschalen von Rampenträgerpaar 2 abgeschlossen (16.09.2014)



Abbildung 5-127: Betonierarbeiten beim Rampenträgerpaar 2 (16.09.2014)

Am 17.09.2014 wurden vorwiegend Arbeiten bei einem einzelnen Rampenträger im Westbereich des Parkdecks durchgeführt, welcher nicht bei der Datenerhebung erfasst wurde. Für einen kurzen Zeitraum wurden beim beobachteten Rampenträgerpaar Tätigkeiten beim Ausschalen durchgeführt.



Abbildung 5-128: Teilweise ausgeschalter Rampenträger auf Stützen (17.09.2014)

Des Weiteren wurde an diesem Tag die Entfernung der XPS-Aussparungselemente im Bereich der Anschlussbewehrung bei Rampenträgerpaar 1 beobachtet. Dies erfolgte jedoch

lediglich im Bereich der Geschoßdecke auf der Nordseite des Parkdecks. Um den Zeitaufwand für die Entfernung sämtlicher XPS-Aussparungselemente beider Rampenträger zu ermitteln wurde eine Schlussrechnung durchgeführt. Dabei wurde die Zeit, die pro Laufmeter für die Entfernung der XPS-Aussparungselemente benötigt wird, mit der Gesamtlänge der Aussparungen multipliziert. Dieses Vorgehen stellt eine Ausnahme dar und ist lediglich bei dieser Tätigkeit möglich, da während dieses Vorgangs keine anderen Tätigkeiten durchgeführt werden und es sich um eine einfache, monotone Aufgabe handelt, deren Erfüllung unabhängig von der Qualifikation der Arbeitskraft ist. Es handelt sich um eine Tätigkeit, die während der Schalarbeiten der anschließenden Geschoßdecken bzw. der Rampenplatte durchgeführt wird und ist somit auf mehrere Tage verteilt. In der Auswertung wurden die ermittelten Zeiten, die hierfür benötigt wurden zu einem fiktiven Tag ++.09.2014 zusammengefasst.



Abbildung 5-129: Entfernung von XPS-Aussparungselementen beim Anschluss der Geschoßdecken

Am 18.09.2014 wurde das beobachtete Rampenträgerpaar fertig ausgeschalt und am 19.09.2014 die Arbeiten mit dem Abbau der Arbeitsbühne abgeschlossen. An beiden Tagen herrschten sonnige Bedingungen. Da beim Ausschalen im Gegensatz zum Rampenträgerpaar 1 vier Arbeitskräfte eingesetzt wurden, verliefen die Tätigkeiten wesentlich effektiver, da jeweils zwei Arbeiter beim Ausschalen der durchbohrten Schalfafeln eingesetzt werden konnten.



Abbildung 5-130: Ausschalen beim Rampenträgerpaar 2 (18.09.2014)

## 5.8 Datenauswertung Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 – 19.09.2014)

Die Datenauswertung des Rampenträgerpaares beinhaltet die Darstellung der Verteilung der Zeitarten, der Tätigkeiten und die Entwicklung dieser sowie die Anzahl der Lohnstunden und in weiterer Folge die Ermittlung der Aufwandswerte. Die Auswertung wurde für die Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten durchgeführt und zu den Stahlbetonarbeiten zusammengefasst.

### 5.8.1 Verteilung der Zeitarten

Aus welchen Zeiten sich die Grund-, Erhol- und Verteilzeit zusammensetzt ist unter 2.3 Vorgehensweise bei der Zeitdatenermittlung erläutert. Bei sämtlichen Diagrammen ist der maßgebende Vertrauensbereich des am stärksten schwankenden Anteils angeführt.

## Schalarbeiten:

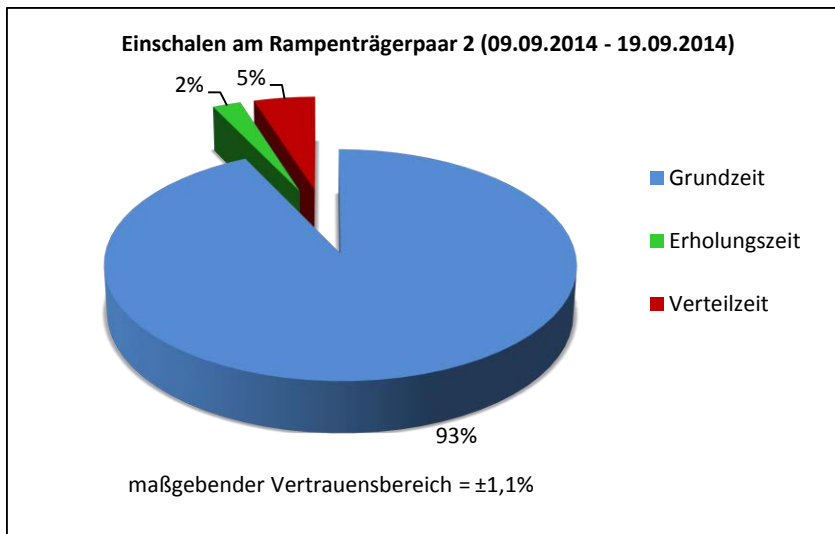


Abbildung 5-131: Verteilung der Zeitarten - Einschalen am Rampenträgerpaar 2

Der sehr hohe Anteil der Grundzeit von 93 % weist auf eine durchgehend planmäßige Vorgangsweise bei der Herstellung des Bauteils hin. Eine Erholungszeit von lediglich 2 % veranschaulicht eine große Arbeitsmoral des Schalungstrupps. Bei sehr langen Vorgängen, wie dem Einschalen des Rampenträgerpaares, ist einem geringen Anteil an Erholungszeit wesentlich mehr Bedeutung zu verleihen als bei Vorgängen wie dem Betonieren, das vergleichsweise kurz dauert.

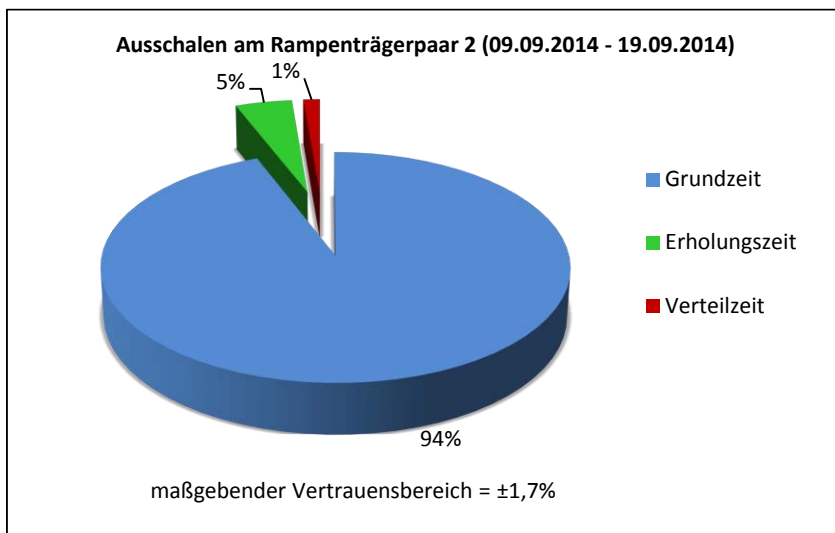


Abbildung 5-132: Verteilung der Zeitarten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 2

Beim Ausschalen tritt im Vergleich zum Einschalen ein höherer Anteil an Erholungszeit auf, was auf die körperlich sehr anstrengende Tätigkeit beim Ausschalen der durchbohrten Schalfeln zurückzuführen ist.

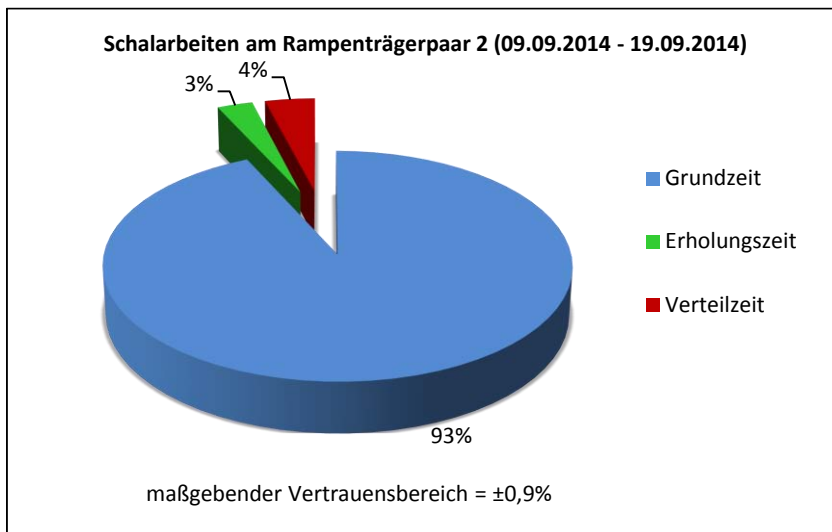


Abbildung 5-133: Verteilung der Zeitarten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Die Verteilzeiten sind bei den Schalungsarbeiten sehr gering, was auf einen sehr guten Bauablauf mit wenigen unplanmäßigen Vorgängen und Unterbrechungen schließen lässt.

#### Bewehrungsarbeiten:

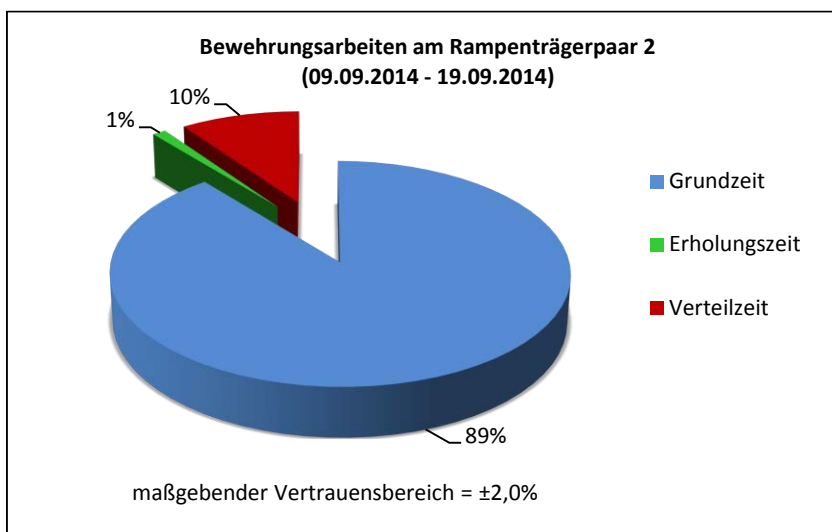


Abbildung 5-134: Verteilung der Zeitarten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Da die Bewehrungsarbeiten kürzer dauern als die Schalungsarbeiten wirken sich zusätzliche Tätigkeiten, in Form von zusätzlichen Transporten von Material vom Zwischenlagerplatz zum Lagerplatz, wesentlich stärker auf die Verteilzeit bei der Verteilung der Zeitarten aus.

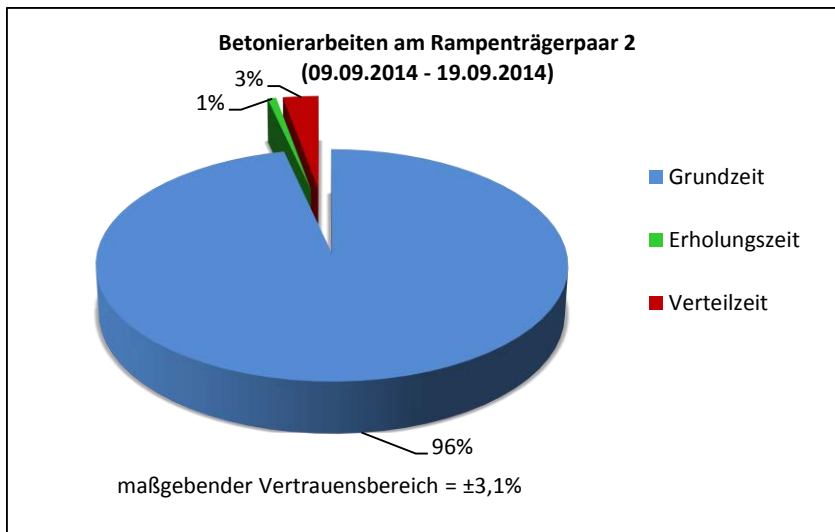
**Betonierarbeiten:**

Abbildung 5-135: Verteilung der Zeitarten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Der Anteil der Grundzeit ist bei den Betonierarbeiten sehr hoch. Dies ist damit zu begründen, dass die Dauer der Betonierarbeiten vergleichsweise gering ist, die Arbeitskräfte dadurch keinerlei Pausen benötigen und sofern keine unvorhergesehenen Komplikationen auftreten, durchgehend Tätigkeiten beim Bauteil durchführen können.

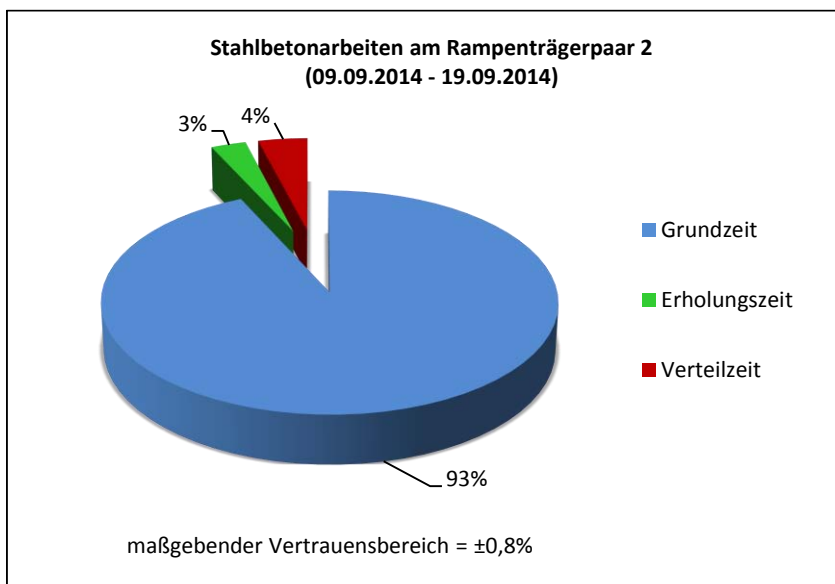
**Stahlbetonarbeiten:**

Abbildung 5-136: Verteilung der Zeitarten - Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Die sehr geringen Anteile von Erholungs- und Verteilzeiten weisen auf einen sehr effizienten und geplanten Bauablauf sowie eine hohe Motivation der Arbeitskräfte hin.



## 5.8.2 Tätigkeitsverteilung und -entwicklung

In diesem Unterkapitel sind die Tätigkeitsverteilungen der Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten dargestellt und beschrieben.

Die Tätigkeiten werden in den Tortendiagrammen als Haupt-, Neben- und zusätzliche Tätigkeiten sowie Unterbrechungen zusammengefasst dargestellt. Für die detaillierte Darstellung jeder einzelnen Tätigkeit und Unterbrechung wurde im Sinne der Übersichtlichkeit eine tabellarische Darstellung gewählt, da bei einer derart großen Anzahl an Tätigkeiten ein Tortendiagramm unleserlich und schwer interpretierbar sein würde.

Bei sämtlichen Tortendiagrammen ist der maßgebende Vertrauensbereich, welcher unter 2.4.2 genauer erläutert wird, angeführt. Bei der tabellarischen Darstellung der einzelnen Tätigkeiten werden für jede Tätigkeit die Anzahl der Stichproben, der prozentuelle Anteil und der Vertrauensbereich angegeben. Der maßgebende Vertrauensbereich ist hierbei mit gelbem Hintergrund hervorgehoben. Jene Tätigkeiten mit den größten Anteilen sind in den Tätigkeitslisten mit roter Schrift dargestellt.

### Schalarbeiten:

Da die Schalarbeiten beim Rampenträgerpaar äußerst zeitintensiv sind und auch den Auf- und Abbau der Arbeitsbühne beinhalten, werden das Einschalen und das Ausschalen separat dargestellt. Zusätzlich werden auch die Schalarbeiten, welche sich aus dem Einschalen und dem Ausschalen zusammensetzen, abgebildet.

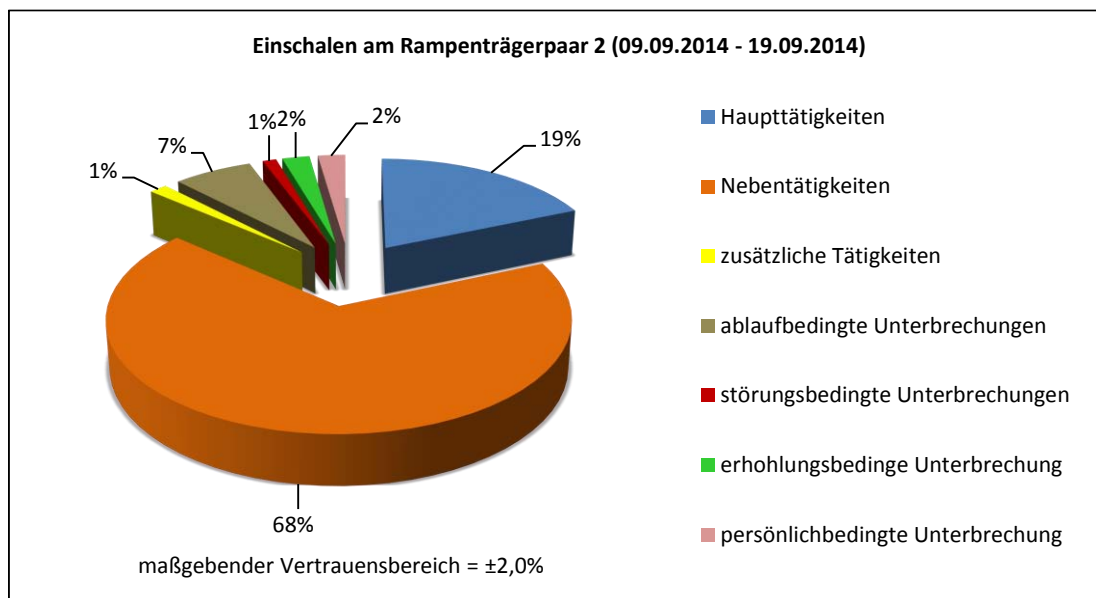


Abbildung 5-137: Tätigkeitsverteilung - Einschalen am Rampenträgerpaar 2

Komplizierte Bauteile können dazu führen, dass eine Vielzahl von Nebentätigkeiten durchgeführt werden müssen bevor die Arbeitskräfte ihre Haupttätigkeiten beginnen können. Dies ist bei den Rampenträgern der Aufbau der Arbeitsbühne, das Anzeichnen und Messen von Maßen, Besprechung mit Kollegen bezüglich des weiteren Vorgehens etc. und führt dazu, dass der Anteil der Haupttätigkeiten bei Rampenträgerpaar 2 lediglich 19 % beträgt und der Anteil der Nebentätigkeiten mit 68 % überwiegt.

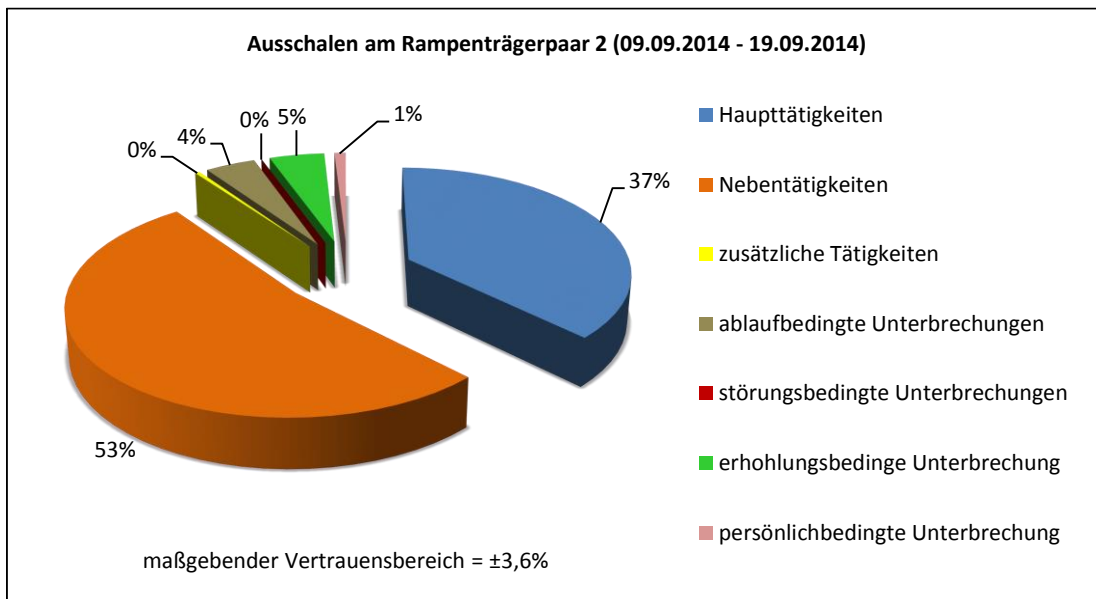


Abbildung 5-138: Tätigkeitsverteilung - Ausschalen am Rampenträgerpaar 2

Beim Ausschalen ist der Anteil der Haupttätigkeiten mit 37 % im Vergleich zum Einschalen deutlich höher jedoch trotzdem noch geringer als die Nebentätigkeiten, die 53 % betragen.

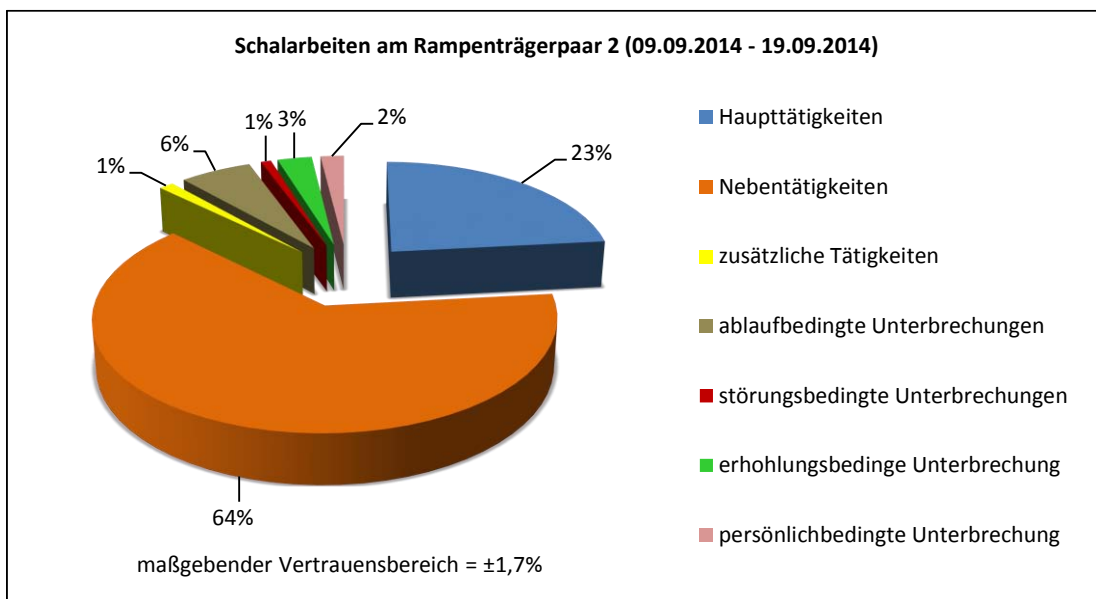


Abbildung 5-139: Tätigkeitsverteilung - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Bei den Schalarbeiten ist der Anteil der zusätzlichen Tätigkeiten und störungsbedingten Unterbrechungen äußerst gering. Diese Tatsache ist ein Indiz für gute Arbeitsbedingungen und eine planmäßige Vorgehensweise der Arbeiter.

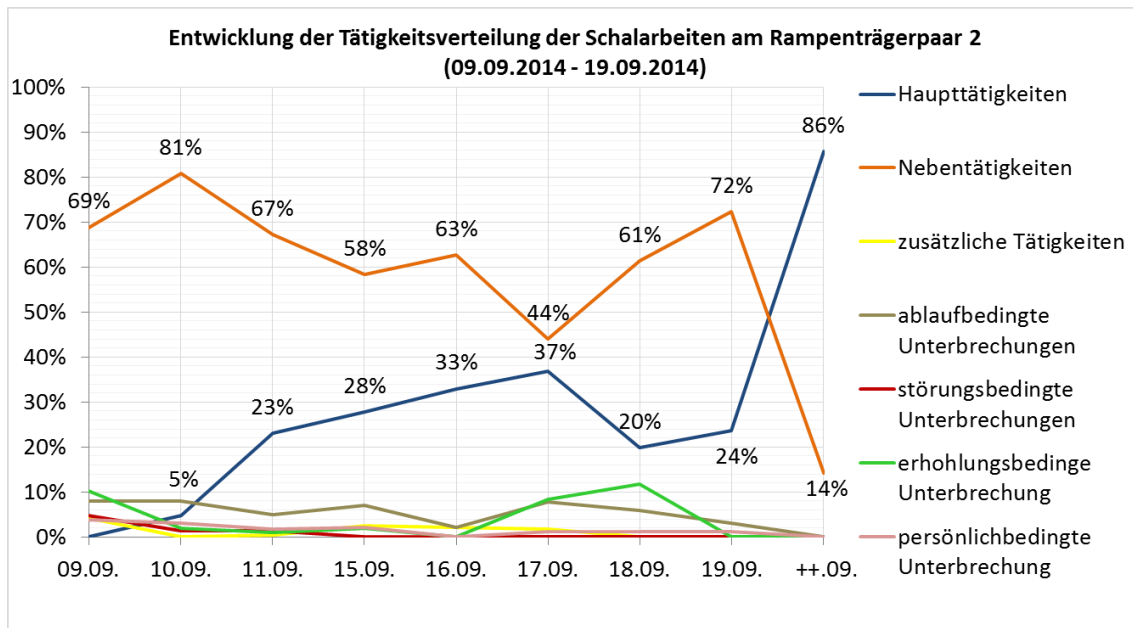


Abbildung 5-140: Entwicklung der Tätigkeitsverteilung der Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Bei der Betrachtung der Entwicklung der Tätigkeitsverteilung der Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2 zeigt sich bereits am dritten Tag ein starker Anstieg der Haupttätigkeiten. Ab diesem Tag wurde intensiv mit dem Einschalen des ersten Rampenträgers begonnen. Da abschließende Tätigkeiten wie die Entfernung der XPS-Aussparungselemente den Haupttätigkeiten zugeordnet werden, ist am fiktiven Tag ++.09.2014 ein sehr hoher Anteil der Haupttätigkeiten zu verzeichnen.

SCHALUNGSARBEITEN Einschalen + Gerüstaufbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich $f_i$
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					
Haupttätigkeiten	Herstellung der unteren Schalung des Rampenträgers (Untersicht)	H1	0	0,0	0,0
	Einbau der unteren Schalung des Rampenträgers (Untersicht)	H2	29	1,3	0,5
	Einbau der Seitenschalung (incl. Kanthölzer an Schaltafeln befestigen)	H3	120	5,4	0,9
	Herstellung der Stirnflächenschalung	H4	17	0,8	0,4
	Einbau der Stirnflächenschalung	H5	22	1,0	0,4
	Befestigung der Schalelemente mit Klemmen	H6	28	1,3	0,5
	Befestigung von Abspreizungen (Elementstützen) für die Schalung	H7	35	1,6	0,5
	Einrichten und Justieren der Schalelemente	H8	37	1,7	0,5
	Anbringen von Ankerstäben und Befestigung der Anker	H9	25	1,1	0,4
	Anbringen von Stahlriegeln und Befestigung der Anker	H10	52	2,4	0,6
	Einbau von Aussparungselementen (z.B.: XPS-Platten)	H11	34	1,5	0,5
	Befestigung von Gurten zur Aufnahme des Frischbetondrucks	H12	10	0,5	0,3

Abbildung 5-141: Haupttätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 2

Die mit Abstand häufigste Haupttätigkeit beim Einschalen ist der Einbau der Seitenschalung (H3). Dies ist auf die großen seitlichen Schallflächen und den aufwendigen Einbau der durchbohrten Schaltafeln zurückzuführen.



SCHALUNGSARBEITEN Einschalen + Gerüstaufbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					
Nebentätigkeiten	Anzeichnen und Messen von Maßen (Schlagschnur, Wasserwaage etc.)	N1	260	11,8	1,3
	Kontrolle und Nachmessen (Stababstände, Lotrecht, Abstandshalter etc.)	N2	28	1,3	0,5
	Einmessen von Höhen/Abstände mittels Nivelliergerät	N3	57	2,6	0,7
	Befestigung von Laschen zum Anlegen der Schalelemente	N4	12	0,5	0,3
	Befestigung von Holzklötzen/Keilen zum Aufstellen der Seitenschalung	N5	2	0,1	0,1
	Zuschneiden von Schalmaterial	N6	59	2,7	0,7
	Zuschneiden von sonstigem Material (Keile, Unterlegklötze, Ankerhüllrohre)	N7	57	2,6	0,7
	Vorbereitung von sonstigem Material (Reinigung, Entfernung von Nägeln)	N8	20	0,9	0,4
	Trennmittel auf die Schalung aufbringen	N9	2	0,1	0,1
	Schalung reinigen	N10	31	1,4	0,5
	Abdichten der Schalungsunterkante/Bohrlöcher mit PU-Schaum	N11	23	1,0	0,4
	Abdichten der Fugen mit Silikon	N12	2	0,1	0,1
	Bohren der Löcher für die Anschlussbewehrung/Ankerstäbe	N13	47	2,1	0,6
	Befestigung der Dreikantleisten	N14	59	2,7	0,7
	Einbau von Distanzhölzern zwischen den Schalungselementen	N15	8	0,4	0,3
	Aufschieben der Hüllrohre (Distanzrohre) auf Ankerstäbe	N16	12	0,5	0,3
	Aufbau der Unterstellungen unter Rampenträger	N17	16	0,7	0,4
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N18	35	1,6	0,5
	Transport von Schalelementen zur Einbaustelle ohne Kran	N19	37	1,7	0,5
	Transport von sonst. Mat. (Bretter, Rüstmat. etc.) zur Einbaustelle mit Kran	N20	43	2,0	0,6
	Transport von sonstigem Material zur Einbaustelle ohne Kran	N21	122	5,5	1,0
	Aufbau der Stützen für die Arbeitsbühne	N22	44	2,0	0,6
	Aufbau der Aussteifungselemente für die Arbeitsbühne	N23	39	1,8	0,6
	Aufbau/Befestigung der Schalungsträger für die Arbeitsbühne	N24	58	2,6	0,7
	Justierung der Stützenhöhe für die Arbeitsbühne	N25	46	2,1	0,6
	Aufbau des Bodens der Arbeitsbühne (Auflegen von Holzpfosten)	N26	40	1,8	0,6
	Befestigung der Absturzsicherung der Arbeitsbühne	N27	18	0,8	0,4
	Aufbau der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten	N28	26	1,2	0,5
	Einheben der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten mit Kran (+ Befestigung)	N29	0	0,0	0,0
	Herstellung sonstiger Sicherungsmaßnahmen (z.B.: Sicherung der Leiter)	N30	1	0,0	0,1
	Holen/Wegräumen von Werkzeug und sonst. Hilfsmaterial (z.B.: Krangurte)	N31	136	6,2	1,0
	Zusammenräumen der Baustelle	N32	44	2,0	0,6
	Planstudium	N33	23	1,0	0,4
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N34	86	3,9	0,8
	Abbau der Arbeitsbühne	N35	0	0,0	0,0

Abbildung 5-142: Nebentätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 2

SCHALUNGSARBEITEN Einschalen + Gerüstaufbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					
zusätzliche Tätigkeiten	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z1	1	0,0	0,1
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z2	0	0,0	0,0
	Transport sonst. Material vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z3	8	0,4	0,3
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z4	0	0,0	0,0
	Schließen von Fehlstellen in der Schalung (z.B.: mit Silikon, PU-Schaum)	Z5	0	0,0	0,0
	Korrektur fehlerhaft angezeichneter Maße	Z6	0	0,0	0,0
	Umbiegen/Kürzen von Bewehrungsseisen für Anlegen der Schalung	Z7	16	0,7	0,4
	Entfernung falsch eingebauten Materials	Z8	8	0,4	0,3

Abbildung 5-143: Zusätzliche Tätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 2

Aufgrund des hohen Bewehrungsgehalts mussten teilweise Bewehrungsseisen umgebogen oder gekürzt werden (Z7) um die Schalung und die Stahlriegel anlegen zu können. Dieser Vorgang hat großen Anteil an den zusätzlichen Tätigkeiten.

SCHALUNGSARBEITEN Einschalen + Gerüstaufbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>		
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)							
Unterbrechungen	ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	11	6,5	0,5	0,3
		Warten auf Kran	aU2	24		1,1	0,4
		Warten aus technologischen Gründen (z.B.: Eintrocknen des Trennmittels)	aU3	0		0,0	0,0
		Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Einmessen durch Anleger)	aU4	0		0,0	0,0
		Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	1		0,0	0,1
		Weg auf der Baustelle ohne Transport von Material	aU6	108		4,9	0,9
	störungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	15	1,1	0,7	0,3
		Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0		0,0	0,0
		Warten auf Material (z.B.: keine Schalttafeln auf Baustelle)	sU3	0		0,0	0,0
		Warten auf Anweisungen	sU4	0		0,0	0,0
		Werkzeug suchen	sU5	0		0,0	0,0
		Werkzeug reparieren	sU6	7		0,3	0,2
		Material suchen	sU7	3		0,1	0,2
		fehlerhafte Pläne	sU8	0		0,0	0,0
	erholung. Unterbr.	Trinken	eU1	8	2,3	0,4	0,3
		Essen	eU2	1		0,0	0,1
		Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	7		0,3	0,2
		sonstige Pause	eU4	34		1,5	0,5
	persönl. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	27	2,3	1,2	0,5
		Privatgespräch mit Kollegen	pU2	10		0,5	0,3
Rauchen		pU3	10	0,5		0,3	
Telefongespräch		pU4	3	0,1		0,2	

Abbildung 5-144: Unterbrechungen - Einschalen am Rampenträgerpaar 2

SCHALUNGSARBEITEN Einschalen + Gerüstaufbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	81	Summe der Stichproben ohne X: 2204	
	nicht sichtbar	X2	0		
	selbst nicht anwesend	X3	0		

Abbildung 5-145: Nicht erfassbare Stichproben - Einschalen am Rampenträgerpaar 2

Aufgrund des großen Einsatzes und der permanenten Anwesenheit des Erhebungspersonals sowie der Rücksprache mit den Arbeitskräften bei Unklarheiten hinsichtlich der Zuordnung der Tätigkeiten, war es möglich, sämtliche Tätigkeiten beim Rampenträgerpaar zu erfassen und zuzuordnen. Des Weiteren ist bei allen Auswertungen der Schalungs-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten die Summe jener Stichproben angeführt, die für die Ermittlung des Aufwandswertes herangezogen wird. Somit kann diese „Summe der Stichproben ohne X“ Kontrollzwecken der dokumentierten Lohnstunden dienen. Multipliziert man diese Anzahl an Stichproben mit dem Stichprobenintervall und dividiert es durch 60, erhält man die Summe der Lohnstunden der untersuchten Tätigkeitsverteilung. In Summe wurden beim Einschalen 2.204 Stichproben erfasst. Dies entspricht umgerechnet 110,2 Lohnstunden, die für die Herstellung des beobachteten Bauteils aufgewendet wurden.

SCHALUNGSARBEITEN Ausschalen + Gerüstabbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)						
Haupttätigkeiten	Lösen der Befestigung der Schalelemente (Anker, Stahlriegel, Klemmen)	H1	31	37,4	4,2	1,4
	Entfernung von Abspreizungen (Elementstützen) für die Schalung	H2	9		1,2	0,8
	Ausschalen der seitlichen Rahmenschalung	H3	23		3,1	1,2
	Ausschalen der durchbohrten Schaltafeln	H4	91		12,2	2,3
	Ausschalen der Stirnflächenschalung	H5	5		0,7	0,6
	Auseinanderbauen der Schalelemente	H6	0		0,0	0,0
	Entfernung von Aussparungselementen	H7	120		16,1	2,6
	Entfernung der unteren Schalung	H8	0		0,0	0,0

Abbildung 5-146: Haupttätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 2

SCHALUNGSARBEITEN Ausschalen + Gerüstabbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)						
Nebentätigkeiten	Anzeichnen und Messen von Maßen (Schlagschnur, Wasserwaage, etc.)	N1	0	52,5	0,0	0,0
	Kontrolle und Nachmessen (Stababstände, Lotrecht, Abstandshalter, etc.)	N2	0		0,0	0,0
	Einmessen von Höhen/Abstände mittels Nivelliergerät	N3	0		0,0	0,0
	Befestigung von Abspreizungen zur Sicherung des freitragenden Trägers	N4	14		1,9	1,0
	Entfernung von sonstigem Material (Holzklötze, Keile, Laschen, etc.)	N5	3		0,4	0,5
	Entfernung von PU-Schaum-Resten, Betonkrusten von Betonoberfläche	N6	2		0,3	0,4
	Entfernen der Dreikantleisten	N7	1		0,1	0,3
	Trennmittel auf die Schalung aufbringen	N8	0		0,0	0,0
	Schalung reinigen	N9	8		1,1	0,7
	Abtransport der Schalelemente mit Kran	N10	18		2,4	1,1
	Abtransport der Schalelemente ohne Kran	N11	7		0,9	0,7
	Abtransport von sonstigem Material (Bretter, Rüstmaterial, etc.) mit Kran	N12	33		4,4	1,5
	Abtransport von sonstigem Material (Bretter, Rüstmaterial, etc.) ohne Kran	N13	112		15,0	2,6
	Abbau der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten	N14	11		1,5	0,9
	Abbau der Arbeitsbühne	N15	65		8,7	2,0
	Abbau der Unterstellungen unter Rampenträger (Aufnahme Betonlasten)	N16	16		2,1	1,0
	Holen/Wegräumen von Werkzeug und sonst. Hilfsmaterial (z.B.: Krangurte)	N17	29		3,9	1,4
	Zusammenräumen der Baustelle	N18	14		1,9	1,0
	Planstudium	N19	0		0,0	0,0
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N20	34		4,6	1,5
	Aufbau der Unterstellungen unter Rampenträger (Aufnahme Betonlasten)	N21	13		1,7	0,9
	Vorbereitung von sonstigem Material (Reinigung, Entfernung von Nägeln)	N22	10		1,3	0,8
	Zuschneiden von sonstigem Material (Keile, Unterlegklötze, Ankerhüllrohre)	N23	2		0,3	0,4

Abbildung 5-147: Nebentätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 2

SCHALUNGSARBEITEN Ausschalen + Gerüstabbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)						
zusätzliche Tätigkeiten	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z1	0	0,4	0,0	0,0
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z2	0		0,0	0,0
	Transport sonst. Material vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z3	0		0,0	0,0
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z4	0		0,0	0,0
	Zuschneiden von Schaltafeln, die sich beim Ausschalen verklemmten	Z5	2		0,3	0,4
	Umbiegen/Kürzen von Bewehrungsseisen für das Ausschalen	Z6	1		0,1	0,3

Abbildung 5-148: Zusätzliche Tätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 2

SCHALUNGSARBEITEN Ausschalen + Gerüstabbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>		
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)							
Unterbrechungen	ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	3	4,2	0,4	0,5
		Warten auf Kran	aU2	3		0,4	0,5
		Warten aus technologischen Gründen (z.B.: Ausschallfristen)	aU3	4		0,5	0,5
		Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Betonieren)	aU4	0		0,0	0,0
		Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	2		0,3	0,4
		Weg auf der Baustelle ohne Transport von Material	aU6	19		2,5	1,1
	störungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	0	0,0	0,0	0,0
		Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0		0,0	0,0
		Warten auf Material (z.B.: keine Schalttafeln auf Baustelle)	sU3	0		0,0	0,0
		Warten auf Anweisungen	sU4	0		0,0	0,0
		Werkzeug suchen	sU5	0		0,0	0,0
		Werkzeug reparieren	sU6	0		0,0	0,0
		Material suchen	sU7	0		0,0	0,0
		fehlerhafte Pläne / Pläne nicht vorhanden	sU8	0		0,0	0,0
	erholung. Unterbr.	Trinken	eU1	1	4,6	0,1	0,3
		Essen	eU2	0		0,0	0,0
		Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	6		0,8	0,6
		sonstige Pause	eU4	27		3,6	1,3
	persönl. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	1	0,9	0,1	0,3
		Privatgespräch mit Kollegen	pU2	2		0,3	0,4
Rauchen		pU3	3	0,4		0,5	
Telefongespräch		pU4	1	0,1		0,3	

Abbildung 5-149: Unterbrechungen - Ausschalen am Rampenträgerpaar 2

SCHALUNGSARBEITEN Ausschalen + Gerüstabbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	59	Summe der Stichproben ohne X: 746	
	nicht sichtbar	X2	0		
	selbst nicht anwesend	X3	0		

Abbildung 5-150: Nicht erfassbare Stichproben - Ausschalen am Rampenträgerpaar 2

Da das Ausschalen wesentlich schneller abläuft als das Einschalen ist die Summe der Stichproben hier deutlich geringer. In Summe wurden beim Ausschalen 746 Stichproben erfasst. Dies entspricht umgerechnet 37,3 Lohnstunden, die für die Herstellung des beobachteten Bauteils aufgewendet wurden.

SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					
Haupttätigkeiten	Herstellung der unteren Schalung des Rampenträgers (Untersicht)	H1	0	0,0	0,0
	Einbau der unteren Schalung des Rampenträgers (Untersicht)	H2	29	1,0	0,4
	Einbau der Seitenschalung (incl. Kanthölzer an Schalttafeln befestigen)	H3	120	4,1	0,7
	Herstellung der Stirnflächenschalung	H4	17	0,6	0,3
	Einbau der Stirnflächenschalung	H5	22	0,7	0,3
	Befestigung der Schalelemente mit Klemmen	H6	28	0,9	0,3
	Befestigung von Abspreizungen (Elementstützen) für die Schalung	H7	35	1,2	0,4
	Einrichten und Justieren der Schalelemente	H8	37	1,3	0,4
	Anbringen von Ankerstäben und Befestigung der Anker	H9	25	0,8	0,3
	Anbringen von Stahlriegeln und Befestigung der Anker	H10	52	1,8	0,5
	Einbau von Aussparungselementen (z.B.: XPS-Platten)	H11	34	1,2	0,4
	Befestigung von Gurten zur Aufnahme des Frischbetondrucks	H12	10	0,3	0,2
	Lösen der Befestigung der Schalelemente (Anker, Stahlriegel, Klemmen)	H13	31	1,1	0,4
	Entfernung von Abspreizungen (Elementstützen) für die Schalung	H14	9	0,3	0,2
	Ausschalen der seitlichen Rahmenschalung	H15	23	0,8	0,3
	Ausschalen der durchbohrten Schalttafeln	H16	91	3,1	0,6
	Ausschalen der Stirnflächenschalung	H17	5	0,2	0,1
	Auseinanderbauen der Schalelemente	H18	0	0,0	0,0
	Entfernung von Aussparungselementen	H19	120	4,1	0,7
	Entfernung der unteren Schalung	H20	0	0,0	0,0

Abbildung 5-151: Haupttätigkeiten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Das Ein- und Ausschalen der Seitenschalung (H3 + H16) sowie die Entfernung der Aussparungselemente (H19) sind bei den Schalarbeiten die am häufigsten aufgetretenen Tätigkeiten, was auf die komplizierte Ausführung der Anschlussbewehrung zurückzuführen ist. Sehr deutlich wird der Unterschied zu einer gewöhnlichen Ausführungsvariante, wenn das Ausschalen der seitlichen Rahmenschalung (H15) mit dem Ausschalen der durchbohrten Schalttafeln (H16) verglichen wird. Wie aus den Visualisierungen in 5.8.4 Hergestellte Bezugsmengen ersichtlich ist, weisen die Rahmenschalungen und die durchbohrten Schalttafeln einen annähernd gleich großen Anteil der geschalteten Fläche auf. Die Dauer für das Ausschalen unterscheidet sich jedoch gewaltig. Während bei den Rahmenschalungen lediglich die Anker gelöst werden müssen und die Schalung im Anschluss mit dem Kran weggehoben werden kann, müssen beim Ausschalen der durchbohrten Schalttafeln zuerst die Kanthölzer, welche zum Teil auch von der Anschlussbewehrung durchdrungen werden, entfernt und die Schalttafeln unter großem körperlichen Einsatz vom hergestellten Bauteil gelöst werden. Somit wurden beim Ausschalen der durchbohrten Schalttafeln (H16) 91 Stichproben und beim Ausschalen der Rahmenschalung (H15) nur 23 Stichproben erfasst.



SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					
Nebentätigkeiten	Anzeichnen und Messen von Maßen (Schlagschnur, Wasserwaage etc.)	N1	260	8,8	1,0
	Kontrolle und Nachmessen (Stababstände, Lotrecht, Abstandshalter etc.)	N2	28	0,9	0,3
	Einmessen von Höhen/Abstände mittels Nivelliergerät	N3	57	1,9	0,5
	Befestigung von Laschen zum Anlegen der Schalelemente	N4	12	0,4	0,2
	Befestigung von Holzklötzen/Keilen zum Aufstellen der Seitenschalung	N5	2	0,1	0,1
	Zuschneiden von Schalmaterial	N6	59	2,0	0,5
	Zuschneiden von sonstigem Material (Keile, Unterlegklötze, Ankerhüllrohre)	N7	59	2,0	0,5
	Vorbereitung von sonstigem Material (Reinigung, Entfernung von Nägeln)	N8	30	1,0	0,4
	Trennmittel auf die Schalung aufbringen	N9	2	0,1	0,1
	Schalung reinigen	N10	39	1,3	0,4
	Abdichten der Schalungsunterkante/Bohrlöcher mit PU-Schaum	N11	23	0,8	0,3
	Abdichten der Fugen mit Silikon	N12	2	0,1	0,1
	Bohren der Löcher für die Anschlussbewehrung/Ankerstäbe	N13	47	1,6	0,5
	Befestigung der Dreikantleisten	N14	59	2,0	0,5
	Einbau von Distanzhölzern zwischen den Schalungselementen	N15	8	0,3	0,2
	Aufschieben der Hüllrohre (Distanzrohre) auf Ankerstäbe	N16	12	0,4	0,2
	Aufbau der Unterstellungen unter Rampenträger	N17	29	1,0	0,4
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N18	35	1,2	0,4
	Transport von Schalelementen zur Einbaustelle ohne Kran	N19	37	1,3	0,4
	Transport von sonst. Mat. (Bretter, Rüstmat. etc.) zur Einbaustelle mit Kran	N20	43	1,5	0,4
	Transport von sonstigem Material zur Einbaustelle ohne Kran	N21	122	4,1	0,7
	Aufbau der Stützen für die Arbeitsbühne	N22	44	1,5	0,4
	Aufbau der Aussteifungselemente für die Arbeitsbühne	N23	39	1,3	0,4
	Aufbau/Befestigung der Schalungsträger für die Arbeitsbühne	N24	58	2,0	0,5
	Justierung der Stützenhöhe für die Arbeitsbühne	N25	46	1,6	0,4
	Aufbau des Bodens der Arbeitsbühne (Auflegen von Holzpfosten)	N26	40	1,4	0,4
	Befestigung der Absturzsicherung der Arbeitsbühne	N27	18	0,6	0,3
	Aufbau der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten	N28	26	0,9	0,3
	Einheben der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten mit Kran (+ Befestigung)	N29	0	0,0	0,0
	Herstellung sonstiger Sicherungsmaßnahmen (z.B.: Sicherung der Leiter)	N30	1	0,0	0,1
	Holen/Wegräumen von Werkzeug und sonst. Hilfsmaterial (z.B.: Krangurte)	N31	165	5,6	0,8
	Zusammenräumen der Baustelle	N32	58	2,0	0,5
	Planstudium	N33	23	0,8	0,3
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N34	120	4,1	0,7
	Abbau der Arbeitsbühne	N35	65	2,2	0,5
	Befestigung von Abspreizungen zur Sicherung des freitragenden Trägers	N36	14	0,5	0,2
	Entfernung von sonstigem Material (Holzklötze, Keile, Laschen etc.)	N37	3	0,1	0,1
	Entfernung von PU-Schaum-Resten, Betonkrusten von Betonoberfläche	N38	2	0,1	0,1
	Entfernen der Dreikantleisten	N39	1	0,0	0,1
	Abtransport der Schalelemente mit Kran	N40	18	0,6	0,3
	Abtransport der Schalelemente ohne Kran	N41	7	0,2	0,2
	Abtransport von sonstigem Material (Bretter, Rüstmaterial etc.) mit Kran	N42	33	1,1	0,4
	Abtransport von sonstigem Material (Bretter, Rüstmaterial etc.) ohne Kran	N43	112	3,8	0,7
	Abbau der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten	N44	11	0,4	0,2
	Abbau der Unterstellungen unter Rampenträger	N45	16	0,5	0,3

Abbildung 5-152: Nebentätigkeiten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Aufgrund der begrenzten Lagerflächen mussten die Arbeitskräfte wiederholt gelagerten Materialien ausweichen. Dies führte dazu, dass die Wege mehr Zeit in Anspruch nahmen und die Anzahl der Stichproben beim Transport von sonstigem Material zur Einbaustelle ohne Kran (N21), Holen/Wegräumen von Werkzeug oder sonstigem Hilfsmaterial (N31) und dem Abtransport von sonstigem Material ohne Kran (N43) ansteigt.

SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)						
zusätzliche Tätigkeiten	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z1	1	1,2	0,0	0,1
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z2	0		0,0	0,0
	Transport sonst. Material vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z3	8		0,3	0,2
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z4	0		0,0	0,0
	Schließen von Fehlstellen in der Schalung (z.B.: mit Silikon, PU-Schaum)	Z5	0		0,0	0,0
	Korrektur fehlerhaft angezeichneter Maße	Z6	0		0,0	0,0
	Umbiegen/Kürzen von Bewehrungsseisen für Anlegen der Schalung	Z7	16		0,5	0,3
	Entfernung falsch eingebauten Materials	Z8	8		0,3	0,2
	Zuschneiden von Schaltafeln, die sich beim Ausschalen verklemmten	Z9	2		0,1	0,1
	Umbiegen/Kürzen von Bewehrungsseisen für das Ausschalen	Z10	1		0,0	0,1

Abbildung 5-153: Zusätzliche Tätigkeiten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Trotz der komplizierten Herstellungsweise des Bauteils ist der Anteil zusätzlicher Tätigkeiten sehr gering. Auffällig ist lediglich das Umbiegen und Kürzen von Bewehrungsseisen für das Anlegen der Schalung, das aufgrund des hohen Bewehrungsrades des Bauteils nicht zur Gänze vermieden werden kann.

SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>		
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)							
Unterbrechungen	ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	14	5,9	0,5	0,2
		Warten auf Kran	aU2	27		0,9	0,3
		Warten aus technologischen Gründen (z.B.: Eintrocknen des Trennmittels)	aU3	4		0,1	0,1
		Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Einmessen durch Anleger)	aU4	0		0,0	0,0
		Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	3		0,1	0,1
		Weg auf der Baustelle ohne Transport von Material	aU6	127		4,3	0,7
	störungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	15	0,8	0,5	0,3
		Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0		0,0	0,0
		Warten auf Material (z.B.: keine Schaltafeln auf Baustelle)	sU3	0		0,0	0,0
		Warten auf Anweisungen	sU4	0		0,0	0,0
		Werkzeug suchen	sU5	0		0,0	0,0
		Werkzeug reparieren	sU6	7		0,2	0,2
		Material suchen	sU7	3		0,1	0,1
		fehlerhafte Pläne / Pläne nicht vorhanden	sU8	0		0,0	0,0
	erholung. Unterbr.	Trinken	eU1	9	2,8	0,3	0,2
		Essen	eU2	1		0,0	0,1
		Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	13		0,4	0,2
		sonstige Pause	eU4	61		2,1	0,5
	persönl. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	28	1,9	0,9	0,3
		Privatgespräch mit Kollegen	pU2	12		0,4	0,2
		Rauchen	pU3	13		0,4	0,2
		Telefongespräch	pU4	4		0,1	0,1

Abbildung 5-154: Unterbrechungen - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Da sowohl beim Einschalen als auch beim Ausschalen Wege auf der Baustelle ohne den Transport von Material (aU6) entstehen, fällt der Anteil dieser Tätigkeit bei den Schalarbeiten sehr deutlich aus.

SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich $f_i$
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)						
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	140			Summe der Stichproben ohne X: 2950
	nicht sichtbar	X2	0			
	selbst nicht anwesend	X3	0			

Abbildung 5-155: Nicht erfassbare Stichproben - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2

In Summe wurden bei den Schalarbeiten 2.950 Stichproben erfasst. Dies entspricht umgerechnet 147,5 Lohnstunden, die für die Herstellung des beobachteten Bauteils aufgewendet wurden.

### Bewehrungsarbeiten:

Bei den Bewehrungsarbeiten treten im Vergleich zu den Schalarbeiten deutlich weniger Tätigkeiten auf, weil der Aufbau der Arbeitsbühne zur Gänze den Schalarbeiten zugeordnet wird. Dies ist unter anderem auch der Grund warum die Bewehrungsarbeiten kürzer dauern als die Schalarbeiten. Dadurch ist auch die Anzahl der erfassten Stichproben geringer und der maßgebende Vertrauensbereich größer.

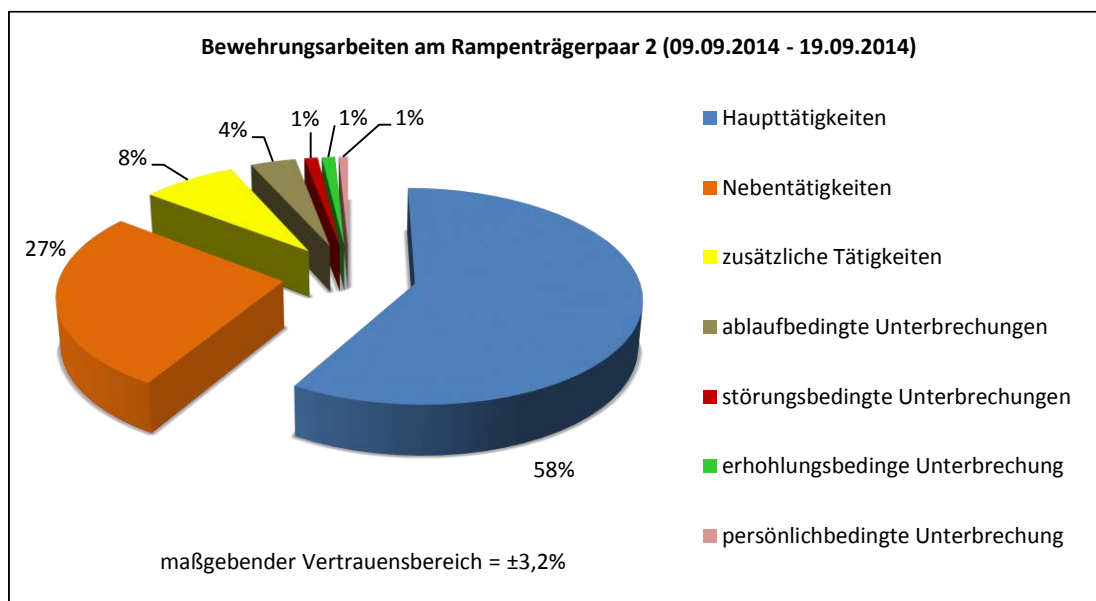


Abbildung 5-156: Tätigkeitsverteilung - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Bei den Bewehrungsarbeiten ist der Anteil der Haupttätigkeiten deutlich höher als bei den Schalarbeiten. Die Bewehrungsarbeiter müssen im Gegensatz zu den Schalarbeitern kaum Vorarbeiten leisten, um mit ihrer Haupttätigkeit, dem Bewehren der Rampenträger, beginnen zu können. Da nach der Bewehrungsabnahme Korrekturen und zum Teil der Neueinbau von Bewehrungsseisen angeordnet werden, ist der Anteil der zusätzlichen Tätigkeiten mit 8 % vergleichsweise hoch.

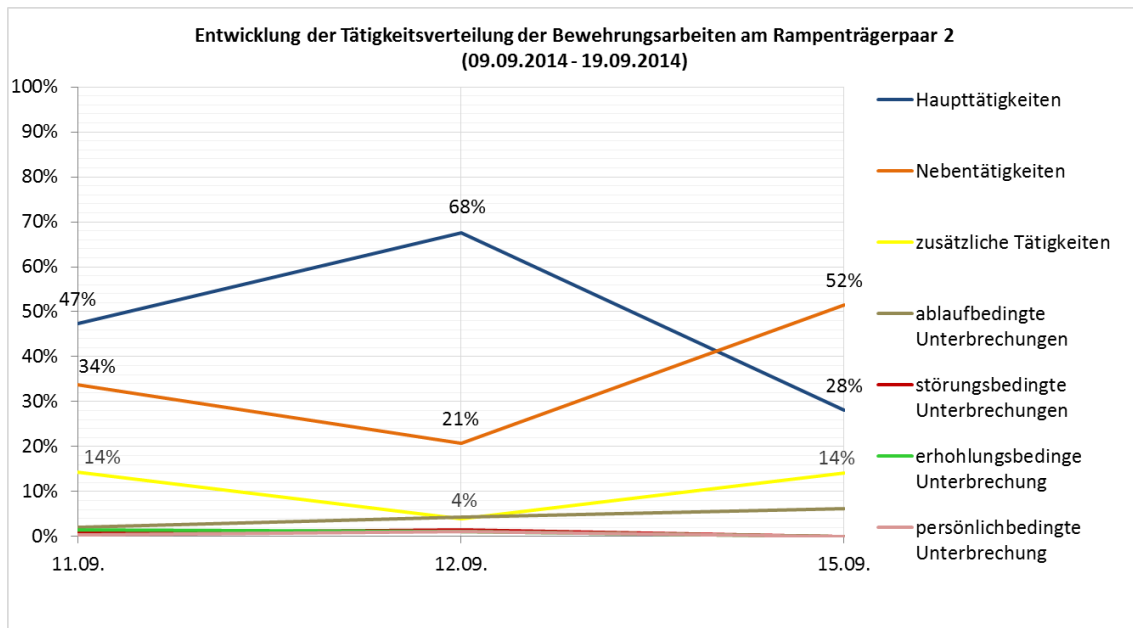


Abbildung 5-157: Entwicklung der Tätigkeitsverteilung der Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Da am 15.09.2014 überwiegend abschließende Bewehrungsarbeiten, wie die Befestigung von Abstandshaltern, durchgeführt wurden, sind ein Anstieg der Nebentätigkeiten und ein Abfallen der Haupttätigkeiten zu verzeichnen. Sowohl beim Rampenträgerpaar 1 als auch beim Rampenträgerpaar 2 ist bei der Entwicklung der Tätigkeitsverteilung der Bewehrungsarbeiten am ersten und am letzten Tag ein Anstieg der zusätzlichen Tätigkeiten zu verzeichnen. Am ersten Tag ist dies auf zusätzliche Kranhübe beim Antransport der Bewehrung zurückzuführen und am letzten Tag vorwiegend auf zusätzliche Tätigkeiten in Form von Entfernung, Korrektur und Neueinbau falsch eingebauten Materials.

BEWEHRUNGSARBEITEN			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)						
Haupttätigkeiten	Einbau/Befestigung von Bügelbewehrung (geschlossene, offene)	H1	154	58,5	17,0	2,5
	Einbau/Befestigung der Hauptbewehrung	H2	80		8,8	1,9
	Einbau/Befestigung der konstruktiven Längsbewehrung	H3	66		7,3	1,7
	Einbau/Befestigung der Anschlussbewehrung (offene Bügel)	H4	117		12,9	2,2
	Einschieben der Hauptbewehrung	H5	80		8,8	1,9
	Einschieben der konstruktiven Längsbewehrung	H6	32		3,5	1,2
					0	0,0

Abbildung 5-158: Haupttätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Da der Einbau, die Befestigung und das Einschieben sämtlicher Bewehrung den Haupttätigkeiten zugeordnet werden und wesentlich weniger Nebentätigkeiten auftreten, ist der Anteil der Haupttätigkeiten sehr hoch.

BEWEHRUNGSARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)						
Nebentätigkeiten	Anzeichnen und Messen von Maßen (Schlagschnur, Wasserwaage, etc.)	N1	7	26,9	0,8	0,6
	Kontrolle und Nachmessen (Stababstände, Lotrecht, Abstandshalter, etc.)	N2	2		0,2	0,3
	Auflegen der unteren Abstandshalter	N3	5		0,6	0,5
	Befestigung der seitlichen Abstandshalter	N4	32		3,5	1,2
	Umbiegen von Bewehrungseisen	N5	1		0,1	0,2
	Abschneiden/Kürzen der Bewehrungseisen	N6	1		0,1	0,2
	Transport der Bewehrung vom Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N7	9		1,0	0,6
	Transport der Bewehrung zur Einbaustelle ohne Kran	N8	6		0,7	0,5
	Transport von sonstigem Material von Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N9	0		0,0	0,0
	Transport von sonstigem Material von Lagerplatz zur Einbaustelle ohne Kran	N10	12		1,3	0,7
	Befestigung Montageeisen	N11	19		2,1	0,9
	Entfernung von Montageeisen	N12	22		2,4	1,0
	Sortieren der Bewehrung	N13	53		5,9	1,5
	Befestigung von Hilfsbrettern zum Einrichten der Anschlussbewehrung	N14	0		0,0	0,0
	Zusammenräumen der Baustelle	N15	9		1,0	0,6
	Planstudium	N16	8		0,9	0,6
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N17	36		4,0	1,3
	Holen/Wegräumen von Werkzeug und sonst. Hilfsmaterial (z.B.: Krangurte)	N18	14		1,5	0,8
	Lösen von Bewehrungsbündeln	N19	7		0,8	0,6

Abbildung 5-159: Nebentätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Aufgrund der hohen Anzahl von 41 Positionen im Bewehrungsplan, war ein zeitintensives Sortieren der Bewehrung erforderlich.

BEWEHRUNGSARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)						
zusätzliche Tätigkeiten	Transport der Bewehrung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z1	40	7,9	4,4	1,3
	Transport der Bewehrung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerpl. ohne Kran	Z2	0		0,0	0,0
	Transport sonst. Material vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z3	0		0,0	0,0
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z4	0		0,0	0,0
	Korrektur fehlerhaft angezeichneter Maße	Z5	0		0,0	0,0
	Entfernung falsch eingebauten Materials	Z6	10		1,1	0,7
	Einbringen verklemmter Bewehrungseisen mit Hammer/Kantholz/sonst.	Z7	19		2,1	0,9

Abbildung 5-160: Zusätzliche Tätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Die zusätzlichen Tätigkeiten setzen sich aus Transporten der Bewehrung zu Zwischenlagerplätzen mit dem Kran (Z2), die Entfernung bzw. die Korrektur falsch eingebauten Materials (Z6) und das Einbringen verklemmter Bewehrungseisen mit dem Hammer/Kantholz/sonstigem Material (Z7) zusammen.

BEWEHRUNGSARBEITEN			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich $f_i$	
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)							
Unterbrechungen	ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	6	3,8	0,7	0,5
		Warten auf Kran	aU2	1		0,1	0,2
		Warten aus technologischen Gründen	aU3	0		0,0	0,0
		Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Einbau der Aussparungen)	aU4	0		0,0	0,0
		Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	0		0,0	0,0
		Weg auf der Baustelle ohne Transport von Material	aU6	27		3,0	1,1
		Abnahme der Bewehrung durch OBA	aU7	0		0,0	0,0
	störuungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	0	1,1	0,0	0,0
		Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0		0,0	0,0
		Warten auf Material (z.B.: keine Bewehrung auf Baustelle)	sU3	0		0,0	0,0
		Warten auf Anweisungen	sU4	3		0,3	0,4
		Werkzeug suchen	sU5	0		0,0	0,0
		Werkzeug reparieren	sU6	0		0,0	0,0
		Material suchen	sU7	6		0,7	0,5
		fehlerhafte Pläne / Pläne nicht vorhanden	sU8	1		0,1	0,2
	erholung. Unterbr.	Trinken	eU1	3	1,1	0,3	0,4
		Essen	eU2	0		0,0	0,0
		Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	5		0,6	0,5
		sonstige Pause	eU4	2		0,2	0,3
	persönl. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	5	0,8	0,6	0,5
Privatgespräch mit Kollegen		pU2	0	0,0		0,0	
Rauchen		pU3	1	0,1		0,2	
Telefongespräch		pU4	1	0,1		0,2	

Abbildung 5-161: Unterbrechungen - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Der Anteil der Unterbrechungen ist bei den Bewehrungsarbeiten äußerst gering. Dies ist zum einen mit dem Akkordlohnmodell, aber auch von der überwiegenden Kranunabhängigkeit der Tätigkeiten zu begründen.

BEWEHRUNGSARBEITEN			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich $f_i$
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)						
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	14	Summe der Stichproben ohne X: 904		
	nicht sichtbar	X2	0			
	selbst nicht anwesend	X3	0			

Abbildung 5-162: Nicht erfassbare Stichproben - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2

In Summe wurden bei den Bewehrungsarbeiten 904 Stichproben erfasst. Dies entspricht umgerechnet 45,2 Lohnstunden, die für die Herstellung des beobachteten Bauteils angewendet wurden.

**Betonierarbeiten:**

Da die Betonierarbeiten nur ein bis zwei Stunden dauern ist der Anteil der erholungsbedingten Unterbrechung sehr gering, jedoch wirken sich Verzögerungen wesentlich stärker auf die Verteilung der Stichproben aus als bei den Schal- oder Bewehrungsarbeiten. Es wurde mit dem Krankübel betoniert, wobei eine Arbeitskraft permanent den Krankübel bediente. Bei der Datenerhebung war eine sehr exakte Stichprobenerfassung äußerst wichtig, da innerhalb weniger Augenblicke der Übergang zwischen gewissen Tätigkeiten, wie zum Beispiel Warten auf Kran und Einrichten des Betonierschlauchs, stattgefunden haben.

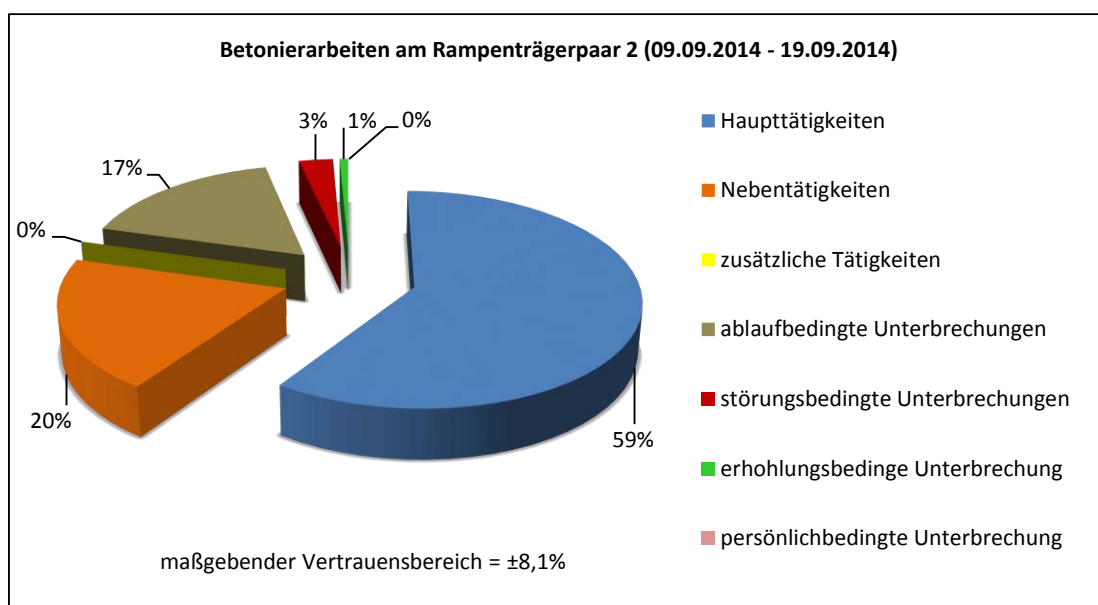


Abbildung 5-163: Tätigkeitsverteilung - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 2

BETONIERARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					
Haupttätigkeiten	Bedienung des Krankübels zum Einfüllen des Betons	H1	14	9,9	4,9
	Einrichten des Betonierschlauchs	H2	13	9,2	4,8
	Verdichten mittels Flaschenrüttler	H3	26	18,4	6,4
	Verteilung des Frischbetons mittels Kelle/Holzbrett	H4	4	2,8	2,7
	Abziehen der Betonoberfläche mit Kelle/Reibbrett/sonst. Material	H5	22	15,6	6,0
	Händisches Einbringen des Betons mit einem Eimer	H6	0	0,0	0,0
	Verdichten durch seitliches Klopfen mit dem Hammer auf Schalung	H7	5	3,5	3,1

Abbildung 5-164: Haupttätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Da das Verdichten mittels Flaschenrüttler (H3) von einer Arbeitskraft annähernd während des gesamten Betoniervorganges durchgeführt wurde, ist diese Haupttätigkeit mit einer hohen Anzahl an Stichproben aufgetreten.

BETONIERARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)						
Nebentätigkeiten	Einweisung des Kranfahrers/Mischwagenfahrers	N1	0	19,9	0,0	0,0
	Einfüllen des Transportbetons in Krankübel	N2	6		4,3	3,3
	Nachjustieren der Abspreizungen (Elementstützen) nach dem Verdichten	N3	1		0,7	1,4
	Nachbehandlung des Frischbetons (z.B.: Verdunstungsschutz)	N4	0		0,0	0,0
	Reinigung des Krankübels	N5	0		0,0	0,0
	Entfernung von Distanzhölzern zwischen Schalelementen	N6	1		0,7	1,4
	Transport des Betons mit dem Krankübel	N7	5		3,5	3,1
	Transport des Betons ohne Kran	N8	0		0,0	0,0
	Transport von sonstigem Material von Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N9	0		0,0	0,0
	Transport von sonstigem Material vom Lagerplatz zur Einbaustelle ohne Kran	N10	1		0,7	1,4
	Planstudium	N11	0		0,0	0,0
	Zusammenräumen der Baustelle	N12	3		2,1	2,4
	Holen von Werkzeug	N13	8		5,7	3,8
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N14	3		2,1	2,4

Abbildung 5-165: Nebentätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 2

BETONIERARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)						
zusätzliche Tätigkeiten	Reinigung der Außenseite der Schalung von Frischbeton	Z1	0	0,0	0,0	0,0
	Abschrämmen falsch eingebrachten Betons (zu hoch betoniert)	Z2	0		0,0	0,0
	Ausbessern von Fehlern in der Betonoberfläche (z.B.: Kiesnester)	Z3	0		0,0	0,0
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z4	0		0,0	0,0
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z5	0		0,0	0,0
	Wegbiegen von Bewehrungsseisen damit Flaschenrüttler nicht verklemt	Z6	0		0,0	0,0
	Entfernung zu hoch eingebrachten Frischbetons	Z7	0		0,0	0,0

Abbildung 5-166: Zusätzliche Tätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 2

BETONIERARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>		
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)							
Unterbrechungen	ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	2	17,0	1,4	2,0
		Warten auf Kran	aU2	12		8,5	4,6
		Warten aus technologischen Gründen (z.B.: Abziehen der Betonoberfläche)	aU3	0		0,0	0,0
		Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Einbau der Schalung)	aU4	0		0,0	0,0
		Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	7		5,0	3,6
		Weg zur Arbeitsstelle (auf der Baustelle)	aU6	3		2,1	2,4
	störungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	0	2,8	0,0	0,0
		Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0		0,0	0,0
		Warten auf Material (z.B.: kein Transportbeton auf Baustelle)	sU3	4		2,8	2,7
		Warten auf Anweisungen	sU4	0		0,0	0,0
		Werkzeug suchen	sU5	0		0,0	0,0
		Werkzeug reparieren	sU6	0		0,0	0,0
		Material suchen	sU7	0		0,0	0,0
		fehlerhafte Pläne	sU8	0		0,0	0,0
	erholung. Unterbr.	Trinken	eU1	0	0,7	0,0	0,0
		Essen	eU2	0		0,0	0,0
		Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	1		0,7	1,4
		sonstige Pause	eU4	0		0,0	0,0
	persön. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	0	0,0	0,0	0,0
		Privatgespräch mit Kollegen	pU2	0		0,0	0,0
		Rauchen	pU3	0		0,0	0,0
		Telefongespräch	pU4	0		0,0	0,0

Abbildung 5-167: Unterbrechungen - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 2



<b>BETONIERARBEITEN</b>		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich $f_i$
Beobachteter Bauteil: Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	16	Summe der Stichproben ohne X: 141	
	nicht sichtbar	X2	0		
	selbst nicht anwesend	X3	0		

Abbildung 5-168: Nicht erfassbare Stichproben - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 2

In Summe wurden bei den Betonierarbeiten 141 Stichproben erfasst. Dies entspricht umgerechnet 7,1 Lohnstunden, die für die Herstellung des beobachteten Bauteils angewendet wurden.

### Stahlbetonarbeiten:

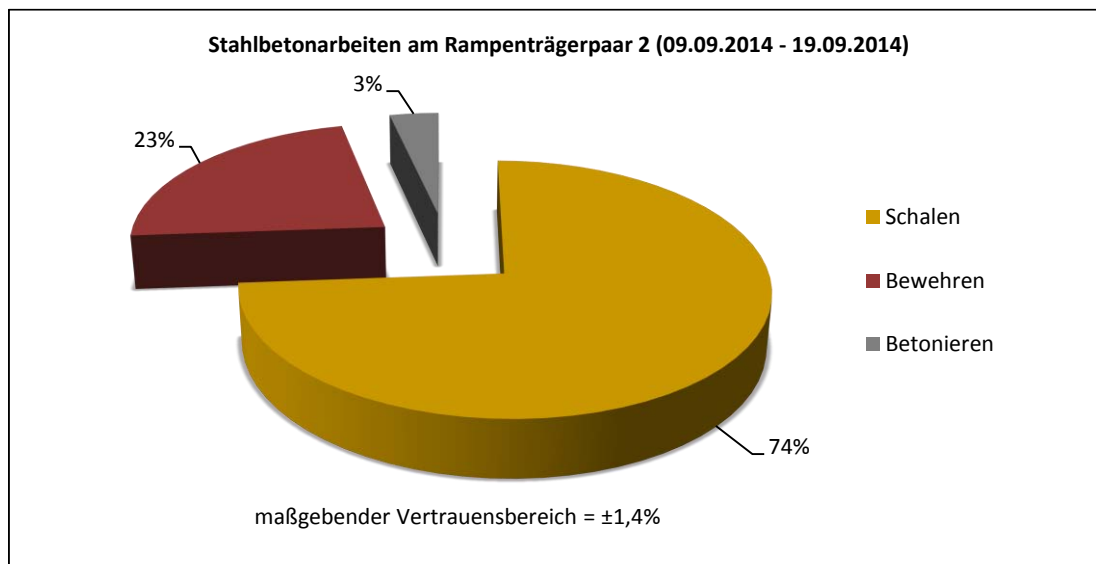


Abbildung 5-169: Verteilung der Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 2

In Abbildung 5-169 wird die Verteilung der Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten dargestellt und veranschaulicht den großen Anteil der Schalarbeiten von 74 %.

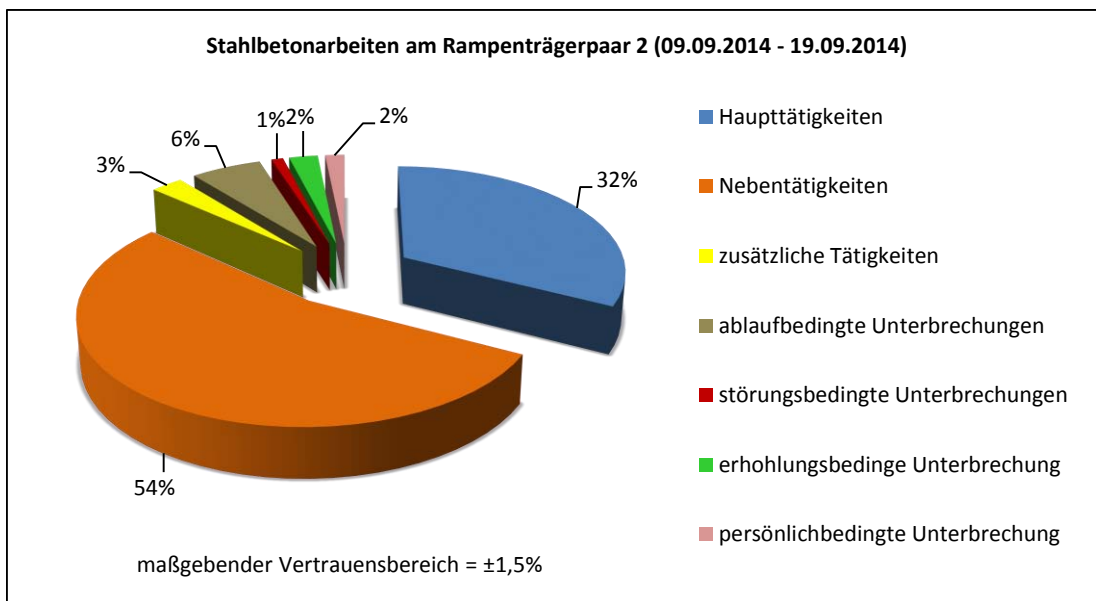


Abbildung 5-170: Tätigkeitsverteilung - Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Die Schalarbeiten haben somit entscheidenden Einfluss auf die Tätigkeitsverteilung der Stahlbetonarbeiten. Der Anteil von 54 % der Nebentätigkeiten ist auf die Schalarbeiten und den zeitintensiven Aufbau der Arbeitsbühne zurückzuführen. Des Weiteren sind bei Rampenträgerpaar 1 und Rampenträgerpaar 2 sehr ähnliche Ergebnisse der Tätigkeitsverteilung der Stahlbetonarbeiten ersichtlich.

### 5.8.3 Anzahl der Lohnstunden

Nachfolgend sind die Lohnstunden, die von den verschiedenen Arbeitern bei der Herstellung des Rampenträgerpaar 2 geleistet wurden, dargestellt.

#### Schalarbeiten:

Bei den Schalarbeiten sind Arbeiter A bis D Arbeitskräfte des Schalungstrupps und Arbeiter X der Polier oder der Anleger, der Tätigkeiten, wie das Einmessen von Maßen mittels Nivelliergerät, durchgeführt hat.

Einschalen am Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)						
Datum:	09.09.	10.09.	11.09.	15.09.	16.09.	Summe
Arbeiter A	3,6 Std	9,3 Std	7,6 Std	9,3 Std	3,2 Std	32,9 Std
Arbeiter B	2,4 Std	9,9 Std	7,6 Std	9,3 Std	3,2 Std	32,3 Std
Arbeiter C	3,3 Std	10,0 Std	7,6 Std	9,3 Std	1,4 Std	31,4 Std
Arbeiter D	0,0 Std	0,0 Std	0,0 Std	9,3 Std	1,4 Std	10,6 Std
Arbeiter X	0,0 Std	1,0 Std	2,1 Std	0,0 Std	0,0 Std	3,1 Std
$\Sigma$ Lohnstd.	9,3 Std	30,1 Std	24,8 Std	37,0 Std	9,1 Std	<b>110,2 Std</b>

Abbildung 5-171: Lohnstunden beim Einschalen am Rampenträgerpaar 2

Ausschalen am Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					
Datum:	17.09.	18.09.	19.09.	++09.	Summe
Arbeiter A	0,0 Std	2,7 Std	3,9 Std	0,0 Std	6,5 Std
Arbeiter B	0,0 Std	1,5 Std	3,9 Std	3,0 Std	8,4 Std
Arbeiter C	4,3 Std	2,1 Std	3,9 Std	4,0 Std	14,3 Std
Arbeiter D	4,0 Std	2,3 Std	1,8 Std	0,0 Std	8,0 Std
Arbeiter X	0,2 Std	0,0 Std	0,0 Std	0,0 Std	0,2 Std
$\Sigma$ Lohnstd.	8,4 Std	8,6 Std	13,4 Std	7,0 Std	<b>37,3 Std</b>

Abbildung 5-172: Lohnstunden beim Ausschalen am Rampenträgerpaar 2

Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)			
	Einschalen	Ausschalen	Summe
Arbeiter A	32,9 Std	6,5 Std	39,4 Std
Arbeiter B	32,3 Std	8,4 Std	40,7 Std
Arbeiter C	31,4 Std	14,3 Std	45,7 Std
Arbeiter D	10,6 Std	8,0 Std	18,6 Std
Arbeiter X	3,1 Std	0,2 Std	3,2 Std
$\Sigma$ Lohnstd.	110,2 Std	37,3 Std	<b>147,5 Std</b>

Abbildung 5-173: Lohnstunden bei den Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Die Lohnstunden bei den Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2 veranschaulichen, dass das Einschalen wesentlich zeitaufwändiger ist als das Ausschalen. Dies ist auf den aufwändigen Aufbau der Arbeitsbühne, auf den hohen Anteil von Anzeichnen und Messen von Maßen und die zeitintensive Herstellung der Schalung zurückzuführen.

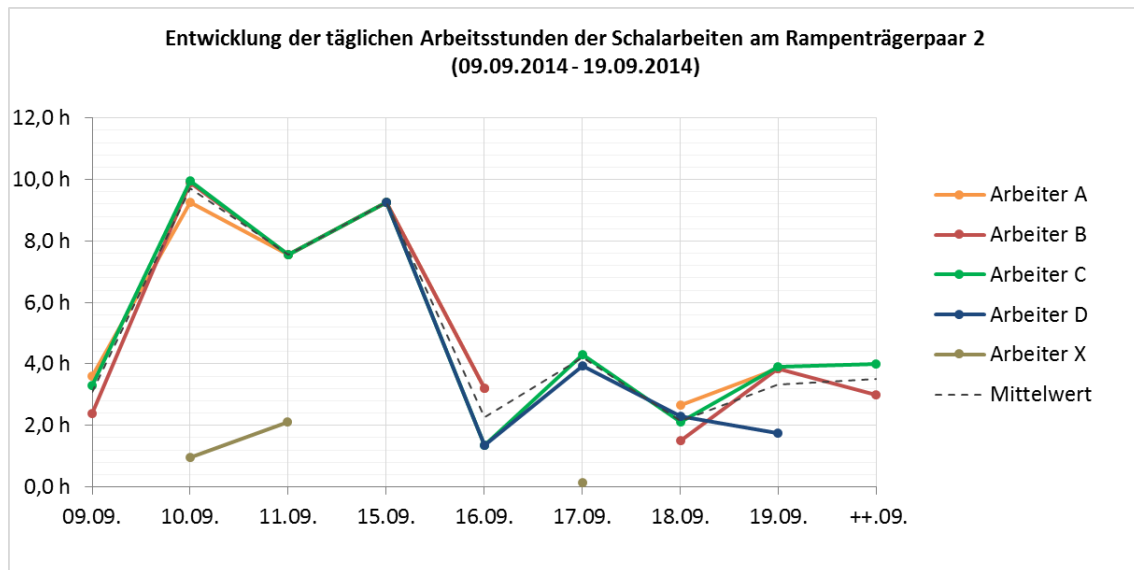


Abbildung 5-174: Entwicklung der täglichen Arbeitsstunden jedes Arbeiters der Schararbeiten am Rampenträgerpaar 2

Abbildung 5-174 zeigt, dass während der Schararbeiten in der Regel der Schalungstrupp aus drei bis vier Personen bestanden hat, die permanent als Gruppe am Rampenträgerpaar tätig waren. Am 10.09.2014 und 11.09.2014 war der Polier als zusätzliche Arbeitskraft beim Einmessen von Maßen mittels Nivelliergerät tätig und am 17.09.2014 kurzzeitig beim Kontrollieren und Nachmessen bevor er die Freigabe für das Schließen der Schalung erteilte.

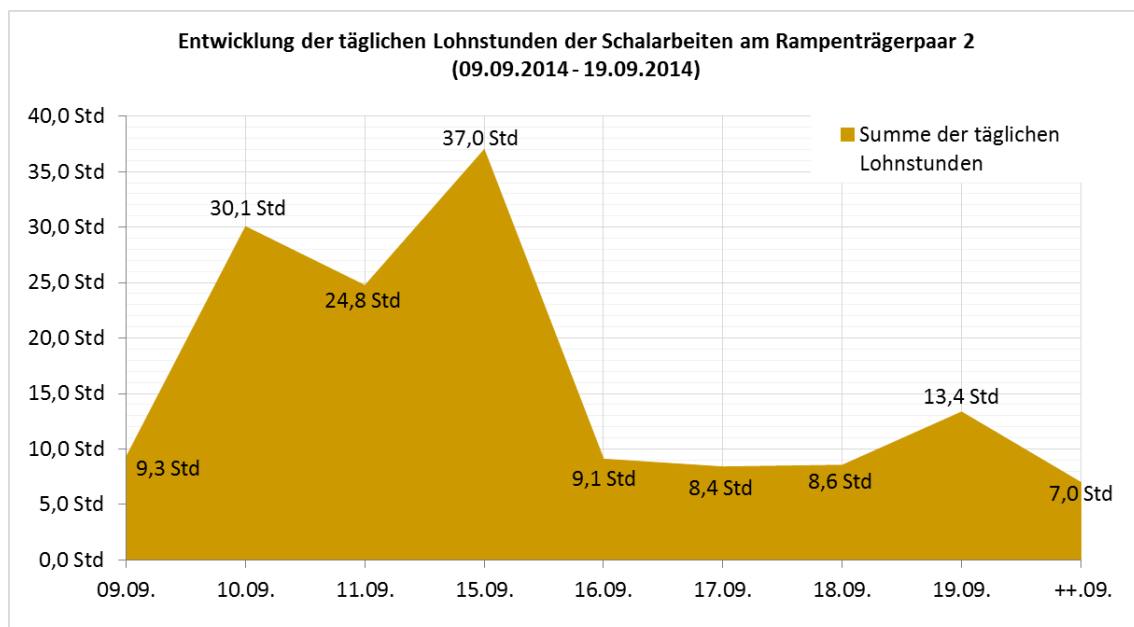


Abbildung 5-175: Entwicklung der täglichen Lohnstunden der Schararbeiten am Rampenträgerpaar 2

Die Entwicklung der täglichen Lohnstunden der Schararbeiten am Rampenträgerpaar 2 zeigt jene Tage, an denen intensiv am Rampenträgerpaar gearbeitet wurde. Am 09.09.2014 wurden zum Teil noch Tätigkeiten beim Rampenträgerpaar 1 durchgeführt. Am 10.09.2014, 11.09.2014 und 15.09.2014 wurde sehr intensiv am Rampenträgerpaar 2 gearbeitet, sodass

das Einschalen beider Rampenträger am 16.09.2014 abgeschlossen werden konnte. Am 17.09.2014 und 18.09.2014 wurden vorwiegend Tätigkeiten bei einem neuen Rampenträger durchgeführt und nur zwischendurch das beobachtete Rampenträgerpaar ausgeschalt. Der Abbau von Unterstellungen und die Entfernung von Aussparungselementen wurde erst einige Wochen später durchgeführt und zu einem fiktiven Tag ++.09.2014 zusammengefasst.

### Bewehrungsarbeiten:

<b>Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)</b>				
Datum:	11.09.	12.09.	15.09.	Summe
Arbeiter A	0,5 Std	0,0 Std	0,1 Std	0,6 Std
Arbeiter B	2,7 Std	9,4 Std	0,0 Std	12,1 Std
Arbeiter C	5,7 Std	9,4 Std	1,7 Std	16,7 Std
Arbeiter D	5,1 Std	9,4 Std	1,5 Std	15,9 Std
$\Sigma$ Lohnstd.	14,0 Std	28,1 Std	3,2 Std	<b>45,2 Std</b>

Abbildung 5-176: Lohnstunden bei den Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2

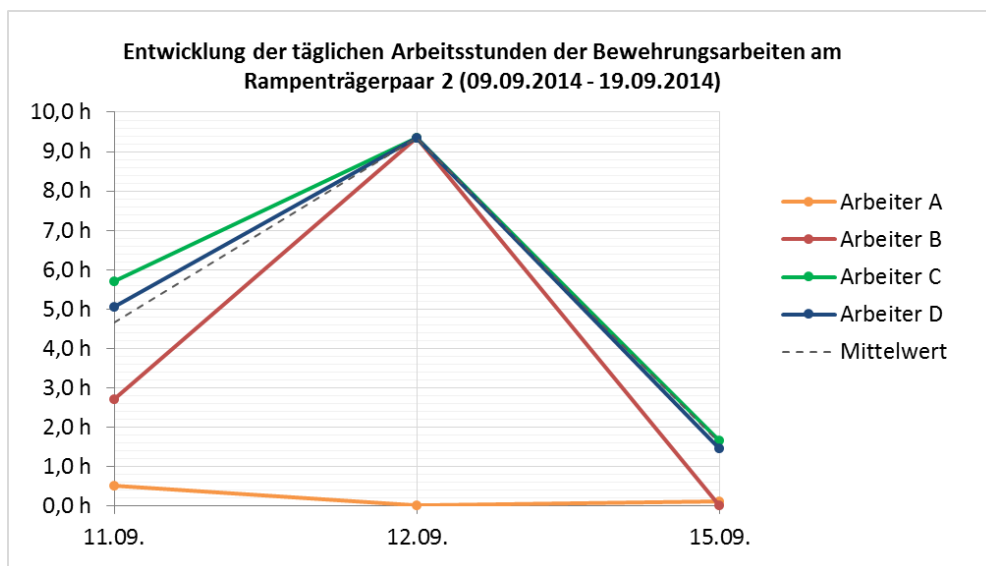
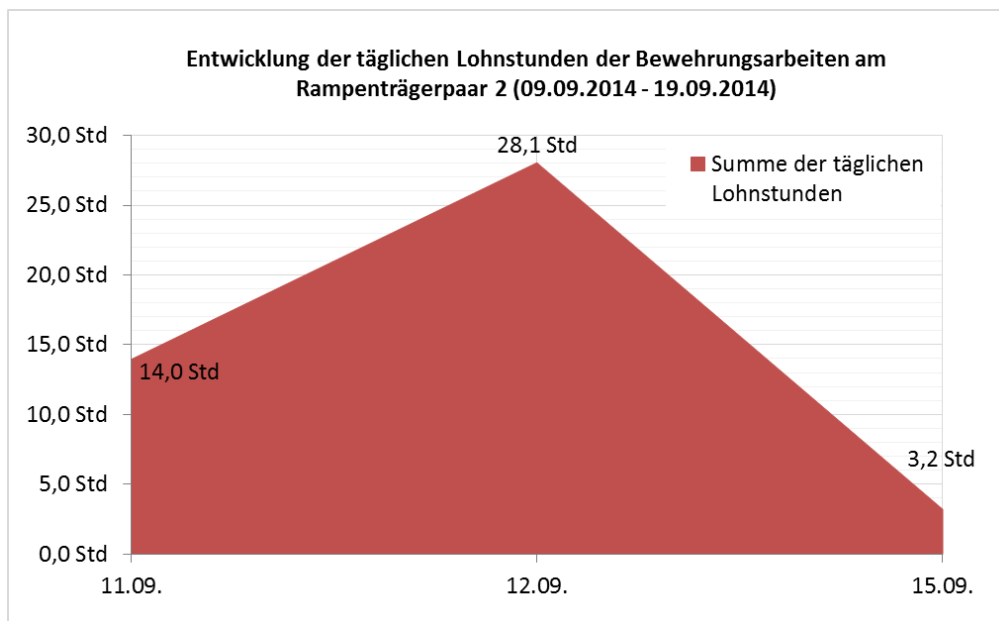


Abbildung 5-177: Entwicklung der täglichen Arbeitsstunden jedes Arbeiters der Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Neben den besseren Witterungsbedingungen erfolgten sicherlich auch positive Einflüsse auf die Produktivität aufgrund der Tatsache, dass die Bewehrungsarbeiter bei Rampenträgerpaar 2 in der Regel als Gruppe permanent am beobachteten Bauteil ihre Tätigkeiten durchführten.



**Abbildung 5-178: Entwicklung der täglichen Lohnstunden der Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2**

Die Entwicklung der täglichen Lohnstunden der Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2 bestätigt die Annahme, die bei der Analyse der täglichen Lohnstunden der Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 getroffen wurde. Bei guten Witterungsbedingungen und guten Arbeitsverhältnissen ist es möglich ein Rampenträgerpaar innerhalb von zwei bis drei Tagen zu bewehren.

#### Betonierarbeiten:

<b>Betonierarb. Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)</b>		
Datum:	16.09.	Summe
Arbeiter A	1,9 Std	1,9 Std
Arbeiter B	1,7 Std	1,7 Std
Arbeiter C	1,8 Std	1,8 Std
Arbeiter D	1,7 Std	1,7 Std
$\Sigma$ Lohnstd.	7,1 Std	<b>7,1 Std</b>

**Abbildung 5-179: Lohnstunden bei den Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 2**

Anhand der tabellarischen Darstellung der Lohnstunden je Arbeiter wird ersichtlich, dass das Betonieren beim Rampenträgerpaar 2 ca. zwei Stunden gedauert hat, dabei waren im Gegensatz zu Rampenträgerpaar 1 jedoch nur vier Arbeitskräfte tätig. Da die Betonierarbeiten innerhalb eines Tages erfolgten wurde die Entwicklung der täglichen Lohnstunden wie bei den Schal- und Bewehrungsarbeiten hier nicht dargestellt.

## Stahlbetonarbeiten:

Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)				
	Schalen	Bewehren	Betonieren	Summe
Arbeiter A	39,4 Std		1,9 Std	41,2 Std
Arbeiter B	40,7 Std		1,7 Std	42,4 Std
Arbeiter C	45,7 Std		1,8 Std	47,5 Std
Arbeiter D	18,6 Std		1,7 Std	20,3 Std
Arbeiter X	3,2 Std			3,2 Std
Arbeiter A´		0,6 Std		0,6 Std
Arbeiter B´		12,1 Std		12,1 Std
Arbeiter C´		16,7 Std		16,7 Std
Arbeiter D´		15,9 Std		15,9 Std
Σ Lohnstd.	147,5 Std	45,2 Std	7,1 Std	<b>199,8 Std</b>

Abbildung 5-180: Lohnstunden bei den Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Die Darstellung der Lohnstunden bei den Stahlbetonarbeiten veranschaulicht den großen zeitlichen Anteil der Schalarbeiten.

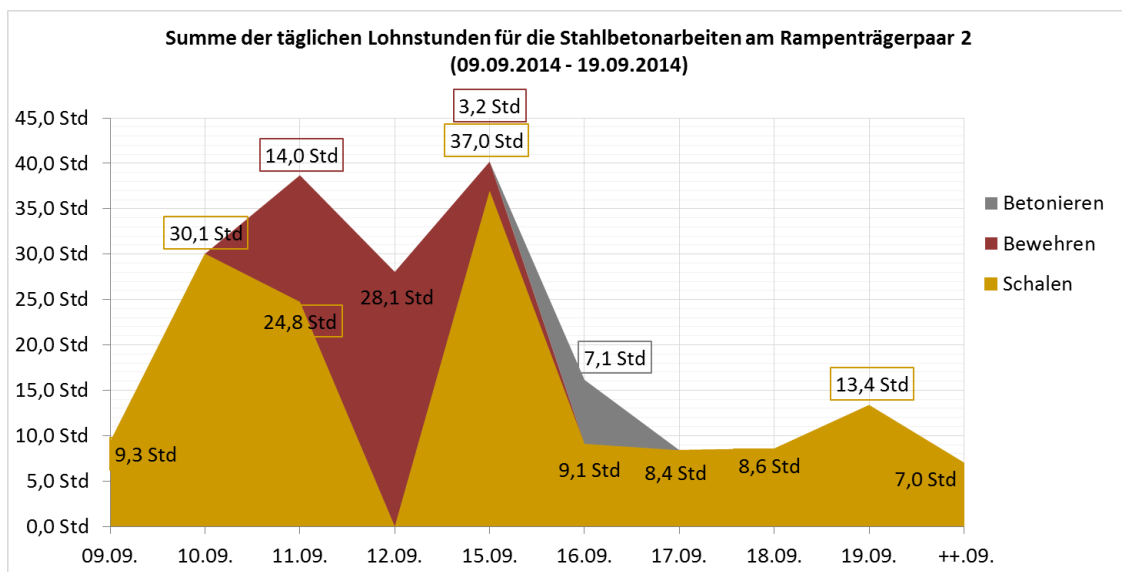


Abbildung 5-181: Entwicklung der Summe der täglichen Lohnstunden der Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 2

Die Entwicklung der Summe der täglichen Lohnstunden der Stahlbetonarbeiten veranschaulicht jene Tage, an denen sehr intensiv am Rampenträgerpaar gearbeitet wurde. Der Großteil der Bewehrungsarbeiten wurde am 12.09.2014 durchgeführt. Dieser Bauablauf erwies sich als äußerst günstig, da an diesem Tag keine Schalarbeiten getätigt wurden und die Bewehrungsarbeiter ausreichend Platzverhältnisse vorgefunden haben.

### 5.8.4 Hergestellte Bezugsmengen

Neben den geleisteten Lohnstunden sind die hergestellten Bezugsmengen wichtige Werte für die Ermittlung der Aufwandswerte.

Es wurde neben der eingeschalteten Betonfläche auch die Bruttoschalfläche ermittelt. Aufgrund der Sprünge im Aufriss und der geneigten Betonoberflächen ist diese Bruttoschalfläche wesentlich größer als die tatsächlich eingeschaltete Betonfläche, die zur Ermittlung des Aufwandswertes herangezogen wurde.

Um die einzelnen Rampenträger und die Arbeitsbühne einer getrennten Auswertung zu unterziehen, wurde neben der Schalfläche, der Bewehrungsmenge und der Festbetonkubatur auch die projizierte Grundfläche der Arbeitsbühne ermittelt, die vor Ort auf der Baustelle aufgemessen wurde.

Die Abmessungen von Rampenträgerpaar 2 sind identisch mit jenen von Rampenträgerpaar 1. Dadurch ergibt sich die gleiche Schalfläche und Betonmenge. Lediglich die Bewehrungsmenge unterscheidet sich geringfügig. Auch die Arbeitsbühne wurde mit den annähernd gleichen Abmessungen hergestellt.

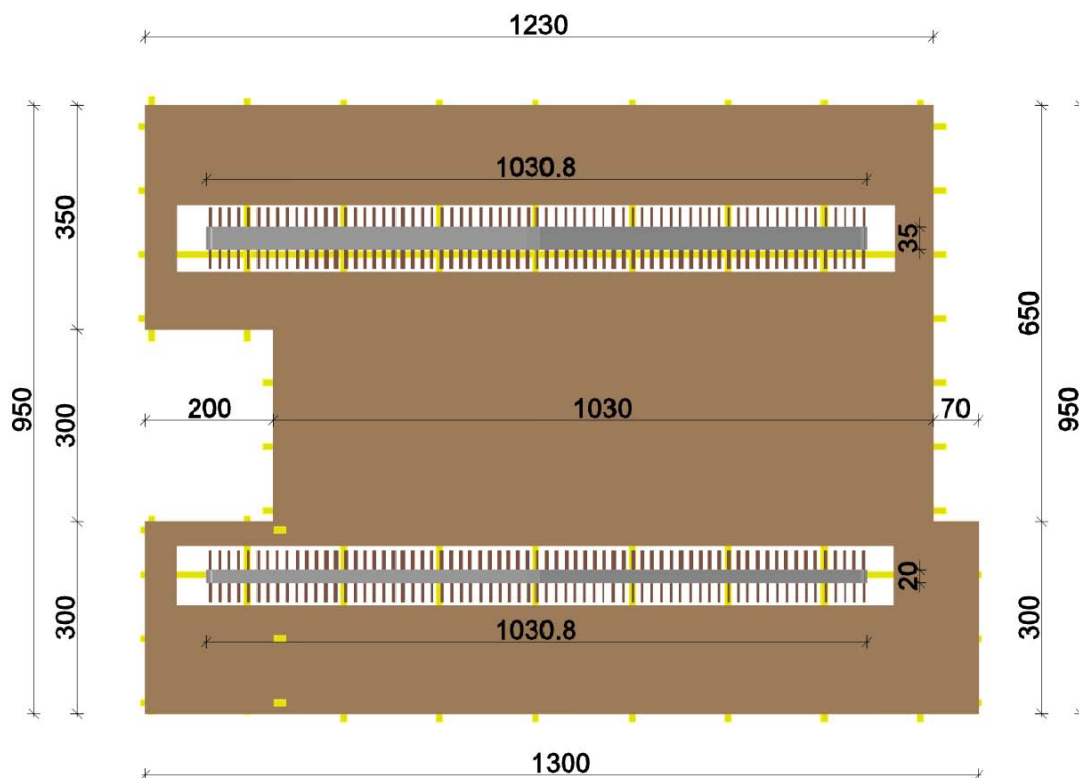


Abbildung 5-182: Grundriss der Arbeitsbühne

Die Fläche der Arbeitsbühne beträgt ca. 113,0 m<sup>2</sup>.



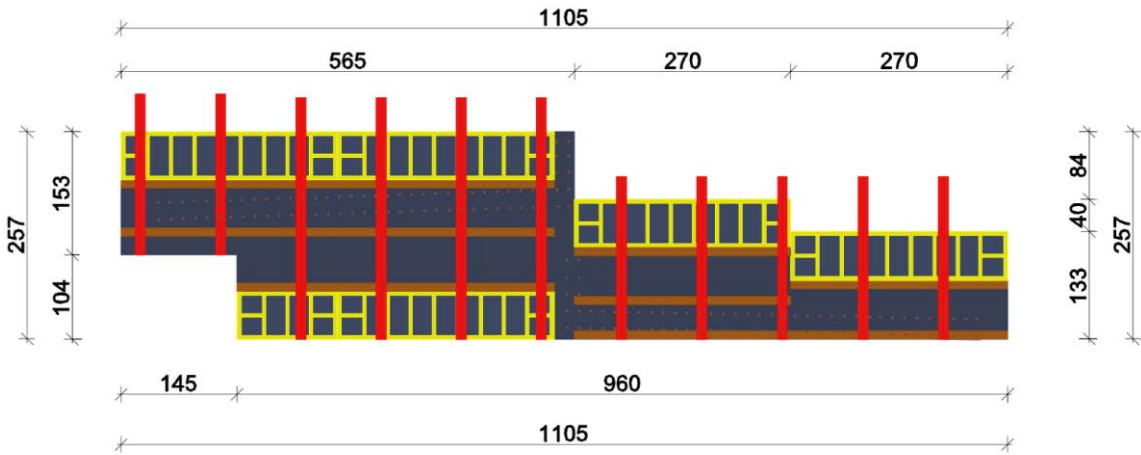


Abbildung 5-183: Ansicht - Schafffläche des freitragenden Rampenträgers

Die Bruttoschafffläche des freitragenden Rampenträgers beträgt ca. 45,5 m<sup>2</sup>.

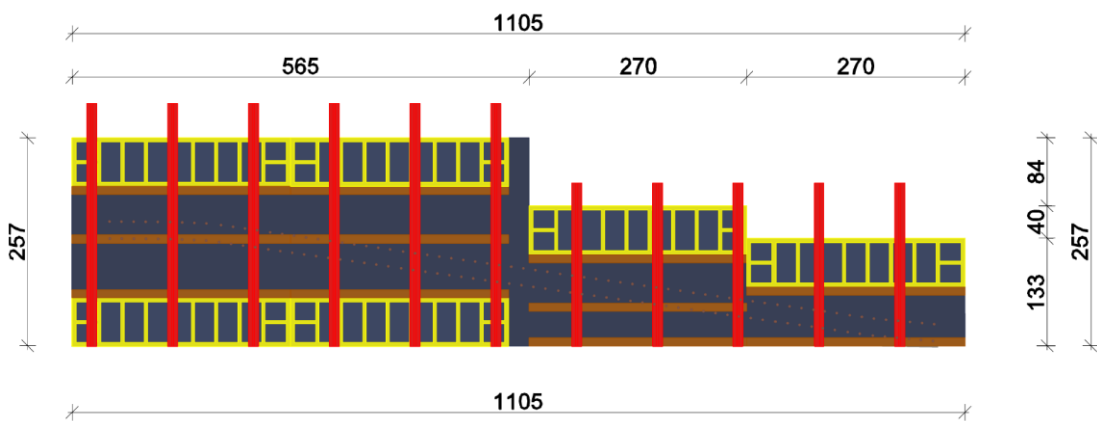


Abbildung 5-184: Ansicht - Schafffläche des auf Stützen gelagerten Rampenträgers

Die Bruttoschafffläche des auf Stützen gelagerten Rampenträgers beträgt ca. 50,8 m<sup>2</sup>.

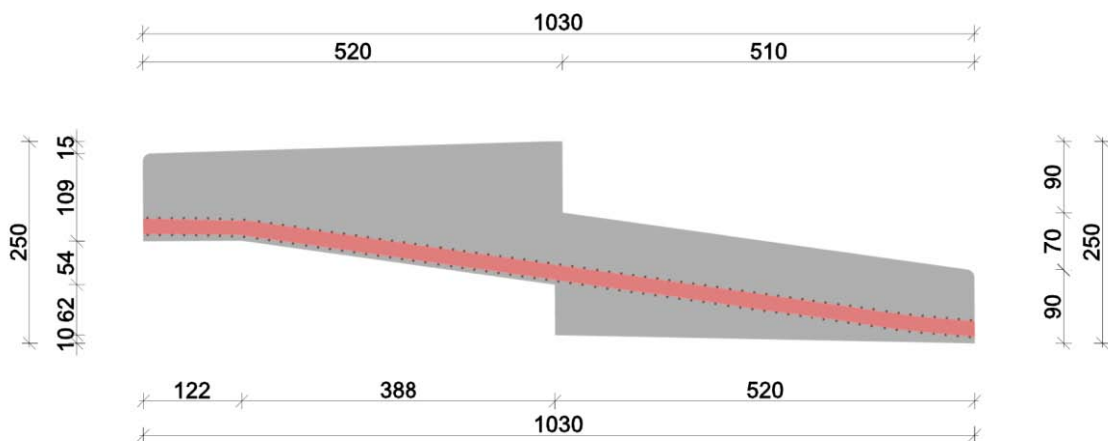


Abbildung 5-185: Ansicht - Betonfläche eines Rampenträgers

Die geschalte Betonfläche beträgt beim freitragenden Rampenträger 29,43 m<sup>2</sup>, beim Rampenträger auf Stützen 31,22 m<sup>2</sup> und ergibt in Summe eine Schalfläche von 60,65 m<sup>2</sup> für das Rampenträgerpaar.

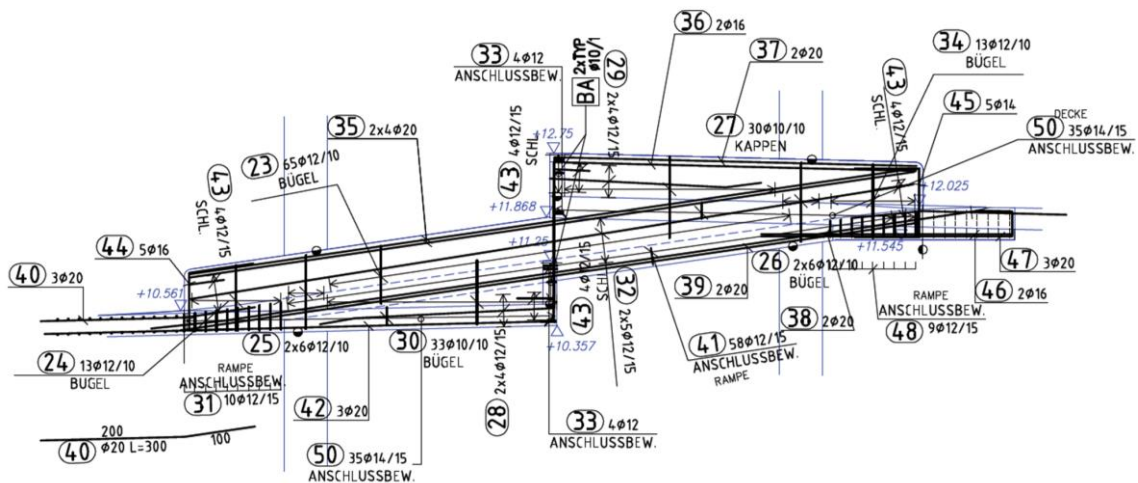


Abbildung 5-186: Auszug aus dem Bewehrungsplan von Rampenträgerpaar 2<sup>26</sup>

Die Bewehrungsmenge für das Rampenträgerpaar wurde aus dem Bewehrungsplan, der aus 41 Positionen bestand, ermittelt und beträgt 2,17 to. Im Zuge der Auswertung dieser Pläne erfolgte eine Zuordnung der Bewehrung zum jeweiligen Rampenträger. Es wurden beim freitragenden Rampenträger eine Bewehrungsmenge von 0,84 to und beim Rampenträger auf Stützen 1,33 to eingebaut.

Die Betonkubatur des Rampenträgerpaares beträgt in Summe 7,33 m<sup>3</sup>, wobei 2,66 m<sup>3</sup> dem freitragenden und 4,66 m<sup>3</sup> dem auf Stützen gelagerten Rampenträger zugeordnet werden.

Aus diesen Bezugsmengen kann der Schalungs- und Bewehrungsgrad beider Rampenträger ermittelt werden. Beim freitragenden Rampenträger ergeben sich der Schalungsgrad mit 11,0 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> und der Bewehrungsgrad mit 0,313 to/m<sup>3</sup>. Beim auf Stützen gelagerten Rampenträger betragen der Schalungsgrad 6,7 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> und der Bewehrungsgrad 0,282 to/m<sup>3</sup>.

### 5.8.5 Aufwandswerte

Aus der Division der Anzahl der Lohnstunden durch die hergestellten Bezugsmengen lassen sich die Aufwandswerte ermitteln. Im Zuge dieser Arbeit wurden die Aufwandswerte für die Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten sowie ein Gesamtaufandswert für die Stahlbetonarbeiten beim Rampenträgerpaar ermittelt.

#### Schalarbeiten:

Der Aufwandswert für die Schalarbeiten beinhaltet den Auf- und Abbau der Arbeitsbühne

<sup>26</sup> Rampenträgerpaar 2 – Bewehrungsplan (Potyka & Partner ZT GmbH): PDSP-AF-01KI-08-0143-F01

sowie das Ein- und Ausschalen des Rampenträgerpaares und wird auf die geschalte Betonfläche bezogen.

$$AW_S = \frac{147,5 \text{ Std}}{60,65 \text{ m}^2} = 2,43 \text{ Std/m}^2$$

Abbildung 5-187: Aufwandswert der Schalarbeiten bei Rampenträgerpaar 2

#### **Bewehrungsarbeiten:**

Der Aufwandswert für die Bewehrungsarbeiten beinhaltet sämtliche Arbeiten, die von den Bewehrern durchgeführt werden und dem beobachteten Rampenträgerpaar zuzuordnen sind. Die Summe dieser Lohnstunden wird auf die Summe der eingebauten Bewehrungsmenge des Rampenträgerpaares bezogen.

$$AW_{BW} = \frac{45,2 \text{ Std}}{2,17 \text{ to}} = 20,83 \text{ Std/to}$$

Abbildung 5-188: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten bei Rampenträgerpaar 2

#### **Betonierarbeiten:**

Der Aufwandswert für die Betonierarbeiten beinhaltet sämtliche Arbeiten die im Zuge der Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar durchgeführt werden sowie gegebenenfalls Nachbesserungsarbeiten an der Betonoberfläche. Der Aufbau der Arbeitsbühne für die Betonierarbeiten ist hier nicht berücksichtigt, da diese Lohnstunden den Schalarbeiten zugeordnet werden. Die Summe der Lohnstunden bei den Betonierarbeiten werden auf die Kubatur des Festbetons bezogen.

$$AW_{BT} = \frac{7,1 \text{ Std}}{7,33 \text{ m}^3} = 0,97 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 5-189: Aufwandswert der Betonierarbeiten bei Rampenträgerpaar 2

#### **Stahlbetonarbeiten:**

Der Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten ergibt sich aus der Summe der Lohnstunden der Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten und wird auf die Kubatur des Festbetons bezogen.

$$AW_{STB} = \frac{199,8 \text{ Std}}{7,33 \text{ m}^3} = 27,26 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 5-190: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten bei Rampenträgerpaar 2

### 5.8.6 Rampenträger getrennt

Zusätzlich zu den Auswertungen des Rampenträgerpaares wurde eine Analyse der einzelnen Rampenträger und der Arbeitsbühne durchgeführt. Dabei wurde der Aufwandswert der Arbeitsbühne einerseits auf die Schalfläche der beiden Rampenträger und andererseits auf die Grundfläche der Arbeitsbühne bezogen. Bei den Schalarbeiten muss die Summe der Lohnstunden der beiden Rampenträger und der Arbeitsbühne der Auswertung des Rampenträgerpaares entsprechen.

#### Arbeitsbühne:

$$AW_A = \frac{42,4 \text{ Std}}{113,00 \text{ m}^2} = 0,38 \text{ Std/m}^2$$

Abbildung 5-191: Aufwandswert für die Herstellung der Arbeitsbühne bezogen auf die Fläche der Arbeitsbühne bei Rampenträgerpaar 2

Der Aufwandswert in Abbildung 5-191 bezieht sich auf die projizierte Grundfläche der Arbeitsbühne. Diese Fläche wurde auf der Baustelle aufgemessen und ist unter 5.8.4 dargestellt.

$$AW_A = \frac{42,4 \text{ Std}}{60,65 \text{ m}^2} = 0,70 \text{ Std/m}^2$$

Abbildung 5-192: Aufwandswert für die Herstellung der Arbeitsbühne bezogen auf die Schalfläche bei Rampenträgerpaar 2

Eine weitere Variante zur Darstellung des Aufwandswertes der Arbeitsbühne ist die Beziehung der aufgewendeten Lohnstunden auf die Gesamtschalfläche der beiden Rampenträger.

#### Freitragender Rampenträger:

$$AW_S = \frac{60,6 \text{ Std}}{29,43 \text{ m}^2} = 2,06 \text{ Std/m}^2$$

Abbildung 5-193: Aufwandswert der Schalarbeiten beim freitragenden Rampenträger bei Rampenträgerpaar 2

$$AW_{BW} = \frac{21,2 \text{ Std}}{0,84 \text{ to}} = 25,24 \text{ Std/to}$$

Abbildung 5-194: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim freitragenden Rampenträger bei Rampenträgerpaar 2

Obwohl die Bewehrungsarbeiten beim freitragenden Rampenträger etwas schneller abgeschlossen waren, ist der Aufwandswert aufgrund der geringeren Bewehrungsmenge beim freitragenden Rampenträger deutlich höher.

$$AW_{BT} = \frac{3,9 \text{ Std}}{2,66 \text{ m}^3} = 1,47 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 5-195: Aufwandswert der Betonierarbeiten beim freitragenden Rampenträger bei Rampenträgerpaar 2

$$AW_{STB} = \frac{106,9 \text{ Std}}{2,66 \text{ m}^3} = 40,19 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 5-196: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten beim freitragenden Rampenträger bei Rampenträgerpaar 2

Beim freitragenden Rampenträger ist der Aufwandswert für die Betonier- und Stahlbetonarbeiten wesentlich höher. Dies ist auf die Schlankheit des Trägers zurückzuführen, da die Betonmenge deutlich geringer als beim Rampenträger auf Stützen ist.

#### Rampenträger auf Stützen:

$$AW_S = \frac{44,6 \text{ Std}}{31,22 \text{ m}^2} = 1,43 \text{ Std/m}^2$$

Abbildung 5-197: Aufwandswert der Schalarbeiten beim Rampenträger auf Stützen bei Rampenträgerpaar 2

$$AW_{BW} = \frac{24,0 \text{ Std}}{1,33 \text{ to}} = 18,05 \text{ Std/to}$$

Abbildung 5-198: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim Rampenträger auf Stützen bei Rampenträgerpaar 2

$$AW_{BT} = \frac{3,2 \text{ Std}}{4,66 \text{ m}^3} = 0,69 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 5-199: Aufwandswert der Betonierarbeiten beim Rampenträger auf Stützen bei Rampenträgerpaar 2

$$AW_{\text{STB}} = \frac{93,0 \text{ Std}}{4,66 \text{ m}^3} = 19,96 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 5-200: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten beim Rampenträger auf Stützen bei Rampenträgerpaar 2

## 5.9 Vergleich der Datenauswertungen der beiden Rampenträgerpaare

Da bei der Beobachtung eines Rampenträgerpaares bereits eine ausreichende Anzahl an Stichproben erreicht wurde, ist es möglich Rampenträgerpaar 1 und Rampenträgerpaar 2 einer getrennten Datenauswertung zu unterziehen und die Ergebnisse zu vergleichen. Aufgrund der Unterschiede der allgemeinen Baustellenbedingungen und des Herstellungsprozesses können Rückschlüsse auf Produktivitätsverluste gezogen werden.

### 5.9.1 Unterschiede der allgemeinen Baustellenbedingungen

Bei Rampenträgerpaar 2 herrschten deutlich bessere Witterungsbedingungen und es war eine wesentlich höhere Kranverfügbarkeit vorhanden. Dies führte insbesondere zu einer effizienteren Herstellung der Arbeitsbühne. Aufgrund der ausreichenden Lagerverhältnissen konnte sämtliches Rüst-, Schalungs- und Bewehrungsmaterial im Bereich des Rampenträgerpaares 2 gelagert werden, ohne dass die Arbeitsfläche stark eingeschränkt wurde. Zum Zeitpunkt der Herstellung von Rampenträgerpaar 2 wurden vorwiegend Arbeiten im Westbereich des Parkdecks durchgeführt. Die Arbeitskräfte waren in der Lage das Rampenträgerpaar 2 ungestört herzustellen, da keine Personen Tätigkeiten bei angrenzenden Bauteilen durchführten.

### 5.9.2 Unterschiede des Herstellungsprozesses

Entscheidender Unterschied im Herstellungsprozess war, dass beim Rampenträgerpaar 1 zuerst die Innenseite und bei Rampenträger 2 zuerst die Außenseite des Rampenträgerpaares eingeschalt wurde. Dies hatte wesentlich bessere Platzverhältnisse auf der Arbeitsbühne bei Rampenträger 2 zur Folge, weil die Abspreizungen der Schalung auf der Außenseite angeordnet werden konnten.

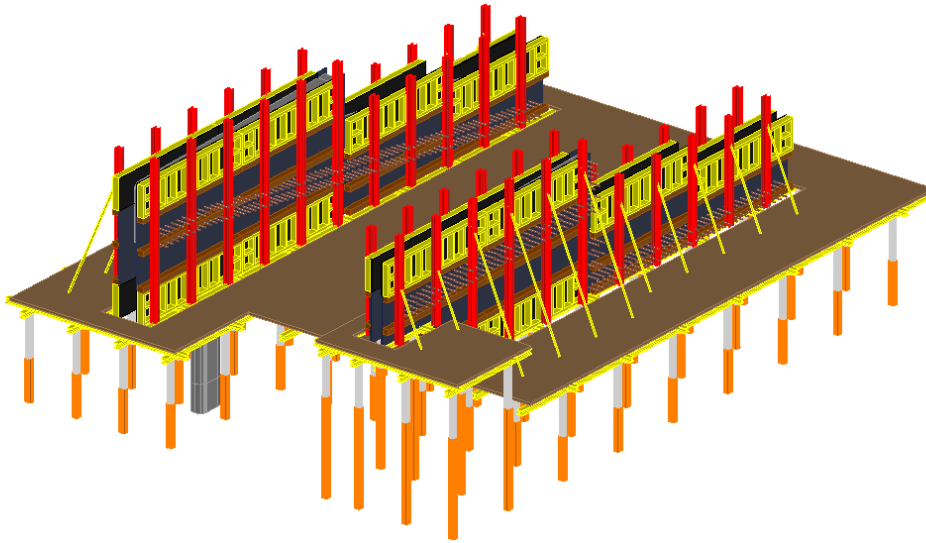


Abbildung 5-201: Visualisierung des Rampenträgerpaares bei Anordnung der Abspreizungen auf der Außenseite

Beim Schließen der Schalung muss die Lage der Anschlussbewehrung im eingebauten Bewehrungskorb aufgemessen werden. Der Arbeitsbereich der Schalungsarbeiter befindet sich zwischen den Rampenträgern. Sofern zuerst die Außenseite eingeschalt wurde, können die Maße der Anschlussbewehrung unmittelbar neben diesem Arbeitsplatz gemessen werden. Bei Rampenträgerpaar 1 war dies nicht der Fall und der Arbeiter legte einen wesentlich weiteren Weg beim Einmessen der Anschlussbewehrung zurück, weil er von seinem Arbeitsbereich um den Rampenträger herum zur Außenseite gehen musste.



Abbildung 5-202: Arbeitsbereich der Schalungsarbeiter bei Rampenträgerpaar 1

Die erhöhte Gruppengröße bei Rampenträgerpaar 2 wirkte sich zusätzlich positiv auf die Produktivität aus, da das Messen und Anzeichnen der Maße der Anschlussbewehrung von zwei Arbeitskräften durchgeführt werden konnte. Dabei hat ein Arbeiter die Maße der Bewehrung aufgenommen und sie dem anderen angesagt, der die Bohrungen auf den

Schalttafeln anzeichnete. Dies erfolgte wesentlich schneller als wenn diese Tätigkeit von lediglich einer Arbeitskraft durchgeführt worden wäre.

### 5.9.3 Vergleich der Ergebnisse

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Datenauswertungen verglichen und auf einige auffällige Unterschiede sowie deren Ursachen näher eingegangen.

#### Schalarbeiten:

SCHALUNGSARBEITEN Einschalen + Gerüstaufbau: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-	%	%	± %	Stich-	%	%	± %
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					proben				proben			
Haupttätigkeiten	Herstellung der unteren Schalung des Rampenträgers (Untersicht)	H1	6	0,2	0,2	0	0,0	0,0				
	Einbau der unteren Schalung des Rampenträgers (Untersicht)	H2	40	1,4	0,4	29	1,3	0,5				
	Einbau der Seitenschalung (incl. Kanthölzer an Schalttafeln befestigen)	H3	161	5,6	0,8	120	5,4	0,9				
	Herstellung der Stirnflächenschalung	H4	18	0,6	0,3	17	0,8	0,4				
	Einbau der Stirnflächenschalung	H5	26	0,9	0,3	22	1,0	0,4				
	Befestigung der Schalelemente mit Klemmen	H6	27	0,9	0,3	28	1,3	0,5				
	Befestigung von Abspreizungen (Elementstützen) für die Schalung	H7	43	1,5	0,4	35	1,6	0,5				
	Einrichten und Justieren der Schalelemente	H8	58	2,0	0,5	37	1,7	0,5				
	Anbringen von Ankerstäben und Befestigung der Anker	H9	23	0,8	0,3	25	1,1	0,4				
	Anbringen von Stahlriegeln und Befestigung der Anker	H10	67	2,3	0,5	52	2,4	0,6				
	Einbau von Aussparungselementen (z.B.: XPS-Platten)	H11	31	1,1	0,4	34	1,5	0,5				
	Befestigung von Gurten zur Aufnahme des Frischbetondrucks	H12	11	0,4	0,2	10	0,5	0,3				

Abbildung 5-203: Vergleich der Haupttätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2

SCHALUNGSARBEITEN Einschalen + Gerüstaufbau: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-	%	%	± %	Stich-	%	%	± %
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					proben				proben			
Nebentätigkeiten	Anzeichnen und Messen von Maßen (Schlagschnur, Wasserwaage etc.)	N1	286	9,9	1,1	260	11,8	1,3				
	Kontrolle und Nachmessen (Stababstände, Lotrecht, Abstandshalter etc.)	N2	31	1,1	0,4	28	1,3	0,5				
	Einmessen von Höhen/Abstände mittels Nivelliergerät	N3	52	1,8	0,5	57	2,6	0,7				
	Befestigung von Laschen zum Anlegen der Schalelemente	N4	16	0,6	0,3	12	0,5	0,3				
	Befestigung von Holzklötzen/Keilen zum Aufstellen der Seitenschalung	N5	2	0,1	0,1	2	0,1	0,1				
	Zuschneiden von Schalmaterial	N6	90	3,1	0,6	59	2,7	0,7				
	Zuschneiden von sonstigem Material (Keile, Unterlegklötze, Ankerhüllrohre)	N7	58	2,0	0,5	57	2,6	0,7				
	Vorbereitung von sonstigem Material (Reinigung, Entfernung von Nägeln)	N8	11	0,4	0,2	20	0,9	0,4				
	Trennmittel auf die Schalung aufbringen	N9	14	0,5	0,3	2	0,1	0,1				
	Schalung reinigen	N10	60	2,1	0,5	31	1,4	0,5				
	Abdichten der Schalungunterkante/Bohrlöcher mit PU-Schaum	N11	29	1,0	0,4	23	1,0	0,4				
	Abdichten der Fugen mit Silikon	N12	14	0,5	0,3	2	0,1	0,1				
	Bohren der Löcher für die Anschlussbewehrung/Ankerstäbe	N13	69	2,4	0,6	47	2,1	0,6				
	Befestigung der Dreikantleisten	N14	71	2,5	0,6	59	2,7	0,7				
	Einbau von Distanzhölzern zwischen den Schalungselementen	N15	9	0,3	0,2	8	0,4	0,3				
	Aufschieben der Hüllrohre (Distanzrohre) auf Ankerstäbe	N16	10	0,3	0,2	12	0,5	0,3				
	Aufbau der Unterstellungen unter Rampenträger	N17	19	0,7	0,3	16	0,7	0,4				
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N18	21	0,7	0,3	35	1,6	0,5				
	Transport von Schalelementen zur Einbaustelle ohne Kran	N19	49	1,7	0,5	37	1,7	0,5				
	Transport von sonst. Mat. (Bretter, Rüstmat. etc.) zur Einbaustelle mit Kran	N20	36	1,2	0,4	43	2,0	0,6				
	Transport von sonstigem Material zur Einbaustelle ohne Kran	N21	170	5,9	0,9	122	5,5	1,0				
	Aufbau der Stützen für die Arbeitsbühne	N22	129	4,5	0,8	44	2,0	0,6				
	Aufbau der Aussteifungselemente für die Arbeitsbühne	N23	53	1,8	0,5	39	1,8	0,6				
	Aufbau/Befestigung der Schalungsträger für die Arbeitsbühne	N24	83	2,9	0,6	58	2,6	0,7				
	Justierung der Stützenhöhe für die Arbeitsbühne	N25	66	2,3	0,5	46	2,1	0,6				
	Aufbau des Bodens der Arbeitsbühne (Auflegen von Holzpfosten)	N26	56	1,9	0,5	40	1,8	0,6				
	Befestigung der Absturzsicherung der Arbeitsbühne	N27	33	1,1	0,4	18	0,8	0,4				
	Aufbau der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten	N28	19	0,7	0,3	26	1,2	0,5				
	Einheben der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten mit Kran (+ Befestigung)	N29	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
	Herstellung sonstiger Sicherungsmaßnahmen (z.B.: Sicherung der Leiter)	N30	2	0,1	0,1	1	0,0	0,1				
	Holen/Wegräumen von Werkzeug und sonst. Hilfsmaterial (z.B.: Krangurte)	N31	138	4,8	0,8	136	6,2	1,0				
	Zusammenräumen der Baustelle	N32	20	0,7	0,3	44	2,0	0,6				
	Planstudium	N33	48	1,7	0,5	23	1,0	0,4				
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N34	179	6,2	0,9	86	3,9	0,8				
	Abbau der Arbeitsbühne	N35	3	0,1	0,1	0	0,0	0,0				

Abbildung 5-204: Vergleich der Nebentätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2



SCHALUNGSARBEITEN Einschalen + Gerüstaufbau: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-proben	%	%	± %	Stich-proben	%	%	± %
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
zusätzliche Tätigkeiten	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z1	8	0,3	0,2	1	0,0	0,1				
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z2	25	0,9	0,3	0	0,0	0,0				
	Transport sonst. Material vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z3	20	0,7	0,3	8	0,4	0,3				
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z4	7	0,2	0,2	0	0,0	0,0				
	Schließen von Fehlstellen in der Schalung (z.B.: mit Silikon, PU-Schaum)	Z5	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
	Korrektur fehlerhaft angezeichneter Maße	Z6	2	0,1	0,1	0	0,0	0,0				
	Umbiegen/Kürzen von Bewehrungsseisen für Anlegen der Schalung	Z7	18	0,6	0,3	16	0,7	0,4				
	Entfernung falsch eingebauten Materials	Z8	3	0,1	0,1	8	0,4	0,3				

Abbildung 5-205: Vergleich der zusätzlichen Tätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2

SCHALUNGSARBEITEN Einschalen + Gerüstaufbau: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-proben	%	%	± %	Stich-proben	%	%	± %
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Unterbrechungen	ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	20	0,7	0,3	11	0,5	0,3			
		Warten auf Kran	aU2	45	1,6	0,5	24	1,1	0,4			
		Warten aus technologischen Gründen (z.B.: Eintrocknen des Trennmittels)	aU3	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0			
		Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Einmessen durch Anleger)	aU4	24	0,8	0,3	0	0,0	0,0			
		Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	3	0,1	0,1	1	0,0	0,1			
		Weg auf der Baustelle ohne Transport von Material	aU6	87	3,0	0,6	108	4,9	0,9			
	störsungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	28	1,0	0,4	15	0,7	0,3			
		Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0			
		Warten auf Material (z.B.: keine Schaltafeln auf Baustelle)	sU3	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0			
		Warten auf Anweisungen	sU4	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0			
		Werkzeug suchen	sU5	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0			
		Werkzeug reparieren	sU6	26	0,9	0,3	7	0,3	0,2			
		Material suchen	sU7	19	0,7	0,3	3	0,1	0,2			
		fehlerhafte Pläne	sU8	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0			
	erholungs. Unterbr.	Trinken	eU1	14	0,5	0,3	8	0,4	0,3			
		Essen	eU2	6	0,2	0,2	1	0,0	0,1			
		Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	18	0,6	0,3	7	0,3	0,2			
		sonstige Pause	eU4	14	0,5	0,3	34	1,5	0,5			
persönl. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	44	1,5	0,4	27	1,2	0,5				
	Privatgespräch mit Kollegen	pU2	4	0,1	0,1	10	0,5	0,3				
	Rauchen	pU3	0	0,0	0,0	10	0,5	0,3				
	Telefongespräch	pU4	5	0,2	0,2	3	0,1	0,2				

Abbildung 5-206: Vergleich der Unterbrechungen - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2

Der Vergleich der Unterbrechungen der beiden Rampenträgerpaare macht die Interaktion zwischen störungsbedingtem und erholungsbedingtem Unterbrechen ersichtlich. Die Arbeitskräfte nutzen die störungsbedingten Unterbrechungen um sich zu erholen. Verringert sich beispielsweise aufgrund von besseren Witterungsbedingungen die Anzahl der störungsbedingten Unterbrechungen, so steigt die Anzahl der Pausen, die dem erholungsbedingten Unterbrechen zuzuordnen ist, an.

SCHALUNGSARBEITEN Einschalen + Gerüstaufbau: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-proben	%	%	± %	Stich-proben	%	%	± %
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	320	Summe der Stichproben ohne X:		81	Summe der Stichproben ohne X:					
	nicht sichtbar	X2	0			0						
	selbst nicht anwesend	X3	0	2897		0	2204					

Abbildung 5-207: Vergleich der nicht erfassbaren Stichproben - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2

Der Vergleich der Summen der Stichproben zeigt, dass das Einschalen bei Rampenträgerpaar 2 mit 2.204 Stichproben wesentlich schneller erfolgte als bei Rampenträgerpaar 1 mit 2.897 Stichproben. Dies entspricht umgerechnet 110,2

Lohnstunden bzw. 144,9 Lohnstunden, die für die Herstellung der beobachteten Bauteile angewendet wurden.

SCHALUNGSARBEITEN Ausschalen + Gerüstabbau: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-proben	%	%	± %	Stich-proben	%	%	± %
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Haupttätigkeiten	Lösen der Befestigung der Schalelemente (Anker, Stahlriegel, Klemmen)	H1	43	4,3	1,3	31	4,2	1,4				
	Entfernung von Abspreizungen (Elementstützen) für die Schalung	H2	9	0,9	0,6	9	1,2	0,8				
	Ausschalen der seitlichen Rahmenschalung	H3	26	2,6	1,0	23	3,1	1,2				
	Ausschalen der durchbohrten Schalltafeln	H4	114	11,4	2,0	91	12,2	2,3				
	Ausschalen der Stirnflächenschalung	H5	9	0,9	0,6	5	0,7	0,6				
	Auseinanderbauen der Schalelemente	H6	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
	Entfernung von Aussparungselementen (z.B.: XPS Platten)	H7	120	12,0	2,0	120	16,1	2,6				
	Entfernung der unteren Schalung	H8	3	0,3	0,3	0	0,0	0,0				

Abbildung 5-208: Vergleich der Haupttätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2

SCHALUNGSARBEITEN Ausschalen + Gerüstabbau: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-proben	%	%	± %	Stich-proben	%	%	± %
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Nebentätigkeiten	Anzeichnen und Messen von Maßen (Schlagschnur, Wasserwaage etc.)	N1	5	0,5	0,4	0	0,0	0,0				
	Kontrolle und Nachmessen (Stababstände, Lotrecht, Abstandshalter etc.)	N2	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
	Einmessen von Höhen/Abstände mittels Nivelliergerät	N3	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
	Befestigung von Abspreizungen zur Sicherung des freitragenden Trägers	N4	39	3,9	1,2	14	1,9	1,0				
	Entfernung von sonstigem Material (Holzklotze, Keile, Laschen etc.)	N5	5	0,5	0,4	3	0,4	0,5				
	Entfernung von PU-Schaum-Resten, Betonkrusten von Betonoberfläche	N6	0	0,0	0,0	2	0,3	0,4				
	Entfernen der Dreikantleisten	N7	4	0,4	0,4	1	0,1	0,3				
	Trennmittel auf die Schalung aufbringen	N8	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
	Schalung reinigen	N9	26	2,6	1,0	8	1,1	0,7				
	Abtransport der Schalelemente mit Kran	N10	5	0,5	0,4	18	2,4	1,1				
	Abtransport der Schalelemente ohne Kran	N11	11	1,1	0,6	7	0,9	0,7				
	Abtransport von sonstigem Material (Bretter, Rüstmaterial etc.) mit Kran	N12	44	4,4	1,3	33	4,4	1,5				
	Abtransport von sonstigem Material (Bretter, Rüstmaterial etc.) ohne Kran	N13	124	12,4	2,0	112	15,0	2,6				
	Abbau der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten	N14	16	1,6	0,8	11	1,5	0,9				
	Abbau der Arbeitsbühne	N15	78	7,8	1,7	65	8,7	2,0				
	Abbau der Unterstellungen unter Rampenträger (Aufnahme Betonlasten)	N16	11	1,1	0,6	16	2,1	1,0				
	Holen/Wegräumen von Werkzeug und sonst. Hilfsmaterial (z.B.: Krangurte)	N17	37	3,7	1,2	29	3,9	1,4				
	Zusammenräumen der Baustelle	N18	13	1,3	0,7	14	1,9	1,0				
	Planstudium	N19	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N20	41	4,1	1,2	34	4,6	1,5				
	Aufbau der Unterstellungen unter Rampenträger (Aufnahme Betonlasten)	N21	14	1,4	0,7	13	1,7	0,9				
	Vorbereitung von sonstigem Material (Reinigung, Entfernung von Nägeln)	N22	6	0,6	0,5	10	1,3	0,8				
	Zuschneiden von sonstigem Material (Keile, Unterlegklötze, Ankerhüllrohre)	N23	1	0,1	0,2	2	0,3	0,4				

Abbildung 5-209: Vergleich der Nebentätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2

SCHALUNGSARBEITEN Ausschalen + Gerüstabbau: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-proben	%	%	± %	Stich-proben	%	%	± %
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
zusätzliche Tätigkeiten	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z1	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z2	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
	Transport sonst. Material vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z3	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z4	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
	Zuschneiden von Schalltafeln, die sich beim Ausschalen verklemmten	Z5	4	0,4	0,4	2	0,3	0,4				
	Umbiegen/Kürzen von Bewehrungsseisen für das Ausschalen	Z6	11	1,1	0,6	1	0,1	0,3				

Abbildung 5-210: Vergleich der zusätzlichen Tätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2



SCHALUNGSARBEITEN Ausschalen + Gerüstabbau: Vergleich					Stich- proben	%	%	± %	Stich- proben	%	%	± %
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)												
Unterbrechungen	ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	2	8,0	0,2	0,3	3	4,2	0,4	0,5	
		Warten auf Kran	aU2	14		1,4	0,7	3		0,4	0,5	
		Warten aus technologischen Gründen (z.B.: Ausschallfristen)	aU3	1		0,1	0,2	4		0,5	0,5	
		Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Betonieren)	aU4	0		0,0	0,0	0		0,0	0,0	
		Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	0		0,0	0,0	2		0,3	0,4	
		Weg auf der Baustelle ohne Transport von Material	aU6	63		6,3	1,5	19		2,5	1,1	
	störungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	3	0,3	0,3	0	0,0	0,0			
		Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0			
		Warten auf Material (z.B.: keine Schalttafeln auf Baustelle)	sU3	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0			
		Warten auf Anweisungen	sU4	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0			
		Werkzeug suchen	sU5	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0			
		Werkzeug reparieren	sU6	4	0,4	0,4	0	0,0	0,0			
		Material suchen	sU7	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0			
		fehlerhafte Pläne / Pläne nicht vorhanden	sU8	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0			
	erholungs- Unterbr.	Trinken	eU1	4	0,4	0,4	1	0,1	0,3			
		Essen	eU2	2	0,2	0,3	0	0,0	0,0			
		Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	15	1,5	0,8	6	0,8	0,6			
		sonstige Pause	eU4	42	4,2	1,2	27	3,6	1,3			
	persönl. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	18	1,8	0,8	1	0,1	0,3			
		Privatgespräch mit Kollegen	pU2	3	0,3	0,3	2	0,3	0,4			
		Rauchen	pU3	5	0,5	0,4	3	0,4	0,5			
		Telefongespräch	pU4	5	0,5	0,4	1	0,1	0,3			

Abbildung 5-211: Vergleich der Unterbrechungen - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2

Beim Ausschalen von Rampenträgerpaar 1 ist der Anteil von erholungsbedingten Unterbrechungen deutlich größer. Dies ist auf die zu geringe Gruppengröße während dieses Zeitraums, einer geringeren Arbeitsmoral und vielen Pausen aufgrund der körperlich anstrengenden Arbeiten zurückzuführen.

SCHALUNGSARBEITEN Ausschalen + Gerüstabbau: Vergleich					Stich- proben	%	%	± %	Stich- proben	%	%	± %
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)												
nicht erfass- bar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	102	Summe der		59	Summe der					
	nicht sichtbar	X2	0	Stichproben		0	Stichproben					
	selbst nicht anwesend	X3	0	ohne X: 1000		0	ohne X: 746					

Abbildung 5-212: Vergleich der nicht erfassbaren Stichproben - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2

Der Vergleich der Summen der Stichproben zeigt, dass auch das Ausschalen bei Rampenträgerpaar 2 mit 746 Stichproben wesentlich schneller erfolgte als bei Rampenträgerpaar 1 mit 1.000 Stichproben. Dies entspricht umgerechnet 37,3 Lohnstunden bzw. 50,0 Lohnstunden, die für die Herstellung der beobachteten Bauteile aufgewendet wurden.

SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau: Vergleich									
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)				
	Stich- proben	%	%	± %	Stich- proben	%	%	± %	
	Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2				
Haupttätigkeiten	Herstellung der unteren Schalung des Rampenträgers (Untersicht)	H1	6	0,2	0,1	0	0,0	0,0	
	Einbau der unteren Schalung des Rampenträgers (Untersicht)	H2	40	1,0	0,3	29	1,0	0,4	
	Einbau der Seitenschalung (incl. Kanthölzer an Schaltafeln befestigen)	H3	161	4,1	0,6	120	4,1	0,7	
	Herstellung der Stirnflächenschalung	H4	18	0,5	0,2	17	0,6	0,3	
	Einbau der Stirnflächenschalung	H5	26	0,7	0,3	22	0,7	0,3	
	Befestigung der Schalelemente mit Klemmen	H6	27	0,7	0,3	28	0,9	0,3	
	Befestigung von Abspreizungen (Elementstützen) für die Schalung	H7	43	1,1	0,3	35	1,2	0,4	
	Einrichten und Justieren der Schalelemente	H8	58	1,5	0,4	37	1,3	0,4	
	Anbringen von Ankerstäben und Befestigung der Anker	H9	23	0,6	0,2	25	0,8	0,3	
	Anbringen von Stahlriegeln und Befestigung der Anker	H10	67	1,7	0,4	52	1,8	0,5	
	Einbau von Aussparungselementen (z.B.: XPS-Platten)	H11	31	0,8	0,3	34	1,2	0,4	
	Befestigung von Gurten zur Aufnahme des Frischbetondrucks	H12	11	0,3	0,2	10	0,3	0,2	
	Lösen der Befestigung der Schalelemente (Anker, Stahlriegel, Klemmen)	H13	43	1,1	0,3	31	1,1	0,4	
	Entfernung von Abspreizungen (Elementstützen) für die Schalung	H14	9	0,2	0,2	9	0,3	0,2	
	Ausschalen der seitlichen Rahmenschalung	H15	26	0,7	0,3	23	0,8	0,3	
	Ausschalen der durchbohrten Schaltafeln	H16	114	2,9	0,5	91	3,1	0,6	
	Ausschalen der Stirnflächenschalung	H17	9	0,2	0,2	5	0,2	0,1	
	Auseinanderbauen der Schalelemente	H18	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	
	Entfernung von Aussparungselementen (z.B.: XPS Platten)	H19	120	3,1	0,5	120	4,1	0,7	
	Entfernung der unteren Schalung	H20	3	0,1	0,1	0	0,0	0,0	

Abbildung 5-213: Vergleich der Haupttätigkeiten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2

Die Anzahl der Stichproben ist bei Rampenträgerpaar 2 deutlich geringer, was auf einen effizienteren Herstellungsablauf schließen lässt. In weiterer Folge ist der Anteil der Haupttätigkeiten bei Rampenträgerpaar 2 höher, da weniger Stichproben bei den zusätzlichen Tätigkeiten und Unterbrechungen aufgetreten sind.

Es zeigt sich, dass bei beiden Rampenträgerpaaren der Zeitaufwand beim Einbau der Seitenschalung (H3) und beim Ausschalen der durchbohrten Schaltafeln (H16) sehr hoch ist.

Die Entfernung von Aussparungselementen (H19), was vorwiegend durch das Auskratzen von XPS-Elementen erfolgt, dauert bei allen Rampenträgern annähernd gleich lang, da es sich hierbei um eine einfache Tätigkeit handelt, die keinerlei Vorarbeiten erfordert.

SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau: Vergleich										
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					
		Sich- proben	%	%	± %	Sich- proben	%	%	± %	
		Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2				
Nebentätigkeiten	Anzeichnen und Messen von Maßen (Schlagschnur, Wasserwaage etc.)	N1	291		7,5	0,8	260		8,8	1,0
	Kontrolle und Nachmessen (Stababstände, Lotrecht, Abstandshalter etc.)	N2	31		0,8	0,3	28		0,9	0,3
	Einmessen von Höhen/Abstände mittels Nivelliergerät	N3	52		1,3	0,4	57		1,9	0,5
	Befestigung von Laschen zum Anlegen der Schalelemente	N4	16		0,4	0,2	12		0,4	0,2
	Befestigung von Holzklotzen/Keilen zum Aufstellen der Seitenschalung	N5	2		0,1	0,1	2		0,1	0,1
	Zuschneiden von Schalmaterial	N6	90		2,3	0,5	59		2,0	0,5
	Zuschneiden von sonstigem Material (Keile, Unterlegklötze, Ankerhüllrohre)	N7	59		1,5	0,4	59		2,0	0,5
	Vorbereitung von sonstigem Material (Reinigung, Entfernung von Nägeln)	N8	17		0,4	0,2	30		1,0	0,4
	Trennmittel auf die Schalung aufbringen	N9	14		0,4	0,2	2		0,1	0,1
	Schalung reinigen	N10	86		2,2	0,5	39		1,3	0,4
	Abdichten der Schalungsunterkante/Bohrlöcher mit PU-Schaum	N11	29		0,7	0,3	23		0,8	0,3
	Abdichten der Fugen mit Silikon	N12	14		0,4	0,2	2		0,1	0,1
	Bohren der Löcher für die Anschlussbewehrung/Ankerstäbe	N13	69		1,8	0,4	47		1,6	0,5
	Befestigung der Dreikantleisten	N14	71		1,8	0,4	59		2,0	0,5
	Einbau von Distanzhölzern zwischen den Schalungselementen	N15	9		0,2	0,2	8		0,3	0,2
	Aufschieben der Hüllrohre (Distanzrohre) auf Ankerstäbe	N16	10		0,3	0,2	12		0,4	0,2
	Aufbau der Unterstellungen unter Rampenträger (Aufnahme Betonlasten)	N17	33		0,8	0,3	29		1,0	0,4
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N18	21		0,5	0,2	35		1,2	0,4
	Transport von Schalelementen zur Einbaustelle ohne Kran	N19	49		1,3	0,3	37		1,3	0,4
	Transport von sonst. Mat. (Bretter, Rüstmat. etc.) zur Einbaustelle mit Kran	N20	36		0,9	0,3	43		1,5	0,4
	Transport von sonstigem Material zur Einbaustelle ohne Kran	N21	170		4,4	0,6	122		4,1	0,7
	Aufbau der Stützen für die Arbeitsbühne	N22	129		3,3	0,6	44		1,5	0,4
	Aufbau der Aussteifungselemente für die Arbeitsbühne	N23	53	62,3	1,4	0,4	39	63,9	1,3	0,4
	Aufbau/Befestigung der Schalungsträger für die Arbeitsbühne	N24	83		2,1	0,5	58		2,0	0,5
	Justierung der Stützenhöhe für die Arbeitsbühne	N25	66		1,7	0,4	46		1,6	0,4
	Aufbau des Bodens der Arbeitsbühne (Auflegen von Holzpfosten)	N26	56		1,4	0,4	40		1,4	0,4
	Befestigung der Absturzsicherung der Arbeitsbühne	N27	33		0,8	0,3	18		0,6	0,3
	Aufbau der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten	N28	19		0,5	0,2	26		0,9	0,3
	Einheben der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten mit Kran (+ Befestigung)	N29	0		0,0	0,0	0		0,0	0,0
	Herstellung sonstiger Sicherungsmaßnahmen (z.B.: Sicherung der Leiter)	N30	2		0,1	0,1	1		0,0	0,1
	Holen/Wegräumen von Werkzeug und sonst. Hilfsmaterial (z.B.: Krangurte)	N31	175		4,5	0,7	165		5,6	0,8
	Zusammenräumen der Baustelle	N32	33		0,8	0,3	58		2,0	0,5
	Planstudium	N33	48		1,2	0,3	23		0,8	0,3
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N34	220		5,6	0,7	120		4,1	0,7
	Abbau der Arbeitsbühne	N35	81		2,1	0,4	65		2,2	0,5
	Befestigung von Abspreizungen zur Sicherung des freitragenden Trägers	N36	39		1,0	0,3	14		0,5	0,2
	Entfernung von sonstigem Material (Holzklotze, Keile, Laschen, etc.)	N37	5		0,1	0,1	3		0,1	0,1
	Entfernung von PU-Schaum-Resten, Betonkrusten von Betonoberfläche	N38	0		0,0	0,0	2		0,1	0,1
	Entfernen der Dreikantleisten	N39	4		0,1	0,1	1		0,0	0,1
	Abtransport der Schalelemente mit Kran	N40	5		0,1	0,1	18		0,6	0,3
	Abtransport der Schalelemente ohne Kran	N41	11		0,3	0,2	7		0,2	0,2
	Abtransport von sonstigem Material (Bretter, Rüstmaterial, etc.) mit Kran	N42	44		1,1	0,3	33		1,1	0,4
	Abtransport von sonstigem Material (Bretter, Rüstmaterial, etc.) ohne Kran	N43	124		3,2	0,6	112		3,8	0,7
	Abbau der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten	N44	16		0,4	0,2	11		0,4	0,2
	Abbau der Unterstellungen unter Rampenträger (Aufnahme Betonlasten)	N45	11		0,3	0,2	16		0,5	0,3

Abbildung 5-214: Vergleich der Nebentätigkeiten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2

Sämtliche Tätigkeiten, die dem Aufbau der Arbeitsbühne (N22 + N23 + N24) zugeordnet werden, sind bei Rampenträgerpaar 2 deutlich geringer, da es möglich war ganze Stützentürme mit dem Kran zu versetzen und sich somit der Arbeitsaufwand bei der Herstellung der Arbeitsbühne deutlich reduzierte.

Der hohe Anteil von Anzeichnen und Messen von Maßen (N1), Besprechung mit Kollegen, Polier etc. bezüglich des weiteren Vorgehens (N34) bei beiden Rampenträgern veranschaulicht deutlich die Komplexität des Bauteils.

SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-proben	%	%	± %	Stich-proben	%	%	± %
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
zusätzliche Tätigkeiten	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z1	8	0,2	0,1	1	0,0	0,1				
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z2	25	0,6	0,3	0	0,0	0,0				
	Transport sonst. Material vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z3	20	0,5	0,2	8	0,3	0,2				
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z4	7	0,2	0,1	0	0,0	0,0				
	Schließen von Fehlstellen in der Schalung (z.B.: mit Silikon, PU-Schaum)	Z5	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
	Korrektur fehlerhaft angezeichneter Maße	Z6	2	0,1	0,1	0	0,0	0,0				
	Umbiegen/Kürzen von Bewehrungsseisen für Anlegen der Schalung	Z7	18	0,5	0,2	16	0,5	0,3				
	Entfernung falsch eingebauten Materials	Z8	3	0,1	0,1	8	0,3	0,2				
	Zuschneiden von Schal tafeln, die sich beim Ausschalen verklebten	Z9	4	0,1	0,1	2	0,1	0,1				
	Umbiegen/Kürzen von Bewehrungsseisen für das Ausschalen	Z10	11	0,3	0,2	1	0,0	0,1				

Abbildung 5-215: Vergleich der zusätzlichen Tätigkeiten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2

Unabhängig von den Baustellenbedingungen wird sich der Anteil von Umbiegen/Kürzen von Bewehrungsseisen für das Anlegen der Schalung (Z7) kaum reduzieren lassen, da die Rampenträger einen sehr hohen Bewehrungsgrad aufweisen.

SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-proben	%	%	± %	Stich-proben	%	%	± %
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	22	0,6	0,2	14	0,5	0,2				
	Warten auf Kran	aU2	59	1,5	0,4	27	0,9	0,3				
	Warten aus technologischen Gründen (z.B.: Eintrocknen des Trennmittels)	aU3	1	0,0	0,1	4	0,1	0,1				
	Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Einmessen durch Anleger)	aU4	24	0,6	0,2	0	0,0	0,0				
	Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	3	0,1	0,1	3	0,1	0,1				
	Weg auf der Baustelle ohne Transport von Material	aU6	150	3,8	0,6	127	4,3	0,7				
störungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	31	0,8	0,3	15	0,5	0,3				
	Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
	Warten auf Material (z.B.: keine Schal tafeln auf Baustelle)	sU3	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
	Warten auf Anweisungen	sU4	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
	Werkzeug suchen	sU5	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
	Werkzeug reparieren	sU6	30	0,8	0,3	7	0,2	0,2				
	Material suchen	sU7	19	0,5	0,2	3	0,1	0,1				
	fehlerhafte Pläne / Pläne nicht vorhanden	sU8	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0				
erholung. Unterbr.	Trinken	eU1	18	0,5	0,2	9	0,3	0,2				
	Essen	eU2	8	0,2	0,1	1	0,0	0,1				
	Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	33	0,8	0,3	13	0,4	0,2				
	sonstige Pause	eU4	56	1,4	0,4	61	2,1	0,5				
persönl. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	62	1,6	0,4	28	0,9	0,3				
	Privatgespräch mit Kollegen	pU2	7	0,2	0,1	12	0,4	0,2				
	Rauchen	pU3	5	0,1	0,1	13	0,4	0,2				
	Telefongespräch	pU4	10	0,3	0,2	4	0,1	0,1				

Abbildung 5-216: Vergleich der Unterbrechungen - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2

SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-proben	%	%	± %	Stich-proben	%	%	± %
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	422	Summe der Stichproben		140	Summe der Stichproben					
	nicht sichtbar	X2	0	ohne X: 3897		0	ohne X: 2950					
	selbst nicht anwesend	X3	0			0						

Abbildung 5-217: Vergleich der nicht erfassbaren Stichproben - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2

Der Vergleich der Summen der Stichproben zeigt, dass die Schalarbeiten bei Rampenträgerpaar 2 mit 2.950 Stichproben wesentlich schneller erfolgten als bei Rampenträgerpaar 1 mit 3.897 Stichproben. Dies entspricht umgerechnet 147,5 Lohnstunden bzw. 194,9 Lohnstunden, die für die Herstellung der beobachteten Bauteile aufgewendet wurden.

## Bewehrungsarbeiten:

BEWEHRUNGSARBEITEN: Vergleich									
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)									
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)									
		Stich-				Stich-			
		proben	%	%	± %	proben	%	%	± %
		Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Haupttätigkeiten	Einbau/Befestigung von Bügelbewehrung (geschlossene, offene)	H1	179	16,6	2,2	154	17,0	2,5	
	Einbau/Befestigung der Hauptbewehrung	H2	121	11,2	1,9	80	8,8	1,9	
	Einbau/Befestigung der konstruktiven Längsbewehrung	H3	72	6,7	1,5	66	7,3	1,7	
	Einbau/Befestigung der Anschlussbewehrung (offene Bügel)	H4	147	13,7	2,1	117	12,9	2,2	
	Einschieben der Hauptbewehrung	H5	92	8,6	1,7	80	8,8	1,9	
	Einschieben der konstruktiven Längsbewehrung	H6	30	2,8	1,0	32	3,5	1,2	
			0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	

Abbildung 5-218: Vergleich der Haupttätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2

Die Verteilung der Haupttätigkeiten der Bewehrungsarbeiten ist bei beiden Rampenträgerpaaren relativ ähnlich, wobei die Arbeiten bei Rampenträgerpaar 2 um einiges schneller erfolgten, was aus der Anzahl der Stichproben ersichtlich ist.

BEWEHRUNGSARBEITEN: Vergleich										
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)										
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)										
		Stich-				Stich-				
		proben	%	%	± %	proben	%	%	± %	
		Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2				
Nebentätigkeiten	Anzeichnen und Messen von Maßen (Schlagschnur, Wasserwaage etc.)	N1	9	0,8	0,5	7	0,8	0,6		
	Kontrolle und Nachmessen (Stababstände, Lotrecht, Abstandshalter etc.)	N2	15	1,4	0,7	2	0,2	0,3		
	Auflegen der unteren Abstandshalter	N3	8	0,7	0,5	5	0,6	0,5		
	Befestigung der seitlichen Abstandshalter	N4	35	3,3	1,1	32	3,5	1,2		
	Umbiegen von Bewehrungsseisen	N5	2	0,2	0,3	1	0,1	0,2		
	Abschneiden/Kürzen der Bewehrungsseisen	N6	9	0,8	0,5	1	0,1	0,2		
	Transport der Bewehrung vom Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N7	3	0,3	0,3	9	1,0	0,6		
	Transport der Bewehrung zur Einbaustelle ohne Kran	N8	36	3,3	1,1	6	0,7	0,5		
	Transport von sonstigem Material von Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N9	13	1,2	0,7	0	0,0	0,0		
	Transport von sonstigem Material von Lagerplatz zur Einbaustelle ohne Kran	N10	7	27,9	0,7	0,5	12	26,9	1,3	0,7
	Befestigung Montageeisen	N11	32	3,0	1,0	19	2,1	0,9		
	Entfernung von Montageeisen	N12	16	1,5	0,7	22	2,4	1,0		
	Sortieren der Bewehrung	N13	33	3,1	1,0	53	5,9	1,5		
	Befestigung von Hilfsbrettern zum Einrichten der Anschlussbewehrung	N14	7	0,7	0,5	0	0,0	0,0		
	Zusammenräumen der Baustelle	N15	1	0,1	0,2	9	1,0	0,6		
	Planstudium	N16	24	2,2	0,9	8	0,9	0,6		
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N17	33	3,1	1,0	36	4,0	1,3		
	Holen/Wegräumen von Werkzeug und sonst. Hilfsmaterial (z.B.: Kranqrute)	N18	13	1,2	0,7	14	1,5	0,8		
	Lösen von Bewehrungsbündeln	N19	4	0,4	0,4	7	0,8	0,6		

Abbildung 5-219: Vergleich der Nebentätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2

Der Anteil der Nebentätigkeiten ist bei beiden Rampenträgerpaaren ähnlich. Bei der Betrachtung der einzelnen Tätigkeiten werden jedoch Unterschiede ersichtlich. Der Transport der Bewehrung vom Lagerplatz zur Einbaustelle ohne Kran (N8) ist bei Rampenträgerpaar 1 wesentlich höher, was auf eine nicht ausreichende Kranverfügbarkeit zurückzuführen ist.

Beim Antransport der Bewehrung für das Rampenträgerpaar 2 wurde auch die Bewehrung für einen weiteren Rampenträger angeliefert. Dies hatte höheren Aufwand beim Sortieren der Bewehrung (N13) zur Folge.

BEWEHRUNGSARBEITEN: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-	%	%	± %	Stich-	%	%	± %
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					proben				proben			
					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
zusätzliche Tätigkeiten	Transport der Bewehrung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z1	30	6,5	2,8	1,0		40	7,9	4,4	1,3	
	Transport der Bewehrung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerpl. ohne Kran	Z2	0		0,0	0,0		0		0,0	0,0	
	Transport sonst. Material vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z3	1		0,1	0,2		0		0,0	0,0	
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z4	1		0,1	0,2		0		0,0	0,0	
	Korrektur fehlerhaft angezeichneter Maße	Z5	0		0,0	0,0		0		0,0	0,0	
	Entfernung falsch eingebauten Materials	Z6	25		2,3	0,9		10		1,1	0,7	
	Einbringen verklemmter Bewehrungsseisen mit Hammer/Kanholz/sonst.	Z7	13		1,2	0,7		19		2,1	0,9	

Abbildung 5-220: Vergleich der zusätzlichen Tätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2

Der größte Anteil der zusätzlichen Tätigkeiten ist bei beiden Rampenträgerpaaren auf die begrenzten Lagerverhältnisse zurückzuführen, was durch zusätzliche Transporte vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz (Z1) deutlich wird.

BEWEHRUNGSARBEITEN: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-	%	%	± %	Stich-	%	%	± %
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					proben				proben			
					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	5	3,0	0,5	0,4		6	3,8	0,7	0,5	
	Warten auf Kran	aU2	3		0,3	0,3		1		0,1	0,2	
	Warten aus technologischen Gründen	aU3	0		0,0	0,0		0		0,0	0,0	
	Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Einbau der Aussparungen)	aU4	0		0,0	0,0		0		0,0	0,0	
	Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	2		0,2	0,3		0		0,0	0,0	
	Weg auf der Baustelle ohne Transport von Material	aU6	19		1,8	0,8		27		3,0	1,1	
	Abnahme der Bewehrung durch ÖBA	aU7	3		0,3	0,3		0		0,0	0,0	
Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	0		0,0	0,0		0		0,0	0,0	
	Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0		0,0	0,0		0		0,0	0,0	
	Warten auf Material (z.B.: keine Bewehrung auf Baustelle)	sU3	0		0,0	0,0		0		0,0	0,0	
	Warten auf Anweisungen	sU4	0		0,0	0,0		3		0,3	0,4	
	Werkzeug suchen	sU5	2		0,2	0,3		0		0,0	0,0	
	Werkzeug reparieren	sU6	0		0,0	0,0		0		0,0	0,0	
	Material suchen	sU7	6		0,6	0,4		6		0,7	0,5	
	fehlerhafte Pläne / Pläne nicht vorhanden	sU8	12		1,1	0,6		1		0,1	0,2	
erholungs. Unterbr.	Trinken	eU1	2		0,2	0,3		3		0,3	0,4	
	Essen	eU2	0		0,0	0,0		0		0,0	0,0	
	Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	5		0,5	0,4		5		0,6	0,5	
	sonstige Pause	eU4	1		0,1	0,2		2		0,2	0,3	
persönl. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	4		0,4	0,4		5		0,6	0,5	
	Privatgespräch mit Kollegen	pU2	0		0,0	0,0		0		0,0	0,0	
	Rauchen	pU3	1		0,1	0,2		1		0,1	0,2	
	Telefongespräch	pU4	0		0,0	0,0		1		0,1	0,2	

Abbildung 5-221: Vergleich der Unterbrechungen - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2

BEWEHRUNGSARBEITEN: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2					
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-	%	%	± %	Stich-	%	%	± %		
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					proben				proben					
					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2					
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	55		Summe der Stichproben ohne X:			1076	14		Summe der Stichproben ohne X:			904
	nicht sichtbar	X2	0						0					
	selbst nicht anwesend	X3	0						0					

Abbildung 5-222: Vergleich der nicht erfassbaren Stichproben - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2

Der Vergleich der Summen der Stichproben zeigt, dass die Bewehrungsarbeiten bei Rampenträgerpaar 2 mit 904 Stichproben schneller erfolgten als bei Rampenträgerpaar 1 mit 1.076 Stichproben. Dies entspricht umgerechnet 45,2 Lohnstunden bzw. 53,8 Lohnstunden, die für die Herstellung der beobachteten Bauteile aufgewendet wurden.



**Betonierarbeiten:**

BETONIERARBEITEN: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-proben	%	%	± %	Stich-proben	%	%	± %
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Haupttätigkeiten	Bedienung des Krankübels zum Einfüllen des Betons	H1	13		6,6	3,5		14		9,9	4,9	
	Einrichten des Betonerschlauchs	H2	13		6,6	3,5		13		9,2	4,8	
	Verdichten mittels Flaschenrüttler	H3	16		8,2	3,8		26		18,4	6,4	
	Verteilung des Frischbetons mittels Kelle/Holz Brett	H4	10	37,2	5,1	3,1		4	59,6	2,8	2,7	
	Abziehen der Betonoberfläche mit Kelle/Reibbrett/sonst. Material	H5	16		8,2	3,8		22		15,6	6,0	
	Händisches Einbringen des Betons mit einem Eimer	H6	1		0,5	1,0		0		0,0	0,0	
	Verdichten durch seitliches Klopfen mit dem Hammer auf Schalung	H7	4		2,0	2,0		5		3,5	3,1	

Abbildung 5-223: Vergleich der Haupttätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2

Der Vergleich der Haupttätigkeiten zeigt bei den Betonierarbeiten einen deutlichen Unterschied. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Betonierarbeiten lediglich 2 Stunden dauern und sich Unterbrechungen jeglicher Art wesentlich stärker auf die Ergebnisse der Datenauswertung auswirken. Hinsichtlich der Anzahl der Stichproben sind die Auswertungen der beiden Rampenträgerpaare durchaus ähnlich.

BETONIERARBEITEN: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-proben	%	%	± %	Stich-proben	%	%	± %
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Nebentätigkeiten	Einweisung des Kranfahrers/Mischwagenfahrers	N1	2		1,0	1,4		0		0,0	0,0	
	Einfüllen des Transportbetons in Krankübel	N2	3		1,5	1,7		6		4,3	3,3	
	Nachjustieren der Abspreizungen (Elementstützen) nach dem Verdichten	N3	4		2,0	2,0		1		0,7	1,4	
	Nachbehandlung des Frischbetons (z.B.: Verdunstungsschutz)	N4	0		0,0	0,0		0		0,0	0,0	
	Reinigung des Krankübels	N5	2		1,0	1,4		0		0,0	0,0	
	Entfernung von Distanzhölzern zwischen Schalelementen	N6	0		0,0	0,0		1		0,7	1,4	
	Transport des Betons mit dem Krankübel	N7	12	20,4	6,1	3,4		5	19,9	3,5	3,1	
	Transport des Betons ohne Kran	N8	0		0,0	0,0		0		0,0	0,0	
	Transport von sonstigem Material von Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N9	0		0,0	0,0		0		0,0	0,0	
	Transport von sonstigem Material vom Lagerplatz zur Einbaustelle ohne Kran	N10	1		0,5	1,0		1		0,7	1,4	
	Planstudium	N11	0		0,0	0,0		0		0,0	0,0	
	Zusammenräumen der Baustelle	N12	7		3,6	2,6		3		2,1	2,4	
	Holen von Werkzeug	N13	8		4,1	2,8		8		5,7	3,8	
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N14	1		0,5	1,0		3		2,1	2,4	

Abbildung 5-224: Vergleich der Nebentätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2

BETONIERARBEITEN: Vergleich					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)					Stich-proben	%	%	± %	Stich-proben	%	%	± %
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)					Rampenträgerpaar 1				Rampenträgerpaar 2			
zusätzliche Tätigkeiten	Reinigung der Außenseite der Schalung von Frischbeton	Z1	1		0,5	1,0		0		0,0	0,0	
	Abschrämmen falsch eingebrachten Betons (zu hoch betoniert)	Z2	0		0,0	0,0		0		0,0	0,0	
	Ausbessern von Fehlern in der Betonoberfläche (z.B.: Kiesnester)	Z3	4		2,0	2,0		0		0,0	0,0	
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z4	0	3,6	0,0	0,0		0	0,0	0,0	0,0	
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z5	0		0,0	0,0		0		0,0	0,0	
	Wegbiegen von Bewehrungsseisen damit Flaschenrüttler nicht verklemmt	Z6	1		0,5	1,0		0		0,0	0,0	
	Entfernung zu hoch eingebrachten Frischbetons	Z7	1		0,5	1,0		0		0,0	0,0	

Abbildung 5-225: Vergleich der zusätzlichen Tätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2

BETONIERARBEITEN: Vergleich				Stichproben			Stichproben				
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)				Rampenträgerpaar 1			Rampenträgerpaar 2				
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)				Stichproben	%	%	± %	Stichproben	%	%	± %
Unterbrechungen	ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	1	0,5	1,0	2	1,4	2,0		
		Warten auf Kran	aU2	20	10,2	4,2	12	8,5	4,6		
		Warten aus technologischen Gründen (z.B.: Abziehen der Betonoberfläche)	aU3	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		
		Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Einbau der Schalung)	aU4	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		
		Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	27	13,8	4,8	7	5,0	3,6		
		Weg zur Arbeitsstelle (auf der Baustelle)	aU6	5	2,6	2,2	3	2,1	2,4		
	störungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		
		Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		
		Warten auf Material (z.B.: kein Transportbeton auf Baustelle)	sU3	21	10,7	4,3	4	2,8	2,7		
		Warten auf Anweisungen	sU4	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		
		Werkzeug suchen	sU5	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		
		Werkzeug reparieren	sU6	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		
		Material suchen	sU7	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		
		fehlerhafte Pläne	sU8	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		
	erholung. Unterbr.	Trinken	eU1	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		
		Essen	eU2	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		
		Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	0	0,0	0,0	1	0,7	1,4		
		sonstige Pause	eU4	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		
	persönl. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		
		Privatgespräch mit Kollegen	pU2	2	1,0	1,4	0	0,0	0,0		
		Rauchen	pU3	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		
		Telefongespräch	pU4	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0		

Abbildung 5-226: Vergleich der Unterbrechungen - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2

Da bei den Betonierarbeiten von Rampenträgerpaar 1 sechs Arbeitskräfte eingesetzt wurden, ist der Anteil Warten, weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle Arbeitskräfte beschäftigt sind (aU5), wesentlich höher als bei Rampenträgerpaar 2 wo nur vier Arbeitskräfte tätig waren.

BETONIERARBEITEN: Vergleich				Stichproben			Stichproben				
Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 - 09.09.2014)				Rampenträgerpaar 1			Rampenträgerpaar 2				
Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 - 19.09.2014)				Stichproben	%	%	± %	Stichproben	%	%	± %
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	14	Summe der Stichproben ohne X:		196	16	Summe der Stichproben ohne X:		141	
	nicht sichtbar	X2	0			0					
	selbst nicht anwesend	X3	0			0					

Abbildung 5-227: Vergleich der nicht erfassbaren Stichproben - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2

Der Vergleich der Summen der Stichproben zeigt, dass die Betonierarbeiten bei Rampenträgerpaar 2 mit 141 Stichproben wesentlich schneller erfolgten als bei Rampenträgerpaar 1 mit 196 Stichproben. Dies entspricht umgerechnet 7,1 Lohnstunden bzw. 9,1 Lohnstunden, die für die Herstellung der beobachteten Bauteile aufgewendet wurden.

## 6 Stiegenhaus

In diesem Kapitel wird auf die Beschreibung, die Datenerhebung sowie Datenauswertung am Stiegenhaus eingegangen. Um die vorliegenden Ergebnisse fachgerecht beurteilen zu können, wurde eine exakte Beschreibung der Herstellungsabläufe und der Umstände der Leistungserbringung vorgenommen.

### 6.1 Einleitung – allgemeine Beschreibung des Bauteils

Ähnlich wie bei den Rampenträgern ist auch bei den Stiegenhäusern aufgrund der hohen Belastung ein veränderter Herstellungsablauf erforderlich. Die Geschoßdecken müssen direkt auf den Stiegenhauswänden aufgelagert werden. Eine indirekte Lagerung durch Klappisen ist nicht ausführbar. Aufgrund dieser Umstände kann das Stiegenhaus nicht als Ganzes unter Verwendung einer Kletterschalung voreilen, sondern muss stattdessen geschoßweise hergestellt werden und im Anschluss die Auflagerung der Geschoßdecken erfolgen. Durch die Split-Level Anordnung der Decken sind in der Höhe versetzte Bauabschnitte erforderlich.

Umgesetzt wurden diese Anforderungen durch die Ausführung von drei Bauabschnitten, die sich wie folgt unterteilen:

- Stiegenhauskern mit T-Stück
- Umlaufende Wand Nord
- Umlaufende Wand Süd

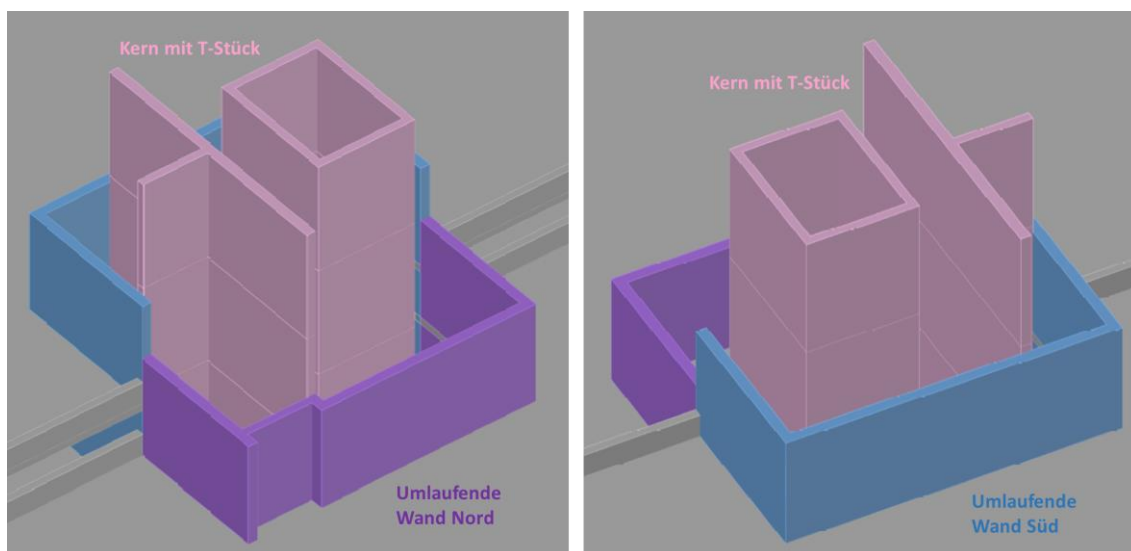


Abbildung 6-1: 3D Visualisierungen der Bauabschnitte des Stiegenhauses

Der Stiegenhauskern mit T-Stück eilt zwei Geschoße vor, während die umlaufenden Wände jeweils nach der Fertigstellung der Geschoßdecken auf diese aufgesetzt werden.

Dadurch steigen wiederum der Herstellungsaufwand und die Komplexität des Bauteils.

**6.2 Herstellungsablauf**

Im folgenden Ablaufdiagramm ist der Herstellungsprozess eines Stiegenhausabschnittes dargestellt und sowohl die Gewerke als auch die Einordnung in Haupttätigkeiten, Nebentätigkeiten oder zusätzliche Tätigkeiten grafisch hervorgehoben. Dabei ist anzumerken, dass die Herstellung und der Abbau der Arbeitsbühne lediglich beim Kern mit T-Stück erforderlich sind und bei den umlaufenden Wänden entfallen. Ähnlich wie beim Rampenträgerpaar wurden auch beim Stiegenhaus zum Teil gewisse Tätigkeiten gleichzeitig durchgeführt. So wurden in einem Bereich des Stiegenhausabschnittes noch Bewehrungsarbeiten durchgeführt, während in einem anderen Bereich bereits mit dem Schließen der Schalung begonnen wurde.

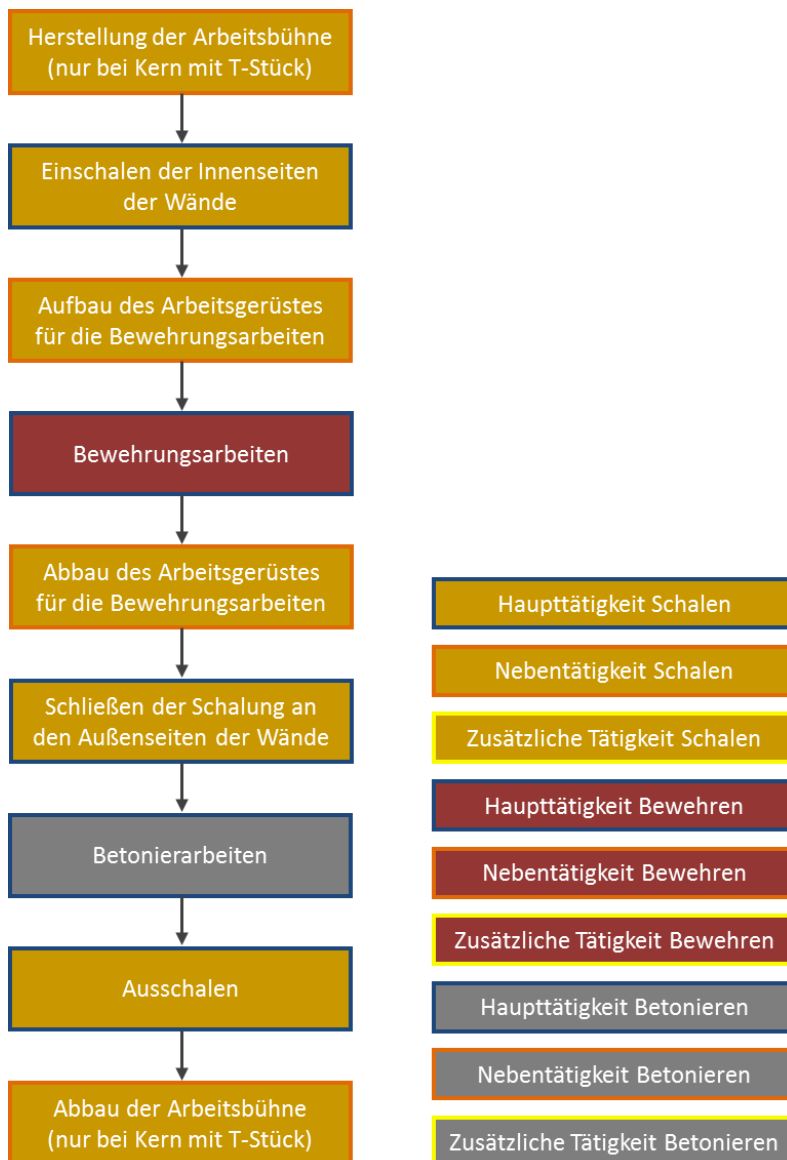


Abbildung 6-2: Herstellungsablauf eines Stiegenhausabschnittes

Beim Kern mit T-Stück erfolgt die Herstellung der Arbeitsbühne vorwiegend durch den Einsatz von Faltbühnen, die über Ankerpunkte an den Stiegenhauswänden befestigt werden. Der Bereich zwischen den Faltbühnen wird durch die Befestigung von Holzpfosten geschlossen.



Abbildung 6-3: Aufbau der Arbeitsbühne beim Stiegenhaus – Kern mit T-Stück

Da der Kern mit T-Stück zwei Geschoße vorgezogen wird und eine Absturzhöhe von bis zu 6 m besteht, ist auf der Arbeitsbühne eine Befestigung von Absturzsicherungen erforderlich. Des Weiteren werden Sicherungsmaßnahmen der Leiter durchgeführt.

Die Schalung der umlaufenden Wände wird auf die fertiggestellten Geschoßdecken aufgesetzt. Da diese in einem Gefälle hergestellt werden, müssen konisch zugeschnittene Schalungselemente hergestellt werden, um dieses Gefälle auszugleichen und ein waagrechtes Aufsetzen der Rahmenschalung zu ermöglichen.

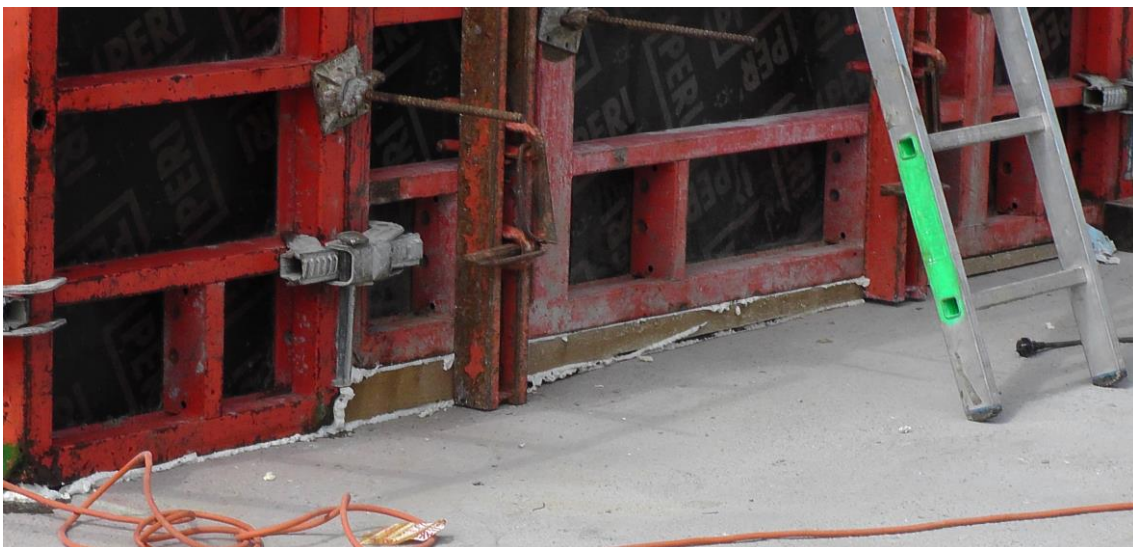


Abbildung 6-4: Konisch zugeschnittenes Schalungselement zum waagrecht Aufsetzen der Rahmenschalung

Eine weitere Tätigkeit beim Einschalen der Innenseite der Wände ist das Einmessen und der Einbau sämtlicher Aussparungen und Öffnungen.

Für die Bewehrungsarbeiten muss auf der Arbeitsbühne ein zusätzliches Arbeitsgerüst aufgestellt werden. Insbesondere beim Kern mit T-Stück herrschen dabei sehr beengte Verhältnisse.

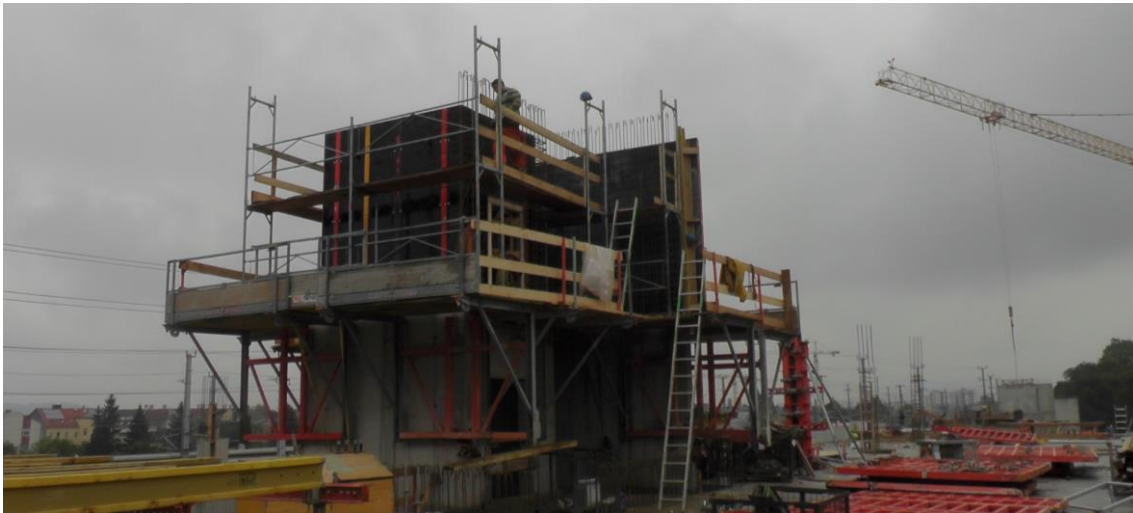


Abbildung 6-5: Arbeitsgerüst für die Bewehrungsarbeiten beim Stiegenhaus – Kern mit T-Stück

Nachdem die Bewehrungsarbeiten abgeschlossen sind und das Arbeitsgerüst wieder abgebaut ist, kann mit dem Schließen der Schalung begonnen werden. Dies erfolgt durch das Einheben der Rahmenschalung mit dem Kran, die dabei eingerichtet und justiert wird. Nach der Befestigung der einzelnen Schalelemente durch die Anbringung von Stahlriegeln und Anker erfolgen die Betonierarbeiten mit dem Krankübel.

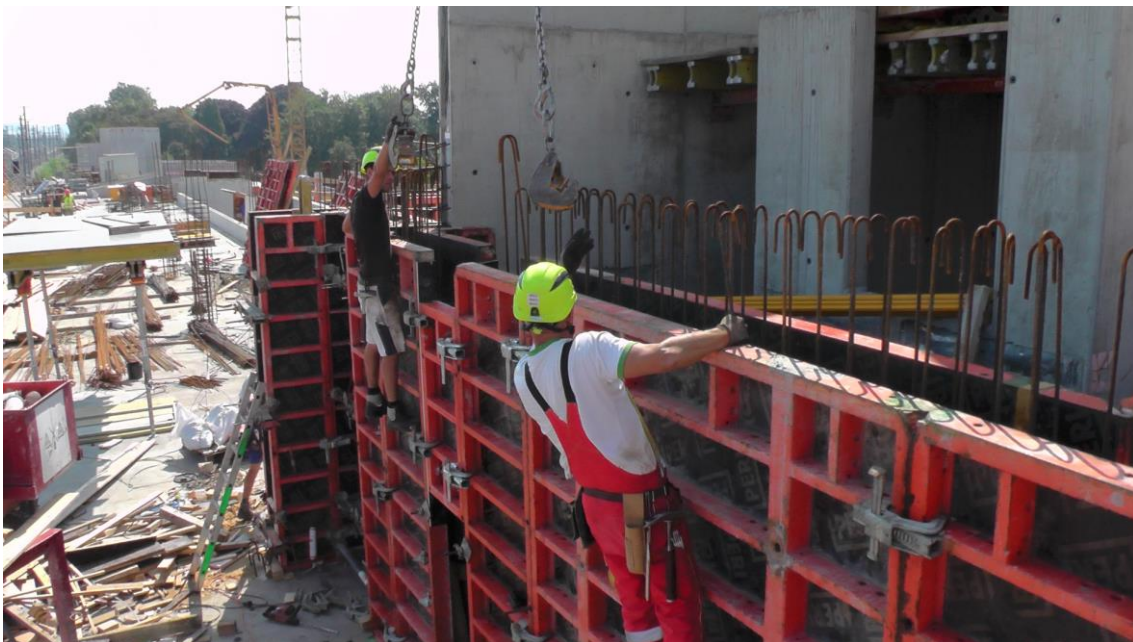


Abbildung 6-6: Schließen der Schalung beim Stiegenhaus – umlaufende Wand Nord

Das Ausschalen erfolgt sehr schnell, da die Rahmenschalung nach dem Lösen der Befestigungen in Form von mehreren Elementen mit dem Kran abtransportiert werden kann. Auf dem Lagerplatz wird die Schalung gereinigt und für den nächsten Einsatz vorbereitet.



Abbildung 6-7: Auseinanderbauen der Schalungselemente auf dem Lagerplatz

### 6.3 Datenerhebung Stiegenhaus (17.09.2014 – 16.10.2014)

Bei der Datenerhebung wurde das Stiegenhaus 1 im Westbereich und das Stiegenhaus 3 im Ostbereich des Parkdecks beobachtet und die einzelnen Bauabschnitte zu einem gesamten Geschoß zusammengefasst. Dabei wurde zum Großteil das Stiegenhaus 3 im Ostbereich für die Datenerhebung herangezogen und lediglich die Bewehrungsarbeiten beim Kern mit T-Stück bei Stiegenhaus 1 erfasst. Für die Multimomentaufnahme wurde ein konstantes Stichprobenintervall von 6 Minuten gewählt.

#### 6.3.1 Konkrete Beschreibung des Bauteils

Beim Stiegenhaus ist die umlaufende Wand auf der Nordseite aufgrund des verwinkelten Grundrisses durchaus aufwendiger als jene auf der Südseite. Der Kern mit T-Stück erfordert zwar die Herstellung einer Arbeitsbühne, jedoch muss dieser Abschnitt nicht auf den Geschoßdecken aufgesetzt werden. Dadurch kann die Schalung direkt entlang der darunterliegenden Wände angelegt werden und eine Herstellung von konischen Kanthölzern sowie das Abdichten der Unterkante mittels PU-Schaum entfallen. Als äußerst zeitintensiv erweist sich die Herstellung bzw. der Einbau der Stirnflächenschalung entlang der Grenzen zwischen der umlaufenden Wand Nord und Wand Süd. Da Anschlussbewehrung einen Verbund zwischen den beiden Abschnitten herstellen muss, ist es erforderlich Holzbretter zuzuschneiden und die Durchdringungen mit PU-Schaum abzudichten.



Abbildung 6-8: Stirnflächenabschalung zwischen umlaufender Wand Nord und Süd

### 6.3.2 Zeitraum der Datenerhebung

Am 17.09.2014 wurde mit der Datenerhebung, durch die Durchführung einer Multimomentaufnahme der Bewehrungsarbeiten beim Kern mit T-Stück von Stiegenhaus 1 im Westbereich des Parkdecks, begonnen. Sämtliche weitere Datenerhebungen wurden beim Stiegenhaus 3 im Ostbereich des Parkdecks durchgeführt.

Ab 23.09.2014 erfolgte die Datenerfassung der Schalarbeiten beim Kern mit T-Stück. Am 25.09.2014 waren die Schalarbeiten soweit fortgeschritten, dass parallel dazu die Bewehrungsarbeiten beginnen konnten. Da die Bewehrungsarbeiten bei diesem Abschnitt bereits zuvor beim äquivalenten Stiegenhaus 1 erfasst wurden, erfolgte keine Beobachtung der Bewehrungsarbeiter. Dies wäre aufgrund der beengten Platzverhältnisse und der hohen Anzahl an Schalungs- und Bewehrungsarbeitern, die gleichzeitig beobachtet hätten werden müssen, ohnehin nur sehr eingeschränkt möglich gewesen und hätte zu Qualitätsverlusten bei der Datenerfassung geführt. Der überwiegende Teil der Bewehrungsarbeiten wurde am 26.09.2014 durchgeführt. Diese Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus Kern mit T-Stück wurden bei der Datenauswertung durch den äquivalenten Abschnitt des Stiegenhauses im Westbereich, welches am 17.09.2014 der Multimomentaufnahme unterzogen wurde, ersetzt.

Am 29.09.2014 wurde die Schalung geschlossen und im Anschluss die Betonierarbeiten durchgeführt.

Da der Schalungstrupp des Stiegenhauses zu Tätigkeiten an den Geschoßdecken herangezogen werden musste, um die Vorgaben aus dem Bauzeitplan zu erreichen, wurden bis 03.10.2014 keine Arbeiten am Stiegenhaus durchgeführt.

Am 06.10.2014 wurde der Kern mit T-Stück fertig ausgeschalt und mit dem Einschalen der umlaufenden Wand Nord begonnen. Dies erfolgte sehr effizient, sodass bereits am 07.10.2014 die Bewehrungsarbeiter ihre Tätigkeiten aufnehmen konnten.



Am 08.10.2014 wurde die Schalung geschlossen und das Bauteil betoniert.

Die Beobachtungen der umlaufenden Wand Nord konnten mit dem Ausschalen am 09.10.2014 abgeschlossen werden. Ein großer Teil der Schalung der umlaufenden Wand Nord konnte nach der Zwischenlagerung und der Reinigung für die umlaufende Wand Süd verwendet werden, was zu einer äußerst effizienten Herstellung führte.

Die Bewehrungsarbeiten wurden am 10.10.2014 begonnen und am selben Tag fertiggestellt.

Das Schließen der Schalung und die anschließenden Betonierarbeiten erfolgten am 13.10.2014.

Nachdem der überwiegende Teil der umlaufenden Wand Süd am 14.10.2015 ausgeschalt wurde, konnte die Datenerhebung nach einigen abschließenden Arbeiten am beobachteten Bauteil am 16.10.2014 beendet werden.

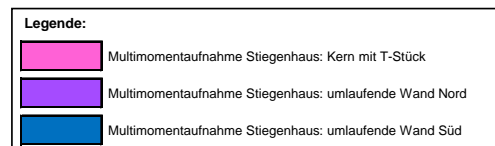
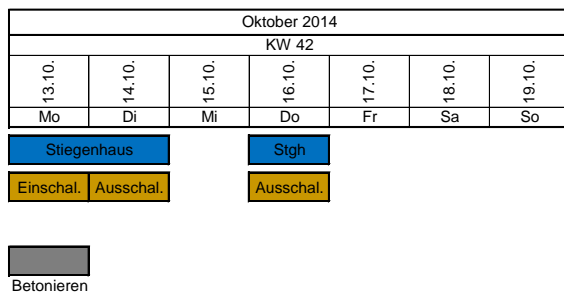
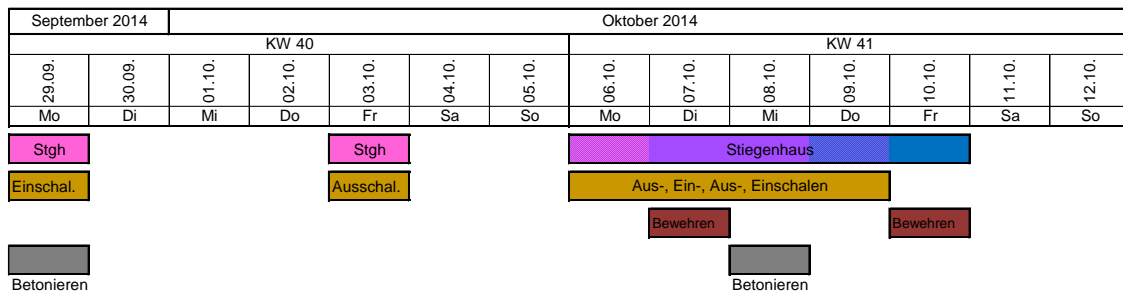
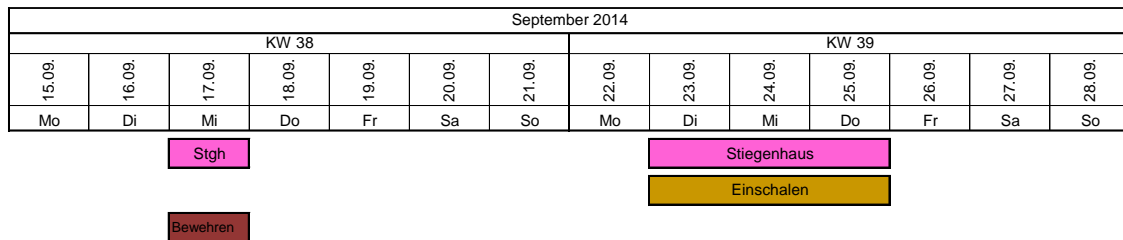


Abbildung 6-9: Darstellung des zeitlichen Ablaufs der Datenerhebung am Stiegenhaus (17.09.2014 – 16.10.2014)

### 6.3.3 Umstände der Leistungserbringung

Die Herstellung des Stiegenhauses erforderte ein hohes Maß an Kranverfügbarkeit. Sowohl bei der Arbeitsbühne als auch bei den Schalelementen war es in der Regel erforderlich, diese mit dem Kran einzuheben. Sofern eine ausreichende Kranverfügbarkeit vorhanden ist, führt dies zu einer sehr zügigen Herstellung der einzelnen Bauabschnitte. Ist der Kran jedoch nicht verfügbar, sind Wartezeiten unumgänglich, da es nicht möglich ist die großformatigen Rahmenschalungen aus Stahl und die Faltbühnen ohne Kran zu transportieren.



Abbildung 6-10: Einheben der Arbeitsbühne mit dem Kran beim Stiegenhaus: Kern mit T-Stück (23.09.2014)

Da der überwiegende Anteil der Schalung des Stiegenhauses aus Rahmenschalungen bestand, konnten die einzelnen Elemente am Lagerplatz vorbereitet und zusammengebaut werden.

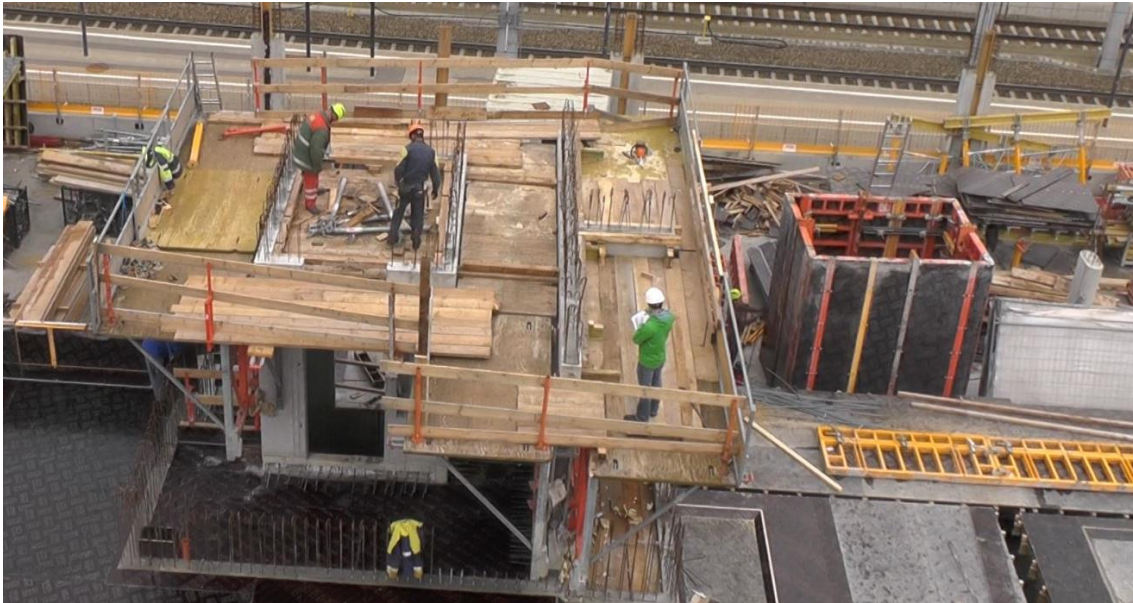


Abbildung 6-11: Aufbau der Arbeitsbühne und Vorbereitung der Schalung am Lagerplatz beim Stiegenhaus: Kern mit T-Stück (25.09.2014)

Im Anschluss erfolgte der Transport zur Einbaustelle mit dem Kran, wo die Wandabschnitte, justiert und befestigt wurden. Als besonders effizient erwies sich dadurch die Herstellung der Innenschalung des Stiegenhauskernes, da die Schalung am Lagerplatz gereinigt und im Anschluss als Ganzes mit dem Kran eingehoben werden konnte. Parallel dazu waren die anderen Arbeitskräfte beim Aufbau der Arbeitsbühne tätig.



Abbildung 6-12: Einheben der Innenschalung des Kerns mit dem Kran beim Stiegenhaus: Kern mit T-Stück (25.09.2014)

Bei sämtlichen Stiegenhausabschnitten ist die Herstellung eines Arbeitsgerüsts für die Bewehrungsarbeiten erforderlich. Beim Kern mit T-Stück entstehen dabei sehr beengte Platzverhältnisse für die Arbeitskräfte und in weiterer Folge Produktivitätsverluste.



Abbildung 6-13: Beengte Arbeits- und Lagerverhältnisse bei den Bewehrungsarbeiten beim Stiegenhaus: Kern mit T-Stück (17.09.2014)

Der Abbau des Arbeitsgerüsts wurde am 29.09.2014 vom Schalungstrupp durchgeführt. An diesem Tag wurde sehr intensiv am Stiegenhaus gearbeitet. Nach dem Schließen der Schalung erfolgten die Betonierarbeiten am Kern mit T-Stück.



Abbildung 6-14: Abbau des Arbeitsgerüsts nach dem Abschluss der Bewehrungsarbeiten beim Stiegenhaus: Kern mit T-Stück (29.09.2014)

Da die Stiegenhauswände keinerlei geneigte Flächen hatten und die Oberfläche nicht abgezogen werden musste, verliefen die Betonierarbeiten äußerst schnell und ohne Komplikationen. Lediglich im Bereich der Aussparungen musste verstärkt auf eine ausreichende Verdichtung des Frischbetons geachtet werden, um der Entstehung von Kiesnestern entgegenzuwirken.



Abbildung 6-15: Betonierarbeiten beim Stiegenhaus: Kern mit T-Stück (29.09.2014)

Da die Arbeitskräfte des Schalungstrupps des Stiegenhauses bei den Betonierarbeiten von Deckenabschnitt 6 und zum Einschalen der angrenzenden Brüstung auf der Südseite eingesetzt wurden, erfolgten bis 03.10.2014 keine Arbeiten beim Stiegenhaus.

Am 06.10.2014 wurde die Arbeitsbühne abgebaut und die Arbeiten am Kern mit T-Stück abgeschlossen. Parallel dazu wurde mit den Arbeiten bei der umlaufenden Wand Nord begonnen. Dabei stellte sich die verwinkelte Geometrie der Wand als durchaus anspruchsvoll heraus und erforderte einen hohen Aufwand bei der Herstellung.



Abbildung 6-16: Abtransport der Faltbühnen der Arbeitsbühne beim Stiegenhaus: Kern mit T-Stück (06.10.2014)

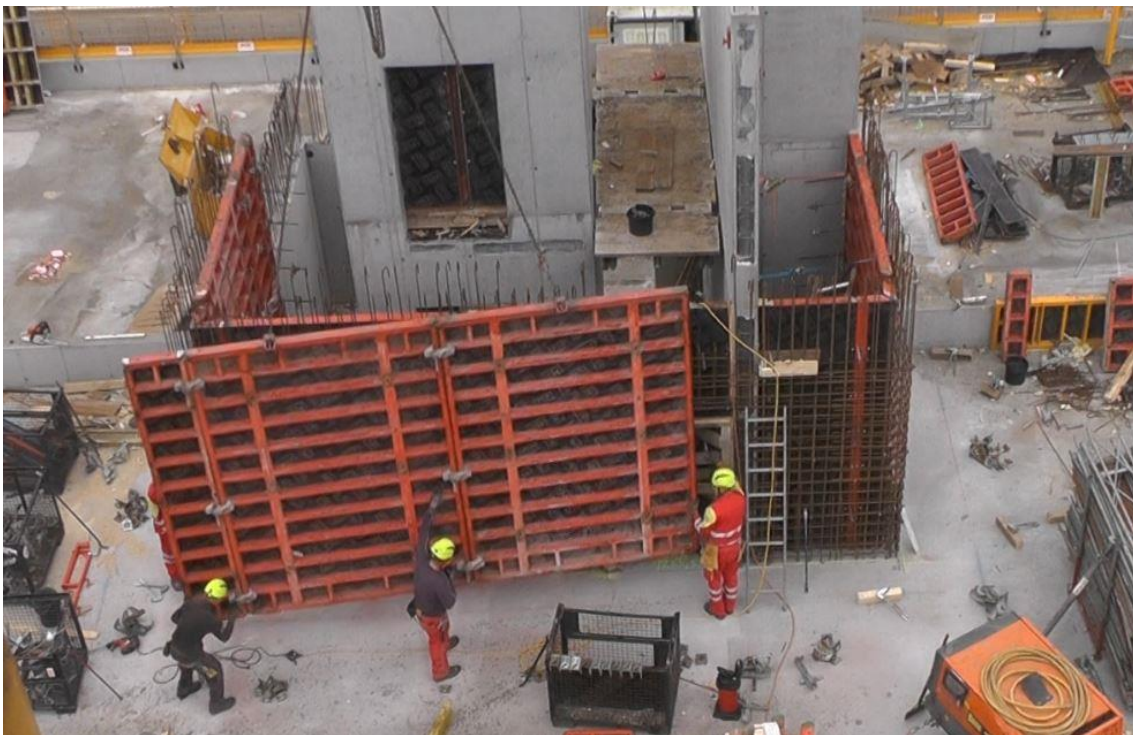
Nachdem am 06.10.2014 und am 07.10.2014 sehr intensiv Tätigkeiten bei der umlaufenden Wand Nord durchgeführt wurden, erfolgte am 08.10.2014 das Schließen der Schalung und im Anschluss das Betonieren dieses Bauabschnittes.



Abbildung 6-17: Umlaufende Wand Nord vor dem Schließen der Schalung

Am 09.10.2014 wurden die Arbeiten bei der umlaufenden Wand Süd aufgenommen. Dabei war eine wesentlich schnellere Herstellung der Schalung möglich, da ein großer Teil der Rahmenschalung der umlaufenden Wand Nord ohne Umbaumaßnahmen verwendet werden konnte. Die Rahmenschalung wurde bei der fertiggestellten umlaufenden Wand Nord mit dem Kran abtransportiert, am Lagerplatz gereinigt und durch einen weiteren Kranhub bei der umlaufenden Wand Süd eingebaut. Aufgrund dieses äußerst effizienten Arbeitsablaufs, war es möglich, dass die Bewehrungsarbeiter am selben Tag ihre Arbeiten beginnen und in den Abendstunden abschließen konnten.

Am 13.10.2014 wurde die Schalung der umlaufenden Wand Süd geschlossen und im Anschluss betoniert.



**Abbildung 6-18: Schließen der Schalung durch Einheben mit dem Kran beim Stiegenhaus: Umlaufende Wand Süd (13.10.2014)**

Mit dem Ausschalen am 16.10.2014 war der Herstellungsprozess eines vollständigen Stiegenhausgeschoßes im Zuge der Datenerhebung erfasst worden und die Multimomentaufnahme konnte abgeschlossen werden.

In weiterer Folge werden die darüber liegenden Geschoßdecken hergestellt und der beschriebene Bauablauf beginnt mit dem Einheben der Arbeitsbühne des Kerns mit T-Stück neu.



Abbildung 6-19: Stiegenhaus nach der Fertigstellung der drei Bauabschnitte bzw. vor dem Einheben der Arbeitsbühne

#### 6.4 Datenauswertung Stiegenhaus (17.09.2014 – 16.10.2014)

Die Datenauswertung des Stiegenhauses beinhaltet die Darstellung der Verteilung der Zeitarten, der Tätigkeiten und die Entwicklung dieser sowie die Anzahl der Lohnstunden und in weiterer Folge die Ermittlung der Aufwandswerte. Die Auswertung wurde für die Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten durchgeführt und zu den Stahlbetonarbeiten zusammengefasst.

##### 6.4.1 Verteilung der Zeitarten

Aus welchen Zeiten sich die Grund-, Erhol- und Verteilzeit zusammensetzt ist unter 2.3 Vorgehensweise bei der Zeitdatenermittlung erläutert. Bei sämtlichen Diagrammen ist der maßgebende Vertrauensbereich des am stärksten schwankenden Anteils angeführt.



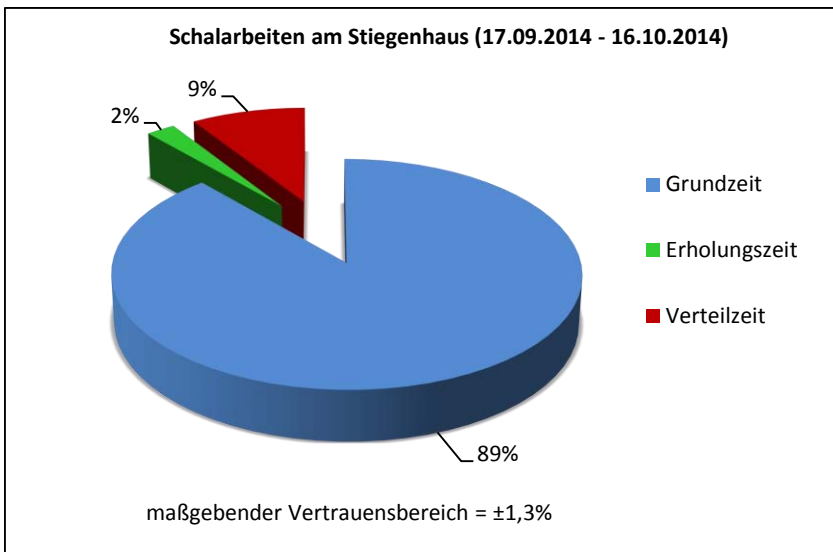
**Schalarbeiten:**

Abbildung 6-20: Verteilung der Zeitarten - Schalarbeiten am Stiegenhaus

Die Verteilzeit bei den Schalarbeiten am Stiegenhaus beträgt 9 %, wovon der überwiegende Anteil auf zusätzliche Tätigkeiten aufgrund der beengten Lagerverhältnisse zurückzuführen ist. Hervorzuheben ist der äußerst geringe Betrag der Erholungszeit von 2 %, welcher auf eine hohe Arbeitsmoral des Schalungstrupps hinweist.

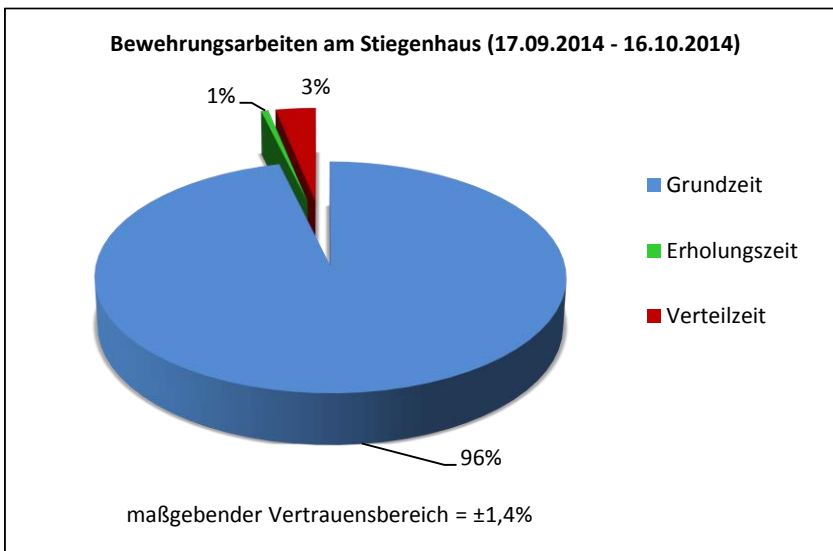
**Bewehrungsarbeiten:**

Abbildung 6-21: Verteilung der Zeitarten - Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus

Bei den Bewehrungsarbeiten beträgt die Erholungszeit lediglich 1 %. Dies ist auf das Lohnsystem der Bewehrungsarbeiter zurückzuführen, die mit einem Akkordlohn nach eingebauter Bewehrungsmenge entlohnt werden. Der sehr hohe Anteil an Grundzeit deutet auf eine planmäßige Vorgehensweise und wenig störungsbedingte Unterbrechungen hin.

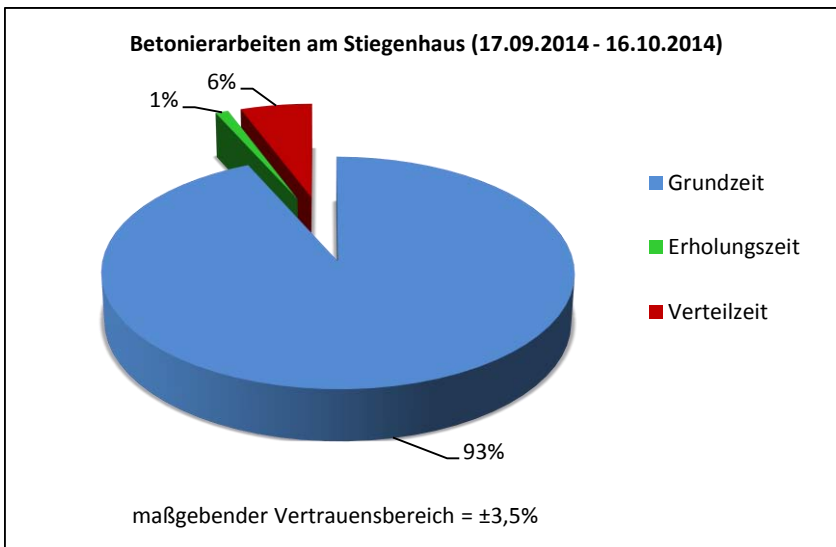
**Betonierarbeiten:**

Abbildung 6-22: Verteilung der Zeitarbeit - Betonierarbeiten am Stiegenhaus

Da die Betonierarbeiten im Vergleich zu den Schal- und Bewehrungsarbeiten nur wenig Zeit in Anspruch nehmen, ist kaum erholungsbedingtes Unterbrechen erforderlich.

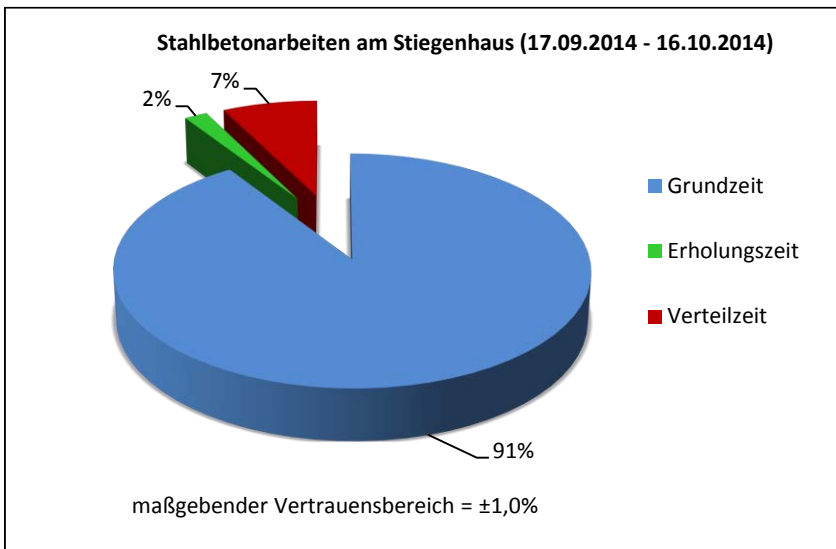
**Stahlbetonarbeiten:**

Abbildung 6-23: Verteilung der Zeitarbeit - Stahlbetonarbeiten am Stiegenhaus

Die Darstellung der Stahlbetonarbeiten veranschaulicht einen hohen Anteil der Grundzeit und geringer Erholungszeit. Dies deutet auf eine hohe Arbeitermotivation und einen geplanten Herstellungsablauf hin.

### 6.4.2 Tätigkeitsverteilung und -entwicklung

In diesem Unterkapitel sind die Tätigkeitsverteilungen der Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten dargestellt und beschrieben.

Die Tätigkeiten werden in den Tortendiagrammen als Haupt-, Neben- und zusätzliche Tätigkeiten sowie Unterbrechungen zusammengefasst dargestellt. Für die detaillierte Darstellung jeder einzelnen Tätigkeit und Unterbrechung wurde im Sinne der Übersichtlichkeit eine tabellarische Darstellung gewählt, da bei einer derart großen Anzahl an Tätigkeiten ein Tortendiagramm unleserlich und schwer interpretierbar wäre.

Bei sämtlichen Tortendiagrammen ist der maßgebende Vertrauensbereich, welcher unter 2.4.2 genauer erläutert wird, angeführt. Bei der tabellarischen Darstellung der einzelnen Tätigkeiten werden für jede Tätigkeit die Anzahl der Stichproben, der prozentuelle Anteil und der Vertrauensbereich angegeben. Der maßgebende Vertrauensbereich ist hierbei mit gelbem Hintergrund hervorgehoben. Jene Tätigkeiten mit den größten Anteilen sind in den Tätigkeitslisten mit roter Schrift dargestellt.

#### Schalarbeiten:

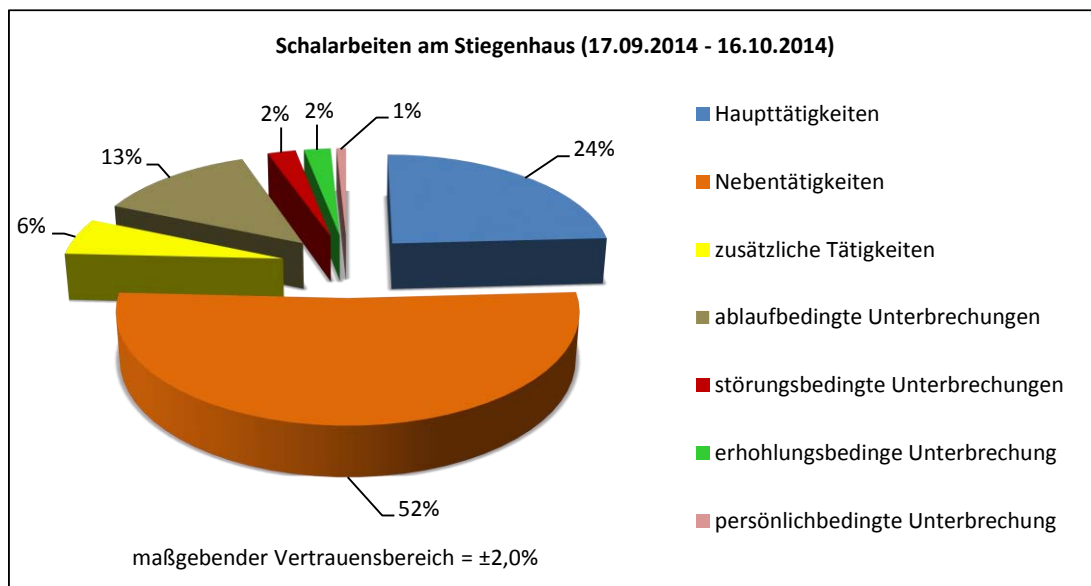


Abbildung 6-24: Tätigkeitsverteilung - Schalarbeiten am Stiegenhaus

Da beim Stiegenhaus eine hohe Anzahl an Nebentätigkeiten auftritt, sind 52 % der Tätigkeitsverteilung auf Nebentätigkeiten zurückzuführen.

<b>SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau</b>		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich $f_i$	
Beobachteter Bauteil: Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)						
Haupttätigkeiten	Schalung am Lagerplatz zusammenbauen	H1	52	24,1	2,2	0,6
	Einrichten und Justieren der Schalelemente	H2	104		4,4	0,8
	Befestigung von Abspreizungen	H3	51		2,2	0,6
	Anbringen von Ankerstäben und Befestigung der Anker	H4	100		4,2	0,8
	Herstellung der Stirflächenschalung (für Stirnflächen z.B.: bei Türen)	H5	44		1,9	0,5
	Befestigung der Schalelemente (Seiten-, Stirnflächenschalung etc.)	H6	91		3,8	0,8
	Auseinanderbauen der Schalelemente	H7	37		1,6	0,5
	Lösen der Befestigung der Schalelemente	H8	42		1,8	0,5
	Einbau von Aussparungselementen	H9	25		1,1	0,4
	Entfernung von Aussparungselementen	H10	25		1,1	0,4

Abbildung 6-25: Haupttätigkeiten - Scharbeiten am Stiegenhaus

Da der überwiegende Anteil der Schalung des Stiegenhauses aus Rahmenschalung bestand, konnten die einzelnen Elemente am Lagerplatz vorbereitet und zusammengebaut werden (H1). Im Anschluss wurden die Wandabschnitte mit dem Kran zur Einbaustelle transportiert (N18), eingerichtet und justiert (H2).

Die Anteile Anbringen von Ankerstäben und Befestigung der Anker (H4) und Befestigung der Schalelemente (H6) sind äußerst hoch ausgefallen, da es erforderlich war die Schalelemente kraftschlüssig miteinander zu verbinden, um den Frischbetondruck aufzunehmen, ohne eine Verformung der Schalung zuzulassen.

Jene Tätigkeiten, die beim Einschalen aufgetreten sind, haben eine wesentlich höhere Anzahl an Stichproben im Vergleich zu den Tätigkeiten beim Ausschalen. Dies veranschaulicht, dass das Einschalen länger dauerte als das Ausschalen.

SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)					
Nebentätigkeiten	Anzeichnen und Messen von Maßen (Schlagschnur, Wasserwaage etc.)	N1	80	3,4	0,7
	Kontrolle und Nachmessen (Stababstände, Lotrecht, Abstandshalter etc.)	N2	61	2,6	0,6
	Einmessen von Höhen/Abstände mittels Nivelliergerät	N3	25	1,1	0,4
	Befestigung von Laschen zum Anlegen der Schalelemente	N4	40	1,7	0,5
	Befestigung von Holzklötzen zum Aufstellen der Wandschalung	N5	28	1,2	0,4
	Zuschneiden von Schalmaterial	N6	34	1,4	0,5
	Zuschneiden von sonstigem Material (Keile, Unterlegklötze)	N7	102	4,3	0,8
	Trennmittel auf die Schalung aufbringen	N8	16	0,7	0,3
	Schalung reinigen	N9	28	1,2	0,4
	Abdichten der Schalungsunterkante mit PU-Schaum	N10	20	0,8	0,4
	Anbringen der Dreikantleisten	N11	8	0,3	0,2
	Aufschieben der Hüllrohre (Distanzrohre) auf Ankerstäbe	N12	9	0,4	0,2
	Einbau von Distanzhölzern zwischen den Schalungselementen	N13	6	0,3	0,2
	Annageln/Entfernen von Brettern für die Justierung der Schalung	N14	3	0,1	0,1
	Befestigung des Metallkastens der Anschlussbewehrung	N15	12	0,5	0,3
	Anschweißen von Stäben an die Anschlussbewehrung	N16	4	0,2	0,2
	Herausbiegen der Klappen der Anschlussbewehrung	N17	21	0,9	0,4
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N18	44	1,9	0,5
	Transport von Schalelementen zur Einbaustelle ohne Kran	N19	5	0,2	0,2
	Transport von sonst. Mat. (Bretter, Rüstmat. etc.) zur Einbaustelle mit Kran	N20	47	2,0	0,6
	Transport von sonstigem Material zur Einbaustelle ohne Kran	N21	62	2,6	0,6
	Ausschalen und Abtransport der Schalelemente mit Kran	N22	22	0,9	0,4
	Ausschalen und Abtransport der Schalelemente ohne Kran	N23	9	0,4	0,2
	Befestigung/Lösen von Ankerpunkten für die Arbeitsbühne	N24	11	0,5	0,3
	Einheben der Arbeitsbühne mit Kran	N25	15	0,6	0,3
	Aufbau der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten (Befestigung an Schalung)	N26	8	0,3	0,2
	Aufbau der Arbeitsbühne für Schararbeiten	N27	50	2,1	0,6
	Aufbau des Arbeitsgerüsts für Bewehrungsarbeiten	N28	62	2,6	0,6
	Abbau der Arbeitsbühne für Betonierarbeiten	N29	15	0,6	0,3
	Abbau der Arbeitsbühne für Schararbeiten	N30	36	1,5	0,5
	Abbau des Arbeitsgerüsts für Bewehrungsarbeiten	N31	36	1,5	0,5
	Herstellung sonstiger Sicherungsmaßnahmen (z.B.: Sicherung der Leiter)	N32	6	0,3	0,2
	Holen/wegräumen von Werkzeug und sonst. Hilfsmaterial (z.B.: Krangurte)	N33	50	2,1	0,6
	Zusammenräumen der Baustelle	N34	63	2,7	0,6
	Planstudium	N35	20	0,8	0,4
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N36	133	5,6	0,9
	Reinigen oberseite Wand von Drahtstücken	N37	17	0,7	0,3
	Montage Blitzableiter	N38	10	0,4	0,3
	Entfernung von PU-Schaumresten und Betonkrusten	N39	3	0,1	0,1

Abbildung 6-26: Nebentätigkeiten - Schararbeiten am Stiegenhaus

Da die Maße bei sämtlichen Bauabschnitten exakt eingemessen und die Position der Aussparungselemente angezeichnet werden mussten, ist das Anzeichnen und Messen von Maßen (N1) durchaus häufig aufgetreten.

Vor allem bei den umlaufenden Wänden war es erforderlich, dass Keile, Unterlegklötze und konische Kanthölzer zugeschnitten werden (N7).

Dem Schalungstrupp war ein Lehrling zugeteilt, dem ausführlich die weitere Vorgehensweise in Form von Besprechungen erklärt wurde (N36). Bei solchen Besprechungen sind stets zumindest zwei Arbeitskräfte beteiligt, was zu einer hohen Anzahl an Stichproben bei dieser Nebentätigkeit führt.

SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)						
zusätzliche Tätigkeiten	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z1	64	5,7	2,7	0,7
	Transport der Schalung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z2	3		0,1	0,1
	Transport sonst. Material vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z3	30		1,3	0,5
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z4	4		0,2	0,2
	Schließen von Fehlstellen in der Schalung (z.B.: mit Silikon, PU-Schaum)	Z5	3		0,1	0,1
	Korrektur fehlerhaft angezeichneter Maße	Z6	0		0,0	0,0
	Umbiegen/Kürzen von Bewehrungsseisen für Anlegen der Schalung	Z7	9		0,4	0,2
	Entfernung falsch eingebauten Materials	Z8	21		0,9	0,4

Abbildung 6-27: Zusätzliche Tätigkeiten - Schalarbeiten am Stiegenhaus

Der überwiegende Anteil der zusätzlichen Tätigkeiten ist auf die begrenzten Lagerverhältnisse zurückzuführen. Um die großflächigen Rahmenschalelemente auf dem Lagerplatz vorzubereiten, ist ausreichend Platz erforderlich. Dabei musste das Schalmaterial in Form von zusätzlichen Kranhüben zu Zwischenlagerplätzen (Z1) transportiert werden.

SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>		
Beobachteter Bauteil: Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)							
Unterbrechungen	ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	46	13,2	1,9	0,6
		Warten auf Kran	aU2	119		5,0	0,9
		Warten aus technologischen Gründen (z.B.: Eintrocknen des Trennmittels)	aU3	2		0,1	0,1
		Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Einmessen durch Anleger)	aU4	0		0,0	0,0
		Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	5		0,2	0,2
		Weg auf der Baustelle ohne Transport von Material	aU6	139		5,9	0,9
	störungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	0	2,4	0,0	0,0
		Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0		0,0	0,0
		Warten auf Material (z.B.: keine Schalttafeln auf Baustelle)	sU3	39		1,6	0,5
		Warten auf Anweisungen	sU4	0		0,0	0,0
		Werkzeug suchen	sU5	3		0,1	0,1
		Werkzeug reparieren	sU6	7		0,3	0,2
		Material suchen	sU7	7		0,3	0,2
		fehlerhafte Pläne	sU8	0		0,0	0,0
	erholung. Unterbr.	Trinken	eU1	0	2,2	0,0	0,0
		Essen	eU2	0		0,0	0,0
		Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	26		1,1	0,4
		sonstige Pause	eU4	27		1,1	0,4
	persönl. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	6	0,8	0,3	0,2
		Privatgespräch mit Kollegen	pU2	0		0,0	0,0
		Rauchen	pU3	12		0,5	0,3
		Telefongespräch	pU4	1		0,0	0,1

Abbildung 6-28: Unterbrechungen - Schalarbeiten am Stiegenhaus

Da die Faltbühnen der Arbeitsbühne und die Rahmenschalung aufgrund ihrer großen Abmessungen ohne Kran nicht transportiert und eingebaut bzw. abgebaut werden können, sind die Arbeitskräfte gezwungen auf den Kran zu warten (aU2). Ist dieser Anteil überdurchschnittlich hoch könnten diese Stichproben auch dem störungsbedingten Unterbrechen zugeordnet werden, weil eine deutlich zu geringe Kranverfügbarkeit als Störung des Bauablaufes interpretiert werden kann.

<b>SCHALUNGSARBEITEN + Gerüstbau</b>		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich $f_i$
Beobachteter Bauteil: Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)					
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	815	Summe der Stichproben ohne X: 2365	
	nicht sichtbar	X2	0		
	selbst nicht anwesend	X3	0		

Abbildung 6-29: Nicht erfassbare Stichproben - Schalarbeiten am Stiegenhaus

Aufgrund des großen Einsatzes und der permanenten Anwesenheit des Erhebungspersonals sowie der Rücksprache mit den Arbeitskräften bei Unklarheiten hinsichtlich der Zuordnung der Tätigkeiten, war es möglich, sämtliche Tätigkeiten beim Stiegenhaus zu erfassen und zuzuordnen. Des Weiteren ist bei allen Auswertungen der Schalungs-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten die Summe jener Stichproben angeführt, die für die Ermittlung des Aufwandswertes herangezogen wird. Somit kann diese „Summe der Stichproben ohne X“ Kontrollzwecken der dokumentierten Lohnstunden dienen. Multipliziert man diese Anzahl an Stichproben mit dem Stichprobenintervall und dividiert es durch 60, erhält man die Summe der Lohnstunden der untersuchten Tätigkeitsverteilung. In Summe wurden bei den Schalarbeiten 2.365 Stichproben erfasst. Dies entspricht umgerechnet 236,5 Lohnstunden, die für die Herstellung des beobachteten Bauteils aufgewendet wurden.

**Bewehrungsarbeiten:**

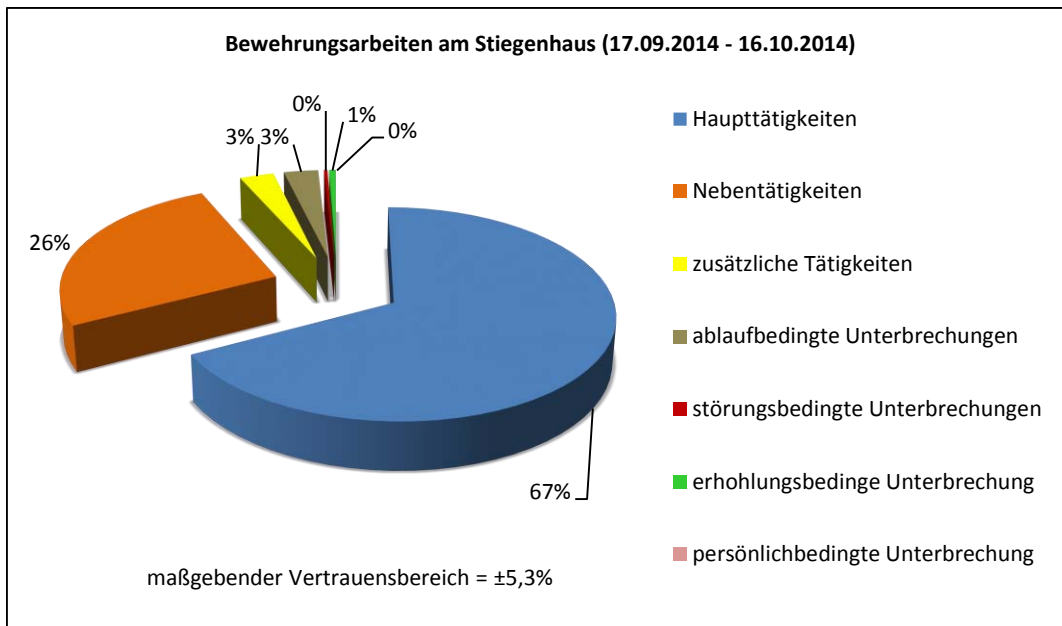


Abbildung 6-30: Tätigkeitsverteilung - Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus

BEWEHRUNGSARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)					
Haupttätigkeiten	Befestigung der vertikalen Stabbewehrung - hintere Wandseite	H1	54	7,8	2,0
	Befestigung der horizontalen Stabbewehrung - hintere Wandseite	H2	65	9,4	2,2
	Befestigung der vertikalen Stabbewehrung - vordere Wandseite	H3	35	5,1	1,6
	Befestigung der horizontalen Stabbewehrung - vordere Wandseite	H4	77	11,2	2,4
	Befestigung der Nadeln/Bügel in Eckbereichen und bei Aussparungsstellen	H5	175	25,4	3,3
	Befestigung von Abstandseisen für vordere Lage der Wandbewehrung	H6	30	4,4	1,5
	Einrichten der vertikalen Stabbewehrung	H7	9	1,3	0,8
	Einrichten der horizontalen Stabbewehrung	H8	6	0,9	0,7
	Einfädeln der vertikalen Stabbewehrung	H9	12	1,7	1,0

Abbildung 6-31: Haupttätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus

Vor allem bei der verwinkelten Geometrie der umlaufenden Wand Nord und im Bereich von Türöffnungen musste eine hohe Anzahl konstruktiver Bügelbewehrung (H5) eingebaut werden.



BEWEHRUNGSARBEITEN			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)						
Nebentätigkeiten	Anzeichnen von Maßen (mit Bleistift, Schlagschnur, Kreide etc.)	N1	6	26,0	0,9	0,7
	Kontrolle und Nachmessen (Stababstände, Lotrecht, Abstandshalter etc.)	N2	2		0,3	0,4
	Befestigung von Abstandhalter	N3	41		6,0	1,8
	Abschneiden/Abzwicken von Bewehrungseisen	N4	9		1,3	0,8
	Umbiegen von Bewehrungseisen	N5	5		0,7	0,6
	Transport der Bewehrung vom Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N6	2		0,3	0,4
	Transport der Bewehrung zur Einbaustelle ohne Kran	N7	40		5,8	1,7
	Transport von sonstigem Material vom Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N8	4		0,6	0,6
	Transport von sonstigem Material vom Lagerplatz zur Einbaustelle ohne Kran	N9	20		2,9	1,3
	Entfernung von Montageeisen	N10	0		0,0	0,0
	Sortieren der Bewehrung	N11	11		1,6	0,9
	Zusammenräumen der Baustelle	N12	9		1,3	0,8
	Planstudium	N13	14		2,0	1,1
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N14	15		2,2	1,1
	Holen von Werkzeug	N15	1		0,1	0,3
	Anschweißen von Stäben an die Anschlussbewehrung	N16	0		0,0	0,0
	Herausbiegen der Klappseisen der Anschlussbewehrung	N17	0		0,0	0,0

Abbildung 6-32: Nebentätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus

BEWEHRUNGSARBEITEN			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)						
zusätzliche Tätigkeiten	Transport der Bewehrung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z1	2	2,9	0,3	0,4
	Transport der Bewehrung vom Lagerplatz zum Zwischenlagerpl. ohne Kran	Z2	2		0,3	0,4
	Transport sonst. Material vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z3	0		0,0	0,0
	Transport sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z4	0		0,0	0,0
	Entfernung/Korrektur/Neueinbau falschen eingebauten Materials	Z5	16		2,3	1,1

Abbildung 6-33: Zusätzliche Tätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus

BEWEHRUNGSARBEITEN			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)							
Unterbrechungen	ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	2	2,9	0,3	0,4
		Warten auf Kran	aU2	4		0,6	0,6
		Warten aus technologischen Gründen	aU3	1		0,1	0,3
		Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Einbau der Aussparungen)	aU4	0		0,0	0,0
		Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	0		0,0	0,0
		Weg zur Arbeitsstelle (auf der Baustelle)	aU6	13		1,9	1,0
		Abnahme der Bewehrung durch ÖBA	aU7	0		0,0	0,0
	störungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	0	0,3	0,0	0,0
		Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0		0,0	0,0
		Warten auf Material (z.B.: keine Bewehrung auf Baustelle)	sU3	0		0,0	0,0
		Warten auf Anweisungen	sU4	0		0,0	0,0
		Werkzeug suchen	sU5	1		0,1	0,3
		Werkzeug reparieren	sU6	0		0,0	0,0
		Material suchen	sU7	1		0,1	0,3
		fehlerhafte Pläne / Pläne nicht vorhanden	sU8	0		0,0	0,0
	erholung. Unterbr.	Trinken	eU1	1	0,6	0,1	0,3
		Essen	eU2	0		0,0	0,0
		Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	3		0,4	0,5
		sonstige Pause	eU4	0		0,0	0,0
	persönl. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	0	0,0	0,0	0,0
		Privatgespräch mit Kollegen	pU2	0		0,0	0,0
		Rauchen	pU3	0		0,0	0,0
		Telefongespräch	pU4	0		0,0	0,0

Abbildung 6-34: Unterbrechungen - Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus

BEWEHRUNGSARBEITEN			Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)						
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	1		Summe der Stichproben ohne X: 688	
	nicht sichtbar	X2	0			
	selbst nicht anwesend	X3	0			

Abbildung 6-35: Nicht erfassbare Stichproben - Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus

In Summe wurden bei den Bewehrungsarbeiten 688 Stichproben erfasst. Dies entspricht umgerechnet 68,8 Lohnstunden, die für die Herstellung des beobachteten Bauteils aufgewendet wurden.

**Betonierarbeiten:**

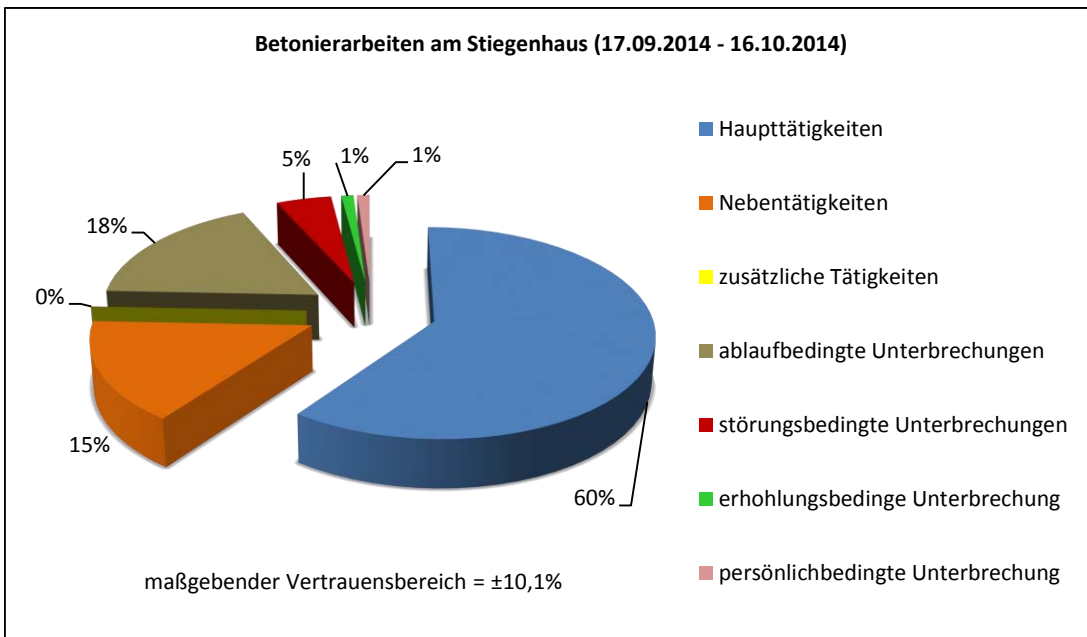


Abbildung 6-36: Tätigkeitsverteilung - Betonierarbeiten am Stiegenhaus

Die Betonierarbeiten beim Stiegenhaus waren ohne sonderliche Erschwernisse herstellbar. Da keinerlei geneigte Betonflächen abgezogen werden mussten, konnte die Frischbetonkonsistenz im Vergleich zum Rampenträgerpaar weicher sein, was geringeren Aufwand beim Verdichten ermöglichte. Da im Gegensatz zu anderen Bauteilen durchgehend eine massive Stahlschalung verwendet werden konnte, war eine höhere Betoniergeschwindigkeit zulässig.

BETONIERARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)						
Haupttätigkeiten	Bedienung des Krankübels zum Einfüllen des Betons	H1	40	60,1	20,7	5,7
	Einrichten des Betonierschlauchs	H2	32		16,6	5,2
	Verdichten mittels Flaschenrüttler	H3	44		22,8	5,9
	Verteilung des Frischbetons mittels Kelle/Holzbrett	H4	0		0,0	0,0
	Abziehen der Betonoberfläche	H5	0		0,0	0,0
	Verdichten durch seitliches Klopfen mit dem Hammer auf Schalung	H6	0		0,0	0,0
		H7	0		0,0	0,0

Abbildung 6-37: Haupttätigkeiten - Betonierarbeiten am Stiegenhaus

BETONIERARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)						
Nebentätigkeiten	Einweisung des Kranfahrers/Mischwagenfahrers mit Funkgerät	N1	1	15,5	0,5	1,0
	Einfüllen des Transportbetons in Krankübel	N2	8		4,1	2,8
	Nachjustieren der Abspreizungen (Richtstützen) nach dem Verdichten	N3	1		0,5	1,0
	Nachbehandlung des Frischbetons (z.B.: Verdunstungsschutz)	N4	0		0,0	0,0
	Reinigung des Krankübels	N5	2		1,0	1,4
	Entfernung von Distanzhölzern zwischen den Schalelementen	N6	0		0,0	0,0
	Transport des Betons mit dem Krankübel	N7	6		3,1	2,4
	Transport des Betons ohne Kran	N8	0		0,0	0,0
	Transport von sonstigem Material von Lagerplatz zur Einbaustelle mit Kran	N9	0		0,0	0,0
	Transport von sonstigem Material von Lagerplatz zur Einbaustelle ohne Kran	N10	0		0,0	0,0
	Planstudium	N11	0		0,0	0,0
	Zusammenräumen der Baustelle	N12	11		5,7	3,3
	Holen von Werkzeug	N13	0		0,0	0,0
	Besprechung mit Kollegen, Polier, etc. bezüglich weiteren Vorgehens	N14	1		0,5	1,0

Abbildung 6-38: Nebentätigkeiten - Betonierarbeiten am Stiegenhaus

BETONIERARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>	
Beobachteter Bauteil: Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)						
zusätzliche Tätigkeiten	Reinigung der Außenseite der Schalung von Frischbeton	Z1	0	0,0	0,0	0,0
	Abschrämmen falsch eingebrachten Betons (zu hoch betoniert)	Z2	0		0,0	0,0
	Ausbessern von Fehlern in der Betonoberfläche (z.B.: Kiesnester)	Z3	0		0,0	0,0
	Transport von sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz mit Kran	Z4	0		0,0	0,0
	Transport von sonst. Mat. vom Lagerplatz zum Zwischenlagerplatz ohne Kran	Z5	0		0,0	0,0
	Wegbiegen von Bewehrungsseisen damit Flaschenrüttler nicht verklemt	Z6	0		0,0	0,0
	Entfernung von zu hoch eingebrachten Frischbetons	Z7	0		0,0	0,0

Abbildung 6-39: Zusätzliche Tätigkeiten - Betonierarbeiten am Stiegenhaus

BETONIERARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>		
Beobachteter Bauteil: Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)							
Unterbrechungen	ablaufbed. Unterbr.	Warten auf Kollegen	aU1	2	17,6	1,0	1,4
		Warten auf Kran	aU2	29		15,0	5,0
		Warten aus technologischen Gründen (z.B.: Eintrocknen des Trennmittels)	aU3	0		0,0	0,0
		Andere Vorarbeiten nicht abgeschlossen (z.B.: Einmessen durch Anleger)	aU4	0		0,0	0,0
		Warten weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind	aU5	2		1,0	1,4
		Weg auf der Baustelle ohne Transport von Material	aU6	1		0,5	1,0
			0	0,0	0,0		
	störungsbedingte Unterbrechungen	Unterbrechung aufgrund starken Regens	sU1	0	0,0	0,0	
		Unterbrechung aufgrund starken Windes	sU2	0	0,0	0,0	
		Warten auf Material (z.B.: keine Schalttafeln auf Baustelle)	sU3	9	4,7	3,0	
		Warten auf Anweisungen	sU4	0	0,0	0,0	
		Werkzeug suchen	sU5	0	0,0	0,0	
		Werkzeug reparieren	sU6	0	0,0	0,0	
		Material suchen	sU7	0	0,0	0,0	
		fehlerhafte Pläne / Pläne nicht vorhanden	sU8	0	0,0	0,0	
			0	0,0	0,0		
	erholung. Unterbr.	Trinken	eU1	0	0,0	0,0	
		Essen	eU2	0	0,0	0,0	
		Überblick verschaffen/durchatmen	eU3	2	1,0	1,4	
		sonstige Pause	eU4	0	0,0	0,0	
persönl. Unterbr.	Gang zur Toilette	pU1	0	0,0	0,0		
	Privatgespräch mit Kollegen	pU2	2	1,0	1,4		
	Rauchen	pU3	0	0,0	0,0		
	Telefongespräch	pU4	0	0,0	0,0		

Abbildung 6-40: Unterbrechungen - Betonierarbeiten am Stiegenhaus

BETONIERARBEITEN		Anzahl der Stichproben	%	%	Vertrauensbereich f <sub>i</sub>
Beobachteter Bauteil: Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)					
nicht erfassbar	nicht auf Baustelle / nicht bei Arbeiten am beobachteten Bauteil tätig	X1	89	Summe der Stichproben ohne X: 193	
	nicht sichtbar	X2	0		
	selbst nicht anwesend	X3	0		

Abbildung 6-41: Nicht erfassbare Stichproben - Betonierarbeiten am Stiegenhaus

In Summe wurden bei den Betonierarbeiten 193 Stichproben erfasst. Dies entspricht umgerechnet 19,3 Lohnstunden, die für die Herstellung des beobachteten Bauteils aufgewendet wurden.

**Stahlbetonarbeiten:**

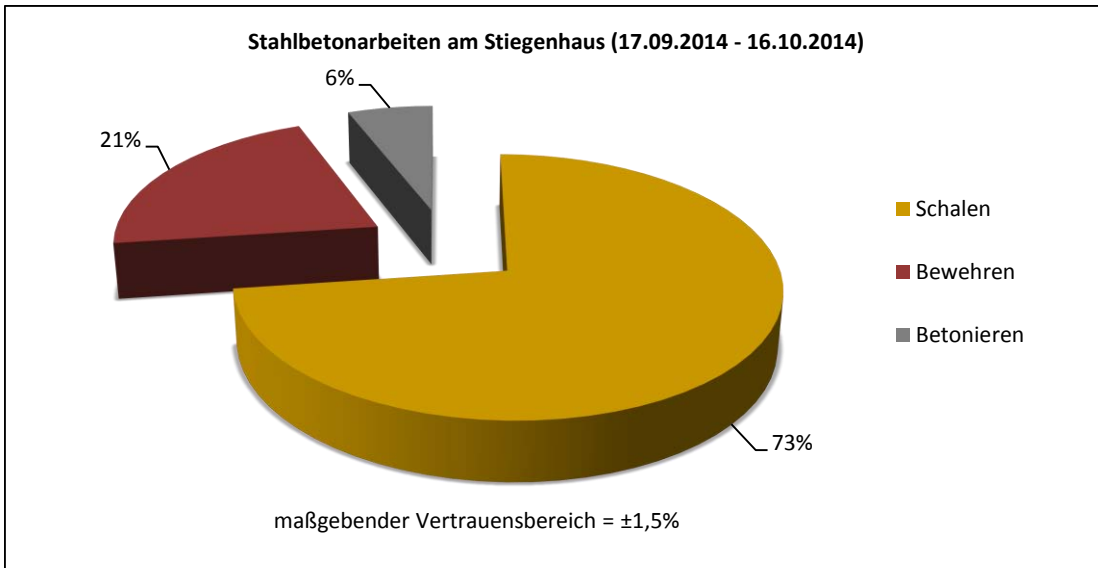


Abbildung 6-42: Verteilung der Stahlbetonarbeiten am Stiegenhaus

Die Verteilung der Stahlbetonarbeiten veranschaulicht den großen Anteil der Schalarbeiten von 73 %.

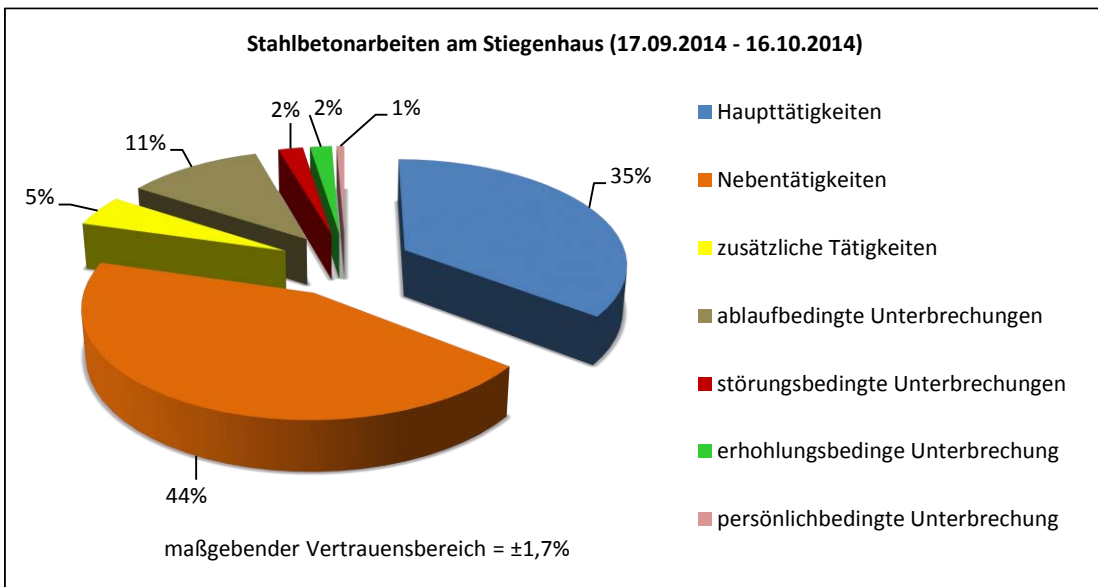


Abbildung 6-43: Tätigkeitsverteilung - Stahlbetonarbeiten am Stiegenhaus

**6.4.3 Anzahl der Lohnstunden**

Nachfolgend sind die Lohnstunden, die von den verschiedenen Arbeitern bei der Herstellung des Stiegenhauses geleistet wurden, dargestellt.

**Schalarbeiten:**

Bei den Schalarbeiten sind Arbeiter A bis E Arbeitskräfte des Schalungstrupps und Arbeiter X der Polier oder der Anleger, der Tätigkeiten, wie das Einmessen von Maßen mittels Nivelliergerät, durchgeführt hat.

<b>Schalarbeiten am Stiegenhaus Ost: Kern mit T-Stück</b>							
Datum:	23.09.	24.09.	25.09.	29.09.	03.10.	06.10.	Summe
Arbeiter A	3,3 Std	1,4 Std	6,0 Std	7,5 Std	1,8 Std	1,7 Std	21,7 Std
Arbeiter B	3,3 Std	1,3 Std	6,1 Std	7,2 Std	0,0 Std	2,5 Std	20,4 Std
Arbeiter C	0,0 Std	1,5 Std	4,3 Std	7,4 Std	1,7 Std	2,5 Std	17,4 Std
Arbeiter D	0,0 Std	1,4 Std	3,6 Std	7,5 Std	0,0 Std	0,0 Std	12,5 Std
Arbeiter E	2,0 Std	1,3 Std	3,6 Std	7,3 Std	1,7 Std	1,8 Std	17,7 Std
Arbeiter X	0,0 Std	0,2 Std	0,5 Std	0,0 Std	0,0 Std	0,0 Std	0,7 Std
<b>Σ Lohnstd.</b>	<b>8,6 Std</b>	<b>7,1 Std</b>	<b>24,1 Std</b>	<b>36,9 Std</b>	<b>5,2 Std</b>	<b>8,5 Std</b>	<b>90,4 Std</b>

Abbildung 6-44: Lohnstunden bei den Schalarbeiten am Stiegenhaus – Kern mit T-Stück

<b>Schalarbeiten am Stiegenhaus Ost: Umlaufende Wand Nord</b>					
Datum:	06.10.	07.10.	08.10.	09.10.	Summe
Arbeiter A	6,4 Std	4,9 Std	7,3 Std	2,1 Std	20,7 Std
Arbeiter B	6,4 Std	6,2 Std	7,1 Std	1,8 Std	21,5 Std
Arbeiter C	6,4 Std	7,2 Std	7,6 Std	2,5 Std	23,7 Std
Arbeiter D	0,0 Std	0,0 Std	0,0 Std	0,0 Std	0,0 Std
Arbeiter E	6,4 Std	4,5 Std	7,6 Std	1,9 Std	20,4 Std
Arbeiter X	0,0 Std	0,4 Std	0,0 Std	0,0 Std	0,4 Std
<b>Σ Lohnstd.</b>	<b>25,6 Std</b>	<b>23,2 Std</b>	<b>29,6 Std</b>	<b>8,3 Std</b>	<b>86,7 Std</b>

Abbildung 6-45: Lohnstunden bei den Schalarbeiten am Stiegenhaus – umlaufende Wand Nord

<b>Schalarbeiten am Stiegenhaus Ost: Umlaufende Wand Süd</b>					
Datum:	09.10.	13.10.	14.10.	16.10.	Summe
Arbeiter A	5,5 Std	5,4 Std	0,1 Std	0,0 Std	11,0 Std
Arbeiter B	5,8 Std	5,7 Std	0,1 Std	0,0 Std	11,6 Std
Arbeiter C	5,4 Std	5,7 Std	3,8 Std	0,0 Std	14,9 Std
Arbeiter D	0,0 Std	5,5 Std	1,6 Std	1,0 Std	8,1 Std
Arbeiter E	5,7 Std	5,7 Std	1,1 Std	1,0 Std	13,5 Std
Arbeiter X	0,1 Std	0,1 Std	0,1 Std	0,0 Std	0,3 Std
<b>Σ Lohnstd.</b>	<b>22,5 Std</b>	<b>28,1 Std</b>	<b>6,8 Std</b>	<b>2,0 Std</b>	<b>59,4 Std</b>

Abbildung 6-46: Lohnstunden bei den Schalarbeiten am Stiegenhaus – umlaufende Wand Süd

Schalarbeiten am Stiegenhaus Ost: Gesamt				
	Kern mit T-Stück	umlaufende Wand Nord	umlaufende Wand Süd	Summe
Arbeiter A	21,7 Std	20,7 Std	11,0 Std	53,4 Std
Arbeiter B	20,4 Std	21,5 Std	11,6 Std	53,5 Std
Arbeiter C	17,4 Std	23,7 Std	14,9 Std	56,0 Std
Arbeiter D	12,5 Std	0,0 Std	8,1 Std	20,6 Std
Arbeiter E	17,7 Std	20,4 Std	13,5 Std	51,6 Std
Arbeiter X	0,7 Std	0,4 Std	0,3 Std	1,4 Std
$\Sigma$ Lohnstd.	90,4 Std	86,7 Std	59,4 Std	<b>236,5 Std</b>

Abbildung 6-47: Lohnstunden bei den Schalarbeiten am Stiegenhaus – gesamt

**Bewehrungsarbeiten:**

Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus Ost + West: Gesamt				
	Kern mit T-Stück	umlaufende Wand Nord	umlaufende Wand Süd	
Datum:	17.09. (West)	07.10. (Ost)	09.10. (Ost)	Summe
Arbeiter A	5,2 Std	7,7 Std	5,2 Std	18,1 Std
Arbeiter B	5,8 Std	7,3 Std	5,2 Std	18,3 Std
Arbeiter C	5,5 Std	7,6 Std	5,2 Std	18,3 Std
Arbeiter D	5,6 Std	0,0 Std	1,0 Std	6,6 Std
Arbeiter E	4,3 Std	0,0 Std	0,0 Std	4,3 Std
Arbeiter F	3,2 Std	0,0 Std	0,0 Std	3,2 Std
$\Sigma$ Lohnstd.	29,6 Std	22,6 Std	16,6 Std	<b>68,8 Std</b>

Abbildung 6-48: Lohnstunden bei den Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus

**Betonierarbeiten:**

<b>Betonierarbeiten am Stiegenhaus Ost: Gesamt</b>				
	Kern mit T-Stück	umlaufende Wand Nord	umlaufende Wand Süd	
Datum:	29.09.	08.10.	13.10.	Summe
Arbeiter A	1,1 Std	1,5 Std	0,1 Std	2,7 Std
Arbeiter B	1,1 Std	1,5 Std	0,1 Std	2,7 Std
Arbeiter C	2,1 Std	1,5 Std	1,6 Std	5,2 Std
Arbeiter D	1,3 Std	0,0 Std	2,0 Std	3,3 Std
Arbeiter E	2,1 Std	1,5 Std	1,8 Std	5,4 Std
$\Sigma$ Lohnstd.	7,7 Std	6,0 Std	5,6 Std	<b>19,3 Std</b>

Abbildung 6-49: Lohnstunden bei den Betonierarbeiten am Stiegenhaus

**Stahlbetonarbeiten:**

<b>Stahlbetonarbeiten am Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)</b>				
	Schalen	Bewehren	Betonieren	Summe
Arbeiter A	54,2 Std		2,7 Std	56,9 Std
Arbeiter B	53,5 Std		2,7 Std	56,2 Std
Arbeiter C	55,2 Std		5,2 Std	60,4 Std
Arbeiter D	20,6 Std		3,3 Std	23,9 Std
Arbeiter E	51,6 Std		5,4 Std	57,0 Std
Arbeiter X	1,4 Std			1,4 Std
Arbeiter A´		18,1 Std		18,1 Std
Arbeiter B´		18,3 Std		18,3 Std
Arbeiter C´		18,3 Std		18,3 Std
Arbeiter D´		6,6 Std		6,6 Std
Arbeiter E´		4,3 Std		4,3 Std
Arbeiter F´		3,2 Std		3,2 Std
$\Sigma$ Lohnstd.	236,5 Std	68,8 Std	19,3 Std	<b>324,6 Std</b>

Abbildung 6-50: Lohnstunden bei den Stahlbetonarbeiten am Stiegenhaus je Arbeitskraft



Stahlbetonarbeiten am Stiegenhaus (17.09.2014 - 16.10.2014)				
Abschnitt:	Schalen	Bewehren	Betonieren	Summe
Kern mit T-Stück	90,4 Std	29,6 Std	7,7 Std	127,7 Std
umlaufende Wand Nord	86,7 Std	22,6 Std	6,0 Std	115,3 Std
umlaufende Wand Süd	59,4 Std	16,6 Std	5,6 Std	81,6 Std
$\Sigma$ Lohnstd.	236,5 Std	68,8 Std	19,3 Std	<b>324,6 Std</b>

Abbildung 6-51: Lohnstunden bei den Stahlbetonarbeiten am Stiegenhaus je Bauabschnitt

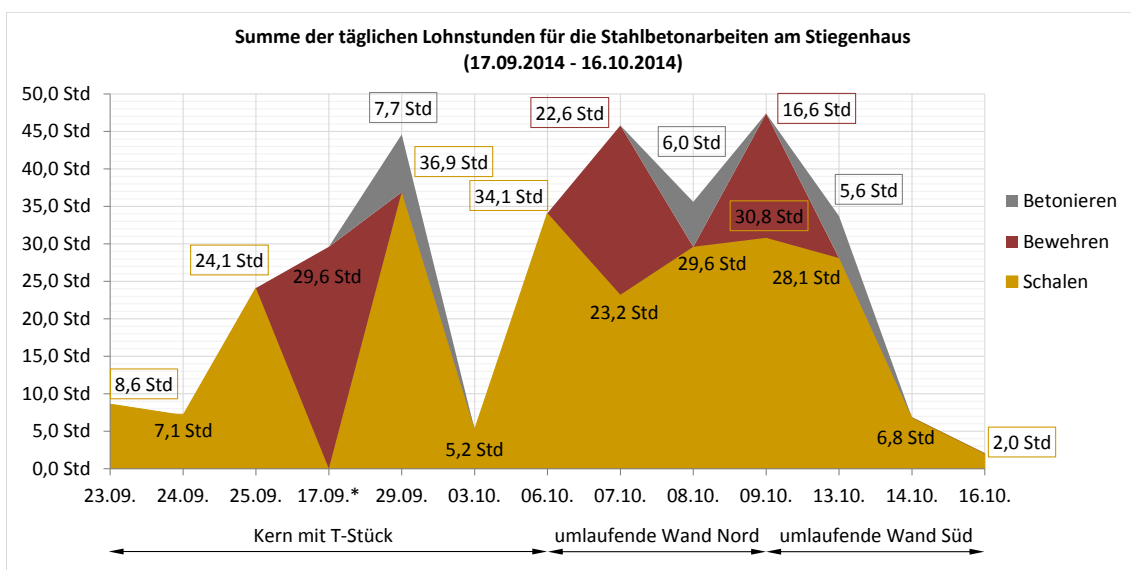


Abbildung 6-52: Entwicklung der Summe der täglichen Lohnstunden der Stahlbetonarbeiten am Stiegenhaus

Die Entwicklung der Summe der täglichen Lohnstunden der Stahlbetonarbeiten veranschaulicht jene Tage, an denen sehr intensiv am Stiegenhaus gearbeitet wurde. Beim Kern mit T-Stück ist es wesentlich problematischer wenn an einem einzelnen Tag viele Lohnstunden geleistet werden müssen, da dies aufgrund der beengten Platzverhältnisse zu Produktivitätsverlusten führen würde.

Da die Bewehrungsarbeiten beim Kern mit T-Stück am Stiegenhaus im Westbereich des Parkdecks beobachtet wurden, erfolgte bei der Darstellung der Entwicklung der Summe der täglichen Lohnstunden der Stahlbetonarbeiten am Stiegenhaus eine dem Bauablauf entsprechende Einordnung des 17.09.2014.

#### 6.4.4 Hergestellte Bezugsmengen

Neben den geleisteten Lohnstunden sind die hergestellten Bezugsmengen wichtige Daten für die Ermittlung der Aufwandswerte. Für die Ermittlung dieser Bezugsmengen wurde nach den Abrechnungsregeln der ÖNORM B 2211 vorgegangen. Die Bewehrungsmenge wurde aus den Bewehrungsplänen übernommen und im Zuge der Auswertung den einzelnen

Bauabschnitten zugeordnet. Dabei wurde beim Kern mit T-Stück der Bewehrungsplan vom Stiegenhaus 1 im Westbereich des Parkdecks und bei den umlaufenden Wänden der Bewehrungsplan vom Stiegenhaus 3 im Ostbereich des Parkdecks herangezogen.

**Kern mit T-Stück:**

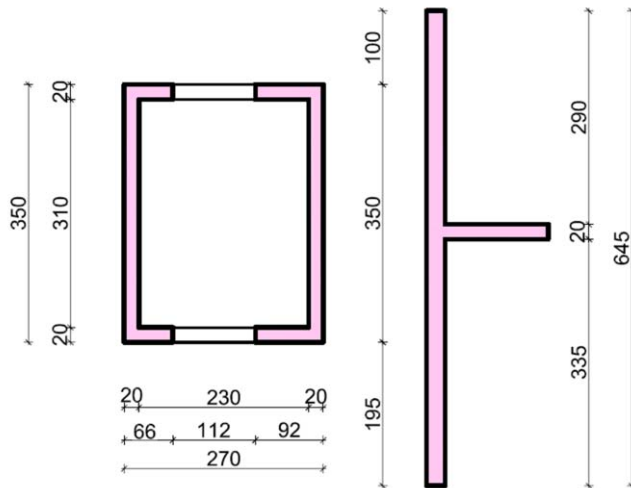


Abbildung 6-53: Grundriss - Kern mit T-Stück

Die geschalte Betonfläche beträgt beim Kern mit T-Stück 111,37 m<sup>2</sup> und die Betonkubatur 12,18 m<sup>3</sup>.

ZUSAMMENSTELLUNG DER BIEGELISTE			
Ø [mm]	lg [m]	Gewicht pro m' [kg/m']	Gewicht [kg]
B550 B			
8	153.58	0.40	60.66
10	2107.60	0.62	1300.39
14	15.60	1.21	18.88
Gesamtgewicht [kg]			1379.93

Abbildung 6-54: Biegeliste beim Stiegenhaus West: Kern mit T-Stück<sup>27</sup>

Die Bewehrungsmenge beim Kern mit T-Stück beträgt ca. 1,38 to.

<sup>27</sup> Stiegenhaus – Bewehrungsplan (Potyka & Partner ZT GmbH): PDSP-AF-01KI-08-0166-F00

**Umlaufende Wand Nord:**

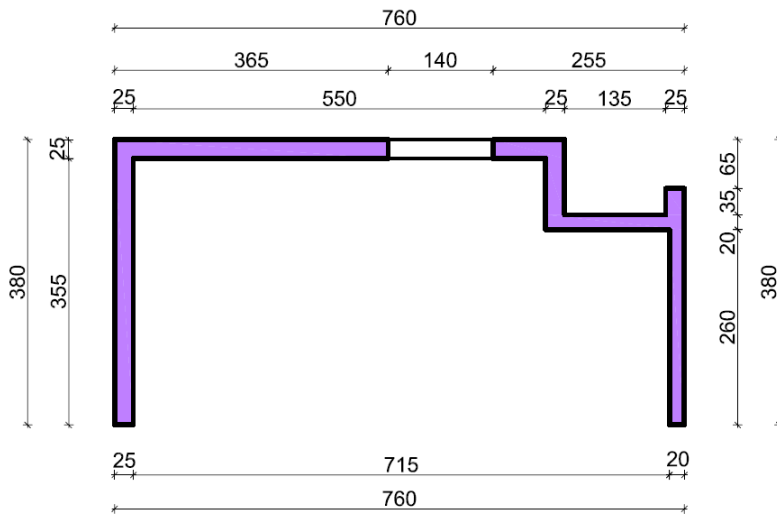


Abbildung 6-55: Grundriss - umlaufende Wand Nord

Die geschalte Betonfläche beträgt bei der umlaufenden Wand Nord 77,54 m<sup>2</sup> und die Betonkubatur 8,72 m<sup>3</sup>.

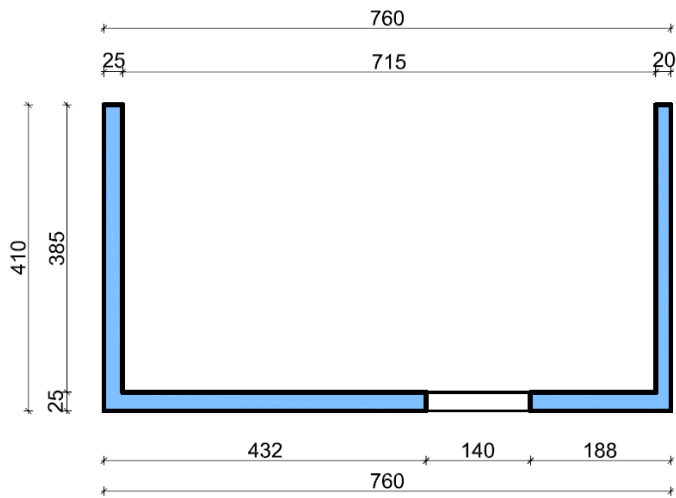
ZUSAMMENSTELLUNG DER BIEGELISTE			
Ø [mm]	lg [m]	Gewicht pro m' [kg/m']	Gewicht [kg]
B550 B			
8	116.65	0.40	46.08
10	768.05	0.62	473.89
12	2174.61	0.89	1931.05
14	45.68	1.21	55.27
Gesamtgewicht [kg]			2506.29

Abbildung 6-56: Biegeliste beim Stiegenhaus Ost: umlaufende Wände<sup>28</sup>

Da aus dem Bewehrungsplan lediglich die Gesamtbewehrungsmenge der umlaufenden Wände des Stiegenhauses bekannt war, erfolgte im Zuge der Auswertung eine Aufteilung auf die umlaufende Wand Nord und die umlaufende Wand Süd.

Bei der umlaufenden Wand Nord beträgt die Bewehrungsmenge 1,24 to.

<sup>28</sup> Stiegenhaus – Bewehrungsplan (Potyka & Partner ZT GmbH): PDSP-AF-01KI-08-0211-F00

**Umlaufende Wand Süd:****Abbildung 6-57: Grundriss - umlaufende Wand Süd**

Die geschalte Betonfläche beträgt bei der umlaufenden Wand Süd 78,89 m<sup>2</sup> und die Betonkubatur 9,08 m<sup>3</sup>.

Bei der umlaufenden Wand Süd beträgt die Bewehrungsmenge 1,27 to.

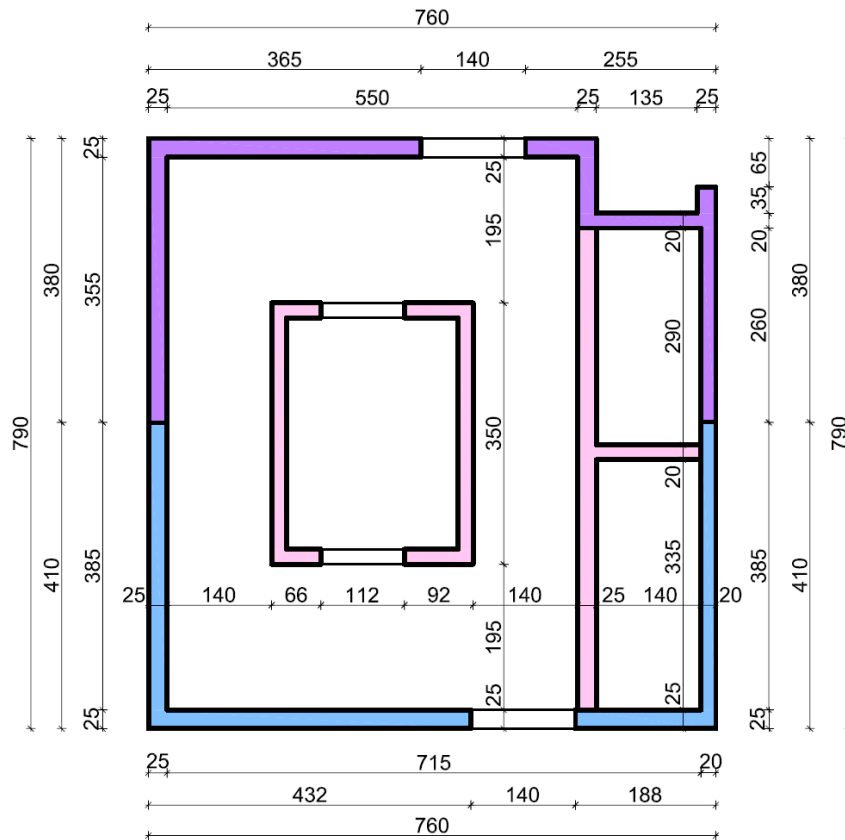
**Stiegenhaus – gesamt:**

Abbildung 6-58: Grundriss - Stiegenhaus gesamt

In Summe beträgt die geschalte Betonfläche von den drei Bauabschnitten beim Stiegenhaus 267,80 m<sup>2</sup> und die Gesamtbetonkubatur 29,98 m<sup>3</sup>.

Die Gesamtbewehrungsmenge beim Stiegenhaus beträgt 3,89 to.

**6.4.5 Aufwandswerte**

Aus der Division der Anzahl der Lohnstunden durch die hergestellten Bezugsmengen lassen sich die Aufwandswerte ermitteln. Im Zuge dieser Arbeit wurden die Aufwandswerte für die Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten sowie ein Gesamtaufwandswert für die Stahlbetonarbeiten beim Rampenträgerpaar ermittelt.

**Schalarbeiten:**

Der Aufwandswert für die Schalarbeiten beinhaltet den Auf- und Abbau der Arbeitsbühne und der Arbeitsgerüste sowie das Ein- und Ausschalen des Stiegenhauses und wird auf die geschalte Betonfläche bezogen.

$$AW_S = \frac{236,5 \text{ Std}}{267,80 \text{ m}^2} = 0,88 \text{ Std/m}^2$$

Abbildung 6-59: Aufwandswert der Schalarbeiten beim Stiegenhaus

**Bewehrungsarbeiten:**

Der Aufwandswert für die Bewehrungsarbeiten beinhaltet sämtliche Arbeiten, die von den Bewehrern durchgeführt werden und dem beobachteten Stiegenhausabschnitt zuzuordnen sind. Die Summe dieser Lohnstunden wird auf die Summe der eingebauten Bewehrungsmenge bezogen.

$$AW_{BW} = \frac{68,8 \text{ Std}}{3,89 \text{ to}} = 17,68 \text{ Std/to}$$

Abbildung 6-60: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim Stiegenhaus

**Betonierarbeiten:**

Der Aufwandswert für die Betonierarbeiten beinhaltet sämtliche Arbeiten die im Zuge der Betonierarbeiten am Stiegenhaus durchgeführt werden sowie gegebenenfalls Nachbesserungsarbeiten an der Betonoberfläche. Der Aufbau der Arbeitsbühne für die Betonierarbeiten ist hier nicht berücksichtigt, da diese Lohnstunden den Schalarbeiten zugeordnet werden. Die Summe der Lohnstunden bei den Betonierarbeiten werden auf die Kubatur des Festbetons bezogen.

$$AW_{BT} = \frac{19,3 \text{ Std}}{29,98 \text{ m}^3} = 0,64 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 6-61: Aufwandswert der Betonierarbeiten beim Stiegenhaus

**Stahlbetonarbeiten:**

Der Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten ergibt sich aus der Summe der Lohnstunden der Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten und wird auf die Kubatur des Festbetons bezogen.

$$AW_{STB} = \frac{324,6 \text{ Std}}{29,98 \text{ m}^3} = 10,83 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 6-62: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten beim Stiegenhaus

#### 6.4.6 Stiegenhausabschnitte getrennt

Zusätzlich zu den Auswertungen eines gesamten Stiegenhausgeschoßes wurde eine Analyse der einzelnen Stiegenhausabschnitte durchgeführt. Die Summe der Lohnstunden jedes Stiegenhausabschnittes muss der Auswertung des Stiegenhauses entsprechen.

##### Kern mit T-Stück:

$$AW_S = \frac{90,4 \text{ Std}}{111,37 \text{ m}^2} = 0,81 \text{ Std/m}^2$$

Abbildung 6-63: Aufwandswert der Schalarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Kern mit T-Stück

$$AW_{BW} = \frac{29,6 \text{ Std}}{1,38 \text{ to}} = 21,45 \text{ Std/to}$$

Abbildung 6-64: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Kern mit T-Stück

Der Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim Kern mit T-Stück ist im Vergleich zu den anderen Stiegenhausabschnitten deutlich höher, was auf die beengten Platzverhältnisse auf der Arbeitsbühne und die damit verbundenen Produktivitätsverluste zurückzuführen ist.

$$AW_{BT} = \frac{7,7 \text{ Std}}{12,18 \text{ m}^3} = 0,63 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 6-65: Aufwandswert der Betonierarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Kern mit T-Stück

$$AW_{STB} = \frac{127,7 \text{ Std}}{12,18 \text{ m}^3} = 10,48 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 6-66: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Kern mit T-Stück

##### Umlaufende Wand Nord:

$$AW_S = \frac{86,7 \text{ Std}}{77,54 \text{ m}^2} = 1,12 \text{ Std/m}^2$$

Abbildung 6-67: Aufwandswert der Schalarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Umlaufende Wand Nord

Aufgrund der verwinkelten Grundrissgeometrie ist der Aufwandswert der Schalarbeiten bei der umlaufenden Wand Nord deutlich höher als jener bei den anderen Stiegenhausabschnitten.

$$AW_{BW} = \frac{22,6 \text{ Std}}{1,24 \text{ to}} = 18,26 \text{ Std/to}$$

Abbildung 6-68: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Umlaufende Wand Nord

$$AW_{BT} = \frac{6,0 \text{ Std}}{8,72 \text{ m}^3} = 0,69 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 6-69: Aufwandswert der Betonierarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Umlaufende Wand Nord

$$AW_{STB} = \frac{115,3 \text{ Std}}{8,72 \text{ m}^3} = 13,22 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 6-70: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Umlaufende Wand Nord

#### Umlaufende Wand Süd:

$$AW_S = \frac{59,4 \text{ Std}}{78,89 \text{ m}^2} = 0,75 \text{ Std/m}^2$$

Abbildung 6-71: Aufwandswert der Schalarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Umlaufende Wand Süd

$$AW_{BW} = \frac{16,6 \text{ Std}}{1,27 \text{ to}} = 13,07 \text{ Std/to}$$

Abbildung 6-72: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Umlaufende Wand Süd

$$AW_{BT} = \frac{5,6 \text{ Std}}{9,08 \text{ m}^3} = 0,62 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 6-73: Aufwandswert der Betonierarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Umlaufende Wand Süd



$$AW_{STB} = \frac{81,6 \text{ Std}}{9,08 \text{ m}^3} = 8,99 \text{ Std/m}^3$$

Abbildung 6-74: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Umlaufende Wand Süd

## 7 Resümee

Abschließend werden die gewonnenen Erkenntnisse aus dieser REFA Analyse erläutert, wobei auf die gesamte Baustelle und konkret auf die beobachteten Bauteile eingegangen wird. Des Weiteren werden die wesentlichen Ergebnisse zusammengefasst dargestellt.

### 7.1 Allgemein

Die analysierte Baustelle war bereits zu Baubeginn äußerst anspruchsvoll hinsichtlich der Logistik und der Baustellenbedingungen. Die Anordnung von Kranen war lediglich auf der Südseite des Parkdecks möglich, da im Norden unmittelbar die Gleisanlagen der ÖBB angrenzten. Aus diesem Grund war der Einsatz von maximal zwei Kranen aus baubetrieblicher Sicht sinnvoll.

Um die vorgegebene Bauzeit einzuhalten, musste eine dementsprechend hohe Anzahl von ca. 30 Arbeitskräften Tätigkeiten am Parkdeck durchführen. In weiterer Folge war es erforderlich, dass trotz kaum vorhandener Lagerflächen eine hohe Vorhaltemenge an Schalung, Bewehrung und sonstigem Material zur Verfügung stand. Dies wurde durch die Lagerung auf den fertiggestellten Geschoßdecken des Parkdecks erreicht, was zu starken Einschränkungen der Arbeitsfläche führte. Zusätzliche Kranhübe waren die Folge, da die Materialien wiederholt von einem Zwischenlagerplatz zum anderen transportiert werden mussten.



Abbildung 7-1: Sehr beengte Lagerverhältnisse auf der Baustelle

Durch die Veränderung des ursprünglich geplanten Herstellungsprozesses bestimmter Bauteile und dem damit verbundenen Anstieg der Komplexität dieser sowie dem Bedarf an erforderlicher Krankkapazität führten zu zusätzlichen Produktivitätsverlusten.

Besonders bei Baustellen mit einer Vielzahl an Abhängigkeitsbeziehungen zwischen den einzelnen Bauteilen können Produktivitätsverluste bei bestimmten Bauteilen zu gravierenden Auswirkungen für das gesamte Projekt führen, wodurch eine Verlängerung der Bauzeit und ein damit verbundener Anstieg der Kosten verursacht wird.

Des Weiteren hat die Datenauswertung gezeigt, dass neben dem Herstellungsprozess und den allgemeinen Baustellenverhältnissen auch die Witterungsbedingungen entscheidenden Einfluss auf den Baufortschritt haben. Wenn beispielsweise in einer kurzen Arbeitswoche der Schalungsarbeiter aufgrund schlechter Witterungsbedingungen das Einschalen der ersten Seite eines Bauteils nicht abgeschlossen werden kann, ist der Beginn der Bewehrungsarbeiten erst am Montag der nachfolgenden Woche möglich. Ansonsten hätten die Bewehrungsarbeiten am Freitag abgeschlossen und am Montag die Schalung am beobachteten Bauteil geschlossen werden können.

Bei zukünftigen REFA Analysen ist es möglich diese Arbeit als Leitfaden heranzuziehen und die Vorgangsweise weiter zu optimieren. Sofern mehrere gleiche Bauteile hergestellt werden, wäre es insbesondere bei komplizierten Bauteilen von Bedeutung, zumindest ein Bauteil am Beginn der Bauzeit und ein weiteres am Ende der Bauzeit zu untersuchen, um Rückschlüsse auf etwaige Einarbeitungseffekte zu ermöglichen.

Um während des Bauablaufes Produktivitätsverluste aufzuzeigen, im Nachhinein Rückschlüsse auf Umstände der Leistungserbringung zu tätigen und auf aussagekräftige Kennzahlen für die Kalkulation von zukünftigen Projekten zurückgreifen zu können, sind ein kontinuierliches Wissensmanagement und eine systematische Vorgehensweise entscheidende Erfolgsfaktoren.

Für die Bewehrungsarbeiten ist hier ein Beispiel (Abbildung 7-2) mit Richtwerten für Aufwandswerte aus der Fachliteratur angeführt. Die Aufwandswerte für die Bewehrungsarbeiten bei den beobachteten Bauteilen liegen deutlich über dem angegebenen Bereichen für Balken und Wände. Die Rampenträgerpaare liegen sogar im oberen Bereich bzw. über den Grenzwerten für komplizierte Bauteile. Dies veranschaulicht, dass es unumgänglich ist Aufwandswerte durch eigene Erhebungen zu ermitteln und zu dokumentieren. Richtwerte aus fremden Quellen zu übernehmen kann zu gravierenden Fehleinschätzungen führen. Im vorliegenden Beispiel wäre der Aufwand der Bewehrungsarbeiten deutlich unterschätzt worden.

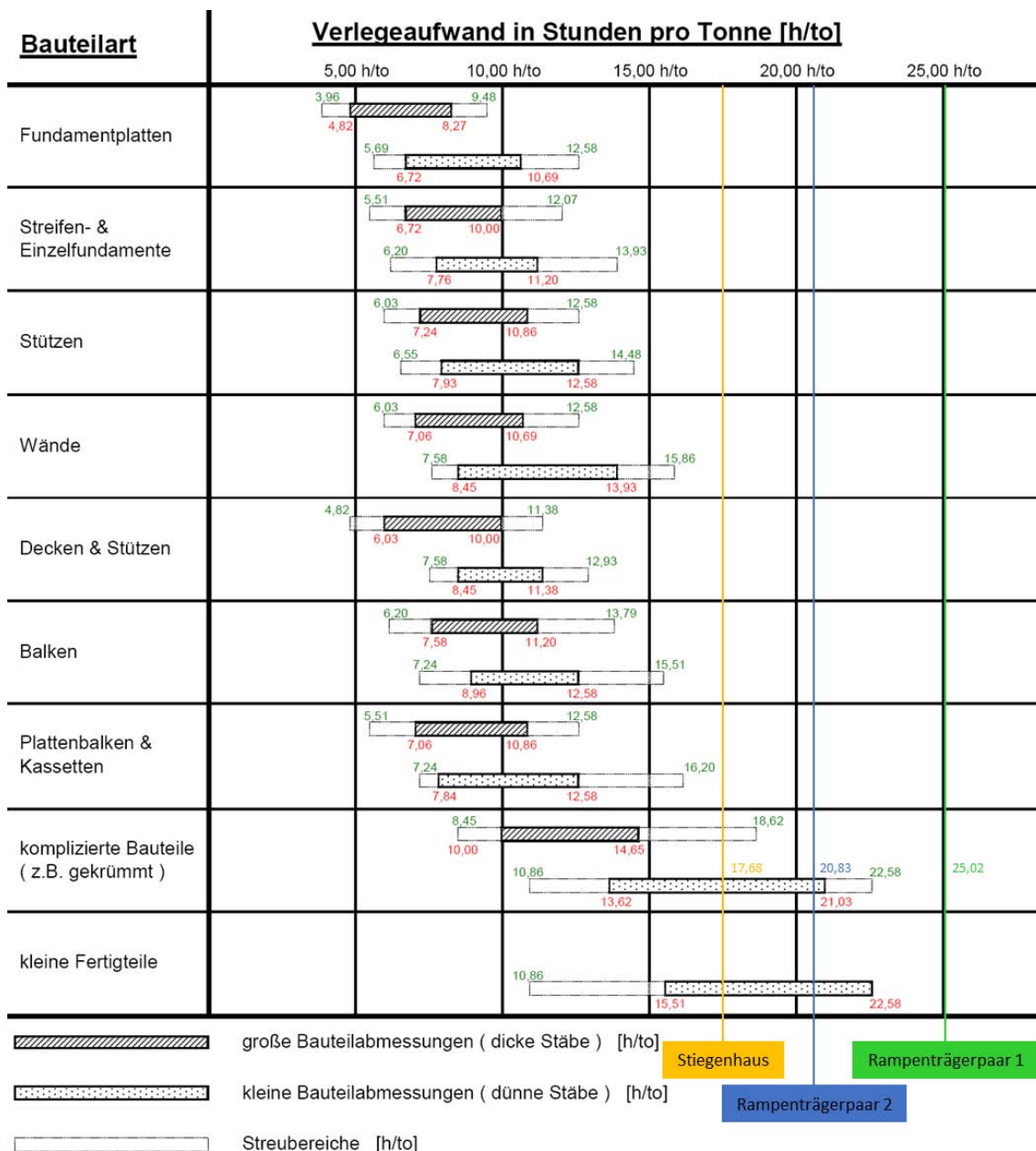


Abbildung 7-2: Verlegeaufwand für verschiedene Bauteile<sup>29</sup>

## 7.2 Rampenträger

Die Komplexität der Rampenträger ist sehr hoch einzuordnen. Bei der Herstellung der ersten Rampenträger musste zuerst ein geeignetes Schalungskonzept entwickelt werden, da nicht auf standardmäßige Serienschalungen zurückgegriffen werden konnte.

<sup>29</sup> Vgl. Hofstadler / Franzl (2011): Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb S. 175

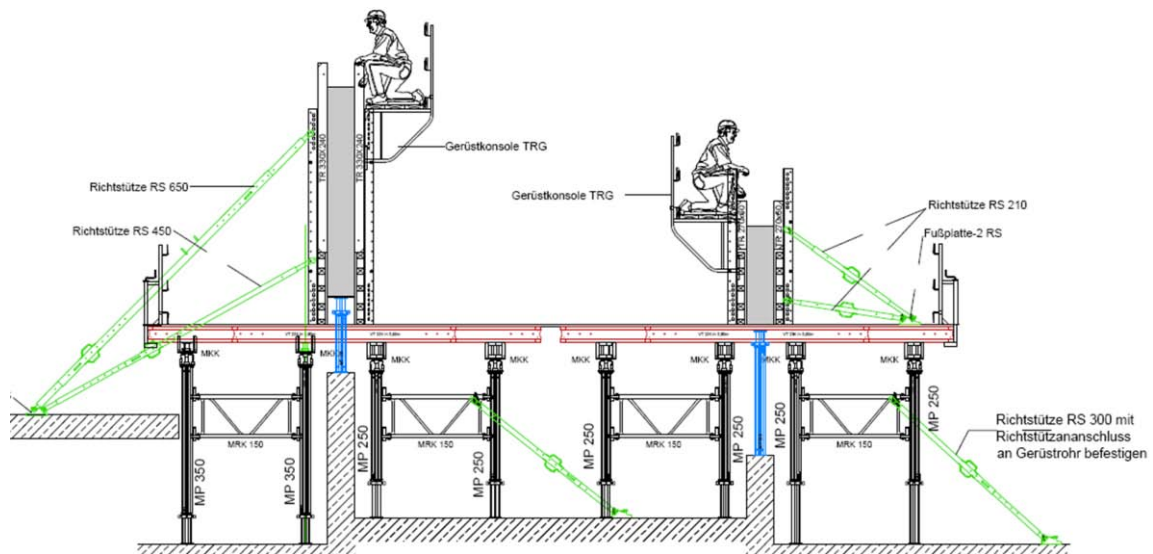


Abbildung 7-3: Auszug aus Schalungs- und Rüstkonzept der Firma Peri<sup>30</sup>

Ursache hierfür war vor allem der aufwändige Herstellungsablauf aufgrund des Voreilens der Rampenträger und die anspruchsvolle Bewehrungsführung der Anschlussbewehrung. Aufgrund der hohen Belastung und den Vorgaben seitens der statischen Berechnungen war eine Ausführung in der vorliegenden Form erforderlich.

Ursprünglich hätten an Stelle der Rampenträger Überzüge in Form von Brüstungen ausgeführt werden sollen. In diesem Fall wären Tätigkeiten, wie der Auf- und Abbau der Arbeitsbühne, Bohren der Löcher für die Anschlussbewehrung, Abdichten der Bohrlöcher mit PU-Schaum etc., zur Gänze weggefallen. Einige Tätigkeiten, wie der Einbau und das Ausschalen der Seitenschalung, Anzeichnen und Messen von Maßen, Planstudium etc., hätten sich erheblich reduziert. In weiterer Folge wäre eine deutlich geringere Kranverfügbarkeit erforderlich gewesen, was sich äußerst positiv auf die Produktivität anderer Bauteile ausgewirkt hätte.

Die Herstellung der Rampenträger ist nicht nur sehr aufwändig, sondern hinsichtlich des Materialverbrauchs auch sehr unwirtschaftlich. Der überwiegende Teil der durchbohrten Schaltafeln kann lediglich einmal verwendet werden und wird, sofern die Schalung beim Ausschalen nicht ohnehin bereits zerstört wurde, entsorgt.

<sup>30</sup> Ausführungszeichnung der Firma Peri: 08-0023405-B022\_0-Unterstellung Rampenwand Achse 1 + 2 in 1. OG



Abbildung 7-4: Ausschalen durchbohrter Schaltafeln, die zerschnitten werden mussten

Folgende Aussage vom Polier Gerhard Schütter veranschaulicht den komplexen Herstellungsprozess der Rampenträger: „Man kann nicht eine heute geforderte, kurze Bauzeit mit den vorhandenen Ressourcen erreichen, wenn ein Schalungssystem der 1960-er Jahre verwendet werden muss.“<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> Gerhard Schütter (Polier) am 25.08.2014

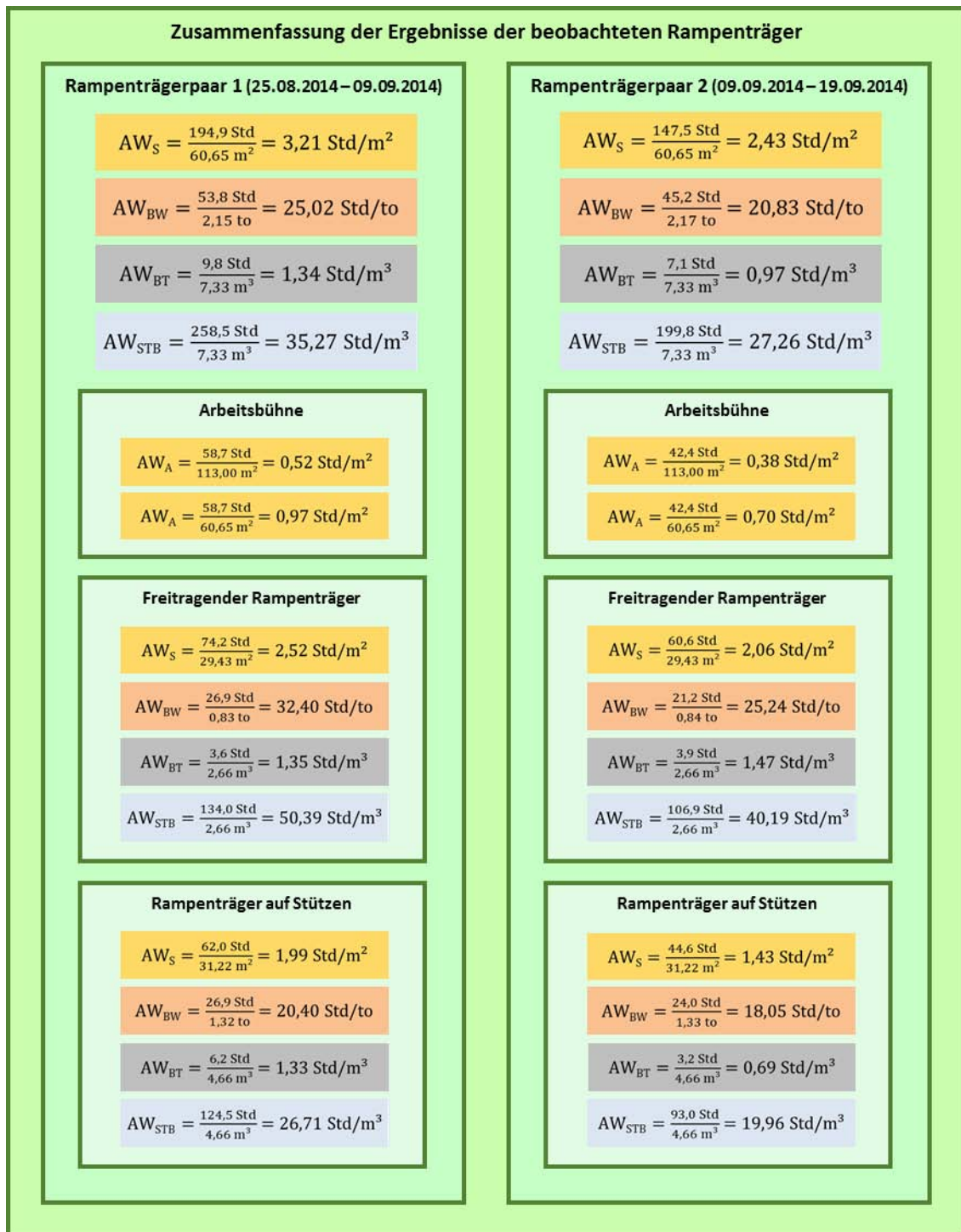


Abbildung 7-5: Zusammenfassung der Ergebnisse der beobachteten Rampenträger

Die Aufwandswerte für die Herstellung der Rampenträger sind äußerst hoch. Dies ist auf die aufwändige Rüstung, die zeitintensiven Schalarbeiten, den hohen Bewehrungsgrad, geneigte Betonflächen und einen Herstellungsablauf mit vielen Abhängigkeiten zurückzuführen.

Beim Vergleich der Aufwandswerte der einzelnen Rampenträger zeigt sich, dass die Lohnstunden der Stahlbetonarbeiten beim freitragenden Rampenträger um ca. 8 % höher sind, sich jedoch die Aufwandswerte aufgrund der größeren Schlankheit des freitragenden Rampenträgers um den Faktor Zwei unterscheiden. Die Bewehrungsarbeiten sind hinsichtlich der Lohnstunden relativ ausgeglichen, jedoch der Aufwandswert beim freitragenden Rampenträger aufgrund der geringeren Bewehrungsmenge um einiges größer.

Da beim Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 – 09.09.2014) äußerst schlechte Baustellenbedingungen vorherrschten, wurden bei der Datenerhebung überdurchschnittlich hohe Aufwandswerte ermittelt. Den Gegensatz hierzu stellt Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 – 19.09.2014) dar. Derart gute Baustellenbedingungen und eine überwiegend ausreichende Kranverfügbarkeit waren sicherlich während der Herstellung anderer Rampenträgerpaare kaum der Fall und dadurch sind die ermittelten Aufwandswerte als untere Grenzwerte einzuordnen. Der Mittelwert der beobachteten Rampenträgerpaare stellt somit ein repräsentatives Ergebnis für die durchschnittlichen Aufwandswerte der anderen Rampenträger dar, wobei ein entsprechender Aufschlag aufgrund des Einarbeitungseffektes berücksichtigt werden sollte.

### 7.3 Stiegenhaus

Hätten die Stiegehäuser vorgezogen werden können und die Geschoßdecken über Klappseisen befestigt werden, so wäre die Herstellung wesentlich schneller und überwiegend unabhängig von anderen Bauteilen erfolgt. Um der geringen Krankkapazität entgegenzuwirken wäre dadurch der Einsatz einer Selbstkletterschalung möglich gewesen, was zu zusätzlicher Kranverfügbarkeit und positiven Effekten hinsichtlich der Produktivität der anderen Bauteile geführt hätte.

Aufgrund der Auflagerung der Geschoßdecken auf den umlaufenden Stiegenhauswänden entsteht eine zusätzliche Abhängigkeit und die Arbeiten am Stiegenhaus müssen wiederholt unterbrochen werden, um die Geschoßdecken herzustellen. Um die Entwässerung der Verkehrsflächen des Parkdecks zu gewährleisten, müssen die Geschoßdecken in einem Gefälle ausgeführt werden, was zu weiteren Tätigkeiten führt, die erforderlich sind, um die Schalung des Stiegenhauses horizontal aufzusetzen und zu justieren.

Insbesondere die umlaufende Wand Nord weist eine anspruchsvolle Geometrie mit rückspringenden Ecken auf und führt zu einem dementsprechend erhöhten Aufwand bei den Schalungs- und Bewehrungsarbeiten.

Durch die Split-Level Anordnung der Geschoßdecken entstehen Höhensprünge entlang der Grenzen der umlaufenden Wandabschnitte und erfordern den Einbau einer Stirnflächenschalung, durch die die Anschlussbewehrung durchgeführt und mit PU-Schaum entsprechend abgedichtet werden muss.

Durch die sehr eingeschränkten Lagerverhältnisse und Arbeiten bei angrenzenden Bauteilen wird der Herstellungsprozess zusätzlich negativ beeinflusst.



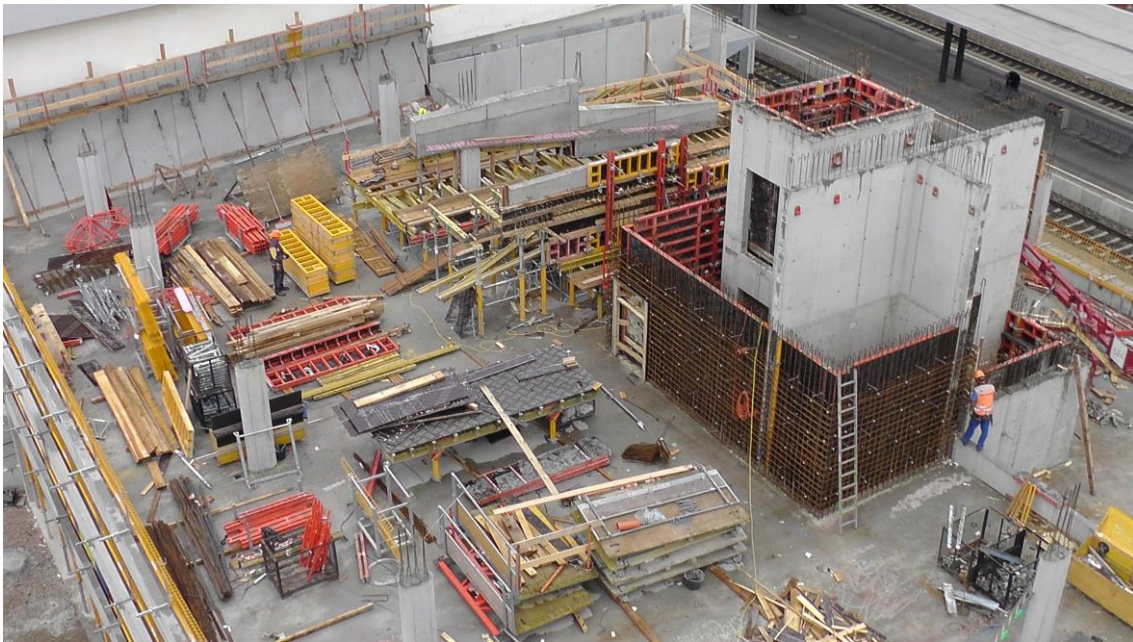


Abbildung 7-6: Stiegenhaus 1 (West) und Rampenträgerpaar (Probebeobachtungen) bei sehr beengten Platzverhältnissen

Insbesondere der Aufwand hinsichtlich der Rüstung ist als durchaus hoch einzuschätzen, da die Arbeitsbühne für die Schalarbeiten beim Kern mit T-Stück, und das Arbeitsgerüst für die Bewehrungsarbeiten in jedem neuen Geschoß auf- und abgebaut werden müssen.

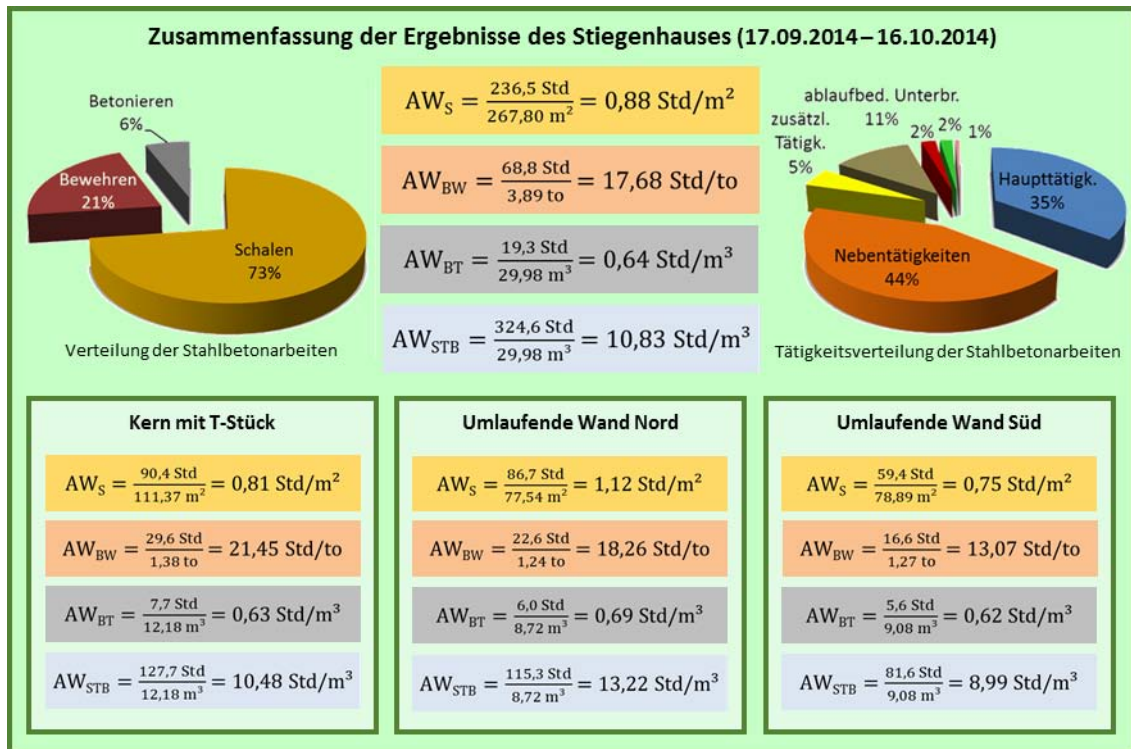


Abbildung 7-7: Zusammenfassung der Ergebnisse des Stiegenhauses

Bei der Beurteilung der Aufwandswerte ist auffällig, dass vor allem bei der umlaufenden Wand Nord hohe Ergebnisse auftreten, was auf die aufwändige Geometrie zurückzuführen ist.

Wie bereits unter 7.1 dargestellt, liegt der Aufwandswert für die Bewehrungsarbeiten beim Stiegenhaus deutlich über den in der Literatur angeführten Werten für Wände und ist durchaus mit jenen von komplizierten Bauteilen zu vergleichen.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Festlegung der Ziele der Arbeit.....	2
Abbildung 1-2: Darstellung der Vorgangsweise bei der Erstellung der REFA Analyse.....	4
Abbildung 1-3: Detaillierte Darstellung des vorhandenen Vorwissens bei der Erstellung der vorliegenden REFA Analyse.....	5
Abbildung 1-4: Detaillierte Darstellung des Inhaltes des REFA Studiums.....	5
Abbildung 1-5: Detaillierte Darstellung der eingeholten Informationen über die konkrete Baustelle.....	6
Abbildung 1-6: Detaillierte Darstellung der Anwendung der REFA Ansätze auf die konkrete Baustelle.....	7
Abbildung 1-7: Detaillierte Darstellung der ersten Baustellenbeobachtungen.....	8
Abbildung 1-8: Detaillierte Darstellung der neuen Erkenntnisse.....	9
Abbildung 1-9: Detaillierte Darstellung der Verbesserung/Adaptierung der Vorgangsweise.....	10
Abbildung 1-10: Detaillierte Darstellung der Durchführung von Probebeobachtungen.....	11
Abbildung 1-11: Detaillierte Darstellung der Datenerhebung.....	12
Abbildung 1-12: Detaillierte Darstellung der Datenauswertung.....	13
Abbildung 1-13: Detaillierte Darstellung der Interpretation der Ergebnisse.....	14
Abbildung 1-14: Detaillierte Darstellung der Wissensarbeit für zukünftige REFA Studien.....	15
Abbildung 1-15: Zeitlicher Ablauf Mai 2014 - Juli 2014.....	16
Abbildung 1-16: Zeitlicher Ablauf August 2014 - Oktober 2014.....	16
Abbildung 1-17: Zeitlicher Ablauf November 2014 - Jänner 2015.....	17
Abbildung 1-18: Zeitlicher Ablauf Februar 2015 - April 2015.....	17
Abbildung 1-19: Darstellung des gesamten Stundenaufwandes.....	18
Abbildung 2-1: Arbeitssystem nach REFA.....	20
Abbildung 2-2: Unterteilung eines Bauwerks in Ablaufabschnitte laut REFA.....	22
Abbildung 2-3: Auf den Menschen bezogenen Ablaufarten nach REFA.....	24
Abbildung 2-4: Gliederung der Zeiten je Einheit laut REFA.....	25
Abbildung 2-5: Ablauf einer Multimomentaufnahme laut REFA.....	27
Abbildung 2-6: Ermittlung des Vertrauensbereichs anhand eines Beispiels.....	28
Abbildung 2-7: Abhängigkeit des Vertrauensbereichs von der Anzahl der Stichproben bei 50 %.....	29
Abbildung 2-8: Abhängigkeit des Vertrauensbereichs von der Anzahl der Stichproben bei verschiedenen Prozentanteilen.....	30
Abbildung 3-1: Erforderliche Beobachtungsdauer zum Erreichen der Mindestgenauigkeit von $\pm 5\%$ .....	33
Abbildung 3-2: Zeitlicher Ablauf der Baustellenbeobachtung.....	35
Abbildung 3-3: Tätigkeiten auf der Baustelle.....	37
Abbildung 3-4: MH - Einbau der Seitenschalung der ersten Seite des Rampenträgers.....	37
Abbildung 3-5: MH - Einbau der Seitenschalung beim Schließen der Schalung des Rampenträgers.....	38
Abbildung 3-6: MH - Einbau der unteren Schalung beim Rampenträger.....	38
Abbildung 3-7: MH - Anbringen von Stahlriegeln und Befestigung der Anker.....	39
Abbildung 3-8: MH - Ausschalen der durchbohrten Schaltafeln beim Rampenträger.....	39
Abbildung 3-9: MH - Entfernung von Aussparungselementen (z.B.: XPS).....	40
Abbildung 3-10: MN - Einmessen von Höhen und Abständen mittels Nivelliergerät.....	41

Abbildung 3-11: MN - Bohren der Löcher für die Anschlussbewehrung beim Rampenträger .....	41
Abbildung 3-12: MZ - Ausbessern von Fehlstellen in der Betonoberfläche.....	42
Abbildung 3-13: MZ - Zuschneiden von Schaltafeln, die sich beim Ausschalen verklemmt haben .....	42
Abbildung 3-14: MA - Warten auf Kran von drei Arbeitskräften .....	43
Abbildung 3-15: MA - Warten, weil bei diesem Arbeitsschritt nicht alle AK beschäftigt sind (Arbeitskraft in gelber Warnweste); MA – Warten auf Kran (Arbeitskraft in kurzer blauer Hose) .....	44
Abbildung 3-16: MS - Unterbrechung aufgrund starken Regens.....	44
Abbildung 3-17: MX - Abschrämmen der Stützenoberkante .....	46
Abbildung 4-1: 3D Visualisierung des Parkdecks.....	47
Abbildung 4-2: Grundriss des Parkdecks über 3. OG .....	47
Abbildung 4-3: Autobetonpumpe und Anlieferung des Transportbetons im Ostbereich des Parkdecks .....	48
Abbildung 4-4: Übersichtsfoto mit Blickrichtung Osten .....	48
Abbildung 4-5: Übersichtsfoto mit Blickrichtung Westen .....	49
Abbildung 4-6: Schnitt durch die Geschoßdecken .....	50
Abbildung 4-7: Rampenplatte während des Betoniervorganges .....	50
Abbildung 4-8: Lage der Baustelle .....	51
Abbildung 4-9: Grundriss des Parkdecks mit Darstellung der Deckenabschnitte.....	53
Abbildung 4-10: Transport der Deckenschaltische vom Ost- in den Westbereich des Parkdecks durch die Krane .....	53
Abbildung 4-11: Antransport und Lagerung der Bewehrung .....	54
Abbildung 4-12: Betonierarbeiten beim Deckenabschnitt 4 und Lagerverhältnisse .....	54
Abbildung 4-13: Betonierarbeiten bei der Brüstung auf der Nordseite des Parkdecks.....	55
Abbildung 4-14: Betonierarbeiten bei der Brüstung auf der Südseite des Parkdecks .....	55
Abbildung 4-15: Geschalte Rampenplatte vor den Bewehrungsarbeiten.....	56
Abbildung 5-1: Ausgeschaltetes Rampenträgerpaar.....	57
Abbildung 5-2: Rampenträgerpaar beim Anschluss der Deckenbewehrung.....	58
Abbildung 5-3: Arbeitsbühne für das Rampenträgerpaar.....	59
Abbildung 5-4: Herstellung der unteren Schalung des auf Stützen gelagerten Rampenträgers während die anderen AK Tätigkeiten beim freitragenden Rampenträger durchführen .....	60
Abbildung 5-5: MH - Schließen der Schalung beim Rampenträger.....	61
Abbildung 5-6: MN - Aufbau der Arbeitsbühne für die Betonierarbeiten .....	61
Abbildung 5-7: Betonierarbeiten am Rampenträger.....	62
Abbildung 5-8: Befestigung von horizontalen Abspreizungen beim freitragenden Rampenträger .....	63
Abbildung 5-9: Unterstellungen der Rampenträger nach dem Abbau der Arbeitsbühne.....	63
Abbildung 5-10: Gesamtablaufdiagramm - Herstellungsprozess eines Rampenträgerpaares.....	64
Abbildung 5-11: Transport von Stützentürmen der Arbeitsbühne mit dem Kran .....	65
Abbildung 5-12: MN - Aufbau der Arbeitsbühne.....	65
Abbildung 5-13: Ablaufdiagramm - Herstellung der Arbeitsbühne .....	66
Abbildung 5-14: Herstellung der ersten Seitenschalung auf der Innenseite des Rampenträgerpaares .....	67
Abbildung 5-15: Abspreizungen auf der Innenseite zwischen den beiden Rampenträgern .....	67
Abbildung 5-16: Abspreizungen auf der Außenseite des Rampenträgers angeordnet .....	68

Abbildung 5-17: MH - Einrichten und Justieren der Schalung.....	68
Abbildung 5-18: Ablaufdiagramm - Einschalen der ersten Seite des ersten Rampenträgers.....	69
Abbildung 5-19: Einbau der Anschlussbewehrung.....	70
Abbildung 5-20: Lagerung der Bewehrung auf der Außenseite des Rampenträgerpaares.....	70
Abbildung 5-21: Einschieben der Hauptbewehrung und der konstruktiven Längsbewehrung .....	71
Abbildung 5-22: MN - Befestigung der Abstandshalter beim freitragenden Rampenträger.....	71
Abbildung 5-23: Ablaufdiagramm - Bewehren des ersten Rampenträgers .....	72
Abbildung 5-24: Einschalen der ersten Seite des zweiten Rampenträgers ist abgeschlossen .....	73
Abbildung 5-25: Ansicht auf Rampenträger innen - beim Anschluss der Rampenplatte.....	73
Abbildung 5-26: Ansicht auf Rampenträger außen - beim Anschluss der Geschoßdecken und Brüstungen .....	74
Abbildung 5-27: Schließen der Schalung beim Rampenträger .....	74
Abbildung 5-28: Ablaufdiagramm - Schließen der Schalung des ersten Rampenträgers .....	75
Abbildung 5-29: Betonierarbeiten beim Rampenträger .....	76
Abbildung 5-30: Ablaufdiagramm - Betonieren des ersten Rampenträgers .....	77
Abbildung 5-31: Ausschalen des Rampenträgers.....	78
Abbildung 5-32: Ablaufdiagramm - Ausschalen des ersten Rampenträgers.....	78
Abbildung 5-33: Versetzen ganzer Stützentürme mit dem Kran .....	79
Abbildung 5-34: Ablaufdiagramm - Abbau der Arbeitsbühne .....	80
Abbildung 5-35: Darstellung des zeitlichen Ablaufs der Datenerhebung am Rampenträgerpaar 1 (25.08.2014 – 09.09.2014) und am Rampenträgerpaar 2 (09.09.2014 – 19.09.2014)....	81
Abbildung 5-36: Lage der beobachteten Rampenträger auf der Baustelle .....	82
Abbildung 5-37: Stiegenhaus 2 und Rampenträgerpaar 1 vom Standpunkt der permanenten Videoaufzeichnungen .....	82
Abbildung 5-38: Aufgrund zu geringer Kranverfügbarkeit - Transport von Schalungsträgern ohne Kran....	83
Abbildung 5-39: Sehr beengte Arbeitsverhältnisse aufgrund der Deckenschaltische im Übergabebereich der beiden Krane.....	84
Abbildung 5-40: Anordnung der Abspreizungen der Schalung des freitragenden Rampenträgers auf der Innenseite (27.08.2014).....	85
Abbildung 5-41: Innenseiten der beiden Rampenträger sind eingeschalt und die Abspreizungen befestigt; Bewehrungsarbeiten am freitragenden Rampenträger (28.08.2014).....	85
Abbildung 5-42: Einbau der Bügelbewehrung beim Rampenträger auf Stützen (29.08.2014).....	86
Abbildung 5-43: Bohren der Löcher für die Anschlussbewehrung im darunterliegenden Geschoß aufgrund des starken Regens (02.09.2014).....	87
Abbildung 5-44: Einschieben der Längsbewehrung bei regnerischen Verhältnissen (03.09.2014) .....	88
Abbildung 5-45: Betonierarbeiten beim Rampenträger auf Stützen (04.09.2014).....	89
Abbildung 5-46: Ausschalen der durchbohrten Schaltafeln (08.09.2014) .....	90
Abbildung 5-47: Abbau der Arbeitsbühne (09.09.2014) .....	90
Abbildung 5-48: Verteilung der Zeitarten - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 .....	91
Abbildung 5-49: Verteilung der Zeitarten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 .....	92
Abbildung 5-50: Verteilung der Zeitarten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1.....	92
Abbildung 5-51: Verteilung der Zeitarten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1.....	93
Abbildung 5-52: Verteilung der Zeitarten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	93

Abbildung 5-53: Verteilung der Zeitarten - Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	94
Abbildung 5-54: Tätigkeitsverteilung - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 .....	95
Abbildung 5-55: Tätigkeitsverteilung - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 .....	95
Abbildung 5-56: Tätigkeitsverteilung - Scharbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	96
Abbildung 5-57: Entwicklung der Tätigkeitsverteilung der Scharbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	96
Abbildung 5-58: Haupttätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 .....	97
Abbildung 5-59: Nebentätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 .....	98
Abbildung 5-60: Zusätzliche Tätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 .....	99
Abbildung 5-61: Unterbrechungen - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 .....	99
Abbildung 5-62: Nicht erfassbare Stichproben - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 .....	100
Abbildung 5-63: Haupttätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 .....	100
Abbildung 5-64: Nebentätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 .....	101
Abbildung 5-65: Zusätzliche Tätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 .....	101
Abbildung 5-66: Unterbrechungen - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 .....	102
Abbildung 5-67: Nicht erfassbare Stichproben - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 .....	102
Abbildung 5-68: Haupttätigkeiten - Scharbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	103
Abbildung 5-69: Nebentätigkeiten - Scharbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	104
Abbildung 5-70: Zusätzliche Tätigkeiten - Scharbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	105
Abbildung 5-71: Unterbrechungen - Scharbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	105
Abbildung 5-72: Nicht erfassbare Stichproben - Scharbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	106
Abbildung 5-73: Tätigkeitsverteilung - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	106
Abbildung 5-74: Entwicklung der Tätigkeitsverteilung der Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	107
Abbildung 5-75: Haupttätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	107
Abbildung 5-76: Nebentätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	108
Abbildung 5-77: Zusätzliche Tätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	108
Abbildung 5-78: Unterbrechungen - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	109
Abbildung 5-79: Nicht erfassbare Stichproben - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	109
Abbildung 5-80: Tätigkeitsverteilung - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	110
Abbildung 5-81: Haupttätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	110
Abbildung 5-82: Nebentätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	111
Abbildung 5-83: Arbeitskraft beim Transport des Betons mit dem Krankübel (N7) .....	111
Abbildung 5-84: Zusätzliche Tätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	111
Abbildung 5-85: Unterbrechungen - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	112
Abbildung 5-86: Nicht erfassbare Stichproben - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	112
Abbildung 5-87: Verteilung der Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	113
Abbildung 5-88: Tätigkeitsverteilung - Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	113
Abbildung 5-89: Lohnstunden beim Einschalen am Rampenträgerpaar 1 .....	114
Abbildung 5-90: Lohnstunden beim Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 .....	114
Abbildung 5-91: Lohnstunden bei den Scharbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	115

Abbildung 5-92: Entwicklung der täglichen Arbeitsstunden jedes Arbeiters der Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1.....	115
Abbildung 5-93: Entwicklung der täglichen Lohnstunden der Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	116
Abbildung 5-94: Lohnstunden bei den Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	116
Abbildung 5-95: Entwicklung der täglichen Arbeitsstunden jedes Arbeiters der Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	117
Abbildung 5-96: Entwicklung der täglichen Lohnstunden der Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	118
Abbildung 5-97: Lohnstunden bei den Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	118
Abbildung 5-98: Lohnstunden bei den Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	119
Abbildung 5-99: Entwicklung der Summe der täglichen Lohnstunden der Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 1 .....	119
Abbildung 5-100: Grundriss der Arbeitsbühne .....	120
Abbildung 5-101: Ansicht - Bruttoschalfläche des freitragenden Rampenträgers .....	121
Abbildung 5-102: Ansicht - Bruttoschalfläche des auf Stützen gelagerten Rampenträgers .....	121
Abbildung 5-103: Ansicht - Betonfläche eines Rampenträgers .....	121
Abbildung 5-104: Auszug aus dem Bewehrungsplan von Rampenträgerpaar 1 .....	122
Abbildung 5-105: Biegeliste bei Rampenträgerpaar 1.....	122
Abbildung 5-106: Aufwandswert der Schalarbeiten bei Rampenträgerpaar 1 .....	123
Abbildung 5-107: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten bei Rampenträgerpaar 1 .....	123
Abbildung 5-108: Aufwandswert der Betonierarbeiten bei Rampenträgerpaar 1 .....	124
Abbildung 5-109: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten bei Rampenträgerpaar 1 .....	124
Abbildung 5-110: Aufwandswert für die Herstellung der Arbeitsbühne bezogen auf die Fläche der Arbeitsbühne bei Rampenträgerpaar 1 .....	124
Abbildung 5-111: Aufwandswert für die Herstellung der Arbeitsbühne bezogen auf die Schalfläche bei Rampenträgerpaar 1 .....	124
Abbildung 5-112: Aufwandswert der Schalarbeiten beim freitragenden Rampenträger bei Rampenträgerpaar 1 .....	125
Abbildung 5-113: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim freitragenden Rampenträger bei Rampenträgerpaar 1 .....	125
Abbildung 5-114: Aufwandswert der Betonierarbeiten beim freitragenden Rampenträger bei Rampenträgerpaar 1 .....	125
Abbildung 5-115: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten beim freitragenden Rampenträger bei Rampenträgerpaar 1 .....	125
Abbildung 5-116: Aufwandswert der Schalarbeiten beim Rampenträger auf Stützen bei Rampenträgerpaar 1 .....	125
Abbildung 5-117: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim Rampenträger auf Stützen bei Rampenträgerpaar 1 .....	126
Abbildung 5-118: Aufwandswert der Betonierarbeiten beim Rampenträger auf Stützen bei Rampenträgerpaar 1 .....	126
Abbildung 5-119: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten beim Rampenträger auf Stützen bei Rampenträgerpaar 1 .....	126
Abbildung 5-120: Aufbau der Arbeitsbühne bei Rampenträgerpaar 2 vom Standpunkt der permanenten Videoaufzeichnungen .....	127
Abbildung 5-121: Aufbau der Arbeitsbühne (09.09.2014) .....	128
Abbildung 5-122: Einschalen der Außenseite des freitragenden Rampenträgers (10.09.2014) .....	128

Abbildung 5-123: Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2 (11.09.2014).....	129
Abbildung 5-124: Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2 (12.09.2014).....	130
Abbildung 5-125: Große Anzahl an Arbeitskräften auf der Arbeitsbühne (15.09.2014) .....	131
Abbildung 5-126: Einschalen von Rampenträgerpaar 2 abgeschlossen (16.09.2014).....	131
Abbildung 5-127: Betonierarbeiten beim Rampenträgerpaar 2 (16.09.2014).....	132
Abbildung 5-128: Teilweise ausgeschalter Rampenträger auf Stützen (17.09.2014).....	132
Abbildung 5-129: Entfernung von XPS-Aussparungselementen beim Anschluss der Geschoßdecken....	133
Abbildung 5-130: Ausschalen beim Rampenträgerpaar 2 (18.09.2014) .....	134
Abbildung 5-131: Verteilung der Zeitarten - Einschalen am Rampenträgerpaar 2 .....	135
Abbildung 5-132: Verteilung der Zeitarten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 2 .....	135
Abbildung 5-133: Verteilung der Zeitarten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2.....	136
Abbildung 5-134: Verteilung der Zeitarten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2.....	136
Abbildung 5-135: Verteilung der Zeitarten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	137
Abbildung 5-136: Verteilung der Zeitarten - Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	137
Abbildung 5-137: Tätigkeitsverteilung - Einschalen am Rampenträgerpaar 2 .....	138
Abbildung 5-138: Tätigkeitsverteilung - Ausschalen am Rampenträgerpaar 2 .....	139
Abbildung 5-139: Tätigkeitsverteilung - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	139
Abbildung 5-140: Entwicklung der Tätigkeitsverteilung der Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	140
Abbildung 5-141: Haupttätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 2 .....	140
Abbildung 5-142: Nebentätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 2 .....	141
Abbildung 5-143: Zusätzliche Tätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 2.....	141
Abbildung 5-144: Unterbrechungen - Einschalen am Rampenträgerpaar 2.....	142
Abbildung 5-145: Nicht erfassbare Stichproben - Einschalen am Rampenträgerpaar 2 .....	142
Abbildung 5-146: Haupttätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 2 .....	143
Abbildung 5-147: Nebentätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 2 .....	143
Abbildung 5-148: Zusätzliche Tätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 2.....	143
Abbildung 5-149: Unterbrechungen - Ausschalen am Rampenträgerpaar 2.....	144
Abbildung 5-150: Nicht erfassbare Stichproben - Ausschalen am Rampenträgerpaar 2 .....	144
Abbildung 5-151: Haupttätigkeiten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2.....	145
Abbildung 5-152: Nebentätigkeiten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	146
Abbildung 5-153: Zusätzliche Tätigkeiten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	147
Abbildung 5-154: Unterbrechungen - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	147
Abbildung 5-155: Nicht erfassbare Stichproben - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2.....	148
Abbildung 5-156: Tätigkeitsverteilung - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	148
Abbildung 5-157: Entwicklung der Tätigkeitsverteilung der Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2.....	149
Abbildung 5-158: Haupttätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	149
Abbildung 5-159: Nebentätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	150
Abbildung 5-160: Zusätzliche Tätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	150
Abbildung 5-161: Unterbrechungen - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	151



Abbildung 5-162: Nicht erfassbare Stichproben - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	151
Abbildung 5-163: Tätigkeitsverteilung - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	152
Abbildung 5-164: Haupttätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	152
Abbildung 5-165: Nebentätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	153
Abbildung 5-166: Zusätzliche Tätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	153
Abbildung 5-167: Unterbrechungen - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	153
Abbildung 5-168: Nicht erfassbare Stichproben - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	154
Abbildung 5-169: Verteilung der Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	154
Abbildung 5-170: Tätigkeitsverteilung - Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	155
Abbildung 5-171: Lohnstunden beim Einschalen am Rampenträgerpaar 2 .....	156
Abbildung 5-172: Lohnstunden beim Ausschalen am Rampenträgerpaar 2 .....	156
Abbildung 5-173: Lohnstunden bei den Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	156
Abbildung 5-174: Entwicklung der täglichen Arbeitsstunden jedes Arbeiters der Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	157
Abbildung 5-175: Entwicklung der täglichen Lohnstunden der Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 2 ..	157
Abbildung 5-176: Lohnstunden bei den Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	158
Abbildung 5-177: Entwicklung der täglichen Arbeitsstunden jedes Arbeiters der Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	158
Abbildung 5-178: Entwicklung der täglichen Lohnstunden der Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	159
Abbildung 5-179: Lohnstunden bei den Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	159
Abbildung 5-180: Lohnstunden bei den Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	160
Abbildung 5-181: Entwicklung der Summe der täglichen Lohnstunden der Stahlbetonarbeiten am Rampenträgerpaar 2 .....	160
Abbildung 5-182: Grundriss der Arbeitsbühne .....	161
Abbildung 5-183: Ansicht - Schalfläche des freitragenden Rampenträgers .....	162
Abbildung 5-184: Ansicht - Schalfläche des auf Stützen gelagerten Rampenträgers .....	162
Abbildung 5-185: Ansicht - Betonfläche eines Rampenträgers .....	162
Abbildung 5-186: Auszug aus dem Bewehrungsplan von Rampenträgerpaar 2 .....	163
Abbildung 5-187: Aufwandswert der Schalarbeiten bei Rampenträgerpaar 2 .....	164
Abbildung 5-188: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten bei Rampenträgerpaar 2 .....	164
Abbildung 5-189: Aufwandswert der Betonierarbeiten bei Rampenträgerpaar 2 .....	164
Abbildung 5-190: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten bei Rampenträgerpaar 2 .....	164
Abbildung 5-191: Aufwandswert für die Herstellung der Arbeitsbühne bezogen auf die Fläche der Arbeitsbühne bei Rampenträgerpaar 2 .....	165
Abbildung 5-192: Aufwandswert für die Herstellung der Arbeitsbühne bezogen auf die Schalfläche bei Rampenträgerpaar 2 .....	165
Abbildung 5-193: Aufwandswert der Schalarbeiten beim freitragenden Rampenträger bei Rampenträgerpaar 2 .....	165
Abbildung 5-194: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim freitragenden Rampenträger bei Rampenträgerpaar 2 .....	165
Abbildung 5-195: Aufwandswert der Betonierarbeiten beim freitragenden Rampenträger bei Rampenträgerpaar 2 .....	166

Abbildung 5-196: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten beim freitragenden Rampenträger bei Rampenträgerpaar 2.....	166
Abbildung 5-197: Aufwandswert der Schalarbeiten beim Rampenträger auf Stützen bei Rampenträgerpaar 2.....	166
Abbildung 5-198: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim Rampenträger auf Stützen bei Rampenträgerpaar 2.....	166
Abbildung 5-199: Aufwandswert der Betonierarbeiten beim Rampenträger auf Stützen bei Rampenträgerpaar 2.....	166
Abbildung 5-200: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten beim Rampenträger auf Stützen bei Rampenträgerpaar 2.....	167
Abbildung 5-201: Visualisierung des Rampenträgerpaares bei Anordnung der Abspreizungen auf der Außenseite.....	168
Abbildung 5-202: Arbeitsbereich der Schalungsarbeiter bei Rampenträgerpaar 1 .....	168
Abbildung 5-203: Vergleich der Haupttätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2 .....	169
Abbildung 5-204: Vergleich der Nebentätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2 .....	169
Abbildung 5-205: Vergleich der zusätzlichen Tätigkeiten - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2 .....	170
Abbildung 5-206: Vergleich der Unterbrechungen - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2.....	170
Abbildung 5-207: Vergleich der nicht erfassbaren Stichproben - Einschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2.....	170
Abbildung 5-208: Vergleich der Haupttätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2 .....	171
Abbildung 5-209: Vergleich der Nebentätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2 .....	171
Abbildung 5-210: Vergleich der zusätzlichen Tätigkeiten - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2 .....	171
Abbildung 5-211: Vergleich der Unterbrechungen - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2.....	172
Abbildung 5-212: Vergleich der nicht erfassbaren Stichproben - Ausschalen am Rampenträgerpaar 1 + 2.....	172
Abbildung 5-213: Vergleich der Haupttätigkeiten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2 .....	173
Abbildung 5-214: Vergleich der Nebentätigkeiten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2 .....	174
Abbildung 5-215: Vergleich der zusätzlichen Tätigkeiten - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2... ..	175
Abbildung 5-216: Vergleich der Unterbrechungen - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2 .....	175
Abbildung 5-217: Vergleich der nicht erfassbaren Stichproben - Schalarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2.....	175
Abbildung 5-218: Vergleich der Haupttätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2 ....	176
Abbildung 5-219: Vergleich der Nebentätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2 ...	176
Abbildung 5-220: Vergleich der zusätzlichen Tätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2.....	177
Abbildung 5-221: Vergleich der Unterbrechungen - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2 ..	177
Abbildung 5-222: Vergleich der nicht erfassbaren Stichproben - Bewehrungsarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2.....	177
Abbildung 5-223: Vergleich der Haupttätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2.....	178
Abbildung 5-224: Vergleich der Nebentätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2.....	178
Abbildung 5-225: Vergleich der zusätzlichen Tätigkeiten - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2.....	178
Abbildung 5-226: Vergleich der Unterbrechungen - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2.....	179
Abbildung 5-227: Vergleich der nicht erfassbaren Stichproben - Betonierarbeiten am Rampenträgerpaar 1 + 2.....	179

Abbildung 6-1: 3D Visualisierungen der Bauabschnitte des Stiegenhauses .....	180
Abbildung 6-2: Herstellungsablauf eines Stiegenhausabschnittes .....	181
Abbildung 6-3: Aufbau der Arbeitsbühne beim Stiegenhaus – Kern mit T-Stück .....	182
Abbildung 6-4: Konisch zugeschnittenes Schalungselement zum waagrechten Aufsetzen der Rahmenschalung .....	182
Abbildung 6-5: Arbeitsgerüst für die Bewehrungsarbeiten beim Stiegenhaus – Kern mit T-Stück .....	183
Abbildung 6-6: Schließen der Schalung beim Stiegenhaus – umlaufende Wand Nord .....	183
Abbildung 6-7: Auseinanderbauen der Schalungselemente auf dem Lagerplatz .....	184
Abbildung 6-8: Stirnflächenabschalung zwischen umlaufender Wand Nord und Süd .....	185
Abbildung 6-9: Darstellung des zeitlichen Ablaufs der Datenerhebung am Stiegenhaus (17.09.2014 – 16.10.2014) .....	186
Abbildung 6-10: Einheben der Arbeitsbühne mit dem Kran beim Stiegenhaus: Kern mit T-Stück (23.09.2014) .....	187
Abbildung 6-11: Aufbau der Arbeitsbühne und Vorbereitung der Schalung am Lagerplatz beim Stiegenhaus: Kern mit T-Stück (25.09.2014) .....	188
Abbildung 6-12: Einheben der Innenschalung des Kerns mit dem Kran beim Stiegenhaus: Kern mit T-Stück (25.09.2014) .....	188
Abbildung 6-13: Beengte Arbeits- und Lagerverhältnisse bei den Bewehrungsarbeiten beim Stiegenhaus: Kern mit T-Stück (17.09.2014) .....	189
Abbildung 6-14: Abbau des Arbeitsgerüsts nach dem Abschluss der Bewehrungsarbeiten beim Stiegenhaus: Kern mit T-Stück (29.09.2014) .....	189
Abbildung 6-15: Betonierarbeiten beim Stiegenhaus: Kern mit T-Stück (29.09.2014) .....	190
Abbildung 6-16: Abtransport der Faltbühnen der Arbeitsbühne beim Stiegenhaus: Kern mit T-Stück (06.10.2014) .....	191
Abbildung 6-17: Umlaufende Wand Nord vor dem Schließen der Schalung .....	191
Abbildung 6-18: Schließen der Schalung durch Einheben mit dem Kran beim Stiegenhaus: Umlaufende Wand Süd (13.10.2014) .....	192
Abbildung 6-19: Stiegenhaus nach der Fertigstellung der drei Bauabschnitte bzw. vor dem Einheben der Arbeitsbühne .....	193
Abbildung 6-20: Verteilung der Zeitarten - Schalarbeiten am Stiegenhaus .....	194
Abbildung 6-21: Verteilung der Zeitarten - Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus .....	194
Abbildung 6-22: Verteilung der Zeitarten - Betonierarbeiten am Stiegenhaus .....	195
Abbildung 6-23: Verteilung der Zeitarten - Stahlbetonarbeiten am Stiegenhaus .....	195
Abbildung 6-24: Tätigkeitsverteilung - Schalarbeiten am Stiegenhaus .....	196
Abbildung 6-25: Haupttätigkeiten - Schalarbeiten am Stiegenhaus .....	197
Abbildung 6-26: Nebentätigkeiten - Schalarbeiten am Stiegenhaus .....	198
Abbildung 6-27: Zusätzliche Tätigkeiten - Schalarbeiten am Stiegenhaus .....	199
Abbildung 6-28: Unterbrechungen - Schalarbeiten am Stiegenhaus .....	199
Abbildung 6-29: Nicht erfassbare Stichproben - Schalarbeiten am Stiegenhaus .....	200
Abbildung 6-30: Tätigkeitsverteilung - Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus .....	201
Abbildung 6-31: Haupttätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus .....	201
Abbildung 6-32: Nebentätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus .....	202
Abbildung 6-33: Zusätzliche Tätigkeiten - Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus .....	202
Abbildung 6-34: Unterbrechungen - Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus .....	202

Abbildung 6-35: Nicht erfassbare Stichproben - Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus .....	203
Abbildung 6-36: Tätigkeitsverteilung - Betonierarbeiten am Stiegenhaus .....	203
Abbildung 6-37: Haupttätigkeiten - Betonierarbeiten am Stiegenhaus .....	204
Abbildung 6-38: Nebentätigkeiten - Betonierarbeiten am Stiegenhaus .....	204
Abbildung 6-39: Zusätzliche Tätigkeiten - Betonierarbeiten am Stiegenhaus .....	204
Abbildung 6-40: Unterbrechungen - Betonierarbeiten am Stiegenhaus .....	205
Abbildung 6-41: Nicht erfassbare Stichproben - Betonierarbeiten am Stiegenhaus .....	205
Abbildung 6-42: Verteilung der Stahlbetonarbeiten am Stiegenhaus .....	206
Abbildung 6-43: Tätigkeitsverteilung - Stahlbetonarbeiten am Stiegenhaus .....	206
Abbildung 6-44: Lohnstunden bei den Schalarbeiten am Stiegenhaus – Kern mit T-Stück .....	207
Abbildung 6-45: Lohnstunden bei den Schalarbeiten am Stiegenhaus – umlaufende Wand Nord .....	207
Abbildung 6-46: Lohnstunden bei den Schalarbeiten am Stiegenhaus – umlaufende Wand Süd .....	207
Abbildung 6-47: Lohnstunden bei den Schalarbeiten am Stiegenhaus – gesamt .....	208
Abbildung 6-48: Lohnstunden bei den Bewehrungsarbeiten am Stiegenhaus .....	208
Abbildung 6-49: Lohnstunden bei den Betonierarbeiten am Stiegenhaus .....	209
Abbildung 6-50: Lohnstunden bei den Stahlbetonarbeiten am Stiegenhaus je Arbeitskraft .....	209
Abbildung 6-51: Lohnstunden bei den Stahlbetonarbeiten am Stiegenhaus je Bauabschnitt .....	210
Abbildung 6-52: Entwicklung der Summe der täglichen Lohnstunden der Stahlbetonarbeiten am Stiegenhaus .....	210
Abbildung 6-53: Grundriss - Kern mit T-Stück .....	211
Abbildung 6-54: Biegeliste beim Stiegenhaus West: Kern mit T-Stück .....	211
Abbildung 6-55: Grundriss - umlaufende Wand Nord .....	212
Abbildung 6-56: Biegeliste beim Stiegenhaus Ost: umlaufende Wände .....	212
Abbildung 6-57: Grundriss - umlaufende Wand Süd .....	213
Abbildung 6-58: Grundriss - Stiegenhaus gesamt .....	214
Abbildung 6-59: Aufwandswert der Schalarbeiten beim Stiegenhaus .....	215
Abbildung 6-60: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim Stiegenhaus .....	215
Abbildung 6-61: Aufwandswert der Betonierarbeiten beim Stiegenhaus .....	215
Abbildung 6-62: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten beim Stiegenhaus .....	215
Abbildung 6-63: Aufwandswert der Schalarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Kern mit T-Stück .....	216
Abbildung 6-64: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Kern mit T-Stück .....	216
Abbildung 6-65: Aufwandswert der Betonierarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Kern mit T-Stück ...	216
Abbildung 6-66: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Kern mit T-Stück .....	216
Abbildung 6-67: Aufwandswert der Schalarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Umlaufende Wand Nord .....	216
Abbildung 6-68: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Umlaufende Wand Nord .....	217
Abbildung 6-69: Aufwandswert der Betonierarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Umlaufende Wand Nord .....	217
Abbildung 6-70: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Umlaufende Wand Nord .....	217

Abbildung 6-71: Aufwandswert der Schalarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Umlaufende Wand Süd .....	217
Abbildung 6-72: Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Umlaufende Wand Süd .....	217
Abbildung 6-73: Aufwandswert der Betonierarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Umlaufende Wand Süd .....	217
Abbildung 6-74: Aufwandswert der Stahlbetonarbeiten beim Stiegenhaus – Abschnitt: Umlaufende Wand Süd .....	218
Abbildung 7-1: Sehr beengte Lagerverhältnisse auf der Baustelle .....	219
Abbildung 7-2: Verlegeaufwand für verschiedene Bauteile .....	221
Abbildung 7-3: Auszug aus Schalungs- und Rüstkonzept der Firma Peri .....	222
Abbildung 7-4: Ausschalen durchbohrter Schalttafeln, die zerschnitten werden mussten .....	223
Abbildung 7-5: Zusammenfassung der Ergebnisse der beobachteten Rampenträger .....	224
Abbildung 7-6: Stiegenhaus 1 (West) und Rampenträgerpaar (Probebeobachtungen) bei sehr beengten Platzverhältnissen .....	226
Abbildung 7-7: Zusammenfassung der Ergebnisse des Stiegenhauses .....	227

## Literaturverzeichnis

**Hofstadler, C.:** Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb, 1. Auflage, Springer, Berlin 2007.

**Hofstadler, C.; Franzl, G.:** Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb, VÖBV, Ratschendorf 2011.

**Hofstadler, C.:** Schularbeiten: Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik Und Kalkulation, Springer, Berlin 2008.

**REFA.** (1984). *Methodenlehre des Arbeitsstudiums - Teil 1 - Grundlagen.* München: Carl Hanser Verlag.

**REFA.** (1992). *Methodenlehre des Arbeitsstudiums - Teil 2 – Datenermittlung.* München: Carl Hanser Verlag.

**Riediger, H.-G., & Steinmetzger, R.** (2001). Rationalisierung im Baubetrieb: Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre. *45 Jahr Baubetrieb und Bauverfahren in Weimar*, S. 1-20.

## A.1 Anhang

### Inhalt des Anhangs:

- Datenerhebungsblatt – Einschalen beim Rampenträgerpaar
- Datenerhebungsblatt – Ausschalen beim Rampenträgerpaar
- Datenerhebungsblatt – Bewehrungsarbeiten beim Rampenträgerpaar
- Datenerhebungsblatt – Betonierarbeiten beim Rampenträgerpaar
- Datenerhebungsblatt – Schalarbeiten beim Stiegenhaus
- Datenerhebungsblatt – Bewehrungsarbeiten beim Stiegenhaus
- Datenerhebungsblatt – Betonierarbeiten beim Stiegenhaus

















