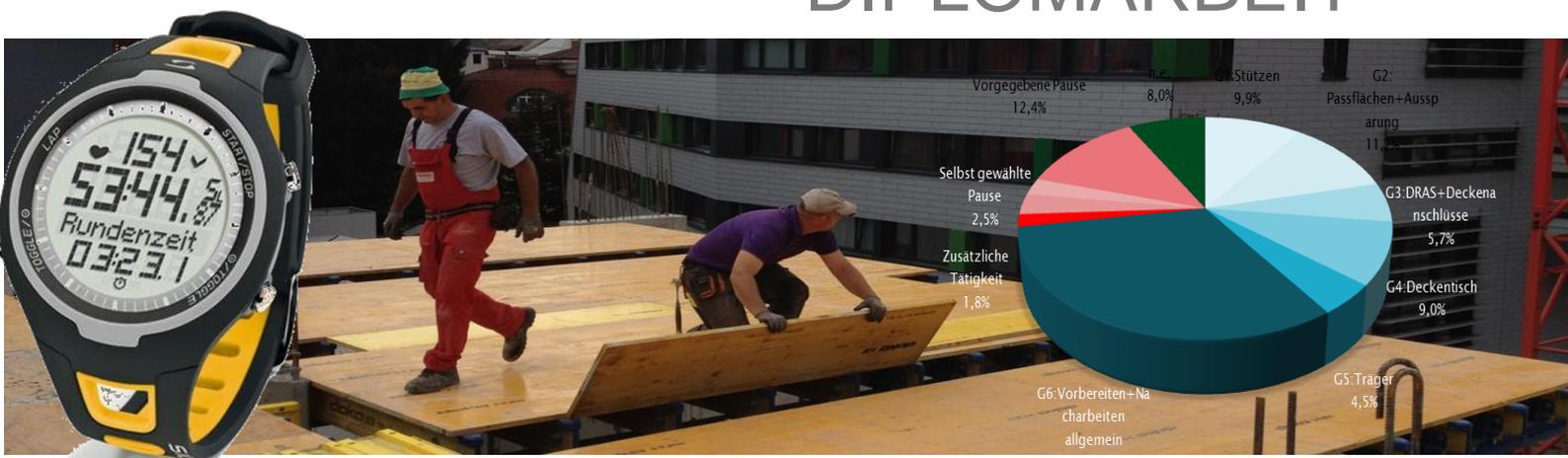


DIPLOMARBEIT



VERGLEICH VON SCHALUNGSSYSTEMEN DER FIRMA DOKA - AUSWIRKUNG AUF ARBEITSBELASTUNG UND LEISTUNG

Maximilian Rumpf, BSc

Vorgelegt am
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Projektentwicklung und Projektmanagement

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

Mitbetreuender Assistent
Baumeister Dipl.-Ing. Dr. techn. Dieter Schlagbauer

Graz am 03. Juni 2013

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 Ass. Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler und Herrn Baumeister Dipl.-Ing. Dr.techn. Dieter Schlagbauer.

Besonderer Dank gebührt meiner Familie und meiner Freundin, die mich die gesamte Ausbildungszeit hindurch mit Hingabe unterstützten.

Graz, am 03. Juni 2013

Kurzfassung

Da mittlerweile nicht nur mehr die reine Leistung, d.h. im Falle dieser Betrachtung die geschaltete Fläche pro Stunde, sondern insbesondere der langfristige Gesundheitszustand der am Bau beschäftigten Arbeiter zunehmend in den Fokus rückt bzw. an Wichtigkeit gewinnt, entwickelt sich vor allem die Korrelation zwischen Arbeitsleistung und Arbeitsbelastung immer mehr zum Mittelpunkt wissenschaftlicher Arbeiten wie dieser.

Als Basis dienen hierfür vor allem Daten aus Multimomentaufnahmen mehrerer Baustellen, bei denen unterschiedliche Schalungssysteme zum Einsatz kamen, sowie leistungsphysiologische Daten des menschlichen Körpers wie Herzfrequenzen in unterschiedlichen Leistungszuständen und witterungsbedingte Datenmengen.

Hierfür wurden die einzelnen Systeme in Tätigkeiten aufgegliedert, welche anschließend wiederum in Haupttätigkeiten, Nebentätigkeiten und zusätzliche Tätigkeiten eingeteilt wurden.

Anschließend wurden anhand der Multimomentaufnahmen die am häufigsten verrichteten Tätigkeiten eines jeden Schalungssystems ermittelt und darauffolgend unter Zuhilfenahme von Ergonomieanalysemethoden, genauer der AAWS-Formworks-Methode, welche eine modifizierte Version der AAWS-Methode darstellt und der LMM-Methode, hinsichtlich der Belastungen auf den Arbeiter ausgewertet sowie analysiert.

Zusätzlich wurden die Leistungskenngrößen der einzelnen Schalungssysteme und die Belastungen sowie Beanspruchungen auf die Arbeitskräfte ausgewertet und analysiert.

Um diese Auswertungsklassen möglichst übersichtlich und kompakt zu gestalten, wurden ein Untersuchungsdesign sowie das Design der Auswertungsebenen entwickelt.

Durch die Verknüpfung der gesammelten Datenmengen mit den Ergebnissen der Ergonomie-Studien kann nun unter Berücksichtigung der Baustellenrandbedingungen eine Aussage darüber getroffen werden, welches der Systeme mittel- bis langfristig am geeignetsten dafür ist, die Gesundheit bzw. Leistungsfähigkeit der eingesetzten Arbeiter zu erhalten und dabei gleichzeitig eine möglichst wirtschaftliche Einsatzfähigkeit zu garantieren.

Abschließend erfolgen eine Darstellung der berücksichtigten Einflussfaktoren auf die Arbeitsleistung sowie ein Ausblick auf die weiteren Forschungsfragen, die sich aus den hier dargestellten Untersuchungen ergeben.

Abstract

The correlation between work performance and work load is increasingly being researched in scientific papers since the worker's state of health is becoming an important aspect of construction work.

Within the scope of this thesis, research was conducted at three construction sites that used different formwork systems and comprises data on the various activities performed as well as weather-dependent and physiological data. A proper analysis required the various activities involved in the formwork process to be divided into principal, secondary and ancillary activities.

Based on this data, the activities most frequently performed with each formwork system were determined. By using two different ergonomics analysis methods, these activities were subsequently analysed as to the load and strain on the construction workers. Furthermore, performance parameters of each formwork system were established and a study design as well as assessment levels were developed in order to set clearly laid-out assessment categories.

By linking the collected data with the results of the ergonomics analysis and taking into consideration the conditions at the construction site, a statement can be made about which of the studied formwork systems proves to be the most suitable to maintain both worker's health and working capacity while also being profitable.

In conclusion, the factors influencing work performance as well as further research questions raised by this thesis are discussed.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 1.1 | Anlass und Aufgabenstellung..... | 1 |
| 1.2 | Zielsetzung | 1 |
| 1.3 | Vorgehensweise | 2 |
| 2 | Begriffsdefinitionen | 3 |
| 2.1 | Definition des Begriffes „Arbeit“ | 3 |
| 2.2 | Definition des Begriffes „Leistung“ | 3 |
| 2.3 | Definition der Begriffe „Schalung“ und „Deckenschalung“ | 4 |
| 3 | Grundlagen | 7 |
| 3.1 | Grundlagen der Schalungsarbeiten aus baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Sicht | 7 |
| 3.1.1 | Schalungsarbeiten aus baubetrieblicher Sicht..... | 7 |
| 3.1.2 | Schalungsarbeiten aus bauwirtschaftlicher Sicht | 11 |
| 3.2 | Grundlagen der Leistungsphysiologie | 13 |
| 3.2.1 | Belastungs-Beanspruchungskonzept..... | 13 |
| 3.2.2 | Leistungsfähigkeit abhängig von Belastung und Beanspruchung | 15 |
| 3.2.3 | Energiebereitstellungsphasen für körperliche Tätigkeiten | 15 |
| 3.2.4 | Kenngrößen und Grenzen der Beanspruchung..... | 17 |
| 3.3 | Elemente der Deckenschalung | 17 |
| 3.4 | Genereller Arbeitsablauf beim Deckenschalen..... | 19 |
| 3.4.1 | Einschalen..... | 19 |
| 3.4.2 | Ausschalen..... | 19 |
| 3.5 | Arbeitsablaufbeobachtung – Grundlagen und Begriffe | 19 |
| 3.5.1 | Gliederung des Arbeitsablaufes nach REFA | 20 |
| 3.5.2 | Beobachtungsmethoden nach REFA | 21 |
| 3.5.3 | Beobachtungskategorien | 22 |
| 3.6 | Tätigkeitsgliederung des Schalungsvorganges in Anlehnung an Schlagbauer | 23 |
| 3.7 | Maßgebende Einflüsse auf die Tätigkeiten des Schalungsvorganges | 24 |
| 3.7.1 | Witterung..... | 26 |
| 3.7.2 | Auswahl des Schalungsverfahrens/Schalungssystems | 26 |
| 3.7.3 | Allgemeine Baustellenbedingungen | 27 |
| 3.7.4 | Spezifische Bauwerksbedingungen | 27 |
| 3.7.4.1 | Gebäudegeometrie (Grundriss + Aufriss)..... | 27 |
| 3.7.4.2 | Deckenhöhe | 27 |
| 3.7.4.3 | Gewähltes Baumaterial..... | 28 |
| 3.7.5 | Qualifikation und Leistungsfähigkeit der Arbeitskräfte | 28 |
| 3.7.6 | Motivation der Arbeitskräfte | 28 |
| 3.7.7 | Generelle Betriebsbedingungen..... | 28 |
| 3.7.7.1 | Maschinen/Geräte | 28 |
| 3.7.7.2 | Betriebliche Organisation (Bauaufsicht, Fehlerverwaltung + Korrektur) | 28 |
| 3.7.7.3 | Baustelleneinrichtung/Lagerungsorganisation..... | 29 |
| 3.7.8 | Abhängigkeiten der Einflüsse untereinander | 29 |
| 3.8 | Grundlagen der Ergonomie..... | 29 |
| 3.8.1 | Ziel der Ergonomie | 31 |
| 3.8.2 | Maßgebende ergonomische Belastungen im Bauwesen..... | 31 |
| 3.9 | Leitmerkmalmethode | 34 |
| 3.10 | Verfahrensweisung LM-Methode | 38 |

| | | |
|----------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.11 | Automotive Assembly Worksheet (AAWS)..... | 39 |
| 3.12 | AAWS-Formworks | 42 |
| 3.13 | Verfahrensanleitung zur Ergonomieanalyse mittels AAWS- Formworks..... | 46 |
| 4 | Abläufe beim Schalen der untersuchten Deckenschalungssysteme | 49 |
| 4.1 | Ablauf Dokaflex 30 tec..... | 49 |
| 4.1.1 | Trägerschalung für Decken..... | 49 |
| 4.1.2 | Dokaflex – Ablaufdiagramm Einschalen..... | 51 |
| 4.1.3 | Dokaflex – Ablaufdiagramm Ausschalen..... | 53 |
| 4.2 | Ablauf Dokamatic | 54 |
| 4.2.1 | Rahmenschalung (Paneelschalung) für Decken | 54 |
| 4.2.2 | Dokamatic – Ablaufdiagramm Einschalen..... | 55 |
| 4.2.3 | Dokamatic – Ablaufdiagramm Ausschalen..... | 57 |
| 4.3 | Ablauf Dokadek | 58 |
| 4.3.1 | Rahmenschalung (Paneelschalung) für Decken | 58 |
| 4.3.2 | Dokadek – Ablaufdiagramm Einschalen..... | 59 |
| 4.3.3 | Dokadek – Ablaufdiagramm Ausschalen..... | 61 |
| 4.4 | Ablauf PERI Skydeck..... | 62 |
| 4.4.1 | Rahmenschalung (Paneelschalung) für Decken | 62 |
| 4.4.2 | PERI Skydeck – Ablaufdiagramm Einschalen | 63 |
| 4.4.3 | PERI Skydeck – Ablaufdiagramm Ausschalen..... | 65 |
| 5 | Datenerhebung und Untersuchung | 67 |
| 5.1 | Möglichkeiten der Datenerhebung im Zuge von Baustellenbeobachtungen | 67 |
| 5.2 | Untersuchungsdesign | 68 |
| 5.2.1 | Modul 1 – Multimomentaufnahme (MMA) | 69 |
| 5.2.2 | Modul 2 – Einzelzeitaufnahme (EZA)..... | 69 |
| 5.2.3 | Modul 3 – Wetterdaten..... | 69 |
| 5.2.4 | Modul 4 – Herzfrequenzmessung | 69 |
| 5.2.5 | Modul 5 – Spiroergometrie..... | 70 |
| 5.2.6 | Modul 6 – Leistungsdaten..... | 71 |
| 5.2.7 | Modul 7 – Ergonomische Auswertung..... | 71 |
| 5.3 | Untersuchungswerkzeuge | 72 |
| 5.3.1 | Tätigkeitslisten..... | 72 |
| 5.3.2 | Datenerhebungsbogen (DEB)..... | 73 |
| 5.3.2.1 | Verfahrensanleitung für Eintragungen in den DEB | 74 |
| 5.3.3 | Brustgurt und Pulsuhr | 76 |
| 5.3.4 | Digitale Bildaufnahmen..... | 76 |
| 5.3.5 | Spiroergometrie..... | 76 |
| 5.4 | Weiterer Ablauf der Baustellenuntersuchung | 78 |
| 6 | Baustellenbeschreibung | 79 |
| 6.1 | Graz-Hallerschlossstraße/PERI Skydeck..... | 79 |
| 6.1.1 | Baustellenbericht-Zusammenfassung | 79 |
| 6.1.2 | Baufortschritt | 80 |
| 6.2 | Gleisdorf/Dokaflex | 83 |
| 6.2.1 | Baustellenbericht-Zusammenfassung | 83 |
| 6.2.2 | Baufortschritt | 84 |
| 6.3 | Salzburg-Strubergasse/Dokamatic-Tisch | 88 |
| 6.3.1 | Baustellenbericht-Zusammenfassung | 88 |
| 6.3.2 | Baufortschritt | 89 |

| | | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7 | Datenauswertung allgemein | 93 |
| 7.1 | Grundlagen der Datenauswertung | 93 |
| 7.1.1 | Auswahl bei eindimensionalem Datenmaterial | 93 |
| 7.1.2 | Auswertung bei mehrdimensionalem Datenmaterial | 94 |
| 7.1.3 | Graphische Darstellungsmethoden | 94 |
| 7.1.4 | Beurteilungsmöglichkeiten für die statistische Aussagekraft eindimensionaler Daten | 94 |
| 7.1.5 | Größe der Stichproben und statistische Kenngrößen der Sicherheit . | 94 |
| 7.1.5.1 | Große Stichproben | 95 |
| 7.1.5.2 | Kleine Stichproben..... | 96 |
| 7.2 | Übersicht über die Baustellendaten | 97 |
| 7.3 | Ebenen der Datenauswertung | 97 |
| 7.4 | Auswertung der persönlichen Daten der untersuchten Bauarbeiter... 99 | |
| 7.4.1 | Übersicht über die physiologischen Kenngrößen der Bauarbeiter | 99 |
| 7.4.2 | Alter..... | 99 |
| 7.4.3 | Gewicht | 101 |
| 7.4.4 | Body-Mass-Index (BMI) | 102 |
| 7.5 | Datenauswertungsklassen..... | 103 |
| 7.5.1 | Tätigkeitsverteilung (AK 1)..... | 104 |
| 7.5.2 | Auswertung der Leistungskenngrößen (AK 2)..... | 107 |
| 7.5.2.1 | Leistungswert LW und Aufwandswert AW..... | 108 |
| 7.5.2.2 | Ermittlung der Brutto-Leistungs- und Aufwandswerte aus den Baufortschritts-Aufzeichnungen | 108 |
| 7.5.2.3 | Ermittlung der Netto-Leistungs- und Aufwandswerte aus den Baustellenbeobachtungen | 109 |
| 7.5.3 | Herzfrequenzauswertung (AK 3) – Resultierende Belastung und Beanspruchung | 109 |
| 7.5.4 | Ergonomieauswertung (AK 4)..... | 111 |
| 7.6 | Aussagekraft der durchgeführten Datenerhebung..... | 112 |
| 8 | Datenauswertung Dokaflex 30 tec | 114 |
| 8.1 | Dokaflex – Tätigkeitsverteilung (AK1) | 114 |
| 8.1.1 | Dokaflex – Stundenweise Tätigkeitsverteilung | 115 |
| 8.1.2 | Beispielhafte Darstellung eines Arbeiters (TU 41) der Baustelle Gleisdorf mit dem Schalungssystem Dokaflex | 118 |
| 8.1.2.1 | Dokaflex – Tätigkeitsverteilung Ebene1 | 118 |
| 8.1.2.2 | Dokaflex – Tätigkeitsverteilung Ebene 2 | 121 |
| 8.1.2.3 | Dokaflex – Tätigkeitsverteilung Ebene 3 | 124 |
| 8.1.3 | Dokaflex – Tätigkeitsverteilung der gesamten Mannschaft..... | 126 |
| 8.1.3.1 | Dokaflex – Tätigkeitsverteilung Ebene 1 | 126 |
| 8.1.3.2 | Dokaflex – Tätigkeitsverteilung Ebene 2 | 128 |
| 8.1.3.3 | Dokaflex – Tätigkeitsverteilung Ebene 3 | 130 |
| 8.1.3.4 | Dokaflex – Tätigkeitsverteilung Ebene 4 | 132 |
| 8.2 | Dokaflex – Auswertung der Leistungskenngrößen (AK2) | 133 |
| 8.3 | Dokaflex- Herzfrequenzauswertung (AK 3) – Belastungen und resultierende Beanspruchungen | 137 |
| 8.3.1 | Dokaflex – Belastung – Herzfrequenzverlauf der Tätigkeitsgruppen | 137 |
| 8.3.1.1 | Dokaflex-Herzfrequenz der Kategorien und Tätigkeitsgruppen | 138 |
| 8.3.1.2 | Dokaflex – Herzfrequenzverlauf der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ | 139 |
| 8.3.1.3 | Herzfrequenzverlauf der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ | 140 |
| 8.3.2 | Dokaflex – Ergebnisse der Spiroergometrien | 141 |
| 8.3.3 | Dokaflex – Beanspruchung der Tätigkeiten..... | 142 |
| 8.3.3.1 | Dokaflex – Beanspruchung der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ | 142 |
| 8.3.3.2 | Dokaflex – Beanspruchung der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ | 144 |

| | | |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8.4 | Dokaflex – Ergonomische Auswertung (AK 4)..... | 145 |
| 8.4.1 | Dokaflex – LMM (Leitmerkmalmethode)..... | 146 |
| 8.4.1.1 | Dokaflex – LMM-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 1 | 146 |
| 8.4.1.2 | Dokaflex – LMM-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 2 | 148 |
| 8.4.1.3 | Dokaflex – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 4 | 148 |
| 8.4.1.4 | Dokaflex – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 3 | 152 |
| 8.4.1.5 | Dokaflex – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 0 | 154 |
| 8.4.2 | Dokaflex – AAWS-Formworks..... | 154 |
| 8.4.2.1 | Dokaflex – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 1 | 155 |
| 8.4.2.2 | Dokaflex – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 2 | 157 |
| 8.4.2.3 | Dokaflex – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 4 | 157 |
| 8.4.2.4 | Dokaflex – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 3 | 162 |
| 8.4.2.5 | Dokaflex-AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 0 | 164 |
| 9 | Datenauswertung Dokamatic | 165 |
| 9.1.1 | Dokamatic – Tätigkeitsverteilung (AK 1) | 165 |
| 9.1.2 | Dokamatic – Stundenweise Tätigkeitsverteilung | 166 |
| 9.1.3 | Dokamatic – Tätigkeitsverteilung-Gesamte Mannschaft..... | 168 |
| 9.1.3.1 | Dokamatic – Tätigkeitsverteilung Ebene 1 | 169 |
| 9.1.3.2 | Dokamatic – Tätigkeitsverteilung Ebene 2 | 170 |
| 9.1.3.3 | Dokamatic – Tätigkeitsverteilung Ebene 3 | 172 |
| 9.1.3.4 | Dokamatic – Tätigkeitsverteilung Ebene 4 | 174 |
| 9.2 | Dokamatic – Auswertung der Leistungskenngrößen (AK2) | 175 |
| 9.3 | Dokamatic – Herzfrequenzauswertung (AK 3) – Belastungen und resultierende Beanspruchungen | 178 |
| 9.4 | Dokamatic – Ergonomische Auswertung (AK4)..... | 178 |
| 9.4.1 | Dokamatic – LMM (Leitmerkmalmethode)..... | 179 |
| 9.4.1.1 | Dokamatic – LMM-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 1 | 179 |
| 9.4.1.2 | Dokamatic – LMM-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 2 | 181 |
| 9.4.1.3 | Dokamatic – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 4 | 181 |
| 9.4.1.4 | Dokamatic – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 3 | 185 |
| 9.4.1.5 | Dokamatic – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 0 | 187 |
| 9.4.2 | Dokamatic – AAWS-Formworks..... | 187 |
| 9.4.2.1 | Dokamatic – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 1 | 187 |
| 9.4.2.2 | Dokamatic – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 2..... | 189 |
| 9.4.2.3 | Dokamatic – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 4..... | 190 |
| 9.4.2.4 | Dokamatic – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 3..... | 194 |
| 9.4.2.5 | Dokamatic – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 0..... | 196 |
| 10 | Datenauswertung PERI Skydeck | 197 |
| 10.1 | PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung (AK1)..... | 197 |
| 10.1.1 | PERI Skydeck – Stundenweise Tätigkeitsverteilung | 198 |
| 10.1.2 | PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung der gesamten Mannschaft..... | 201 |
| 10.1.2.1 | PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung Ebene 1 | 201 |
| 10.1.2.2 | PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung Ebene 2 | 203 |
| 10.1.2.3 | PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung Ebene 3 | 205 |
| 10.1.2.4 | PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung Ebene 4 | 207 |
| 10.2 | PERI Skydeck - Auswertung der Leistungskenngrößen (AK2) | 209 |
| 10.3 | PERI Skydeck – Herzfrequenzauswertung (AK 3) Belastungen und resultierende Beanspruchungen | 212 |
| 10.3.1 | PERI Skydeck – Belastung - Herzfrequenzverlauf der Tätigkeitsgruppen | 212 |
| 10.3.1.1 | PERI Skydeck – Belastung-Herzfrequenz der Kategorien und Tätigkeitsgruppen | 213 |

| | | |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 10.3.1.2 | Herzfrequenzverlauf der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ | 213 |
| 10.3.1.3 | Herzfrequenzverlauf der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ | 214 |
| 10.3.2 | PERI Skydeck – Ergebnisse der Spiroergometrien | 215 |
| 10.3.3 | PERI Skydeck – Beanspruchung der Tätigkeiten | 216 |
| 10.3.3.1 | Beanspruchung der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ | 216 |
| 10.3.3.2 | Beanspruchung der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ | 218 |
| 10.4 | PERI Skydeck – Ergonomische Auswertung (AK 4) | 219 |
| 10.4.1 | PERI Skydeck – LMM (Leitmerkalmethode) | 219 |
| 10.4.1.1 | PERI Skydeck – LMM-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 1 | 219 |
| 10.4.1.2 | PERI Skydeck – LMM-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 2 | 221 |
| 10.4.1.3 | PERI Skydeck – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 4 | 222 |
| 10.4.1.4 | PERI Skydeck – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 3 | 226 |
| 10.4.1.5 | PERI Skydeck – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 0 | 228 |
| 10.4.2 | PERI Skydeck – AAWS-Formworks | 228 |
| 10.4.2.1 | PERI Skydeck – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 1 | 228 |
| 10.4.2.2 | PERI Skydeck -AAWS-F-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 2 | 230 |
| 10.4.2.3 | PERI Skydeck – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 4 | 232 |
| 10.4.2.4 | PERI Skydeck – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 3 | 236 |
| 10.4.2.5 | PERI Skydeck – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 0 | 238 |
| 11 | Datenanalyse-Verfahrensvergleich | 239 |
| 11.1 | Übersichtsblatt | 239 |
| 11.2 | Verfahrensvergleich: Verteilung und Abfolge von Tätigkeiten (AK1) | 239 |
| 11.3 | Verfahrensvergleich: Aufwandswert [Std/m ²] und Leistungswert [m ² /Std] (AK2) | 240 |
| 11.3.1 | Herleitung der Vergleichswerte aus den Ausgangsliteraturwerten | 241 |
| 11.3.2 | Vergleich der erhobenen Leistungskenngrößen der Schalungssysteme untereinander und mit Leistungskenngrößen aus der Literatur | 243 |
| 11.4 | Verfahrensvergleich: Herzfrequenzauswertung – Resultierende Belastung (AK3) | 245 |
| 11.4.1 | Herzfrequenzverlauf | 245 |
| 11.5 | Verfahrensvergleich: Ergonomische Beurteilung der Systeme | 246 |
| 11.5.1 | Vergleich der Ergonomieuntersuchungsmethoden | 247 |
| 11.5.1.1 | LMM | 247 |
| 11.5.1.2 | AAWS-Formworks | 247 |
| 11.5.1.3 | Eignung | 247 |
| 11.5.2 | Verfahrensvergleich: LMM-Methode | 248 |
| 11.5.3 | Verfahrensvergleich: AAWS-Formworks-Methode | 249 |
| 11.5.4 | Ergonomieauswertung – Analyse der ergonomisch kritischen Tätigkeiten der untersuchten Deckenschalungssysteme | 250 |
| 11.5.5 | Richtiges Ausführen von Tätigkeiten mit mehreren Ausführungsmöglichkeiten | 254 |
| 11.5.5.1 | Transporttätigkeiten | 254 |
| 11.5.5.2 | Rahmenelement einlegen (PERI Skydeck) | 255 |
| 11.5.6 | Lösungsansätze zur Verbesserung der Ergonomie | 255 |
| 11.5.6.1 | Gewichtsreduktion der Systemkomponenten | 255 |
| 11.5.6.2 | Querschnittsoptimierung der Systemkomponenten | 256 |
| 11.5.6.3 | Forcierung von Modullösungen | 256 |
| 11.5.6.4 | Entwicklung von Hilfsmitteln für horizontalen und vertikalen Transport und Montage/Demontage | 257 |
| 11.5.6.5 | Zusammenfassung | 257 |
| 11.6 | Relation zwischen Ergonomiewert und geschalter Fläche bzw. Aufwandswert der untersuchten Systeme | 257 |

| | | |
|------------|--------------------------------------------------------|------------|
| 11.7 | Bewertung der Schalungssysteme..... | 259 |
| 11.7.1 | Dokaflex 1-2-4 | 259 |
| 11.7.2 | Dokamatic | 260 |
| 11.7.3 | PERI Skydeck..... | 261 |
| 12 | Zusammenfassung und Ausblick | 262 |
| A.1 | Anhang | 264 |
| A.1.1 | Übersichtsblatt der Auswertungen | 264 |
| A.1.2 | Tätigkeitslisten Schalungssystem Dokaflex..... | 265 |
| A.1.3 | Tätigkeitslisten Schalungssystem Dokamatic-Tisch | 269 |
| A.1.4 | Tätigkeitslisten Schalungssystem PERI Skydeck..... | 273 |
| A.2 | Ergonomieanalyse Detail | 276 |
| A.2.1 | Aufschlüsselung der kombinierten Tätigkeiten | 276 |
| A.2.2 | Vidosequenzanalyse..... | 277 |
| A.2.3 | Auswertungs-Sheets: AAWS-Formworks und LMM | 277 |
| A.3 | Detaillierte Baustellenberichte | 278 |
| A.3.1 | Gleisdorf/Dokaflex | 278 |
| A.3.2 | Salzburg/Dokamatic-Tisch | 282 |
| A.3.3 | Hallerschloss/ PERI Skydeck..... | 287 |
| | Literaturverzeichnis | 291 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 2-1: | Deckenschalungen - Systematische Einteilung | 5 |
| Bild 3-1: | Arbeitsvorbereitung für Schalarbeiten im Regelkreis | 8 |
| Bild 3-2: | Vorgangsschema für den differenzierten Schalungsvergleich | 10 |
| Bild 3-3: | Kostenanteile der Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten. Aufteilung in Lohn und Gerät + Material | 12 |
| Bild 3-4: | Belastungs- und Beanspruchungskonzept nach Rohmert | 13 |
| Bild 3-5: | Mechanisches Ersatzmodell zum Belastungs-Beanspruchungs- Konzept..... | 14 |
| Bild 3-6: | Die Phasen der Energiebereitstellung | 16 |
| Bild 3-7: | Deckenschalungselement Stütze..... | 18 |
| Bild 3-8: | Deckenschalungselement Träger | 18 |
| Bild 3-9: | Deckenschalungselement Schalttafel | 18 |
| Bild 3-10: | Gliederung des Arbeitsablaufs nach REFA..... | 20 |
| Bild 3-11: | Einflussbereiche auf die Leistung nach Hofstadler | 25 |
| Bild 3-12: | Maßgebende Einflüsse auf Aufwandswerte – Auswahl für Schalarbeiten..... | 26 |
| Bild 3-13: | Ergonomie – Teilaspekte | 30 |
| Bild 3-14: | Arbeitshaltung – Abweichung zwischen Blutbedarf und tatsächlicher Durchblutung | 32 |
| Bild 3-15: | Richtige und falsche Ausführung von Hebe- und Tragetätigkeiten | 33 |
| Bild 3-16: | Formblatt Leitmerkmalmethode Heben, Halten, Tragen | 35 |
| Bild 3-17: | Bewertungstabelle aus dem Formblatt der LMM Heben, Halten, Tragen | 36 |
| Bild 3-18: | adaptiertes LMM-Formblatt..... | 37 |
| Bild 3-19: | AAWS – Beispiel Worksheet Vorderseite | 40 |
| Bild 3-20: | AAWS – Beispiel Worksheet Vorderseite | 41 |
| Bild 3-21: | AAWS-Formworks Sheet - gesamt | 43 |
| Bild 3-22: | AAWS-Formworks Sheet - Teil 0 Titelteil..... | 44 |
| Bild 3-23: | AAWS-Formworks Sheet - Teil A Haltungsteil..... | 44 |
| Bild 3-24: | AAWS-Formworks Sheet - Teil B Kräfteteil..... | 44 |
| Bild 3-25: | AAWS-Formworks Sheet - Teil C Lastenteil | 45 |
| Bild 3-26: | AAWS-Formworks Sheet – Auswertungsteil..... | 45 |
| Bild 3-27: | Schwellenwerte für die ergonomische Beurteilung von Tätigkeiten und Systemen | 45 |
| Bild 4-1: | Ablaufdiagramm Dokaflex Einschalen | 51 |
| Bild 4-2: | Ablaufdiagramm Dokaflex Ausschalen | 53 |
| Bild 4-3: | Ablaufdiagramm Dokamatic-Tisch Einschalen..... | 55 |
| Bild 4-4: | Ablaufdiagramm Dokamatic-Tisch Ausschalen..... | 57 |
| Bild 4-5: | Ablaufdiagramm Dokadek Einschalen | 59 |
| Bild 4-6: | Ablaufdiagramm Dokadek Ausschalen | 61 |

| | | |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Bild 4-7: | Ablaufdiagramm PERI Skydeck Einschalen | 63 |
| Bild 4-8: | Ablaufdiagramm PERI Skydeck Ausschalen | 65 |
| Bild 5-1: | Untersuchungsdesign (modifiziert nach Schlagbauer)..... | 68 |
| Bild 5-2: | Herzfrequenz (rot), O ₂ -Aufnahme (Pink), CO ₂ -Abgabe (Türkis), Laktat (blau) und Atemminutenvolumen (grün) während der spiroergometrischen Belastung | 71 |
| Bild 5-3: | Ausschnitt eines nicht ausfüllten Datenerhebungsbogens..... | 73 |
| Bild 5-4: | Ausgefüllter Datenerhebungsbogen auf einer Baustelle für den Zeitraum von Stunde 1-5 | 74 |
| Bild 5-5: | Auszug eines digitalisierten Beispiel-DEB | 75 |
| Bild 5-6: | Beispiel für ein Untersuchungsprotokoll (Seite 1) mit Markierungen von ausgewählten Daten | 77 |
| Bild 7-1: | Ebenen der Datenauswertung | 98 |
| Bild 7-2: | Zusammenhang der Datenauswertungsebenen | 98 |
| Bild 7-3: | Häufigkeitsverteilung des Alters der BauarbeiterInnen der Untersuchung und in Österreich (gesamt) | 101 |
| Bild 7-4: | Boxplot – Gewicht der untersuchten Bauarbeiter in [kg] | 102 |
| Bild 7-5: | Boxplot – BMI der untersuchten Bauarbeiter in [kg/m ²] im Vergleich mit den BMI Schwellenwerten..... | 103 |
| Bild 7-6: | Ausschnitt DEB mit eingetragenen Herzfrequenzwerten | 110 |
| Bild 7-7: | Bewertungsskala mit Schwellenwerten nach Wichtl | 112 |
| Bild 8-1: | Dokaflex- Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Kategorieebene | 116 |
| Bild 8-2: | Dokaflex- Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten der Kategorie „Tätigkeit“ | 117 |
| Bild 8-3: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU41 in Kategorieebene | 119 |
| Bild 8-4: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 1.2: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 in Grundzeit, Verteilzeit, Erholungszeit und nicht erkennbar | 120 |
| Bild 8-5: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 in Unterkategorieebene..... | 122 |
| Bild 8-6: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 der Kategorie „Tätigkeit“ | 123 |
| Bild 8-7: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Einteilung der Tätigkeiten des AN1 in Prozessgruppen..... | 125 |
| Bild 8-8: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Kategorieebene | 126 |
| Bild 8-9: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 1.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Grundzeit, Verteilzeit, Erholungszeit und nicht erkennbar | 127 |
| Bild 8-10: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Unterkategorieebene. | 128 |
| Bild 8-11: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft der Kategorie „Tätigkeit“ | 129 |
| Bild 8-12: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Prozessgruppen | 131 |

| | | |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Bild 8-13: | Dokaflex – Boxplot Leistungswert..... | 135 |
| Bild 8-14: | Dokaflex – Boxplot Aufwandswert | 135 |
| Bild 8-15: | Dokaflex-Herzfrequenzauswertung-Stundenweise mittlere Herzfrequenz der Mannschaft der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ ... | 139 |
| Bild 8-16: | Dokaflex-Herzfrequenzauswertung-Mittlere Herzfrequenz der untersuchten Arbeiter der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ | 140 |
| Bild 8-17: | Dokaflex-Herzfrequenzauswertung-Stundenweise mittlere Herzfrequenz der Mannschaft der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ | 140 |
| Bild 8-18: | Dokaflex-Herzfrequenzauswertung-Mittlere Herzfrequenz der untersuchten Arbeiter der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ | 141 |
| Bild 8-19: | Dokaflex-Herzfrequenzauswertung-Stundenweiser Mittelwert von %HFLTP1 der Mannschaft der Tätigkeitsgruppe „Schalen“. | 143 |
| Bild 8-20: | Dokaflex-Herzfrequenzauswertung-Mittelwert von %HFLTP1 der untersuchten Arbeiter der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ | 143 |
| Bild 8-21: | Dokaflex-Herzfrequenzauswertung-Stundenweise Mittelwert von %HFLTP1 der Mannschaft der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ | 144 |
| Bild 8-22: | Dokaflex-Herzfrequenzauswertung-Mittelwert von %HFLTP1 der untersuchten Arbeiter der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ | 145 |
| Bild 8-23: | Dokaflex-LMM-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 1: Ausgewertetes Sheet der Tätigkeit „Stütze stellen“ | 147 |
| Bild 8-24: | Dokaflex-AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 1: Beispiel-Sheet der Tätigkeit „Stütze stellen“ | 156 |
| Bild 9-1: | Dokamatic- Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Kategorieebene | 167 |
| Bild 9-2: | Abbildung Dokamatic- Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten der Kategorie „Tätigkeit“ | 168 |
| Bild 9-3: | Dokamatic-Tätigkeitsverteilung-Ebene1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Kategorieebene | 169 |
| Bild 9-4: | Dokamatic-Tätigkeitsverteilung-Ebene1.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Grundzeit, Verteilzeit, Erholungszeit und nicht erkennbar | 170 |
| Bild 9-5: | Dokamatic-Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Unterkategorieebene. | 171 |
| Bild 9-6: | Dokamatic-Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft der Kategorie „Tätigkeit“ | 172 |
| Bild 9-7: | Dokamatic-Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Prozessgruppen | 173 |
| Bild 9-8: | Dokamatic-Boxplot-Leistungswert | 176 |
| Bild 9-9: | Dokamatic-Boxplot-Aufwandswert | 176 |
| Bild 9-10: | Dokamatic- LMM-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 1: Ausgewertetes Sheet der Tätigkeit „Einschubträger montieren“. | 180 |
| Bild 9-11: | Dokamatic-AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 1: Beispiel-Sheet der Tätigkeit „Einschubträger montieren“ | 188 |
| Bild 10-1: | PERI Skydeck - Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Kategorieebene | 199 |

| | | |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Bild 10-2: | PERI Skydeck - Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten der Kategorie „Tätigkeit“ | 200 |
| Bild 10-3: | PERI Skydeck -Tätigkeitsverteilung-Ebene1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Kategorieebene | 202 |
| Bild 10-4: | PERI Skydeck -Tätigkeitsverteilung-Ebene1.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Grundzeit, Verteilzeit, Erholungszeit und nicht erkennbar | 202 |
| Bild 10-5: | PERI Skydeck -Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Unterkategorieebene. | 204 |
| Bild 10-6: | PERI Skydeck -Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft der Kategorie „Tätigkeit“ | 205 |
| Bild 10-7: | PERI Skydeck -Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Prozessgruppen | 206 |
| Bild 10-8: | PERI Skydeck-Boxplot Aufwandswert | 210 |
| Bild 10-9: | PERI Skydeck-Boxplot Leistungswert..... | 210 |
| Bild 10-10: | PERI Skydeck-Herzfrequenzauswertung-Stundenweise mittlere Herzfrequenz der Mannschaft der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ ... | 214 |
| Bild 10-11: | PERI Skydeck-Herzfrequenzauswertung-Mittlere Herzfrequenz der untersuchten Arbeiter der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ | 214 |
| Bild 10-12: | PERI Skydeck-Herzfrequenzauswertung-Stundenweise mittlere Herzfrequenz der Mannschaft der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ | 215 |
| Bild 10-13: | PERI Skydeck-Herzfrequenzauswertung-Mittlere Herzfrequenz der untersuchten Arbeiter der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ | 215 |
| Bild 10-14: | PERI Skydeck-Herzfrequenzauswertung-Stundenweiser Mittelwert von %HF _{LTP1} der Mannschaft der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ | 217 |
| Bild 10-15: | PERI Skydeck-Herzfrequenzauswertung-Mittelwert von %HF _{LTP1} der untersuchten Arbeiter der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ | 217 |
| Bild 10-16: | PERI Skydeck - Herzfrequenzauswertung-Stundenweise Mittelwert von %HF _{LTP1} der Mannschaft der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ | 218 |
| Bild 10-17: | PERI Skydeck - Herzfrequenzauswertung-Mittelwert von %HF _{LTP1} der untersuchten Arbeiter der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ | 218 |
| Bild 10-18: | PERI Skydeck -LMM-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 1: Ausgewertetes Sheet der Tätigkeit „Rahmenelement montieren“21 | |
| Bild 10-19: | PERI Skydeck -AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 1: Beispiel-Sheet der Tätigkeit „Rahmenelement montieren“ | 229 |
| Bild 11-1: | Übersichtsblatt über die Ergebnisse der AK1-4 | 239 |
| Bild 11-2: | Gegenüberstellung und Vergleich der Tätigkeitsverteilung-Ebene 1-3 der untersuchten Schalungssysteme | 239 |
| Bild 11-3: | Einfluss der Grundrissformen von 1-7 auf den Aufwandswert (1=sehr einfach; 7=sehr komplex) adaptiert nach Hofstadler..... | 241 |
| Bild 11-4: | Gegenüberstellung der Aufwandswerte und Vergleich mit Literaturwerten | 243 |

| | | |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Bild 11-5: | Gegenüberstellung der Leistungswerte und Vergleich mit Literaturwerten..... | 244 |
| Bild 11-6: | Gegenüberstellung und Vergleich des relativen Herzfrequenzverlaufes der gesamten Mannschaft der untersuchten Schalungssysteme | 246 |
| Bild 11-7: | Gegenüberstellung und Vergleich der LMM-Ergonomieergebnisse der untersuchten Schalungssysteme | 248 |
| Bild 11-8: | Gegenüberstellung und Vergleich der AAWS-F-Ergonomieergebnisse der untersuchten Schalungssysteme | 249 |
| Bild 11-9: | Querschnittsoptimierung..... | 256 |
| Bild 11-10: | Kielsteg Bauelemente | 256 |
| Bild 11-11: | LMM+AAWS-F-Ergonomiewert in Abhängigkeit der geschalteten Fläche | 259 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 3-1: | Ablaufgliederung nach REFA..... | 22 |
| Tabelle 3-2: | Einteilung der Vorgänge des Arbeitsablaufs nach Schlagbauer ... | 23 |
| Tabelle 3-3: | Tätigkeitsgliederung des Schalungsvorgangs in Anlehnung an Schlagbauer..... | 24 |
| Tabelle 5-1: | Beispiel-Tätigkeitsliste mit Bildern (Für einfache Anwendung und Zuordnung der Tätigkeiten auf der Baustelle)..... | 72 |
| Tabelle 6-1: | Wetterdaten Hallerschloss | 79 |
| Tabelle 6-2: | Baufortschritt Hallerschloss AT1 | 81 |
| Tabelle 6-3: | Baufortschritt Hallerschloss AT2 | 81 |
| Tabelle 6-4: | Baufortschritt Hallerschloss AT3 | 82 |
| Tabelle 6-5: | Baufortschritt Hallerschloss AT4 | 82 |
| Tabelle 6-6: | Baufortschritt Hallerschloss AT5 | 83 |
| Tabelle 6-7: | Wetterdaten Gleisdorf | 84 |
| Tabelle 6-8: | Baufortschritt Gleisdorf AT1 | 85 |
| Tabelle 6-9: | Baufortschritt Gleisdorf AT2 | 86 |
| Tabelle 6-10: | Baufortschritt Gleisdorf AT3 | 87 |
| Tabelle 6-11: | Baufortschritt Gleisdorf AT4 | 87 |
| Tabelle 6-12: | Baufortschritt Gleisdorf AT5 | 88 |
| Tabelle 6-13: | Wetterdaten Salzburg | 89 |
| Tabelle 6-14: | Baufortschritt Salzburg AT1 | 90 |
| Tabelle 6-15: | Baufortschritt Salzburg AT2 | 90 |
| Tabelle 6-16: | Baufortschritt Salzburg AT3 | 91 |
| Tabelle 6-17: | Baufortschritt Salzburg AT4 | 91 |
| Tabelle 6-18: | Baufortschritt Salzburg AT5 | 92 |
| Tabelle 7-1: | p- und q-Anteile der Kategorien und Unterkategorien für große Stichproben nach Schlagbauer..... | 96 |
| Tabelle 7-2: | Baustellendaten Gesamtübersicht | 97 |
| Tabelle 7-3: | Physiologische Daten der Arbeiter..... | 99 |
| Tabelle 7-4: | Altersverteilung der untersuchten Bauarbeiter..... | 100 |
| Tabelle 7-5: | Altersverteilung nach BUAK..... | 100 |
| Tabelle 7-6: | Ebene 1 – Einteilung in Kategorieebene..... | 104 |
| Tabelle 7-7: | Ebene 1 - Unterteilung der Unterbrechungszeit..... | 104 |
| Tabelle 7-8: | Ebene 2 – Einteilung in Unterkategorieebene..... | 105 |
| Tabelle 7-9: | Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Einteilung in Prozessgruppen..... | 106 |
| Tabelle 7-10: | Tätigkeitsverteilung - Ebene 4: Darstellung der Häufigkeit der einzelnen Tätigkeiten..... | 107 |
| Tabelle 8-1: | Übersicht der Datensätze über die Tätigkeitsverteilung des Schalungssystems Dokaflex 30 tec | 114 |
| Tabelle 8-2: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 0: Häufigkeit der Tätigkeitsgruppen und zugehörige Varianzen..... | 115 |

| | | |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 8-3: | Dokaflex- Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Kategorieebene relativ..... | 115 |
| Tabelle 8-4: | Dokaflex- Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Unterkategorieebene relativ | 116 |
| Tabelle 8-5: | Dokaflex- Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten der Kategorie „Tätigkeit“ relativ | 117 |
| Tabelle 8-6: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 in Kategorieebene absolut | 118 |
| Tabelle 8-7: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 in Kategorieebene relativ | 118 |
| Tabelle 8-8: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 in Unterkategorieebene absolut | 121 |
| Tabelle 8-9: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 in Unterkategorieebene relativ | 121 |
| Tabelle 8-10: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 der Kategorie „Tätigkeit“ absolut..... | 122 |
| Tabelle 8-11: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 der Kategorie „Tätigkeit“ relativ | 123 |
| Tabelle 8-12: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Einteilung der Tätigkeiten des AN1 in Prozessgruppen absolut | 124 |
| Tabelle 8-13: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Einteilung der Tätigkeiten des AN1 in Prozessgruppen relativ | 124 |
| Tabelle 8-14: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Kategorieebene absolut und relativ..... | 126 |
| Tabelle 8-15: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Unterkategorieebene absolut und relativ..... | 128 |
| Tabelle 8-16: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft der Kategorie „Tätigkeit“ absolut und relativ..... | 129 |
| Tabelle 8-17: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Prozessgruppen absolut | 130 |
| Tabelle 8-18: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Prozessgruppen relativ..... | 130 |
| Tabelle 8-19: | Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 4: Häufigkeit der einzelnen Tätigkeiten der gesamten Mannschaft..... | 132 |
| Tabelle 8-20: | Leistungskenngrößen gesamt des Schalungssystems Dokaflex 30 tec..... | 134 |
| Tabelle 8-21: | Detaillleistungskenngrößen des Schalungssystems Dokaflex 30 tec..... | 135 |
| Tabelle 8-22: | Dokaflex-Leistungskenngrößen: Brutto und Netto Leistungs- und Aufwandswerte der Tätigkeitsgruppen „Schalen“ und „Vorbereiten Schalen“ | 136 |
| Tabelle 8-23: | Dokaflex-Durchschnittlicher Puls der Tätigkeitsgruppen inklusive Varianzen (Eintrittswahrscheinlichkeit=90 %, $t=1,64$, p und q wie in Grundlagen beschrieben) | 138 |
| Tabelle 8-24: | Dokaflex-Spiroergometriedaten der gesamten Mannschaft..... | 142 |

| | | |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 8-25: | Überblick über die erhobenen Datensätze und Grundlagen der Ergonomieauswertung..... | 146 |
| Tabelle 8-26: | Dokaflex-LMM-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 2: Beispiel- Videosequenzliste der Tätigkeit "Stütze stellen" | 148 |
| Tabelle 8-27: | Dokaflex – LMM Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Ergebnisse in Prozessgruppen..... | 149 |
| Tabelle 8-28: | Dokaflex – LMM Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Gesamtergebnisse | 151 |
| Tabelle 8-29: | Dokaflex-LMM-Ergonomieauswertung-Ebene 3: Detailergebnisse dargestellt in einzelnen Tätigkeiten, Prozessgruppen und als Gesamtwert..... | 152 |
| Tabelle 8-30: | Dokaflex-LMM-Ergonomieauswertung-Ebene 0: Ergebnisse dargestellt in Tätigkeitsgruppen | 154 |
| Tabelle 8-31: | Dokaflex-AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 2: Beispiel-Videosequenzliste der Tätigkeit „Stütze stellen“ | 157 |
| Tabelle 8-32: | Dokaflex – AAWS-Formworks Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Ergebnisse in Prozessgruppen G1-G4 | 158 |
| Tabelle 8-33: | Dokaflex – AAWS-Formworks Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Ergebnisse in Prozessgruppen G5-G6 | 159 |
| Tabelle 8-34: | Dokaflex – AAWS-Formworks Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Gesamtergebnisse | 161 |
| Tabelle 8-35: | Dokaflex-AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ebene 3: Detailergebnisse dargestellt in einzelnen Tätigkeiten, Prozessgruppen und als Gesamtwert..... | 162 |
| Tabelle 8-36: | Dokaflex-AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ebene 0: Ergebnisse dargestellt in Tätigkeitsgruppen | 164 |
| Tabelle 9-1: | Übersicht der Datensätze über die Tätigkeitsverteilung des Schalungssystems Dokamatic | 165 |
| Tabelle 9-2: | Dokamatic-Tätigkeitsverteilung-Ebene 0: Häufigkeit der Tätigkeitsgruppen und zugehörige Varianzen..... | 166 |
| Tabelle 9-3: | Dokamatic- Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Kategorieebene relativ..... | 166 |
| Tabelle 9-4: | Dokamatic- Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Unterkategorieebene relativ | 167 |
| Tabelle 9-5: | Dokamatic- Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten der Kategorie „Tätigkeit“ relativ | 168 |
| Tabelle 9-6: | Dokamatic-Tätigkeitsverteilung-Ebene1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Kategorieebene absolut und relativ..... | 169 |
| Tabelle 9-7: | Dokamatic-Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Unterkategorieebene absolut und relativ..... | 170 |
| Tabelle 9-8: | Dokamatic-Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft der Kategorie „Tätigkeit“ absolut und relativ..... | 171 |
| Tabelle 9-9: | Dokamatic-Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Prozessgruppen absolut und relativ..... | 172 |
| Tabelle 9-10: | Dokamatic-Tätigkeitsverteilung-Ebene 4: Häufigkeit der einzelnen Tätigkeiten der gesamten Mannschaft..... | 174 |

| | | |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 9-11: | Leistungskenngrößen gesamt des Schalungssystems Dokamatic..... | 175 |
| Tabelle 9-12: | Darstellung der Leistungskenngrößen des Schalungssystems Dokamatic im Detail..... | 177 |
| Tabelle 9-13: | Brutto und Netto Leistungs- und Aufwandswerte des Schalungssystems Dokamatic-Tisch für die Tätigkeitsgruppen „Schalen“ sowie „Vorbereiten Schalen“ | 178 |
| Tabelle 9-14: | Überblick über die erhobenen Datensätze und Grundlagen der Ergonomieauswertung | 179 |
| Tabelle 9-15: | Dokamatic- LMM-Ergonomieauswertung-Ebene 2: Beispiel- Videosequenzliste der Tätigkeit "Einschubträger montieren" | 181 |
| Tabelle 9-16: | Dokamatic-Tisch – LMM-Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Ergebnisse in Prozessgruppen..... | 182 |
| Tabelle 9-17: | Dokamatic-Tisch – LMM-Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Gesamtergebnisse | 184 |
| Tabelle 9-18: | Dokamatic-LMM-Ergonomieauswertung-Ebene 3: Detailergebnisse dargestellt in einzelnen Tätigkeiten, Prozessgruppen und als Gesamtwert..... | 185 |
| Tabelle 9-19: | Dokamatic-LMM-Ergonomieauswertung-Ebene 0: Ergebnisse dargestellt in Tätigkeitsgruppen | 187 |
| Tabelle 9-20: | Dokamatic-AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 2: Beispiel-Videosequenzliste der Tätigkeit „Einschubträger montieren“ | 190 |
| Tabelle 9-21: | Dokamatic-Tisch – AAWS-Formworks Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Ergebnisse in Prozessgruppen | 191 |
| Tabelle 9-22: | Dokamatic-Tisch – AAWS-Formworks Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Gesamtergebnisse | 193 |
| Tabelle 9-23: | Dokamatic-AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ebene 3: Detailergebnisse dargestellt in einzelnen Tätigkeiten, Prozessgruppen und als Gesamtwert..... | 194 |
| Tabelle 9-24: | Dokamatic-AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ebene 0: Ergebnisse dargestellt in Tätigkeitsgruppen | 196 |
| Tabelle 10-1: | Übersicht der Datensätze über die Tätigkeitsverteilung des Schalungssystems PERI Skydeck..... | 197 |
| Tabelle 10-2: | PERI Skydeck -Tätigkeitsverteilung-Ebene 0: Häufigkeit der Tätigkeitsgruppen und zugehörige Varianzen..... | 198 |
| Tabelle 10-3: | PERI Skydeck - Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Kategorieebene relativ | 199 |
| Tabelle 10-4: | PERI Skydeck - Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Unterkategorieebene relativ | 199 |
| Tabelle 10-5: | PERI Skydeck - Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten der Kategorie „Tätigkeit“ relativ | 200 |
| Tabelle 10-6: | PERI Skydeck -Tätigkeitsverteilung-Ebene1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Kategorieebene absolut und relativ..... | 201 |
| Tabelle 10-7: | PERI Skydeck -Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Unterkategorieebene absolut und relativ..... | 203 |
| Tabelle 10-8: | PERI Skydeck -Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft der Kategorie „Tätigkeit“ absolut und relativ..... | 204 |

| | | |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 10-9: | PERI Skydeck -Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Prozessgruppen absolut | 205 |
| Tabelle 10-10: | PERI Skydeck -Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Prozessgruppen relativ | 206 |
| Tabelle 10-11: | PERI Skydeck -Tätigkeitsverteilung-Ebene 4: Häufigkeit der einzelnen Tätigkeiten der gesamten Mannschaft..... | 207 |
| Tabelle 10-12: | Leistungskenngrößen gesamt des Schalungssystems PERI Skydeck | 209 |
| Tabelle 10-13: | Leistungskenngrößen im Detail des Schalungssystems PERI Skydeck | 211 |
| Tabelle 10-14: | Brutto und Netto Leistungs-und Aufwandswerte des Schalungssystems PERI Skydeck für die Tätigkeitsgruppen „Schalen“ sowie „Vorbereiten Schalen“ | 212 |
| Tabelle 10-15: | PERI Skydeck-Durchschnittlicher Puls der Tätigkeitsgruppen inklusive Varianzen (p und q wie in Grundlagen beschrieben) ... | 213 |
| Tabelle 10-16: | PERI Skydeck - Spiroergometriedaten der gesamten Mannschaft | 216 |
| Tabelle 10-17: | Überblick über die erhobenen Datensätze und Grundlagen der Ergonomieauswertung | 219 |
| Tabelle 10-18: | PERI Skydeck -LMM-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 2: Beispiel- Videosequenzliste der Tätigkeit "Rahmenelement montieren" | 222 |
| Tabelle 10-19: | PERI Skydeck – LMM-Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Ergebnisse in Prozessgruppen..... | 223 |
| Tabelle 10-20: | PERI Skydeck – LMM-Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Gesamtergebnisse | 225 |
| Tabelle 10-21: | PERI Skydeck - LMM-Ergonomieauswertung-Ebene 3: Detailergebnisse dargestellt in einzelnen Tätigkeiten, Prozessgruppen und als Gesamtwert | 226 |
| Tabelle 10-22: | PERI Skydeck -LMM-Ergonomieauswertung-Ebene 0: Ergebnisse dargestellt in Tätigkeitsgruppen | 228 |
| Tabelle 10-23: | PERI Skydeck -AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 2: Beispiel-Videosequenzliste der Tätigkeit „Rahmenelement montieren“ | 231 |
| Tabelle 10-24: | PERI Skydeck – AAWS-Formworks-Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Ergebnisse in Prozessgruppen | 233 |
| Tabelle 10-25: | PERI Skydeck – AAWS-Formworks-Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Gesamtergebnisse | 235 |
| Tabelle 10-26: | PERI Sydeck-AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ebene 3: Detailergebnisse dargestellt in einzelnen Tätigkeiten, Prozessgruppen und als Gesamtwert..... | 236 |
| Tabelle 10-27: | PERI Skydeck-AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ebene 0: Ergebnisse dargestellt in Tätigkeitsgruppen | 238 |
| Tabelle 11-1: | Darstellung der Vergleichsaufwandswerte aus der Literatur sowie Modifizierung selbiger mit dem geometrischen Faktor nach Hofstadler..... | 241 |
| Tabelle 11-2: | Temperatureinflussfaktor beim Schalungssystem PERI Skydeck | 242 |
| Tabelle 11-3: | Gegenüberstellung der Leistungskenngrößen und Vergleich mit Literaturwerten..... | 243 |

| | | |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 11-4: | Ergonomieauswertung-Ebene5- Kritische Tätigkeiten der Prozessgruppe G1:Stütze..... | 250 |
| Tabelle 11-5: | Ergonomieauswertung - Ebene5 - Kritische Tätigkeiten der Prozessgruppe G2:Passflächen + Aussparung | 251 |
| Tabelle 11-6: | Ergonomieauswertung-Ebene5- Kritische Tätigkeiten der Prozessgruppe G3:DRAS+Deckenanschlüsse | 251 |
| Tabelle 11-7: | Ergonomieauswertung-Ebene5- Kritische Tätigkeiten der Prozessgruppe G4:Schalttafel/Deckentisch/Rahmenelement..... | 252 |
| Tabelle 11-8: | Ergonomieauswertung-Ebene5- Kritische Tätigkeiten der Prozessgruppe G5: Träger | 253 |
| Tabelle 11-9: | Ergonomieauswertung – Ebene 5- Kritische Tätigkeiten der Prozessgruppe G6:Vorbereiten + Nacharbeiten allgemein..... | 254 |
| Tabelle 11-10: | LMM- Relation zwischen Ergonomiewert und Geschalter Fläche bzw. Aufwandswert der untersuchten Systeme | 258 |
| Tabelle 11-11: | AAWS-F- Relation zwischen Ergonomiewert und Geschalter Fläche bzw. Aufwandswert der untersuchten Systeme | 258 |
| Tabelle 12-1: | Ergonomiewert der kombinierten Tätigkeit "Deckenrandabschalung herstellen/vorbereiten" | 276 |
| Tabelle 12-2: | Ergonomiewert der kombinierten Tätigkeit "Passflächen herstellen/vorbereiten" | 276 |
| Tabelle 12-3: | Ergonomiewert der kombinierten Tätigkeit "Passflächen montieren" | 277 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| [#] | Stück |
| [d] | Tag |
| [h] | Zeitstunde |
| [kg] | Kilogramm |
| m | Meter |
| [min] | Minuten |
| [S/min] | Schläge pro Minute |
| [Std] | Lohnstunde |
| [Wo] | Wochen |
| [°C] | Grad Celsius |
| AAWS | Automotive Assembly Worksheet |
| AAWS-F | Automotive Assembly Worksheet Formworks |
| AG | Auftraggeber |
| $AW_{N,S}$ | Netto-Aufwandswert für die Schalarbeiten |
| AN | Auftragnehmer |
| ASchG | Arbeitsschutzgesetz |
| AT | Arbeitstag |
| AT 1 | Arbeitstag 1 |
| AT 2 | Arbeitstag 2 |
| AT 3 | Arbeitstag 3 |
| AT 4 | Arbeitstag 4 |
| AT 5 | Arbeitstag 5 |
| ATP | Adenosinriphosphat |
| Aw | Aufwandswert der Haupt- und Nebentätigkeiten |
| AW_B | Brutto-Aufwandswert |
| AW_{ges} | Gesamtaufwandswert, der auch die persönlich bedingten Unterbrechungen mitberücksichtigt |
| AWN | Netto-Aufwandswert |
| BE | Befestigungselement |
| BMI | Body-Mass-Index |
| BS | Baustelle |
| BUAK | Bauarbeiter-Urlaubs- und Abfertigungskasse |
| DBE | Digitale Bilderfassung |
| DEB | Datenerhebungsbogen |
| DRAS | Deckenrandabschalung |
| Δ_{crit} | Abweichung |
| ε | Varianz |
| EU | Energieumsatz |

| | |
|----------------------|-----------------------------------------------------------|
| EU _{max} | maximaler Energieumsatz |
| EZA | Einzelzeitaufnahme |
| FA | Facharbeiter |
| G1 | Prozessgruppe 1 |
| G2 | Prozessgruppe 2 |
| G3 | Prozessgruppe 3 |
| G4 | Prozessgruppe 4 |
| G5 | Prozessgruppe 5 |
| G6 | Prozessgruppe 6 |
| HF | Herzfrequenz |
| HF _{LTP1} | Herzfrequenz am "first lactate turnpoint" |
| HF _{LTP2} | Herzfrequenz am "second lactate turnpoint" |
| HF _{max} | maximale Herzfrequenz |
| HF _{mittel} | mittlere Herzfrequenz |
| HF _{rest} | Ruheherzfrequenz |
| HF _{vorb} | Vorbelastungsherzfrequenz |
| Hrsg. | Herausgeber |
| HT | Haupttätigkeit |
| KE | Konstruktionselement |
| LA | (Blut-)Laktat |
| LMM | Leitmerkalmethode |
| LTP ₁ | first lactate turnpoint |
| LTP ₂ | second lactate turnpoint |
| max AEU | maximaler Arbeitsenergieumsatz |
| MMA | Multimomentaufnahme |
| MW | Mittelwert |
| N | Stichprobengröße |
| n. e. | nicht erkennbar |
| NET | Normal-Effektiv-Temperatur |
| NM | Nachmittag |
| NT | Nebentätigkeit |
| OE | Organisationselement |
| P | Leistung |
| p | prozentualer Anteilswert an der Grundgesamtheit |
| p-Wert | Signifikanzwert |
| P _{max} | maximale Leistung |
| r | Bravais-Pearson-Korrelationskoeffizient |
| REFA | Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. |
| SD | Standardabweichung |
| SE | Spiroergometrie |

| | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SIE | Sicherheitselement |
| t | der aus der zentralen Wahrscheinlichkeit der Standardnormalverteilung berechnete Wert der gewählten Sicherheitswahrscheinlichkeit (t = 1,64 für 90 %, t = 1,96 für 95 % und t = 2,575 für 99 % Eintrittswahrscheinlichkeit) |
| T _{Arbeit} | tägliche Arbeitszeit |
| T _{Mauern} | Arbeitszeit für Mauerwerksarbeiten |
| TWC | gefühlte Temperatur |
| VM | Vormittag |

1 Einleitung

1.1 Anlass und Aufgabenstellung

Der mittel- bis langfristige Erhalt des Gesundheitszustandes, insbesondere des Bewegungsapparates, gerät seit Kurzem immer mehr in den Fokus der Schalungshersteller und somit ist neben Preis und Leistung auch die Ergonomie ein Kriterium für die Auswahl eines Schalungssystems.

Um jedoch Modifikationen im ergonomischen Ablauf der Systeme vorzunehmen, ist es notwendig, sich im Rahmen wissenschaftlicher Arbeiten wie dieser eingehend mit der Materie zu beschäftigen und aktiv Daten auf der Baustelle zu sammeln und auszuwerten.

Der Mechanismus des menschlichen Körpers, vor allem der des Bewegungsapparates, ist ein äußerst komplexes Zusammenspiel der einzelnen Teile. Ein Mensch, hier im Speziellen ein auf der Baustelle beschäftigter Arbeiter¹, kann auf Grund unsachgemäßer Belastung dieses Mechanismus durch Systeme, welche keine optimal auf den menschlichen Bewegungsapparat angepassten Abläufe fordert, irreparable gesundheitliche Schäden davontragen.

Was uns im medizinischen und sportphysiologischen Bereich seit langem bewusst ist, wird erst nach und nach in Bereichen wirtschaftlicher Tätigkeit, sei es im Bereich der Fließbandarbeit oder eben in der Baubranche, umgesetzt.

Mir ist es ein besonderes Anliegen, mit der Unterstützung meiner Mentoren einen Beitrag zur Verbesserung der Ergonomie der am Bau eingesetzten Systeme zu leisten und eine Grundlage für den besseren Erhalt der körperlichen Gesundheit der am Bau beschäftigten Arbeiter zu schaffen.

1.2 Zielsetzung

Ziel dieser wissenschaftlichen Arbeit ist die Ermittlung der Tätigkeitsverteilungen, der erzielten Leistung und der daraus resultierenden Beanspruchung der Arbeitskräfte, um damit die Grundlagen für eine Verbesserung der ergonomischen Handhabung von Deckenschalungssystemen zu schaffen und wiederum die körperliche Belastung der in der Baubranche beschäftigten Arbeiter zu senken.

¹ Aufgrund der Tatsache, dass der größte Teil der am Bau Beschäftigten männlichen Geschlechtes sind sowie zu Gunsten der einfacheren Lesbarkeit wird sowohl für die männliche wie die weibliche Form die männliche Form verwendet.

1.3 Vorgehensweise

Die Erstellung der nachfolgenden Arbeit erfolgte durch eine Kombination aus theoretisch-wissenschaftlichen Lern- und Umsetzungsprozessen und praktischen Learning-by-Doing/Seeing-Prozessen auf den einzelnen Baustellen sowie in Schulungsseminaren im Dokazentrum Amstetten.

Das Ergebnis ergibt sich durch die Aufeinanderfolge von 8 Teilprozessen:

Teil 1: Erlangung der Grundkenntnisse der Schalungsthematik und der verschiedenen Schalungssysteme. Dies erfolgte vor allem in der Masterlehrveranstaltung „Schalungs-und-Rüsttechnik“ im Rahmen der Ausbildung an der TU Graz sowie innerhalb eines 2-tägigen praxisnahen Seminars bei der Firma Doka.

Teil 2: Zerlegung der einzelnen Schalungssysteme in Tätigkeitskategorien nach Schlagbauer in Anlehnung an REFA² und anschließende Einteilung selbiger in Haupt-, Neben- und zusätzliche Tätigkeiten. Dies bildete die Basis zur Erstellung eines für die Baustellen geeigneten Datenerhebungsbogens. Mit Hilfe dieses Bogens konnten die Multimomentaufnahmen, d.h. genaue Ermittlungen der ausgeführten Tätigkeiten aller Arbeiter im 5-Minuten-Intervall, durchgeführt werden.

Teil 3: In situ Erhebung der Untersuchungsdaten der einzelnen der Schalungssysteme für eine Dauer von 5 Wochen.

Teil 4: Auswertung der erfassten Daten und Erstellung der Tätigkeitsdiagramme jeweils für jeden Arbeiter pro Tag, pro Woche und für die gesamte Mannschaft pro Woche. Daraus erfolgte die Ermittlung der gewichtigsten Tätigkeiten eines jeden Schalungssystems, welche wiederum den größten Einfluss auf die ergonomische Beurteilung des Systems haben.

Teil 5: Sortierung der auf den Baustellen aufgenommenen Videos und Fotos und Gliederung in einzelne Tätigkeiten.

Teil 6: Erlangung der leistungsphysiologischen und medizinischen Grundlagen zur fachlichen Beurteilung der Herzfrequenzverläufe.

Teil 7: Auswertung der in Teil 5 geordneten Videosequenzen und der in Teil 4 ermittelten häufigsten Tätigkeiten eines jeden Schalungssystems unter Anwendung zweier unterschiedlicher Ergonomieanalyse-Methoden.

Teil 8: Zusammenfassung der erlangten Daten und Erkenntnisse sowie Auswertung unter Berücksichtigung der Baustellenrandbedingungen. Anschließende Beurteilung der drei Schalungssysteme hinsichtlich deren Ausgewogenheit von Wirtschaftlichkeit und Belastung des Arbeiters.

²REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 1 Grundlagen.

2 Begriffsdefinitionen

In diesem Kapitel erfolgt eine Darstellung und Definition der für die vorliegende Arbeit wesentlichen Begriffe.

Vor allem die Begriffe „Arbeit“ und „Leistung“ verlangen nach einer eindeutigen Festlegung, da diese in den verschiedenen Wissenschaftsgebieten, z.B. in der Physik, den Sportwissenschaften oder den Wirtschaftswissenschaften unterschiedlich definiert sind.

Ebenso erfolgt eine abschließende Erläuterung des Begriffs „Schalung“, um auch nicht-fachkundigen Lesern einen Einstieg in die Thematik zu ermöglichen.

2.1 Definition des Begriffes „Arbeit“

Da sich die vorliegende Arbeit speziell mit körperlicher Arbeit beschäftigt, wird der Begriff „Arbeit“ für die nachfolgenden Ausführungen gemäß Schlagbauer definiert, der sich in seiner Definition an Rohmert und Rubner anlehnt:

*„Arbeit ist eine **bewusste zielgerichtete Handlung** eines Menschen unter **Einsatz** von **körperlicher Kraft** oder **geistigen Fähigkeiten**, um ein **bestimmtes vorgegebenes Ziel zu erreichen**“³*

2.2 Definition des Begriffes „Leistung“

Für die folgende Arbeit ist vor allem die Definition des Begriffes „Arbeitsleistung“ relevant, die sich im Brockhaus wie folgt findet:

„Die Arbeitsleistung im Sinne des objektiven Arbeitsergebnisses ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Zu den subjektbezogenen Determinanten zählen Leistungsfähigkeit (körperliche Verfassung, Wissen, Können, Erfahrung) und Leistungsbereitschaft (Wille, Disposition, Verhalten), zu den objektiven Determinanten Arbeitsobjekt, -mittel, -raum, -zeit und -rhythmus. Für den Vollzug der Arbeit kommt es darauf an, die subjektbezogenen und objektiven Einflussgrößen optimal zu gestalten beziehungsweise zu beeinflussen und aufeinander abzustimmen [...]“⁴

Gemäß dieser Definition von Arbeit als ‘betriebliche Leistung’⁵ werden in der vorliegenden Arbeit die Begriffe „Leistung“ und „Arbeitsleistung“ synonym verwendet.

³ SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 9.

⁴ BROCKHAUS ENZYKLOPÄDIE ONLINE: Definition des Begriffes „Arbeitsleistung“. <http://www.brockhaus-enzyklopaedie.de>. Datum des Zugriffs: 10.01.2013.

⁵ SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 11.

Somit stellt die (Arbeits-)Leistung das Ergebnis der Arbeitstätigkeit je Zeiteinheit (Einheit z.B.: #Deckentische/h, m² geschalte Fläche/Arbeitstag) dar.

Im Bauwesen wird die Leistung bezogen auf eine Tätigkeit mit dem Aufwandswert AW [Std/Arbeitseinheit] sowie Leistungswert LW [Arbeit/h], welche in Kapitel 7 näher beschrieben werden, ausgedrückt.

2.3 Definition der Begriffe „Schalung“ und „Deckenschalung“

In Hoffmann et al findet sich folgende Definition des Begriffes „Schalung“:

„Schalungen sind technische Gebilde, deren Gesamtfunktion die Raumbildung zur Formgebung, zur Stützung und zum Schutz des Frischbetons bis zum Zeitpunkt seiner ausreichenden Erhärtung ist. Überall dort, wo Frischbeton verarbeitet wird, so im Bereich von Beton-Stahlbeton-, Spannbetonbauteilen und Faserbeton, bei Anwendung von Leicht-, Normal – sowie Schwerbeton und unabhängig davon, ob in Ortbetonbauweise oder in Fertigteilmontagebauweise produziert wird, sind Schalungen erforderlich.“⁶

Hofstadler führt dazu aus, dass Schalungen zur Formgebung für den Beton verwendet werden, wobei sie eine unterstützende Funktion beim Übergang des Betons von flüssig auf fest erfüllen und somit für das spätere Erscheinungsbild der Betonoberfläche mitverantwortlich sind. Auf die Schalungen wirken dabei mit dem Voranschreiten der Stahlbetonarbeiten unterschiedliche Belastungen ein:⁷

„Beim Einschalen sind das Eigengewicht der Schalung und die verschiedenen Montagezustände maßgebend.“

Im Zuge des Bewehrens kommt das Gewicht der Bewehrung dazu, dabei wird häufig die Bewehrung in Bündeln auf der Schalung gelagert.“

Die größten Belastungen treten in der Regel ab Betonierbeginn auf. Bei horizontalen Bauteilen ist oft die feldartige Belastung und bei vertikalen Bauteilen der Frischbetondruck maßgebend.“

Die Höchstbelastungen treten während des Einbaus und des Verdichtens auf. Mit dem Einsetzen des Erstarrungsprozesses und dem darauffolgenden Erhärtungsprozess werden die Belastungen bei vertikalen Bauteilen geringer. Bei geneigten und horizontalen Bauteilen verringert sich die Belastung erst nach „Aktivierung“ der Bewehrung.“⁸

Schalungen unterscheiden sich in Wand-, Säulen- und Deckenschalungen.⁹ Da die vorliegende Arbeit jedoch ausschließlich Deckenschalungen untersucht, werden nur diese an dieser Stelle etwas näher behandelt.

⁶ HOFFMANN, F., MOTZKO, C., CORSTEN, B.: Aufwand und Kosten zeitgemäßer Schalverfahren. S. 16.

⁷ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 35.

⁸ HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 35.

⁹ Vgl. HOFFMANN, F., MOTZKO, C., CORSTEN, B.: Aufwand und Kosten zeitgemäßer Schalverfahren.

Deckenschalungen werden von Hofstadler wie in Bild 2-1 dargestellt eingeteilt:

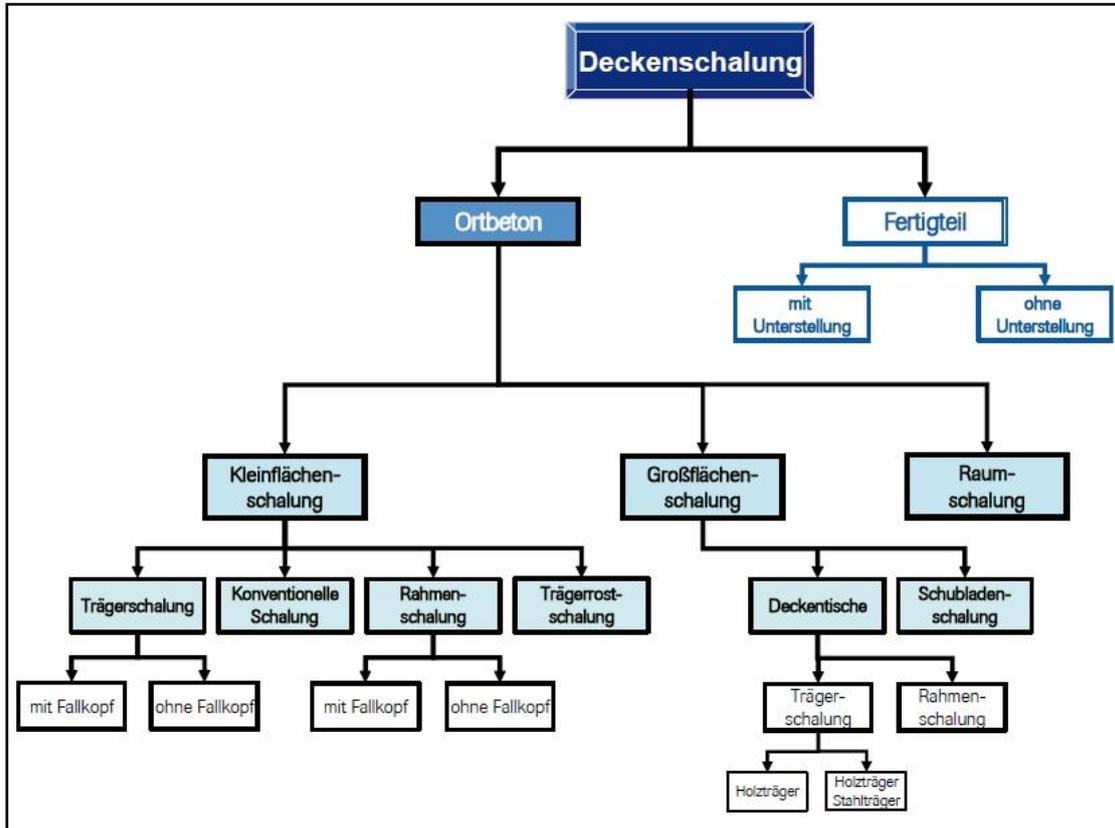


Bild 2-1: Deckenschalungen - Systematische Einteilung¹⁰

Schalungen für Decken aus Ortbeton werden nur zur Formgebung verwendet und nur solange eingesetzt, bis der Stahlbeton die entsprechende Festigkeit erreicht hat. Bei der Herstellung von Decken mit Fertigteilen hingegen bleiben die Fertigteile Bestandteile des späteren Bauteils und diese sind je nach Konstruktion und Spannweite mit oder ohne Unterstellungen auszuführen.¹¹

Ortbetonschalungen teilen sich wiederum in Kleinflächen-, Großflächen- und Raumschalungen ein, wobei Klein- und Großflächenschalungen im Hochbau am häufigsten eingesetzt werden. Raumschalungen kommen hauptsächlich bei Bauten mit konstanten Raumgrößen zum Einsatz. Bei den Kleinflächenschalungen wird wiederum eine Unterscheidung zwischen Trägerschalungen, konventionellen Schalungen, Rahmen-

¹⁰ HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 130

¹¹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 129

schalungen und Trägerrostschalungen getroffen, die jedoch vorübergehend auch als Großflächenschalung eingesetzt werden können.¹²

Die Großflächenschalungen unterteilen sich in Deckentische und Schubladenschalungen, wobei Deckentische wie zuvor erwähnt vor Ort aus Kleinflächenschalungselementen zusammengesetzt oder auch bereits zusammengebaut bei den Schalungsherstellern bestellt werden.¹³

¹² Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 130

¹³ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 130

3 Grundlagen

Im nachfolgenden Kapitel werden grundlegende Kenntnisse, welche für das Verständnis der Forschungsergebnisse dieser Masterarbeit von erheblicher Bedeutung bzw. unerlässlich sind, Schritt für Schritt vermittelt.

3.1 Grundlagen der Schalungsarbeiten aus baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Sicht

Dieses Kapitel ist größtenteils inspiriert durch Herrn Associate Prof. Dr. techn. Dipl. Ing. Christian Hofstadler¹⁴, welcher u.a. die beachtliche baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung der Schalarbeiten beschreibt.

Laut Hofstadler wird das Baugeschehen bei Bauwerken, bei denen hauptsächlich Schalarbeiten aus Ortbeton mit höherem Gesamtschalungsgrad zum Einsatz kommen, von den Schalarbeiten dominiert und alle anderen Arbeiten werden an die Schalungsarbeiten angepasst. Dabei mahnt er jedoch an, dass für zielführende Betrachtungen die Schalarbeiten nicht als isoliert angesehen werden dürfen, sondern sehr wohl auch Bewehrungs- und Betonierarbeiten im Zuge von Leistungsabstimmungen in die Betrachtungen mit eingeschlossen werden müssen. Ebenso sollten in den Verfahrensvergleichen neben Miet- oder Investitionskosten auch erzielbare Aufwands- und Leistungswerte Berücksichtigung finden. In differenzierten Verfahrensvergleichen werden bspw. auch sicherheitstechnische, technologische und baubetriebliche Randbedingungen geprüft.¹⁵

3.1.1 Schalungsarbeiten aus baubetrieblicher Sicht

Im Zentrum der Betrachtung von Schalungsarbeiten aus einer baubetrieblichen Sicht steht eine effiziente Kombination der Produktionsfaktoren, wobei sich die Untersuchungen im Hinblick auf wirtschaftlichen Interessen überwiegend auf die Logistik, Bauablaufplanung, Baustelleneinrichtung und Verfahrenswahl konzentrieren. Die Schalungen selbst müssen natürlich den technischen und ästhetischen Anforderungen entsprechen sowie die sicherheitstechnischen Vorschriften erfüllen.¹⁶

¹⁴ HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation.

¹⁵ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 5.

¹⁶ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 10.

Die nachfolgende Grafik verbildlicht die Arbeitsvorbereitung für Schalarbeiten, in deren Zuge die Auswahl des optimalen Bauverfahrens sowie die Planung der Baustelleneinrichtung, des Bauablaufs und der Logistik erfolgen:

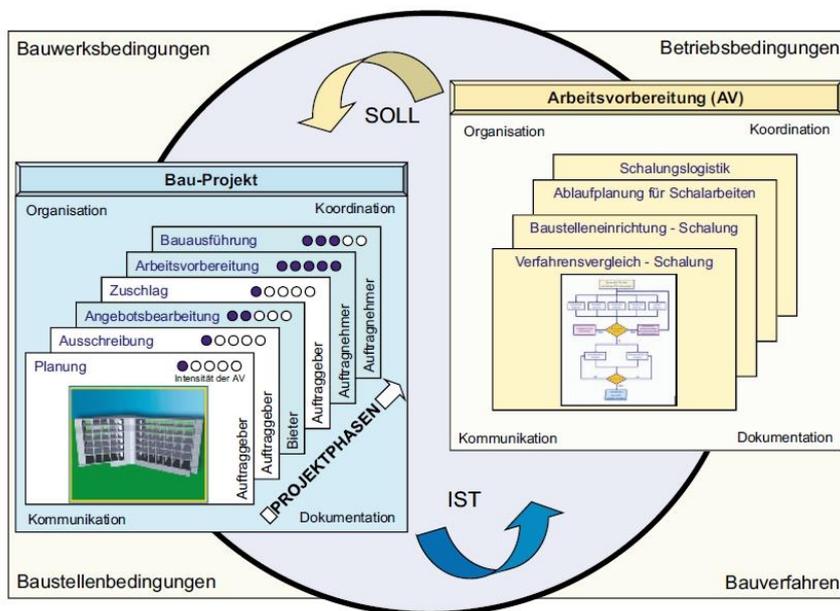


Bild 3-1: Arbeitsvorbereitung für Schalarbeiten im Regelkreis¹⁷

Wie in der oben abgebildeten Grafik ersichtlich ist, ist auch ein Soll/Ist-Vergleich in der Arbeitsvorbereitung zu planen. Im Zuge der Arbeitskalkulation werden die Vorgaben für die Durchführung wie Aufwands- und Leistungswerte, Geräte- und Materialkosten, etc. festgelegt und sämtliche Änderungen bei der tatsächlichen Ausführung erfasst.¹⁸

Das Ziel der Bauablaufplanung und der Logistik liegt auch darin, die Produktionsfaktoren Arbeit, Betriebsmittel und Materialien derart zu kombinieren, dass damit minimale Herstellkosten bei einem vorgegeben Budget erreicht werden können, wobei vor allem die Logistik einen wesentlichen Einfluss auf Bauzeit und Baukosten ausübt.¹⁹

Die Schalungslogistik unterscheidet sich in Beschaffungs-, Produktions- und Entsorgungslogistik, wobei die Beschaffungslogistik als Bindeglied zwischen Schalungslieferant (bzw. -hersteller) und der Baustelle fungiert. Deren Hauptaufgaben liegen in der Ermittlung des Schalungsbedarfs und der Gesamtzahl an erforderlichen Transporten, dem Aufzeigen und Entflechten von Transportspitzen, der Recherche möglicher Bezugsquellen und der

¹⁷ HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten, S. 11.

¹⁸ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten, S. 11.

¹⁹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten, S. 12.

Beschaffung der Schalung sowie in der räumlichen und zeitlichen Koordination des Baustoffflusses zur Baustelle. Die Produktionslogistik, die für die Schalungsarbeiten in der Regel die größte Bedeutung hat, beschäftigt sich mit der richtigen Bestimmung der Transportkapazität sowie mit der Auswahl der geeignetsten Fördermittel. Die Entsorgungslogistik plant und steuert schließlich den Abtransport der Schalung.²⁰

Die Wahl eines Schalverfahrens bzw. eines Schalsystems übt einen maßgebenden Einfluss auf die Erreichung der Ziele (Qualität, Leistung, Zeit, Kosten, etc.) aus. Die effizientesten Systeme sollen deshalb anhand von Verfahrensvergleichen ermittelt werden, wobei die Vergleiche jeweils für die unterschiedlichen Bauteile eines Bauwerks durchgeführt werden.²¹ Dabei sind für systematische Verfahrens- und Systemvergleiche die gegenseitige Beeinflussung von Baustelleneinrichtung, Schalungslogistik und Bauablauf zu beachten.²²

Unabhängig vom gewählten Verfahrensvergleich zielt die Verfahrensauswahl auf folgende Kriterien ab:

- *„Erfüllung der technischen, sicherheitstechnischen, umweltrelevanten, umfeldrelevanten, ästhetischen, bauwerksspezifischen, baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Ansprüche*
- *Belastungen des Vertrags- und Vertrauensverhältnisses mit dem Bauherrn und Nachunternehmern sind zu vermeiden*
- *innerbetriebliche organisatorische Schwierigkeiten sind zu minimieren*
- *Ausschluss bzw. Reduktion von Unfallgefahren“²³*

Als Vergleichsverfahren werden der kalkulatorische und der differenzierte Verfahrensvergleich herangezogen, die je nach Umfang der betrachteten Einflussfaktoren eingesetzt werden. Da der differenzierte Verfahrensvergleich umfangreichere Kriterien mit einbezieht und aufgrund seiner ganzheitlichen Betrachtung maßgeblich zu einem verminderten Risiko in der Kalkulation und Bauausführung beisteuert²⁴, soll dieser nun näher betrachtet werden.

²⁰ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 12f.

²¹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 19.

²² Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 337.

²³ HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 339f.

²⁴ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 345.

Differenzierter Verfahrensvergleich

Die nachfolgend abgebildete Grafik stellt schematisch den Arbeitsablauf beim differenzierten Verfahrensvergleich dar.

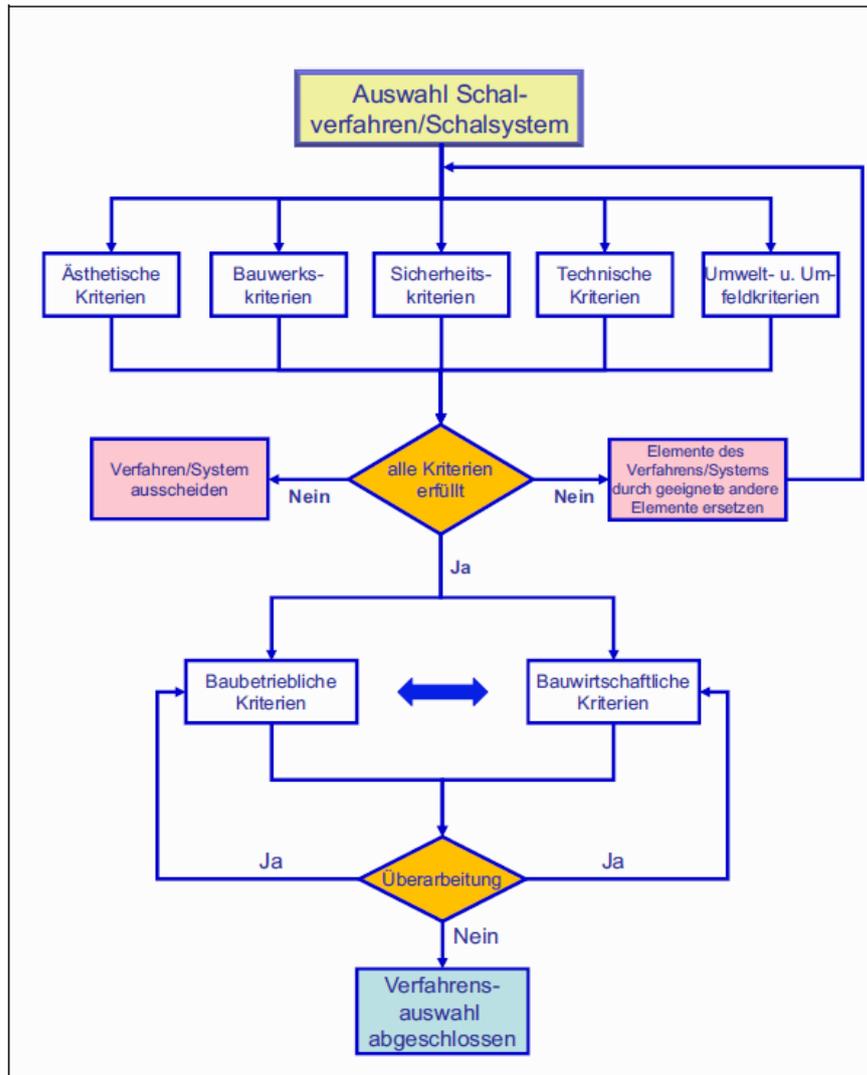


Bild 3-2: Vorgangsschema für den differenzierten Schalungsvergleich²⁵

Dieser Arbeitsablauf läuft in den folgenden 11 Schritten ab:

1. Festlegung der Kriterien (ästhetische, technische Kriterien, Bauwerkskriterien, Sicherheitskriterien sowie Umwelt- und Umfeldkriterien) für das Ausscheidungsverfahren, wobei Ausschreibungsunterlagen bzw. bei bereits erhaltenem Auftrag der Bauvertrags berücksichtigt werden

²⁵ HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 346.

2. Durchführen der Nutzwertanalyse mit Punktesystem (1. Teil)
3. Überprüfen der Erfüllung der Kriterien.
4. Ausschluss der Verfahren/Systeme, die nicht alle Kriterien erfüllen
5. Festlegung der baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Kriterien
6. Ermittlung des Umfangs von Kosten und Bauzeit, wobei besonders Ressourceneinsatz und Logistik berücksichtigt werden
7. Risikoabschätzung der Verfahren und Systeme im Hinblick auf die festgelegten Kriterien
8. Durchführen der Nutzwertanalyse mit Punktesystem (2. Teil)
9. Besprechung, Überprüfung und Überarbeitung der Ergebnisse
10. Beurteilung des Risikos der Verfahren/Systeme
11. Entscheidung für ein Verfahren/System²⁶

Die Auswahl des geeignetsten Verfahrens wird von einer Matrix unterstützt, die die festgelegten Kriterien bewertet. Eine solche Entscheidungsmatrix sowie eine Übersicht über die Kriterien findet sich in Hofstadler, C.: Schalarbeiten. Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation.²⁷

Rathfelder merkt dazu an, dass für die richtige Schalungswahl neben der Art der Schalung und der Kapazität der Hebezeuge auch die nötigen Ein- und Ausschalzeiten sowie die Einsatzhäufigkeit des Systems berücksichtigt werden müssen. Wichtigstes Kriterium bleibe aber die Minimierung des Lohnaufwandes.²⁸

3.1.2 Schalungsarbeiten aus bauwirtschaftlicher Sicht

Der bauwirtschaftliche Einfluss von Schalarbeiten erstreckt sich über nahezu alle Projektphasen:

- *„Bei der Planung des Bauwerks, wenn Bauteile in Sichtbeton ausgeführt werden sollen.*
- *Für die Leistungsbeschreibung, durch welche die Schalungsleistungen eindeutig, vollständig und neutral zu beschreiben sind.*
- *In der Kalkulation für die Angebotserstellung sollen in verhältnismäßig kurzer Zeit Einheitspreise für einen relativ großen Kostenanteil ermittelt werden.*

²⁶ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 345.

²⁷ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 346-354.

²⁸ Vgl. RATHFELDER, M.: Moderne Schalungstechnik. S. 10.

- In den Aufklärungsgesprächen sollen Möglichkeiten und Unmöglichkeiten (z.B. bei Sichtbeton) im Zusammenhang mit den Schalarbeiten aufgezeigt werden.
- Im Zuge von Verfahrensvergleichen - unter Berücksichtigung der Randbedingungen aus Bauablauf, Logistik, Baustelleneinrichtung und den Bauwerks- und Baustellenbedingungen - werden für die verschiedenen Bauteile die optimalen Schalungssysteme ausgewählt. Auf die größtmögliche Anzahl der Einsätze der einzelnen Schalungssysteme auf der Baustelle ist dabei besonders abzielen.
- Im Zuge der Leistungsfeststellung sollen Abweichungen festgestellt und entsprechende Gegensteuerungsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt werden.
- In der Phase der Abnahme/Übernahme der Bauleistungen, durch die vereinbarten Beurteilungskriterien.
- Für das Wissensmanagement sollen die Erkenntnisse systematisch dokumentiert werden.
- Prüf- und Warnpflicht etc.²⁹

Eine Aufschlüsselung der Kosten für den Stahlbetonrohbau von 1992 ergibt, dass fast 50 % der Gesamtkosten auf Lohnkosten für Schalung, Einrichtung der Baustelle und Beton-/Bewehrungsarbeiten entfallen³⁰; der 2006 von Hofstadler ermittelte Wert liegt bei 52 %, wie in der nachfolgenden Grafik dargestellt:

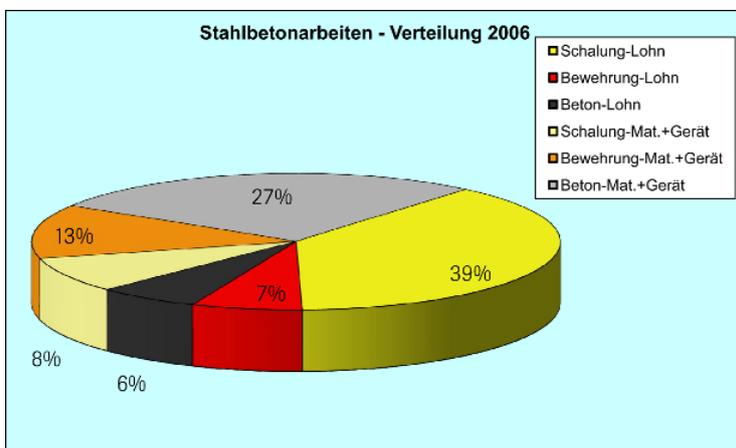


Bild 3-3: Kostenanteile der Schal-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten. Aufteilung in Lohn und Gerät + Material³¹

Aus dieser Grafik geht ebenfalls hervor, dass die Lohnkosten für die Schalung mit 39 % den größten Anteil an Lohnkosten verursachen und dass die

²⁹ HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 19f.

³⁰ Vgl. RATHFELDER, M.: Moderne Schalungstechnik. S. 8.

³¹ HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 31.

Schalungsarbeiten generell mit 47 % den Großteil der Stahlbetonarbeiten ausmachen (Bewehrungsarbeiten 20 % und Betonarbeiten 33 %). Den größten Anteil bei den Material- und Gerätekosten macht der Beton mit 27 % aus.

Das größte Einsparungspotenzial liegt daher bei den Arbeiten mit dem höchsten Lohnkostenanteil, also den Schalarbeiten, und bei den Gerätekosten in der Bestimmung der optimalen Vorhaltemenge, welche wiederum von der Schalungsleistung und der Standzeit der Schalung beeinflusst wird.³²

3.2 Grundlagen der Leistungsphysiologie

Um eine Bewertung der Belastung und Beanspruchung vornehmen zu können, der die Bauarbeiter während den Schalungsarbeiten ausgesetzt sind, ist es unerlässlich, auch auf Begriffe und Kenngrößen der Leistungs- und Arbeitsphysiologie einzugehen.

3.2.1 Belastungs-Beanspruchungskonzept

Rohmerts Belastungs-Beanspruchungskonzept stellt für die Betrachtung von Arbeitstätigkeiten unter physiologischen Gesichtspunkten eine wesentliche Grundlage dar.

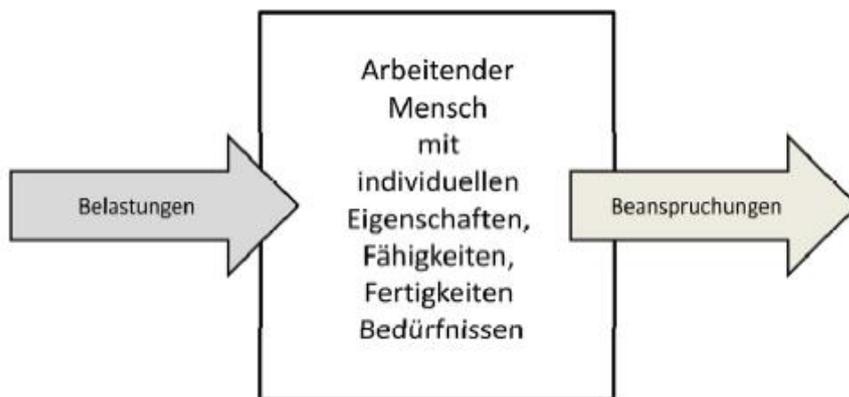


Bild 3-4: Belastungs- und Beanspruchungskonzept nach Rohmert³³

Diesem Konzept liegt der Ansatz zu Grunde, dass Ursache und Wirkung getrennt von physischen Reaktionen auf externe Einflüsse betrachtet werden müssen. In diesem Sinne sind Belastungen als Ursache einer

³² Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 32.

³³ ROHMERT, W.: Praktische Arbeitsphysiologie (begründet von Lehmann, G.). S. 9f.

körperlichen Reaktion zu verstehen, während Beanspruchungen als Wirkung einer körperlichen Reaktion auf den Körper gelten.³⁴

Analog zu Rohmerts Belastungs-Beanspruchungskonzept verdeutlicht die nachfolgende Abbildung des Masse-Feder-Systems, dass sich die Beanspruchung auf ein System trotz gleichbleibender Belastung verändern kann.

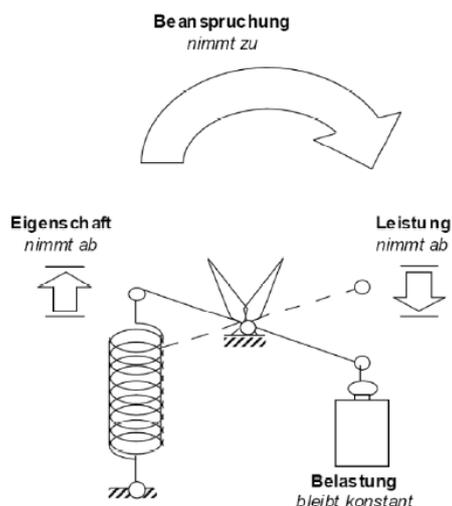


Bild 3-5: Mechanisches Ersatzmodell zum Belastungs-Beanspruchungskonzept³⁵

Bild 3-5 veranschaulicht, dass die Belastung (das Gewicht) auf das System gleich bleibt, individuelle Eigenschaften (hier die Federkonstante) jedoch eine größere oder kleinere Dehnung der Feder verursachen können, welche wiederum die Beanspruchung (Auslenkung des Systems) verändern.³⁶

Umgelegt auf das Beispiel zweier Arbeiter, die die gleiche Arbeitstätigkeit durchführen und daher der gleichen Belastung ausgesetzt sind, bedeutet dies, dass durch die von Arbeiter zu Arbeiter unterschiedlichen Eigenschaften sowie Fähigkeiten auch unterschiedliche Beanspruchungen entstehen.³⁷

³⁴ Vgl. ROHMERT, W.: Praktische Arbeitsphysiologie (begründet von Lehmann, G.). S. 9f.

³⁵ LUCZAK, H. et al.: Arbeitswissenschaft, S. 39.

³⁶ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 19.

³⁷ Vgl. LEHMANN, G.: Praktische Arbeitsphysiologie, 2. Auflage, Thieme, Stuttgart 1962.

Schlagbauer weist darauf hin, dass dieser Umstand bei der Auswertung der erhobenen Daten von verschiedenen Bauarbeitern berücksichtigt werden muss:

„Der direkte Vergleich eines Beanspruchungsparameters bei einzelnen Bauarbeitern ist nicht möglich. Ein personenübergreifender Vergleich erfordert die Einführung einer individuellen maximalen Beanspruchungsgrenze.“³⁸

3.2.2 Leistungsfähigkeit abhängig von Belastung und Beanspruchung

Abhängig von Intensität und Dauer einer körperlichen Aktivität löst diese nach einer bestimmten Zeit der Muskelbeanspruchung ein Ermüdungsgefühl aus.³⁹

Für die Ausübung von Tätigkeiten im Rahmen eines Berufs muss daher die Forderung erfüllt sein, dass die Ausübung des Berufes die Leistungsfähigkeit nur in geringem Maße schwächt und sich der Arbeiter während seiner arbeitsfreien Zeit erholen kann. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass einem Arbeiter nicht abverlangt werden kann, sich im Berufsalltag völlig zu verausgaben und seine Freizeit ausschließlich der Erholung zu widmen. Daher sollte die Belastung während der Berufsausübung, über mehrere Tage hinweg betrachtet, den Bereich der Dauerleistungsgrenze nicht überschreiten.⁴⁰

Laut REFA ist die Dauerleistungsgrenze wie folgt definiert:

„Die Dauerleistungsgrenze ist in der Arbeitswissenschaft und den Sportwissenschaften diejenige Grenze, bis zu der statische oder dynamische Arbeit ohne zunehmende muskuläre Ermüdung erbracht werden kann.“⁴¹

3.2.3 Energiebereitstellungsphasen für körperliche Tätigkeiten

Für die nachfolgenden Ausführungen zu Beanspruchungsgrenzen und Leistungsfähigkeit ist zunächst eine Betrachtung der Energiebereitstellung für die Ausübung von Muskeltätigkeiten erforderlich.

Der Energieträger Adenosintriphosphat (ATP) liefert dem Körper die Energie für sämtliche Aktivitäten und muss daher in ausreichender Menge in den Zellen der Skelettmuskulatur vorhanden sein, wobei lediglich geringe

³⁸ SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 20.

³⁹ Vgl. HOLLMANN, W.; STRÜDER, H. K.: Sportmedizin. Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin. S. 128f.

⁴⁰ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 20.

⁴¹ REFA Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): Methodenlehre der Betriebsorganisation: Lexikon der Betriebsorganisation. S. 59.

Mengen ATP in den Muskelzellen eingelagert sind. Das Blutkreislaufsystem muss daher den Muskel kontinuierlich mit ATP-Nachschub versorgen.⁴²

Die Produktion von ATP im Körper kann sowohl mit als auch ohne Sauerstoff stattfinden. Bei der aeroben Produktion erfolgt unter Zuhilfenahme des Sauerstoffs eine Verstoffwechslung von Fettsäuren mit Glukose, was vor allem für die Energiebereitstellung bei längerfristigen und weniger intensiven Muskelaktivitäten erforderlich ist. Die Produktion von zusätzlicher Energie für Belastungsspitzen kann auch anaerob (ohne Sauerstoff) erfolgen, wobei diese nur für kurze Zeit (in etwa 3 Minuten) bereit steht.⁴³

Pokan et al teilen die Energiebereitstellung in III Phasen ein, wobei Phase I der aeroben Phase, Phase II der aerob-anaeroben Übergangsphase und Phase III der anaeroben Phase entspricht. Die einzelnen Phasen werden dabei an verschiedenen veränderten physiologischen Parametern erkannt, wie in Bild 3-6 erkennbar:⁴⁴

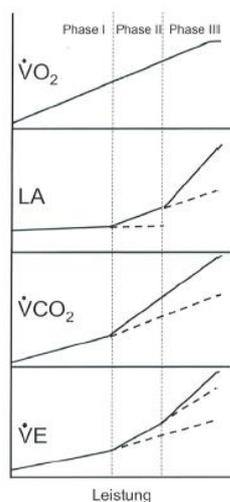


Bild 3-6: Die Phasen der Energiebereitstellung⁴⁵

Schlagbauer analysiert aus dieser Graphik, dass in allen Phasen eine kontinuierliche Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_2$) erfolgt, die Blutlaktatkonzentration (LA) sowie der Ventilationsverlauf ($\dot{V}E$) bei jedem Wechsel der Phase einen Knick machen und die Kohlendioxidabgabe ($\dot{V}CO_2$) beim Phasenübergang von I auf II überproportional ansteigt.⁴⁶

⁴² Vgl. HOLLMANN, W.; HETTINGER, T.: Sportmedizin. Arbeits- und Trainingsgrundlagen. S. 129f.

⁴³ Vgl. HOLLMANN, W.; HETTINGER, T.: Sportmedizin. Arbeits- und Trainingsgrundlagen. S. 129f.

⁴⁴ Vgl. POKAN, R. et al.: Dreiphasigkeit der Energiebereitstellung. In: Kompendium der Sportmedizin; Physiologie, Innere Medizin und Pädiatrie. S39ff.

⁴⁵ POKAN, R. et al.: Dreiphasigkeit der Energiebereitstellung. In: Kompendium der Sportmedizin; Physiologie, Innere Medizin und Pädiatrie. S40.

⁴⁶ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 22.

Da die weiteren Ausführungen nahezu ausschließlich die Energiebereitstellung für längere Zeit behandeln, ist für die weiteren Betrachtungen vor allem Phase I von Belang, da die Muskulatur wie bereits beschrieben nur mit der aeroben Produktion über längere Zeit hinweg mit der nötigen Energie versorgt werden kann.

Wichtigster Vergleichsschwellenwert ist in weiterer Folge dieser Arbeit die Herzfrequenz am „First Lactate Turnpoint“ (HF_{LTP1})⁴⁷, da diese eine relativierete Vergleichsgröße für die Beanspruchung der Arbeiter darstellt.

3.2.4 Kenngrößen und Grenzen der Beanspruchung

Zur Bestimmung der physiologischen Beanspruchung werden in der vorliegenden Arbeit die Kenngrößen Herzfrequenz (HF) und Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_2$) herangezogen.

Bedingt durch die unterschiedlichen körperlichen Gegebenheiten eines jeden Arbeiters wie z.B. Größe, Gewicht und Muskulatur variieren die jeweiligen Beanspruchungsgrenzen. Die Literatur unterscheidet dabei zwischen absoluten und relativen Beanspruchungsgrenzen. Nachfolgend werden die Kenngrößen, die zur Einstufung der absoluten Beanspruchung herangezogen werden, dargestellt.

Beanspruchungsgrenzen sind:

- Herzfrequenzschwellenwerte⁴⁸
- Maximale Herzfrequenz (HF_{max})
- Herzfrequenz am „first lactate turnpoint“ (HF_{LTP1}) und
- Herzfrequenz am „second lactate turnpoint“ (HF_{LTP2})⁴⁹,
- Maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2,max}$),
- Maximaler Energieumsatz (EU_{max}).

3.3 Elemente der Deckenschalung

Form, Anzahl und Zusammenspiel der einzelnen Deckenschalungselemente unterscheiden sich bei jedem Schalungssystem. Daher wird an dieser Stelle eine Abstrahierung jedes untersuchten Doka Deckenschalungssystems und

⁴⁷ Als „first lactate turnpoint“ wird der Punkt der ersten Erhöhung der Blutlaktatkonzentration über dem Ruhewert beschrieben. Vgl. HOFMANN, P.et al.: Heart rate performance curve during incremental cycle ergometer exercise in healthy young male subjects. In: Medicine & Science in Sports & Exercise (1997), S. 763.

⁴⁸ Vgl. POKAN, R. et al.: Dreiphasigkeit der Energiebereitstellung. In: Kompendium der Sportmedizin; Physiologie, Innere Medizin und Pädiatrie. S. 40.

⁴⁹ Als „second lactate turnpoint“ wird der Punkt des zweiten Anstiegs der Blutlaktatkonzentration beschrieben, welcher etwa bei einem Wert von $4_{mmol/L}$. Vgl. HOFMANN, P.et al.: Heart rate performance curve during incremental cycle ergometer exercise in healthy young male subjects. In: Medicine & Science in Sports & Exercise (1997), S. 763.

eine vom Verfasser für sinnvoll erachtete Einteilung in verschiedene Elementarten vorgenommen.

Konstruktionselemente (KE)

| Stützen | Träger/Balken | Schalttafel/ Rahmenelement/ Deckentisch | Schalhaut (bei Rahmenelement und Deckentisch) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bild 3-7: Deckenschalungselement Stütze⁵⁰</p> |  <p>Bild 3-8: Deckenschalungselement Träger⁵¹</p> |  <p>Bild 3-9: Deckenschalungselement Schalttafel⁵²</p> | <p>Oberste, strukturgebende Schicht der Schalungskonstruktion, welche entweder aus Holz, Holzwerkstoffen, Stahl oder Kunststoffen besteht.</p> |

Befestigungs-/Fixierungselemente (BE)

- Klammern
- Spanner
- Anker

Transportelemente (TE)

- Hände
- Kran
- Systemintegrierte Transportelemente/Verfahren (Dokart, Tisch-Lift, etc.)

⁵⁰ Doka: Deckenstützen. <http://www.Doka.com/web/products/system-groups/Doka-system-components/floor-props/index.de.php>. Datum des Zugriffs: 12.12.2012.

⁵¹ Doka: Holzschalungsträger. <http://www.Doka.com/web/products/system-groups/Doka-system-components/timber-formwork-beams/index.de.php>. Datum des Zugriffs: 12.12.2012.

⁵² Doka: Schalttafel. <http://www.Doka.com/web/products/system-groups/Doka-system-components/formwork-sheets/index.de.php>. Datum des Zugriffs: 12.12.2012.

Sicherheitselemente (SIE)

- Deckenrandsicherung
- Zurrgurte (Schubspannsicherung)
- Arbeitsbühnen
- Geländer

Organisations-/Lagerungselemente (OE)

- Paletten
- Systemintegrierte Ordnungssysteme

3.4 Genereller Arbeitsablauf beim Deckenschalen**3.4.1 Einschalen**

- Baustellenorganisation mithilfe von OE durchführen
- KE vormontieren
- KE mittels TE an festgelegten Erstellungsort transportieren (bis Schalung fertig hergestellt)
- KE mithilfe von BE fixieren
- SIE anbringen

3.4.2 Ausschalen

- SIE abmontieren
- BE entfernen
- KE mithilfe von TE abtransportieren bzw. zum nächsten Einsatzort bringen
- KE, BE und SE mithilfe von OE schichten

3.5 Arbeitsablaufbeobachtung – Grundlagen und Begriffe

REFA ist die in der Wirtschaft für die Beobachtung von Arbeitsabläufen am häufigsten eingesetzte Untersuchungsmethode.⁵³ Um die Datenerhebung

⁵³ REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, S. 13f.

auf die Erfordernisse der gegenständlichen Arbeit abzustimmen, wird die Klassifizierung nach REFA gemäß Schlagbauer⁵⁴ modifiziert.

3.5.1 Gliederung des Arbeitsablaufes nach REFA

REFA untergliedert Beobachtungen des Arbeitsablaufs im ersten Schritt in Makro- und Mikroablaufabschnitte. Die Makroablaufabschnitte gliedern sich in Gesamtablauf, Teilablauf, Ablaufstufe und Vorgang (=Ablaufelement), während sich die Mikroablaufabschnitte in Vorgang, Teilvorgang, Vorgangsstufe und Vorgangselement unterteilen.⁵⁵ Diese Gliederung zeigt sich auch in Bild 3-10.

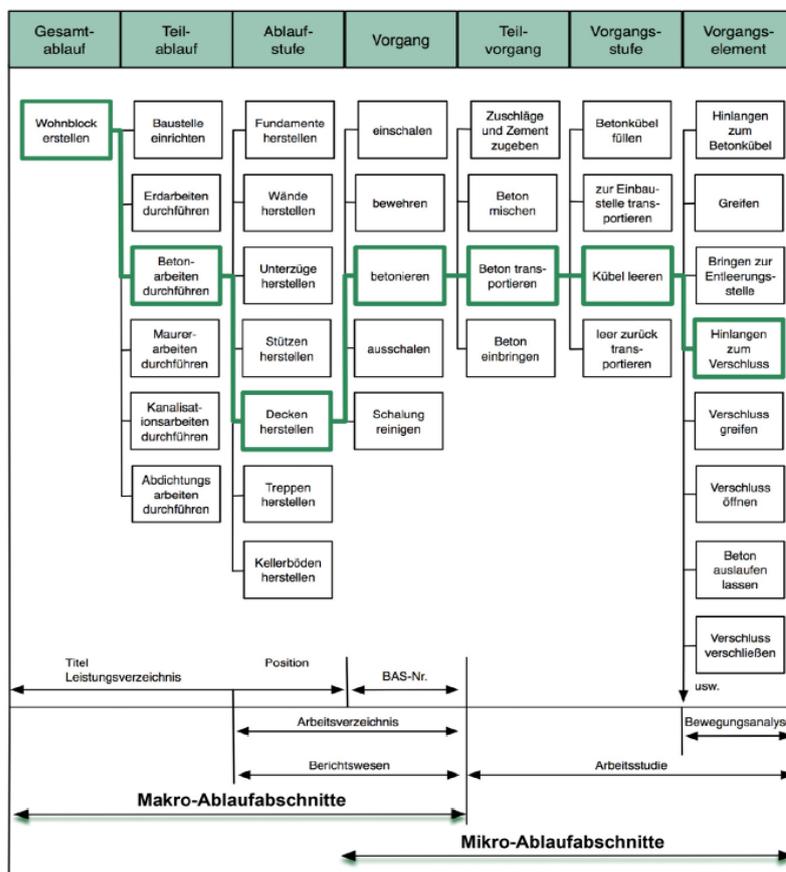


Bild 3-10: Gliederung des Arbeitsablaufs nach REFA⁵⁶

⁵⁴ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung, S. 42f.

⁵⁵ Vgl. REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, S. 13.

⁵⁶ REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 1 Grundlagen, S. 58.

Wie Schlagbauer bereits festgestellt hat, eignen sich jedoch nur Vorgänge als Untersuchungselement.⁵⁷

Vorgänge

„Mit Vorgang wird der Abschnitt eines Arbeitsablaufes bezeichnet, der in der Ausführung an einer Mengeneinheit eines Arbeitsauftrages besteht. Der Vorgang wiederholt sich bei der Ausführung eines Auftrags n-mal. Ein Vorgang besteht im Allgemeinen aus mehreren Teilvorgängen, manchmal aber auch nur aus einer oder mehrerer Vorgangsstufen.“⁵⁸

Bei der Baustellenberichterstattung werden Vorgänge als kleinste Einheit festgehalten und dienen daher als Basis für die Nachkalkulation sowie ggf. auch für eine ungefähre Zeitaufnahme.⁵⁹

Um die verrichtete Tätigkeit jedoch ausreichend genau zu beschreiben, müssen zusätzlich noch das Arbeitsverfahren, die Arbeitsmethode und die Arbeitsweise berücksichtigt werden.⁶⁰

3.5.2 Beobachtungsmethoden nach REFA

Im nächsten Schritt ist es notwendig, sich auf eine Beobachtungsmethode festzulegen, wobei REFA hier zwischen Multimomentaufnahme (MMA) und Einzelzeitaufnahme (EZA) unterscheidet.⁶¹

Die MMA ist ein Verfahren, bei dem zu definierten Zeitpunkten eine Beobachtung des Arbeitsablaufes erfolgt, weswegen dieses Verfahren auch Zählverfahren genannt wird. Dabei wird jedoch nur der Vorgang selbst aufgezeichnet, nicht jedoch dessen Dauer. Mit Hilfe dieser Methode kann schließlich eine Aussage mit hoher statistischer Präzision darüber getroffen werden, welchen Anteil ein bestimmter Vorgang am gesamten Beobachtungszeitraum hat. Diese Methode bietet ebenso den Vorteil, dass mehrere Arbeiter gleichzeitig ohne wesentlichen Mehraufwand für die Datenaufzeichnung aufgenommen werden können.⁶²

MMAs unterscheiden sich je nach Wahl der Beobachtungszeitpunkte, die entweder beliebig gewählt werden oder in definierten Intervallen erfolgen. Vor allem bei zyklischen Vorgängen werden die Beobachtungsintervalle beliebig gewählt, wie bspw. unter Zuhilfenahme der Stunden-Minuten-

⁵⁷ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 44f.

⁵⁸ REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung. S. 15.

⁵⁹ Vgl. REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung. S. 15.

⁶⁰ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 45f.

⁶¹ Vgl. REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung. S. 53f und 65f.

⁶² Vgl. REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung. S. 65f.

Zufallstafeln nach REFA. Sind die Arbeitsabläufe nicht zyklisch, erfolgt die Beobachtung zumeist an zuvor definierten Zeitpunkten (z.B. 15 min).⁶³

Aufgrund dessen, dass die auf Baustellen ausgeführten Arbeiten nicht zyklisch sind und für die vorliegende Arbeit mehrere Arbeiter beobachtet werden müssen, stellt die Multimomentaufnahme für nicht-zyklische Arbeitsabläufe die geeignetste Aufnahmemethode dar, die daher auch in weiterer Folge in der vorliegenden Arbeit zur Anwendung kommt.

Abschließend sei jedoch auch die EZA erwähnt, bei der die Dauer des jeweils beobachteten Arbeitsablaufabschnitts gemessen wird und die daher als klassische Zeitmessmethode gilt. Die Zusammenführung der Einzelaufzeichnungen bildet somit den Beobachtungszeitraum ab. Dieses Aufnahmeverfahren kommt jedoch in der Baubranche selten zur Anwendung, da die Arbeiten überwiegend in Gruppen durchgeführt werden.⁶⁴

3.5.3 Beobachtungskategorien

Um die Beobachtungen auswerten zu können, müssen die Abläufe kategorisiert werden. Die nachfolgende Tabelle bildet die Ablaufgliederung nach REFA ab:

Tabelle 3-1: Ablaufgliederung nach REFA⁶⁵

| Grund-Kategorie | Hauptkategorie | Unterkategorie (Ablaufarten) |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Im Einsatz | Tätigkeit | Haupttätigkeit |
| | | Nebentätigkeit |
| | | zusätzliche Tätigkeit |
| | Unterbrechen der Tätigkeit | Ablaufbedingtes Unterbrechen |
| | | Störungsbedingtes Unterbrechen |
| | | Erholungsbedingtes Unterbrechen |
| | | Persönlich bedingtes Unterbrechen |
| Außer Einsatz | Krankheit, Urlaub, Lehrgang | |
| Betriebsruhe | Betriebspausen, Feiertage | |
| Nicht erkennbar | | |

Für die Datenerhebung im Rahmen dieser Arbeit wird eine an die Bauarbeiter angepasste Version der Ablaufgliederung nach REFA angewandt. Bei dieser Einteilung handelt es sich um die „Einteilung der Vorgänge des

⁶³ Vgl. REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, S. 77.

⁶⁴ Vgl. REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, S. 53f.

⁶⁵ REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, S.20.

Arbeitsablaufs nach Schlagbauer“, welche in weiterer Folge für diese Arbeit verwendet wird und nachstehend abgebildet ist.

Tabelle 3-2: Einteilung der Vorgänge des Arbeitsablaufs nach Schlagbauer⁶⁶

| Kategorie [erste Ebene] | Unterkategorie [zweite Ebene] | Beschreibung |
|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| „Tätigkeit“ | | Die Kategorie „Tätigkeit“ umfasst alle durchgeführten Arbeiten, die mit der Leistungserbringung direkt oder indirekt in Verbindung stehen. |
| | „Haupttätigkeit“ | Unter „Haupttätigkeit“ werden alle erhobenen Tätigkeiten zusammengefasst, die der Leistungserbringung einer direkt abrechenbaren Position dienen (z.B. Mauern, Betonieren, Schalung aufstellen, uä.). |
| | „Nebentätigkeit“ | Im Gegensatz zu „Haupttätigkeiten“ können „Nebentätigkeiten“ nicht direkt abgerechnet werden, sondern sind zur Erbringung von „Haupttätigkeiten“ notwendig (z.B. Mörtel mischen, Gerät und Material vorbereiten, uä). |
| | „Zusätzliche Tätigkeit“ | Die Unterkategorie „zusätzliche Tätigkeiten“ umfasst Haupt- und Nebentätigkeiten, die nicht dem eigentlichen Arbeitsauftrag der beobachteten Person entsprechen (z.B. die Kranführertätigkeit eines Maurers). |
| „Unterbrechung“ | „Ablaufbedingt“ | Der Bereich der „Ablaufbedingten Unterbrechungen“ umfasst Pausen, die aufgrund des Bauverfahrens und des Bauablaufs notwendig sind. |
| | „Störungsbedingt“ | „Störungsbedingte Unterbrechungen“ entstehen durch äußere Einwirkungen auf den Bauablauf, wodurch dieser unterbrochen wird. |
| | „Erholungsbedingt“ | „Erholungsbedingte Unterbrechungen“ sind Pausen, die der Bauarbeiter infolge anstrengender Tätigkeiten selbstständig einlegt, einschließlich der vom Arbeitgeber vorgegebenen Vormittags- und Mittagspausen. |
| | „Persönlich bedingt“ | „Persönlich bedingte Unterbrechungen“ entstehen infolge der persönlichen Bedürfnisse des Bauarbeiters, z.B. Rauchen, Toiletten-gang, Trinken, uä. |
| „Nicht erkennbar“ | | In die Kategorie „Nicht erkennbar“ werden jene Beobachtungen eingetragen, bei denen zum Beobachtungszeitpunkt der zu beobachtende Arbeiter nicht im Sichtbereich des Beobachters war und daher keine genaue Aussage über seine verrichtete Tätigkeit gemacht werden konnte. |

3.6 Tätigkeitsgliederung des Schalungsvorganges in Anlehnung an Schlagbauer

Bezogen auf den Schalungsvorgang ergeben sich neben den Tätigkeitskategorien und -unterkategorien folgende Tätigkeitsgruppen:

⁶⁶ SCHLAGBAUER, D.: „Arbeitsbelastung und Arbeitsleistungskurven“. In: Tagungsband 21. Assistententreffen der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik 2010. S. 207-237.

Tabelle 3-3: Tätigkeitsgliederung des Schalungsvorgangs in Anlehnung an Schlagbauer⁶⁷

| Tätigkeits-kategorie | Tätigkeits-Unterkategorie | Tätigkeitsgruppe |
|----------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Tätigkeit | Haupttätigkeit | |
| | | Schalen |
| | | Bewehren |
| | | Betonieren |
| | | Sonst. Haupttätigkeiten |
| | Nebentätigkeit | |
| | | Herrichten/Aufräumen |
| | | Vorbereiten Schalen |
| | | Vorbereiten Bewehren |
| | | Vorbereiten Betonieren |
| | | Vorbereiten Allgemein |
| | | Plan lesen/Besprechung |
| | Zusätzliche Tätigkeit | |
| Unterbrechung | Ablaufbedingte Unterbrechung | |
| | Störungsbedingte Unterbrechung | |
| | Erholungsbedingte Unterbrechung | |
| | | Vorgegebene Pause |
| | | Eigene Pause |
| | Persönlich bedingte Unterbrechung | |

3.7 Maßgebende Einflüsse auf die Tätigkeiten des Schalungsvorganges

Für die Bestimmung der Einflüsse auf den Schalungsvorgang ist es zunächst sinnvoll, die allgemeinen Einflussbereiche auf die Leistung und im Speziellen auf den Aufwandswert zu bestimmen.

Die Arbeitsleistung wird von einer großen Anzahl an Einflussfaktoren bestimmt. Für eine Bewertung der tatsächlich erbringbaren Arbeitsleistung müssen neben arbeitsbedingten und persönlichen Einflüssen auch die Arbeitsbedingungen aufgezeichnet werden, da all diese Gegebenheiten einen Einfluss auf den Arbeitsablauf ausüben.⁶⁸

Eine Unterscheidung, die laut REFA zwischen Arbeitsbedingungen und Einflussgrößen getroffen werden kann, liegt in Konstanz und Variabilität. Arbeitsbedingungen bleiben für ein dokumentiertes Arbeitsverfahren konstant, während Einflussgrößen variabel sind.⁶⁹

⁶⁷ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Arbeitsbelastung und Arbeitsleistungskurven. In: Tagungsband 21. Assistententreffen der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik 2010. S. 207-237.

⁶⁸ Vgl. REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, S. 13ff.

⁶⁹ Vgl. REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 3 Arbeitsgestaltung, S. 18.

Folgende Abbildung von Hofstadler stellt die wesentlichen Einflussbereiche auf die Leistung dar:

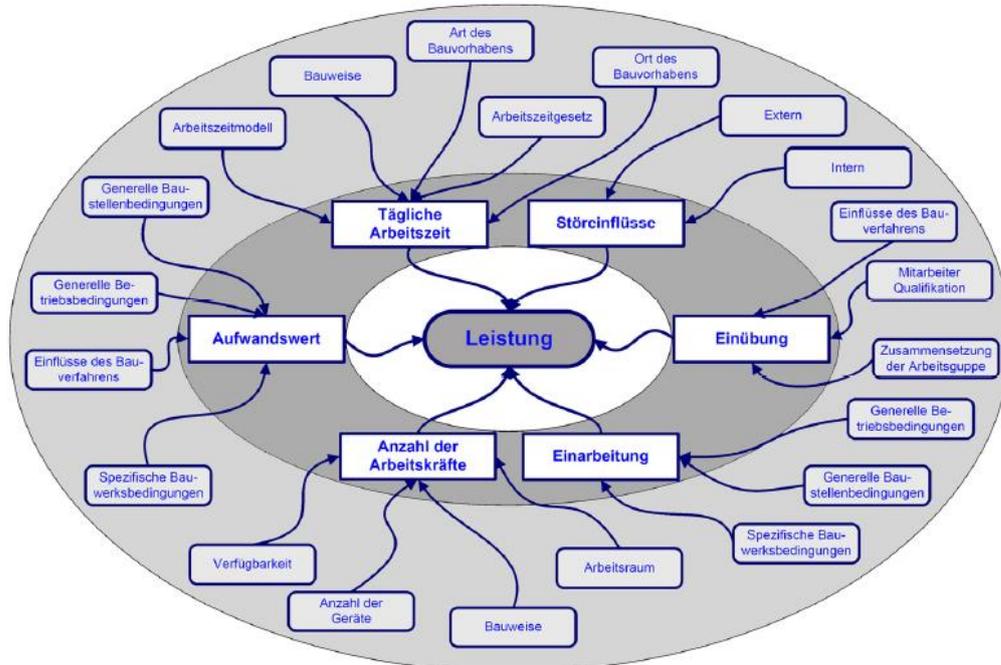


Bild 3-11: Einflussbereiche auf die Leistung nach Hofstadler⁷⁰

Aus der der Abbildung geht hervor, dass die Leistung vor allem von den sechs Bereichen tägliche Arbeitszeit, Störeinflüsse, Einübung, Einarbeitung, Anzahl der Arbeitskräfte und Aufwandswert beeinflusst wird.

Besonders der Aufwandswert ist für die vorliegende Arbeit relevant. In einer weiteren Grafik stellt Hofstadler jene Bereiche dar, die Einfluss auf den Aufwandswert üben:

⁷⁰ HOFSTADLER, C.; FRANZL, G.: Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb. S. 277.

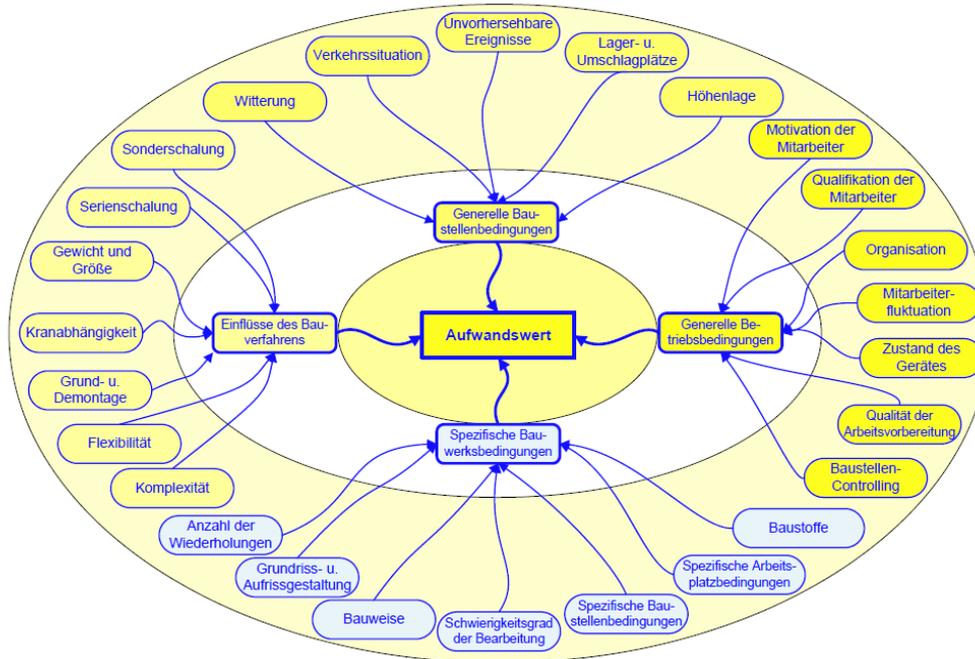


Bild 3-12: Maßgebende Einflüsse auf Aufwandswerte – Auswahl für Schalarbeiten⁷¹

Aus den beiden obenstehenden Grafiken können die maßgebenden Einflüsse auf die Schalungstätigkeiten abgeleitet werden.

3.7.1 Witterung

Unter diesem Begriff wird die Summe der klimatischen Randbedingungen mit Schwerpunkt auf die atmosphärischen Zustände wie Niederschlag, Temperatur, Windgeschwindigkeit, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit gemeint.⁷²

3.7.2 Auswahl des Schalungsverfahrens/Schalungssystems

Die Auswahl des Schalungssystems bzw. des Schalungsverfahrens beeinflusst in großem Maße die Leistungsfähigkeit (Aufwandswert) in wirtschaftlicher Hinsicht und die Belastung der Arbeiter.

Jedes Schalungssystem hat unter bestimmten geometrischen Randbedingungen des Gebäudes Vor- bzw. Nachteile.

⁷¹ HOFSTADLER; C.: Schararbeiten. S. 30

⁷² FREIE UNIVERSITÄT BERLIN. Begriffe rund ums Wetter. http://www.geo.fu-berlin.de/fb/e-learning/pg-net/themenbereiche/klimageographie/einleitung/klima_begriffe/index.html. Datum des Zugriffs: 12.01.2013

Zusätzlich spielt das Verhältnis zwischen Lohn- und Materialkosten eine erhebliche Rolle bei der Entscheidung. In Gebieten mit niedrigem Lohnniveau wird die Auswahl eher auf ein System mit niedrigen Materialkosten und dafür höherem Aufwandswert (Trägerschalung) fallen.

Die Entscheidung für ein System ist Wegweiser für den gesamten weiteren Projektverlauf hinsichtlich Ergonomie, Herzfrequenz, Leistung und Tätigkeitsverteilung.

3.7.3 Allgemeine Baustellenbedingungen

Dieser Begriff umfasst vor allem die Platzverhältnisse sowie generellen Arbeitsbedingungen auf der Baustelle hinsichtlich Bewegungsfreiheit der Arbeiter und Untergrundverhältnissen, d.h. ob der Boden weich und somit schwer begeh- bzw. befahrbar oder fest ist.

3.7.4 Spezifische Bauwerksbedingungen

An dieser Stelle soll auf das Konzept in Hofstadler: „Einflussgrößen auf Aufwandswerte bei Schalarbeiten in der Praxis“ verwiesen werden, das entwickelt wurde, um festzustellen, inwieweit die unterschiedlichen Gebäudegeometrien den Aufwandswert der Schalungssysteme beeinflussen⁷³.

Folgende der spezifischen Bauwerksbedingungen beeinflussen in erheblichem Maße das Schalungssystem:

3.7.4.1 Gebäudegeometrie (Grundriss + Aufriss)

Die Gebäudegeometrie ist ausschlaggebend für die Wahl des Schalungssystems und in weiterer Folge für dessen Wirtschaftlichkeit. Je flexibler das System ist, desto geeigneter ist es bei verwinkelten und komplexen Geometrien. Modulsysteme wie etwa Deckentische sind hingegen bei einfachen, rechteckigen Geometrien mit geringem Passflächenanteil und Regelgeößen wirtschaftlich einsetzbar.

3.7.4.2 Deckenhöhe

Vor allem hinsichtlich ergonomischer Handhabung spielt die Deckenhöhe eines Bauwerks eine große Rolle. So kann beispielsweise ein Schalungssystem bei Regeldeckenhöhen bis 3,0 m ergonomisch und wirtschaftlich geeignet sein, jedoch bei größeren Deckenhöhen einen negativen Einfluss

⁷³ HOFSTADLER, C.: Einflussgrößen auf Aufwandswerte bei Schalarbeiten in der Praxis. S. 9-17.

auf die Belastung und somit auch auf den Aufwandswert haben. Beispiel hierfür wäre die Montage eines schweren Rahmenelementes von unten ohne geeignetes Hilfsgerät ab einer gewissen Deckenhöhe, was zu extremen Überkopfhaltungen führen kann.

3.7.4.3 Gewähltes Baumaterial

Das Baumaterial, für Stahlbetonbauwerke vor allem der Stahlbeton und dessen Konsistenz sowie der Bewehrungsgrad, hat maßgeblichen Einfluss auf die Wahl des Schalungssystems und somit in weiterer Folge auch auf den Aufwandswert.

3.7.5 Qualifikation und Leistungsfähigkeit der Arbeitskräfte

Je nach Grad der Qualifikation und körperlicher sowie mentaler Leistungsfähigkeit ändert sich auch die Ausführung der Tätigkeiten hinsichtlich Schnelligkeit und ergonomisch korrekter Handhabung.

3.7.6 Motivation der Arbeitskräfte

Die Motivation der Arbeiter ist von Randbedingungen wie etwa Entlohnung, Witterungseinflüssen und persönlichem Umfeld abhängig und ist ein wesentlicher Aspekt für die Leistungsfähigkeit der Mannschaft und die ergonomisch richtige Ausführung von Tätigkeiten.

3.7.7 Generelle Betriebsbedingungen

Die wichtigsten Betriebsbedingungen, welche die zu untersuchenden Tätigkeiten beeinflussen, sind Maschinen/Geräte, die betriebliche Organisation sowie die Lagerungsorganisation/ Baustelleneinrichtung.

3.7.7.1 Maschinen/Geräte

Hilfsmittel erleichtern den Umgang mit den Schalungsbestandteilen und sorgen für Entlastung des Körpers und somit für einen niedrigeren und somit besseren Ergonomiewert.

Maßgebend für den Einsatz von Hilfsmitteln ist die Kosten/Nutzen-Relation.

3.7.7.2 Betriebliche Organisation (Bauaufsicht, Fehlerverwaltung + Korrektur)

Die Bauleiter sowie die Poliere und Vorarbeiter und weiter die örtliche Bauaufsicht haben einen großen Einfluss auf die Art der Ausführung auf der

Baustelle und können somit sowohl Leistung als auch Handhabung und somit Belastung der Arbeitskräfte steuern.

3.7.7.3 Baustelleneinrichtung/Lagerungsorganisation

Eine gute Planung der Baustelleneinrichtung im Vorfeld ist ein wesentlicher Faktor zur Reduzierung des Aufwandwertes und zur Verbesserung des Ergonomiewertes der Tätigkeiten eines Schalungssystems. So kann zum Beispiel durch eine geeignete Lagerung der Schalungsbestandteile ein mehrmaliges Umsetzen vermieden werden.

3.7.8 Abhängigkeiten der Einflüsse untereinander

Abschließend ist für den Kapitelabschnitt 3.7 zu erwähnen, dass meist mehrere Einflussarten gegenseitig wiederum Einfluss aufeinander haben. So ist etwa die Wahl des Schalungssystems abhängig von den spezifischen Bauwerksbedingungen und der Qualifikation der Arbeiter.

3.8 Grundlagen der Ergonomie

Zum besseren Verständnis für die ergonomischen Auswertungen und Analysen erfolgt in diesem Kapitel eine Einführung in die Grundlagen der Ergonomie.

In DIN EN ISO 6385:2004 findet sich eine der gebräuchlichsten Definitionen von „Ergonomie“, die sich in ihrer Kernaussage auch mit vielen anderen Definitionen deckt:⁷⁴

„... wissenschaftliche Disziplin, die sich mit dem Verständnis der Wechselwirkungen zwischen menschlichen und anderen Elementen eines Systems befasst, und der Berufszweig, der Theorie, Prinzipien, Daten und Methoden auf die Gestaltung von Arbeitssystemen anwendet, mit dem Ziel, das Wohlbefinden des Menschen und die Leistung des Gesamtsystems zu optimieren.“⁷⁵

Bezogen auf Arbeitssysteme findet sich in selbiger DIN folgende Definition:

⁷⁴ Vgl. BAuA: Ergonomiekompodium. Anwendung Ergonomischer Regeln und Prüfung der Gebrauchstauglichkeit von Produkten. http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2116-2.pdf?__blob=publicationFile&v=4. Datum des Zugriffs: 11.12.2012. S. 13.

⁷⁵ DIN ISO 6385:2004

„... Ziel einer ergonomischen Gestaltung von Arbeitssystemen ist die Optimierung der Arbeitsbeanspruchung, die Vermeidung beeinträchtigender Auswirkungen und die Förderung erleichternder Auswirkungen. Eine nicht beeinträchtigte menschliche Leistung wird gleichzeitig oft die Effektivität und Effizienz des Systems verbessern und so zur Erreichung eines weiteren wichtigen Ziels, der ergonomischen Gestaltung von Arbeitssystemen beitragen. Bei der Gestaltung von Arbeitssystemen sollte der Mensch als Hauptfaktor und integraler Bestandteil des zu gestaltenden Systems, einschließlich des Arbeitsablaufs und der Arbeitsumgebung, gelten...“⁷⁶

Von der International Ergonomics Association wird eine Einteilung von Ergonomie in „Physical Ergonomics“, „Cognitive Ergonomics“ und „Organizational Ergonomics“⁷⁷ vorgenommen, die in der nachfolgenden Grafik darstellt ist.

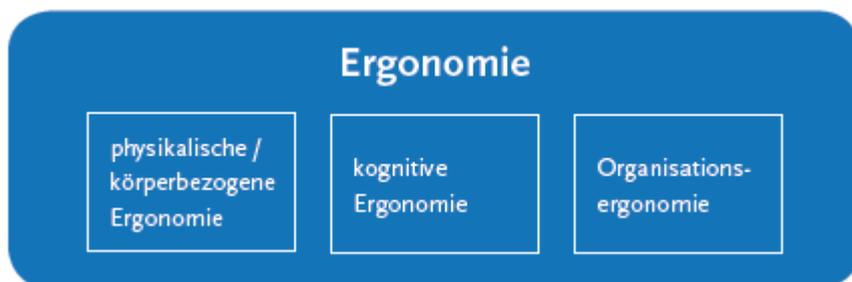


Bild 3-13: Ergonomie – Teilaspekte⁷⁸

Die physikalische/körperbezogene Ergonomie behandelt Aspekte wie Anatomie, Physiologie, Anthropometrie und Biomechanik, während sich die kognitive Ergonomie mit mentalen Vorgängen beschäftigt, also dem Prozess, wie Informationen verarbeitet werden. Die Organisationsergonomie wiederum untersucht organisatorische Gesichtspunkte der Arbeitsabläufe wie Arbeitszeiten, Arbeit in Gruppen, Arbeitsaufteilung, etc.⁷⁹

Für ausführliche Informationen zu Ergonomie wird an dieser Stelle auf das Ergonomiekompodium⁸⁰ verwiesen, das die Teilaspekte der Ergonomie umfangreich behandelt.

⁷⁶ DIN ISO 6385:2004

⁷⁷ Vgl. International Ergonomics Association: Definition von Ergonomie. http://www.iea.cc/01_what/What%20is%20Ergonomics.html. Datum des Zugriffs: 11.12.2012.

⁷⁸ BAuA: Ergonomiekompodium. Anwendung Ergonomischer Regeln und Prüfung der Gebrauchstauglichkeit vpn Produkten. http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2116-2.pdf?__blob=publicationFile&v=4. Datum des Zugriffs: 11.12.2012. S. 15.

⁷⁹ Vgl. BAuA: Ergonomiekompodium. Anwendung Ergonomischer Regeln und Prüfung der Gebrauchstauglichkeit von Produkten. http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2116-2.pdf?__blob=publicationFile&v=4. Datum des Zugriffs: 11.12.2012. S. 16.

⁸⁰ BAuA: Ergonomiekompodium. Anwendung Ergonomischer Regeln und Prüfung der Gebrauchstauglichkeit vpn Produkten. http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2116-2.pdf?__blob=publicationFile&v=4. Datum des Zugriffs: 11.12.2012

3.8.1 Ziel der Ergonomie

Das Ziel der Ergonomie ist es, den Arbeitsprozess und den Arbeitsplatz dahingehend zu organisieren, dass eine möglichst schonende Durchführung der Arbeitstätigkeit gewährleistet ist.

Die Vorteile des ergonomisch-korrekten Arbeitsablaufes sind also nicht nur auf Seiten des Arbeiters, dessen Gesundheit geschont wird, sondern auch auf Seiten des Arbeitgebers und der Krankenkassen zu finden.

Durch die Reduktion von unnatürlichen Körperhaltungen und übermäßigen Belastungen ist es möglich, Krankenstände zu vermeiden und eine zu schnelle Ermüdung der Arbeitnehmer zu vorzubeugen. Dadurch wird zum einen die Produktivität gesteigert und zum anderen eine Kosteneinsparung durch das Vermeiden von Krankenständen und kostspieligen Langzeittherapien von körperlichen Schäden erreicht.⁸¹

3.8.2 Maßgebende ergonomische Belastungen im Bauwesen

Im Folgenden werden hauptsächlich Aspekte der physikalischen und der Organisationsergonomie betrachtet, da im Bauwesen hauptsächlich Überlastungen des Bewegungsapparats zustande kommen. Unproblematisch sind aufrechte Körperhaltungen, sei es im Sitzen oder im Stehen. Werden während des Arbeitsprozesses vermehrt Rückenbeugungen oder Verdrehungen nötig, so besteht eine zunehmende Gefahr von Schäden am Haltungsapparat. Auch Armhaltungen über Kopfhöhe und ausgedehntes, statisches Hocken oder Knien können körperliche Beeinträchtigungen zur Folge haben.⁸²

Wenn Zwangshaltungen auftreten, müssen einzelne Muskeln statische Haltungen einnehmen, wodurch die Muskulatur äußerst schnell ermüdet, da ein starkes Ungleichgewicht zwischen Blutbedarf und Durchblutung besteht.

⁸¹ Vgl. BAuA: ERGONOMIEKOMPENDIUM – Anwendung Ergonomischer Regeln und Prüfung der Gebrauchstauglichkeit von Produkten. http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2116-2.pdf?__blob=publicationFile&v=4. Datum des Zugriffs: 11.12.2012. S. 14

⁸² Vgl. AUVA: Ergonomie – Eine Einführung, http://www.jku.at/AS/content/e13901/e13900/e13896/e13888/einfuehrung_ger.pdf. Datum des Zugriffs: 12.12.2012. S. 8.

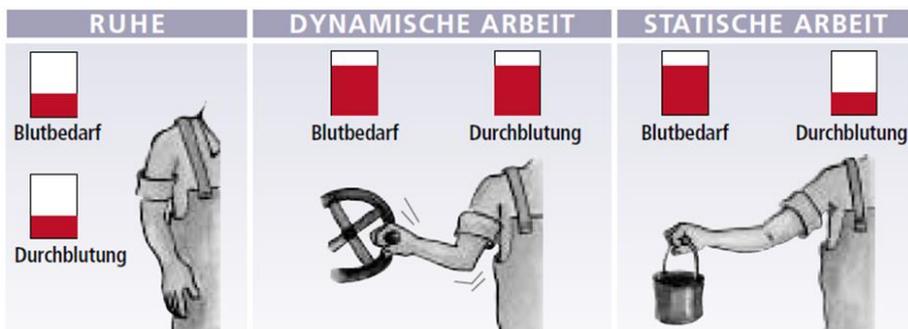


Bild 3-14: Arbeitshaltung – Abweichung zwischen Blutbedarf und tatsächlicher Durchblutung⁸³

Es ist immer von Vorteil zwischen verschiedenen Arbeitshaltungen zu wechseln, um eine Überbelastung zu vermeiden. Selbst einfaches Stehen kann beispielsweise durch die statische Dauerbelastung zu Verformungen an den Füßen und zur Entstehung von Krampfadern führen.⁸⁴

Von besonderer Bedeutung für das Bauwesen ist das Heben und Tragen. Eine der größten Probleme für Arbeitnehmer auf der Baustelle ist das Entstehen von Rückenschmerzen und Gelenksproblemen, die zu einem großen Teil aus dem inkorrekten Heben und Tragen von schweren Gegenständen resultieren. Beim Heben und Tragen von Lasten nimmt die Belastung der Wirbelsäule zu und ist in den Lendenwirbeln am größten. Wichtige Kriterien sind dabei nicht nur das zu hebende Gewicht, sondern in besonderem Maße auch die Häufigkeit und die beim Ausführen der Tätigkeit eingenommene Haltung.⁸⁵

⁸³ AUVA: Ergonomie – Eine Einführung, http://www.jku.at/AS/content/e13901/e13900/e13896/e13888/einfuehrung_ger.pdf. Datum des Zugriffs: 12.12.2012. S. 8.

⁸⁴ Vgl. AUVA: Ergonomie – Eine Einführung, http://www.jku.at/AS/content/e13901/e13900/e13896/e13888/einfuehrung_ger.pdf. Datum des Zugriffs: 12.12.2012. S. 9.

⁸⁵ Vgl. AUVA: Ergonomie – Eine Einführung, http://www.jku.at/AS/content/e13901/e13900/e13896/e13888/einfuehrung_ger.pdf. Datum des Zugriffs: 12.12.2012. S. 14.



Bild 3-15: Richtige und falsche Ausführung von Hebe- und Tragetätigkeiten⁸⁶

Aus den obigen Abbildungen wird ersichtlich, dass eine möglichst aufrechte Haltung der Wirbelsäule als schonend einzustufen ist. Wirken jedoch Kräfte quer zur Wirbelsäule, führt dies auf Dauer zu bleibenden Schädigungen, da die Bandscheiben auf ungünstigste Weise belastet werden. Zusätzlich ist die Position des zu hebenden Objekts von erheblicher Bedeutung. Neben der Schulung der Arbeitnehmer ist die Lagerhöhe der Arbeitsmittel einer der wenigen Faktoren, die im Bauwesen beeinflusst werden können. Es ist also bei der Arbeitsorganisation darauf zu achten, dass die Arbeitsmittel möglichst nicht vom Boden sondern aus einer leicht erhöhten Position zu stemmen sind.

Zur Untersuchung der Ergonomie kommen in der vorliegenden Arbeit zwei unterschiedliche Verfahren zum Einsatz. Dies ist einerseits die Leitmerkmalermethode sowie andererseits AAWS-Formworks, was wiederum auf dem Automotive Assembly Worksheet aufbaut. Eine eingehende Darstellung dieser Verfahren wird in den folgenden Kapiteln vorgenommen.

⁸⁶ AUYA: Ergonomie – Eine Einführung, http://www.jku.at/AS/content/e13901/e13900/e13896/e13888/einfuehrung_ger.pdf. Datum des Zugriffs: 12.12.2012. S. 14.

3.9 Leitmerkmalmethode

Die Leitmerkmalmethode (LMM) wurde von der BAuA⁸⁷ und der LASI⁸⁸ entwickelt, um eine Beurteilung der Arbeitsbedingungen bei der manuellen Lastenhandhabung (Heben+ Halten+ Tragen, sowie Ziehen + Schieben) vorzunehmen.⁸⁹ Dabei werden an die Leitmerkmalmethode folgende Anforderungen gestellt:

- *„Wertneutrale Beschreibung der wichtigsten Tätigkeitsmerkmale*
- *Aufdeckung und Grobquantifizierung von relevanten Gefährdungen*
- *Hinweis auf Gestaltungsengpässe*
- *Möglichkeit einer Risikoabschätzung*
- *Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit der Beurteilung durch den Anwender*
- *Sichere Erfassbarkeit der Merkmale mit möglichst geringem Aufwand*
- *Belegminimierung*
- *Kalkulierbarkeit von Beurteilungsfehlern*
- *Anwendbarkeit für Arbeitsvorbereiter, Sicherheitsfachkräfte, Betriebsärzte, Inspektoren und Personalvertreter“⁹⁰*

Für die Analyse der Arbeitsbelastung werden zunächst die vier Leitmerkmale

- Zeitdauer/Häufigkeit
- Lastgewicht
- Körperhaltung und
- Ausführungsbedingungen

für Teiltätigkeiten erfasst. Die Beurteilung der Tätigkeiten erfolgt unter Zuhilfenahme des nachfolgend dargestellten Formblatts.⁹¹

⁸⁷ Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin in Deutschland

⁸⁸ Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik in Deutschland

⁸⁹ Vgl. BAuA. Leitmerkmalmethode. Manuelle Arbeitsprozesse. http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F1994.pdf?__blob=publicationFile&v=6. Datum des Zugriffs: 12.12.2012

⁹⁰ BAuA. Leitmerkmalmethode. Manuelle Arbeitsprozesse. http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F1994.pdf?__blob=publicationFile&v=6. Datum des Zugriffs: 12.12.2012

⁹¹ Vgl. BAUA: Leitmerkmalmethode zur Beurteilung von Heben, Halten, Tragen. http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/pdf/LMM-Heben-Halten-Tragen.pdf?__blob=publicationFile&v=3. Datum des Zugriffs 14.12.2012

Beurteilung von Lastenhandhabungen anhand von Leitmerkmalen Version 2001
 Die Gesamtwichtung ist ggf. in Teiltätigkeiten zu gliedern. Jede Teiltätigkeit mit erheblichen körperlichen Belastungen ist getrennt zu beurteilen.
 Arbeitsplatz/Teiltätigkeit: _____

1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen!)

| Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s) | | Halten (> 5 s) | | Tragen (> 5 m) | |
|-----------------------------------|--------------|---------------------------|--------------|-------------------------|--------------|
| Anzahl am Arbeitstag | Zeitwichtung | Gesamtdauer am Arbeitstag | Zeitwichtung | Gesamtweg am Arbeitstag | Zeitwichtung |
| < 10 | 1 | < 5 min | 1 | < 300 m | 1 |
| 10 bis < 40 | 2 | 5 bis 15 min | 2 | 300 m bis < 1km | 2 |
| 40 bis < 200 | 4 | 15 min bis < 1 Stunde | 4 | 1 km bis < 4 km | 4 |
| 200 bis < 500 | 6 | 1 Stunde bis < 2 Stunden | 6 | 4 bis < 8 km | 6 |
| 500 bis < 1000 | 8 | 2 Stunden bis < 4 Stunden | 8 | 8 bis < 16 km | 8 |
| ≥ 1000 | 10 | ≥ 4 Stunden | 10 | ≥ 16 km | 10 |

Beispiele: • Sehen von Mauersteinen
• Einlegen von Werkstücken in eine Maschine • Pakete aus einem Container entnehmen und auf ein Band legen

Beispiele: • Halten und/oder Führen eines Gussrohres bei der Bearbeitung an einem Schweißbock • Halten einer Handschulermaschine • Führen einer Motorsäge

Beispiele: • Möbeltransport • Tragen von Gerüstteilen vom Liek zum Aufstellort

2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen

| Wirksame Last ¹⁾ für Männer | Lastwichtung | Wirksame Last ¹⁾ für Frauen | Lastwichtung |
|----------------------------------------|--------------|----------------------------------------|--------------|
| < 10 kg | 1 | < 5 kg | 1 |
| 10 bis < 20 kg | 2 | 5 bis < 10 kg | 2 |
| 20 bis < 30 kg | 4 | 10 bis < 15 kg | 4 |
| 30 bis < 40 kg | 7 | 15 bis < 25 kg | 7 |
| ≥ 40 kg | 25 | ≥ 25 kg | 25 |

1) Mit der "wirksamen Last" ist die Gewichtskraft bzw. Zug-/Druckkraft gemeint, die der Beschäftigte tatsächlich bei der Lastenhandhabung ausüben muss. Sie entspricht nicht immer der Lastmasse. Beim Kippen eines Kartons wirken nur etwa 50 %, bei der Verwendung einer Schubkarre oder Saugkarre nur 10 %, der Lastmasse.

| Charakteristische Körperhaltungen und Lastposition ²⁾ | Körperhaltung, Position der Last | Haltungswichtung |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| | • Oberkörper aufrecht, nicht verdreht • Last am Körper | 1 |
| | • geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers • Last am Körper oder körpfernah | 2 |
| | • tiefes Beugen oder weites Vorneigen • geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers • Last körfernah oder über Schulterhöhe | 4 |
| | • weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers • Last körfernah • eingeschränkte Haltungsvermögen beim Stehen • Hocken oder Knien | 8 |

2) Für die Bestimmung der Haltungswichtung ist die bei der Lastenhandhabung eingenommene charakteristische Körperhaltung einzusetzen; z.B. bei unterschiedlichen Körperhaltungen mit der Last sind mittlere Werte zu bilden – keine gelegentlichen Körpererhebungen!

| Ausführungsbedingungen | Auswichtung |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Gute ergonomische Bedingungen, z. B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen | 0 |
| Einschränkung der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z. B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m ² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt) | 1 |
| Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z. B. Patiententransfere) | 2 |

3. Schritt: Bewertung
 Die für diese Tätigkeit zutreffenden Wichtungen sind in das Schema einzutragen und auszurechnen.



Anhand des ermittelten Punktwertes und der folgenden Tabelle kann eine grobe Bewertung vorgenommen werden.³⁾ Unabhängig davon gelten die Bestimmungen des Mutterschutzgesetzes.

| Risikobereich | Punktwert | Beschreibung |
|---------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | < 10 | Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich. |
| 2 | 10 bis < 25 | Erhöhte Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen ⁴⁾ möglich. Für diesen Personenkreis sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll. |
| 3 | 25 bis < 50 | Wesentlich erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind angezeigt. ⁵⁾ |
| 4 | ≥ 50 | Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich. ⁵⁾ |

3) Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigenden Punktwerten die Belastung des Muskel-Skelettsystems zunimmt. Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind aufgrund der individuellen Arbeitstechniken und Leistungsvoraussetzungen fließend. Damit darf die Einstufung nur als Orientierungshilfe verstanden werden.
⁴⁾ Vermindert belastbare Personen sind in diesem Zusammenhang Beschäftigte, die älter als 40 oder jünger als 21 Jahre alt, "Neulinge" im Beruf oder durch Erkrankungen leistungsgemindert sind.
⁵⁾ Gestaltungsmaßnahmen lassen sich anhand der Punktwerte der Tabelle ermitteln. Durch Gewichtsverminderung, Verbesserung der Ausführungsbedingungen oder Verlagerung der Belastungszentren können Belastungen vermindert werden.

Oberprüfung des Arbeitsplatzes aus sonstigen Gründen erforderlich:

Begründung: _____

Datum der Beurteilung: _____ Beurteilt von: _____

Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin und Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik 2001

Bild 3-16: Formblatt Leitmerkmalermethode Heben, Halten, Tragen⁹²

Für Beurteilung der Tätigkeiten muss zunächst jedoch die Bestimmung der Zeitwichtung sowie der Wichtung der Leitmerkmale erfolgen. Die Zeitwichtungsbestimmung wird jeweils für drei mögliche Arten der Lastenhandhabung durchgeführt:⁹³

- „Für Teiltätigkeiten, die durch **regelmäßiges Wiederholen kurzer Hebe-, Absenk- oder Umsetzvorgänge** gekennzeichnet sind, ist die Anzahl der Vorgänge bestimmend für die Zeitwichtung.
- Für Teiltätigkeiten, die durch **Halten** einer Last gekennzeichnet ist, wird die Gesamtdauer des Haltens zugrunde gelegt Gesamtdauer = Anzahl der Haltevorgänge x Dauer für einen einzelnen Haltevorgang.

⁹² BAuA. Leitmerkmalermethode. Manuelle Arbeitsprozesse. http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F1994.pdf?__blob=publicationFile&v=6. Datum des Zugriffs: 12.12.2012. S. 31.

⁹³ Vgl. BAuA. Leitmerkmalermethode zur Beurteilung von Heben, Halten, Tragen. http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/pdf/LMM-Heben-Halten-Tragen.pdf?__blob=publicationFile&v=3. Datum des Zugriffs 14.12.2012.

- Für Teiltätigkeiten, die durch **Tragen** einer Last gekennzeichnet ist, wird der Gesamtweg, der mit Last gegangen wird, zugrunde gelegt. Dabei wird eine mittlere Geschwindigkeit beim Laufen von 4 km/h \approx 1 m/s angenommen.⁹⁴

Darauf folgt die Bestimmung der Wichtung von Lastgewicht, Körperhaltung und Ausführungsbedingungen, wobei bei der Bestimmung der Lastwichtung eine unterschiedliche Wichtung für Männer und Frauen vorgenommen wird. Für die Bestimmung der Körperhaltungswichtung werden die typischen Körperhaltungen beim Handhaben der Lasten herangezogen und dem Piktogramm-Wert der Tabelle zugeordnet. Für die Wichtung der Ausführungsbedingungen kommen nur die zeitlich überwiegenden Bedingungen zum Tragen.⁹⁵

Aus diesen Einschätzungen der Leitmerkmale wird schließlich ein Risikowert ermittelt, der zwischen 2 und ca. 80 liegt.⁹⁶ Die Interpretation der Ergebnisse ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

| Risikobereich | Punktwert | Beschreibung |
|---------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <10 | Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich. |
| 2 | 10 bis <25 | Erhöhte Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen möglich. Für diesen Personenkreis sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll. |
| 3 | 25 bis <50 | Wesentlich erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind angezeigt. |
| 4 | \geq 50 | Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich. |

Bild 3-17: Bewertungstabelle aus dem Formblatt der LMM Heben, Halten, Tragen⁹⁷

Für die automatische Berechnung des Risikowertes wurden die erfassten Werte in das folgende, adaptierte Formblatt eingetragen:

⁹⁴ BAuA: Leitmerkalmethode zur Beurteilung von Heben, Halten, Tragen. http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/pdf/LMM-Heben-Halten-Tragen.pdf?__blob=publicationFile&v=3. Datum des Zugriffs 14.12.2012.

⁹⁵ Vgl. BAuA: Leitmerkalmethode zur Beurteilung von Heben, Halten, Tragen. http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/pdf/LMM-Heben-Halten-Tragen.pdf?__blob=publicationFile&v=3. Datum des Zugriffs 14.12.2012.

⁹⁶ Vgl. BAuA: Leitmerkalmethode zur Beurteilung von Heben, Halten, Tragen. http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/pdf/LMM-Heben-Halten-Tragen.pdf?__blob=publicationFile&v=3. Datum des Zugriffs 14.12.2012.

⁹⁷ BAuA. Leitmerkalmethode. Manuelle Arbeitsprozesse. http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F1994.pdf?__blob=publicationFile&v=6. Datum des Zugriffs: 12.12.2012. S.32.

| | | | | | | |
|---------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Umsetzen | < 10 x | < 40 x | < 200 x | < 500 x | < 1.000 x | mehr |
| Halten | < 5 min | < 15 min | < 1 h | < 2 h | < 4 h | mehr |
| Tragen | < 300 m | < 1 km | < 4 km | < 8 km | < 16 km | mehr |
| Betreffende Spalte mit 1,2,3,4,5 oder 6 markieren | | | | | | |

| | | | | | |
|-------------------------------------------------|----------|----------------|----------------|----------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| für Männer | | | | | |
| | 1 | 2 | 4 | 7 | 25 |
| | < 10 kg | 10 bis < 20 kg | 20 bis < 30 kg | 30 bis < 40 kg | ≥ 40 kg |
| Betreffende Spalte mit 1,2,3,4 oder 5 markieren | | | | | |

Haltungswichtung 1 (HW)

| | | | |
|---|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 1 | 1 | <ul style="list-style-type: none"> • Oberkörper aufrecht, nicht verdreht • Last körpernah • Stehen oder wenige Schritte gehen | |
| 2 | 2 | <ul style="list-style-type: none"> • Oberkörper gering vorneigen oder verdrehen • Last körpernah | |
| 3 | 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Tiefes Beugen oder weites Vorneigen • Oberkörper gleichzeitig gering vorneigen und verdrehen • Last körperfern oder über Schulterhöhe halten | |
| 4 | 5 | <ul style="list-style-type: none"> • Oberkörper gleichzeitig weit vorneigen und verdrehen • Last körperfern • Eingeschränkte Haltbarkeit beim Stehen, Hocken oder Knien | |

Ausführungsbedingungs-wichtung (AW)

| | | | |
|---|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 1 | 0 | Gute ergonomische Bedingungen <ul style="list-style-type: none"> • Ausreichend Platz und Licht • Keine Hindernisse im Arbeitsbereich • Ebener, rutschfester Boden | |
| 2 | 1 | Einschränkung der Bewegungsfreiheit <ul style="list-style-type: none"> • Bewegungsraum: Höhe oder Arbeitsfläche zu gering • Standsicherheit: unebener, weicher Boden | |
| 3 | 2 | Starke Einschränkung der Bewegungsfreiheit und / oder Instabilität des Last-Schwerpunktes | |

| | |
|-----------------|----------------|
| Ergebnis | #BEZUG! |
|-----------------|----------------|

Beurteilung mit Merkmalpunktwert (MPW)

| MPW | Belastung | körperliche Überbeanspruchung | Gestaltungsmaßnahmen |
|-------------|-------------------|---------------------------------------------|----------------------|
| < 10 | gering | unwahrscheinlich | keine |
| 10 bis < 25 | erhöht | möglich bei vermindert belastbaren Personen | sinnvoll |
| 25 bis < 50 | wesentlich erhöht | möglich bei normal belastbaren Personen | angezeigt |
| ab 50 | hoch | wahrscheinlich | dringend |

Bild 3-18: adaptiertes LMM-Formblatt

3.10 Verfahrensanweisung LM-Methode

In diesem Teil der Masterarbeit wird die Vorgehensweise der korrekten Erstellung einer Ergonomieanalyse mittels LM-Methode unter Berücksichtigung der 4 Leitmerkmale (Zeitdauer/Häufigkeit, Lastgewicht, Körperhaltung sowie Ausführungsbedingungen) erklärt.

Zur besseren Handhabung wurde mithilfe von MS Excel ein Programm verfasst. Jene Bereiche/Zellen, welche für eine Eingabe vorgesehen sind, wurden grün unterlegt und die restlichen Bereiche/Zellen wurden gesperrt. Somit wird Verwechslungen bestmöglich vorgegriffen.

Nachfolgend wird die Ermittlung der Ergonomiewerte in 6 Schritte aufgeteilt und exakt beschrieben.

Ermittlung der Ergonomiewerte in 6 Schritten

Schritt 0: Befüllung des Titelteils (Name der Tätigkeit)

Schritt 1: Studie der zu analysierenden Videosequenz einer Tätigkeit.

Schritt 2: Für die Bewertung des 1. Leitmerkmals - Zeitdauer/Häufigkeit - wird die der untersuchten Tätigkeit in Punkto Anzahl der Umsetzungsvorgänge, Haltedauer [min] und Transportweg m entsprechende grün unterlegte Zelle mit einem „x“ markiert.

Schritt 3: Für die Bewertung des 2. Leitmerkmals - Lastgewicht - wird die dem Gewicht [kg] der Schalungskomponenten der untersuchten Tätigkeit entsprechende Zelle mit einem „x“ markiert.

Hierbei ist das Geschlecht des Bauarbeiters insofern zu berücksichtigen, als dass der höchste Lastbereich bei Männern bei >40 [kg] und bei Frauen schon bei > 25 [kg] beginnt.

Schritt 4: Für die Bewertung des 3. Leitmerkmals - Körperhaltung - wird die der prägenden Haltungsgruppe der untersuchten Tätigkeit zutreffende Zelle wiederum mit einem „x“ markiert.

Schritt 5: Das 4. Leitmerkmal - Ausführungsbedingungen - beschreibt jene Bedingungen, welche während der Ausübung der untersuchten Tätigkeit vorwiegend herrschen. Die entsprechende Zelle wird auch hier mit einem „x“ markiert.

Schritt 6: Vergleich des Ergonomiewertes der analysierten Tätigkeit mit der vorliegenden Tabelle am unteren Ende des Programmbereiches

Durch das Vergleichen des Ergonomiewertes mit der dafür vorgesehenen Tabelle erkennt man sofort, ob in ergonomischer Hinsicht Handlungsbedarf besteht, d. h. ob die Tätigkeit ergonomisch optimiert werden sollte um ein besseres Gesamtergebnis zu erzielen und somit die Arbeitskräfte langfristig zu schonen und deren Gesundheit zu bewahren.

Weitere Vorgehensweise

Der ermittelte Ergonomiewert wird für alle betrachteten Tätigkeiten mit der in der vorangegangenen Multimomentaufnahme ermittelten Häufigkeitsverteilung multipliziert und erhält somit eine prozentuelle Gewichtung. Diese ergonomisch gewichteten Werte eines Schalungssystems werden addiert. Daraus entsteht der Gesamt-Ergonomiewert des betrachteten Schalungssystems.

Dieser Gesamtwert kann mit dem Wert anderer Schalungen verglichen werden und man erkennt, wo man bei einem der Systeme ansetzen muss, um die ergonomischen Eigenschaften zu optimieren.

3.11 Automotive Assembly Worksheet (AAWS)

„Das Ziel von Analysen mit dem Automotive Assembly Worksheet besteht darin, belastende Arbeitssituationen zu dokumentieren, zu bewerten und Problemverfolgungssystemen zuzuführen.“⁹⁸

Das Automotive Assembly Worksheet (AAWS) selbst ist ein für die Automobilindustrie entwickeltes Screening-Verfahren zur Bewertung körperlicher Arbeit. Dabei werden ergonomisch ungünstige Situationen nach einem dreistufigen Modell auf Basis des Ampel-Prinzips bewertet.⁹⁹

„Belastende Situationen werden beschrieben als:

- *Körperhaltungen / -bewegungen mit geringen äußeren Lasten / Kraftaufwand*
- *Kräfte und zusätzliche Belastungen in realtypischen Körperhaltungen*
- *Lastenhandhabung in realtypischen Körperhaltungen“¹⁰⁰*

Ein AAWS setzt sich aus folgenden Elementen zusammen, wie in Bild 3-19 am Beispiel der Tätigkeit „Achsschrauben Abknacken manuell“ veranschaulicht:

- *„Datenkopf zur Identifizierung / Beschreibung des analysierten Arbeitsplatzes; bzw. der analysierten Tätigkeit. Basisdaten zur Analyse / zum analysierten Werker*
- *Bewertungszeile zur summarischen Bewertung der drei Belastungsschwerpunkte*
- *Bewertungsschwerpunkte*

⁹⁸ SCHAUB, K.: Das „Automotive Assembly Worksheet“ (AAWS). In: Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. S. 93.

⁹⁹ Vgl. SCHAUB, K.: Das „Automotive Assembly Worksheet“ (AAWS). In: Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. S. 91.

¹⁰⁰ SCHAUB, K.: Das „Automotive Assembly Worksheet“ (AAWS). In: Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. S. 94.

- Körperhaltung (Vorderseite) „Haltungspunkte“
- Kräfte und zusätzliche Belastungen, auch repetitive Belastungen des Hand-Arm-Systems (repetitive strain injuries (RSI)) (Rückseite oben) „Kraft- / RSI-Punkte“
- Lastenhandhabungen (Rückseite Mitte) „Lastenpunkte“
- Raum für Anmerkungen zur Belastungssituation / Verbesserungsvorschläge¹⁰¹

| Automotive Assembly Worksheet (v.2.1) | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Werk: | | Linie: | | Geschlecht des Workers: m <input type="checkbox"/> w <input type="checkbox"/> | | Körpergröße: 178 [cm] | | | | |
| Tätigkeit: Achsschrauben | | Analytiker: Schaub | | Datum: 3.12.03 | | | | | | |
| Abknacken manuell | | Einstufungsdauer: 43 [sec] | | UAS-Analyse: | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> rot | | Total = | Haltung = | Kraft / RSI = | Lasten = | | | | | |
| | | 67,5 | 50 | 17,5 | | | | | | |
| 0-25 Punkte: Niedriges Risiko - empfehlenswert; Maßnahmen nicht erforderlich 26-50 Punkte: Mögliches Risiko - nicht empfehlenswert; Maßnahmen zur arbeitsplatzgestaltung / Risikobeherrschung ergreifen >50 Punkte: Hohes Risiko - vermeiden; Maßnahmen zur Risikobeherrschung erforderlich | | | | | | | | | | |
| Körperstellung sowie Rumpf- / Armhaltungen | | | (pro Minute / Schicht) | | | Haltung | | | | |
| (inkl. Gewichtsz- / Aktionskraft von 30-40N) | | | Einstufungsdauern für statische oder hochfrequente Rumpf- / Armhaltungen / -bewegungen [sec/min] | | | Rumpfdrehung ⁰ | | Rumpfneigung ¹ | | ferne Arme ² |
| Bei Einstufungen „80“, werden die Einzelerstufungen in den Zeilen 1-17 wie folgt komprimiert: Zieldauer = (Haltungs- oder Bewegungsdauer) x 80 = Einstufungsdauer [sec] | | | 3...6...12...20...40...>40 | | | Dauer x Höhe 0-3 0-4 Dauer x Höhe 0-3 0-4 Dauer x Höhe 0-2 0-5 | | | | Zeilensumme |
| Stehen | | | | | | | | | | |
| 1 | | aufrecht | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| | | leicht vorgeneigt | | | | | | | | |
| | | leicht zurückgeneigt | | | | | | | | |
| 2 | | gebogen Rückenneigung 20-60° | 3 | 7 | 12 | 23 | 40 | | | |
| 3 | | stark gebogen Rückenneigung >60° | 5 | 12 | 21 | 38 | 63 | | | |
| 4 | | aufrecht Arme auf / über Schulterhöhe | 5 | 12 | 21 | 38 | 63 | | | |
| 5 | | aufrecht Arme über Kopfhöhe | 8 | 19 | 33 | 44 | 100 | 3 | 1 | 3 |
| Sitzen | | | | | | | | | | |
| 6 | | aufrecht oder leicht vorgeneigt oder leicht zurückgeneigt | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 7 | | gebogen | 1 | 2 | 4 | 8 | 13 | | | |
| 8 | | aufrecht Arme auf / über Schulterhöhe | 4 | 10 | 16 | 30 | 50 | | | |
| 9 | | aufrecht Arme über Kopfhöhe | 6 | 14 | 25 | 45 | 75 | | | |
| Knien oder Hocken | | | | | | | | | | |
| 10 | | aufrecht | 5 | 9 | 15 | 27 | 45 | | | |
| 11 | | gebogen | 6 | 14 | 25 | 45 | 75 | | | |
| 12 | | Arme auf / über Schulterhöhe | 9 | 23 | 43 | 80 | 135 | | | |
| Liegen | | | | | | | | | | |
| 13 | | (auf Rücken, Brust oder Seite), Arme über Kopf | 9 | 21 | 37 | 68 | 113 | | | |
| 1) 0 bis (20%) 1-15 min (15%) 16-30 min (20%) >30 min (20%) 2) 0 bis (20%) 1-15 min (20%) 16-30 min (20%) >30 min (20%) | | | 1) 0 bis (20%) 1-15 min (20%) 16-30 min (20%) >30 min (20%) 2) 0 bis (20%) 1-15 min (20%) 16-30 min (20%) >30 min (20%) | | | 1) 0 bis (20%) 1-15 min (20%) 16-30 min (20%) >30 min (20%) 2) 0 bis (20%) 1-15 min (20%) 16-30 min (20%) >30 min (20%) | | 1) 0 bis (20%) 1-15 min (20%) 16-30 min (20%) >30 min (20%) 2) 0 bis (20%) 1-15 min (20%) 16-30 min (20%) >30 min (20%) | | 1) 0 bis (20%) 1-15 min (20%) 16-30 min (20%) >30 min (20%) 2) 0 bis (20%) 1-15 min (20%) 16-30 min (20%) >30 min (20%) |
| Haltung = Σ Zeilen 1 - 13 | | | Anzahl: Max. Einstufungsdauer = Tätigkeitszeit oder 100%! | | | Anzahl: Einstufungskomplex (alle Einstufungsdauer < 60s) | | | | = 50 |

Bild 3-19: AAWS – Beispiel Worksheet Vorderseite¹⁰²

¹⁰¹ SCHAUB, K.: Das „Automotive Assembly Worksheet“ (AAWS). In: Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. S. 95.

¹⁰² SCHAUB, K.: Das „Automotive Assembly Worksheet“ (AAWS). In: Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. S. 104.

| Automotive Assembly Worksheet (v 2.1) | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------|---------|---------|-----|---------------------|-------------------|------|-----|-----|
| Kräfte / zusätzliche Belastungen (pro Minute / Schicht) | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Gelenkstellung (besonders Handgelenk) | 0 | 1 | 2,5 | 4 | 6 | 8 | Zeit x Stellung | Einzelbelastungen | Σ | | |
| | (sec) o. (n) 3(1) | 5 | 10(8) | 20(11) | 40(18) | 60(20) | 100 | | | | | |
| | (%) | 5 | 17 | 33 | 67 | 100 | | | | | | |
| | 0 | 1 | 3 | 5 | maximal | | | | | | | |
| | neutral | -1/2 max | -2/3 max | | | | | | | | | |
| 15 | Fingerkräfte (z.B. Clipse, Stecker) | 0 | 1 | 2,5 | 4 | 6 | 8 | Zeit x Belastung | Einzelbelastungen | Σ | | |
| | (sec) o. (n) 3(1) | 5 | 10(8) | 20(11) | 40(18) | 60(20) | 100 | | | | | |
| | (%) | 5 | 17 | 33 | 67 | 100 | | | | | | |
| | 0 | 1 | 3 | 5 | maximal | | | | | | | |
| | -1/6 F _{max} | -1/3 F _{max} | -1/2 F _{max} | | | | | | | | | |
| 16 | Arm-, Ganzkörperkräfte (keine Lasten) | 0 | 1 | 2,5 | 4 | 6 | 8 | Zeit x Kraftniveau | Einzelbelastungen | Σ | | |
| | (sec) o. (n) 3(1) | 5 | 10(8) | 20(11) | 40(18) | 60(20) | 100 | | | | | |
| | (%) | 5 | 17 | 33 | 67 | 100 | | | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 5 | maximal | | | | | | |
| | -1/6 F _{max} | -1/3 F _{max} | -1/2 F _{max} | | | | | | | | | |
| | | | | 5 | | | | 5x3,5=17,5 | | 17,5 | | |
| 17 | Schwingungen, Rückschlagkräfte, Impulse | 0 | 1 | 2,5 | 4 | 6 | 8 | Anzahl x Intensität | Einzelbelastungen | Σ | | |
| | (n) | 1-2 | 4-5 | 8-10 | 18-20 | >20 | | | | | | |
| | gering | sichtbar | stark | sehr stark | | | | | | | | |
| Kraft/RSI = Σ Zeilen 14 - 17 Achtung! Mik. Einstufungswerte = 49 (Zeile 14-17) Achtung! Einstufung komplexer, falls Einstufungswerte > 60 = 17,5 | | | | | | | | | | | | |
| Manuelles Handhaben von Lasten (pro Schicht) | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Lastgewichte [kg] beim Umsetzen, Halten und Tragen sowie Lastgewichte beim Ziehen und Schieben von Lasten | | | | | | | | | | | |
| | Umsetzen, Halten und Tragen | Männer | 7,5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | >40 | |
| | | Frauen | 0,5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8,5 | 25 | |
| | Lastenpunkte | | 0,5 | 0,8 | 1 | 1,2 | 2 | 3 | 4 | 5,5 | 7 | 8,5 |
| | Ziehen und Schieben | Männer | <50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | |
| | | Frauen | <40 | 60 | 80 | 115 | 155 | 195 | 235 | 275 | 315 | |
| | | Männer | <50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | |
| | | Frauen | <40 | 60 | 80 | 115 | 155 | 195 | 235 | 275 | 315 | |
| | Lastenpunkte | | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | |
| | Körperhaltung - Position der Last 1: Oberkörper aufrecht und nicht verdreht, Last am Körper 2: geringes Rumpfbiegen o. drehen, Last am Körper oder körpfernäh 3: tiefes Biegen oder wildes Vorneigen, geringe Vorneigung mit gleichzeitiger Verdrehen des Oberkörpers, Last körfernäh oder über Schulter 4: wildes Vorneigen und Verdrehen, Last körfernäh 5: sitzgeschrankte Haltungstab. im Stehen, Hocken oder Knieen | | | | | | | | | | | |
| | Ausführungsbedingungen (nur bei Ziehen und Schieben) a) sehr geringer Rollwiderstand: Wagen schieben/ziehen auf (sehr) glattem Boden b) hoher Rollwiderstand: Wagen müssen beim Anfahren inspiziert werden, stark beschädigter Fahrbweg 1: d.h. auf rauhem Boden und über kleine Fugen / Karben 2: d.h. auf Riffelblech, unebenem Boden oder in/aus LKW | | | | | | | | | | | |
| | Häufigkeit der Lastenhandhabung (Anzahl / Schicht, Halbezeit [min] oder Wegstrecke [Meter / Schicht]) x Anzahl Umsetzvorgänge / Schieben & Ziehen <= 10 Zeit [Halbezeit] 5 mal 2,5 min 10 mal 5 min 20 mal 10 min 30 mal 15 min 50 mal 25 min 100 mal 50 min > 200 mal Weg [Tragen, Ziehen & Schieben > 10] 300 m 650 m 1300 m 2000 m 3000 m 4500 m > 6000 m Anzahl, Zeit- oder Wegpunkte 1 2 3 4 5 6 8 10 12 | | | | | | | | | | | |
| | 18a Last + Haltung + (Ausführung) x (Anzahl o. Zeit o. Weg) = Umsetzen + Halten + Tragen + Ziehen = | | | | | | | | | | | |
| | 18b Nur verwenden bei mehr als 2000 Umsetzvorgängen / Schicht 18c Maximale kumulierte Zeitpunkte für alle Tätigkeiten von Umsetzen, Halten, Tragen sowie Ziehen und Schieben zusammen = 12 | | | | | | | | | | | |
| | Lasten = Σ Zeile 18a = Umsetzen + Halten + Tragen + Ziehen = | | | | | | | | | | | |
| Anmerkungen / Verbesserungsvorschläge | | | | | | | | | | | | |

Bild 3-20: AAWS – Beispiel Worksheet Vorderseite¹⁰³

Für die Bewertung der Belastungsschwerpunkte Körperhaltung, Kräfte und zusätzliche Belastungen sowie Lastenhandhabung werden die jeweiligen Punktesummen nach Beendigung des Einstufungsvorganges zu einer Gesamtpunktzahl addiert und einem Risikobereich zugewiesen. Für die Einstufung in die jeweiligen Risikobereiche wurden die Punktwerte aus der zuvor beschriebenen LMM übernommen.¹⁰⁴

¹⁰³ SCHAUB, K.: Das „Automotive Assembly Worksheet“ (AAWS). In: Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. S. 105.

¹⁰⁴ Vgl. SCHAUB, K.: Das „Automotive Assembly Worksheet“ (AAWS). In: Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. S. 100.

3.12 AAWS-Formworks

Beim AAWS-Formworks-Programm handelt es sich um eine vereinfachte Version der im vorangegangenen Kapitel beschriebenen AAWS-Methode, welche speziell für das Bauwesen und noch spezieller für die Schalungstechnik vom Verfasser für die Durchführung der vorliegenden Arbeit konzipiert wurde.

Hierfür wurden die für den Schalungsprozess irrelevanten Haltungspositionen, Kräfte und zusätzlichen Belastungen in den Hintergrund gerückt (um den Fokus auf die relevanteren Bereiche zu lenken) sowie das Layout, die Benutzerfreundlichkeit und die Eingabe der Basiswerte vereinfacht. Jene Bereiche/Zellen, welche für eine Eingabe vorgesehen sind, wurden grün unterlegt und die restlichen Bereiche/Zellen wurden gesperrt. Durch die entwickelten Formeln und Verweise ergibt sich eine automatische Kalkulation des Ergonomiewertes.

| |
|-----------------------------------------------------|
| Automative Assembly Work Sheet for Formworks |
| Tätigkeitsbezeichnung: |
| Videoname : |

Bild 3-22: AAWS-Formworks Sheet - Teil 0 Titelteil

| A HALTUNG | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|-------|-----|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------|-----|---|-----------------|-------|--|--|-------|--|--|-------|--|--|-------|--|--|-------|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|---|----|--|------------------------------------------------|---------|---------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---------|---|--|--|------------------------------------------------------|---------|---------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---------|---|--|--|---------------------------------------------------------|---------|---------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---------|---|--|--|---------------------------------------|---------|---------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---------|---|--|--|-----------------------------|---------|---------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---------|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|----------------------------------------------------------|---------|---------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---------|---|--|--|---------|---------|---------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---------|---|--|--|---------------------------------------|---------|---------|------|---|---|---|------|---|---|---|----|---|---|---|---------|---|--|--|-----------------------------|---------|---------|------|---|---|---|------|---|---|---|----|---|---|---|---------|---------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|----------|---------|---------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---------|----|--|--|---------|---------|---------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---------|----|--|--|------------------------------|---------|---------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---------|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|------------------------------------------------|---------|---------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---------|---------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|
| Gesamtdauer der Tätigkeit in | | Achtung: Summe der einzelnen Haltungsdauern bei jedem Teil (Haltung, Kraft, Lasten) max. Tgesamt! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zeitdauern für statische oder hochfrequente Rumpf- / Armhaltungen / -bewegungen (% sec/min, min/8h) 5 ... 10 20 33 57 67 3 6 12 20 40 >40 25 50 100 160 320 >320 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">Rumpfdrehung¹⁾</th> <th style="text-align: center;">Rumpfneigung¹⁾</th> <th style="text-align: center;">Haltung Reichweite (Rw)²⁾</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Dauer 0-3 Höhe 0-5</td> <td style="text-align: center;">Dauer 0-3 Höhe 0-5</td> <td style="text-align: center;">Dauer 0-2 Höhe 0-5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Dauer x Höhe</td> <td style="text-align: center;">Dauer x Höhe</td> <td style="text-align: center;">Dauer x Höhe</td> </tr> </table> | | | Rumpfdrehung ¹⁾ | Rumpfneigung ¹⁾ | Haltung Reichweite (Rw) ²⁾ | | | | Dauer 0-3 Höhe 0-5 | Dauer 0-3 Höhe 0-5 | Dauer 0-2 Höhe 0-5 | Dauer x Höhe | Dauer x Höhe | Dauer x Höhe | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Stehen</th> <th rowspan="2">Sec</th> <th rowspan="2">%</th> <th rowspan="2">Stellungspunkte</th> <th colspan="3">D 0-1</th> <th colspan="3">D 0-2</th> <th colspan="3">D 0-3</th> <th colspan="3">D 0-4</th> <th rowspan="2">Summe</th> </tr> <tr> <th>%</th> <th>REI</th> <th>REI</th> <th>%</th> <th>REI</th> <th>REI</th> <th>%</th> <th>REI</th> <th>REI</th> <th>%</th> <th>REI</th> <th>REI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>50</td> <td></td> <td>aufrecht leicht vorgelegt leicht zurückgeneigt</td> <td>#DIV/0!</td> <td>#DIV/0!</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td>nach vorn gebeugt (20-60°) über mittigen Brustwirbel</td> <td>#DIV/0!</td> <td>#DIV/0!</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td>leicht nach vorn gebeugt >60° über mittigen Brustwirbel</td> <td>#DIV/0!</td> <td>#DIV/0!</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td>aufrecht Arme auf / über Schulterhöhe</td> <td>#DIV/0!</td> <td>#DIV/0!</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td>aufrecht Arme über Kopfhöhe</td> <td>#DIV/0!</td> <td>#DIV/0!</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> </tr> <tr> <td colspan="15" style="text-align: left; padding: 2px;">Sitzen</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td>aufrecht oder leicht vorgelegt oder leicht zurückgeneigt</td> <td>#DIV/0!</td> <td>#DIV/0!</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td>gebogen</td> <td>#DIV/0!</td> <td>#DIV/0!</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> <td></td> <td>aufrecht Arme auf / über Schulterhöhe</td> <td>#DIV/0!</td> <td>#DIV/0!</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0%</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td></td> <td>aufrecht Arme über Kopfhöhe</td> <td>#DIV/0!</td> <td>#DIV/0!</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0%</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> </tr> <tr> <td colspan="15" style="text-align: left; padding: 2px;">Knieen oder Hocken</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td>aufrecht</td> <td>#DIV/0!</td> <td>#DIV/0!</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td></td> <td></td> <td>gebogen</td> <td>#DIV/0!</td> <td>#DIV/0!</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td></td> <td></td> <td>Arme auf / über Schulterhöhe</td> <td>#DIV/0!</td> <td>#DIV/0!</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> </tr> <tr> <td colspan="15" style="text-align: left; padding: 2px;">Liegen</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td></td> <td></td> <td>(auf Rücken, Brust oder Seite), Arme über Kopf</td> <td>#DIV/0!</td> <td>#DIV/0!</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>####</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> </tr> <tr style="background-color: #ffff00;"> <td colspan="14" style="text-align: center; padding: 2px;">Summe Haltungsteil</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">#DIV/0!</td> </tr> </tbody></table> | | | | | | | | | | | | Stehen | Sec | % | Stellungspunkte | D 0-1 | | | D 0-2 | | | D 0-3 | | | D 0-4 | | | Summe | % | REI | REI | 1 | 50 | | aufrecht leicht vorgelegt leicht zurückgeneigt | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | 2 | | | nach vorn gebeugt (20-60°) über mittigen Brustwirbel | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | 3 | | | leicht nach vorn gebeugt >60° über mittigen Brustwirbel | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | 4 | | | aufrecht Arme auf / über Schulterhöhe | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | 5 | | | aufrecht Arme über Kopfhöhe | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | Sitzen | | | | | | | | | | | | | | | 6 | | | aufrecht oder leicht vorgelegt oder leicht zurückgeneigt | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | 7 | | | gebogen | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | 8 | | | aufrecht Arme auf / über Schulterhöhe | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | 9 | | | aufrecht Arme über Kopfhöhe | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | Knieen oder Hocken | | | | | | | | | | | | | | | 10 | | | aufrecht | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | 11 | | | gebogen | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | 12 | | | Arme auf / über Schulterhöhe | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | Liegen | | | | | | | | | | | | | | | 13 | | | (auf Rücken, Brust oder Seite), Arme über Kopf | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | Summe Haltungsteil | | | | | | | | | | | | | | #DIV/0! |
| Rumpfdrehung ¹⁾ | Rumpfneigung ¹⁾ | Haltung Reichweite (Rw) ²⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dauer 0-3 Höhe 0-5 | Dauer 0-3 Höhe 0-5 | Dauer 0-2 Höhe 0-5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dauer x Höhe | Dauer x Höhe | Dauer x Höhe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stehen | Sec | % | Stellungspunkte | D 0-1 | | | D 0-2 | | | D 0-3 | | | D 0-4 | | | Summe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | % | REI | REI | % | REI | REI | % | REI | REI | % | REI | REI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 50 | | aufrecht leicht vorgelegt leicht zurückgeneigt | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | nach vorn gebeugt (20-60°) über mittigen Brustwirbel | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | leicht nach vorn gebeugt >60° über mittigen Brustwirbel | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | aufrecht Arme auf / über Schulterhöhe | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | aufrecht Arme über Kopfhöhe | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sitzen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | aufrecht oder leicht vorgelegt oder leicht zurückgeneigt | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | gebogen | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | aufrecht Arme auf / über Schulterhöhe | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | aufrecht Arme über Kopfhöhe | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Knieen oder Hocken | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | aufrecht | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | gebogen | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | Arme auf / über Schulterhöhe | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Liegen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | (auf Rücken, Brust oder Seite), Arme über Kopf | #DIV/0! | #DIV/0! | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #### | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Summe Haltungsteil | | | | | | | | | | | | | | #DIV/0! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Bild 3-23: AAWS-Formworks Sheet - Teil A Haltungsteil

| B KRAFTE | | | | |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------|
| | | | | |
| Kräfte / zusätzliche Belastungen | Zeit (% von Gesamtdauer/ Anzahl [h]) <small>(Relation zu max.)</small> | Stellung/Belastung/ Kraftniveau/ Intensität <small>(Relation zu max.)</small> | | Kraftpunkte |
| 14 Gelenkstellung (besonders Handgelenk) | 0,0 | | 0,0 | 0,0 |
| 15 Fingerkräfte (z.B. Clipse, Stecker) | 0,0 | | 0,0 | 0,0 |
| 16 Arm-, Ganzkörperkräfte (keine Lasten) | 0,0 | | 0,0 | 0,0 |
| 17 Schwingungen, Rückschlagkräfte, Impulse | 0,0 | gering | 0,0 | 0 |
| Summe Kräfteteil | | | | 0,0 |

Hier wirken die Kräfte der schwingenden Krangabel auf die Arbeiter!!!

Bild 3-24: AAWS-Formworks Sheet - Teil B Kräfteteil

| C LASTEN | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Lasten | 0 |
| <p>Körperhaltung, Position der Last (repräsentative Haltung wählen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oberkörper aufrecht und nicht verdreht • Last am Körper • geringes Rumpf- / Halsgebiegen • Last im Körper oder auf der Hand • tiefes Beugen oder weites Vorneigen • geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers • Last körperlern oder über Schulter • weites Vorneigen und Verdrehen • Last über Kopf • einbeiniger Stand, im Stehen • Hocken vermeiden | |
| Häufigkeit oder Dauer der Lastenhandhabung [Anzahl / Schicht, Haltezeit (min)] | |
| Anzahl Umsetzvorgänge / Schieben & Ziehen <5m | 5 mal 25 mal 120 mal 350 mal |
| Zeit (Haltezeit unter Last) | 2,5 min 10 min 37 min 90 min |
| Weg (Tragen, Ziehen & Schieben > 5m) | 300 m 650 m 2,8 km 5 km |
| Summe Lastenteil | 0,0 |

Bild 3-25: AAWS-Formworks Sheet - Teil C Lastenteil

| Ergonomiepunkte gesamt | |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AAWS-Bewertung | <p>0-25 Punkte grün 26-50 Punkte gelb >50 Punkte rot</p> <p>Niedriges Risiko - empfehlenswert; Maßnahmen nicht erforderlich Mögliches Risiko - nicht empfehlenswert; Maßnahmen zur erneuten Gestaltung / Risikobeherrschung ergreifen Hohes Risiko - vermeiden; Maßnahmen zur Risikobeherrschung erforderlich</p> |

Bild 3-26: AAWS-Formworks Sheet – Auswertungsteil

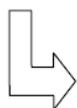
Die Einteilung der Risikobereiche wird aus der LMM übernommen:

- < 25 Punkte: kein Handlungsbedarf
- > 50 Punkte: Notwendigkeit einer technischen und/oder organisatorischen Umgestaltung

25 bis 50 Punkte:

Notwendigkeit der Ermittlung der individuellen Belastungswahrnehmung der Beschäftigten durch

- Fragen zur Arbeitsbeanspruchung und
- Fragen zu den gesundheitlichen Beschwerden.



Aufklärung von arbeitsbedingten Zusammenhängen und Ableitung von Gestaltungsnotwendigkeiten

Bild 3-27: Schwellenwerte für die ergonomische Beurteilung von Tätigkeiten und Systemen¹⁰⁵

Die Anwendung der vorgestellten Teile der AAWS-Formworks-Methode wird in der folgenden Verfahrensanweisung erklärt.

¹⁰⁵ BAUA: Leitmerkalmethode zur Beurteilung von Heben, Halten, Tragen. http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/pdf/LMM-Heben-Halten-Tragen.pdf?__blob=publicationFile. Datum des Zugriffs: 12.12.2012.

3.13 Verfahrensanweisung zur Ergonomieanalyse mittels AAWS-Formworks

Die Ermittlung der Ergonomiewerte mittels AAWS-Formworks erfolgt unter Zuhilfenahme von MS EXCEL.

Nachfolgend wird die Ermittlung der Ergonomiewerte in den Schritten 0 bis 8 beschrieben.

Ermittlung der Ergonomiewerte in 8 Schritten

Schritt 0: Befüllung des Titelteils (Name der Tätigkeit, Name der Videosequenz und Startzeit der zu untersuchenden Tätigkeit innerhalb des Videos)

Schritt 1: Zergliederung des zu analysierenden Videos in Bewegungsarten

Hierbei wird die Gesamtdauer der zu analysierenden Tätigkeit in die einzelnen Haltungspositionen nach Analyseteil A (Haltungsteil) aufgeteilt. Die Summe der Dauer der einzelnen Haltungspositionen muss genau der Gesamtdauer der betrachteten Tätigkeit entsprechen.

Schritt 2: Eintragung der Gesamtdauer und der Dauer der Haltungspositionen in das AAWS-Formworks-Programm im Haltungsteil (Analyseteil A)

Hierbei werden die in Schritt 1 ermittelten Werte als ganze Zahlen in die dafür vorgesehenen, grün hinterlegten Zellen des Analyseteils A eingetragen.

Schritt 3: Eintragung der Rumpfnéigung, Rumpfdrehung und Reichweite der Arme in das AAWS-Formworks-Programm im Haltungsteil (Analyseteil A)

Die Ergonomiewerte aus Rumpfdrehung, Rumpfnéigung und Reichweite ergeben sich jeweils aus Dauer und Höhe in Bezug auf eine optimale, gerade Haltung. Dieser Wert wird jeweils den einzelnen Haltungspositionen nach Analyseteil A zugewiesen. Dabei wird die Dauer wieder in Bezug auf die Gesamtdauer ermittelt und automatisch einer Punktzahl zugewiesen.

Die Höhe bezieht sich bei Rumpfnéigung und Rumpfdrehung auf Grad der Verdrehung bzw. Néigung und bei der Reichweite auf körpernah bis körperfern.

Schritt 4: Eintragung der zusätzlichen Belastungen in das AAWS-Formworks-Programm im Kräfteenteil (Analyseteil B)

Die zusätzlichen Belastungen berücksichtigen die Gelenkstellung, Fingerkräfte, Arm- bzw. Ganzkörperkräfte sowie Impulse bzw. Schwingungen.

Die Befüllung der dafür vorgesehenen Zellen erfolgt folgendermaßen:

Gelenkstellung: Dauer in Sekunden sowie Verdrehungswinkel (0-Max.=100), Die Multiplikation erfolgt automatisch.

Fingerkräfte: Dauer in Sekunden sowie Höhe der Belastung (0-F_{MAX}=100). Die Multiplikation erfolgt automatisch.

Arm-/Ganzkörperkräfte: Dauer in Sekunden sowie Höhe des Kraftniveaus ($0-F_{MAX}=100$). Die Multiplikation erfolgt automatisch.

Impulse/Schwingungen: Anzahl der Schwingungen sowie Intensität des Impulses (gering-sehr stark).

Schritt 5: Eintragung des genauen Lastgewichtes in das AAWS- Formworks-Programm im Lastenteil (Analyseteil C)

Als Hilfe liegen hier für alle Systeme die Artikellisten in Form von Hyperlinks direkt im Programmbereich bei. Damit kann das genaue Gewicht (auf eine Dezimalstelle genau) des bewegten Schalungsteils in [kg] gefunden und in die dafür vorgegebene Zelle eingetragen werden.

Schritt 6: Eintragung der überwiegenden Art der Bewegung in das AAWS-Formworks-Programm im Lastenteil (Analyseteil C)

Hierbei wird ein x (Kleinbuchstabe) unter der für die Tätigkeit zutreffenden repräsentativen Bewegungsgruppe gemacht. Die Verarbeitung erfolgt automatisch.

Schritt 7: Eintragung der Umsetzanzahl, Haltedauer oder des Transportweges in das AAWS-Formworks-Programm im Lastenteil (Analyseteil C)

Da die Umsetzanzahl, die Haltedauer oder die Länge des Transportweges nicht exakt vorliegt, können diese Werte nur hergeleitet werden.

Die Summe der Punkte aus Umsetzanzahl, Haltedauer und Transportweg kann den Wert 12 nicht übersteigen.

Schritt 8: Vergleich des Ergonomiewertes der analysierten Tätigkeit mit der vorliegenden Tabelle am unteren Ende des Programmbereiches

Der Vergleich des Ergonomiewertes mit der dafür vorgesehenen Tabelle gibt Aufschluss darüber, ob in ergonomischer Hinsicht Handlungsbedarf besteht, d. h. ob die Tätigkeit ergonomisch optimiert werden sollte um ein besseres Gesamtergebnis zu erzielen und somit die Arbeitskräfte langfristig zu schonen und deren Gesundheit zu bewahren.

Weitere Vorgehensweise

Der ermittelte Ergonomiewert wird für alle betrachteten Tätigkeiten mit der in der vorangegangenen Multimomentaufnahme ermittelten Häufigkeitsverteilung multipliziert und erhält somit eine prozentuelle Gewichtung. Diese ergonomisch gewichteten Werte eines Schalungssystems werden addiert. Daraus entsteht der Gesamt-Ergonomiewert des betrachteten Schalungssystems.

Dieser Gesamtwert kann mit dem Wert anderer Schalungen verglichen werden und lässt erkennen, an welchen Stellen der verschiedenen Schalungssysteme angesetzt werden muss, um die ergonomischen Eigenschaften zu optimieren.

4 Abläufe beim Schalen der untersuchten Deckenschalungssysteme

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Ein- und Ausschalvorgängen der in der vorliegenden Arbeit behandelten Deckenschalungssysteme Doka Dokaflex 30 tec, Doka Dokadek, Doka Dokamatic-Tisch und PERI Skydeck.

Die nachfolgenden Ablaufdiagramme sollen dem schnelleren allgemeinen Verständnis der untersuchten Systeme dienen und setzen sich aus folgenden Elementen zusammen:

- **Prozesse**
- **Begleitprozesse**
- **Iterative Prozesse (Kennzeichnung mit Ringkette)**

Da sich die Analysen im Rahmen der vorliegenden Arbeit hauptsächlich auf die Tätigkeitsgruppe Schalen beziehen, werden diese in den Abbildungen auch deutlich dargestellt. Die für die Ausführungen dieser Arbeit nicht relevanten, aber dennoch für die Vollständigkeit der Darstellung der Abläufe wichtigen Prozesse des Betonierens und Bewehrens werden in einem hellen Grauton dargestellt und treten somit in den Hintergrund.

4.1 Ablauf Dokaflex 30 tec

Beim Schalungssystem Dokaflex 30 tec der Firma Doka handelt es sich um eine Träger-Deckenschalung. Eine ausführliche Beschreibung des Systems findet sich im Produktkatalog¹⁰⁶.

4.1.1 Trägerschalung für Decken

Diese laut Bild 2-1 den Kleinflächenschalungen zugeteilte Art der Deckenschalung ist eine Weiterentwicklung der konventionellen Deckenschalung, welche ursprünglich aus Kantholzträgern bestand. Diese werden durch belastbarere und gleichzeitig leichtere Schalungsträger ersetzt, welche größere Spannweiten ermöglichen. Dadurch wird die Anzahl der Stützen und generell der Schalungssystemteile verringert, was gleichzeitig den Aufwandswert senkt und somit die Wirtschaftlichkeit erhöht.

¹⁰⁶ Doka: Dokaflex 30 tec. http://www.Doka.com/_ext/downloads/downloadcenter/999803901_2011_08_online.pdf. Datum des Zugriffs: 12.12.2012

Die Komponenten der heute gebräuchlichen Flexsysteme wie Dokaflex sind perfekt aufeinander abgestimmt und passen sich jedem Gebäudegrundriss an. Je komplexer der Grundriss, desto eher kommt ein Trägersystem in Frage, da der hohe Passflächenanteil bei anderen Deckenschalungssystemen (Rahmenelementschalungen/ Paneelschalungen bzw. Großflächenschalungen) die Wirtschaftlichkeit verringert.¹⁰⁷

¹⁰⁷ Vgl. RATHFELDER, M.: Moderne Schalungstechnik. S. 49

4.1.2 Dokaflex – Ablaufdiagramm Einschalen

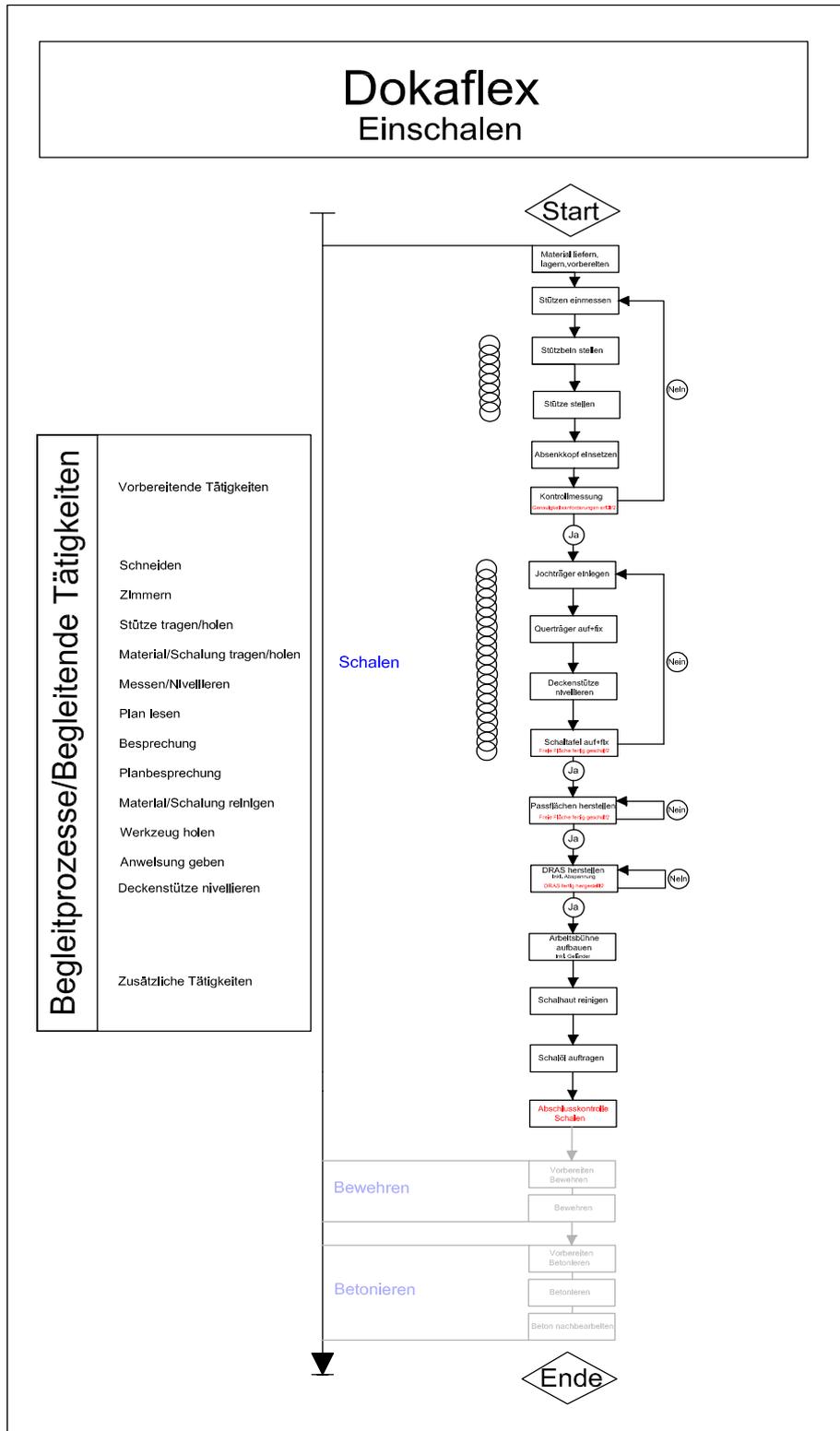


Bild 4-1: Ablaufdiagramm Dokaflex Einschalen

Bild 4-1 stellt den Einschaltvorgang des Deckenschalungssystems Dokaflex graphisch dar. Die Ablaufprozesse (HT und NT) werden von den Begleitprozessen (alles NT) bei der Montage der Schalungskomponenten unterstützt. Das Kettensymbol markiert jene Prozesse, welche miteinander in Zusammenhang stehen, d.h. das zufriedenstellende Erfüllen der einzelnen Tätigkeit hängt von der Lösung der kompletten Prozesskette ab. Ist das Ergebnis der Prozesskette noch nicht zufriedenstellend, dargestellt durch rückführende Pfeilpfade, wird bei der entsprechenden, fehlerhaften Tätigkeit eingehakt und somit das Ergebnis modifiziert. Die dargestellten Prozessketten verhalten sich demnach iterativ und werden jeweils durch Kontroll- und Messtätigkeiten abgeschlossen, um das Ergebnis bewerten zu können.

Alle anderen Prozesse stellen eigenständige Tätigkeiten dar und werden mit der entsprechenden Kontrollfrage (z.B: „Deckenrandabschalung fertig montiert?“) abgeschlossen.

Das Ende des Einschaltvorgangs definiert gleichzeitig den Beginn des Bewehrungs- und Betoniervorganges, welche in der vorliegenden Arbeit nicht näher untersucht werden, jedoch zugunsten der flüssigen Darstellung der Ein- und Ausschaltvorgänge nicht fehlen dürfen und daher in heller Farbe dargestellt sind.

Im Anschluss an die hell dargestellten Vorgänge des Bewehrens und Betonierens folgt der Ausschaltvorgang, welcher in Bild 4-2 für das Deckenschalungssystem Dokaflex dargestellt ist.

4.1.3 Dokaflex – Ablaufdiagramm Ausschalen

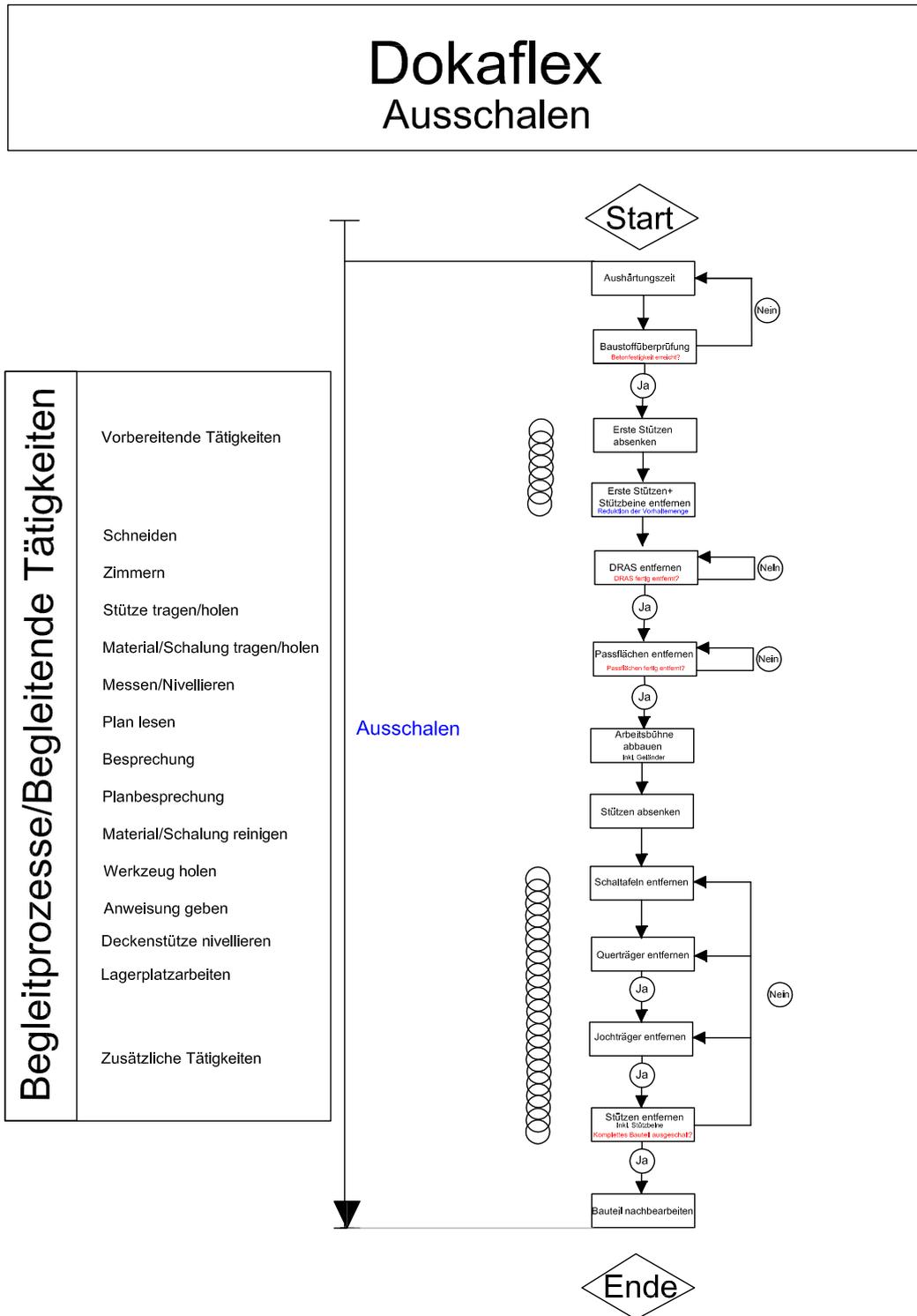


Bild 4-2: Ablaufdiagramm Dokaflex Ausschalen

Bevor mit der Demontage der Schalungskomponenten begonnen werden kann, erfolgt eine Überprüfung des Baustoffes hinsichtlich dessen Reifegrades, d.h. es wird geprüft, ob der Beton eine ausreichende Festigkeit aufweist und die Aushärtung nach Plan verlaufen ist.

Die Demontage selbst erfolgt in entgegengesetzter Richtung zum Einschalvorgang (Montage).

4.2 Ablauf Dokamatic

Beim Schalungssystem Dokamatic der Firma Doka handelt es sich um ein Portaldeckentisch-Großflächenschalungssystem. Eine ausführliche Beschreibung des Systems findet sich im Produktkatalog¹⁰⁸.

4.2.1 Rahmenschalung (Paneelschalung) für Decken

Diese laut Bild 2-1 den Großflächenschalungen zugehörige Art von Deckenschalungen ist eine komplett montierte Umsetzeinheit mit einer Schalfäche von mindestens 6 m².

Portal-Deckentische haben einklappbare Stützen, welche über Portalköpfe mit dem restlichen Deckentisch verbunden sind, was insbesondere beim Überfahren von Brüstungen und Unterfahren von Unterzügen von Vorteil ist.

Großflächige Umsetzeinheiten wie Deckentische sind immer dann wirtschaftlich, wenn einfache Grundrissformen sowie wiederkehrende Regelgeschoße, d. h. identische Flächen, auftreten, da auch hier Passflächen mit Trägerschalungssystemen individuell angepasst werden müssen.¹⁰⁹

¹⁰⁸ Doka: Dokamatic-Tisch. http://www.Doka.com/_ext/downloads/downloadcenter/999767001_2012_10_online.pdf. Datum des Zugriffs: 12.12.2012.

¹⁰⁹ Vgl. RATHFELDER, M.: Moderne Schalungstechnik. S. 53-56.

4.2.2 Dokamatic – Ablaufdiagramm Einschalen

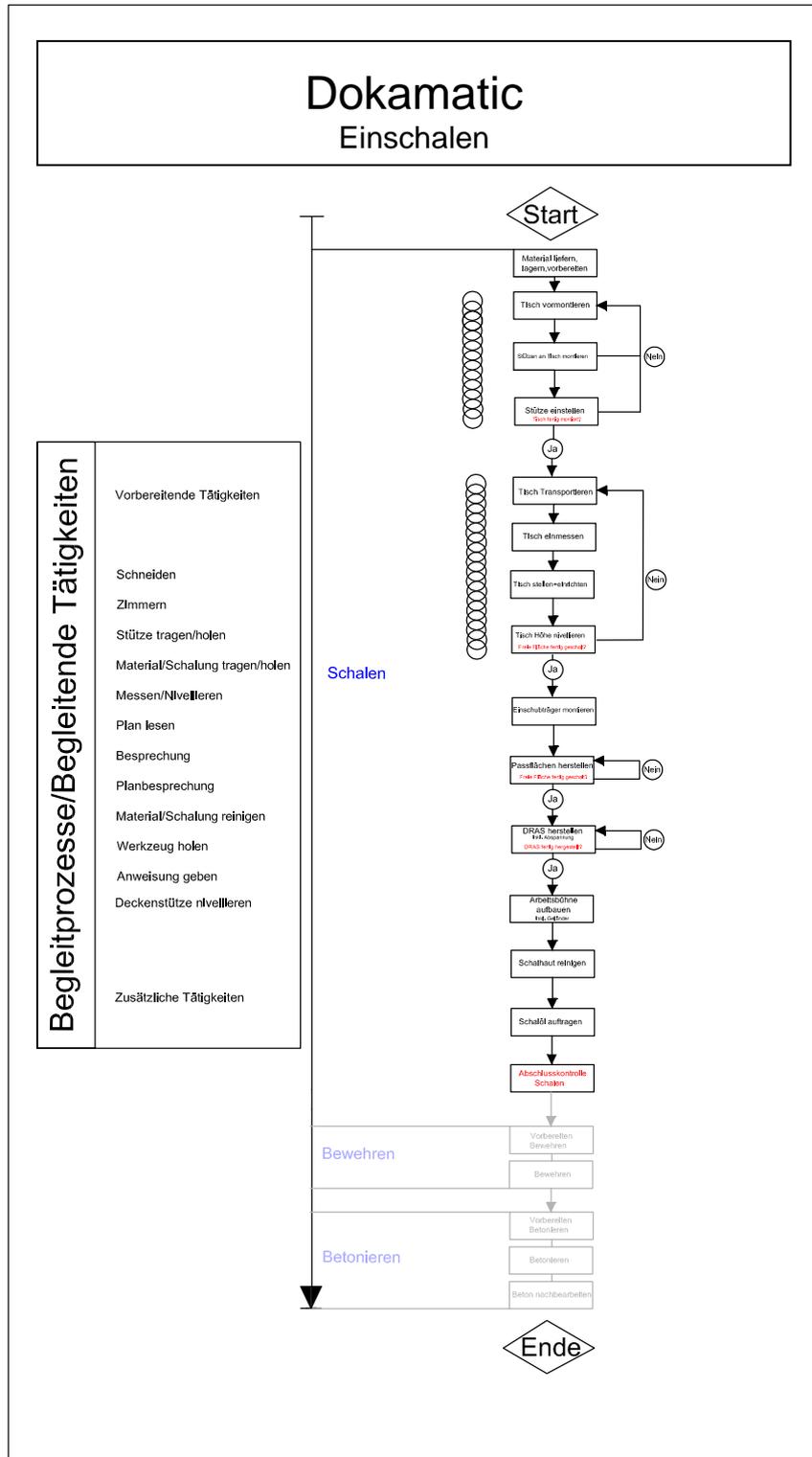


Bild 4-3: Ablaufdiagramm Dokamatic-Tisch Einschalen

Bild 4-3 stellt den Einschalvorgang des Deckenschalungssystems Dokamatic graphisch dar. Die Ablaufprozesse (HT und NT) werden von den Begleitprozessen (alles NT) bei der Montage der Schalungskomponenten unterstützt. Das Kettensymbol markiert jene Prozesse, welche miteinander in Zusammenhang stehen, d.h. das zufriedenstellende Erfüllen der einzelnen Tätigkeit hängt von der Lösung der kompletten Prozesskette ab. Ist das Ergebnis der Prozesskette noch nicht zufriedenstellend, dargestellt durch rückführende Pfeilpfade, wird bei der entsprechenden, fehlerhaften Tätigkeit eingehakt und somit das Ergebnis modifiziert. Die dargestellten Prozessketten verhalten sich demnach iterativ und werden jeweils durch Kontroll- und Messtätigkeiten abgeschlossen, um das Ergebnis bewerten zu können.

Alle anderen Prozesse stellen eigenständige Tätigkeiten dar und werden mit der entsprechenden Kontrollfrage (z.B.: „Deckenrandabschalung fertig montiert?“) abgeschlossen.

Das Ende des Einschalvorgangs definiert gleichzeitig den Beginn der Bewehrungs- und Betoniervorgänge, welche in der vorliegenden Arbeit nicht näher untersucht werden, jedoch zugunsten der flüssigen Darstellung der Ein- und Ausschalvorgänge nicht fehlen dürfen und daher in heller Farbe dargestellt sind.

Im Anschluss an die hell dargestellten Vorgänge des Bewehrens und Betonierens folgt der Ausschalvorgang, welcher in Bild 4-4 für das Deckenschalungssystem Dokamatic dargestellt ist.

4.2.3 Dokamatic – Ablaufdiagramm Ausschalen

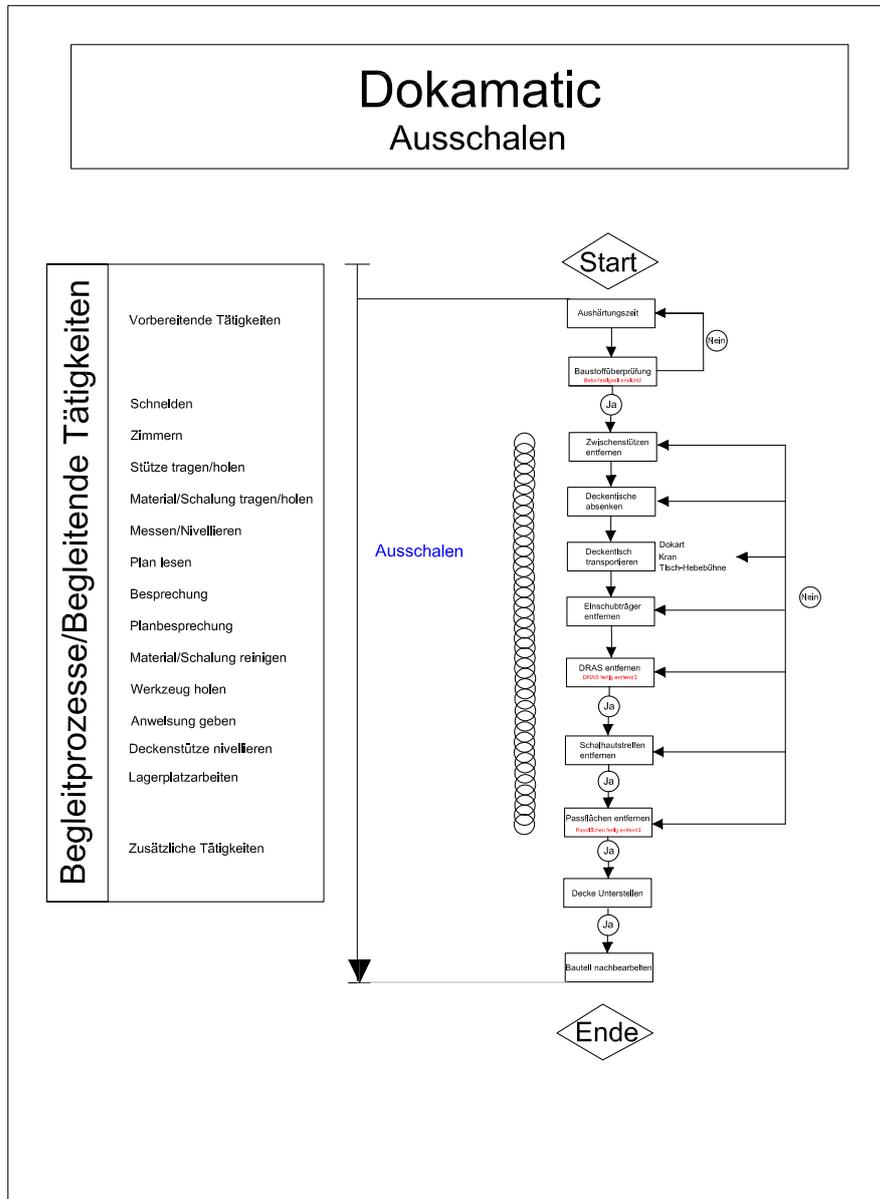


Bild 4-4: Ablaufdiagramm Dokamatic-Tisch Ausschalen

Bevor mit der Demontage der Schalungskomponenten begonnen werden kann, erfolgt eine Überprüfung des Baustoffes hinsichtlich dessen Reifegrades, d.h. es wird geprüft, ob der Beton eine ausreichende Festigkeit aufweist und die Aushärtung nach Plan verlaufen ist.

Die Demontage selbst erfolgt in entgegengesetzter Richtung zum Einschalvorgang (Montage).

4.3 Ablauf Dokadek

Beim Schalungssystem Dokadek handelt es sich um eine Deckenrahmenelement-Schalung. Eine ausführliche Beschreibung des Systems findet sich im Produktkatalog¹¹⁰.

4.3.1 Rahmenschalung (Paneelschalung) für Decken

Diese laut Bild 2-1 den Kleinflächenschalungen zugehörige Art von Deckenschalung ist eine Weiterentwicklung der in Kapitel 3.1.1 beschriebenen Deckenträgerschalung.

Schalttafel und Querträger sind zu einem Element zusammengefasst und die Anzahl der Teile somit weiter reduziert. Deckenrahmenschalungen sind somit wirtschaftlicher, jedoch weniger flexibel als Deckenträgerschalungssysteme.

Die Rahmenelemente sind in wenigen Maßen verfügbar und werden direkt auf Längsträger gelegt, welche ihrerseits über Fallköpfe (Absenkköpfe) mit der Deckenstütze verbunden sind.

Diese Fallköpfe ermöglichen ein Entfernen der Längsträger und Rahmenelemente nach ca. 2 Tagen, während die Stützen die frisch hergestellte Betondecke noch weiter unterstützen. Somit kann die Vorhaltemenge drastisch reduziert werden.

Je niedriger der Passflächenanteil der einzuschalenden Fläche, desto wirtschaftlicher ist der Einsatz einer Rahmenschalung im Vergleich zur Trägerschalung, da Passflächen weiterhin durch letztere angepasst werden müssen.¹¹¹

¹¹⁰ Doka: Dokadek. http://www.Doka.com/_ext/downloads/downloadcenter/999803301_2012_07_online.pdf. Datum des Zugriffs: 12.12.2012.

¹¹¹ Vgl. RATHFELDER, M.: Moderne Schalungstechnik. S.51.

4.3.2 Dokadek – Ablaufdiagramm Einschalen

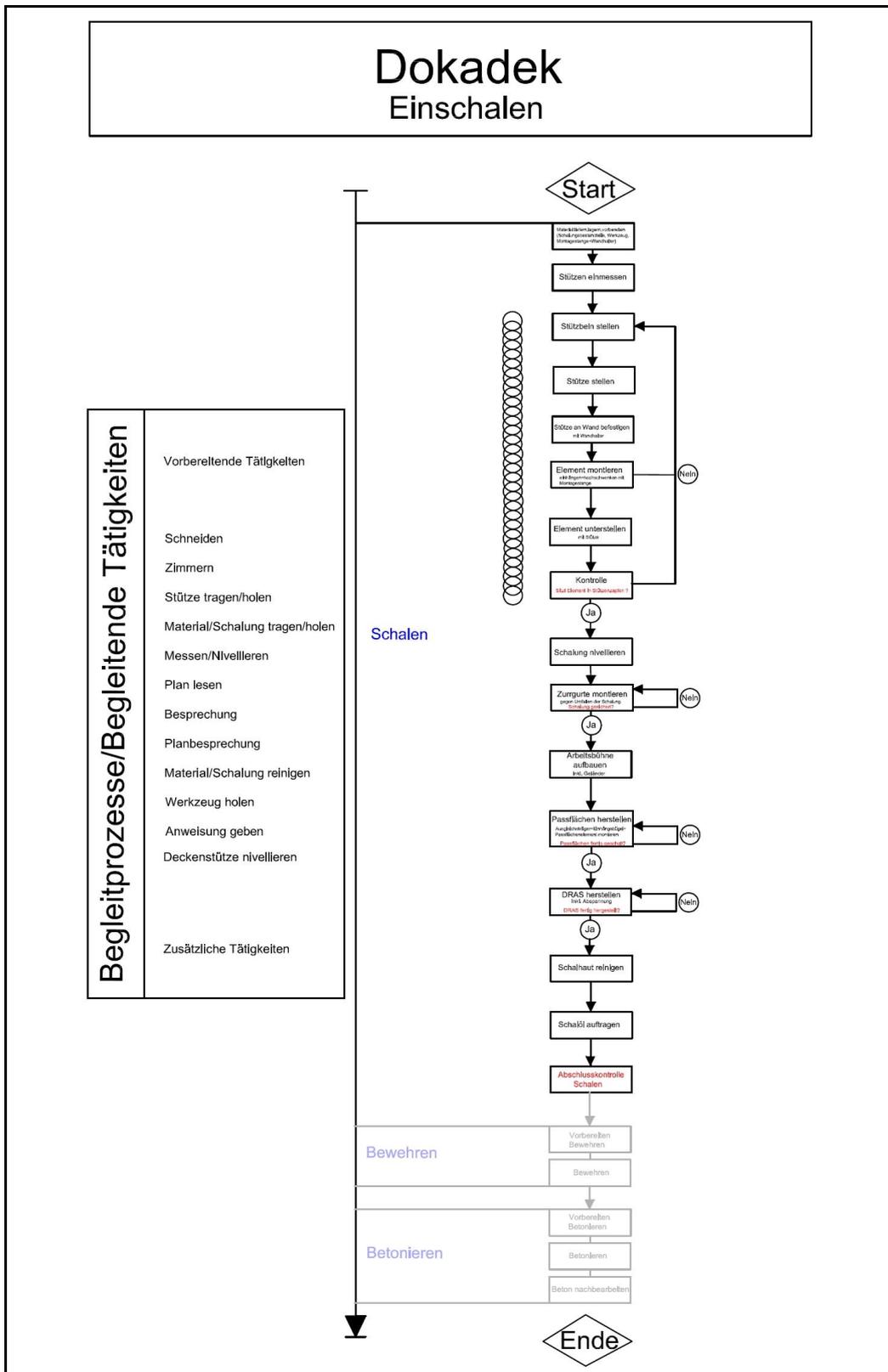


Bild 4-5: Ablaufdiagramm Dokadek Einschalen

Bild 4-5 stellt den Einschaltvorgang des Deckenschalungssystems Dokadek graphisch dar. Die Ablaufprozesse (HT und NT) werden von den Begleitprozessen (alles NT) bei der Montage der Schalungskomponenten unterstützt. Das Kettensymbol markiert jene Prozesse, welche miteinander in Zusammenhang stehen, d.h. das zufriedenstellende Erfüllen der einzelnen Tätigkeit hängt von der Lösung der kompletten Prozesskette ab. Ist das Ergebnis der Prozesskette noch nicht zufriedenstellend, dargestellt durch rückführende Pfeilpfade, wird bei der entsprechenden, fehlerhaften Tätigkeit eingehakt und somit das Ergebnis modifiziert. Die dargestellten Prozessketten verhalten sich demnach iterativ und werden jeweils durch Kontroll- und Messtätigkeiten abgeschlossen, um das Ergebnis bewerten zu können.

Alle anderen Prozesse stellen eigenständige Tätigkeiten dar und werden mit der entsprechenden Kontrollfrage (z.B.: „Deckenrandabschalung fertig montiert?“) abgeschlossen.

Das Ende des Einschaltvorgangs definiert gleichzeitig den Beginn der Bewehrungs- und Betoniervorgänge, welche in der vorliegenden Arbeit nicht näher untersucht werden, jedoch zugunsten der flüssigen Darstellung der Ein- und Ausschaltvorgänge nicht fehlen dürfen und daher in heller Farbe dargestellt sind.

Im Anschluss an die hell dargestellten Vorgänge des Bewehrungs und Betonierens folgt der Ausschaltvorgang, welcher in Bild 4-6 dargestellt ist.

4.3.3 Dokadek – Ablaufdiagramm Ausschalen

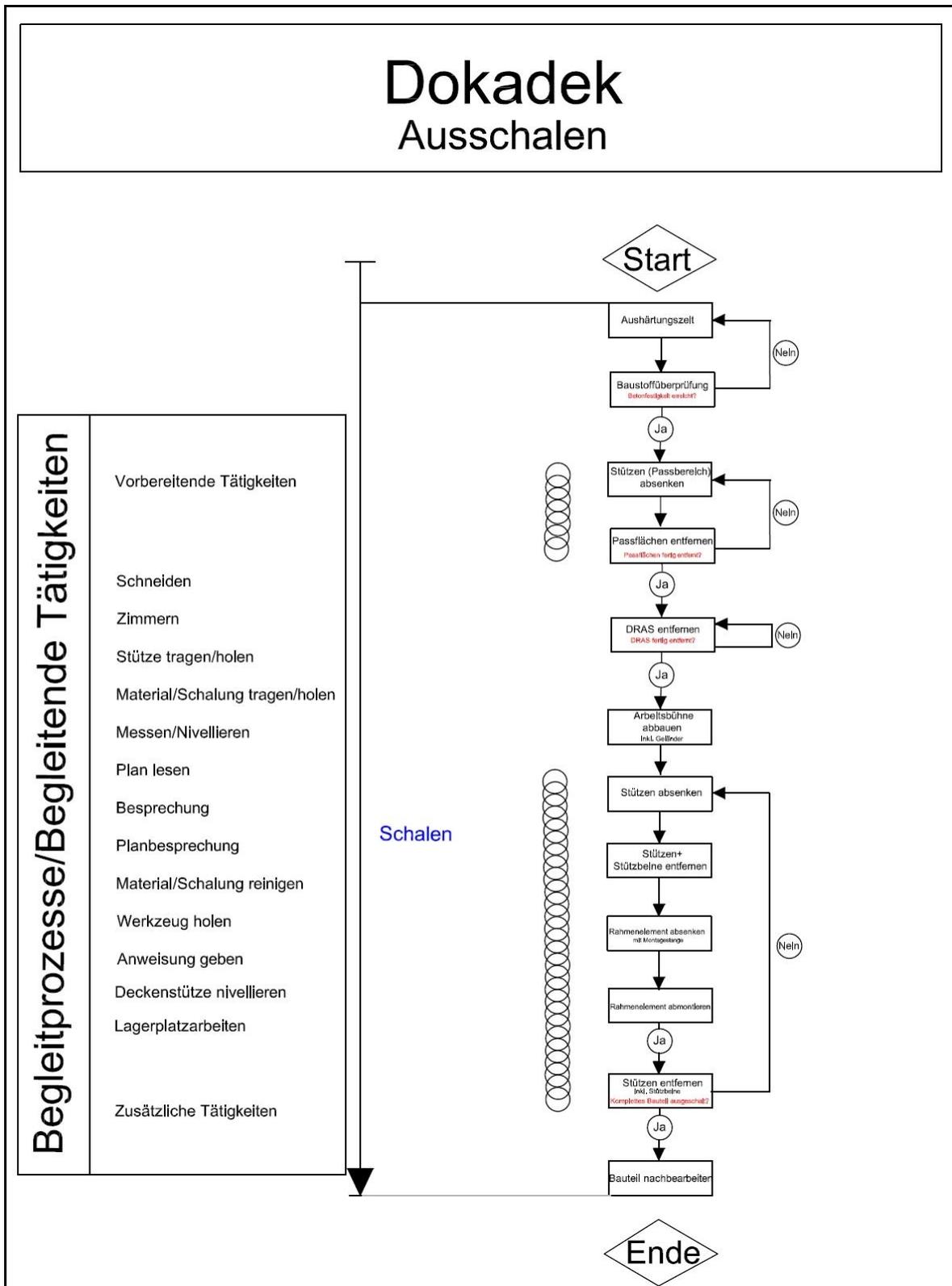


Bild 4-6: Ablaufdiagramm Dokadek Ausschalen

Bevor mit der Demontage der Schalungskomponenten begonnen werden kann, erfolgt eine Überprüfung des Baustoffes hinsichtlich dessen Reifegrades, d.h. es wird geprüft, ob der Beton eine ausreichende Festigkeit aufweist und die Aushärtung nach Plan verlaufen ist.

Die Demontage selbst erfolgt in entgegengesetzter Richtung zum Einschalvorgang (Montage).¹¹²

Da die Vergleichbarkeit der Datenauswertungen (Tätigkeitsverteilung, ergonomische Verteilung sowie Leistung) im Vordergrund steht, müssen die untersuchten Baustellen geeignete Rahmenbedingungen aufweisen.

Dies gilt im Allgemeinen vor allem für folgende Gebäudekennwerte:

- Geometrie des zu schalenden Bereiches
- Deckenhöhen

4.4 Ablauf PERI Skydeck

Beim Schalungssystem PERI Skydeck handelt es sich um eine Deckenrahmenschalung der Firma PERI. Eine ausführliche Beschreibung des Systems findet sich auf www.peri.com¹¹³.

4.4.1 Rahmenschalung (Paneelschalung) für Decken

Der Begriff Deckenrahmenschalung wurde bereits in Kapitel 4.3.1 beschrieben.

Anschließend erfolgt eine Darstellung der Ein- und Ausschalvorgänge für das Schalungssystem PERI Skydeck.

¹¹² Anmerkung: Die Untersuchungswerkzeuge und Systembeschreibung des Schalungssystems Dokadek der Firma Doka, welches sich gerade in der Markteinführungsphase befindet, wurde soweit vorbereitet, dass zukünftig mit geringstmöglicher Vorbereitungszeit Baustellenuntersuchungen stattfinden können. Im Rahmen dieser Masterarbeit standen keine Projekte für das System Dokadek im deutschsprachigen Raum zur Verfügung, welche die oben genannten Bedingungen zum Zwecke der Vergleichbarkeit erfüllt hätten, weshalb dieses System nicht untersucht werden konnte.

¹¹³ PERI: Skydeck Alu-Paneel-Deckenschalung.
http://www.peri.com/ww/de/produkte.cfm/fuseaction/showproduct/product_ID/44/app_id/4.cfm. Datum des Zugriffs: 12.12.2012.

4.4.2 PERI Skydeck – Ablaufdiagramm Einschalen

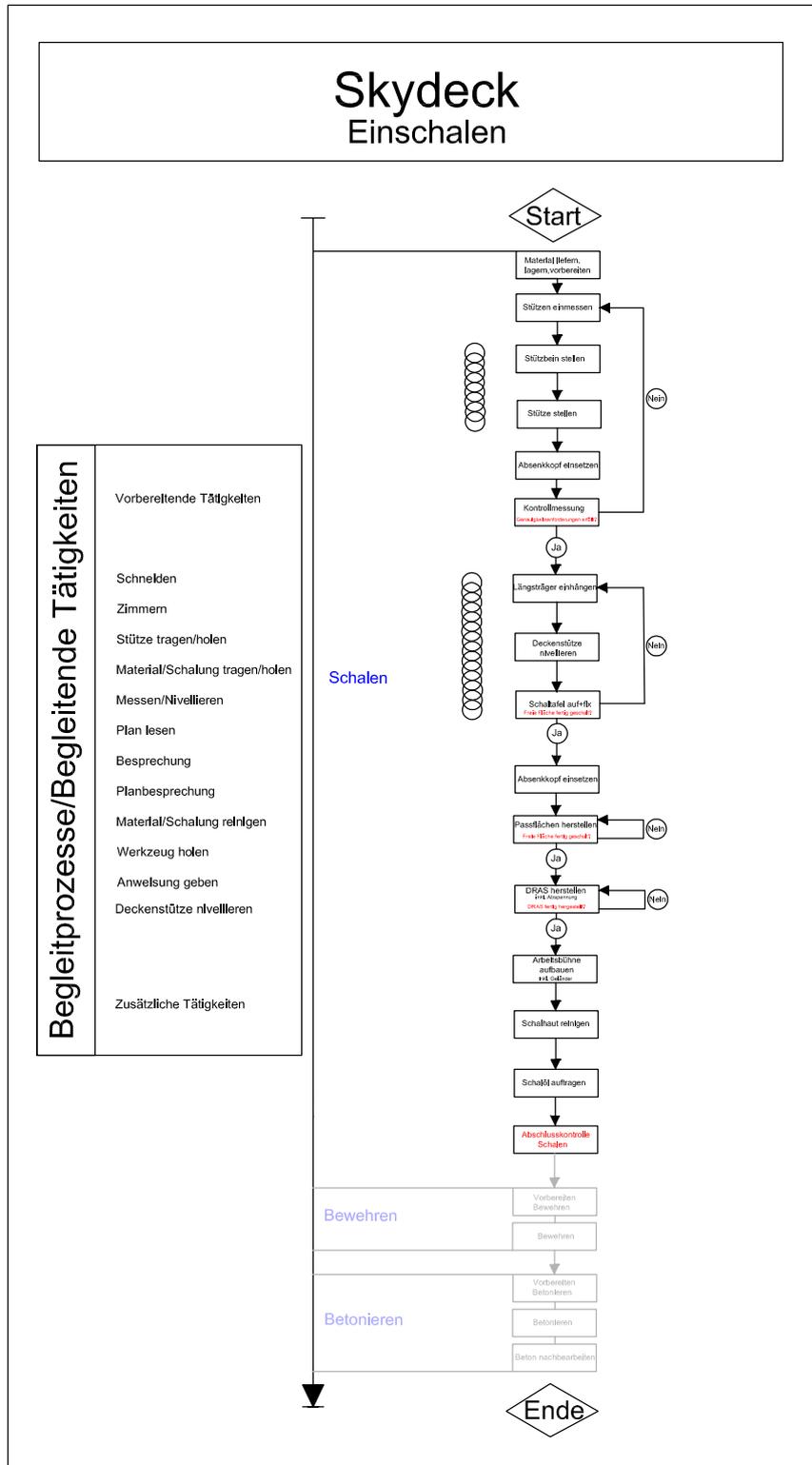


Bild 4-7: Ablaufdiagramm PERI Skydeck Einschalen

Das Bild 4-7 stellt den Einschaltvorgang des Deckenschalungssystems PERI Skydeck graphisch dar. Die Ablaufprozesse (HT und NT) werden von den Begleitprozessen (alles NT) bei der Montage der Schalungskomponenten unterstützt. Das Kettensymbol markiert jene Prozesse, welche miteinander in Zusammenhang stehen, d.h. das zufriedenstellende Erfüllen der einzelnen Tätigkeit hängt von der Lösung der kompletten Prozesskette ab. Ist das Ergebnis der Prozesskette noch nicht zufriedenstellend, dargestellt durch rückführende Pfeilpfade, wird bei der entsprechenden, fehlerhaften Tätigkeit eingehakt und somit das Ergebnis modifiziert. Die dargestellten Prozessketten verhalten sich demnach iterativ und werden jeweils durch Kontroll- und Messtätigkeiten abgeschlossen, um das Ergebnis bewerten zu können.

Alle anderen Prozesse stellen eigenständige Tätigkeiten dar und werden mit der entsprechenden Kontrollfrage (z.B: „Deckenrandabschalung fertig montiert?“) abgeschlossen.

Das Ende des Einschaltvorgangs definiert gleichzeitig den Beginn der Bewehrungs- und Betoniervorgänge, welche in der vorliegenden Arbeit nicht näher untersucht werden, jedoch zugunsten der flüssigen Darstellung der Ein- und Ausschaltvorgänge nicht fehlen dürfen und daher in heller Farbe dargestellt sind.

Im Anschluss an die hell dargestellten Vorgänge des Bewehrens und Betonierens folgt der Ausschaltvorgang, welcher in Bild 4-8 dargestellt ist.

4.4.3 PERI Skydeck – Ablaufdiagramm Ausschalen

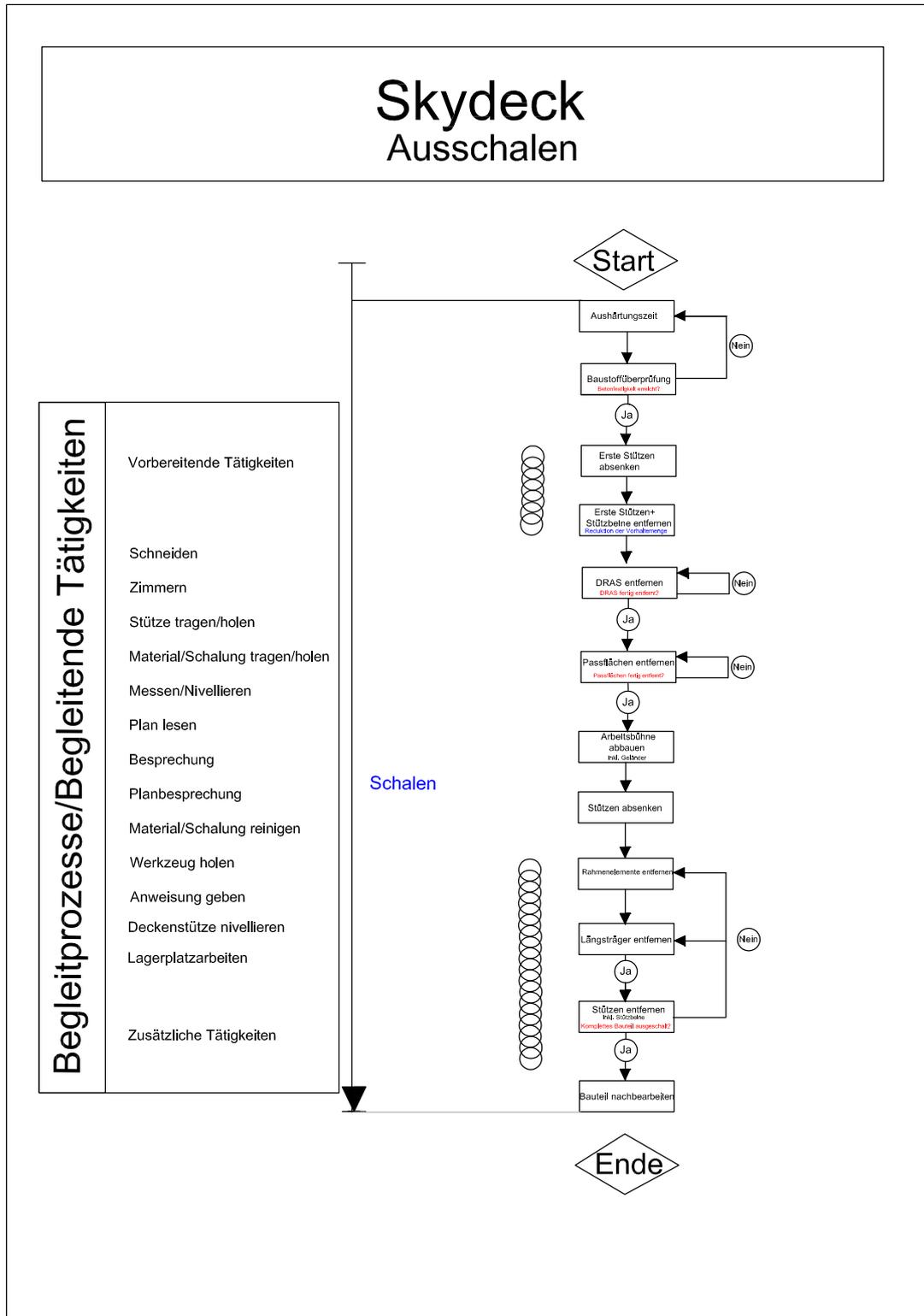


Bild 4-8: Ablaufdiagramm PERI Skydeck Ausschalen

Bevor mit der Demontage der Schalungskomponenten begonnen werden kann, erfolgt eine Überprüfung des Baustoffes hinsichtlich dessen Reifegrades, d.h. es wird geprüft, ob der Beton eine ausreichende Festigkeit aufweist und die Aushärtung nach Plan verlaufen ist.

Die Demontage selbst erfolgt in entgegengesetzter Richtung zum Einschalvorgang (Montage).

5 Datenerhebung und Untersuchung

Nachdem die Grundlagen der für die vorliegende Arbeit erforderlichen Kenntnisse behandelt wurden, erfolgt in diesem Kapitel die Darstellung der anwendbaren Methoden zur Erhebung und Untersuchung von auf Baustellen erhobenen Daten sowie der Untersuchungswerkzeuge.

5.1 Möglichkeiten der Datenerhebung im Zuge von Baustellenbeobachtungen

Im Rahmen dieser Arbeit liegt das Augenmerk vor allem auf jenen Datenerhebungsmethoden, die im Zuge von Baustellenbeobachtungen einsetzbar sind.

Die zu erhebenden Baustellendaten gliedern sich dabei einerseits in persönliche Daten und andererseits in Daten zu durchgeführten Tätigkeiten und zur Arbeitsleistung.

Um die Methoden für die Erhebung persönlicher Daten der jeweiligen Arbeiter darzustellen, muss zunächst geklärt werden, welche persönlichen Daten erhoben werden sollen. Mit Verweis auf Schlagbauer sind für die vorliegende Arbeit nur die folgenden Körperkennwerte relevant:

- *Alter*
- *Größe*
- *Gewicht*
- *Herzfrequenz*
- *Laktat-Wert*¹¹⁴

Körpergröße, Gewicht, Herzfrequenz und Laktat-Wert können durch Messungen erhoben werden, während bezüglich des Alters der Probanden eine Befragung genügt.¹¹⁵

Zur Ermittlung der verrichteten Tätigkeiten bzw. der Leistung der einzelnen Arbeiter werden für die vorliegende Arbeit folgende Erhebungs- und Beobachtungsmethoden gewählt

- Zeitaufnahmen
- Einzelaufnahmen
- Multimomentaufnahmen (MMA)
- Ermittlung aus der Nachkalkulation¹¹⁶

¹¹⁴ SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 81.

¹¹⁵ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Einfluss der Arbeitszeit auf die Arbeitsleistung, S. 7-1 bis 7-5.

¹¹⁶ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Einfluss der Arbeitszeit auf die Arbeitsleistung. S. 8-12 bis 8-20.

Eine vollständige Darstellung der weiteren erhebbaren Daten sowie der Methoden zur Ermittlung der durchgeführten Tätigkeiten und der Arbeitsleistung finden sich in Schlagbauer¹¹⁷.

5.2 Untersuchungsdesign

Aus Überlegungen zu den für die Leistungskurvenerstellung erforderlichen Daten und anwendbaren Erhebungsmethoden geht das in Bild 5-1 dargestellte Untersuchungsdesign hervor, das eine Übersicht über die Auswertungsklassen (I-IV) sowie über die Datenerhebungswerkzeuge bietet:

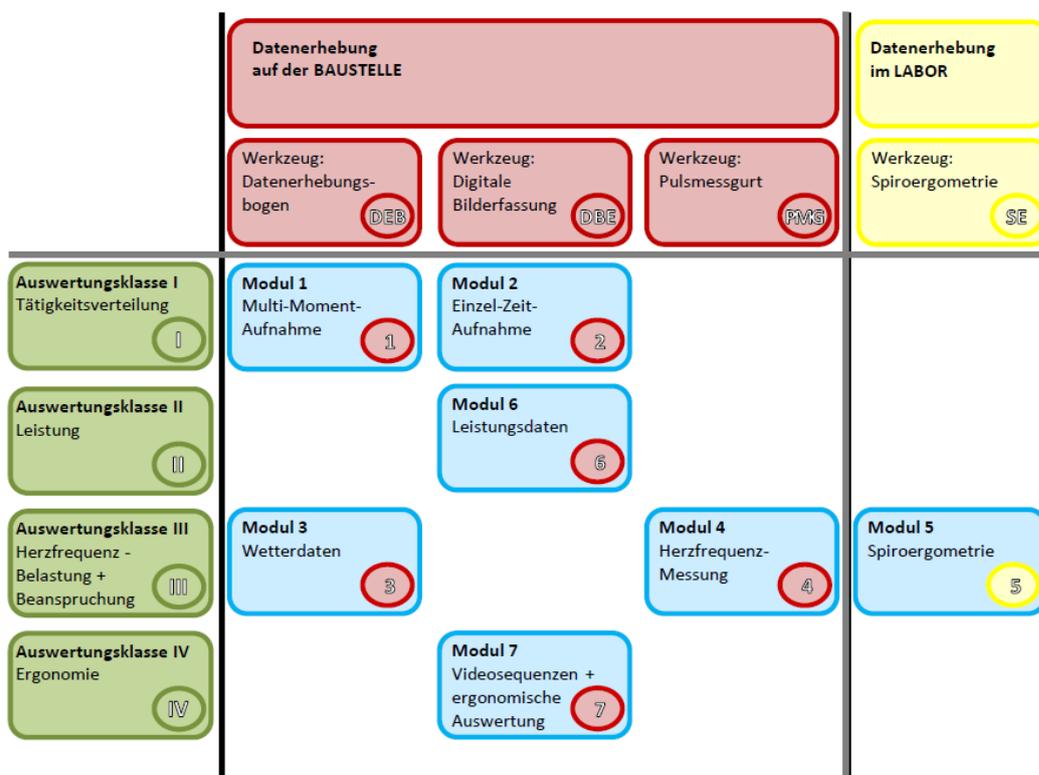


Bild 5-1: Untersuchungsdesign (modifiziert nach Schlagbauer¹¹⁸)

Aus Bild 5-1 geht hervor, dass die Erhebung der Daten sowie die darauffolgende Datenauswertung in vier Auswertungsklassen erfolgt.

In Auswertungsklasse I – Tätigkeitsverteilung – wird mittels Multimoment- und Einzelzeitaufnahmen die Verteilung der Tätigkeiten analysiert. In Auswertungsklasse II – Leistung – wird die tatsächlich erbrachte Leistung bestimmt. In Auswertungsklasse III – Herzfrequenz -Belastung und Bean-

¹¹⁷ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 81f.

¹¹⁸ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 85.

spruchung – erfolgt eine Ergänzung der in Auswertungsklasse II analysierten Daten mit Wetterdaten sowie Ergebnissen der Herzfrequenzmessung und Spiroergometrie. Abschließend wird in Auswertungsklasse IV – Ergonomie – die ergonomische Auswertung der untersuchten Tätigkeiten durchgeführt.

5.2.1 Modul 1 – Multimomentaufnahme (MMA)

Die Datengrundlage für die gesamte Untersuchung basiert auf Multimomentaufnahmen (MMAs), im Zuge derer die jeweils untersuchte Tätigkeit in 5-Minuten-Abständen in einem Datenerhebungsbogen (DEB) von einem externen Beobachter erfasst wird.¹¹⁹ Wie ein DEB aufgebaut ist, wird in Kapitel 5.3.2 erläutert.

5.2.2 Modul 2 – Einzelzeitaufnahme (EZA)

Einzelzeitaufnahmen (EZAs) stellen eine Ergänzung zu MMAs dar, bei der einzelne Tätigkeiten detaillierter erfasst werden. Da der Beobachter jedoch durch diese Methode gezwungen ist, viel näher an den Bauarbeiter heranzutreten und damit in dessen Persönlichkeitssphäre einzugreifen, wird diese Form der Tätigkeitserfassung nur selten auf den für die vorliegende Arbeit beobachteten Baustellen eingesetzt.¹²⁰

Die Ergebnisse der EZA können in Verbindung mit der MMA jedoch eine Grundlage für Überlegungen im Hinblick auf die mehrmalige Ausführung von Arbeiten und die Qualität der Arbeitsvorbereitung und der Arbeitsplanung liefern.¹²¹

5.2.3 Modul 3 – Wetterdaten

Für die Erhebung der Belastung werden die auf der Baustelle vorherrschende Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit jeweils zu Arbeitsbeginn und anschließend in einem 30-minütigen Intervall gemessen. Die Aufzeichnung erfolgt dabei mittels eines Anemometers¹²².

5.2.4 Modul 4 – Herzfrequenzmessung

Die Erhebung der Herzfrequenz wird unter Zuhilfenahme eines Brustgurts bzw. einer Pulsuhr¹²³ durchgeführt, welche alle 15 Sekunden die Herzfre-

¹¹⁹ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 86.

¹²⁰ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 86.

¹²¹ SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 86.

¹²² Messgerät: Kestrel 3000 – Pocket Weather Meter (Kestrel, USA).

¹²³ Messgerät: Polar S 810 (Polar Elektro, Finnland).

quenz messen und einen Herzfrequenzverlauf verteilt über den gesamten Arbeitstag liefern. Der Brustgurt wird den Arbeitern vom Beobachter angelegt und abgenommen, um einer unsachgerechten Handhabung vorzugreifen.

5.2.5 Modul 5 – Spiroergometrie

Die im Zuge der Spiroergometrie erhobenen Daten bieten die Grundlage für die Auswertungskategorie III, wobei mit Verweis auf Pretis¹²⁴ folgende Untersuchungsverfahren angewandt werden:

- Spiroergometrie¹²⁵: Messung des Austauschs der Atemgase durch eine Atemmaske und Auswertung durch ein Computerprogramm.
- Blutdruckmessung¹²⁶: automatische Messung des Blutdrucks am rechten Oberarm
- Herzfrequenzmessung¹²⁷: Aufzeichnung der Herzfrequenz durch zwei unabhängige Pulsuhren
- Laktatmessung¹²⁸: Blutentnahme aus dem Ohrläppchen zu Beginn des Tests sowie am Anfang und Ende jeder Stufe

¹²⁴ Vgl. PRETIS, M.: Die Analyse von Leistungsfähigkeit, Belastung und Beanspruchung von Bauarbeitern unter definierten Arbeitsabläufen auf Baustellen. S.67.

¹²⁵ Messgerät: Zan 600 USB CX (Zan, Deutschland).

¹²⁶ Messgerät: 12-Kanal EKG, Zan 800 (Zan, Deutschland).

¹²⁷ Messgerät: Polar Sport Tester PE 4000 (Polar Elektro, Finnland).

¹²⁸ Messgerät: S Line, EKF Diagnostic (Biosen, Deutschland).

Das Ergebnis einer Spiroergometrie wird grafisch wie folgt dargestellt:

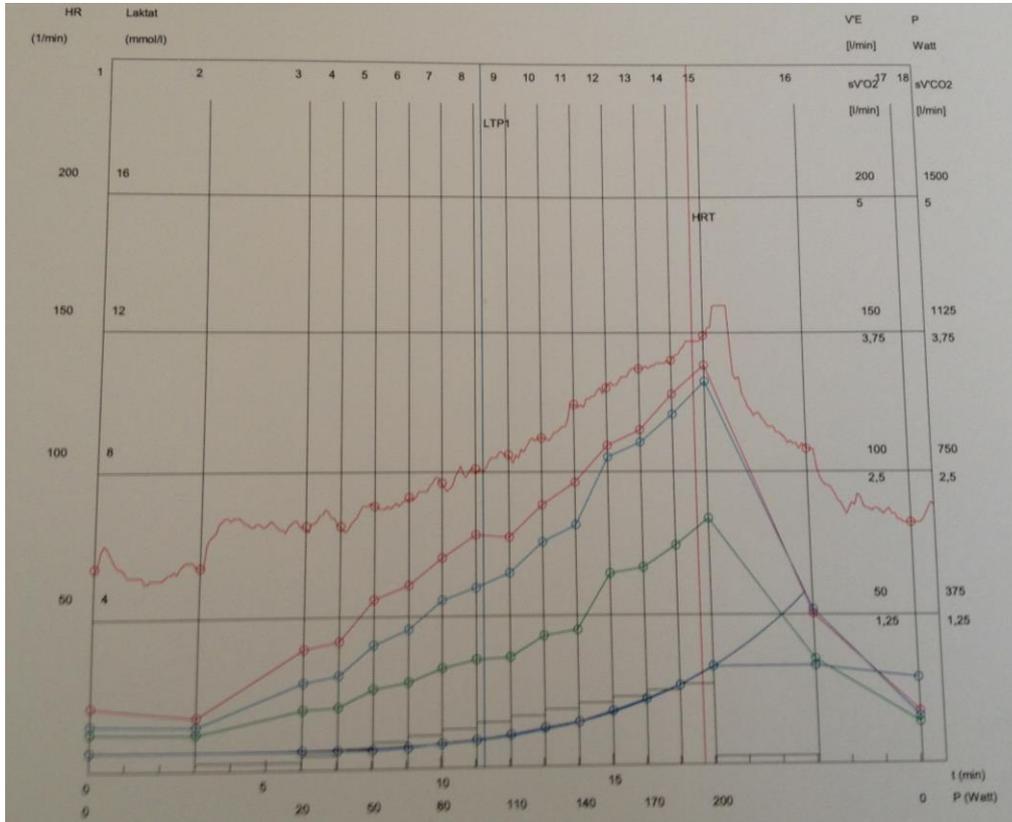


Bild 5-2: Herzfrequenz (rot), O₂-Aufnahme (Pink), CO₂-Abgabe (Türkis), Laktat (blau) und Atemminutenvolumen (grün) während der spiroergometrischen Belastung

5.2.6 Modul 6 – Leistungsdaten

Die Erhebung der Leistungsdaten erfolgt durch einen externen Beobachter, der in definierten Intervallen digitale Bildaufnahmen vom Leistungsfortschritt bzw. vom kompletten Arbeitsprozess oder Teilarbeitsprozess macht. Diese erstellten Fotos bzw. Videos bieten damit auch die Möglichkeit einer nachträglichen Auswertung.

5.2.7 Modul 7 – Ergonomische Auswertung

Die Grundlage für die ergonomische Analyse bilden Videoaufzeichnungen, die vom externen Beobachter von der einzelnen Tätigkeit aufgenommen wurden oder im Nachhinein für die einzelne Tätigkeit aus ganzen Videosequenzen herausgesucht wurden.

5.3 Untersuchungswerkzeuge

Die für die Ermittlung der Baustellen- und Labordaten in der vorliegenden Arbeit eingesetzten Werkzeuge werden nachfolgend beschrieben.

5.3.1 Tätigkeitslisten

Tätigkeitslisten bieten eine Hilfestellung bei der Eintragung der Daten im DEB, indem sie eine schnelle Zuordnung der Tätigkeiten ermöglichen. Zur Veranschaulichung einer Tätigkeitsliste wird an dieser Stelle ein Auszug selbiger angeführt. Die vollständigen Tätigkeitslisten aller in dieser Arbeit untersuchten Schalungssysteme befinden sich im Anhang unter A1.1 bis A1.4.

Tabelle 5-1: Beispiel-Tätigkeitsliste mit Bildern (Für einfache Anwendung und Zuordnung der Tätigkeiten auf der Baustelle)

| tbl_Taetigkeitskategorie.Bezeichnung | tbl_Taetigkeitsgruppe | tbl_Einsatz-System | tbl_Taetigkeit.Bezeichnung | tbl_Bilder |
|--------------------------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 Haupt-tätigkeit | 111 Betonieren | 1114 PERI Skydeck | Decke betonieren |  |
| 11 Haupt-tätigkeit | 111 Betonieren | 1114 PERI Skydeck | Beton verdichten |  |
| 11 Haupt-tätigkeit | 112 Bewehren | 1124 PERI Skydeck | Decke bewehren |  |
| 11 Haupt-tätigkeit | 113 Schalen | 1134 PERI Skydeck | Rahmen-element einlegen (von oben) |   |

5.3.3 Brustgurt und Pulsuhr

Wie bereits erwähnt wurde die Ermittlung und Aufzeichnung der Herzfrequenzen mittels Brustgurten und Pulsuhren durchgeführt, die im 15-Sekunden-Intervall die entsprechenden Herzfrequenzwerte speichern. Eine entsprechende Software¹³¹ liest die Werte aus und stellt Daten anschließend zur weiteren Verwendung zur Verfügung.

5.3.4 Digitale Bildaufnahmen

Für die Erfassung der Leistungsdaten sowie die Auswertung der Einzelzeit-aufnahmen wurden die beobachteten Tätigkeiten auch mit Bildern bzw. Videos festgehalten, was ebenso eine nachträgliche Kontrolle des DEB ermöglicht.

5.3.5 Spiroergometrie

Die Spiroergometrien für die vorliegende Masterarbeit wurden im Rahmen des Forschungsprojekts „Ergonomiestudie Deckenschalungssystem“ am Human Performance Research^{Graz} (HPR-Graz) durchgeführt.

Die Durchführung der Spiroergometrien wird von Pretis folgendermaßen erklärt:

„Die Spiroergometrien fanden am Zentrum für Bewegungswissenschaften und Sportmedizinische Forschung – Human Performance Research^{Graz} statt. Ein Arzt und eine wissenschaftliche Assistentin waren ständig anwesend und für Voruntersuchung, Laktatabnahme und etwaige Notfälle zuständig. Nach einem medizinischen Grundcheck und der Überprüfung der körperlichen Kenngrößen wurde eine Spiroergometrie durchgeführt.“¹³²

Für die weitere Auswertung wurden die Messdaten durch Mitarbeiter des HPR aufbereitet und mittels eines Untersuchungsprotokolls zur Verfügung gestellt.

¹³¹ Software: Polar Precision Performance SW, Version 4.03.050 (Polar, Finnland)

¹³² PRETIS, M.: Die Analyse von Leistungsfähigkeit, Belastung und Beanspruchung von Bauarbeitern unter definierten Arbeitsabläufen auf Baustellen. S.66.

Seite 1

Human Performance Research Graz
Karl-Franzens-Universität & Medizinische Universität Graz
Univ. Prof. Peter Hofmann

PERSONENDATEN

Name AN 1
 Adresse
 Adresse
 Geb.Datum 1962
 Größe 190 cm
 Gewicht 85 kg
 Training Stunden/Woche
 Ruhepuls 1/min
 Bemerkung

UNTERSUCHUNGSDATEN

Test CO-FR + La + Gluc + Spiro
 Datum 31.03.2008
 Startzeit 06:43:40
 Bemerkung TU-Projekt Baustelle
 Bemerkung

BERECHNETE WERTE

P soll 252.9 Watt
 P soll/kg 03.0 Watt/kg
 P max 252.0 Watt
 P max/kg 03.0 Watt/kg
 rel. Leistungsvermögen 100 %
 HRschwelle/HRmax 66 %
 Pschwelle/Pmax 65 %
 Schwelle = LTP 2

SCHWELLEN UND MAXIMALWERTE

| | HR 1/min | P Watt | Laktat mmol/l | VE [l/min] | sV'O2 [l/min] | sV'CO2 [l/min] | VT [l] | AF [1/min] |
|---------|-------------|-----------|------------------|---------------|------------------|-------------------|-----------|---------------|
| Maximum | 198 | 252 | 11.5 | 105.65 | 3.58 | 4.16 | 3.35 | 31.58 |
| LTP 1 | 136 | 67 | 2 | 35.05 | 1.45 | 1.37 | 2.99 | 11.72 |
| LTP 2 | 170 | 164 | 4.2 | 54.26 | 2.14 | 2.21 | 2.57 | 21.15 |

TRAININGSTABELLE

| Intensität % | HR 1/min | P Watt | Laktat mmol/l | |
|-----------------|-------------|-----------|------------------|----------------------|
| 60 - 70 | 146 - 150 | 98 - 115 | 2.4 - 2.7 | Regeneration |
| 70 - 80 | 150 - 158 | 115 - 131 | 2.7 - 3 | Ausdauer niedrig |
| 80 - 90 | 158 - 163 | 131 - 147 | 3 - 3.5 | Ausdauer mittel |
| 90 - 97 | 163 - 168 | 147 - 159 | 3.5 - 4 | Ausdauer intensiv |
| 97 - 105 | 168 - 172 | 159 - 172 | 4 - 4.5 | extensive Intervalle |
| 100 % = LTP 2 | | | | |

Bild 5-6: Beispiel für ein Untersuchungsprotokoll (Seite 1) mit Markierungen von ausgewählten Daten¹³³

Die farbig markierten Werte aus Bild 5-6 werden für die weitere Auswertung der Daten benötigt. Zu den Personendaten zählen Alter, Größe und Gewicht, während zu den Schwellen und Maximalwerten die Herzfrequenz an den Herzfrequenzschwellenwerten, die Leistung, die Sauerstoffaufnahme

¹³³ SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung, S. 94.

und die Kohlendioxidabgabe jeweils für Maximum, LTP1 und LTP2 zählen.¹³⁴

Mit den vorliegenden Werten kann man nun den Bauarbeiter „eichen“, d.h. man kennt die Beanspruchung des jeweiligen Körpers als Folge einer Belastung. Diese „Eichung“ ermöglicht in weiterer Folge einen Vergleich zwischen den an den Bauarbeitern auf der Baustelle ermittelten Werten der Bauarbeiter.¹³⁵

5.4 Weiterer Ablauf der Baustellenuntersuchung

Der weitere Ablauf der Baustellenuntersuchung betrifft die praktische Durchführung auf der Baustelle sowie im Labor, welche für die vorliegende Arbeit in Anlehnung an Schlagbauer¹³⁶ durchgeführt wurden.

¹³⁴ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 94f.

¹³⁵ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 94f.

¹³⁶ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 95ff.

6 Baustellenbeschreibung

In diesem Kapitel erfolgt eine Zusammenfassung der Baustellenberichte für die jeweiligen Systeme. Eine ausführliche Baustellenbeschreibung findet sich im Anhang.

6.1 Graz-Hallerschlossstraße/PERI Skydeck

Der Untersuchungszeitraum der Baustelle Graz/Hallerschlossstraße mit dem Schalungssystem PERI Skydeck, welches in Kapitel 4 erklärt wurde, erstreckte sich von 18.06.2012 bis 22.06.2012.

Zusätzlich wurden Daten aus der Untersuchung von Hrovath¹³⁷ im Untersuchungszeitraum Juni 2012 bis Juli 2012 in die Datenauswertung und -analyse miteinbezogen.

6.1.1 Baustellenbericht-Zusammenfassung

Wetter:

Die klimatischen Bedingungen in der Erhebungswoche sind als außergewöhnlich zu bezeichnen. Die Temperaturen stiegen bis auf 37 Grad Celsius.

Die Mittelwerte, Minima und Maxima der Temperatur, Luftfeuchtigkeit sowie Windgeschwindigkeit sind in folgender Tabelle angeführt:

Tabelle 6-1: Wetterdaten Hallerschloss

| Baustelle | Graz/Hallerschloss | | |
|---------------|--------------------|----------------------|---------------------------|
| | Temperatur [°C] | Luftfeuchtigkeit [%] | Windgeschwindigkeit [m/s] |
| Mittelwert MW | 28,8 | 55,7 | 0,3 |
| Minimum | 18,0 | 39,4 | 0,0 |
| Maximum | 37,0 | 85,1 | 3,3 |

Anmerkungen zu Baustellenlogistik:

Die Prozesse der Baustelle Graz/Hallerschloss sind geprägt durch unnötige Transport- und Umsetzungvorgänge der Systemkomponenten.

¹³⁷ Hrovath, B.: Masterprojekt, unveröffentlicht

Das heißt, dass durch ein lückenhaftes logistisches Konzept der Mannschaft oftmals Träger, Werkzeug, Schaltafeln, Stützen, etc... an die falsche Stelle geholt und transportiert wurden oder kein echter Bedarf für diese Teile bestand.

Motivation der Arbeiter:

Der Grad der Motivation der untersuchten Arbeitskräfte ist schon aufgrund der hohen Temperaturen als niedrig zu bezeichnen. Dies geht aus den Beobachtungen des Verfassers hervor.

Termindruck/Stressfaktor:

Der Grad des Termindruckes und der daraus resultierende Stressfaktor können in der Erhebungswoche als niedrig bezeichnet werden, da das ausführende Unternehmen offensichtlich nicht unter Zeitdruck stand.

Alter und körperliche Verfassung der Arbeitskräfte:

Eine detaillierte Analyse der persönlichen Daten der Arbeitskräfte inklusive Alter und Herzfrequenzverlauf befindet sich nachfolgend im Kapitel 7.

6.1.2 Baufortschritt

Basierend auf den Baustellenbeobachtungen vor Ort, der Datenerhebung mittels Datenerhebungsbögen und den Leistungsanalysen wird auf den folgenden Seiten der Bauablauf der Baustelle Hallerschloss in Tabellenform dargestellt.

Zuerst wird in den nachstehenden Tabellen der Baufortschritt jedes einzelnen Tages angeführt. Der Baufortschritt wurde während der Datenerhebung vor Ort schriftlich und fotografisch dokumentiert.

Tabelle 6-2: Baufortschritt Hallerschloss AT1

| | | AT1 |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Arbeitsbeginn bis Vormittagspause | -Vorbereitungsarbeiten -Herrichten, Aufräumen -Arbeitsaufteilungsbesprechung |  |
| Vormittagspause bis Mittagspause | -50 m ² Schalhautoberfläche herstellen -Ausschalen UG |  |
| Mittagspause bis Arbeitsende | -35 m ² Schalhautoberfläche herstellen -Ausschalen UG -Geländer/Wand/ Stiegenhaus betonieren |  |
| Tagesleistung | -85 m ² Schalhautoberfläche herstellen -Ausschalen UG | |

Tabelle 6-3: Baufortschritt Hallerschloss AT2

| | | AT2 |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Arbeitsbeginn bis Vormittagspause | -Ausschalen UG -30 m ² Schalhautoberfläche herstellen |  |
| Vormittagspause bis Mittagspause | -35 m ² Schalhautoberfläche herstellen -Wandschalungselement zusammenbauen -Stiegenhaus schalen |  |
| Mittagspause bis Arbeitsende | -50 m ² Schalhautoberfläche herstellen -Wandschalungselement montieren |  |
| Tagesleistung | -115 m ² Schalhautoberfläche herstellen | |

Tabelle 6-4: Baufortschritt Hallerschloss AT3

| | | AT3 |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Arbeitsbeginn bis Vormittagspause | -30 m ² Schalhautoberfläche herstellen |  |
| Vormittagspause bis Mittagspause | -30 m ² Schalhautoberfläche herstellen -Restliches UG ausschalen -Passflächen herstellen |  |
| Mittagspause bis Arbeitsende | -Geländer/Wand Stiegenhaus ausschalen -45 m ² Schalhautoberfläche herstellen |  |
| Tagesleistung | -45 m ² Schalhautoberfläche herstellen -Tieferliegenden Deckenabschnitt betonieren -Geländer Stiegenhaus betonieren -Restliches UG ausschalen | |

Tabelle 6-5: Baufortschritt Hallerschloss AT4

| | | AT4 |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Arbeitsbeginn bis Vormittagspause | -Passflächen herstellen -Tieferliegenden Deckenabschnitt betonieren -25 m ² Schalhautoberfläche herstellen | |
| Vormittagspause bis Mittagspause | -40 m ² Schalhautoberfläche herstellen -Deckenrandabschalung beginnen -Einlegeschieben montieren | |
| Mittagspause bis Arbeitsende | -60 m ² Schalhautoberfläche herstellen -Passflächen herstellen -Einlegeschieben montieren | |
| Tagesleistung | -100 m ² Schalhautoberfläche herstellen -Passflächen herstellen | |

Tabelle 6-6: Baufortschritt Hallerschloss AT5

| | AT5 | |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Arbeitsbeginn bis Vormittagspause | -Deckenrandabschalung montieren -50 m ² Passbereich Stiegenhaus herstellen (Dokaflex) | |
| Vormittagspause bis Mittagspause | -Deckenrandabschalung montieren -Schalhautoberfläche reinigen -Schalöl auftragen | |
| Mittagspause bis Arbeitsende | -Deckenrandabschalung montieren -Schalhautoberfläche reinigen -Schalöl auftragen | |
| Tagesleistung | -50 m ² Passbereich Stiegenhaus herstellen (Dokaflex) -Deckenrandabschalung montieren | |

6.2 Gleisdorf/Dokaflex

Der Untersuchungszeitraum der Baustelle Gleisdorf mit dem Schalungssystem Dokaflex, welches in Kapitel 3 erklärt wurde, erstreckte sich von 17.09.2012 bis 21.09.2012.

6.2.1 Baustellenbericht-Zusammenfassung

Wetter:

Das Wetter in der Untersuchungswoche war geprägt von milden Temperaturen, wenig Wind und angenehmer Luftfeuchtigkeit. Am Mittwoch, 19.09.2012, regnete es, ab 12:50 erfolgte Arbeitsabbruch aufgrund von Schlechtwetter.

Die Mittelwerte, Minima und Maxima der Temperatur, Luftfeuchtigkeit sowie Windgeschwindigkeit sind in folgender Tabelle angeführt:

Tabelle 6-7: Wetterdaten Gleisdorf

| Baustelle | Gleisdorf | | |
|------------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|
| | Temperatur [°C] | Luftfeuchtigkeit [%] | Windgeschwindigkeit [m/s] |
| Mittelwert MW | 18,9 | 64,5 | 0,3 |
| Minimum | 8,3 | 36,8 | 0,0 |
| Maximum | 27,6 | 89,5 | 3,1 |

Anmerkung zu Baustellenlogistik:

Das Logistikkonzept des ausführenden Unternehmens hatte keine erkennbaren Schwachstellen.

Motivation der Arbeiter:

Der Grad der Motivation ist als normal zu bezeichnen.

Termindruck/Stressfaktor:

Der Grad des Termindruckes und der daraus resultierende Stressfaktor des ausführenden Unternehmens sind als normal zu bezeichnen.

Alter und körperliche Verfassung der Arbeitskräfte:

Eine detaillierte Analyse der persönlichen Daten der Arbeitskräfte inklusive Alter und Herzfrequenzverlauf befindet sich nachfolgend im Kapitel 7.

Ein detaillierter Baustellenbericht der Baustelle Gleisdorf befindet sich im Anhang.

6.2.2 Baufortschritt

Basierend auf den Baustellenbeobachtungen vor Ort, der Datenerhebung mittels Datenerhebungsbögen und den Leistungsanalysen wird auf den folgenden Seiten der Bauablauf der Baustelle Gleisdorf in Tabellenform dargestellt.

Zuerst wird in den nachstehenden Tabellen der Baufortschritt jedes einzelnen Tages angeführt. Der Baufortschritt wurde während der Datenerhebung vor Ort schriftlich und fotografisch dokumentiert.

Tabelle 6-8: Baufortschritt Gleisdorf AT1

| | | AT1 |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Arbeitsbeginn bis Vormittagspause | -Vorbereitungsarbeiten, Besprechung, Wochenaufgabenverteilung -Material/Schalung vorbereiten |  |
| Vormittagspause bis Mittagspause | -Stützen + Stützbeine stellen -Stützen + Stützbeine -30 m ² (Zwischenbereich) |  |
| Mittagspause bis Arbeitsende | -70 m ² Schalhaut auflegen (noch von voriger Woche vorbereitet) -Stützen stellen -Jochträger einlegen |  |
| Tagesleistung | -100 m ² Schalhautoberfläche herstellen -Deckenrandabschalungsabschnitt herstellen |  |

Tabelle 6-9: Baufortschritt Gleisdorf AT2

| AT2 | |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arbeitsbeginn bis Vormittagspause | <ul style="list-style-type: none"> -Deckenrandabschalung inkl. Balkonaustragung -50 m² Schalhautoberfläche herstellen -Aufräumarbeiten, Vorbereiten  |
| Vormittagspause bis Mittagspause | <ul style="list-style-type: none"> -30 m² Schalhautoberfläche herstellen -Stützen + Stützbeine stellen -Jochträger einlegen -Nivellieren + Einmessen  |
| Mittagspause bis Arbeitsende | <ul style="list-style-type: none"> -50 m² Schalhautoberfläche herstellen -Deckenrandabschalung weiterarbeiten  |
| Tagesleistung | <ul style="list-style-type: none"> -ca. 130 m² Schalhautoberfläche herstellen -große Fläche Stützen und Jochträger -Deckenrandabschalungsabschnitt herstellen  |

Tabelle 6-10: Baufortschritt Gleisdorf AT3

| | AT3 | |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Arbeitsbeginn bis Vormittagspause | -Querträger auflegen+fixieren und einmessen -30 m ² Schalhautoberfläche herstellen |  |
| Vormittagspause bis Mittagspause | -Querträger auflegen+fixieren und einmessen -70 m ² Schalhautoberfläche herstellen |  |
| Mittagspause bis Arbeitsende | -REGEN | |
| Tagesleistung | -100 m ² Schalhautoberfläche herstellen |  |

Tabelle 6-11: Baufortschritt Gleisdorf AT4

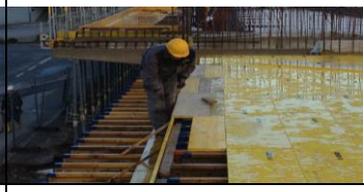
| | AT4 | |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Arbeitsbeginn bis Vormittagspause | -Passflächen herstellen (Zusatzaufwand durch Ungenauigkeit) |  |
| Vormittagspause bis Mittagspause | -Decken Vorspannen (Stützen einstellen+nivellieren) -30 m ² Schalhautoberfläche herstellen |  |
| Mittagspause bis Arbeitsende | -40 m ² Schalhautoberfläche herstellen -Vorbereiten betonieren -Arbeitsbühnen vorbereiten und betonieren -Betonanschlussbewehrung (Isokorb) herstellen |  |
| Tagesleistung | -70 m ² Schalhautoberfläche herstellen -Decke vorspannen -Passflächen herstellen -Vorbereiten betonieren | |

Tabelle 6-12: Baufortschritt Gleisdorf AT5

| | AT5 | |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Arbeitsbeginn bis Vormittagspause | -Vorbereiten betonieren -Decke betonieren |  |
| Vormittagspause bis Mittagspause | -Decke betonieren -80 m ² Schalhautoberfläche herstellen |  |
| Mittagspause bis Arbeitsende | -Decke betonieren -Beton nachbearbeiten -50 m ² Schalhautoberfläche herstellen | |
| Tagesleistung | -Decke betonieren -130 m ² Schalhautoberfläche herstellen | |

6.3 Salzburg-Strubergasse/Dokamatic-Tisch

Der Untersuchungszeitraum der Baustelle Salzburg mit dem Schalungssystem Dokamatic-Tische, welches in Kapitel 4 erklärt wurde, erstreckte sich von 24.09.2012 bis 28.09.2012.

Zusätzlich wurden Daten des Untersuchungszeitraumes 17.09.2012 bis 21.09.2012 von Scholler¹³⁸ in die Datenauswertung und Analyse mit einbezogen.

6.3.1 Baustellenbericht-Zusammenfassung

Wetter:

Die Wetterverhältnisse während der Erhebungswoche waren geprägt von milden Temperaturen, wenig Wind und teilweise leichtem Regen.

Die Mittelwerte, Minima und Maxima der Temperatur, Luftfeuchtigkeit sowie Windgeschwindigkeit sind in folgender Tabelle angeführt:

¹³⁸ Scholler, J.: Masterprojekt, unveröffentlicht

Tabelle 6-13: Wetterdaten Salzburg

| Baustelle | Salzburg | | |
|---------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|
| | Temperatur [°C] | Luftfeuchtigkeit [%] | Windgeschwindigkeit [m/s] |
| Mittelwert MW | 19,1 | 63,4 | 0,1 |
| Minimum | 15,3 | 55,0 | 0,0 |
| Maximum | 20,8 | 77,5 | 0,6 |

Anmerkungen zu Baustellenlogistik:

Im Bereich der Baustellenlogistik besteht Optimierungspotential. Die Deckentische mussten oftmals am Lagerplatz zwischengelagert werden, daher ging durch doppeltes Angreifen Zeit und somit Leistung verloren.

Der Transport der Deckentische erfolgte kranabhängig. Daher ergaben sich immer wieder Wartezeiten.

Bei Inanspruchnahme der systeminternen Dokamatic-Transportsysteme wie etwa der Doka-Hebebühne, könnten Stillstandszeiten vermieden werden.

Motivation der Arbeiter:

Der Grad der Motivation der beobachteten Mannschaft ist als mittelhoch zu bezeichnen.

Termindruck/Stressfaktor:

Der Grad des Termindruckes der ausführenden Unternehmen ist als hoch zu bezeichnen, die Stahlbetontakte waren zeitlich eng geplant. Somit ist der Stressfaktor als hoch zu beurteilen.

Ein detaillierter Baustellenbericht befindet sich im Anhang.

6.3.2 Baufortschritt

Basierend auf den Baustellenbeobachtungen vor Ort, der Datenerhebung mittels Datenerhebungsbögen und den Leistungsanalysen wird auf den folgenden Seiten der Bauablauf der Baustelle Salzburg in Tabellenform dargestellt.

Zuerst wird in den nachstehenden Tabellen der Baufortschritt jedes einzelnen Tages angeführt. Der Baufortschritt wurde während der Datenerhebung vor Ort schriftlich und fotografisch mittels Digitaler Bilderfassung (DBE) dokumentiert.

Tabelle 6-14: Baufortschritt Salzburg AT1

| AT1 | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Arbeitsbeginn bis Vormittagspause | Ausschalen 5 Tische (entspricht 50 m ²) |  |
| Vormittagspause bis Mittagspause | Ausschalen 7 Tische (entspricht 70 m ²) |  |
| Mittagspause bis Arbeitsende | Ausschalen 10 Tische (entspricht 100 m ²) |  |
| Tagesleistung | Ausschalen 22 Tische (entspricht 220 m ²) | |

Tabelle 6-15: Baufortschritt Salzburg AT2

| AT2 | | |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------|--|
| Arbeitsbeginn bis Vormittagspause | -Bauteil ändern/richten -Wandschalung aufbauen | |
| Vormittagspause bis Mittagspause | -Bauteil ändern/richten -Wandschalung aufbauen | |
| Mittagspause bis Arbeitsende | -Bauteil ändern/richten -Wandschalung aufbauen | |
| Tagesleistung | -Bauteil ändern/richten -Wandschalung aufbauen | |

Tabelle 6-16: Baufortschritt Salzburg AT3

| AT3 | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Arbeitsbeginn bis Vormittagspause | -Wandschalung aufbauen | |
| Vormittagspause bis Mittagspause | -Wandschalung aufbauen | |
| Mittagspause bis Arbeitsende | -Wandschalung aufbauen Andere Mannschaft -16 Tische stellen (160 m ² Schalhautoberfläche) |  |
| Tagesleistung | Andere Mannschaft -16 Tische stellen (160 m ² Schalhautoberfläche) | |

Tabelle 6-17: Baufortschritt Salzburg AT4

| AT4 | | |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Arbeitsbeginn bis Vormittagspause | -Wandschalung aufbauen Andere Mannschaft -14 Tische stellen (140 m ² Schalhautoberfläche) |  |
| Vormittagspause bis Mittagspause | -Wandschalung aufbauen Andere Mannschaft -7 Tische stellen (70 m ² Schalhautoberfläche) |  |
| Mittagspause bis Arbeitsende | -Wandschalung aufbauen Andere Mannschaft -Einschubträger montieren -Schalhautstreifen einlegen (Übergang zwischen Tischen) -Passbereiche herstellen -Deckenrandabschalung herstellen |  |
| Tagesleistung | -Wandschalung aufbauen Andere Mannschaft -21 Tische stellen (210 m ² Schalhautoberfläche) -Schalhautstreifen einlegen -Passbereiche herstellen -Deckenrandabschalung herstellen | |

Tabelle 6-18: Baufortschritt Salzburg AT5

| | AT5 | |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Arbeitsbeginn bis Vormittagspause | -Wandschalung aufbauen -Bewehrungsarbeiten Andere Mannschaft -Schalhautoberfläche reinigen -Schalöl auftragen |  |
| Vormittagspause bis Mittagspause | -Wandschalung aufbauen -Bewehrungsarbeiten | |
| Mittagspause bis Arbeitsende | -Wandschalung aufbauen -Bewehrungsarbeiten | |
| Tagesleistung | -Wandschalung aufbauen -Bewehrungsarbeiten | |

7 Datenauswertung allgemein

Nachdem in den vorhergehenden Kapiteln die Grundlagen der Untersuchung, das Untersuchungsdesign inklusive der angewendeten Werkzeuge und Module sowie der Ablauf und Umfang der Datenerhebung vorgestellt wurden, erfolgt nun die Darstellung der Auswertungsergebnisse.

Da im Weiteren sowohl zur Auswertung der erhobenen individuellen physiologischen Daten als auch der auf den Baustellen erhobenen Daten statistische Methoden Anwendung finden, werden diese im Anschluss kurz erläutert. Für eine genauere Beschreibung der Methoden und Vorgehensweise dient die Dissertation von Schlagbauer¹³⁹.

Die statistische Auswertung selbst, welche einen großen Teil des Arbeitsumfangs ausmacht, erfolgte mithilfe der Programme MS EXCEL¹⁴⁰ und MS ACCESS¹⁴¹.

7.1 Grundlagen der Datenauswertung

7.1.1 Auswahl bei eindimensionalem Datenmaterial

Bei eindimensionalem Datenmaterial liegt ein quantitatives oder quantifizierbares Merkmal vor, das innerhalb einer Datenreihe an den einzelnen Datenpunkten beobachtet wird.¹⁴²

Die vorliegende Arbeit behandelt folgende eindimensionale Datenreihen in Anlehnung an Schlagbauer¹⁴³:

- Physiologische Kenngrößen
 - Alter
 - Gewicht
 - BMI
- Anzahl der beobachteten Tätigkeiten
- Anzahl von Tätigkeiten in einer Kategorie oder Unterkategorie
- Herzfrequenz einer Tätigkeit

¹³⁹ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. Kapitel 6.

¹⁴⁰ MS EXCEL (Microsoft Corp., USA).

¹⁴¹ WIN STAT (Kalmia Corp., USA).

¹⁴² Vgl. Bamberg, G. et al.: Statistik. In: SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 97.

¹⁴³ SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 97.

Diese können mithilfe der folgenden mathematischen Methoden untersucht werden:

- „Häufigkeitsverteilung
- Lageparameter
 - Median
 - Arithmetisches Mittel
- Streuungsparameter
 - Standardabweichung
 - Variationskoeffizient¹⁴⁴

7.1.2 Auswertung bei mehrdimensionalem Datenmaterial

In der vorliegenden Arbeit wurde auf eine Auswertung auf mehrdimensionaler Ebene verzichtet. In der Dissertation von Schlagbauer¹⁴⁵ findet sich mehr zu diesem Thema.

7.1.3 Graphische Darstellungsmethoden

Zusätzlich zu den mathematischen Berechnungen werden zur Datenauswertung auch graphische Darstellungen wie der Boxplot und das bereits erwähnte Streupunktdiagramm angewendet.

7.1.4 Beurteilungsmöglichkeiten für die statistische Aussagekraft eindimensionaler Daten

Dadurch, dass der angewendete Untersuchungsaufbau prinzipiell darauf ausgelegt ist, dass die anhand einer Stichprobe gewonnenen Datenmengen auf die Grundgesamtheit aller Bauarbeiter im Schalungsbau angewendet werden können, werden nachfolgend die Methoden beschrieben, wie diese Kenngrößen in der Auswertung geprüft werden.

7.1.5 Größe der Stichproben und statistische Kenngrößen der Sicherheit

Wenn eine Aussage von einer kleinen Teilmenge auf eine Gesamtheit übertragen wird, entsteht im Regelfall ein Stichprobenfehler. Dieser Fehler verändert sich je nach der Größe der Stichproben und lässt sich mittels

¹⁴⁴ SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 98.

¹⁴⁵ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. Kapitel 6.

Streuung (oder Varianz) darstellen. Dies bedeutet die Abweichung vom wahren Wert.¹⁴⁶

Eine Betrachtung erfolgt grundsätzlich für 2 verschiedene Situationen:

- Große Stichproben
- Kleine Stichproben

7.1.5.1 Große Stichproben

Bortz geht bei großen Stichproben ($N \geq 30$) davon aus, dass für die Verteilung der Stichprobenkennwerte (Parameter) eine Normalverteilung vorliegt und daher eine valide Schätzung der Parameter der Grundgesamtheit auf Basis der Stichprobe vernehmbar ist.¹⁴⁷

Folgende Formel hilft bei der Ermittlung der Varianz auf Basis eines angenommenen Konfidenzniveaus:

$$\varepsilon = \pm t * \sqrt{\frac{p*q}{N}}$$

In der vorliegenden Arbeit wird mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von 90 % und der zugehörigen Sicherheitswahrscheinlichkeit t von 1,64 kalkuliert.

Die nachfolgende Tabelle 7-1 zeigt analog zu Schlagbauer den prozentualen Anteilswert p an der Grundgesamtheit und dessen Kehrwert q für die Berechnung der Varianz bei großen Stichproben ($N \geq 30$) der Kategorien und Unterkategorien.

¹⁴⁶ Vgl. MASSER, K.: Bestimmung Stichprobengröße für repräsentative Befragungen. <http://www.arnsberg.de/buergerpanel/bestimmung-stichprobengroesse.pdf>. Datum des Zugriffs: 10.09.2012

¹⁴⁷ Vgl. BORTZ in Schlagbauer, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 101 -

Tabelle 7-1: p- und q-Anteile der Kategorien und Unterkategorien für große Stichproben nach Schlagbauer¹⁴⁸

| Anteile für Standardabweichungs-/Varianzberechnung | | p-Anteil | q-Anteil |
|----------------------------------------------------|--------------------------------|----------|----------|
| Kategorie | Tätigkeit | 0,70 | 0,30 |
| | Unterbrechung | 0,30 | 0,70 |
| Unterkategorie | HT | 0,20 | 0,80 |
| | NT | 0,40 | 0,60 |
| | ZT | 0,10 | 0,90 |
| | Ablaufbedingte Unterbrechung | 0,10 | 0,90 |
| | Störungsbedingte Unterbrechung | 0,10 | 0,90 |
| | Vorgegebene Pause | 0,05 | 0,95 |
| | Eigene Pause | 0,05 | 0,95 |

7.1.5.2 Kleine Stichproben

Bei Stichprobenmengen $N < 30$ kommt wie bereits von Schlagbauer beschrieben folgender Formelapparat zur Ermittlung der Abweichung vom (wahren) Wert zum Einsatz:

„1. Ermittlung des Mittelwertes \bar{x}

$$\bar{x} = \sum x_i / N$$

2. Ermittlung der Standardabweichung $\hat{\sigma}$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

3. Ermittlung des Standardfehlers $\hat{\sigma}_{\bar{x}}$

$$\hat{\sigma}_{\bar{x}} = \hat{\sigma} / \sqrt{N}$$

4. Ermittlung der Abweichung Δ_{crit}

$$\Delta_{crit} = \pm t * \hat{\sigma}_{\bar{x}} \quad \text{149}$$

¹⁴⁸ SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 112.

¹⁴⁹ SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. S. 102.

7.2 Übersicht über die Baustellendaten

Die folgende Tabelle liefert eine Übersicht über die Baustellendaten der drei untersuchten Baustellen.

Tabelle 7-2: Baustellendaten Gesamtübersicht

| Bau- stelle | Bau- firma | Anzahl Bauar- beiter | Anzahl Bauarbeiter mit Labor- untersuchung | Tätigkeits- aufzeich- nungen | Beobach- tungstage | Beobach- tungs- manntage | Beobachtungs- manntage mit Tätigkeits- aufzeichnungen | Beobach- tungsmanntag e mit Herzfre- quenz- messung |
|----------------|---------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| BS10 | FA8 | 5 | 4 | 5585 | 10 | 50 | 50 | 20 |
| BS11 | FA9 | 4 | 4 | 2550 | 5 | 20 | 20 | 13 |
| BS12 | FA10 | 5 | 0 | 2606 | 10 | 30 | 30 | 0 |
| Summe | | 14 | 8 | 1741 | 25 | 100 | 100 | 33 |

Aus der Tabelle können folgende Informationen gewonnen werden: Bei der Untersuchung von 3 Baustellen fanden insgesamt 100 Beobachtungstage statt. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden auf den Baustellen 14 Bauarbeiter beobachtet, von denen 8 einer Spiroergometrie zur Ermittlung der persönlichen Leistungsfähigkeit im Labor unterzogen wurden. In Summe ergibt dies 33 Beobachtungs-Manntage für die Spiroergometrie.

Aus der Anzahl der Beobachtungstage und der täglich aufgezeichneten Tätigkeiten ergeben sich in Summe 1741 Einzelnotierungen einer Tätigkeit, einer Unterbrechung oder eines nicht erkennbaren Vorganges. Davon fallen 5585 auf die BS10-Graz/Hallerschloss, 2550 auf die BS11-Gleisdorf und 2606 auf die BS12-Salzburg.

Neben den Tätigkeitsnotierungen erfolgte die Erhebung des Leistungsfortschrittes für Schalungsarbeiten, wobei dies aufgrund der Tatsache, dass die geschalte Fläche nicht auf den einzelnen Bauarbeiter bezogen werden kann, für die gesamte Mannschaft der 3 untersuchten Baustellen möglich war.

7.3 Ebenen der Datenauswertung

Die in der nachfolgenden Graphik dargestellten Ebenen der Datenauswertung wurden entwickelt, um die Auswertungsklassen (Leistung, Tätigkeit, HF-Belastung, Ergonomie) bestmöglich aufzubereiten.

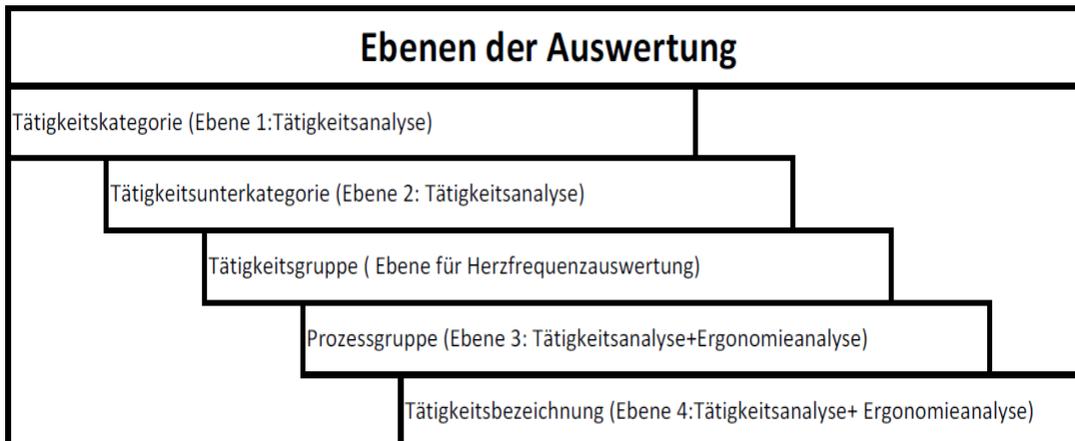


Bild 7-1: Ebenen der Datenauswertung

Nachfolgend ist ein Beispiel des Zusammenhangs der einzelnen Datenauswertungsebenen dargestellt:

| Beispiel | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| Tätigkeitskategorie (Ebene 1: Tätigkeitsanalyse) | Tätigkeit | |
| Tätigkeitsunterkategorie (Ebene 2: Tätigkeitsanalyse) | HT | NT |
| Tätigkeitsgruppe (Ebene für Herzfrequenzauswertung) | Schalen | Vorbereiten Schalen |
| Prozessgruppe (Ebene 3: Tätigkeitsanalyse+ Ergonomieanalyse) | G1: Stütze | |
| Tätigkeitsbezeichnung (Ebene 4: Tätigkeitsanalyse+ Ergonomieanalyse) | Stütze stellen | Absenkkopf einsetzen |

Bild 7-2: Zusammenhang der Datenauswertungsebenen

7.4 Auswertung der persönlichen Daten der untersuchten Bauarbeiter

Aus den Auswertungsbögen der Spiroergometrien werden die wesentlichen persönlichen Daten der Bauarbeiter entnommen, welche für die weitere Datenauswertung verwendet werden.

Bei der Auswertung der persönlichen Daten der Arbeiter kommt eindeutig das Prinzip der kleinen Stichproben und der dazugehörige Formelapparat zu tragen.

7.4.1 Übersicht über die physiologischen Kenngrößen der Bauarbeiter

Die erhobenen Daten über die Bauarbeiter werden nun im Einzelnen betrachtet. In der nachfolgenden Tabelle werden alle erhobenen Daten aufgelistet.

Tabelle 7-3: Physiologische Daten der Arbeiter

| Proband Nr. | Alter Jahre | Größe cm | Gewicht kg | BMI kg/m ² | Pmax Watt | PLTP1 Watt | PLTP2 Watt | HF max S/min | HF LTP1 S/min | HF LTP2 S/min | VO2 max L/min |
|--------------------|-------------|----------|------------|-----------------------|-----------|------------|------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| TU 37 | 35 | 186,5 | 100 | 28,8 | 290 | 205 | 202 | 187 | 162 | 161 | 4,08 |
| TU 38 | 39 | 167,5 | 63,5 | 22,6 | 200 | 142 | 145 | 180 | 156 | 157 | 3,26 |
| TU 39 | 27 | 173,3 | 93,6 | 31,2 | 200 | 98 | | 149 | 102 | | 3,46 |
| TU 40 | 28 | 182 | 88,8 | 26,8 | 230 | 45 | 148 | 182 | 97 | 137 | 3,56 |
| TU 41 | 42 | 180,3 | 91,8 | 28,2 | 200 | 50 | 134 | 184 | 124 | 151 | 3,41 |
| TU 42 | 43 | 191,8 | 94,4 | 25,7 | 215 | 68 | 143 | 175 | 111 | 142 | 3,40 |
| TU 43 | 42 | 187 | 92,5 | 26,5 | 200 | 70 | 142 | 179 | 118 | 145 | 3,21 |
| TU 44 | 36 | 176,9 | 71,6 | 22,9 | 230 | 68 | 160 | 182 | 111 | 155 | 3,59 |
| Mittelwert | 36,5 | 180,7 | 87,0 | 26,6 | 220,6 | 93,3 | 153,4 | 177,3 | 122,6 | 149,7 | 3,5 |
| Standardabweichung | 16,5 | 20,7 | 30,2 | 6,9 | 81,5 | 142,7 | 163,2 | 31,3 | 62,6 | 151,1 | 0,7 |

Aus der Auswertung der Geburtsdaten geht also hervor, dass im Untersuchungsjahr 2012 der älteste untersuchte Bauarbeiter 43 Jahre und der jüngste 27 Jahre alt war, was über alle 8 untersuchten Bauarbeiter einem Durchschnittsalter von $36,5 \pm 9,6$ Jahren entspricht.

7.4.2 Alter

Nachfolgend werden die Bauarbeiter in Altersklassen gemäß der Einteilung der Bauarbeiter Urlaubs- und Abfertigungskasse (BUAK)³⁰² eingeteilt, um ihr Alter mit dem Alter der Gesamtheit der österreichischen BauarbeiterInnen zu vergleichen.

Die Einteilung der Altersklassen der BUAK sieht dabei folgendermaßen aus:

- Bis 18
- Über 18 bis 30 Jahre
- Über 30 bis 40 Jahre
- Über 40 bis 50 Jahre
- Über 50 bis 60 Jahre
- Über 60 Jahre

Grundlage für den Vergleich des Alters ist die Altersverteilung laut BUAK¹⁵⁰ 2011.

Folgende Tabellen und folgendes Diagramm zeigen eine Darstellung des Vergleichs der Untersuchungsdaten mit den von der BUAK zur Verfügung gestellten Daten:

Tabelle 7-4: Altersverteilung der untersuchten Bauarbeiter

| Altersgruppen-Untersuchung 2012 | | | | | |
|---------------------------------|---------|---------|---------|--------|---------|
| bis 18 | bis 30 | bis 40 | bis 50 | bis 60 | über 60 |
| 0 | 2 | 3 | 3 | 0 | 0 |
| 0,00 % | 25,00 % | 37,50 % | 37,50 % | 0,00 % | 0,00 % |

Tabelle 7-5: Altersverteilung nach BUAK¹⁵¹

| Altersgruppen – BUAK 2011 | | | | | |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| bis 18 | bis 30 | bis 40 | bis 50 | bis 60 | über 60 |
| 6507 | 28072 | 26088 | 31853 | 19706 | 1136 |
| 5,74 % | 24,76 % | 23,01 % | 28,10 % | 17,38 % | 1,00 % |

¹⁵⁰ Bauarbeiter-Urlaubs- & Abfertigungskasse. <http://www.buak.at>.

¹⁵¹ Vgl. BUAK: ArbeitnehmerInnen nach Alter ab 2006: http://www.buak.at/servlet/BlobServer?blobcol=urldokument&blobheadname1=content-type&blobheadname2=content-dispositi- on&blobheadvalue1=application%2Fpdf&blobheadvalue2=inline%3B+filename%3D%22ArbeitnehmerInnen_nach_Alter_ab_2006.pdf%22&blobkey=id&root=BUAK&blobnocache=false&blobtable=Dokument&blobwhere=1192029260579 Datum des Zugriffs: 08.12.2012

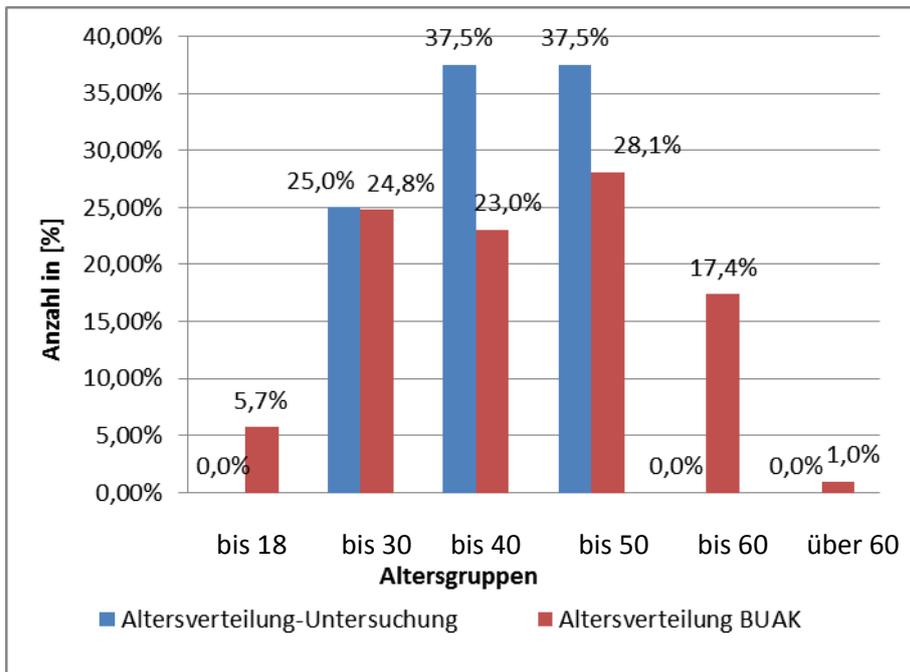


Bild 7-3: Häufigkeitsverteilung des Alters der BauarbeiterInnen der Untersuchung und in Österreich (gesamt)

Aus dem Vergleich der beiden Datenreihen geht hervor, dass die Altersgruppe „0 bis 18“ und „60+“ mit 0 [%] einen deutlich kleineren, die Altersgruppe „19 bis 29“ einen ähnlichen und die Altersgruppe „30 bis 39“ sowie „40 bis 49“ einen deutlich höheren Wert als die Gesamtheit der BauarbeiterInnen in Österreich nach BUAK aufweisen.

Da sich wie in Bild 7-3 ersichtlich die untersuchten Bauarbeiter auf unterschiedlichen Altersgruppen verteilen, ist es für die Vergleichbarkeit der Herzfrequenz-Belastung und Beanspruchung in Kapitel 8 notwendig, den in Kapitel 4.2.3 beschriebenen HF_{LTP1} (First Lactate Turnpoint) heranzuziehen, welcher relativierte Daten liefert.

7.4.3 Gewicht

Im Zuge der Datenreihenanalyse des Gewichts der untersuchten Bauarbeiter stellte sich folgende Verteilung der Werte heraus:

Der schwerste Bauarbeiter wog zum Zeitpunkt der Untersuchung 100 kg, der leichteste 63,5 kg. Als arithmetisches Mittel ergab sich ein Gewicht von $87,0 \pm 17,5$ kg.

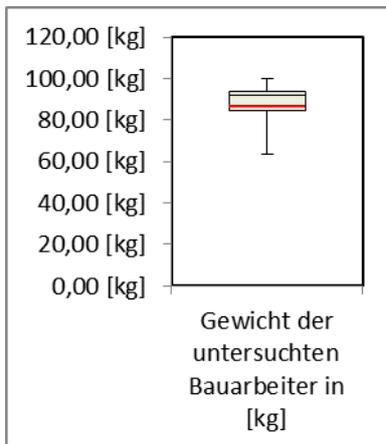


Bild 7-4: Boxplot – Gewicht der untersuchten Bauarbeiter in [kg]

Aus Abbildung 7-4 geht hervor, dass der Mittelwert der erhobenen Gewichte unter dem Median von 92,15 [kg] liegt, wodurch also einzelne Bauarbeiter durch ihr geringeres Gewicht eine Mittelwertverschiebung nach unten hervorgerufen haben.

7.4.4 Body-Mass-Index (BMI)

Die Ermittlung des Body-Mass-Index (BMI) erfolgt mittels der folgenden Gleichung aus dem Gewicht und der Körpergröße:

$$BMI = \frac{\text{Gewicht [kg]}}{\text{Körpergröße [m]} * \text{Körpergröße [m]}}$$

Daraus gehen für den BMI der minimale Wert von 22,6 [kg/m²], der maximale Wert von 31,2 kg/m² sowie ein arithmetisches Mittel von 26,6 ± 4,0 [kg/m²] hervor.

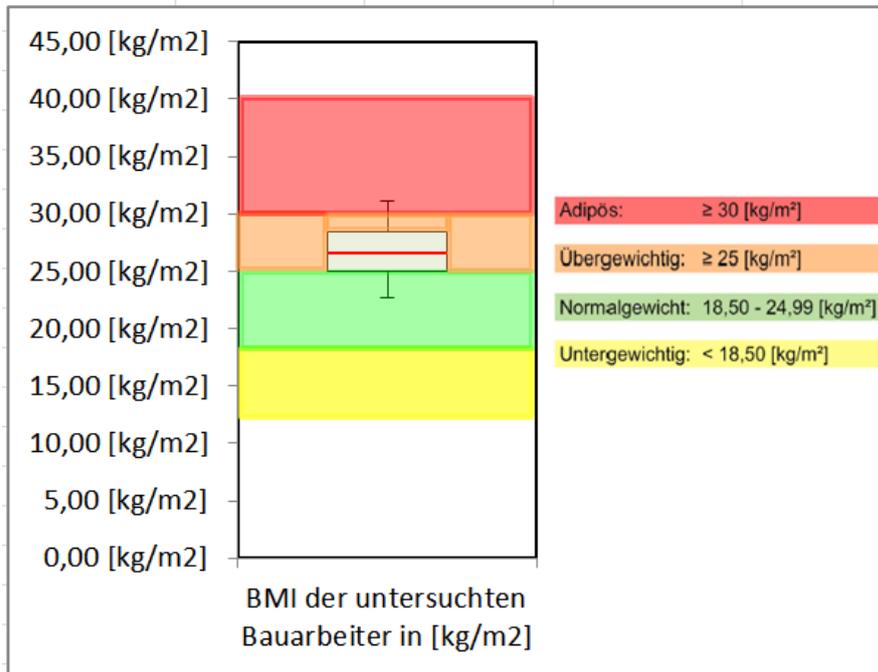


Bild 7-5: Boxplot – BMI der untersuchten Bauarbeiter in [kg/m²] im Vergleich mit den BMI Schwellenwerten¹⁵²

Aus Abbildung 7-5 ist ersichtlich, dass der Mittelwert und der Median der erhobenen BMI-Werte der untersuchten Bauarbeiter mit 26,6 [kg/m²] gleich groß sind. Dieser Wert befindet sich nach der offiziellen BMI-Skala im übergewichtigen Bereich.

Ein Arbeiter befindet sich mit seinem BMI im adipösen Bereich der BMI-Analyse und stellt somit das Maximum dar.

7.5 Datenauswertungsklassen

Die Auswertung der generierten Daten erfolgt in 4 Auswertungsklassen:

- **Auswertungsklasse 1 (AK 1) = Tätigkeitsverteilung**
- **Auswertungsklasse 2 (AK 2) = Leistung**
- **Auswertungsklasse 3 (AK 3) = Herzfrequenz – Belastung + Beanspruchung**
- **Auswertungsklasse 4 (AK 4) = Ergonomie**

¹⁵² Vgl. WHO: BMI-Klassifizierung. http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html. Datum des Zugriffs: 20.10.2012

7.5.1 Tätigkeitsverteilung (AK 1)

Die Auswertungsklasse 1 - Tätigkeitsverteilung - wurde mittels des Formelapparates für große Stichproben untersucht.

Die Auswertung der Tätigkeitsanalyse gliedert sich für alle in dieser Masterarbeit bearbeiteten Schalungssysteme nach folgendem Schema in 5 Ebenen:

➤ **Tätigkeitsverteilung – Ebene 0:**

Darstellung der Häufigkeiten in Tätigkeitsgruppen inklusive Varianzen. Direkt nach Tätigkeitsverteilung - Ebene 0 wird die stundenweise Verteilung der Tätigkeiten im Laufe des Arbeitstages wie folgt dargestellt:

➤ **Tätigkeitsverteilung – Ebene 1:**

Darstellung der Auswertungsdaten in Kategorieebene (Tätigkeit, Unterbrechung, nicht erkennbar) und in genauere Form die Darstellung der Unterbrechungszeit in Verteilzeit und Erholungszeit.

– **Tätigkeitsverteilung – Ebene 1.1:**

In Ebene 1.1 erfolgt die Darstellung in Kategorieebene

Tabelle 7-6: Ebene 1 – Einteilung in Kategorieebene

| Kategorie |
|-----------------|
| Tätigkeit |
| Unterbrechung |
| nicht erkennbar |

– **Tätigkeitsverteilung – Ebene 1.2:**

Einteilung der Kategorien in Grundzeit (entspricht der Kategorie „Tätigkeiten“), Verteilzeit und Erholungszeit (entsprechen zusammen der Kategorie „Unterbrechung“) sowie in nicht erkennbare Aufzeichnungen, um auf den ersten Blick die Relation zwischen vom Arbeitgeber angeordneten (Erholungszeit) und sonstigen Störungen (Verteilzeit) aufzuzeigen.

Tabelle 7-7: Ebene 1 - Unterteilung der Unterbrechungszeit

| | | |
|---------------|---------------|-----------------------------------|
| Unterbrechung | Verteilzeit | Ablaufbedingte Unterbrechung |
| | | Störungsbedingte Unterbrechung |
| | | Persönlich bedingte Unterbrechung |
| | Erholungszeit | Erholungsbedingte Unterbrechung |

➤ **Tätigkeitsverteilung – Ebene 2:**

Darstellung der Auswertungsdaten in Unterkategorieebene (Haupttätigkeit, Nebentätigkeit, zusätzliche Tätigkeit, ablaufbedingte Unterbrechung, störungsbedingte Unterbrechung, erholungsbedingte Unterbrechung, persönlich bedingte Unterbrechung, nicht erkennbar).

– **Tätigkeitsverteilung – Ebene 2.1:**

Darstellung aller 3 Kategorien in Unterkategorien

Tabelle 7-8: Ebene 2 – Einteilung in Unterkategorieebene

| Kategorie | Unterkategorie |
|-----------------|-----------------------------------|
| Tätigkeit | Haupttätigkeit |
| | Nebentätigkeit |
| | zusätzliche Tätigkeit |
| Unterbrechung | Ablaufbedingte Unterbrechung |
| | Störungsbedingte Unterbrechung |
| | Erholungsbedingte Unterbrechung |
| | Persönlich bedingte Unterbrechung |
| Nicht erkennbar | Nicht erkennbar |

➤ **Tätigkeitsverteilung – Ebene 3:**

Darstellung der Auswertungsdaten in für jedes Schalungssystem vordefinierte Prozessgruppen:

G1: Stütze, G2: Passflächen, G3: Deckenrandabschalung, G4: Schaltafel/Rahmenelement/Deckentisch, G5: Träger, G6: Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein etc..

Die Prozessgruppen sind nicht zu verwechseln mit den in den Tätigkeitslisten definierten Tätigkeitsgruppen zur besseren Auswertung der Herzfrequenzdaten.

Ebene 3 der Tätigkeitsverteilung ist von großer Bedeutung für die nachfolgenden ergonomischen Analysen, weil hier ersichtlich wird, welchen Anteil die einzelnen Gruppen an der Grundzeit haben und darauf aufbauend dargestellt werden kann, welchen Anteil die Gruppen am Ergonomiewert haben.

Tabelle 7-9: Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Einteilung in Prozessgruppen

| Tätigkeitsgruppe | Prozessgruppe |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Schalen Vorbereiten Schalen | G1:Stütze |
| Schalen Vorbereiten Schalen | G2: Passflächen+ Aussparung |
| Schalen Vorbereiten Schalen | G3:DRAS+Deckenanschlüsse |
| Schalen Vorbereiten Schalen | G4:Schalttafel/ Rahmenelement/ Deckentisch |
| Schalen Vorbereiten Schalen | G5:Träger |
| Vorbereiten Schalen Aufräumen/Herrichten Vorbereiten allgemein Plan lesen/Besprechung | G6: Vorbereiten+ Nacharbeiten allgemein |

➤ **Tätigkeitsverteilung Ebene 4:**

Darstellung der Auswertungsdaten auf Tätigkeitsebene mit Tätigkeitsbezeichnung (z.B: Deckenstütze stellen). Hier liegt zur genauen Recherche eine Tabelle mit genauer Aufstellung der Häufigkeitsverteilung für jede einzelne Tätigkeit vor.

Tabelle 7-10: Tätigkeitsverteilung - Ebene 4: Darstellung der Häufigkeit der einzelnen Tätigkeiten

| Unterkategorie | Tätigkeiten |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Haupttätigkeiten | Deckenstütze stellen |
| | Passflächenelement abmontieren |
| | Passflächenelement montieren |
| | DRAS montieren |
| | usw.... |
| Nebentätigkeiten | Vorbereiten betonieren |
| | Deckenschalung absenken |
| | Schalttafel schneiden |
| | Vorbereiten schalen |
| | Joch/Querträger vorbereiten |
| | Deckenstützen vorbereiten/einstellen |
| | Material/Schalung transportieren |
| | Planbesprechung/Besprechung |
| | usw.... |
| | Zusätzliche Tätigkeiten |
| Lieferung annehmen | |
| Gerüst/Schalung warten | |
| Bauteil richten/ändern | |
| usw.... | |
| Ablaufbedingte Unterbrechung | auf Anweisung warten |
| | auf Kran warten |
| Störungsbedingte Unterbrechung | Regen |
| | Störung allg. |
| Erholungsbedingte Unterbrechung | Mittagspause |
| | Vormittagspause |
| | Eigene Pause |
| Persönlich bedingte Unterbrechung | Flüssigkeitsaufnahme |
| | Rauchen |
| | WC |
| n.e. | nicht erkennbar |

Das **Farbkonzept** für die Kategorien wurde in der kompletten Masterarbeit wie folgt gewählt:

Tätigkeit = **blau**

Unterbrechung = **rot**

Nicht erkennbar = **grün**

7.5.2 Auswertung der Leistungskenngrößen (AK 2)

Die Auswertungsklasse 2 – Leistungskenngrößen – wurde mittels des Formelapparates für kleine Stichproben untersucht.

7.5.2.1 Leistungswert LW und Aufwandswert AW

Die beiden Begriffe Leistungswert und Aufwandswert unterscheiden sich durch die unterschiedliche Betrachtung der Zeiteinheit.

Der Leistungswert wird in Zeitstunden [h], der Aufwandswert in Arbeitsstunden [Std] gemessen.

In der folgenden Formel ist der Zusammenhang zwischen Zeitstunde und Arbeitsstunde dargestellt:

$$\begin{aligned} \text{Zeitstunde [h]} &= (\text{Arbeitsstunden [Std]}) / (\text{Anzahl der Arbeitskräfte [#]}) \\ &=> \\ \text{Arbeitsstunde [Std]} &= \text{Zeitstunde [h]} * \text{Anzahl der Arbeitskräfte [#]} \end{aligned}$$

Leistungswert

Der Leistungswert LW ist die von der Gesamtanzahl der Arbeiter erbrachte Arbeit, im Bauwesen normalerweise [m²] (geschalte Fläche) oder [m³] (erstelltes Mauerwerk) pro Zeitstunde und stellt somit die Gesamtleistung dar.

$$\text{LW} = (\text{Arbeit [Einheit]}) / (\text{Zeitstunden [h]})$$

Aufwandswert

Der Aufwandswert AW beschreibt die Anzahl der benötigten Arbeitsstunden pro Arbeitseinheit. Folgende Formel stellt dies dar:

$$\text{AW} = (\text{Arbeitsstunden [Std]}) / (\text{Arbeit [Einheit]})$$

Die mithilfe der unterschiedlichen Schalungssysteme erzielten Leistungs- und Aufwandswerte können aufgrund verschiedener Randbedingungen deutlich von in der Literatur beschriebenen bzw. durch Erfahrungswerte bekannte mögliche Werte abweichen.

Nachfolgend wird das für alle 3 Schalungssysteme angewendete Auswertungskonzept vorgestellt

7.5.2.2 Ermittlung der Brutto-Leistungs- und Aufwandswerte aus den Baufortschritts-Aufzeichnungen

Für die Bestimmung der Brutto-Aufwandswerte werden die Aufzeichnungen des Baufortschritts eines jeden untersuchten Systems benötigt.

Die Brutto-Leistungswerte LW_B werden wie oben stehend beschrieben aus der geschalten Fläche und dem gewünschten Beobachtungsabschnitt berechnet und liefern ein Ergebnis in der Einheit Arbeit/Zeitstunde.

Die Brutto-Aufwandswerte AW_B werden wie oben stehend beschrieben aus der geschalten Fläche, dem gewünschten Beobachtungsabschnitt und der

am Leistungsfortschritt beteiligten Arbeitskräfte ermittelt. Das Ergebnis hat somit die Einheit Arbeitsstunde/Arbeitseinheit.

7.5.2.3 Ermittlung der Netto-Leistungs- und Aufwandswerte aus den Baustellenbeobachtungen

Um die Netto-Aufwandswerte bestimmen zu können, werden neben den Aufzeichnungen des Baufortschritts noch die Tätigkeitsaufzeichnungen aus den DEB herangezogen.

Die Ermittlung der Netto-Aufwandswerte erfolgt folgendermaßen:

- Ermittlung des Brutto-Aufwandswertes (AW_B) bzw. Bruttoleistungswertes (LW_B) für einen Beobachtungsabschnitt
- Ermittlung des Anteils der Tätigkeitszeit der zu bestimmenden Tätigkeit (AT_{MW}), in diesem Fall der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ und „Vorbereiten Schalen“
- Berechnung des Netto-Aufwandswertes (AW_N), indem der Brutto-Aufwandswert (AW_B) bzw. Bruttoleistungswert (LW_B) mit dem Anteil der Tätigkeitszeit (AT_{MW}) entsprechend nachfolgender Gleichung multipliziert wird:

$$AW_N \left[\frac{Std}{m^2} \right] = AW_B \left[\frac{Std}{m^2} \right] * AT_{MW} [\%]$$

$$LW_N \left[\frac{m^2}{h} \right] = LW_B \left[\frac{m^2}{h} \right] * AT_{MW} [\%]$$

7.5.3 Herzfrequenzauswertung (AK 3) – Resultierende Belastung und Beanspruchung

Die Auswertungsklasse 3 – Herzfrequenzbelastung + Beanspruchung – wurde mittels des Formelapparates für große und gegebenenfalls kleine Stichproben untersucht.

Unter Auswertung der Beanspruchung, welche aus der Arbeit mit den einzelnen Schalungssystemen unter den vorliegenden Randbedingungen resultieren, wird hier vor allem die Auswertung des Herzfrequenzverlaufs der Arbeiter während der Ausführung der Tätigkeitsgruppen verstanden.

Als Grundlage für die Auswertungen dienen die im DEB digitalisierten Pulsdaten für die untersuchten Bauarbeiter, die zeitlich den einzelnen Tätigkeiten zugeordnet werden können.

Nachfolgend ist solch ein DEB inklusive Pulsdaten dargestellt:

Modul 1:
Multi-Moment-Aufnahme

1

| | | 07:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | | | | | | | | | | | |
| Tätigkeit | Haupttätigkeit | Krauen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Parapet mauern | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Deckenausgleich herstellen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Abdichtung auflegen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Berichten | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Auf- Wegräumen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Nebentätigkeit | Ziegel schneiden | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Einmessen Deckenausgleich | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Einm. mit Nivellier/Anschl.platte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Einm. mit Zahnstab | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Ziegelpalette mit Kran einheben | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Mörtel mit Kran einheben | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | zusätzl. Tätigkeit | Mörtel mit Scheibtruhe holen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Schnur spannen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Gerüst auf-/umbauen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Besprechung, Planbespr. | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Baubereich betretieren | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Bewehren | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unterbrechung | Ablaufbeding. | Isoliert | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Störungsbeding. | Störungsbeding. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Erholungsbeding. | Erholungsbeding. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Persönlich beding. | eigene Pause | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | vorgegebene Pause | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nicht erkennbar | | Bagger fahren | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Sammlung anderer Gebäu. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Randbalken setzen and. Geb. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fundieren | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Summe | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| MGGT | Luftgeschw. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | rel Luftf. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Temp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Puls | | 85,44 | 85,11 | 78,33 | 75,89 | 82,11 | 85,56 | 88,89 | 79,1 | | | | | | | | | | | | | | | |

Modul 4:
Pulsdaten

4

Bild 7-6: Ausschnitt DEB mit eingetragenen Herzfrequenzwerten¹⁵³

Der im Labor bei der Spiroergometrie gemessene Herzfrequenzverlauf wird hier mit den auf der Baustelle während der Ausführung der Tätigkeiten gemessenen Herzfrequenzverläufen verglichen. Dadurch kann neben der Belastung auch die durchschnittliche Beanspruchung der Bauarbeiter in Relation zu einzelnen Schwellenwerten, in dieser Arbeit vor allem der 1.Schwellenwert HF_{LTP1} zwischen aerober Phase und Übergangsbereich (aerob-anaerobe Phase) dargestellt werden.

Folgende Darstellungen sind bei der resultierenden HF-Belastung für jedes in der vorliegenden Masterarbeit untersuchte Schalungssystem angeführt:

- **Herzfrequenzverlauf der Tätigkeitsgruppen**
 - Herzfrequenz der Kategorien und Tätigkeitsgruppen
 - Herzfrequenzverlauf der Tätigkeitsgruppe „Schalen“
 - Herzfrequenzverlauf der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“
- **Ergebnisse der Spiroergometrien**
- **Beanspruchung der Tätigkeiten**
 - Beanspruchung der Tätigkeitsgruppe „Schalen“
 - Beanspruchung der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“

¹⁵³ SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung, S. 148.

7.5.4 Ergonomieauswertung (AK 4)

Die Datensätze der Auswertungsklasse 4 – Ergonomieauswertung - wurde mittels des Formelapparates für große Stichproben auf ihre Aussagekraft hin untersucht.

Die Auswertung der Ergonomiedaten gliedert sich für jedes der untersuchten Schalungssysteme jeweils in 3 Ebenen sowie 2 Ermittlungsstufen und wird in den aus Ebene 3 der Tätigkeitsverteilung bekannten Prozessgruppen mit den Bezeichnungen G1-G6 dargestellt. Das schnellstmögliche Erkennen der ergonomischen Schwachpunkte eines Systems ist somit gewährleistet.

Ergonomieauswertung – Ermittlungsstufe 1: Beispiel eines befüllten Analysesheets für jede der 2 eingesetzten Methoden (AAWS-Formworks und LMM)

Die Gesamtheit der Ergonomieauswertungssheets befindet sich auf dem der Masterarbeit beiliegenden Datenträger.

Ergonomieauswertung – Ermittlungsstufe 2: Beispiel einer Videosequenzliste, in welcher die gemittelten Ergonomiewerte für die ergonomisch relevanten Tätigkeiten ermittelt wurden.

Die Gesamtheit der Videosequenzlisten befindet sich im auf der Masterarbeit beiliegenden Datenträger.

Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Untersuchungsergebnisse mithilfe von Diagrammen in der aus der Tätigkeitsverteilung AK1 bekannten Ebene 4 (einzelne Tätigkeiten).

Die in Ebene 4 dargestellten Ergonomiewerte verstehen sich immer als gewichtete Ergonomieergebnisse, das heisst, dass hier der mittels Ergonomieanalysemethoden und Videosequenzen ermittelte mittlere Ergonomiewert einer Tätigkeit mit ihrer Häufigkeit multipliziert wird.

Bsp.: Eine Tätigkeit, welche zwar ergonomisch ungünstig ist, jedoch nur sehr selten vorkommt, hat insgesamt einen geringeren Anteil am Gesamtergonomiergebnis.

Ergonomieauswertung – Ebene 3: Darstellung der Auswertungsergebnisse in Prozessgruppen in tabellierter Form inklusive Untersuchungsquote.

Ergonomieauswertung – Ebene 0: Darstellung der Auswertungsergebnisse in Tätigkeitsgruppen

Ergonomieauswertung – Analyse der kritischen Tätigkeiten: Die Darstellung der ergonomisch kritischen Tätigkeiten in Form von Balkendiagrammen erfolgt im Zuge der Vergleichsverfahren in Kapitel 11.5.4.

Die Prozessgruppen, das gesamte Schalungssystem und im Speziellen die einzelnen Tätigkeiten werden mithilfe der ausgewählten Analysemethoden auf ihre ergonomische Belastung hin untersucht und anhand dessen mit folgender Skala eingestuft.

| MPW | Belastung | körperliche Überbeanspruchung | Gestaltungsmaßnahmen |
|-------------|-------------------|---------------------------------------------|----------------------|
| < 10 | gering | unwahrscheinlich | keine |
| 10 bis < 25 | erhöht | möglich bei vermindert belastbaren Personen | sinnvoll |
| 25 bis < 50 | wesentlich erhöht | möglich bei normal belastbaren Personen | angezeigt |
| ab 50 | hoch | wahrscheinlich | dringend |

Michael Wichtl

Bild 7-7: Bewertungsskala mit Schwellenwerten nach Wichtl¹⁵⁴

Die in der Datenauswertung (Kapitel 8-10) und Datenanalyse (Kapitel 111) der untersuchten Schalungssysteme für jede Tätigkeit eingesetzten mittleren Ergonomiewerte wurden mit aus der Digitalen Bilderfassung (DBE) erhaltenen Videosequenzen und den Ergonomieanalyse-Sheets (AAWS-Formworks und LMM) gemäß der Verfahrensweisung (Kapitel 3.10 und Kapitel 3.13) ermittelt.

Die Videosequenzlisten und Auswertungssheets befinden sich auf dem der Arbeit beiliegenden Datenträger.

7.6 Aussagekraft der durchgeführten Datenerhebung

Die Varianz der Ergebnisse liegt bei einer Eintrittswahrscheinlichkeit von 90 % (t=1,64) unter Berücksichtigung der in den Grundlagen für die Kategorien vorgestellten p- und q-Anteile bei

- der Tätigkeitsbeobachtung aller untersuchten Bauarbeiter beim Schalungssystem Dokaflex (N=2346) bei 1,6 %, Dokamatic (N=2606) bei 1,4 % und PERI Skydeck N=(5565) bei 1,0 %,
- dem Leistungsverlauf Dokaflex (N=15) bei 20,7 %, Dokamatic (N=4) bei 40,2 % und PERI Skydeck (N=14) bei 21,5 % ,
- dem durchschnittlichen Herzfrequenzverlauf Dokaflex (N=770) bei 2,7 % und PERI Skydeck (N=1225) bei 2,1 %

¹⁵⁴ WICHTL, M.: Manuelle Lastenhandhabung. http://www.auva.at/mediaDB/667084_Wichtl%20Manuelle%20Lastenhandhabung.pdf. Datum des Zugriffs: 06.06.2012

- und der AAWS-F-Ergonomieauswertung Dokaflex (N=167) bei 5,8 %, Dokamatic (N=94) bei 7,8 % und PERI Skydeck (N=184) bei 5,5 %.

Bis auf den Leistungsverlauf, dessen Datensatz sehr gering ausfällt, sind die Varianzen zufriedenstellend.

Da alle LMM-Ergonomieergebnisse einer Tätigkeit ident sind, ist eine Untersuchung der Varianz nicht sinnvoll.

8 Datenauswertung Dokaflex 30 tec

In diesem Kapitel erfolgt die Datenauswertung des Schalungssystem Dokaflex 30 tec in den 4 Auswertungsklassen.

8.1 Dokaflex – Tätigkeitsverteilung (AK1)

Grundlage der Tätigkeitsauswertung des Schalungssystems Dokaflex 30 tec auf der Baustelle in Gleisdorf ist die DEB-Aufzeichnung von 2346 einzelnen Vorgängen an 5 Beobachtungstagen.

Der komplette Datensatz wurde vom Verfasser dieser Arbeit im Beobachtungszeitraum von 18.06.2012 bis 22.06.2012 erhoben.

Tabelle 8-1: Übersicht der Datensätze über die Tätigkeitsverteilung des Schalungssystems Dokaflex 30 tec

| Baustelle | Gleisdorf |
|-----------------------|------------------|
| Schalungssystem | Dokaflex 30 tec |
| Beobachtungstage | 5 Tage |
| Anzahl Aufzeichnungen | 2346 Notierungen |

In der folgenden Tabelle sind die Häufigkeiten der Tätigkeitsgruppen inklusive deren Varianzen in Ebene 0 abgebildet (Eintrittswahrscheinlichkeit= 90 %, $t= 1,64$, p und q wie in Grundlagen beschrieben):

Tabelle 8-2: Dokaflex-Tätigkeitsverteilung-Ebene 0: Häufigkeit der Tätigkeitsgruppen und zugehörige Varianzen

| Tätigkeits-kategorie | Tätigkeits-Unterkategorie | Tätigkeitsgruppe | Durchschnittlicher Anteil | Varianz (t=90 %) |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------|
| Tätigkeit | | | 84,8 % | ±1,6 % |
| | Haupttätigkeit | | 21,4 % | ±3,4 % |
| | | Schalen | 21,4 % | ±3,4 % |
| | | Bewehren | 0,0 % | - |
| | | Betonieren | 0,0 % | - |
| | | Sonst. Haupttätigkeiten | 0,0 % | - |
| | Nebentätigkeit | | 52,0 % | ±1,8 % |
| | | Herrichten/Aufräumen | 0,9 % | ±13,7 % |
| | | Vorbereiten Schalen | 37,9 % | ±2,1 % |
| | | Vorbereiten Bewehren | 0,0 % | - |
| | | Vorbereiten Betonieren | 8,3 % | ±4,5 % |
| | | Vorbereiten Allgemein | 0,1 % | ±41,4 % |
| | | Plan le-sen/Besprechung | 4,8 % | ±5,9 % |
| Zusätzliche Tätigkeit | | 11,4 % | ±2,9 % | |
| Unterbrechung | | | 15,0 % | ±3,8 % |
| Ablaufbedingte Unterbrechung | | | 1,1 % | ±9,3 % |
| Störungsbedingte Unterbrechung | | | 0,0 % | - |
| Erholungsbedingte Unterbrechung | | | 13,9 % | ±2,6 % |
| | Vorgegebene Pause | 13,0 % | ±1,9 % | |
| | Eigene Pause | 0,9 % | ±7,4 % | |
| Persönlich bedingte Unterbrechung | | | 0,9 % | ±7,4 % |
| nicht erkennbar | | | 0,2 % | - |

8.1.1 Dokaflex – Stundenweise Tätigkeitsverteilung

Nachfolgend wird die Tätigkeitsverteilung der einzelnen Arbeitsstunden über die gesamte Erhebungszeit hindurch dargestellt.

Tabelle 8-3: Dokaflex – Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Kategorieebene relativ

| Kategorie | Arbeitsstunde | | | | | | | | | | | | Mittelwert |
|-----------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Tätigkeit | 100,0 % | 95,3 % | 41,7 % | 99,1 % | 93,6 % | 40,0 % | 93,8 % | 72,9 % | 71,4 % | 71,8 % | 72,4 % | 0 | 84,8 % |
| Unterbrechung | 0,0 % | 4,3 % | 58,3 % | 0,4 % | 6,4 % | 60,0 % | 5,8 % | 27,1 % | 28,2 % | 27,7 % | 27,0 % | 0 | 15,0 % |
| nicht erkennbar | 0,0 % | 0,4 % | 0,0 % | 0,4 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,4 % | 0,0 % | 0,4 % | 0,5 % | 0,5 % | 0 | 0,2 % |
| Summe | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 0 | 100,0 % |



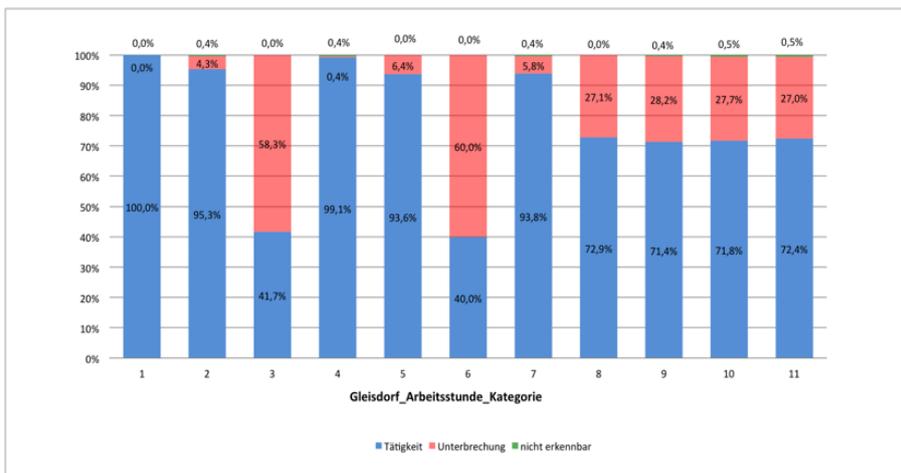


Bild 8-1: Dokaflex – Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Kategorieebene

Aus den oben angeführten Diagrammen und der Graphik ist deutlich erkennbar, dass die Unterbrechungszeiten in der 3. und 6. Stunde sprunghaft ansteigen. Dies liegt an den vom Arbeitgeber gesetzlich verordneten Pausenzeiten.

Die Häufigkeit der Tätigkeiten ist in den ersten beiden Stunden sowie in den Stunden 4 und 7, also jeweils nach den verordneten Pausen, am höchsten.

Tabelle 8-4: Dokaflex – Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Unterkategorieebene relativ

| Arbeitsstunde | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|------------|
| Unterkategorie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Mittelwert |
| Haupttätigkeit | 24,1 % | 25,6 % | 9,6 % | 24,4 % | 24,6 % | 12,8 % | 20,3 % | 12,4 % | 21,6 % | 14,2 % | 17,6 % | - | 21,4 % |
| Nebentätigkeit | 66,0 % | 58,1 % | 26,1 % | 62,4 % | 57,5 % | 22,9 % | 59,0 % | 51,1 % | 42,5 % | 45,2 % | 53,8 % | - | 52,0 % |
| zusätzliche Tätigkeit | 9,8 % | 11,5 % | 6,0 % | 12,4 % | 11,5 % | 4,3 % | 14,5 % | 9,4 % | 7,3 % | 12,4 % | 1,1 % | - | 11,4 % |
| Ablaufbedingte Unterbrechung | 0,0 % | 2,6 % | 0,0 % | 0,0 % | 3,4 % | 0,0 % | 0,4 % | 0,9 % | 0,6 % | 0,8 % | 0,0 % | - | 1,1 % |
| Störungsbedingte Unterbrechung | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | - | 0,0 % |
| Erholungsbedingte Unterbrechung | 0,0 % | 1,3 % | 58,3 % | 0,4 % | 3,0 % | 60,0 % | 0,4 % | 3,8 % | 1,7 % | 0,0 % | 0,0 % | - | 13,0 % |
| Persönlich bedingte Unterbrechung | 0,0 % | 0,4 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 1,9 % | 5,3 % | 1,1 % | 1,1 % | - | 0,9 % |
| Nicht erkennbar | 0,0 % | 0,4 % | 0,0 % | 0,4 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,4 % | 0,0 % | 0,4 % | 0,5 % | 0,5 % | - | 0,2 % |
| Summe | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | - | 100,0 % |

Die beiden oben stehenden Tabellen zeigen die stundenweise Verteilung der Tätigkeiten in der Unterkategorieebene.

In weiterer Folge werden nur die Werte der Kategorie „Tätigkeit“ im Detail dargestellt.

Tabelle 8-5: Dokaflex – Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten der Kategorie „Tätigkeit“ relativ

| Arbeitsstunde | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|------------|
| Unterkategorie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Mittelwert |
| Haupttätigkeit | 24,1 % | 26,9 % | 23,1 % | 24,6 % | 26,3 % | 32,1 % | 21,6 % | 17,0 % | 30,2 % | 19,9 % | 24,3 % | - | 24,5 % |
| Nebentätigkeit | 66,0 % | 61,0 % | 62,6 % | 62,9 % | 61,4 % | 57,2 % | 62,9 % | 70,1 % | 59,6 % | 62,9 % | 74,3 % | - | 63,7 % |
| zusätzliche Tätigkeit | 9,8 % | 12,1 % | 14,4 % | 12,5 % | 12,3 % | 10,7 % | 15,5 % | 12,9 % | 10,2 % | 17,2 % | 1,5 % | - | 11,7 % |
| Summe | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | - | 100,0 % |

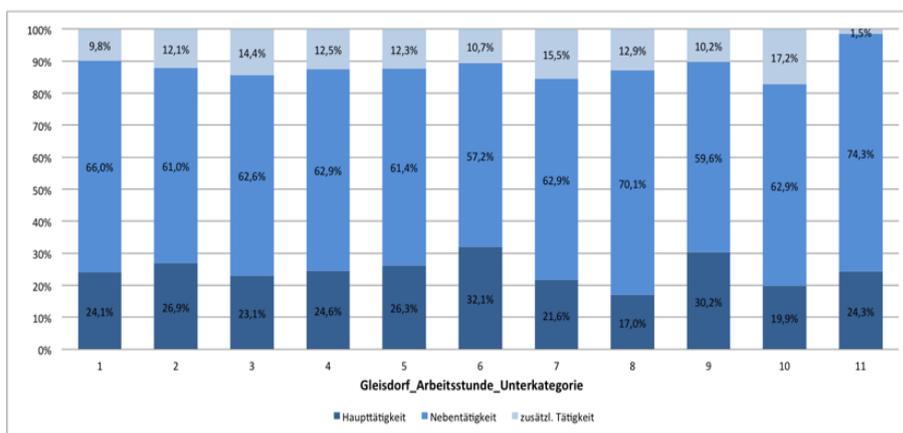


Bild 8-2: Dokaflex – Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten der Kategorie „Tätigkeit“

Die Betrachtung der stundenweisen Tätigkeitsverteilung in Unterkategorieebene zeigt hier die Verteilung der reinen Tätigkeitszeit in HT, NT und ZT. Die Verteilung zeigt sich hier relativ konstant über die Arbeitszeit ohne erkennbare Spitzen.

8.1.2 Beispielhafte Darstellung eines Arbeiters (TU 41) der Baustelle Gleisdorf mit dem Schalungssystem Dokaflex

Die folgenden Tabellen und Diagramme beschreiben die gesamte Tätigkeitsverteilung des TU 41 (Einstufung: Facharbeiter) beispielhaft für die Baustelle Gleisdorf und das Schalungssystem Dokaflex 30 tec in den Ebenen 1-3.

8.1.2.1 Dokaflex – Tätigkeitsverteilung Ebene1

Tabelle 8-6: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 in Kategorieebene absolut

| Kategorie | AT 1 | AT 2 | AT 3 | AT 4 | AT 5 | Gesamt | Mittelwert |
|-----------------|------|------|------|------|------|--------|------------|
| Tätigkeit | 110 | 110 | 68 | 118 | 87 | 493 | 98,6 |
| Unterbrechung | 19 | 23 | 14 | 14 | 21 | 91 | 18,2 |
| nicht erkennbar | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0,4 |
| Summe | 131 | 133 | 82 | 132 | 108 | 586 | 195,3 |

Tabelle 8-7: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 in Kategorieebene relativ

| Kategorie | AT 1 | AT 2 | AT 3 | AT 4 | AT 5 | Gesamt |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Tätigkeit | 84,0 % | 82,7 % | 82,9 % | 89,4 % | 80,6 % | 84,1 % |
| Unterbrechung | 14,5 % | 17,3 % | 17,1 % | 10,6 % | 19,4 % | 15,5 % |
| nicht erkennbar | 1,5 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,3 % |
| Summe | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % |

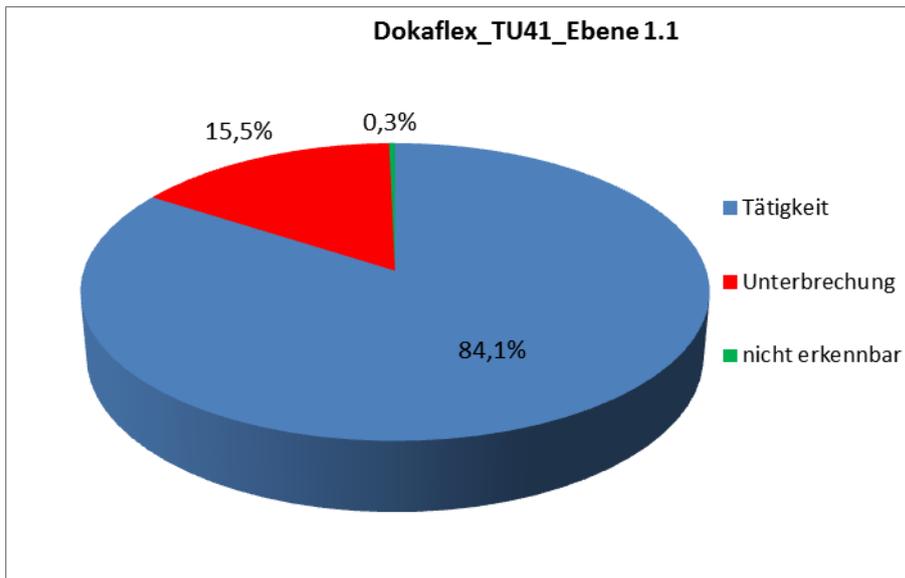


Bild 8-3: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU41 in Kategorieebene

Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, dass sich der untersuchte Bauarbeiter TU 41 durchschnittlich 84,1 % seiner Brutto-Arbeitszeit mit der Tätigkeitsausführung beschäftigte und Unterbrechungen in einer Höhe von 15,5 % gemessen werden konnten. Der Anteil der nicht erkennbaren Tätigkeitsaufzeichnungen ist mit 0,3 % sehr gering ausgefallen. In dieser Unterbrechungszeit sind unter anderem auch die vom Arbeitgeber vorgegebenen Pausenzeiten inkludiert.

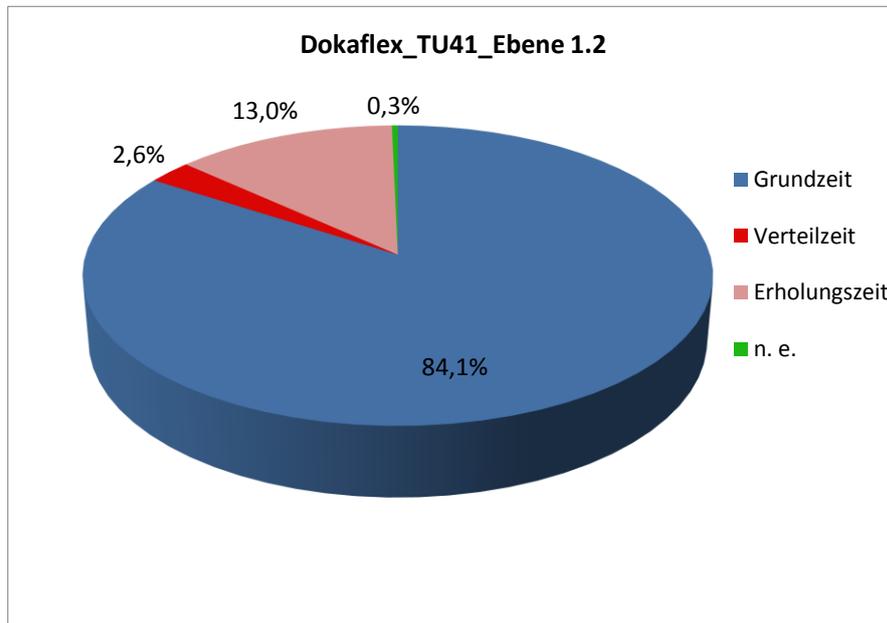


Bild 8-4: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene1.2: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 in Grundzeit, Verteilzeit, Erholungszeit und nicht erkennbar

Die Aufteilung der Unterbrechungszeit des TU 41 ist mit 10,1 % Verteilzeit sowie 12 % Erholungszeit recht ausgeglichen. Die Erholungszeit ist in ihrer Höhe fixiert, d.h. hier können keine Optimierungen stattfinden.

Die Verteilzeit kann jedoch in den weiteren Ebenen der Tätigkeitsanalyse genauer betrachtet werden und kann eventuell Spielraum für ein höheres Ausmaß der Grundzeit bei zukünftigen Baustellen bieten.

Das genaue Ausmaß dieser vorgegebenen erholungsbedingten Pausen kann mit Hilfe der nachfolgenden in Ebene 2 dargestellten Diagramme in Unterkategorieebene erkannt werden.

8.1.2.2 Dokaflex – Tätigkeitsverteilung Ebene 2

Tabelle 8-8: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 in Unterkategorieebene absolut

| Unterkategorie | AT 1 | AT 2 | AT 3 | AT 4 | AT 5 | Gesamt | Mittelwert |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|--------|------------|
| Haupttätigkeit | 59 | 28 | 0 | 30 | 38 | 155 | 31,0 |
| Nebentätigkeit | 51 | 77 | 2 | 86 | 48 | 264 | 52,8 |
| zusätzliche Tätigkeit | 0 | 5 | 66 | 2 | 1 | 74 | 14,8 |
| Ablaufbedingte Unterbrechung | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 9 | 1,8 |
| Störungsbedingte Unterbrechung | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| Erholungsbedingte Unterbrechung | 14 | 16 | 14 | 14 | 18 | 76 | 15,2 |
| Persönlich bedingte Unterbrechung | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1,2 |
| Nicht erkennbar | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0,4 |
| Summe | 131 | 133 | 82 | 132 | 108 | 586 | 195,3 |

Tabelle 8-9: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 in Unterkategorieebene relativ

| Unterkategorie | AT 1 | AT 2 | AT 3 | AT 4 | AT 5 | Gesamt |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Haupttätigkeit | 45,0 % | 21,1 % | 0,0 % | 22,7 % | 35,2 % | 26,5 % |
| Nebentätigkeit | 38,9 % | 57,9 % | 2,4 % | 65,2 % | 44,4 % | 45,1 % |
| zusätzliche Tätigkeit | 0,0 % | 3,8 % | 80,5 % | 1,5 % | 0,9 % | 12,6 % |
| Ablaufbedingte Unterbrechung | 2,3 % | 2,3 % | 0,0 % | 0,0 % | 2,8 % | 1,5 % |
| Störungsbedingte Unterbrechung | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % |
| Erholungsbedingte Unterbrechung | 10,7 % | 12,0 % | 17,1 % | 10,6 % | 16,7 % | 13,0 % |
| Persönlich bedingte Unterbrechung | 1,5 % | 3,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 1,0 % |
| Nicht erkennbar | 1,5 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,3 % |
| Summe | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % |

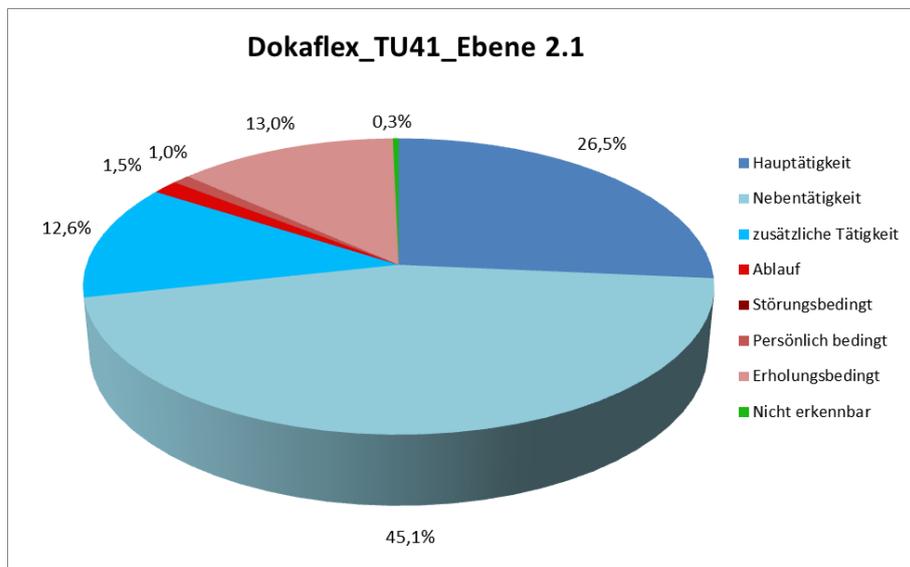


Bild 8-5: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 in Unterkategorieebene

Ebene 2 zeigt deutlich den als charakteristisch einzustufenden hohen Anteil der Nebentätigkeiten an der Gesamtarbeitszeit bei Trägerschalungssystemen sowie generell Deckenschalungssystemen.

Die zusätzlichen Tätigkeiten weisen einen überhöhten Wert auf.

Der hohe Anteil der ZT an der Kategorie „Tätigkeiten“ erklärt sich durch eine ungewöhnliche Aufgabenstellung des Bauleiters für den TU 41 gemeinsam mit dem TU 42. Er war praktisch einen gesamten Vormittag mit dem Errichten einer Stiege für einen mehrgeschossigen Besprechungscontainer beschäftigt.

Ansonsten ist die Verteilung der Unterkategorien charakteristisch und weist keine Besonderheiten auf.

Tabelle 8-10: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 der Kategorie „Tätigkeit“ absolut

| Unterkategorie | AT 1 | AT 2 | AT 3 | AT 4 | AT 5 | Gesamt | Mittelwert |
|-----------------------|------|------|------|------|------|--------|------------|
| Haupttätigkeit | 59 | 28 | 0 | 30 | 38 | 155 | 31,0 |
| Nebentätigkeit | 51 | 77 | 2 | 86 | 48 | 264 | 52,8 |
| zusätzliche Tätigkeit | 0 | 5 | 66 | 2 | 1 | 74 | 14,8 |
| Summe | 110 | 110 | 68 | 118 | 87 | 493 | 164,3 |

Tabelle 8-11: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 der Kategorie „Tätigkeit“ relativ

| Unterkategorie | AT 1 | AT 2 | AT 3 | AT 4 | AT 5 | Gesamt |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Haupttätigkeit | 53,6 % | 25,5 % | 0,0 % | 25,4 % | 43,7 % | 31,4 % |
| Nebentätigkeit | 46,4 % | 70,0 % | 2,9 % | 72,9 % | 55,2 % | 53,5 % |
| zusätzl. Tätigkeit | 0,0 % | 4,5 % | 97,1 % | 1,7 % | 1,1 % | 15,0 % |
| Summe | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % |

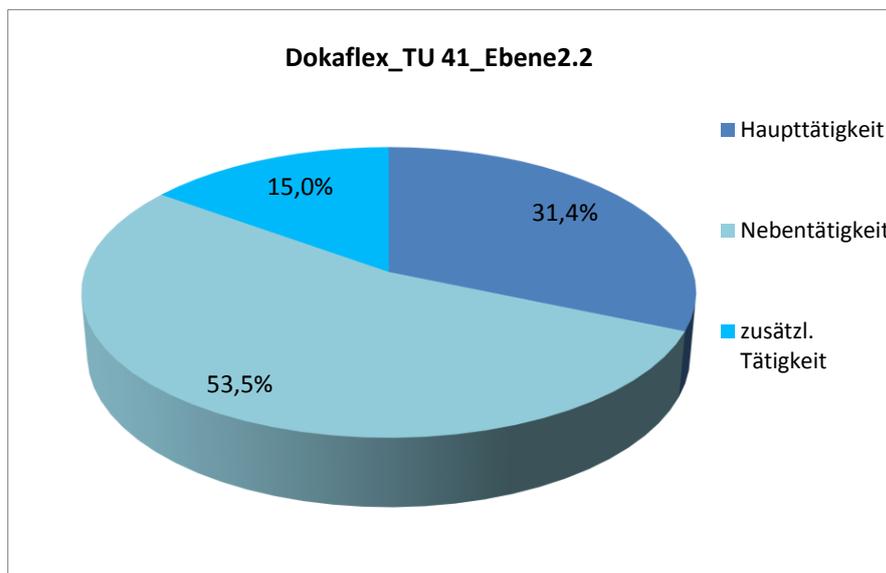


Bild 8-6: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten des TU 41 der Kategorie „Tätigkeit“

In der genaueren Betrachtung der Kategorie „Tätigkeit“ zeigt sich nochmals deutlich der als überhöht zu bezeichnende ZT-Wert. Ansonsten ist die Verteilung der HT und NT charakteristisch und weist keine Besonderheiten auf.

8.1.2.3 Dokaflex – Tätigkeitsverteilung Ebene 3

Tabelle 8-12: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Einteilung der Tätigkeiten des AN1 in Prozessgruppen absolut

| Prozessgruppen | VM | NM | Gesamt |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|
| G1:Stützen | 45 | 13 | 58 |
| G2: Passflächen + Aussparung | 26 | 12 | 38 |
| G3:DRAS+Deckenanschlüsse | 14 | 44 | 58 |
| G4:Schalttafeln | 22 | 17 | 39 |
| G5:Träger | 37 | 18 | 55 |
| G6:Vorbereiten+Nacharbeiten allgemein | 79 | 78 | 157 |
| G7:Betonieren | 0 | 14 | 14 |
| G8:Bewehren | 0 | 0 | 0 |
| Zusätzliche Tätigkeit | 56 | 18 | 74 |
| Ablauf + Störungsbedingt | 3 | 6 | 9 |
| Selbst gewählte Pause | 1 | 8 | 9 |
| Vorgegebene Pause | 73 | 0 | 73 |
| n.e. | 0 | 2 | 2 |
| Summe | 356 | 230 | 586 |

Tabelle 8-13: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Einteilung der Tätigkeiten des AN1 in Prozessgruppen relativ

| Prozessgruppen | VM | NM | Gesamt |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| G1:Stützen | 12,6 % | 5,7 % | 9,9 % |
| G2: Passflächen + Aussparung | 7,3 % | 5,2 % | 6,5 % |
| G3:DRAS+Deckenanschlüsse | 3,9 % | 19,1 % | 9,9 % |
| G4:Schalttafeln | 6,2 % | 7,4 % | 6,7 % |
| G5:Träger | 10,4 % | 7,8 % | 9,4 % |
| G6:Vorbereiten+Nacharbeiten allgemein | 22,2 % | 33,9 % | 26,8 % |
| G7:Betonieren | 0,0 % | 6,1 % | 2,4 % |
| G8:Bewehren | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % |
| Zusätzliche Tätigkeit | 15,7 % | 7,8 % | 12,6 % |
| Ablauf + Störungsbedingt | 0,8 % | 2,6 % | 1,5 % |
| Selbst gewählte Pause | 0,3 % | 3,5 % | 1,5 % |
| Vorgegebene Pause | 20,5 % | 0,0 % | 12,5 % |
| n.e. | 0,0 % | 0,9 % | 0,3 % |
| Summe | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % |

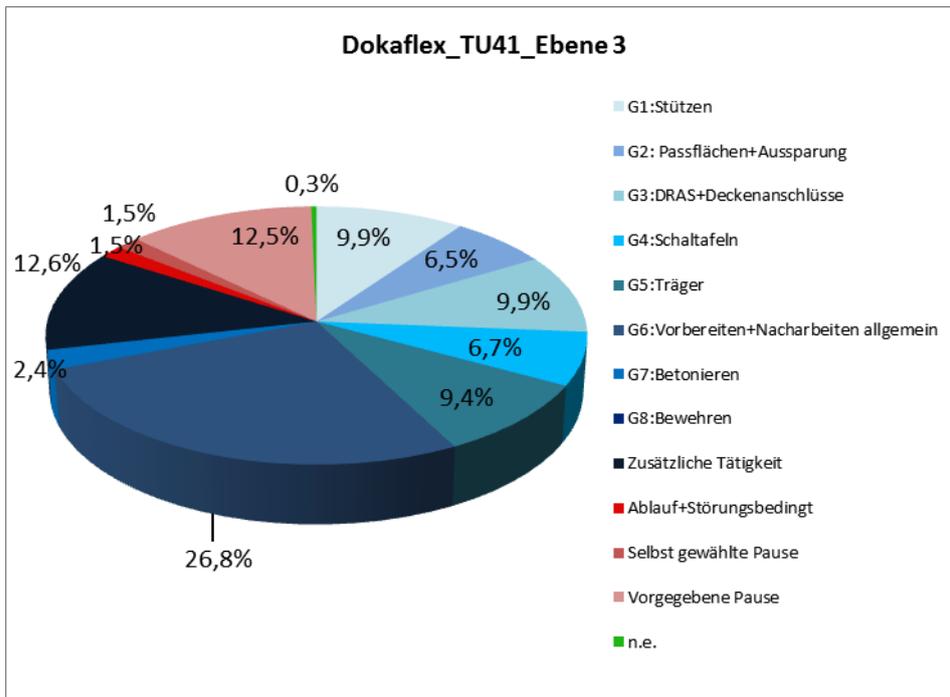


Bild 8-7: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Einteilung der Tätigkeiten des AN1 in Prozessgruppen

Die oben angeführte Tabelle inklusive Diagramm zeigt, dass der TU 41, seines Zeichens Facharbeiter, von den 84,1 % Tätigkeiten 9,9 % für G1-Stützen, 6,5 % für G2-Passflächen+Aussparung, 9,9 % für G3-DRAS+Deckenanschlüsse, 6,7 % für G4-Schalttafel, 9,4 % für G5-Träger und 26,8 % für G6-Vorbereiten+Nacharbeiten allgemein aufwendet sowie 12,6 % der Tätigkeiten ZT sind.

15,5 % der Zeit entfallen weiterhin auf Unterbrechungen und 0,3 % der Messungen sind nicht erkennbar.

Auf Darstellungsebene 4 wird bei einzelnen Arbeitern bewusst verzichtet, da durch ungleichmäßige Verteilung der Tätigkeiten zwischen den Arbeitern einer Mannschaft keine Aussagekraft für das gesamte Schalungssystem besteht.

Die Tätigkeitsverteilung in sämtlichen Ebenen kann zwischen den Arbeitern einer Mannschaft (FA, VA, HA) aufgrund der unterschiedlichen Tätigkeits-schwerpunkte deutlich variieren. Deshalb ist es aussagekräftiger, die gesamte Tätigkeitsverteilung der Mannschaft, welche nachfolgend in Kapitel 7.7.1.3 dargestellt ist, zu analysieren und Rückschlüsse daraus zu ziehen. Für die folgenden Systeme erfolgt die Darstellung ebenfalls nur für die gesamte Mannschaft.

8.1.3 Dokaflex – Tätigkeitsverteilung der gesamten Mannschaft

Nachfolgend erfolgt die Darstellung der Tätigkeitsverteilung der gesamten Mannschaft in den einzelnen Ebenen.

8.1.3.1 Dokaflex – Tätigkeitsverteilung Ebene 1

Tabelle 8-14: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Kategorieebene absolut und relativ

| Kategorie | Gesamt Absolut | Gesamt Relativ |
|-----------------|----------------|----------------|
| Tätigkeit | 1987 | 84,7 % |
| Unterbrechung | 353 | 15,0 % |
| nicht erkennbar | 6 | 0,3 % |
| Summe | 2346 | 100,0 % |

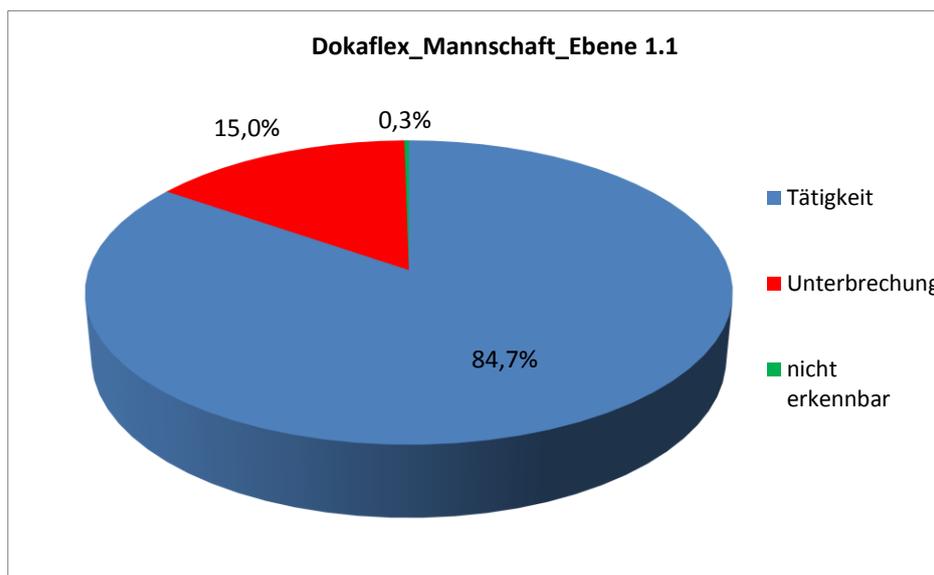


Bild 8-8: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Kategorieebene

In dieser Abbildung ist zu sehen, dass sich die untersuchten Bauarbeiter durchschnittlich 84,7 % ihrer Brutto-Arbeitszeit mit Tätigkeitsausführungen beschäftigten und Unterbrechungen in einer Höhe von 15,0 % gemessen werden konnten. Der Anteil der nicht erkennbaren Tätigkeitsaufzeichnungen ist mit 0,3 % sehr gering ausgefallen.

In dieser Unterbrechungszeit sind unter anderem auch die vom Arbeitgeber vorgegebenen Pausenzeiten inkludiert.

Das genaue Ausmaß dieser vorgegebenen erholungsbedingten Pausen kann mithilfe der nachfolgenden in Ebene 2 dargestellten Diagramme in Unterkategorieebene erkannt werden.

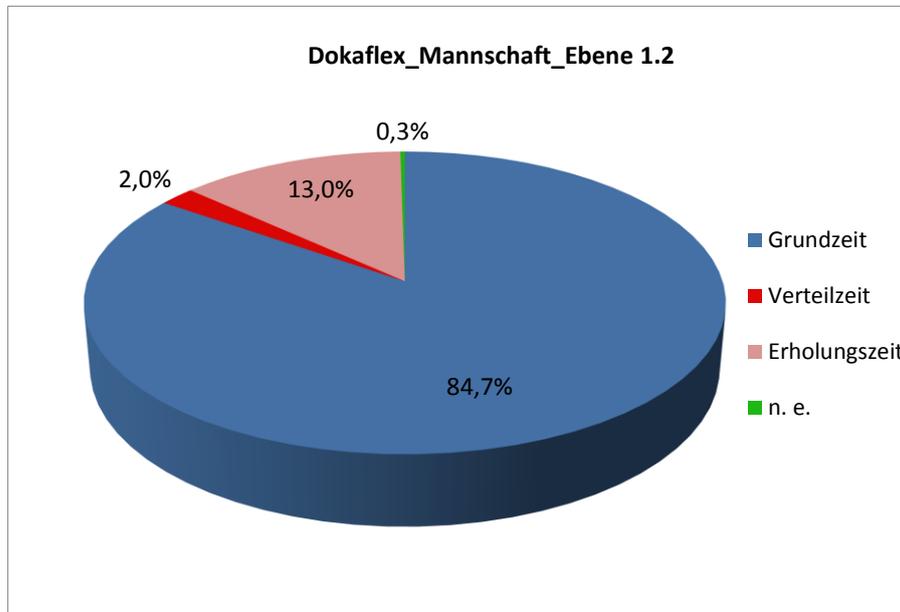


Bild 8-9: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene1.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Grundzeit, Verteilzeit, Erholungszeit und nicht erkennbar

Die Aufteilung der Unterbrechungszeit der gesamten Mannschaft ist mit 9,9 % Verteilzeit sowie 12 % Erholungszeit recht ausgeglichen. Die Erholungszeit ist in ihrer Höhe fixiert, d.h. hier können keine Optimierungen stattfinden.

Die Verteilzeit kann jedoch in den weiteren Ebenen der Tätigkeitsanalyse genauer gescannt werden und kann eventuell Spielraum für ein höheres Ausmaß der Grundzeit bei zukünftigen Baustellen bieten.

8.1.3.2 Dokaflex – Tätigkeitsverteilung Ebene 2

Tabelle 8-15: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Unterkategorieebene absolut und relativ

| Unterkategorie | Gesamt Absolut | Gesamt Relativ |
|-----------------------------------|----------------|----------------|
| Haupttätigkeit | 501 | 21,4 % |
| Nebentätigkeit | 1252 | 53,4 % |
| zusätzliche Tätigkeit | 234 | 10,0 % |
| Ablaufbedingte Unterbrechung | 26 | 1,1 % |
| Störungsbedingte Unterbrechung | 0 | 0,0 % |
| Erholungsbedingte Unterbrechung | 22 | 0,9 % |
| Persönlich bedingte Unterbrechung | 305 | 13,0 % |
| Nicht erkennbar | 6 | 0,3 % |
| Summe | 2346 | 100,0 % |

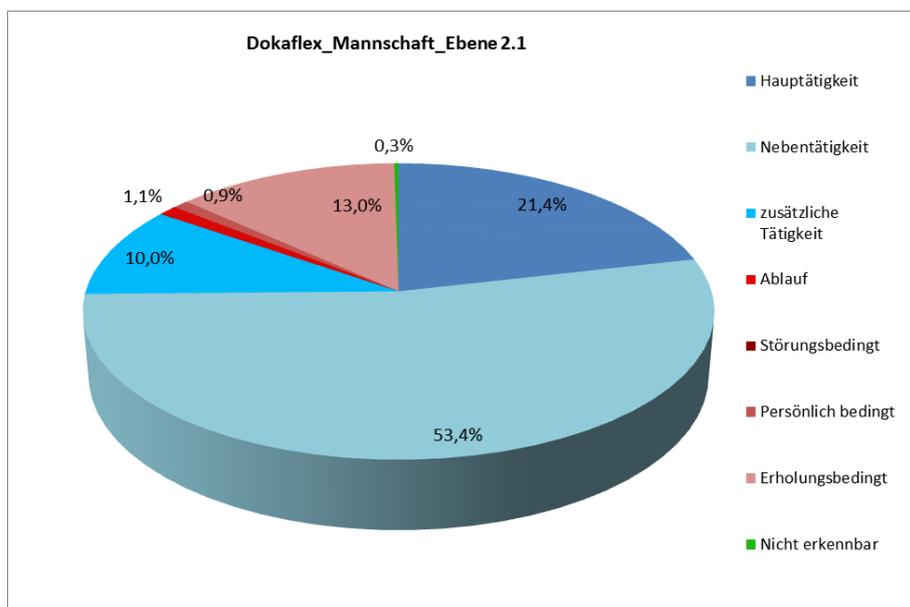


Bild 8-10: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Unterkategorieebene

Die Ebene 2 zeigt deutlich den als charakteristisch einzustufenden hohen Anteil der Nebentätigkeiten an der Gesamtarbeitszeit bei Trägerschalungssystemen. Die zusätzlichen Tätigkeiten weisen einen überhöhten Wert auf, der jedoch nicht das Ausmaß der ZT des TU 41 erreicht. Dies lässt sich damit erklären, dass nur 2 von 4 Arbeitern (TU41 + TU 42) am Vormittag des 19.09.2012 die Treppe für einen mehrgeschossigen Besprechungscontainer herstellen mussten.

Ansonsten ist die Verteilung der Unterkategorien der gesamten Mannschaft charakteristisch und weist keine Besonderheiten auf.

Tabelle 8-16: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft der Kategorie „Tätigkeit“ absolut und relativ

| Unterkategorie | Gesamt Absolut | Gesamt Relativ |
|-----------------------|----------------|----------------|
| Haupttätigkeit | 501 | 25,2 % |
| Nebentätigkeit | 1252 | 63,0 % |
| zusätzliche Tätigkeit | 234 | 11,8 % |
| Summe | 1987 | 100,0 % |

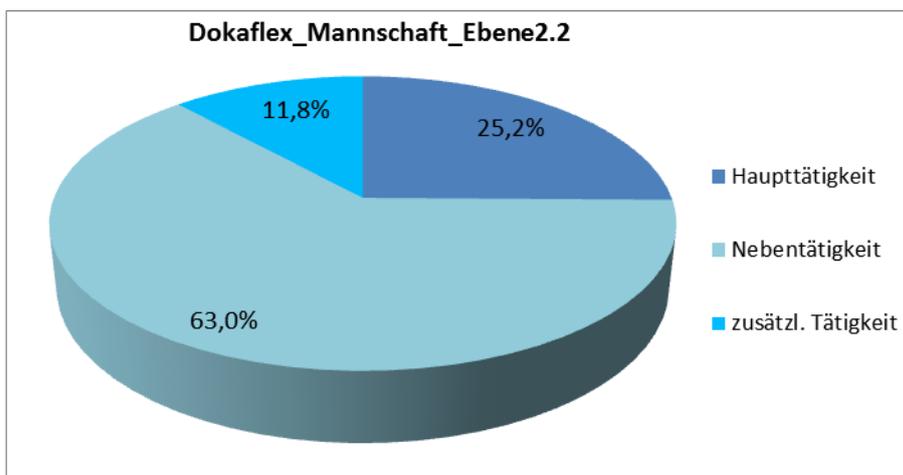


Bild 8-11: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft der Kategorie „Tätigkeit“

In der genaueren Betrachtung der Kategorie „Tätigkeit“ zeigt sich nochmals deutlich der als überhöht zu bezeichnende ZT-Wert. Ansonsten ist die Verteilung der HT und NT charakteristisch und weist keine Besonderheiten auf.

8.1.3.3 Dokaflex – Tätigkeitsverteilung Ebene 3

Tabelle 8-17: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Prozessgruppen absolut

| Prozessgruppen | VM | NM | Gesamt |
|---------------------------------------|------|-----|--------|
| G1:Stützen | 156 | 58 | 214 |
| G2: Passflächen + Aussparung | 88 | 31 | 119 |
| G3:DRAS+Deckenanschlüsse | 103 | 131 | 234 |
| G4:Schalttafeln | 87 | 62 | 149 |
| G5:Träger | 111 | 59 | 170 |
| G6:Vorbereiten+Nacharbeiten allgemein | 412 | 312 | 724 |
| G7:Betonieren | 39 | 104 | 143 |
| G8:Bewehren | 0 | 0 | 0 |
| Zusätzliche Tätigkeit | 131 | 103 | 234 |
| Ablauf + Störungsbedingt | 17 | 9 | 26 |
| Selbst gewählte Pause | 3 | 35 | 38 |
| Vorgegebene Pause | 289 | 0 | 289 |
| n.e. | 2 | 4 | 6 |
| Summe | 1438 | 908 | 2346 |

Tabelle 8-18: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Prozessgruppen relativ

| Prozessgruppen | VM | NM | Gesamt |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|
| G1:Stützen | 10,8 % | 6,4 % | 9,1 % |
| G2: Passflächen + Aussparung | 6,1 % | 3,4 % | 5,1 % |
| G3:DRAS+Deckenanschlüsse | 7,2 % | 14,4 % | 10,0 % |
| G4:Schalttafeln | 6,1 % | 6,8 % | 6,4 % |
| G5:Träger | 7,7 % | 6,5 % | 7,2 % |
| G6:Vorbereiten+Nacharbeiten allgemein | 28,7 % | 34,4 % | 30,9 % |
| G7:Betonieren | 2,7 % | 11,5 % | 6,1 % |
| G8:Bewehren | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % |
| Zusätzliche Tätigkeit | 9,1 % | 11,3 % | 10,0 % |
| Ablauf + Störungsbedingt | 1,2 % | 1,0 % | 1,1 % |
| Selbst gewählte Pause | 0,2 % | 3,9 % | 1,6 % |
| Vorgegebene Pause | 20,1 % | 0,0 % | 12,3 % |
| n.e. | 0,1 % | 0,4 % | 0,3 % |
| Summe | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % |

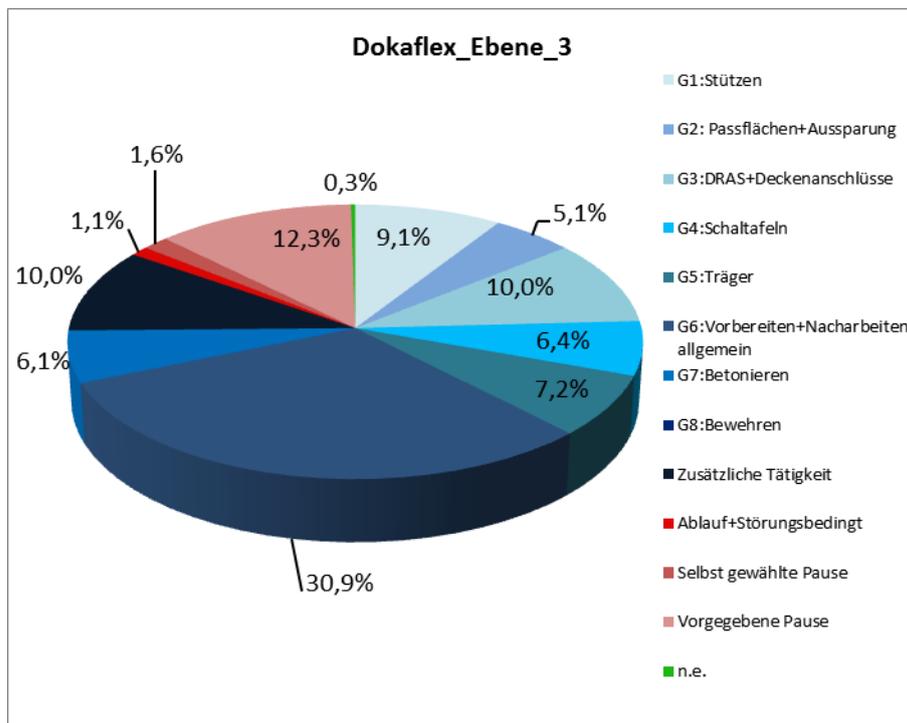


Bild 8-12: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Prozessgruppen

Die oben angeführte Tabelle inklusive Diagramm zeigt, dass die Mannschaft der Baustelle Dokaflex, welche aus 3 Facharbeitern und einem Vorarbeiter besteht, von den 84,1 % Tätigkeiten 9,1 % für G1:Stützen, 5,1 % für G2:Passflächen+Aussparung, 10,0 % für G3:DRAS+Deckenanschlüsse, 6,4 % für G4:Schalttafel, 7,2 % für G5:Träger, 30,9 % für G6:Vorbereiten+Nacharbeiten allgemein und 6,1 % für Betonierarbeiten aufwendet, sowie 10,0 % der Tätigkeiten ZT sind. 15,0 % der Zeit entfallen weiterhin auf Unterbrechungen und 0,3 % der Messungen sind nicht erkennbar.

8.1.3.4 Dokaflex – Tätigkeitsverteilung Ebene 4

Tabelle 8-19: Dokaflex – Tätigkeitsverteilung-Ebene 4: Häufigkeit der einzelnen Tätigkeiten der gesamten Mannschaft

| Tätigkeiten | Summe | % |
|--------------------------------------|-------|--------|
| Deckenstütze stellen | 41 | 1,7 % |
| Passflächenelement montieren | 48 | 2,0 % |
| DRAS montieren | 94 | 4,0 % |
| Schalttafeln fixieren | 4 | 0,2 % |
| Schalttafeln verlegen | 87 | 3,7 % |
| Jochträger einlegen | 47 | 2,0 % |
| Querträger auflegen + fixieren | 113 | 4,8 % |
| Deckenstütze entfernen | 2 | 0,1 % |
| Zwischenstützen stellen | 34 | 1,4 % |
| Jochträger entfernen | 3 | 0,1 % |
| Wandabspannung | 10 | 0,4 % |
| Aussparung montieren | 7 | 0,3 % |
| Balkonanschlussbewehrung montieren | 11 | 0,5 % |
| Beton nachbearbeiten | 39 | 1,7 % |
| Vorbereiten Betonieren | 104 | 4,4 % |
| Arbeitsbühne montieren | 52 | 2,2 % |
| Schalöl auftragen | 5 | 0,2 % |
| Schalttafel/Träger holen | 47 | 2,0 % |
| Schalttafel schneiden | 6 | 0,3 % |
| Zimmern | 1 | 0,04 % |
| Stütze halten | 16 | 0,7 % |
| Deckenstütze holen | 21 | 0,9 % |
| Vorbereiten Schalen | 65 | 2,8 % |
| Joch/Querträger vorbereiten | 7 | 0,3 % |
| Deckenstützen vorbereiten/einstellen | 16 | 0,7 % |
| Deckenstütze nivellieren | 53 | 2,3 % |
| Absenkkopf einsetzen | 9 | 0,4 % |
| Stützbein stellen | 22 | 0,9 % |
| DRAS herstellen/vorbereiten | 65 | 2,8 % |
| Passflächen herstellen/vorbereiten | 44 | 1,9 % |
| Holz schneiden | 13 | 0,6 % |
| Material/Schalung transportieren | 116 | 4,9 % |
| Material vorbereiten | 9 | 0,4 % |
| Messen/Nivellieren | 83 | 3,5 % |
| Vorbereitende Tätigkeiten allg. | 3 | 0,1 % |
| Werkzeug holen | 53 | 2,3 % |
| Herrichten allgemein | 1 | 0,0 % |
| Auf- / Wegräumen | 16 | 0,7 % |
| Material/Schalung reinigen | 4 | 0,2 % |
| Plan lesen | 34 | 1,4 % |
| Planbesprechung/Besprechung | 78 | 3,3 % |

| | | |
|-----------------------------------------|-------------|----------------|
| Einhängen Kran | 20 | 0,9 % |
| Aushängen Kran | 12 | 0,5 % |
| Lagerplatz | 48 | 2,0 % |
| Schalung reparieren | 33 | 1,4 % |
| Anweisung geben | 25 | 1,1 % |
| Aussparung vorbereiten/herstellen | 20 | 0,9 % |
| Decke vorspannen(Stützen höher stellen) | 44 | 1,9 % |
| Fugenband | 66 | 2,8 % |
| Balkonanschlussbewehrung vorbereiten | 2 | 0,1 % |
| Bewehrung richten/ändern | 4 | 0,2 % |
| Lieferung annehmen | 5 | 0,2 % |
| Gerüst/Schalung warten | 3 | 0,1 % |
| Bauteil richten/ändern | 3 | 0,1 % |
| Isolierung richten/ändern | 67 | 2,9 % |
| Containertreppe bauen | 132 | 5,6 % |
| Kran einweisen | 18 | 0,8 % |
| Unterwegs | 2 | 0,1 % |
| auf Anweisung warten | 22 | 0,9 % |
| auf Kran warten | 4 | 0,2 % |
| Mittagspause | 146 | 6,2 % |
| Vormittagspause | 145 | 6,2 % |
| Eigene Pause | 14 | 0,6 % |
| Flüssigkeitsaufnahme | 12 | 0,5 % |
| Rauchen | 8 | 0,3 % |
| WC | 2 | 0,1 % |
| nicht erkennbar | 6 | 0,3 % |
| Summe | 2346 | 100,0 % |

Tabelle 8-19 enthält die Informationen zur Tätigkeitsverteilung sämtlicher im Zuge der Dokaflex-Baustellenbeobachtungen aufgezeichneten Tätigkeiten und dient somit zur genaueren Recherche.

8.2 Dokaflex – Auswertung der Leistungskenngrößen (AK2)

Grundlage für die Datenauswertung der Leistungs- und Aufwandswerte sind die schriftlichen Baufortschrittsaufzeichnungen der Baustelle Gleisdorf und die Digitale Bilderfassung (Fotos) des Baufortschritts im 30-Minuten-Intervall.

Die geplante Auswertung der Leistungskenngrößen konnte jedoch aufgrund von ungeeignetem Bildmaterial nicht wie geplant alle halben Stunden erfolgen, sondern musste auf 3 Datensätze pro Tag reduziert werden (Arbeitsbeginn bis Vormittagspause-VM1, Vormittagspause bis Mittagspause-VM2 sowie Mittagspause bis Arbeitsende-NM).

Bei 5 Beobachtungstagen ergibt dies 15 Notierungen pro Woche.

Tabelle 8-20: Leistungskenngrößen gesamt des Schalungssystems Dokaflex 30 tec

| | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Baustelle | Gleisdorf | |
| Schalungssystem | Dokaflex | |
| Beobachtungstage | 5 Tage | |
| Anzahl Aufzeichnungen | 15 Notierungen | |
| | Aufwandswert | Leistungswert |
| | [Std/m ²] | [Std/m ²] |
| Gesamtwert/Mittelwert | 0,37 | 10,82 |
| Standardabweichung | 0,19 | 8,96 |
| Abweichung | 0,08 | 3,79 |
| Median | 0,27 | 10,00 |
| Minimum | 0,15 | 6,67 |
| Maximum | 0,60 | 26,67 |
| Unteres Quantil | 0,08 | 3,33 |
| Oberes Quantil | 0,40 | 13,75 |

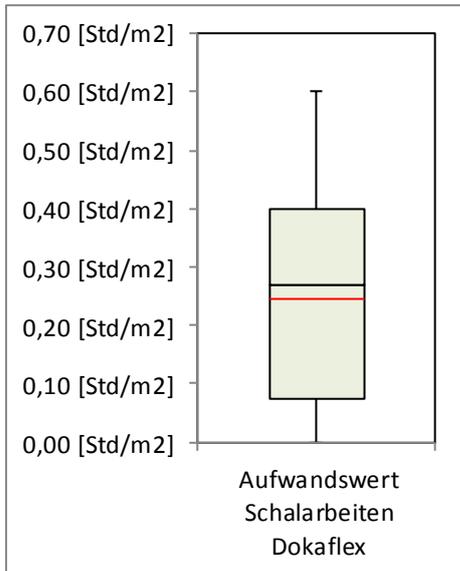


Bild 8-14: Dokaflex – Boxplot Aufwandswert

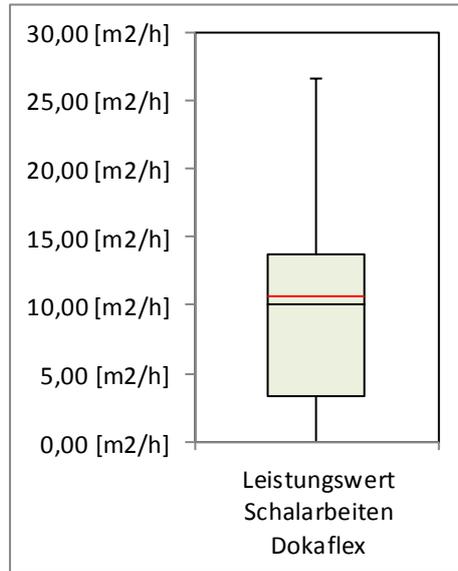


Bild 8-13: Dokaflex – Boxplot Leistungswert

Die abgebildeten Boxplot-Diagramme zeigen jeweils den Mittelwert, den Median, das untere und obere Quantil sowie den Minimal- und Maximalwert der Aufwands- und Leistungswerte des Schalungssystems Dokaflex 30 tec.

Tabelle 8-21: Detaillleistungskenngrößen des Schalungssystems Dokaflex 30 tec

| Leistungsanalyse DOKA Dokaflex 30 tec | AT 1 | | | | AT 2 | | | | AT 3 | | | | AT 4 | | | | AT 5 | | | | Gesamt | |
|-------------------------------------------------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|------|-----|-------|-------|------|-----|------|-------|------|----|------|-------|-------|-----|--------|-------|
| | VM1 | VM2 | NM | Σ | VM1 | VM2 | NM | Σ | VM1 | VM2 | NM | Σ | VM1 | VM2 | NM | Σ | VM1 | VM2 | NM | Σ | AW | LW |
| Arbeitskräfte [#] | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Geschalte Fläche [m2] | 0 | 30 | 70 | 100 | 50 | 30 | 50 | 130 | 30 | 70 | 0 | 100 | 0 | 30 | 40 | 70 | 0 | 80 | 50 | 130 | | |
| Σ Geschalte Fläche im Beobachtungszeitraum [m2] | 530 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zeitstunden [h] | 2 | 3 | 6 | 11 | 2 | 3 | 6 | 11 | 2 | 3 | 2 | 7 | 2 | 3 | 6 | 11 | 2 | 3 | 4 | 9 | | |
| Σ Zeitstunden [h] | 49 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,37 | 10,82 |
| Arbeitsstunden [Std] | 8 | 12 | 24 | 44 | 8 | 12 | 24 | 44 | 8 | 12 | 8 | 28 | 8 | 12 | 24 | 44 | 8 | 12 | 16 | 36 | | |
| Σ Arbeitsstunden [Std] | 196 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aufwandswert AW [Std/m2] | 0,00 | 0,40 | 0,34 | ⊗ | 0,16 | 0,40 | 0,48 | ⊗ | 0,27 | 0,17 | 0,00 | ⊗ | 0,00 | 0,40 | 0,60 | ⊗ | 0,00 | 0,15 | 0,32 | ⊗ | | |
| Leistungswert LW [m2/h] | 0,00 | 10,00 | 11,67 | ⊗ | 25,00 | 10,00 | 8,33 | ⊗ | 15,00 | 23,33 | 0,00 | ⊗ | 0,00 | 10,00 | 6,67 | ⊗ | 0,00 | 26,67 | 12,50 | ⊗ | | |
| Vergleichsaufwandswert Aw [Std/m2] Literatur | 0,36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Differenz AW | 0,01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vergleichsleistungswert Lw [m2/h] Literatur | 11,11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Differenz LW | -0,29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Der Aufwandswert der Mannschaft in der Erhebungswoche, welcher mithilfe des Schalungssystems Dokaflex 30 tec erzielt werden konnte, beträgt 0,37 [Std/m2].

Dieser Wert liegt um 0,01 [Std/m²] über dem Erfahrungsaufwandswert für Deckenträgerschalungssysteme.

Der Leistungswert der Mannschaft in der Erhebungswoche beträgt 10,82 [m²/h] und ist somit um 0,29 [m²/h] niedriger als der aus dem Erfahrungswert ermittelte Leistungswert für Deckenträgerschalungssysteme.

Zusätzlich sind der oben stehenden Tabelle die Aufwandswerte und Leistungswerte jeden Tages von Arbeitsbeginn bis zur Vormittagspause (VM1), von der Vormittagspause bis zur Mittagspause (VM2) und von der Mittagspause bis zum Arbeitsende zu entnehmen.

Tabelle 8-22: Dokaflex – Leistungskenngrößen: Brutto und Netto Leistungs- und Aufwandswerte der Tätigkeitsgruppen „Schalen“ und „Vorbereiten Schalen“

| Tätigkeitsgruppe | Schalen | | | |
|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| Häufigkeit [%] | 21,4 | | | |
| Dokaflex 30 tec | Brutto-Aufwandswert | Brutto-Leistungswert | Netto-Aufwandswert | Netto-Leistungswert |
| | [Std/m ²] | [m ² /h] | [Std/m ²] | [m ² /h] |
| Gesamtwert | 0,37 | 10,82 | 0,08 | 2,32 |
| Standardabweichung | 0,19 | 8,96 | 0,04 | 1,92 |
| Abweichung | 0,08 | 3,79 | 0,02 | 0,81 |
| Median | 0,27 | 10,00 | 0,06 | 2,14 |
| Minimum | 0,15 | 6,67 | 0,03 | 1,43 |
| Maximum | 0,60 | 26,67 | 0,13 | 5,71 |
| Tätigkeitsgruppe | Vorbereiten Schalen | | | |
| Häufigkeit [%] | 37,9 | | | |
| Dokaflex 30 tec | Brutto-Aufwandswert | Brutto-Leistungswert | Netto-Aufwandswert | Netto-Leistungswert |
| | [Std/m ²] | [m ² /h] | [Std/m ²] | [m ² /h] |
| Gesamtwert | 0,37 | 10,82 | 0,14 | 4,10 |
| Standardabweichung | 0,19 | 8,96 | 0,07 | 3,40 |
| Abweichung | 0,08 | 3,79 | 0,03 | 1,44 |
| Median | 0,27 | 10,00 | 0,10 | 3,79 |
| Minimum | 0,15 | 6,67 | 0,06 | 2,53 |
| Maximum | 0,60 | 26,67 | 0,23 | 10,11 |

Die oben stehende Tabelle zeigt die gemäß Kapitel 7.5.2.1 ermittelten Brutto- und Nettoaufwands- und Leistungswerte.

Diese werden in Kapitel 11 analysiert und mit Literaturwerten verglichen.

8.3 Dokaflex- Herzfrequenzauswertung (AK 3) – Belastungen und resultierende Beanspruchungen

Nachfolgend finden sich die Auswertung der Herzfrequenzen während der Arbeit mit dem Schalungssystem Dokaflex und der Vergleich der dadurch resultierenden Belastungen an den Arbeitern.

8.3.1 Dokaflex – Belastung – Herzfrequenzverlauf der Tätigkeitsgruppen

In diesem Kapitel werden die Herzfrequenzverläufe der Tätigkeitsgruppen „Schalen“ sowie „Vorbereiten Schalen“ der einzelnen Arbeiter, der gesamten Mannschaft und über den Arbeitstag [AT] verteilt dargestellt.

8.3.1.1 Dokaflex-Herzfrequenz der Kategorien und Tätigkeitsgruppen

Die nachfolgende Tabelle zeigt den durchschnittlichen Puls der Bauarbeiter während der Ausführung der in Tätigkeitsgruppen zusammengefassten Tätigkeiten des Schalungssystems Dokaflex.

Tabelle 8-23: Dokaflex – Durchschnittlicher Puls der Tätigkeitsgruppen inklusive Varianzen (Eintrittswahrscheinlichkeit=90 %, t=1,64, p und q wie in Grundlagen beschrieben)

| Tätigkeits-kategorie | Tätigkeits-Unterkategorie | Tätigkeitsgruppe | Durchschnittlicher Puls | Varianz (90 %, t=1,64) | | |
|----------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------|--------|
| Tätigkeit | | | 99,2 | ±2,5 % | | |
| | Haupttätigkeit | | 102,9 | 99,15 | ±4,4 % | |
| | | Schalen | 102,9 | | 102,9 | ±4,4 % |
| | | Bewehren | - | | | - |
| | | Betonieren | - | | | - |
| | | Sonst. Haupttätigkeiten | - | | | - |
| | Nebentätigkeit | | 102,8 | ±3,3 % | | |
| | | Herrichten/Aufräumen | 98,25 | 102,8 | ±30,4 % | |
| | | Vorbereiten Schalen | 105,1 | | ±3,5 % | |
| | | Vorbereiten Bewehren | - | | - | |
| | | Vorbereiten Betonieren | - | | - | |
| | | Vorbereiten Allgemein | 99,1 | | ±56,8 % | |
| | | Plan lesen/Besprechung | 108,6 | | ±12,7 % | |
| | Zusätzliche Tätigkeit | | 91,8 | ±8 % | | |
| Unterbrechung | | | 103,9 | ±5,5 % | | |
| | Ablaufbedingte Unterbrechung | | 118,2 | 110,1 | ±32,8 % | |
| | Störungsbedingte Unterbrechung | | - | | - | |
| | Erholungsbedingte Unterbrechung | | 101,9 | | ±5,8 % | |
| | | Vorgegebene Pause | 102 | 101,9 | ±6,1 % | |
| | | Eigene Pause | 101,8 | | ±18,9 % | |
| | Persönlich bedingte Unterbrechung | | 99,7 | 99,7 | ±19,5 % | |



8.3.1.2 Dokaflex – Herzfrequenzverlauf der Tätigkeitsgruppe „Schalen“

Nachfolgend sind in den Bildern 8-15 und 8-16 die Herzfrequenzverläufe der Mannschaft gesamt über den Arbeitstag und der Arbeiter einzeln bei der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ dargestellt.

Es handelt sich hierbei um Absolutwerte, welche erst nachfolgend mit den Spiroergometriedaten verglichen Auskunft über die Auswirkung der Arbeit mit den Tätigkeitsgruppen auf die Arbeitskräfte gibt.

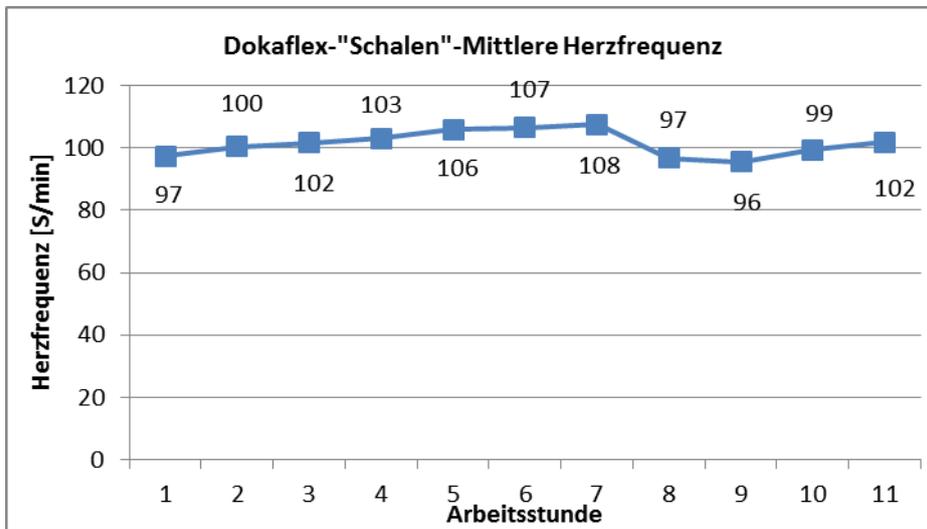


Bild 8-15: Dokaflex – Herzfrequenzauswertung-Stundenweise mittlere Herzfrequenz der Mannschaft der Tätigkeitsgruppe „Schalen“

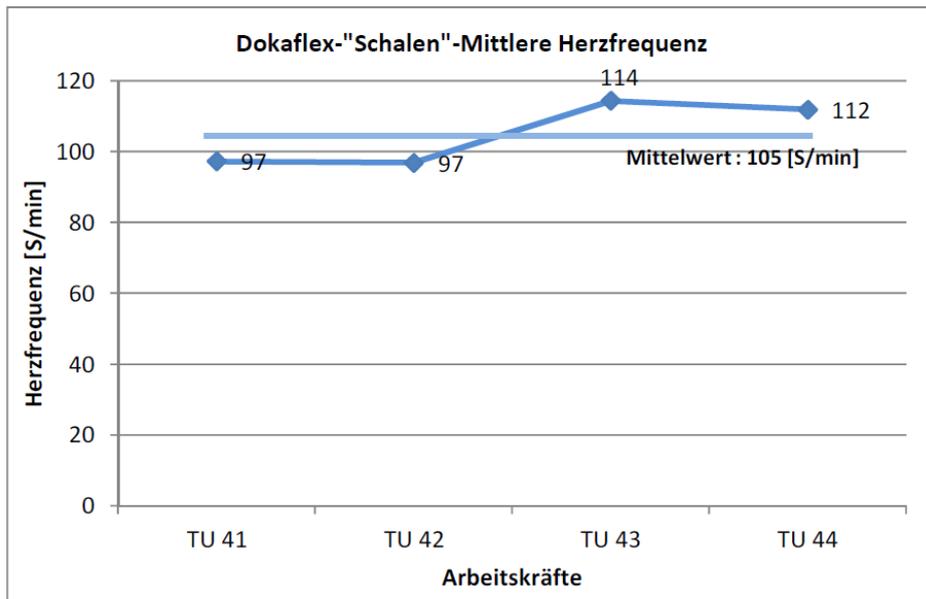


Bild 8-16: Dokaflex – Herzfrequenzauswertung-Mittlere Herzfrequenz der untersuchten Arbeiter der Tätigkeitsgruppe „Schalen“

8.3.1.3 Herzfrequenzverlauf der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“

Nachfolgend sind in den Bildern 8-17 und 8-18 die Herzfrequenzverläufe der Mannschaft gesamt über den Arbeitstag und der Arbeiter einzeln bei der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ dargestellt.

Es handelt sich hierbei um Absolutwerte, welche erst nachfolgend mit den Spiroergometriedaten verglichen Auskunft über die Auswirkung der Arbeit mit den Tätigkeitsgruppen auf die Arbeitskräfte gibt.

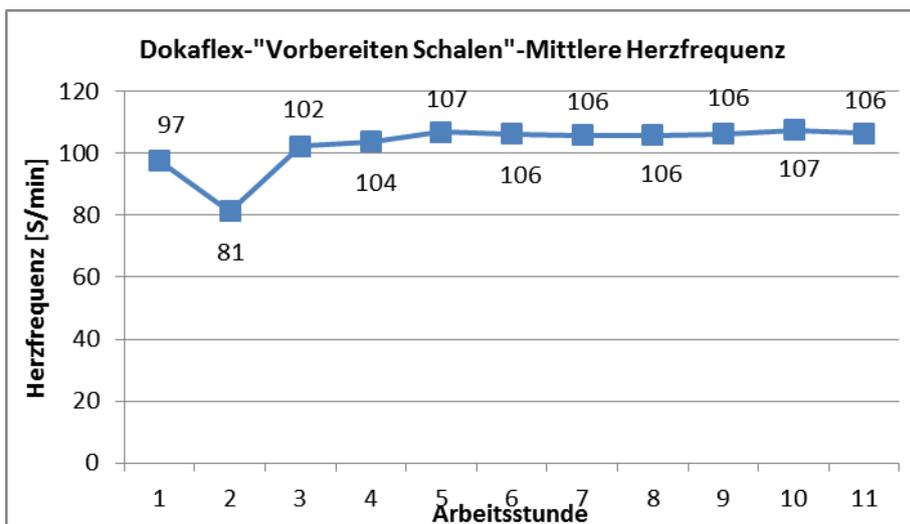


Bild 8-17: Dokaflex – Herzfrequenzauswertung-Stundenweise mittlere Herzfrequenz der Mannschaft der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“

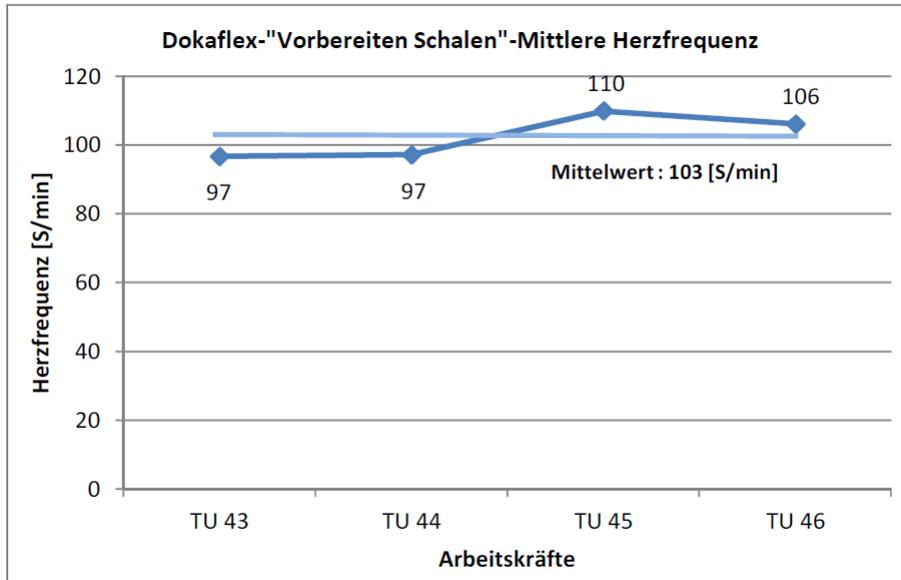


Bild 8-18: Dokaflex – Herzfrequenzauswertung-Mittlere Herzfrequenz der untersuchten Arbeiter der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“

8.3.2 Dokaflex – Ergebnisse der Spiroergometrien

Durch die Spiroergometrieergebnisse der Bauarbeiter können die auf der Baustelle gemessenen Herzfrequenzverläufe mit Hilfe der Herzfrequenzschwellenwerte (hier vor allem HF_{LTP1}) in Relativwerte umgerechnet werden.

Folgende absolute Werte der Spiroergometrie werden für die Umrechnung benötigt:

- Maximale Herzfrequenz (HF_{max})
- Herzfrequenz an der aeroben Grenze (HF_{LTP1})
- Herzfrequenz an der anaeroben Grenze (HF_{LTP2})

Tabelle 8-24: Dokaflex – Spiroergometriedaten der Mannschaft

| Proband Nr. | Pmax Watt | PLTP1 Watt | PLTP2 Watt | HF max S/min | HF LTP1 S/min | HF LTP2 S/min | VO2 max L/min |
|-------------|--------------|---------------|---------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| TU 41 | 200 | 50 | 134 | 184 | 124 | 151 | 3,41 |
| TU 42 | 215 | 68 | 143 | 175 | 111 | 142 | 3,40 |
| TU 43 | 200 | 70 | 142 | 179 | 118 | 145 | 3,21 |
| TU 44 | 230 | 68 | 160 | 182 | 111 | 155 | 3,59 |
| Mittelwert | 220,63 | 93,25 | 153,43 | 177,25 | 122,63 | 149,71 | 3,50 |
| SD | 14,36 | 9,38 | 10,94 | 3,92 | 6,27 | 5,85 | 0,16 |
| Median | 207,5 | 68 | 142,5 | 180,5 | 114,5 | 148 | 3,405 |
| 1.Quartil | 200 | 63,5 | 140 | 178 | 111 | 144,25 | 3,3525 |
| 2.Quartil | 218,75 | 68,5 | 147,25 | 182,5 | 119,5 | 152 | 3,455 |
| Minimum | 200 | 50 | 134 | 175 | 111 | 142 | 3,21 |
| Maximum | 230 | 70 | 160 | 184 | 124 | 155 | 3,59 |

8.3.3 Dokaflex – Beanspruchung der Tätigkeiten

In weitere Folge werden die mittels Spiroergometrie relativierten Belastungen auf die Arbeiter als Beanspruchung dargestellt. Dies erfolgt für die Tätigkeitsgruppen „Schalen“ sowie „Vorbereiten Schalen“.

8.3.3.1 Dokaflex – Beanspruchung der Tätigkeitsgruppe „Schalen“

Die nachfolgend in Bild 8-19 und 8-20 dargestellten relativierten Herzfrequenzverläufe bzw. Werte zeigen, dass die einzelnen Arbeitskräfte insgesamt sowie über den Tag verteilt während der Tätigkeiten der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ unter dem Schwellenwert zum Übergangsbereich liegen. Somit ist der Großteil der Arbeitszeit von aerobem körperlichem Zustand der Bauarbeiter geprägt und die Mannschaft liegt somit bis auf TU44 (101 %) unter ihrer Leistungsgrenze.

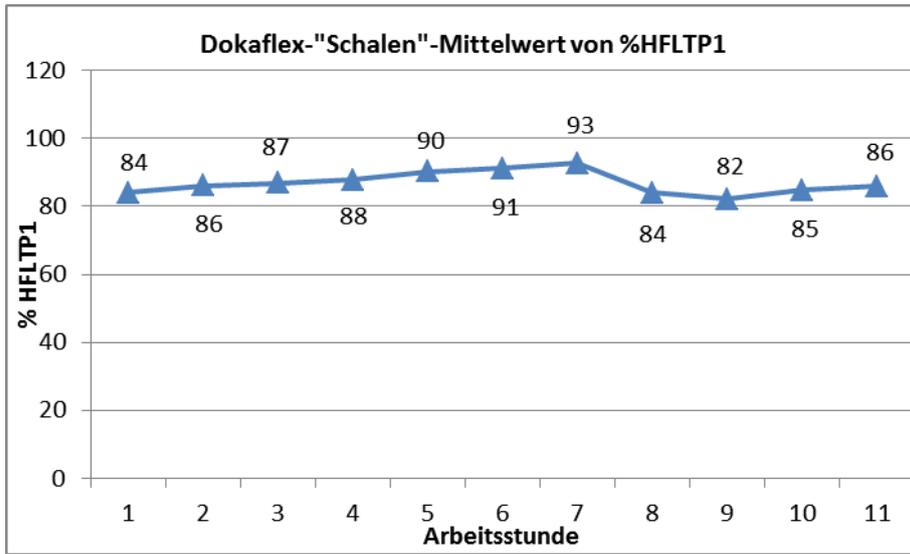


Bild 8-19: Dokaflex – Herzfrequenzauswertung-Stundenweiser Mittelwert von %HFLTP1 der Mannschaft der Tätigkeitsgruppe „Schalen“

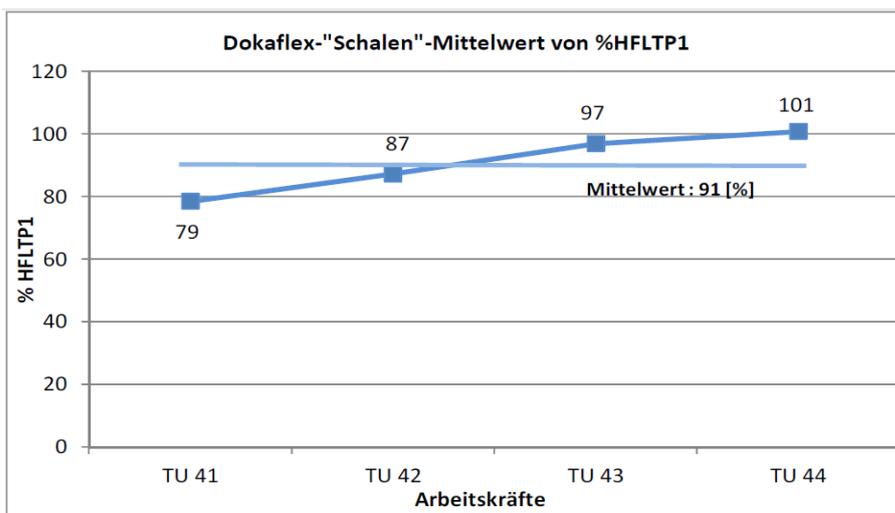


Bild 8-20: Dokaflex – Herzfrequenzauswertung-Mittelwert von %HFLTP1 der untersuchten Arbeiter der Tätigkeitsgruppe „Schalen“

8.3.3.2 Dokaflex – Beanspruchung der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“

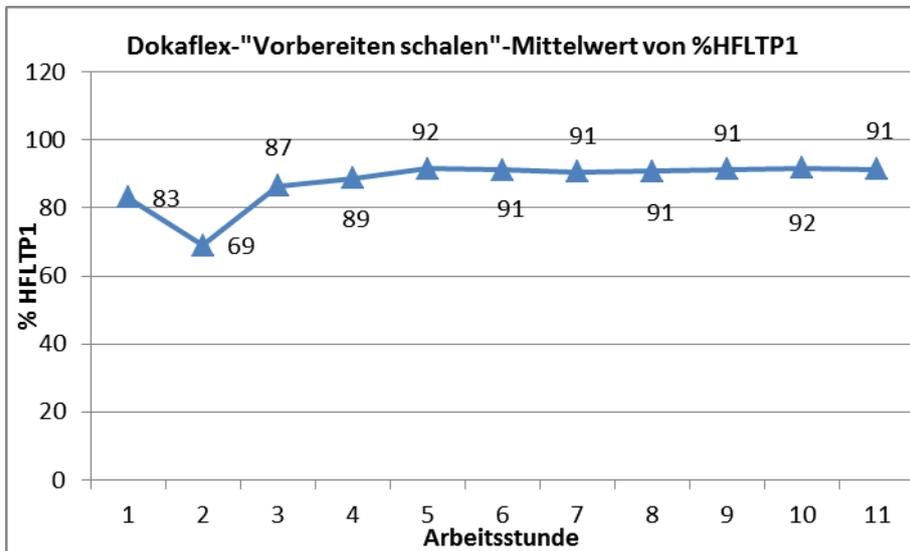


Bild 8-21: Dokaflex – Herzfrequenzauswertung-Stundenweise Mittelwert von %HFLTP1 der Mannschaft der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“

Aus Bild 8-21 geht hervor, dass ab Stunde 3 der Mittelwert der Beanspruchung der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ nahezu konstant bleibt und sich bei etwa 90 % einpendelt.

Kurz vor der Vormittagspause (Stunde 2) sinkt der Mittelwert der Beanspruchung auf unter 70 % (69 %).

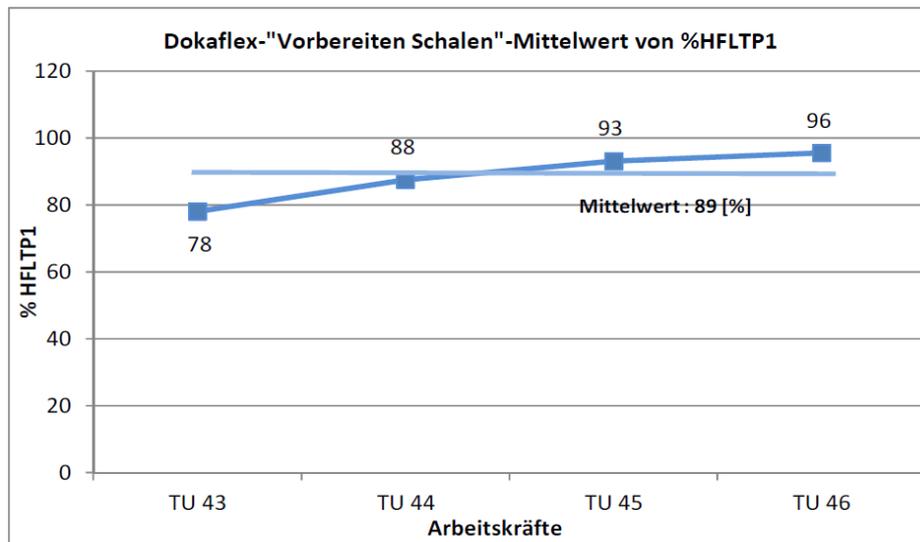


Bild 8-22: Dokaflex – Herzfrequenzauswertung-Mittelwert von %HFLTP1 der untersuchten Arbeiter der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“

TU 43 weist bei der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ mit einem mittleren Beanspruchungsgrad von 78 % den niedrigsten Wert der Mannschaft auf.

TU 46 bleibt mit einem mittleren Beanspruchungsgrad von 96 % gerade noch im aeroben Bereich.

Der Mittelwert der Beanspruchung der gesamten Mannschaft liegt bei 88 %.

8.4 Dokaflex – Ergonomische Auswertung (AK 4)

Grundlage der ergonomischen Auswertung und der Analyse des Deckenschalungssystems Dokaflex 30 tec ist die im Beobachtungszeitraum von 17.09.2012 bis 21.09.2012 erhobene und in Kapitel 7.5.1 ausgewertete Tätigkeitsverteilung sowie die im selben Zeitraum aufgenommenen Digitalen Bilderfassungen (Videos), aus denen Videosequenzen der ergonomisch relevanten Tätigkeiten generiert wurden.

An 5 Beobachtungstagen konnten somit 27 Tätigkeiten mit insgesamt 182 Videosequenzen untersucht werden. Die Untersuchungsquote, d.h. das Verhältnis zwischen ergonomisch relevanten Tätigkeiten und tatsächlich analysierten Tätigkeiten des untersuchten Schalungssystems beträgt 1/0,819. Es wurden somit 81,9 [%] der ergonomisch relevanten Tätigkeiten des Schalungssystems Dokaflex 30 tec analysiert.

Tabelle 8-25: Überblick über die erhobenen Datensätze und Grundlagen der Ergonomieauswertung

| Ergonomieauswertung | |
|--------------------------------|------------------|
| Baustelle | Gleisdorf |
| Schalungssystem | Dokaflex 30 tec |
| Beobachtungstage | 5 Tage |
| Basis: Anzahl Aufzeichnungen | 2346 Notierungen |
| Anzahl Analysemethoden | 2 |
| Anzahl untersuchte Tätigkeiten | 27 |
| Anzahl Videosequenzen | 182 |
| Untersuchungsquote | 81,94 |

8.4.1 Dokaflex – LMM (Leitmerkalmethode)

Im diesem Kapitel erfolgt die Auswertung der AK3 -Ergonomieauswertung mit Hilfe der LMM.

8.4.1.1 Dokaflex – LMM-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 1

Nachfolgend ist als Beispiel das ausgefüllte LMM-Sheet der Tätigkeit „Stütze stellen“ aus der Prozessgruppe „G1:Schalen“ dargestellt.

Die Anzahl der zu stellenden Stützen pro Tag befindet sich immer zwischen 10 [#] und 40 [#], das Gewicht der angewendeten Stütze ist je nach Ausführung immer zwischen 20 [kg] und 30 [kg], die überwiegende Haltungspositionsgruppe (HW) ist HW3 und die Ausführungsbedingungen sind immer geprägt durch gute ergonomische Bedingungen.

Daher ergibt sich sowohl beim dargestellten als auch in jedem weiteren ausgewerteten LMM-Sheet der Tätigkeit „Stütze stellen“ ein Ergonomiewert von 16 als Ergebnis.

| Leitmerkmalmethode | | | | | | |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| Tätigkeit: | Deckenstütze stellen | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Umsetzen | < 10 x | < 40 x | < 200 x | < 500 x | < 1.000 x | mehr |
| Halten | < 5 min | < 15 min | < 1 h | < 2 h | < 4 h | mehr |
| Tragen | < 300 m | < 1 km | < 4 km | < 8 km | < 16 km | mehr |
| Betreffende Spalte mit 1,2,3,4,5 oder 6 markieren | | x | | | | |
| | - | | 2- | - | - | - |
| | <p>für Männer</p> <p>1 < 10 kg 2 10 bis < 20 kg 4 20 bis < 30 kg 7 30 bis < 40 kg 25 > 40 kg</p> | | | | | |
| Betreffende Spalte mit 1,2,3,4 oder 5 markieren | | | | x | | |
| | - | - | | 4- | - | - |
| | <p>Haltungswichtung 1 (HW)</p> | | | | | |
| 1 | | | <ul style="list-style-type: none"> Oberkörper aufrecht, nicht verdreht Last körpfernah Stehen oder wenige Schritte gehen | | | |
| 2 | | | <ul style="list-style-type: none"> Oberkörper gering vorneigen oder verdrehen Last körpfernah | | | |
| 3 | | | <ul style="list-style-type: none"> Tiefes Beugen oder weites Vorneigen Oberkörper gleichzeitig gering vorneigen und verdrehen Last körperfern oder über Schulterhöhe halten | | | x |
| 4 | | | <ul style="list-style-type: none"> Oberkörper gleichzeitig weit vorneigen und verdrehen Last körperfern Eingeschränkte Haltbarkeit beim Stehen, Hocken oder Knien | | | |
| | <p>Ausführungsbedingungs-wichtung (AW)</p> | | | | | |
| 1 | 0 | Gute ergonomische Bedingungen <ul style="list-style-type: none"> Ausreichend Platz und Licht Keine Hindernisse im Arbeitsbereich Ebener, rutschfester Boden | | | | x |
| 2 | 1 | Einschränkung der Bewegungsfreiheit <ul style="list-style-type: none"> Bewegungsraum: Höhe oder Arbeitsfläche zu gering Standsicherheit: unebener, weicher Boden | | | | |
| 3 | 2 | Starke Einschränkung der Bewegungsfreiheit und / oder Instabilität des Last-Schwerpunktes | | | | |
| Ergebnis | | | | | 16 | |

Bild 8-23: Dokaflex-LMM-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 1: Ausgewertetes Sheet der Tätigkeit „Stütze stellen“

Die Ermittlung der Ausgangsergonomiewerte der anderen ergonomisch relevanten Tätigkeiten erfolgt analog zum dargestellten Beispiel „Stütze stellen“.

8.4.1.2 Dokaflex – LMM-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 2

Nachfolgend ist beispielhaft die dem mittleren LMM-Ergonomiewert der Tätigkeit „Stütze stellen“ zu Grunde liegende Videosequenzliste angeführt. Vermerkt ist jeweils die Videonummer, der Name des Videos, der Beginn und das Ende der untersuchten Videosequenz innerhalb des Videos, der mittels LMM-Sheet ermittelte Ergonomiewert sowie der in weiterer Folge benötigte mittlere Ergonomiewert.

Tabelle 8-26: Dokaflex – LMM-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 2: Beispiel- Videosequenzliste der Tätigkeit "Stütze stellen"

| G1:Stütze - Stütze stellen | | | | | |
|----------------------------|----------------------------------------------|-------|-------|----------------|--------------------------|
| Videonummer | Videoname | von | bis | Ergonomie-wert | mittlerer Ergonomie-wert |
| 1 | 18.09.Stützbein stellen 2 + Stütze stellen 3 | 00:04 | 00:16 | 16 | 16,00 |

Als Hinweis ist an dieser Stelle anzuführen, dass ein Untersuchen verschiedener Videosequenzen mithilfe der Leitmerkalmethode, wie in diesem Fall der Tätigkeit „Stütze stellen“, welche der Prozessgruppe G1:Stütze angehört, durch die sehr grobe Beurteilung der Bewegungsabläufe immer den gleichen Wert ergibt.

Darum wurde auf eine Auflistung mehrerer Videosequenzen bei der Leitmerkalmethode verzichtet.

8.4.1.3 Dokaflex – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 4

Ebene 4 der Ergonomieauswertung zeigt die LMM-Ergonomieverteilung der Prozessgruppen G1-G6 des Schalungssystems Dokaflex und deren Tätigkeiten jeweils als Gesamtwert und als absolute sowie relative Verteilung.

Anschließend wird der LMM-Ergonomiewert aller Prozessgruppen zusammen wiederum als Gesamtwert und als absolute sowie relative Verteilung dargestellt.

Dieser Wert ist als Gesamt-LMM-Ergonomieergebnis des Schalungssystems Dokaflex im Rahmen der Untersuchungen zu betrachten.

In Kapitel 11.5.4 sind neben den ergonomisch kritischen Tätigkeiten der weiteren untersuchten Systeme auch die ergonomisch kritischen Tätigkeiten des Schalungssystems Dokaflex dargestellt und analysiert.

Tabelle 8-27: Dokaflex – LMM Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Ergebnisse in Prozessgruppen

| LMM – Ergoniewerte Dokaflex Prozessgruppen G1-G6 | | | |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|
| Prozessgruppe | Gesamtwert Prozessgruppe Pkt/AT | Absolut Pkt/AT | Relativ [%] |
| G1: Stützen | | | |
| | <p>■ Stütze stellen ■ Stütze entfernen ■ Stützbein stellen ■ Absenkkopf einsetzen</p> | | |
| G2: Passflächen und Aussparungen | | | |
| | <p>■ Passflächen montieren ■ Passflächen abmontieren ■ Passflächen vorbereiten (Schneiden+Transport)</p> | | |
| G3: DRAS + Deckenanschlüsse | | | |
| | <p>■ DRAS montieren ■ DRAS abmontieren ■ DRAS Vorbereiten (Schneiden+Transport)</p> | | |
| G4: Schaltafeln | | | |
| | <p>■ Schaltafel montieren ■ Schaltafel abmontieren</p> | | |
| G5: Träger | | | |
| | <p>■ Jochträger auflegen ■ Querträger auflegen ■ Jochträger entfernen ■ Querträger entfernen</p> | | |
| G6: Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein | | | |
| | <p> ■ Stützen-Transport per Hand ■ Rahmenelement-Transport per Hand ■ Träger-Transport per Hand ■ Material/Werkzeug-Transport per Hand ■ Rahmenelement reinigen ■ Reinigungsarbeiten ■ Lagerplatzarbeiten ■ Schaltafel halten ■ Bohren ■ Messen/nivellieren ■ Material einhängen/aushängen </p> | | |

G1:Stützen

Den größten Anteil am LMM-Ergonomiewert der G1:Stützen hat die Tätigkeit „Stütze stellen“ mit 61 %. Dies liegt neben dem hohen Ausgangsergonomiewert vor allem an ihrer Häufigkeit.

G2:Passflächen + Aussparung

Der LMM-Ergonomiewert der G2:Passflächen + Aussparung setzt sich zu 64 % aus der Tätigkeit „Passfläche montieren“ und zu 36 % aus der Tätigkeit „Passflächen herstellen/vorbereiten“ zusammen.

Die Tätigkeit „Passflächen abmontieren“ fand innerhalb des Erhebungszeitraumes nicht statt.

G3:DRAS + Deckenanschlüsse

Die Verteilung innerhalb der Prozessgruppe G2 verhält sich ähnlich der Verteilung der Prozessgruppe G2.

G4:Schalttafel

Da innerhalb des Erhebungszeitraumes keine Aufzeichnung zur Tätigkeit „Schalttafel entfernen“ generiert wurden, besteht der LMM-Ergonomiewert der Prozessgruppe G4:Schalttafel zu 100 % aus der Tätigkeit „Schalttafel montieren“.

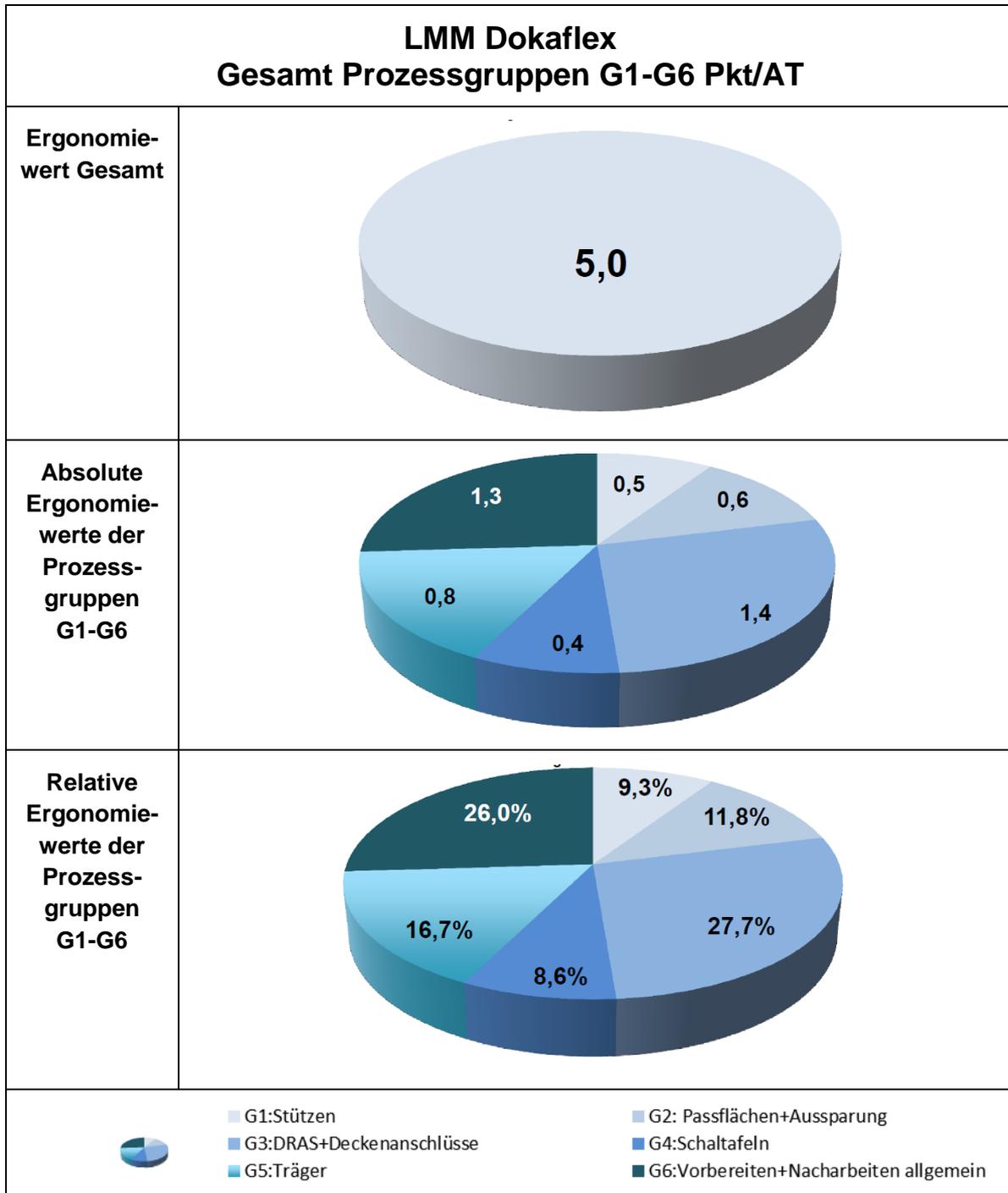
G5:Träger

Der LMM-Ergonomiewert der Prozessgruppe G5:Träger besteht zu 28,6 % aus der Tätigkeit „Jochträger auflegen“ und zu 69,8 % aus der Tätigkeit „Querträger auflegen“, obwohl der Ausgangsergonomiewert dieser beiden Tätigkeiten ähnlich hoch ist. Dies liegt daran, dass durch die größere Anzahl der zu montierenden Querträger diese Tätigkeit eine höhere Häufigkeit vorweist. Dadurch wird der gewichtete Ergonomiewert höher.

G6: Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein

Der LMM-Ergonomiewert der Prozessgruppe G6 setzt sich zum größten Teil aus Transporttätigkeiten zusammen. Weiters gehen Reinigungs- und Lagerplatzarbeiten in das Ergebnis mit ein.

Tabelle 8-28: Dokaflex – LMM Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Gesamtergebnisse



Das Gesamtergebnis aus Tabelle 8-28 zeigt, dass die Prozessgruppen G3:DRAS+Deckenanschlüsse, G5:Träger und G6:Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein den größten Anteil am LMM-Gesamtergonomiewert des Schalungssystems Dokaflex haben, welcher insgesamt 4,6 Pkt/AT beträgt.

8.4.1.4 Dokaflex – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 3

Tabelle 8-29: Dokaflex – LMM-Ergonomieauswertung-Ebene 3: Detailergebnisse dargestellt in einzelnen Tätigkeiten, Prozessgruppen und als Gesamtwert

| Leitmerkmalmethode/Dokaflex | | | | | | | |
|------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|-----|
| Gruppe | Tätigkeiten | mittlerer Ergonomiewert der Tätigkeiten | Tätigkeits-häufigkeit % | gewichteter Ergonomiewert (mittlerer Ergonomiewert x Tätigkeitshäufigkeit) | gewichteter Ergonomiewert der Gruppen | Ergonomiewert Gesamt | |
| Untersucht | G1:Stützen | Stütze stellen | 16 | 1,8% | 0,28 | 0,47 | 5,0 |
| | | Stütze entfernen | 16 | 0,1% | 0,02 | | |
| | | Stützein stellen | 12 | 1,0% | 0,12 | | |
| | | Absenkkopf einsetzen | 10 | 0,4% | 0,04 | | |
| | G2: Passflächen+ Aussparung | Passflächen montieren | 18 | 2,1% | 0,38 | 0,59 | |
| | | Passflächen abmontieren | 14 | 0,0% | 0,00 | | |
| | | Passflächen vorbereiten (Schneiden+Transport) | 8 | 2,7% | 0,21 | | |
| | G3:DRAS+ Deckenanschlüsse | DRAS montieren+Aussparung | 22 | 4,4% | 0,97 | 1,39 | |
| | | DRAS abmontieren | 22 | 0,0% | 0,00 | | |
| | | DRAS Vorbereiten (Schneiden+Transport) | 8 | 5,2% | 0,42 | | |
| | G4:Schaltafeln | Schaltafel montieren | 12 | 3,6% | 0,43 | 0,43 | |
| | | Schaltafel abmontieren | 14 | 0,0% | 0,00 | | |
| | G5:Träger | Jochträger auflegen | 12 | 2,0% | 0,24 | 0,84 | |
| | | Querträger auflegen | 12 | 4,9% | 0,58 | | |
| | | Jochträger entfernen | 12 | 0,1% | 0,01 | | |
| | | Querträger entfernen | 12 | 0,0% | 0,00 | | |
| | G6:Vorbereiten+ Nacharbeiten allgemein | Stützen-Transport per Hand | 10 | 3,3% | 0,33 | 1,30 | |
| | | Rahmenelement-Transport per Hand | 6 | 3,3% | 0,20 | | |
| | | Träger-Transport per Hand | 6 | 3,3% | 0,20 | | |
| | | Material/Werkzeug-Transport per Hand | 4 | 2,5% | 0,10 | | |
| Schaltafel reinigen | | 6 | 0,2% | 0,01 | | | |
| Reinigungsarbeiten | | 6 | 0,7% | 0,04 | | | |
| Lagerplatzarbeiten | | 12 | 2,1% | 0,25 | | | |
| Schaltafel halten | | 12 | 0,7% | 0,08 | | | |
| Bohren | | 4 | 0,0% | 0,00 | | | |
| Messen/nivellieren | | 0 | 6,0% | 0,00 | | | |
| Material einhängen/aushängen | 6 | 1,4% | 0,09 | | | | |
| Nicht untersucht | G7:Betonieren | Betonieren | | 0,0% | 0 | | |
| | | Vorbereiten Betonieren | | 6,2% | | | |
| | G8:Bewehren | Bewehren | | 0,0% | 0 | | |
| | | Vorbereiten Bewehren | | 0,0% | | | |
| | Zusätzliche Tätigkeit | Nicht relevant für ergonomische Untersuchung | | 10,1% | 0 | | |
| | Ablauf+Störungsbedingt | Ablauf+Störungsbedingt | | 1,22% | 0 | | |
| | Selbst gewählte Pause | Selbst gewählte Pause | | 1,55% | 0 | | |
| | Vorgegebene Pause | Vorgegebene Pause | | 12,62% | 0 | | |
| | n.e. | n.e. | | 0,11% | 0 | | |
| | bewegungstechnisch nicht eindeutig definierbar | Material vorbereiten | | 0,00% | 0 | | |
| | | Vorbereitende Tätigkeiten allgemein | | 0,11% | | | |
| | | Schalung reparieren | | 1,44% | | | |
| | | Fugenband | | 2,82% | | | |
| Balkonanschlussbewehrung | | | 0,50% | | | | |
| Vorbereiten schalen | | | 3,90% | | | | |
| Arbeitsbühne | | | 2,00% | | | | |
| Ergonomisch nicht relevant | Anweisung geben | | 1,00% | 0 | | | |
| | Schalöl auftragen | | 0,20% | | | | |
| | Plan lesen | | 1,30% | | | | |
| | Planbesprechung | | 3,10% | | | | |
| | Auf Anweisung warten | | 0,00% | | | | |
| | Auf Kran warten | | 0,00% | | | | |
| Gesamt | | | 100,00% | | | | |
| Relevant | | | 62,63% | | | | |
| Untersucht | | | 51,86% | | | | |
| Untersuchungsquote | | | 82,80% | | | | |



Die abgebildete Tabelle zeigt in dunklerer Schrift die für die Ergonomieanalyse zur Untersuchung herangezogenen Tätigkeiten der einzelnen Tätigkeitsgruppen. In hellerer Schrift sind einerseits jene Tätigkeiten aufgelistet, welche entweder keine ergonomische Relevanz aufweisen, ergonomisch nicht untersuchbar sind (aufgrund von ständig variierenden tätigkeitsinternen Bewegungsabläufen und Abläufen, welche keiner eindeutigen Haltungsgruppe zuzuordnen sind) oder aber aus den erhobenen Untersuchungsdaten nicht hervorgegangen sind, und andererseits die Unterbrechungszeiten abgebildet.

Die Untersuchungsquote der relevanten erhobenen Tätigkeiten des Schalungssystems Dokaflex beträgt ca. 83 % und liegt somit über den für eine aussagekräftige Analyse angestrebten 80 %.

Der mittlere Ergonomiewert jeder Tätigkeit wird mit ihrer Häufigkeit multipliziert um so einen gewichteten Wert zu bekommen. Wenn eine Tätigkeit zwar einen sehr hohen Ergonomiewert hat, jedoch nur eine geringe Häufigkeit aufweist, dann fällt auch der gewichtete Ergonomiewert deutlich niedriger aus als der absolute Wert.

Umgekehrt verhält sich dies auch mit einem niedrigen Ergonomiewert und einer großen Häufigkeit einer Tätigkeit.

Im Weiteren werden der gewichtete Ergonomiewert jeder Gruppe sowie der gesamte gewichtete Ergonomiewert des Schalungssystems in absoluter und relativer Form dargestellt. Hierbei kann man erkennen, welche Gruppen ergonomisch belastend für den Arbeiter sind und welche Tätigkeit dieser Gruppe im Speziellen den hohen Wert auslöst.

Damit hat man die Möglichkeit, an der richtigen Stelle ergonomische Optimierungen zu treffen, um den Gesamtwert des Systems zu verbessern und somit langfristig bessere und gesündere Arbeitsbedingungen auf der Baustelle zu schaffen.

8.4.1.5 Dokaflex – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 0

Tabelle 8-30: Dokaflex – LMM-Ergonomieauswertung-Ebene 0: Ergebnisse dargestellt in Tätigkeitsgruppen

| Leitmerkmalmethode | | | |
|-----------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|
| Tätigkeits-kategorie | Tätigkeits-Unterkategorie | Tätigkeitsgruppe | Durchschnittlicher Ergonomiewert |
| Tätigkeit | Haupttätigkeit | | 2,9 |
| | | Schalen | 2,9 |
| | Nebentätigkeit | | 2,1 |
| | | Vorbereiten Schalen | 2,1 |
| | Zusätzliche Tätigkeit | | 0 |
| | Für ergonomische Untersuchung nicht relevant | | 0 |
| Unterbrechung | Ablaufbedingte Unterbrechung | | 0 |
| | Störungsbedingte Unterbrechung | | |
| | Erholungsbedingte Unterbrechung | | |
| | | Vorgegebene Pause | |
| | | Eigene Pause | |
| | Persönlich bedingte Unterbrechung | | |
| | | | |

Tabelle 8-30 liefert eine Übersicht über die LMM-Ergonomiewertverteilung der Tätigkeitsgruppen „Schalen“ und „Vorbereiten Schalen“ des Schalungssystems Dokaflex.

Da die Haupttätigkeiten und somit die Tätigkeitsgruppe „Schalen“ von Montage- und Demontagetätigkeiten geprägt sind, fällt der LMM-Ergonomiewert mit 2,9 im Vergleich zu den Nebentätigkeiten, d.h. der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“, welche durch Transport und Reinigung bzw. durch Vorbereiten der Schalungsbestandteile geprägt sind, mit 2,1 wesentlich höher aus.

Der LMM-Gesamtergonomiewert beträgt 5,0 und befindet sich somit unter dem maximal erwünschten Wert von 25.

Dieser Wert, wie auch die anderen LMM-Ergonomieergebniswerte, ist jedoch für die Schalungstechnik nicht besonders aussagekräftig.

8.4.2 Dokaflex – AAWS-Formworks

Im Kapitel 8.4.2 erfolgt die Auswertung der AK3-Ergonomieauswertung mithilfe der AAWS-F-Methode.

8.4.2.1 Dokaflex – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 1

Nachfolgend ist als Beispiel das ausgefüllte AAWS-F-Sheet der Tätigkeit „Stütze stellen“ aus der Prozessgruppe „G1:Schalen“ dargestellt. Die Videosequenz, welche die Grundlage für den vorliegenden AAWS-F-Bogen bildet, dauert insgesamt 19 Sekunden.

Haltungsteil A:

Von den 19 Sekunden entfallen 5 Sekunden auf die Haltungsposition „aufrecht, Arme auf/über Schulterhöhe“ und 14 Sekunden auf die Haltungsposition „aufrecht, Arme über Kopfhöhe“. Bei Letzterer wurde zwar weder eine Rumpfneigung noch ein Rumpfdrehung, jedoch eine Reichweite der Arme von 70 % des maximal möglichen Wertes (ausgestreckte Arme) festgestellt.

Daraus ergibt sich ein Ergonomiewert von 137,3 für den Haltungsteil A.

Kräfteteil B:

Im Kräfteteil B wurde in ca. 40 % der Zeit eine Gelenkdrehung von ca. 40 % im Vergleich zur maximal möglichen Verdrehung festgestellt. Daraus ergibt sich ein Ergonomiewert von 3,5 für den Kräfteteil B.

Lastenteil C:

Das Gewicht der Stütze beträgt 20,7 [kg], die repräsentative Haltungsgruppe ist die Haltungsgruppe 2 und es finden bei der Tätigkeit „Stütze stellen“ Umsetzungsvorgänge in der Größenordnung von 40 mal statt.

Daraus ergibt sich ein Ergonomiewert von 9,1 für den Lastenteil C.

Ergebnis:

Durch Addition der Ergonomiewerte der Teile A, B und C ergibt sich beim dargestellten ausgewerteten AAWS-F-Sheet der Tätigkeit „Stütze stellen“ ein Ergonomiewert von 149,8 als Ergebnis.

Automotive Assemly Work Sheet for Formworks

Tätigkeitsbezeichnung: Deckenstütze stellen_1

Videoname : Gleisdorf - 17.9 - Teil 2 - 00175.MTS **Zeit:** 01:40 - 01:59

A HALTUNG

Gesamtdauer der Tätigkeit in [Sec] **19** Achtung: Summe der einzelnen Haltungsdauern bei jedem Teil (Haltung, Kraft, Lasten) max. Tgesamt!

| Stehen | Zeltdauern für statische oder hochfrequente Rumpf- / Armhaltungen / -bewegungen [%; sec/min, min/8h] 5 ... 10 ... 20 ... 30 ... 67 ... >67 3 ... 6 ... 12 ... 20 ... 40 ... >40 25 ... 50 ... 100 ... 160 ... 320 ... >320 | Rumpfdrehung ¹⁾ | | | Rumpfneigung ¹⁾ | | | Haltung Reichweite (Rw) ²⁾ | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------|--------------|----------------------------|------|--------------|---------------------------------------|------|--------------|---|----|-----|---|----|---|-----|-----------------|
| | | Dauer | Höhe | Dauer x Höhe | Dauer | Höhe | Dauer x Höhe | Dauer | Höhe | Dauer x Höhe | | | | | | | | |
| 1 | aufrecht leicht vorgebeugt leicht zurückgeneigt | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | nach vorn gebeugt (20-90°) abs. mit geeigneter Abstützung | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | stark nach vorn gebeugt >80° abs. mit geeigneter Abstützung | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | aufrecht Arm auf / über Schulterhöhe | 5 | 26,3% | 28,85 | 0% | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28,84615 |
| 5 | aufrecht Arm über Kopfhöhe | 14 | 73,7% | 100,00 | 0% | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 14 | 74% | 2 | 70 | 5 | 8,5 | 108,5 |
| 6 | aufrecht oder leicht vorgebeugt oder leicht zurückgeneigt | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | gebogen | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | aufrecht Arm auf / über Schulterhöhe | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | aufrecht Arm über Kopfhöhe | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | aufrecht | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | gebogen | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | auf / über Schulterhöhe | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | auf Rücken / Brust oder Seite, Arm über Kopf | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Summe Haltungsteil | | | | | | | | | | | | | | | | | | 137,3462 |

B KRÄFTE

| Kräfte / zusätzliche Bel. | Zeit [s von Gesamtzeit] Anzahl [n] (Relation ca: max.) | Stellung/Belastung/ Kraftniveau/ Intensität (Relation ca: max.) | Kraftpunkte |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------|
| 14 Gelenkstellung (besonders Handgelenk) | 40 | 4,4 | 3,5 |
| 15 Fingerkräfte (z.B. Clipse, Stecker) | 0,0 | | 0,0 |
| 16 Arm-, Ganzkörperkräfte (keine Lasten) | 0,0 | | 0,0 |
| 17 Schwingungen, Ruckschlagkräfte, Impulse | 0,0 | gering | 0 |
| <i>Hier wirken die Kräfte der schwingenden Krangabel auf die Arbeiter!!!</i> | | | |
| Summe Kräfte teil | | | 3,5 |

C LASTEN

Lasten 17,4 2,48

Körperhaltung, Position der Last (repräsentative Haltung wählen)

Häufigkeit oder Dauer der Lastenhandhabung [Anzahl / Schicht], Haltezeit (min)

| Anzahl | Umsetzvorgänge / Schieben & Ziehen <5m | 5 mal | 25 mal | 120 mal | 350 mal |
|--------------------------------------|----------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| Zeit (Haltezeit unter Last) | 2,5 min | 10 min | 37 min | 90 min | |
| Weg (Tragen, Ziehen & Schieben > 5m) | 300 m | 650 m | 2.300 m | 5 km | |

| | |
|----|-----|
| 40 | 2,0 |
| | 0,0 |
| | 0,0 |

Summe Lastenteil 9,0

Ergonomiepunkte gesamt 149,8

Bild 8-24: Dokaflex – AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 1: Beispiel-Sheet der Tätigkeit „Stütze stellen“

8.4.2.2 Dokaflex – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 2

Tabelle 8-31: Dokaflex – AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 2:
Beispiel-Videosequenzliste der Tätigkeit „Stütze stellen“

| Stütze stellen | | | | | |
|----------------|---------------------------------------|-------|-------|---------------|-------------------------|
| Videonummer | Videoname | von | bis | Ergonomiewert | mittlerer Ergonomiewert |
| 1 | Gleisdorf - 17.9 - Teil 2 - 00175.MTS | 01:40 | 01:59 | 149,8 | 146,84 |
| 2 | Gleisdorf - 17.9 - Teil 2 - 00175.MTS | 02:08 | 02:26 | 150,9 | |
| 3 | Gleisdorf - 17.9 - Teil 2 - 00175.MTS | 02:30 | 02:53 | 149,6 | |
| 4 | Gleisdorf - 17.9 - Teil 2 - 00176.MTS | 01:23 | 01:39 | 155,6 | |
| 5 | Gleisdorf - 17.9 - Teil 2 - 00179.MTS | 02:09 | 02:27 | 150,9 | |
| 7 | Gleisdorf - 17.9 - Teil 4 - 00161.MTS | 06:38 | 06:54 | 142,5 | |
| 8 | Gleisdorf - 17.9 - Teil 4 - 00161.MTS | 06:58 | 07:10 | 143,3 | |
| 10 | Gleisdorf - 17.9 - Teil 4 - 00162.MTS | 00:00 | 00:11 | 155,1 | |
| 11 | Gleisdorf - 17.9 - Teil 4 - 00162.MTS | 00:15 | 00:29 | 151,5 | |
| 12 | Gleisdorf - 17.9 - Teil 4 - 00162.MTS | 16:38 | 17:09 | 140,9 | |
| 13 | Gleisdorf - 17.9 - Teil 4 - 00162.MTS | 17:20 | 17:50 | 128,5 | |
| 14 | Gleisdorf - 17.9 - Teil 4 - 00162.MTS | 17:57 | 18:29 | 144,5 | |
| 15 | Gleisdorf - 17.9 - Teil 4 - 00162.MTS | 18:42 | 19:06 | 145,8 | |

Nachfolgend ist beispielhaft die dem mittleren AAWS-F-Ergonomiewert der Tätigkeit „Stütze stellen“ zu Grunde liegende Videosequenzliste angeführt. Vermerkt ist jeweils die Videonummer, der Name des Videos, der Beginn und das Ende der untersuchten Videosequenz innerhalb des Videos, der mittels LMM-Sheet ermittelte Ergonomiewert sowie der in weiterer Folge benötigte mittlere Ergonomiewert.

Dieser fällt für die Tätigkeit „Stütze stellen“ sehr hoch aus, weshalb diese auch zu den ergonomisch kritischen Tätigkeiten aus Kapitel 11.5.4 zählt.

8.4.2.3 Dokaflex – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 4

Ebene 4 der Ergonomieauswertung zeigt die LMM-Ergonomieverteilung der Prozessgruppen G1-G6 des Schalungssystems Dokaflex und deren Tätigkeiten jeweils als Gesamtwert und als absolute sowie relative Verteilung.

Anschließend wird der LMM-Ergonomiewert aller Prozessgruppen zusammen wiederum als Gesamtwert und als absolute sowie relative Verteilung dargestellt. Dieser Wert ist als Gesamt-LMM-Ergonomieergebnis des Schalungssystems Dokaflex im Rahmen der Untersuchungen zu betrachten.

Die in Ebene 4 dargestellten Ergonomiewerte verstehen sich immer als gewichtete Ergonomieergebnisse, d.h., dass hier der mittels Ergonomieanalysemethoden und Videosequenzen ermittelte mittlere Ergonomiewert einer Tätigkeit mit ihrer Häufigkeit multipliziert wird.

Bsp.: Eine Tätigkeit, welche zwar ergonomisch ungünstig ist, jedoch nur sehr selten vorkommt, hat insgesamt einen geringeren Anteil am Gesamtergonomieergebnis.

In Kapitel 11.5.4 sind neben den ergonomisch kritischen Tätigkeiten der weiteren untersuchten Systeme auch die ergonomisch kritischen Tätigkeiten des Schalungssystems Dokaflex dargestellt und analysiert.

Tabelle 8-32: Dokaflex – AAWS-F- Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Ergebnisse in Prozessgruppen G1-G4

| AAWS-F – Ergonomiewerte Dokaflex Prozessgruppen G1-G4 | | | |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------|
| Prozess- gruppe | Gesamtwert Pro- zessgruppe Pkt/AT | Absolute Vertei- lung Pkt/AT | Relativ [%] |
| G1: Stützen | | | |
| | | | |
| G2: Passflächen und Aussparungen | | | |
| | | | |
| G3: DRAS + Deckenanschlüsse | | | |
| | | | |
| G4: Schaltafeln | | | |
| | | | |

G1:Stützen

Den größten Anteil am AAWS-F-Ergonomiewert der G1:Stützen hat die Tätigkeit „Stütze stellen“. Dies liegt neben dem hohen Ausgangsergonomiewert vor allem an ihrer Häufigkeit.

G2:Passflächen + Aussparung

Der AAWS-F-Ergonomiewert der G2:Passflächen + Aussparung setzt sich zu 62,5 % aus der Tätigkeit „Passfläche montieren“ und zu 37,5 % aus der Tätigkeit „Passflächen herstellen/vorbereiten“ zusammen.

Die Tätigkeit „Passflächen abmontieren“ fand innerhalb des Erhebungszeitraumes nicht statt.

G3:DRAS + Deckenanschlüsse

Die Verteilung innerhalb der Prozessgruppe G3 verhält sich ähnlich der Verteilung der Prozessgruppe G2.

G4:Schalttafel

Da innerhalb des Erhebungszeitraumes keine Aufzeichnung zur Tätigkeit „Schalttafel entfernen“ generiert wurden, besteht der AAWS-F-Ergonomiewert der Prozessgruppe G4:Schalttafel zu 100 % aus der Tätigkeit „Schalttafel montieren“.

Tabelle 8-33: Dokaflex – AAWS-F- Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Ergebnisse in Prozessgruppen G5-G6

| AAWS-F – Ergonomiewerte Dokaflex Prozessgruppen G5-G6 | | | |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prozessgruppe | Gesamtwert Prozessgruppe Pkt/AT | Absolut Pkt/AT | Relativ [%] |
| G5: Träger | 5,2 | | |
| | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ Jochträger auflegen ■ Querträger auflegen ■ Jochträger entfernen ■ Querträger entfernen | <ul style="list-style-type: none"> ■ Stützen-Transport per Hand ■ Material/Werkzeug-Transport per Hand ■ Lagerplatzarbeiten ■ Messen/nivellieren ■ Rahmenelement-Transport per Hand ■ Rahmenelement reinigen ■ Schalttafel halten ■ Material einhängen/aushängen | <ul style="list-style-type: none"> ■ Träger-Transport per Hand ■ Reinigungsarbeiten ■ Bohren |

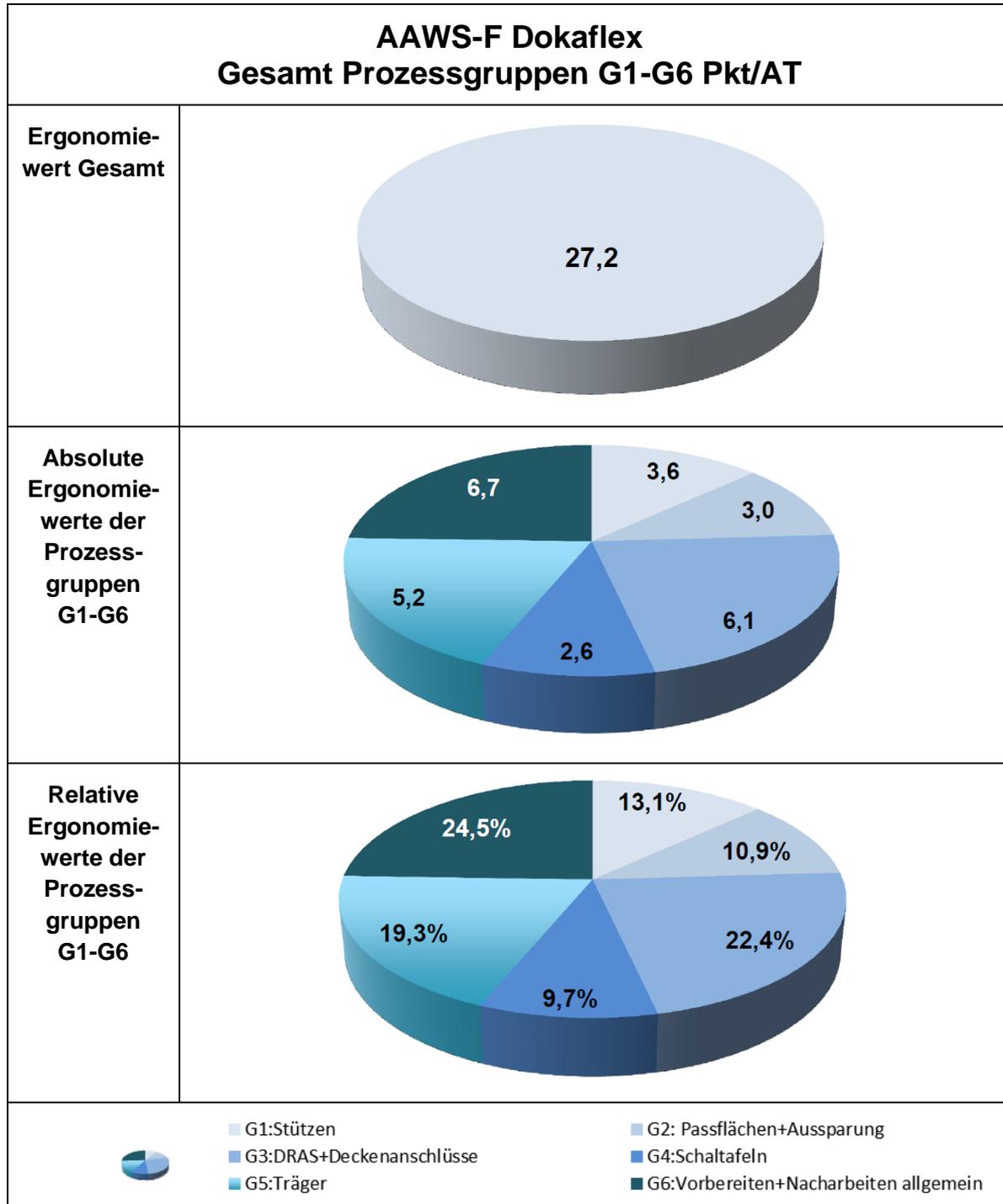
G5:Träger

Der AAWS-F-Ergonomiewert der Prozessgruppe G5:Träger besteht zu 29,4 % aus der Tätigkeit „Jochträger auflegen“ und zu 68,9 % aus der Tätigkeit „Querträger auflegen“, obwohl der Ausgangsergonomiewert dieser beiden Tätigkeiten ähnlich hoch ist. Dies liegt daran, dass durch die größere Anzahl der zu montierenden Querträger diese Tätigkeit eine höhere Häufigkeit vorweist. Dadurch wird der gewichtete Ergonomiewert höher.

G6:Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein

Der AAWS-F-Ergonomiewert der Prozessgruppe G6 setzt sich zum größten Teil aus Transporttätigkeiten zusammen. Weiters gehen Reinigungs- und Lagerplatzarbeiten in das Ergebnis mit ein.

Tabelle 8-34: Dokaflex – AAWS-Formworks Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Gesamtergebnisse



Das Gesamtergebnis aus Tabelle 8-34 zeigt, dass die Prozessgruppen G3:DRAS+Deckenanschlüsse, G5:Träger und G6:Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein den größten Anteil am AAWS-F-Gesamtergonomiewert des Schalungsystems Dokaflex haben, welcher insgesamt 24,3 beträgt.

8.4.2.4 Dokaflex – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 3

Tabelle 8-35: Dokaflex – AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ebene 3: Detailergebnisse dargestellt in einzelnen Tätigkeiten, Prozessgruppen und als Gesamtwert

| AAWS-Formworks/Dokaflex | | | | | | | |
|----------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|------|
| Gruppe | Tätigkeiten | mittlerer Ergonomiewert der Tätigkeiten | Tätigkeits-häufigkeit % | gewichteter Ergonomiewert (mittlerer Ergonomiewert x Tätigkeitshäufigkeit) | gewichteter Ergonomiewert der Gruppen | Ergonomiewert Gesamt | |
| Untersucht | G1:Stützen | Stütze stellen | 147 | 1,8% | 2,60 | 3,57 | 27,2 |
| | | Stütze entfernen | 80 | 0,1% | 0,09 | | |
| | | Stützbein stellen | 41 | 1,0% | 0,41 | | |
| | | Absenkkopf einsetzen | 108 | 0,4% | 0,48 | | |
| | G2: Passflächen+ Aussparung | Passflächen montieren | 88 | 2,1% | 1,85 | 2,97 | |
| | | Passflächen abmontieren | 111 | 0,0% | 0,00 | | |
| | | Passflächen vorbereiten (Schneiden+Transport) | 42 | 2,7% | 1,12 | | |
| | G3:DRAS+ Deckenanschlüsse | DRAS montieren+Aussparung | 88 | 4,4% | 3,91 | 6,10 | |
| | | DRAS abmontieren | 111 | 0,0% | 0,00 | | |
| | | DRAS Vorbereiten (Schneiden+Transport) | 42 | 5,2% | 2,18 | | |
| | G4:Schalttafeln | Schalttafel montieren | 73 | 3,6% | 2,64 | 2,64 | |
| | | Schalttafel abmontieren | 111 | 0,0% | 0,00 | | |
| | G5:Träger | Jochträger auflegen | 76 | 2,0% | 1,51 | 5,25 | |
| | | Querträger auflegen | 75 | 4,9% | 3,64 | | |
| | | Jochträger entfernen | 80 | 0,1% | 0,09 | | |
| | | Querträger entfernen | 80 | 0,0% | 0,00 | | |
| | G6:Vorbereiten+ Nacharbeiten allgemein | Stützen-Transport per Hand | 53 | 3,3% | 1,76 | 6,66 | |
| | | Rahmenelement-Transport per Hand | 32 | 3,3% | 1,07 | | |
| | | Träger-Transport per Hand | 31 | 3,3% | 1,04 | | |
| | | Material/Werkzeug-Transport per Hand | 8 | 2,5% | 0,20 | | |
| Schalttafel reinigen | | 18 | 0,2% | 0,04 | | | |
| Reinigungsarbeiten | | 36 | 0,7% | 0,24 | | | |
| Lagerplatzarbeiten | | 36 | 2,1% | 0,76 | | | |
| Schalttafel halten | | 82 | 0,7% | 0,54 | | | |
| Bohren | | 18 | 0,0% | 0,00 | | | |
| Messen/nivellieren | | 9 | 6,0% | 0,54 | | | |
| | Material einhängen/aushängen | 32 | 1,4% | 0,45 | | | |
| Nicht untersucht | G7:Betonnieren | Betonnieren | | 0,0% | 0 | | |
| | | Vorbereiten Betonnieren | | 6,2% | | | |
| | G8:Bewehren | Bewehren | | 0,0% | 0 | | |
| | | Vorbereiten Bewehren | | 0,0% | | | |
| | Zusätzliche Tätigkeit | Nicht relevant für ergonomische Untersuchung | | 10,1% | 0 | | |
| | Ablauf+Störungsbedingt | Ablauf+Störungsbedingt | | 1,22% | 0 | | |
| | Selbst gewählte Pause | Selbst gewählte Pause | | 1,55% | 0 | | |
| | Vorgegebene Pause | Vorgegebene Pause | | 12,62% | 0 | | |
| | n.e. | n.e. | | 0,11% | 0 | | |
| | bewegungstechnisch nicht eindeutig definierbar | Material vorbereiten | | 0,00% | 0 | | |
| | | Vorbereitende Tätigkeiten allgemein | | 0,11% | | | |
| | | Schalung reparieren | | 1,44% | | | |
| | | Fugenband | | 2,82% | | | |
| | | Balkonanschlussbewehrung | | 0,50% | | | |
| Vorbereiten schalen | | | 3,90% | | | | |
| Arbeitsbühne | | | 2,00% | | | | |
| Ergonomisch nicht relevant | Anweisung geben | | 1,00% | 0 | | | |
| | Schalöl auftragen | | 0,20% | | | | |
| | Plan lesen | | 1,30% | | | | |
| | Planbesprechung | | 3,10% | | | | |
| | Auf Anweisung warten | | 0,00% | | | | |
| | Auf Kran warten | | 0,00% | | | | |
| Gesamt | | | 100,00% | | | | |
| Relevant | | | 62,63% | | | | |
| Untersucht | | | 51,86% | | | | |
| Untersuchungsquote | | | 82,80% | | | | |

Die abgebildete Tabelle zeigt in dunklerer Schrift die für die Ergonomieanalyse zur Untersuchung herangezogenen Tätigkeiten der einzelnen Tätigkeitsgruppen. In hellerer Schrift sind einerseits jene Tätigkeiten aufgelistet, welche entweder keine ergonomische Relevanz aufweisen, ergonomisch nicht untersuchbar sind (aufgrund von ständig variierenden tätigkeitsinternen Bewegungsabläufen und Abläufen, welche keiner eindeutigen Handlungsgruppe zuzuordnen sind) oder aber aus den erhobenen Untersuchungsdaten nicht hervorgegangen sind sowie andererseits die Unterbrechungszeiten abgebildet.

Die Untersuchungsquote der relevanten erhobenen Tätigkeiten des Schalungssystems Dokaflex beträgt ca. 83 % und liegt somit über der für eine aussagekräftige Analyse angestrebten 80 %.

Der mittlere Ergonomiewert jeder Tätigkeit wird mit ihrer Häufigkeit multipliziert, um so einen gewichteten Wert zu bekommen. Wenn eine Tätigkeit zwar einen sehr hohen Ergonomiewert hat, jedoch nur eine geringe Häufigkeit vorweist, dann fällt auch der gewichtete Ergonomiewert deutlich niedriger aus als der absolute Wert.

Umgekehrt verhält sich dies auch mit einem niedrigen Ergonomiewert und einer großen Häufigkeit einer Tätigkeit.

Im Weiteren werden der gewichtete Ergonomiewert jeder Gruppe sowie der gesamte gewichtete Ergonomiewert des Schalungssystems in absoluter und relativer Form dargestellt.

Hierbei kann man erkennen, welche Gruppe ergonomisch belastend für den Arbeiter ist und im spezielleren, welche Tätigkeit dieser Gruppe den hohen Wert auslöst.

Damit hat man die Möglichkeit, an der richtigen Stelle ergonomische Optimierungen zu treffen, um den Gesamtwert des Systems zu verbessern und somit langfristig bessere und gesündere Arbeitsbedingungen auf der Baustelle zu schaffen.

8.4.2.5 Dokaflex-AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 0

Tabelle 8-36: Dokaflex – AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ebene 0: Ergebnisse dargestellt in Tätigkeitsgruppen

| AAWS-Formworks | | | |
|----------------------|----------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------|
| Tätigkeits-kategorie | Tätigkeits-Unterkategorie | Tätigkeitsgruppe | Durchschnittlicher Ergonomiewert [Pkt/AT] |
| Tätigkeit | Haupttätigkeit | | 16,2 |
| | | Schalen | 16,2 |
| | Nebentätigkeit | | 10,9 |
| | | Vorbereiten Schalen | 10,9 |
| | Zusätzliche Tätigkeit | | 0 |
| | Für ergonomische Untersuchung nicht relevant | | 0 |
| Unterbrechung | Ablaufbedingte Unterbrechung | | 0 |
| | Störungsbedingte Unterbrechung | | |
| | Erholungsbedingte Unterbrechung | | |
| | | Vorgegebene Pause | |
| | | Eigene Pause | |
| | Persönlich bedingte Unterbrechung | | |
| | | | |

Tabelle 8-36 bietet einen Überblick über die AAWS-F-Ergonomiewertverteilung der Tätigkeitsgruppen „Schalen“ und „Vorbereiten Schalen“ des Schalungssystems Dokaflex.

Da die Haupttätigkeiten und somit die Tätigkeitsgruppe „Schalen“ von Montage- und Demontagetätigkeiten geprägt sind, fällt der AAWS-F-Ergonomiewert mit 16,2 Pkt/AT im Vergleich zum Wert der Nebentätigkeiten (10,9 Pkt/AT), d.h. der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“, welche durch Transport und Reinigung bzw. Vorbereiten der Schalungsbestandteile geprägt sind, wesentlich höher aus.

Der AAWS-F-Gesamtergonomiewert beträgt 27,2 Pkt/AT und befindet sich somit im Bereich des maximal erwünschten Wertes von 25. Dies darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass es sich hierbei um einen Mittelwert handelt und einzelne Tätigkeiten, wie in Kapitel 11.5.4 dargestellt, wesentlich höhere Ergonomiewerte aufweisen.

9 Datenauswertung Dokamatic

In diesem Kapitel erfolgt die Datenauswertung des Schalungssystem Dokamatic in den 4 Auswertungsklassen.

9.1.1 Dokamatic – Tätigkeitsverteilung (AK 1)

Grundlage der Tätigkeitsauswertung des Schalungssystems Dokamatic auf der Baustelle in Salzburg sind 2606 einzelne Vorgänge an 10 Beobachtungstagen.

640 dieser Vorgänge konnten vom Verfasser selbst im Erhebungszeitraum von 24.09.2012 bis 28.09.2012 erhoben werden und 1966 Vorgänge wurden von Scholler J.¹⁵⁵ im Erhebungszeitraum von 17.09.2012 bis 21.09.2012 generiert.

Tabelle 9-1: Übersicht der Datensätze über die Tätigkeitsverteilung des Schalungssystems Dokamatic

| Baustelle | Salzburg |
|-----------------------|------------------|
| Schalungssystem | Dokamatic |
| Beobachtungstage | 10 Tage |
| Anzahl Aufzeichnungen | 2606 Notierungen |

In der folgenden Tabelle sind die Häufigkeiten der Tätigkeitsgruppen inklusive deren Varianzen in Ebene 0 abgebildet (Eintrittswahrscheinlichkeit= 90 %, $t= 1,64$, p und q wie in Grundlagen beschrieben):

¹⁵⁵ Scholler, J.: Masterprojekt, unveröffentlicht

Tabelle 9-2: Dokamatic – Tätigkeitsverteilung-Ebene 0: Häufigkeit der Tätigkeitsgruppen und zugehörige Varianzen

| Tätigkeits-kategorie | Tätigkeits-Unterkategorie | Tätigkeitsgruppe | Durchschnittlicher Anteil | Varianz (t=90 %) |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------|
| Tätigkeit | | | 74,1 % | ±1,7 % |
| | Haupttätigkeit | | 18,1 % | ±3,7 % |
| | | Schalen | 18,1 % | ±3,7 % |
| | | Bewehren | 0,0 % | - |
| | | Betonieren | 0,0 % | - |
| | | Sonst. Haupttätigkeiten | 0,0 % | - |
| | Nebentätigkeit | | 54,0 % | ±1,7 % |
| | | Herrichten/Aufräumen | 7,0 % | ±4,8 % |
| | | Vorbereiten Schalen | 42,3 % | ±2 % |
| | | Vorbereiten Bewehren | 0,0 % | - |
| | | Vorbereiten Betonieren | 2,2 % | ±8,6 % |
| | | Vorbereiten Allgemein | 4,0 % | ±6,4 % |
| | | Plan le-sen/Besprechung | 3,3 % | ±7 % |
| Zusätzliche Tätigkeit | | 2,1 % | ±6,6 % | |
| Unterbrechung | | | 17,9 % | ±3,5 % |
| Ablaufbedingte Unterbrechung | | | 3,0 % | ±5,5 % |
| Störungsbedingte Unterbrechung | | | 0,0 % | - |
| Erholungsbedingte Unterbrechung | | | 14,6 % | ±1,8 % |
| | Vorgegebene Pause | 12,4 % | ±1,9 % | |
| | Eigene Pause | 2,1 % | ±4,8 % | |
| Persönlich bedingte Unterbrechung | | | 0,3 % | ±12,8 % |
| nicht erkennbar | | | 8,0 % | - |

9.1.2 Dokamatic – Stundenweise Tätigkeitsverteilung

Tabelle 9-3: Dokamatic – Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Kategorieebene relativ

| Kategorie | Arbeitsstunde | | | | | | | | | | | | Mittelwert |
|-----------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Tätigkeit | 91,6 % | 84,1 % | 34,3 % | 86,7 % | 83,6 % | 40,6 % | 94,0 % | 86,1 % | 90,6 % | 94,1 % | 83,3 % | - | 79,0 % |
| Unterbrechung | 5,8 % | 13,5 % | 64,1 % | 11,2 % | 15,6 % | 56,3 % | 2,2 % | 6,0 % | 2,5 % | 2,0 % | 11,5 % | - | 17,3 % |
| nicht erkennbar | 2,7 % | 2,4 % | 1,6 % | 2,0 % | 0,8 % | 3,1 % | 3,8 % | 8,0 % | 6,9 % | 4,0 % | 5,1 % | - | 3,7 % |
| Summe | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | - | 100,0 % |

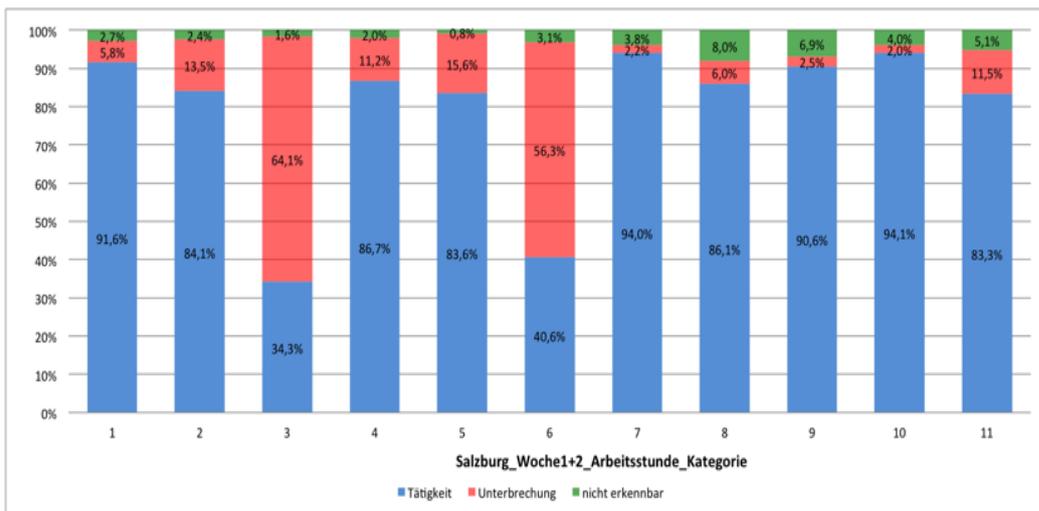


Bild 9-1: Dokamatic – Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Kategorieebene

Aus den oben angeführten Diagrammen und der Graphik ist deutlich erkennbar, dass die Unterbrechungszeiten in der 3. und 6. Stunde sprunghaft ansteigen. Dies liegt an den vom Arbeitgeber gesetzlich verordneten Pausenzeiten. Die Häufigkeit der Tätigkeiten ist in den restlichen Stunden nahezu konstant verteilt.

Tabelle 9-4: Dokamatic – Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Unterkategorieebene relativ

| Arbeitsstunde | | | | | | | | | | | | | Mittelwert |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|------------|
| Unterkategorie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Haupttätigkeit | 14,7 % | 37,7 % | 20,6 % | 37,8 % | 57,6 % | 23,2 % | 54,9 % | 34,8 % | 36,1 % | 43,6 % | 9,0 % | - | 33,6 % |
| Nebentätigkeit | 75,6 % | 44,4 % | 13,7 % | 49,0 % | 25,2 % | 16,1 % | 29,3 % | 44,3 % | 53,0 % | 50,5 % | 74,4 % | - | 43,2 % |
| zusätzliche Tätigkeit | 1,3 % | 2,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,8 % | 1,3 % | 9,8 % | 7,0 % | 1,5 % | 0,0 % | 0,0 % | - | 2,2 % |
| Ablaufbedingte Unterbrechung | 2,2 % | 2,8 % | 1,6 % | 8,8 % | 12,0 % | 0,9 % | 0,5 % | 0,5 % | 1,0 % | 0,0 % | 0,0 % | - | 2,8 % |
| Störungsbedingte Unterbrechung | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | - | 0,0 % |
| Erholungsbedingte Unterbrechung | 3,6 % | 10,7 % | 62,5 % | 1,6 % | 3,2 % | 55,4 % | 1,6 % | 3,5 % | 1,5 % | 0,5 % | 11,5 % | - | 14,1 % |
| Persönlich bedingte Unterbrechung | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,8 % | 0,4 % | 0,0 % | 0,0 % | 2,0 % | 0,0 % | 1,5 % | 0,0 % | - | 0,4 % |
| Nicht erkennbar | 2,7 % | 2,4 % | 1,6 % | 2,0 % | 0,8 % | 3,1 % | 3,8 % | 8,0 % | 6,9 % | 4,0 % | 5,1 % | - | 3,7 % |
| Summe | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | - | 100,0 % |

Die beiden oben stehenden Tabellen zeigen die stundenweise Verteilung der Tätigkeiten in Unterkategorieebene.

In weiterer Folge werden nur die Werte der Kategorie „Tätigkeit“ im Detail dargestellt.

Tabelle 9-5: Dokamatic – Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten der Kategorie „Tätigkeit“ relativ

| Arbeitsstunde | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|------------|
| Unterkategorie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Mittelwert |
| Haupttätigkeit | 16,0 % | 44,8 % | 60,0 % | 43,5 % | 68,9 % | 57,1 % | 58,4 % | 40,5 % | 39,9 % | 46,3 % | 10,8 % | | 44,2 % |
| Nebentätigkeit | 82,5 % | 52,8 % | 40,0 % | 56,5 % | 30,1 % | 39,6 % | 31,2 % | 51,4 % | 58,5 % | 53,7 % | 89,2 % | | 53,2 % |
| zusätzliche Tätigkeit | 1,5 % | 2,4 % | 0,0 % | 0,0 % | 1,0 % | 3,3 % | 10,4 % | 8,1 % | 1,6 % | 0,0 % | 0,0 % | | 2,6 % |
| Summe | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | | 100,0 % |

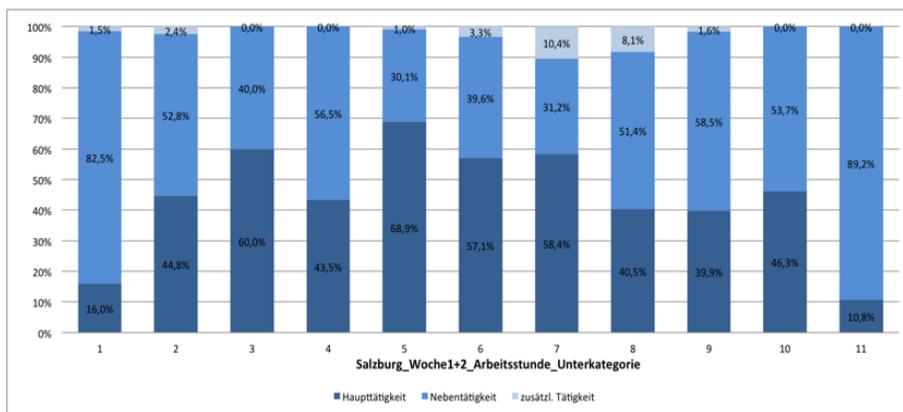


Bild 9-2: Abbildung Dokamatic – Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten der Kategorie „Tätigkeit“

Die Betrachtung der stundenweisen Tätigkeitsverteilung in Unterkategorieebene zeigt hier die Verteilung der reinen Tätigkeitszeit in HT, NT und ZT. Der Anteil der HT ist in den Stunden 3 und 5-7 am höchsten und erreicht in der 1. und 11. Stunde aufgrund des hohen Anteils der vorbereitenden Tätigkeiten bzw. Reinigungsarbeiten den geringsten Wert.

9.1.3 Dokamatic – Tätigkeitsverteilung-Gesamte Mannschaft

Nachfolgend wird die Tätigkeitsverteilung des Schalungssystems Dokamatic für die gesamte Mannschaft in den einzelnen Ebenen dargestellt.

9.1.3.1 Dokamatic – Tätigkeitsverteilung Ebene 1

Tabelle 9-6: Dokamatic – Tätigkeitsverteilung-Ebene1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Kategorieebene absolut und relativ

| Kategorie | Gesamt | Mittelwert | Gesamt relativ | Mittelwert relativ |
|-----------------|--------|------------|----------------|--------------------|
| Tätigkeit | 1931 | 1931,0 | 74,1 % | 74,1 % |
| Unterbrechung | 467 | 467,0 | 17,9 % | 17,9 % |
| nicht erkennbar | 208 | 208,0 | 8,0 % | 8,0 % |
| Summe | 2606 | 2606,0 | 100,0 % | 100,0 % |

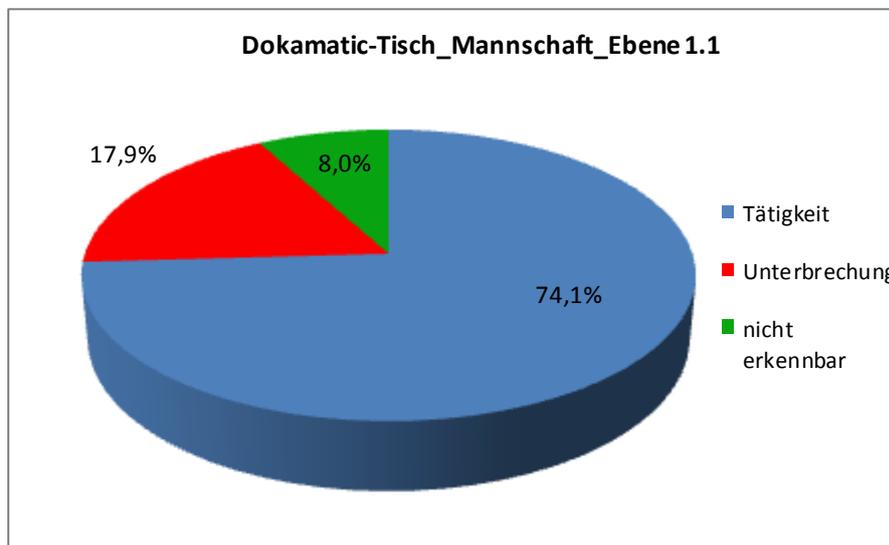


Bild 9-3: Dokamatic – Tätigkeitsverteilung-Ebene1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Kategorieebene

Aus Abbildung 9-3 ist ersichtlich, dass sich die untersuchten Bauarbeiter durchschnittlich 74,1 % ihrer Brutto-Arbeitszeit mit der Tätigkeitsausführung beschäftigten und Unterbrechungen in einer Höhe von 17,9 % gemessen werden konnten. Der Anteil der nicht erkennbaren Tätigkeitsaufzeichnungen ist mit 8,0 % tolerierbar.

In dieser Unterbrechungszeit sind unter anderem auch die vom Arbeitgeber vorgegebenen Pausenzeiten inkludiert.

Das genaue Ausmaß dieser vorgegebenen erholungsbedingten Pausen kann mit Hilfe der nachfolgenden in Ebene 2 dargestellten Diagramme in Unterkategorieebene erkannt werden.

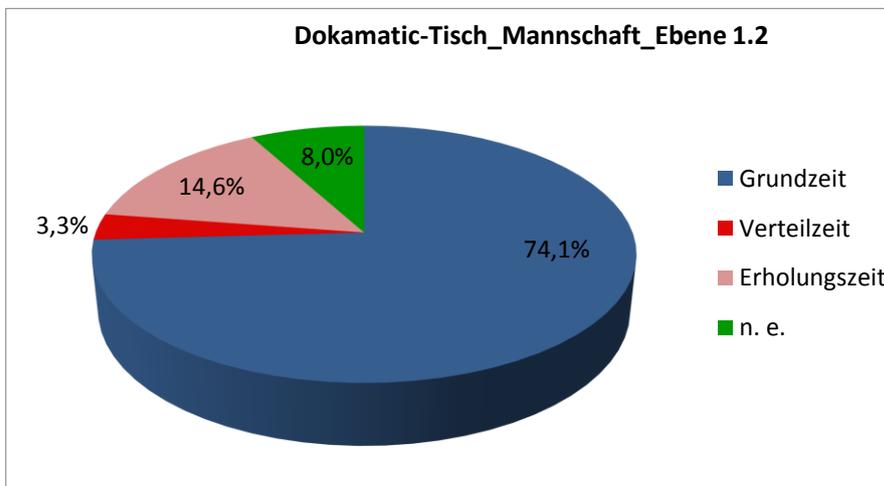


Bild 9-4: Dokamatic – Tätigkeitsverteilung-Ebene1.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Grundzeit, Verteilzeit, Erholungszeit und nicht erkennbar

Die Aufteilung der Unterbrechungszeit der gesamten Mannschaft liegt mit 5,3 % Verteilzeit sowie 14,6 % Erholungszeit vor. Die Erholungszeit ist in ihrer Höhe fixiert, d.h. hier können keine Optimierungen stattfinden.

Einen nicht zu unterschätzenden Anteil der Verteilzeit machen Wartezeiten aus, welche aus dem kranabhängigen Transport der Deckentische resultieren. Hier bestünde Einsparungspotential durch die Benützung von Doka-Hebebühnen anstatt eines Kranes, der immer wieder andere Tätigkeiten als den Transport der Deckentische durchführen muss.

Die Verteilzeit kann in den weiteren Ebenen der Tätigkeitsanalyse genauer betrachtet werden und kann eventuell Spielraum für ein höheres Ausmaß der Grundzeit bei zukünftigen Baustellen bieten.

9.1.3.2 Dokamatic – Tätigkeitsverteilung Ebene 2

Tabelle 9-7: Dokamatic – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Unterkategorieebene absolut und relativ

| Unterkategorie | Gesamt absolut | Gesamt relativ |
|-----------------------------------|----------------|----------------|
| Haupttätigkeit | 472 | 18,1 % |
| Nebentätigkeit | 1404 | 53,9 % |
| zusätzliche Tätigkeit | 55 | 2,1 % |
| Ablaufbedingte Unterbrechung | 77 | 3,0 % |
| Störungsbedingte Unterbrechung | 0 | 0,0 % |
| Erholungsbedingte Unterbrechung | 9 | 0,3 % |
| Persönlich bedingte Unterbrechung | 381 | 14,6 % |
| Nicht erkennbar | 208 | 8,0 % |
| Summe | 2606 | 100,0 % |

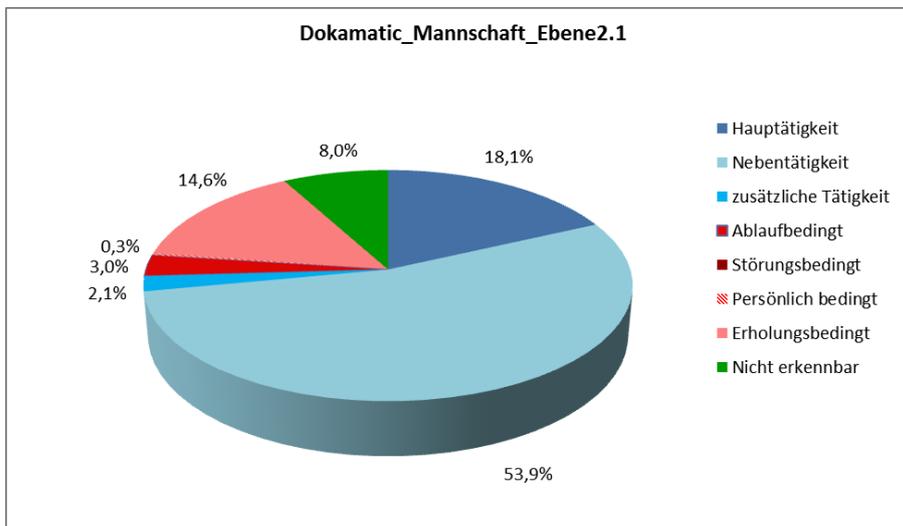


Bild 9-5: Dokamatic – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Unterategorieebene

Die Ebene 2 zeigt deutlich den als charakteristisch einzustufenden hohen Anteil der Nebentätigkeiten an der Gesamtarbeitszeit bei Modulschalungssystemen. Das Modul, im Fall von Dokamatic der Deckentisch, wird, einmal vormontiert, in relativ kurzer Zeit umgesetzt und eingerichtet. Hier liegt auch das große Potential der Modulsysteme bei den Leistungskenngrößen. Weniger Teile bedeuten auch geringere Montagezeiten.

Die Nebentätigkeiten, welche größtenteils manuell und ähnlich wie bei anderen Deckenschalungssystemen verlaufen, nehmen trotzdem einige Zeit in Anspruch.

Die zusätzlichen Tätigkeiten weisen einen Wert von 2,1 % auf.

Der Anteil der störungsbedingten Unterbrechung ergibt sich durch Schlechtwetter, welches am 19.09. 2012 ab ca. 10:00 Uhr in Form von Regen aufgetreten ist.

Ansonsten ist die Verteilung der Unterkategorien charakteristisch und weist keine Besonderheiten auf.

Tabelle 9-8: Dokamatic – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft der Kategorie „Tätigkeit“ absolut und relativ

| Unterkategorie | Gesamt absolut | Gesamt relativ |
|----------------------|----------------|----------------|
| Haupttätigkeit | 472 | 24,4 % |
| Nebentätigkeit | 1404 | 72,7 % |
| zusätzlich Tätigkeit | 55 | 2,8 % |
| Summe | 1931 | 100,0 % |

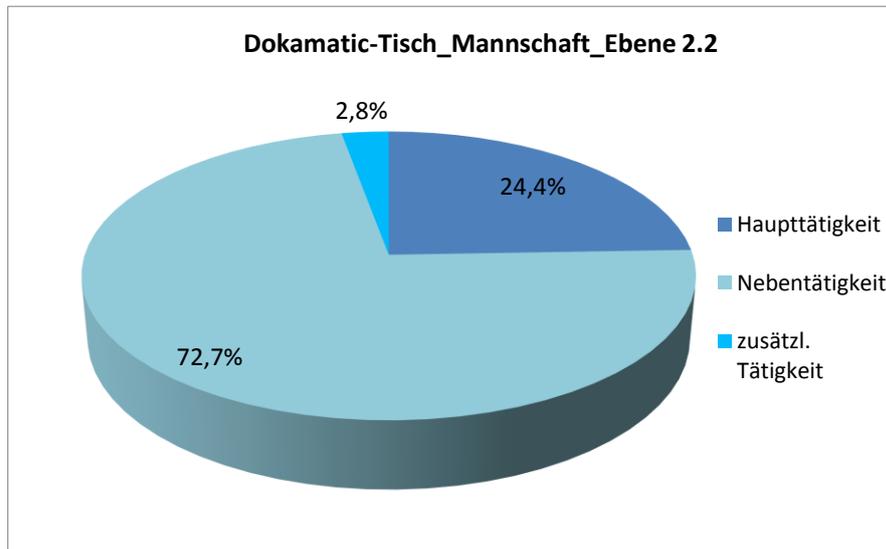


Bild 9-6: Dokamatic – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft der Kategorie „Tätigkeit“

In der genaueren Betrachtung der Kategorie „Tätigkeit“ zeigt sich nochmals deutlich der hohe Anteil an Nebentätigkeiten, welche beinahe $\frac{3}{4}$ der Gesamtzeit dieser Kategorie einnehmen.

9.1.3.3 Dokamatic – Tätigkeitsverteilung Ebene 3

Tabelle 9-9: Dokamatic – Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Prozessgruppen absolut und relativ

| Prozessgruppe | Gesamt absolut | Gesamt relativ |
|---------------------------------------|----------------|----------------|
| G1:Stützen | 257 | 9,9 % |
| G2: Passflächen + Aussparung | 294 | 11,3 % |
| G3:DRAS+Deckenanschlüsse | 150 | 5,8 % |
| G4:Deckentisch | 231 | 8,9 % |
| G5:Träger | 117 | 4,5 % |
| G6:Vorbereiten+Nacharbeiten allgemein | 833 | 32,0 % |
| Betonieren | 0 | 0,0 % |
| Bewehren | 0 | 0,0 % |
| Zusätzliche Tätigkeit | 48 | 1,8 % |
| Ablauf + Störungsbedingt | 78 | 3,0 % |
| Selbst gewählte Pause | 65 | 2,5 % |
| Vorgegebene Pause | 325 | 12,5 % |
| n.e. | 208 | 8,0 % |
| Summe | 2606 | 100,0 % |

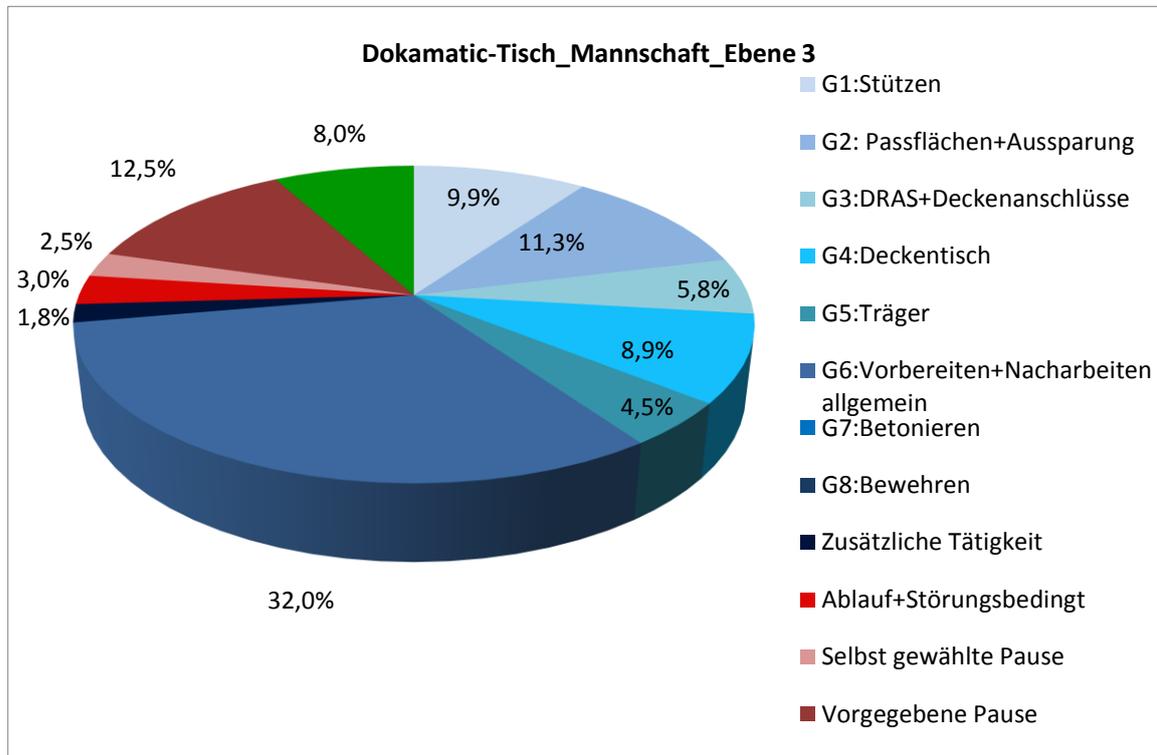


Bild 9-7: Dokamatic – Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Prozessgruppen

Die oben angeführte Tabelle inklusive Diagramm zeigt, dass die Mannschaft der Baustelle Salzburg, welche aus 3 Facharbeitern, einem Hilfsarbeiter und einem Vorarbeiter besteht, von den 74,1 % Tätigkeiten 9,9 % für G1:Stützen, 11,3 % für G2:Passflächen+Aussparung, 5,8 % für G3:DRAS+Deckenanschlüsse, 8,9 % für G4:Deckentisch, 4,5 % für G5:Träger und 32,0 % für G6:Vorbereiten+Nacharbeiten allgemein aufwendet sowie 1,8 % der Tätigkeiten ZT sind.

Prozessgruppe G6 nimmt mit Abstand den größten Anteil ein. Dies liegt daran, dass zugunsten einer niedrigeren Vorhaltungsmenge im Erhebungszeitraum häufig Material und Schalungskomponenten gerade eben erst ausgeschalter Bereiche sortiert und transportiert wurden, um wieder Ressourcen für einzuschalende Bereiche zur Verfügung zu haben.

17,9 % der Zeit entfallen auf Unterbrechungen und 8,0 % der Messungen sind nicht erkennbar.

9.1.3.4 Dokamatic – Tätigkeitsverteilung Ebene 4

Tabelle 9-10: Dokamatic – Tätigkeitsverteilung-Ebene 4: Häufigkeit der einzelnen Tätigkeiten der gesamten Mannschaft

| Unterkategorie | Tätigkeiten | Summe | % |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------|-------|--------|
| Haupttätigkeiten | Dokamatic-Tisch stellen | 60 | 2,3 % |
| | Schalhautstreifen einlegen | 70 | 2,7 % |
| | Passflächen abmontieren | 47 | 1,8 % |
| | Passflächenelement montieren | 107 | 4,1 % |
| | Schalhautstreifen entfernen | 31 | 1,2 % |
| | Dokamatic-Tisch umsetzen | 68 | 2,6 % |
| | DRAS montieren | 31 | 1,2 % |
| | DRAS abmontieren | 13 | 0,5 % |
| | Deckenstütze entfernen | 8 | 0,3 % |
| | Deckentisch absenken | 18 | 0,7 % |
| Nebentätigkeiten | Beton/Bauteil nachbearbeiten/richten | 58 | 2,2 % |
| | Arbeitsbühne montieren | 76 | 2,9 % |
| | Unterstellen (Entlastungsstützen stellen) | 17 | 0,6 % |
| | DoKart Leer fahren/manövrieren | 9 | 0,3 % |
| | Element transportieren (DoKart/Kran/Hebebühne) | 85 | 3,2 % |
| | Dokamatic-Tisch vormontieren | 7 | 0,3 % |
| | Deckenstützen montieren (an Dokamatic-Tisch) | 70 | 2,7 % |
| | Deckenstützen einstellen | 78 | 3,0 % |
| | Holz/ Schalttafel schneiden | 20 | 0,8 % |
| | Einschubträger einlegen/ausfahren | 18 | 0,7 % |
| | Einschubträger einfahren | 99 | 3,8 % |
| | Stütze holen | 48 | 1,8 % |
| | Vorbereiten Schalen | 12 | 0,5 % |
| | Stützbein stellen | 18 | 0,7 % |
| | Passflächen herstellen/vorbereiten /abmontieren | 140 | 5,3 % |
| | Deckenrandabschalung herstellen/vorbereiten | 30 | 1,1 % |
| | Holz schneiden | 4 | 0,2 % |
| | Material/Schalung transportieren | 141 | 5,4 % |
| | Material vorbereiten | 52 | 2,0 % |
| | Messen/Nivellieren | 85 | 3,2 % |
| | Vorbereitende Tätigkeiten allg. | 5 | 0,2 % |
| | Werkzeug/Material holen | 15 | 0,6 % |
| | Herrichten allgemein | 9 | 0,3 % |
| | Reinigungsarbeiten | 43 | 1,6 % |
| | Auf- / Wegräumen | 130 | 5,0 % |
| | Bühne reinigen | 38 | 1,4 % |
| | Plan lesen | 5 | 0,2 % |
| | Planbesprechung/Besprechung | 48 | 1,8 % |
| | Schalung reinigen | 30 | 1,1 % |
| | Material einhängen (Kran) | 18 | 0,7 % |
| | Schubabspannungsschraube abmontieren | 5 | 0,2 % |
| | Stütze halten | 1 | 0,03 % |
| | Anweisung geben | 23 | 0,9 % |
| Kran einweisen | 23 | 0,9 % | |
| mit Auto unterwegs | 25 | 1,0 % | |
| Ablaufbedingte Unterbrechung | auf Anweisung warten | 5 | 0,2 % |
| | auf Kran warten | 73 | 2,8 % |

| | | | |
|------------------------------------------|----------------------|------|---------|
| Erholungsbedingte Unterbrechung | Mittagspause | 159 | 6,1 % |
| | Vormittagspause | 166 | 6,3 % |
| | Eigene Pause | 56 | 2,1 % |
| Persönlich bedingte Unterbrechung | Flüssigkeitsaufnahme | 3 | 0,1 % |
| | WC | 6 | 0,2 % |
| n.e. | nicht erkennbar | 220 | 8,4 % |
| Summe | | 2626 | 100,0 % |

Tabelle 9-10 enthält die Informationen zur Tätigkeitsverteilung sämtlicher im Zuge der Dokamatic-Baustellenbeobachtungen aufgezeichneten Tätigkeiten und dient somit zur genaueren Recherche.

9.2 Dokamatic – Auswertung der Leistungskenngrößen (AK2)

Grundlage für die Datenauswertung der Leistungs- und Aufwandswerte sind die schriftlichen Baufortschrittsaufzeichnungen der Baustelle Salzburg und die Digitale Bilderfassung (Fotos) des Baufortschritts im 30 Minuten-Intervall.

Die geplante Auswertung der Leistungskenngrößen konnte jedoch aufgrund von ungeeignetem Bildmaterial nicht wie geplant alle halben Stunden erfolgen, sondern musste auf 3 Datensätze pro Tag reduziert werden (Arbeitsbeginn bis Vormittagspause-VM1, Vormittagspause bis Mittagspause-VM2 sowie Mittagspause bis Arbeitsende-NM).

Bei 5 Beobachtungstagen, jedoch lediglich 1,5 Tagen, an denen eine Mannschaft beim Einschalen beobachtet werden konnte, ergibt dies 4 Notierungen pro Woche.

Tabelle 9-11: Leistungskenngrößen gesamt des Schalungssystems Dokamatic

| | | |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| Baustelle | Salzburg | |
| Schalungssystem | Dokamatic-Tisch | |
| Beobachtungstage | 1,5 Tage | |
| Anzahl Aufzeichnungen | 4 Notierungen | |
| | Aufwandswert | Leistungswert |
| | [Std/m ²] | [m ² /h] |
| Gesamtwert/Mittelwert | 0,21 | 23,85 |
| Standardabweichung | 0,45 | 6,46 |
| Abweichung | 0,19 | 2,74 |
| Median | 0,21 | 24,17 |
| Minimum | 0,14 | 20,00 |
| Maximum | 0,25 | 35,00 |
| Unteres Quantil | 0,19 | 22,50 |
| Oberes Quantil | 0,22 | 27,50 |

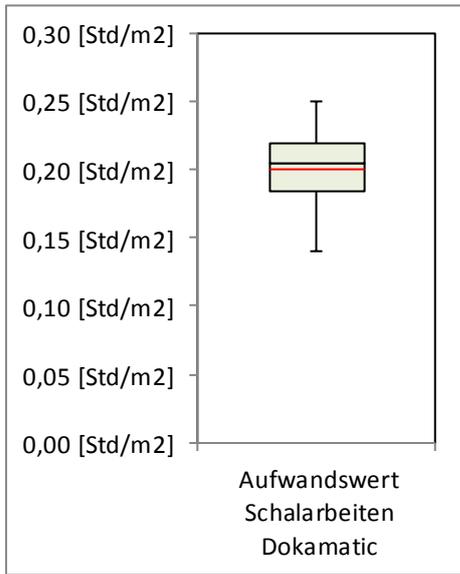


Bild 9-9: Dokamatic – Boxplot- Aufwandswert

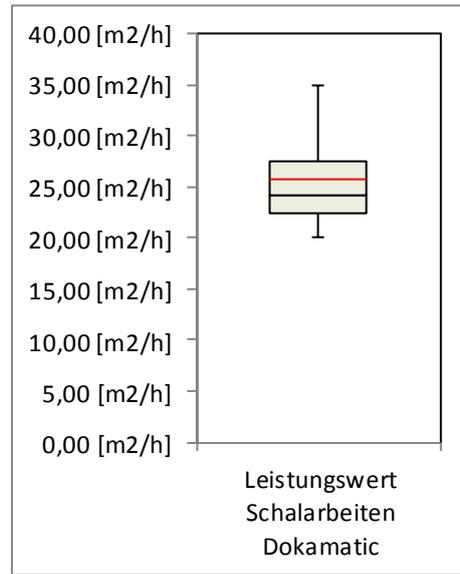


Bild 9-8: Dokamatic – Boxplot- Leistungswert

Die abgebildeten Boxplot-Diagramme zeigen jeweils den Mittelwert, den Median, das untere und obere Quantil sowie den Minimal- und Maximalwert der Aufwands- und Leistungswerte des Schalungssystems Dokamatic.

Tabelle 9-12: Darstellung der Leistungskenngrößen des Schalungssystems Dokamatic im Detail

| Leistungsanalyse DOKA Dokamatic-Tische | AT 3 | | | | AT 4 | | | | Gesamt | | | |
|--------------------------------------------------|---------|---------|-------|-----|-------|-------|-------|-----|--------|-------|--|--|
| | VM 1 | VM 2 | NM | Σ | VM1 | VM2 | NM | Σ | AW | LW | | |
| Arbeitskräfte [#] | 5 | | | | | | | | | | | |
| Geschalte Fläche [m2] | × | × | 120 | 120 | 70 | 70 | 50 | 190 | 0,21 | 23,85 | | |
| Σ Geschalte Fläche im Beobachtungs zeitraum [m2] | 310 | | | | | | | | | | | |
| Zeitstunden [h] | × | × | 6 | 6 | 2 | 3 | 2 | 7 | | | | |
| Σ Zeitstunden [h] | 13 | | | | | | | | | | | |
| Arbeitsstunden [Std] | × | × | 30 | 30 | 10 | 15 | 10 | 35 | | | | |
| ΣArbeitsstunden [Std] | 65 | | | | | | | | | | | |
| Aufandswert AW [Std/m2] | × | × | 0,25 | × | 0,14 | 0,21 | 0,20 | × | | | | |
| Leistungswert LW [m2/h] | × | × | 20,00 | × | 35,00 | 23,33 | 25,00 | × | | | | |
| Vergleichsaufandswert Aw [Std/m2] Literatur | 0,17 | | | | | | | | | | | |
| Differenz AW | 0,04 | | | | | | | | | | | |
| Vergleichsleistungswert Lw [m2/h] Literatur | 29,41 | | | | | | | | | | | |
| Differenz LW | -5,57 | | | | | | | | | | | |

Der Aufwandswert der Mannschaft in der Erhebungswoche, welche mit Hilfe des Schalungssystems Dokamatic erzielt werden konnte, beträgt 0,21 [Std/m2].

Dieser Wert liegt um 0,04 [Std/m2] über dem in 11.3.1 hergeleiteten Literaturaufwandswert für Deckentischmodulschalungssysteme.

Der Leistungswert der Mannschaft in der Erhebungswoche beträgt 23,85 [m2/h] und ist somit um 5,57 [m2/h] niedriger als der aus dem Erfahrungswert ermittelte Leistungswert für Deckentisch-Schalungssysteme.

Zusätzlich sind der oben stehenden Tabelle die Aufwandswerte und Leistungswerte jeden Tages von Arbeitsbeginn bis zur Vormittagspause (VM1), von der Vormittagspause bis zur Mittagspause (VM2) und von der Mittagspause bis zum Arbeitsende zu entnehmen.

Trotz der geringen Größe des Datensatzes für die Dokamatic-Leistungsauswertung scheinen die Leistungsgrößen aufgrund ihrer Ähnlichkeit zu den Vergleichswerten plausibel.

Tabelle 9-13: Brutto und Netto Leistungs- und Aufwandswerte des Schalungssystems Dokamatic-Tisch für die Tätigkeitsgruppen „Schalen“ sowie „Vorbereiten Schalen“

| Tätigkeitsgruppe | Schalen | | | |
|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| Häufigkeit [%] | 18,1 | | | |
| Dokamatic-Tisch | Brutto-Aufwandswert | Brutto-Leistungswert | Netto-Aufwandswert | Netto-Leistungswert |
| | [Std/m ²] | [m ² /h] | [Std/m ²] | [m ² /h] |
| Gesamtwert | 0,21 | 10,82 | 0,04 | 1,96 |
| Standardabweichung | 0,45 | 8,96 | 0,08 | 1,62 |
| Abweichung | 0,19 | 3,79 | 0,03 | 0,69 |
| Median | 0,21 | 10,00 | 0,04 | 1,81 |
| Minimum | 0,14 | 20,00 | 0,03 | 3,62 |
| Maximum | 0,25 | 35,00 | 0,05 | 6,34 |
| Tätigkeitsgruppe | Vorbereiten Schalen | | | |
| Häufigkeit [%] | 42,3 | | | |
| Dokamatic-Tisch | Brutto-Aufwandswert | Brutto-Leistungswert | Netto-Aufwandswert | Netto-Leistungswert |
| | [Std/m ²] | [m ² /h] | [Std/m ²] | [m ² /h] |
| Gesamtwert | 0,21 | 10,82 | 0,09 | 4,58 |
| Standardabweichung | 0,45 | 8,96 | 0,19 | 1,62 |
| Abweichung | 0,19 | 3,79 | 0,08 | 0,69 |
| Median | 0,21 | 10,00 | 0,09 | 1,81 |
| Minimum | 0,14 | 20,00 | 0,06 | 3,62 |
| Maximum | 0,25 | 35,00 | 0,11 | 6,34 |

Die oben stehende Tabelle zeigt die laut Kapitel 7.5.2.1 ermittelten Brutto- und Nettoaufwands- und Leistungswerte für die Tätigkeitsgruppen „Schalen“ und „Vorbereiten Schalen“.

Diese werden in Kapitel 11 analysiert und mit Literaturwerten verglichen.

9.3 Dokamatic – Herzfrequenzauswertung (AK 3) – Belastungen und resultierende Beanspruchungen

Da im Rahmen der Baustellenbeobachtungen von 17.09.-28.09.2012 in Salzburg aufgrund fehlender Bereitschaft der Arbeiter, den Pulsgurt zu tragen, keine ausreichende Menge an Pulsmessungen generiert und daher anschließend auch keine Spiroergometrien der Arbeiter im Labor durchgeführt werden konnten, wird auf eine Darstellung der Herzfrequenzverlaufsauswertung an dieser Stelle verzichtet.

9.4 Dokamatic – Ergonomische Auswertung (AK4)

Grundlage der ergonomischen Auswertung und Analyse des Deckenschalungssystems Dokamatic ist die im Beobachtungszeitraum von 17.09.2012

bis 28.09.2012 erhobene und in Kapitel 6.6.2 ausgewertete Tätigkeitsverteilung sowie die im selben Zeitraum aufgenommenen Digitalen Bilderfassungen (Videos), aus denen Videosequenzen der ergonomisch relevanten Tätigkeiten generiert wurden.

An 10 Beobachtungstagen konnten somit 31 Tätigkeiten mit insgesamt 168 Videosequenzen untersucht werden. Die Untersuchungsquote, d.h. das Verhältnis zwischen ergonomisch relevanten Tätigkeiten und tatsächlich analysierten Tätigkeiten des untersuchten Schalungssystems beträgt 1/0,954. Es wurden somit 95,4 [%] der ergonomisch relevanten Tätigkeiten des Schalungssystems Dokamatic-Tische analysiert.

Tabelle 9-14: Überblick über die erhobenen Datensätze und Grundlagen der Ergonomieauswertung

| Ergonomieauswertung | |
|--------------------------------|------------------|
| Baustelle | Salzburg |
| Schalungssystem | Dokamatic-Tische |
| Beobachtungstage | 10 Tage |
| Basis: Anzahl Aufzeichnungen | 2606 Notierungen |
| Anzahl Analysemethoden | 2 |
| Anzahl untersuchte Tätigkeiten | 31 |
| Anzahl Videosequenzen | 168 |
| Untersuchungsquote | 95,40 |

9.4.1 Dokamatic – LMM (Leitmerkmalmethode)

In diesem Unterkapitel erfolgt die Auswertung der AK3-Ergonomieauswertung mit Hilfe der LMM.

9.4.1.1 Dokamatic – LMM-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 1

Nachfolgend ist als Beispiel das ausgefüllte LMM-Sheet der Tätigkeit „Einschubträger montieren“ aus der Prozessgruppe „G5:Träger“ dargestellt.

Die Anzahl der zu stellenden Stützen pro Tag befindet sich immer zwischen 10 [#] und 40 [#], das Gewicht der angewendeten Trägers ist je nach Ausführung immer zwischen 10 [kg] und 20 [kg], die überwiegende Haltpositionsgruppe (HW) ist HW3 und die Ausführungsbedingungen sind immer geprägt durch leichte Einschränkungen in der Bewegungsfreiheit, da der Träger zwischen 2 stehenden Deckentischen eingefädelt werden muss.

Daher ergibt sich sowohl beim dargestellten als auch in jedem weiteren ausgewerteten LMM-Sheet der Tätigkeit „Stütze stellen“ ein Ergonomiewert von 14 als Ergebnis.

| Leitmerkalmethode | | | | | | |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|
| Tätigkeit: | Einschubträger montieren | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Umsetzen | < 10 x | < 40 x | < 200 x | < 500 x | < 1.000 x | mehr |
| Halten | < 5 min | < 15 min | < 1 h | < 2 h | < 4 h | mehr |
| Tragen | < 300 m | < 1 km | < 4 km | < 8 km | < 16 km | mehr |
| Betreffende Spalte mit 1,2,3,4,5 oder 6 markieren | | x | | | | |
| | - | 2 | - | - | - | - |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| | | | | | | |
| Betreffende Spalte mit 1,2,3,4 oder 5 markieren | | x | | | | |
| | - | 2 | - | - | - | |
| | Haltungswichtung 1 (HW) | | | | | |
| 1 | | <ul style="list-style-type: none"> Oberkörper aufrecht, nicht verdreht Last körpermah Stehen oder wenige Schritte gehen | | | | |
| 2 | | <ul style="list-style-type: none"> Oberkörper gering vorneigen oder verdrehen Last körpermah | | | | |
| 3 | | <ul style="list-style-type: none"> Tiefes Beugen oder weites Vorneigen Oberkörper gleichzeitig gering vorneigen und verdrehen Last körperfern oder über Schulterhöhe halten | | | x | |
| 4 | | <ul style="list-style-type: none"> Oberkörper gleichzeitig weit vorneigen und verdrehen Last körperfern Eingeschränkte Haltungsvermögen beim Stehen, Hocken oder Knien | | | | |
| | Ausführungsbedingungs-wichtung (AW) | | | | | |
| 1 | 0 | Gute ergonomische Bedingungen <ul style="list-style-type: none"> Ausreichend Platz und Licht Keine Hindernisse im Arbeitsbereich Ebener, rutschfester Boden | | | | |
| 2 | 1 | Einschränkung der Bewegungsfreiheit <ul style="list-style-type: none"> Bewegungsraum: Höhe oder Arbeitsfläche zu gering Standsicherheit: unebener, weicher Boden | | | x | |
| 3 | 2 | Starke Einschränkung der Bewegungsfreiheit und / oder Instabilität des Last-Schwerpunktes | | | | |
| Ergebnis | | | | | | 14 |

Bild 9-10: Dokamatic – LMM-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 1: Ausgewertetes Sheet der Tätigkeit „Einschubträger montieren“

9.4.1.2 Dokamatic – LMM-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 2

Nachfolgend ist beispielhaft die dem mittleren LMM-Ergonomiewert der Tätigkeit „Einschubträger montieren“ zu Grunde liegende Videosequenzliste angeführt. Vermerkt ist jeweils die Videonummer, der Name des Videos, der Beginn und das Ende der untersuchten Videosequenz innerhalb des Videos, der mittels LMM-Sheet ermittelte Ergonomiewert sowie der in weiterer Folge benötigte mittlere Ergonomiewert.

Tabelle 9-15: Dokamatic – LMM-Ergonomieauswertung-Ebene 2: Beispiel-Videosequenzliste der Tätigkeit "Einschubträger montieren"

| G5:Träger - Einschubträger montieren | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------------|-------|-------|----------------|--------------------------|
| Videonummer | Videoname | von | bis | Ergonomie-wert | mittlerer Ergonomie-wert |
| 1 | Jakob_20.09._Passflächen +Einschubträger | 00:00 | 00:03 | 14 | 14,00 |

Als Hinweis ist an dieser Stelle anzuführen, dass ein Untersuchen verschiedener Videosequenzen mit Hilfe der Leitmerkalmethode, wie in diesem Fall der Tätigkeit „Einschubträger montieren“, welche der Prozessgruppe G5:Träger angehört, durch die sehr grobe Beurteilung der Bewegungsabläufe immer den gleichen Wert ergibt.

Darum wurde auf eine Auflistung mehrerer Videosequenzen bei der Leitmerkalmethode verzichtet.

9.4.1.3 Dokamatic – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 4

Ebene 4 der Ergonomieauswertung zeigt die LMM-Ergonomieverteilung der Prozessgruppen G1-G6 des Schalungssystems Dokamatic und deren Tätigkeiten jeweils als Gesamtwert und als absolute sowie relative Verteilung.

Anschließend wird der LMM-Ergonomiewert aller Prozessgruppen zusammen wiederum als Gesamtwert und als absolute sowie relative Verteilung dargestellt. Dieser Wert ist als Gesamt-LMM-Ergonomieergebnis des Schalungssystems Dokaflex im Rahmen der Untersuchungen zu betrachten.

In Kapitel 11.5.4 sind neben den ergonomisch kritischen Tätigkeiten der weiteren untersuchten Systeme auch die ergonomisch kritischen Tätigkeiten des Schalungssystems Dokamatic dargestellt und analysiert.

Tabelle 9-16: Dokamatic – LMM-Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Ergebnisse in Prozessgruppen

| LMM – Ergoniewerte Dokamatic-Tisch Prozessgruppen G1-G6 | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------|--------------|
| Prozess-gruppe | Gesamtwert Prozess-gruppe Pkt/AT | Absolut Pkt/AT | Relativ [%] |
| G1: Stützen | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Stütze stellen ■ Stütze entfernen ■ Stützbein stellen ■ Absenkkopf einsetzen | | | |
| G2: Passflächen und Aussparungen | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Passflächen montieren ■ Passflächen abmontieren ■ Passflächen Vorbereiten (Schneiden+Transport) ■ Schalhautstreifen einlegen+fix ■ Schalhautstreifen entfernen (wie Passflächen) | | | |
| G3: DRAS + Deckenanschlüsse | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ DRAS montieren ■ DRAS abmontieren ■ DRAS Vorbereiten (Schneiden+Transport) | | | |
| G4: Deckentisch | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Deckentisch stellen+einrichten ■ Deckentisch absenken ■ Deckentisch vormontieren ■ Deckentisch Stützen montieren ■ Deckentisch Stützen einstellen | | | |
| G5: Träger | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Einschubträger montieren ■ Einschubträger abmontieren | | | |
| G6: Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Stützen-Transport per Hand ■ Platten-Transport per Hand ■ Träger-Transport per Hand ■ Material/Werkzeug-Transport per Hand ■ Schaltafel reinigen ■ Reinigungsarbeiten ■ Lagerplatzarbeiten ■ Deckentisch transportieren Dokart ■ Deckentisch einhängen Gabel ■ Messen/nivellieren ■ Deckentisch transportieren Kran ■ Material Ein/Aushängen | | | |



G1:Stützen

Den größten Anteil am LMM-Ergonomiewert der G1:Stützen hat die Tätigkeit „Stütze stellen“, dicht gefolgt von der Tätigkeit „Absenkkopf einsetzen“. Die Tätigkeit „Stütze entfernen“ wurde nicht beobachtet und fließt somit auch nicht in den Ergonomiewert ein.

G2:Passflächen + Aussparung

Der LMM-Ergonomiewert der G2:Passflächen + Aussparung setzt sich größtenteils aus den Tätigkeiten „Passflächen montieren“, „Passflächen vorbereiten“ und „Schalhautstreifen einlegen“.

G3:DRAS + Deckenanschlüsse

Die ergonomische Verteilung innerhalb der Prozessgruppe G2 ist von der Tätigkeit „DRAS montieren“ geprägt.

G4: Deckentisch

Charakteristisch für ein Deckentisch-Modulsystem ist, dass - wie in der Tabelle dargestellt - die Haupttätigkeit, in diesem Fall „Deckentisch stellen“, einen deutlich geringeren Wert annimmt als die Nebentätigkeiten „Deckentisch Stütze montieren“ und „Deckentisch Stütze einstellen“.

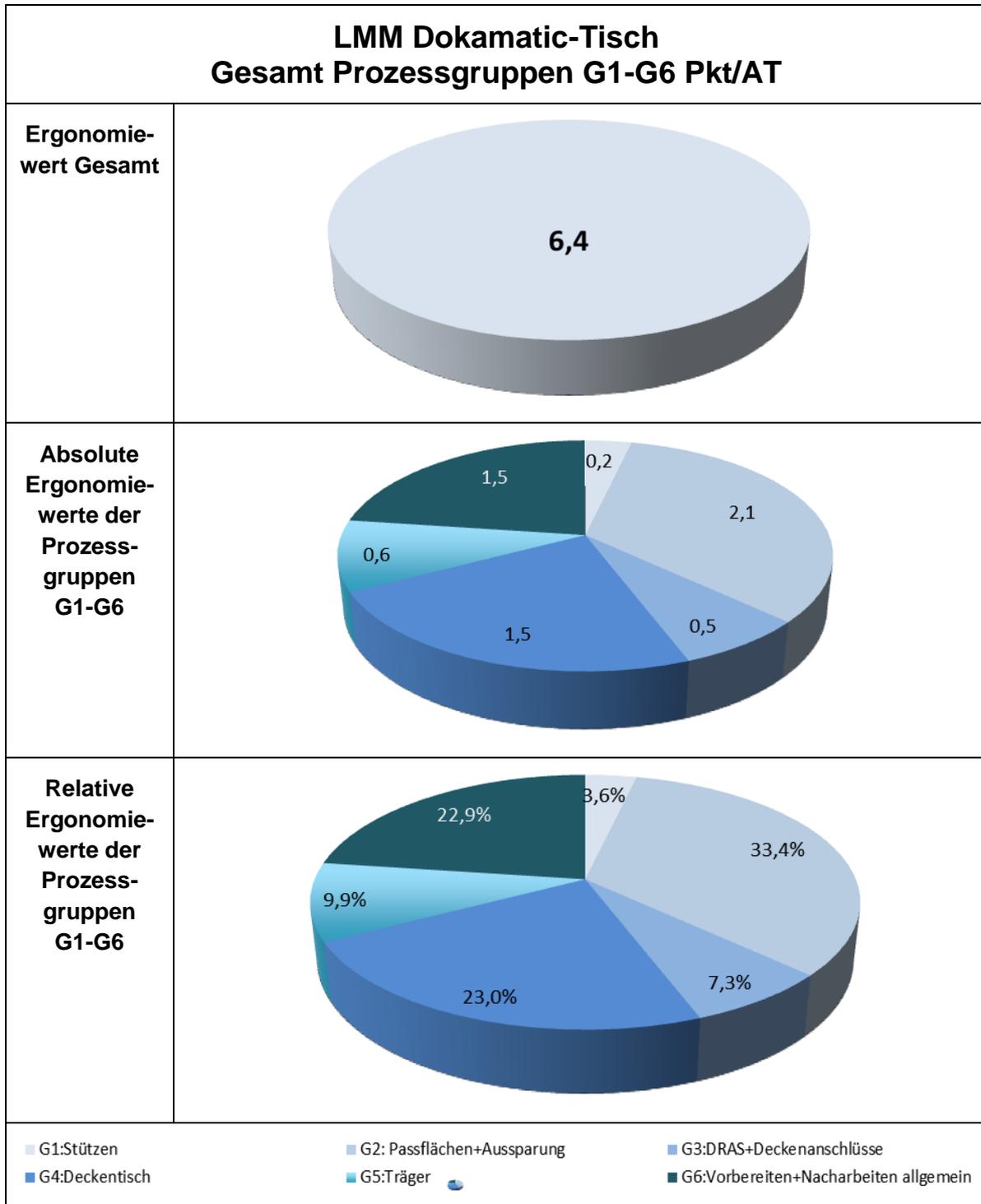
G5:Träger

Der LMM-Ergonomiewert der Prozessgruppe G5:Träger besteht zu 84,4 % aus der Tätigkeit „Einschubträger montieren“ und zu 15,6 % aus der Tätigkeit „Einschubträger abmontieren“.

G6:Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein

Der Anteil der Transporttätigkeiten ist mit 40 % deutlich geringer als bei den anderen untersuchten Schalungssystemen. Hier nehmen Reinigungsarbeiten einen deutlich höheren Wert ein.

Tabelle 9-17: Dokamatic-Tisch – LMM-Ergonomieauswertung – Ebene 4:
Darstellung der Gesamtergebnisse



Das Gesamtergebnis aus Tabelle 9-17 zeigt, dass die Prozessgruppen G2:Passflächen + Aussparung, G4:Deckentisch und G6:Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein den größten Anteil am LMM-Gesamtergonomiewert des Schalungssystems Dokamatic haben, welcher insgesamt 6,4 beträgt.

9.4.1.4 Dokamatic – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 3

Tabelle 9-18: Dokamatic – LMM-Ergonomieauswertung-Ebene 3: Detailergebnisse dargestellt in einzelnen Tätigkeiten, Prozessgruppen und als Gesamtwert

| Leitmerkalmethode/Dokamatic-Tisch | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|-----|
| Gruppe | Tätigkeiten | mittlerer Ergonomiewert der Tätigkeiten | Tätigkeits-häufigkeit % | gewichteter Ergonomiewert (mittlerer Ergonomiewert x Tätigkeits-häufigkeit) | gewichteter Ergonomiewert der Gruppen | Ergonomiewert Gesamt | |
| Untersucht | G1:Stützen | Stütze stellen | 16 | 0,60% | 0,1 | 0,2 | 6,4 |
| | | Stütze entfernen | 16 | 0,30% | 0,0 | | |
| | | Stützbein stellen | 12 | 0,70% | 0,1 | | |
| | | Absenkkopf einsetzen | 10 | 0,00% | 0,0 | | |
| | G2: Passflächen+ Aussparung | Passflächen montieren | 18 | 4,10% | 0,7 | 2,1 | |
| | | Passflächen abmontieren | 14 | 1,80% | 0,3 | | |
| | | Passflächen vorbereiten (Schneiden+Transport) | 8 | 5,30% | 0,4 | | |
| | | Schalhautstreifen einlegen+fix | 20 | 2,70% | 0,5 | | |
| | G3:DRAS+ Deckenanschlüsse | Schalhautstreifen entfernen (wie Passflächen) | 14 | 1,20% | 0,2 | 0,5 | |
| | | DRAS montieren | 22 | 1,20% | 0,3 | | |
| | G4:Deckentisch | DRAS abmontieren | 22 | 0,50% | 0,1 | 1,5 | |
| | | DRAS Vorbereiten (Schneiden+Transport) | 8 | 1,10% | 0,1 | | |
| | | Deckentisch stellen+einrichten | 10 | 4,90% | 0,5 | | |
| | | Deckentisch absenken | 4 | 0,70% | 0,0 | | |
| | | Deckentisch vormontieren | 10 | 0,30% | 0,0 | | |
| | G5:Träger | Deckentisch Stützen montieren | 16 | 2,70% | 0,4 | 0,6 | |
| | | Deckentisch Stützen einstellen | 16 | 3,00% | 0,5 | | |
| | G6:Vorbereiten+ Nacharbeiten allgemein | Einschubträger montieren | 14 | 3,80% | 0,5 | 1,5 | |
| | | Einschubträger abmontieren | 14 | 0,70% | 0,1 | | |
| | | Stützen-Transport per Hand | 10 | 2,80% | 0,3 | | |
| | | Schaltafel-Transport per Hand | 6 | 2,00% | 0,1 | | |
| | | Träger-Transport per Hand | 6 | 2,00% | 0,1 | | |
| | | Material/Werkzeug-Transport per Hand | 4 | 1,30% | 0,1 | | |
| | | Schaltafel reinigen | 6 | 1,10% | 0,1 | | |
| | | Reinigungsarbeiten | 6 | 8,00% | 0,5 | | |
| | | Lagerplatzarbeiten | 12 | 0,00% | 0,0 | | |
| Deckentisch transportieren Dokart | | 6 | 0,80% | 0,0 | | | |
| Deckentisch transportieren Kran | | 12 | 1,70% | 0,2 | | | |
| Deckentisch einhängen Gabel | | 4 | 1,00% | 0,0 | | | |
| Messen/nivellieren | | 0 | 3,20% | 0,0 | | | |
| Material Ein/Aushängen | 6 | 0,70% | 0,0 | | | | |
| nicht untersucht | G7:Betonieren | Betonieren | | 0,00% | 0 | | |
| | | Vorbereiten Betonieren+Arbeitsbühne | | 5,10% | | | |
| | G8:Bewehren | Bewehren | | 0,00% | 0 | | |
| | | Vorbereiten Bewehren | | 0,00% | | | |
| | Zusätzliche Tätigkeit | Ergonomisch nicht relevant | | 1,00% | 0,0 | | |
| | Ablauf+Störungsbedingt | Ablauf+Störungsbedingt | | 3,00% | | | |
| | Selbst gewählte Pause | Selbst gewählte Pause (Pause, WC, Flüssigkeit) | | 2,20% | | | |
| | Vorgegebene Pause | Vorgegebene Pause | | 12,40% | | | |
| | n.e. | n.e. | | 8,40% | | | |
| | bewegungstechnisch nicht eindeutig definierbar | Material vorbereiten | | 2,00% | | | |
| | | Vorbereitende Tätigkeiten allgemein | | 0,20% | | | |
| | | SAS abmontieren | | 0,20% | | | |
| | | Vorbereiten schalen | | 0,50% | | | |
| | Ergonomisch nicht relevant | Kran einweisen | | 0,90% | | | |
| Anweisung geben | | | 0,90% | | | | |
| Plan lesen | | | 0,20% | | | | |
| Planbesprechung | | | 1,80% | | | | |
| | Mit Auto unterwegs | | 1,00% | | | | |
| Gesamt | | | 100,00% | | | | |
| Relevant | | | 63,10% | | | | |
| Untersucht | | | 60,20% | | | | |
| Untersuchungsquote | | | 95,40% | | | | |

Die abgebildete Tabelle zeigt in dunklerer Schrift die für die Ergonomieanalyse zur Untersuchung herangezogenen Tätigkeiten der einzelnen Tätigkeitsgruppen. In hellerer Schrift sind jene Tätigkeiten, welche einerseits

entweder keine ergonomische Relevanz aufweisen, ergonomisch nicht untersuchbar sind (aufgrund von ständig variierenden tätigkeitsinternen Bewegungsabläufen und Abläufen, welche keiner eindeutigen Haltungsgruppe zuzuordnen sind) oder aber aus den erhobenen Untersuchungsdaten nicht hervorgegangen sind und andererseits die Unterbrechungszeiten abgebildet.

Die Untersuchungsquote des Schalungssystems Dokamatic-Tisch ist sehr hoch und liegt bei 95,4 %. Die gewichteten Ergonomiewerte werden wie auch schon beim vorangegangenen Schalungssystem nachfolgend dargestellt.

Der mittlere Ergonomiewert jeder Tätigkeit wird mit ihrer Häufigkeit multipliziert, um so einen gewichteten Wert zu bekommen. Wenn eine Tätigkeit zwar einen sehr hohen Ergonomiewert hat, jedoch nur eine geringe Häufigkeit vorweist, dann fällt auch der gewichtete Ergonomiewert deutlich niedriger aus als der absolute Wert. Umgekehrt verhält sich dies auch mit einem niedrigen Ergonomiewert und einer großen Häufigkeit einer Tätigkeit.

Im Weiteren werden der gewichtete Ergonomiewert jeder Gruppe sowie der gesamte gewichtete Ergonomiewert des Schalungssystems in absoluter und relativer Form dargestellt.

Hierbei kann man erkennen, welche Gruppe ergonomisch belastend für den Arbeiter ist und im Spezielleren, welche Tätigkeit dieser Gruppe den hohen Wert auslöst.

Damit hat man die Möglichkeit, an der richtigen Stelle ergonomische Optimierungen zu treffen um den Gesamtwert des Systems zu verbessern und somit langfristig bessere und gesündere Arbeitsbedingungen auf der Baustelle zu schaffen.

9.4.1.5 Dokamatic – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 0

Tabelle 9-19: Dokamatic – LMM-Ergonomieauswertung-Ebene 0: Ergebnisse dargestellt in Tätigkeitsgruppen

| Leitmerkmalmethode | | | |
|-----------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|
| Tätigkeits-kategorie | Tätigkeits-Unterkategorie | Tätigkeitsgruppe | Durchschnittlicher Ergonomiewert |
| Tätigkeit | Haupttätigkeit | | 3,3 |
| | | Schalen | 3,3 |
| | Nebentätigkeit | | 3,1 |
| | | Vorbereiten Schalen | 3,1 |
| | Zusätzliche Tätigkeit | | 0 |
| | Für ergonomische Untersuchung nicht relevant | | 0 |
| Unterbrechung | Ablaufbedingte Unterbrechung | | 0 |
| | Störungsbedingte Unterbrechung | | |
| | Erholungsbedingte Unterbrechung | | |
| | | Vorgegebene Pause | |
| | | Eigene Pause | |
| | Persönlich bedingte Unterbrechung | | |

Die Tabelle 9-19 liefert Kenntnis über die LMM-Ergonomiewertverteilung der Tätigkeitsgruppen „Schalen“ und „Vorbereiten Schalen“ des Schalungssystems Dokamatic.

Die Haupttätigkeiten und somit die Tätigkeitsgruppe „Schalen“ sind durch den ergonomisch guten Transport- und Stellvorgang der Deckentische den Nebentätigkeiten ergonomisch ebenbürtig.

Der LMM-Gesamtergonomiewert beträgt 6,4 und befindet sich somit unter dem maximal erwünschten Wert (Schwellenwert) von 25.

Dieser Wert, wie auch die anderen LMM-Ergonomieergebniswerte sind jedoch für die Schalungstechnik nicht besonders aussagekräftig.

9.4.2 Dokamatic – AAWS-Formworks

In diesem Kapitel erfolgt die Auswertung der AK3-Ergonomieauswertung mithilfe der AAWS-F-Methode.

9.4.2.1 Dokamatic – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 1

Nachfolgend ist als Beispiel das ausgefüllte AAWS-F-Sheet der Tätigkeit „Einschubträger montieren“ aus der Prozessgruppe „G5:Träger“ dargestellt.

| Automative Assemly Work Sheet for Formworks | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------|-----|-----|------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------------------------------|--------------|---------|-------|
| Tätigkeitsbezeichnung: Einschubträger montieren | | | | | | | | | | | | | | |
| Videoname : Jakob_20.09_Passflächen +Einschubträger 0:00 | | | | | | | | | | | | | | |
| A HALTUNG | | | | | | | | | | | | | | |
| Gesamtdauer der Tätigkeit (sec) | | 9 Achtung: Summe der einzelne Haltungsdauern bei jedem Teil (Haltung, Kraft, Lasten) max. Tgesamt! | | | | | | | | | | | | |
| Zeitdauern für statische oder hochfrequente Klump-/Armshaltungen / Bewegungen [%; sec/min, min/8h] 0 ... 10 20 33 67 >67 3 6 12 20 40 >40 25 50 100 320 >320 | | Rumpfdrehung ¹⁾ Dauer x Höhe Dauer x Höhe | | | Rumpfneigung ¹⁾ Dauer x Höhe Dauer x Höhe | | | Haltung Reichweite (Rw) ²⁾ Dauer x Höhe Dauer x Höhe | | | Dauer x Höhe Dauer x Höhe | | | |
| Stellen | Beobachtung | sec | % | Drehungspunkte | DBI | DBI | DBI | DBI | DBI | DBI | DBI | DBI | DBI | DBI |
| 1 | aufrecht leicht vorgeneigt leicht zurückgeneigt | 1 | 11,1% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | aufrecht leicht zurückgeneigt | 1 | 11,1% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | aufrecht leicht vorgeneigt leicht zurückgeneigt | 1 | 11,1% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | aufrecht leicht vorgeneigt leicht zurückgeneigt | 1 | 11,1% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | aufrecht leicht vorgeneigt leicht zurückgeneigt | 1 | 11,1% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | aufrecht leicht vorgeneigt leicht zurückgeneigt | 1 | 11,1% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | aufrecht leicht vorgeneigt leicht zurückgeneigt | 1 | 11,1% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | aufrecht leicht vorgeneigt leicht zurückgeneigt | 1 | 11,1% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | aufrecht leicht vorgeneigt leicht zurückgeneigt | 1 | 11,1% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | aufrecht leicht vorgeneigt leicht zurückgeneigt | 1 | 11,1% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | aufrecht leicht vorgeneigt leicht zurückgeneigt | 1 | 11,1% | 10,10 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,1 |
| 12 | aufrecht leicht vorgeneigt leicht zurückgeneigt | 1 | 11,1% | 66,7% | 74,12 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 74,12 |
| 13 | aufrecht leicht vorgeneigt leicht zurückgeneigt | 1 | 11,1% | 25,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| 14 | aufrecht leicht vorgeneigt leicht zurückgeneigt | 1 | 11,1% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Summe Haltungsteil | | | | | | | | | | | | | 109,21% | |
| B KRÄFTE | | | | | | | | | | | | | | |
| Kräfte / zusätzliche Belastungen | | Zeit (h von Gesamtdauer) Anzahl (H) (Belastungsdauer) | Stellung/Belastung/ Kraft/Aufmerksamkeit (Belastung in %) (H) | Kraftpunkte | | | | | | | | | | |
| 14 | Collettschliffung (Drehendes Handgelenk) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| 15 | Fingerkräfte (z.B. Clipse, Stecker) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| 16 | Arm-, Ganzkörperkräfte (keine Lasten) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| 17 | Schwingungen, Rückschlagkraft, etc., Impulss... | 3 | 0,6 | gering | | | | | | | | | | |
| Summe Kräfte | | | | 0,0 | | | | | | | | | | |
| C LASTEN | | | | | | | | | | | | | | |
| Lasten | | 12,8 | 1,88 | | | | | | | | | | | |
| Körperhaltung, Position der Last (repräsentative Haltung wählen) | | | | | | | | | | | | | | |
| Häufigkeit oder Dauer der Lastenhandhabung (Anzahl / Schicht, Haltezeit (min)) | | Anzahl Umsetzvorgänge / Schieben & Ziehen > 5 mal * 25 mal * 120 mal * 350 mal * Zeit (Haltezeit unter Last) 2,5 min * 10 min * 37 min * 90 min * Weg (Tragen, Ziehen & Schieben > 5m) 300 m * 650 m * 2,5 km * 6,4 m * | | | | | | | | | | | | |
| Summe Lastenteil | | 12,0 | | | | | | | | | | | | |
| Ergonomiepunkte gesamt | | | | | | | | | | | | 121,2 | | |

Bild 9-11: Dokamatic – AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 1: Beispiel-Sheet der Tätigkeit „Einschubträger montieren“

Die Videosequenz, welche die Grundlage für den vorliegenden AAWS-F-Bogen bildet, dauert insgesamt 9 Sekunden.

Haltungsteil A:

Von den 9 Sekunden entfallen 1 Sekunde auf die Haltungsposition „aufrecht, leicht vorgeneigt, leicht zurückgeneigt“, 1 Sekunde auf die Haltungsposition

„Knie oder Hocken, aufrecht“, 6 Sekunden auf „Knie oder Hocken, gebeugt“ und 1 Sekunde auf „Knie oder Hocken, Arme auf oder über Schulterhöhe“. In der gesamten Zeit wurden weder eine Rumpfeigung noch eine Rumpfdrehung noch eine Reichweite der Arme festgestellt. Daraus ergibt sich ein Ergonomiewert von 109,2 für den Haltungsteil A.

Kräfteteil B:

Im Kräfteteil B wurden 3 Hammerschläge festgestellt, die jedoch leicht waren und somit einen Wert von 0 für den Kräfteteil B ergeben.

Lastenteil C:

Das Gewicht des Trägers beträgt 13,8 [kg], die repräsentative Haltungsgruppe ist die Haltungsgruppe 4 und es finden bei der Tätigkeit „Einschubträger montieren“ Umsetzungsvorgänge in der Größenordnung von 30 mal statt. Die Haltedauer des Trägers bei der Montage beträgt ca. 1,5 Minuten. Daraus ergibt sich der maximal mögliche Ergonomiewert von 12,0 für den Lastenteil C.

Ergebnis:

Durch Addition der Ergonomiewerte der Teile A, B und C ergibt sich beim dargestellten ausgewerteten AAWS-F-Sheet der Tätigkeit „Einschubträger montieren“ ein Ergonomiewert von 121,2 als Ergebnis.

9.4.2.2 Dokamatic – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 2

Nachfolgend ist beispielhaft die dem mittleren AAWS-F-Ergonomiewert der Tätigkeit „Einschubträger montieren“ zu Grunde liegende Videosequenzliste angeführt. Vermerkt ist jeweils die Videonummer, der Name des Videos, der Beginn und das Ende der untersuchten Videosequenz innerhalb des Videos, der mittels AAWS-F-Sheet ermittelte Ergonomiewert sowie der in weiterer Folge benötigte mittlere Ergonomiewert.

Tabelle 9-20: Dokamatic – AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 2: Beispiel-Videosequenzliste der Tätigkeit „Einschubträger montieren“

| G5:Träger - Einschubträger montieren | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------------|-------|-------|----------------|--------------------------|
| Videonummer | Videoname | von | bis | Ergonomie-wert | mittlerer Ergonomie-wert |
| 1 | Jakob_20.09._Passflächen +Einschubträger | 00:00 | 00:03 | 121,2 | 105,23 |
| 2 | Jakob_20.09._Passflächen +Einschubträger | 00:10 | 00:22 | 146,3 | |
| 3 | 27.09. Einschubträger 1 | 07:50 | 08:15 | 99,1 | |
| 4 | 27.09. Einschubträger 1 | 09:10 | 09:20 | 98,7 | |
| 5 | 27.09. Einschubträger 1 | 09:20 | 09:46 | 75,2 | |
| 6 | 27.09. Einschubträger 1 | 10:15 | 10:26 | 103,2 | |
| 7 | 27.09. Einschubträger 1 | 10:30 | 10:54 | 100,3 | |
| 8 | 27.09. Einschubträger 2+ SHS | 02:00 | 02:23 | 100 | |
| 9 | 27.09. Einschubträger 2+ SHS | 04:45 | 05:07 | 107,3 | |
| 10 | 27.09. Einschubträger 2+ SHS | 05:45 | 06:15 | 101 | |
| 11 | 27.09. Einschubträger 2+ SHS | 06:15 | 07:05 | 80,3 | |
| 12 | 27.09. Einschubträger 2+ SHS | 07:50 | 07:59 | 105,2 | |
| 13 | 27.09. Einschubträger 2+ SHS | 09:40 | 09:58 | 102,9 | |
| 14 | 27.09. Einschubträger 2+ SHS | 10:30 | 11:02 | 101,1 | |
| 15 | 27.09. Einschubträger 2+ SHS | 11:00 | 11:19 | 108,6 | |
| 16 | 27.09. Einschubträger 2+ SHS | 12:15 | 12:40 | 94,3 | |
| 17 | 27.09. Einschubträger 2+ SHS | 13:25 | 13:52 | 101,1 | |
| 18 | 27.09. Einschubträger 2+ SHS | 14:00 | 14:25 | 105,8 | |
| 19 | 27.09. Einschubträger 2+ SHS | 14:30 | 14:47 | 105,6 | |

Dieser mittlere Ergonomiewert fällt für die Tätigkeit „Einschubträger montieren“ sehr hoch aus, weshalb diese auch zu den ergonomisch kritischen Tätigkeiten aus Kapitel 11.5.4 gehört.

9.4.2.3 Dokamatic – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 4

Ebene 4 der Ergonomieauswertung zeigt die AAWS-F-Ergonomieverteilung der Prozessgruppen G1-G6 des Schalungssystems Dokamatic und deren Tätigkeiten jeweils als Gesamtwert und als absolute sowie relative Verteilung.

Anschließend wird der AAWS-F-Ergonomiewert aller Prozessgruppen zusammen wiederum als Gesamtwert und als absolute sowie relative Verteilung dargestellt.

Dieser Wert ist als Gesamt-AAWS-F-Ergonomieergebnis des Schalungssystems Dokamatic im Rahmen der Untersuchungen zu betrachten.

In Kapitel 11.5.4 sind neben den ergonomisch kritischen Tätigkeiten der weiteren untersuchten Systeme auch die ergonomisch kritischen Tätigkeiten des Schalungssystems Dokamatic dargestellt und analysiert.

Tabelle 9-21: Dokamatic – AAWS-F- Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Ergebnisse in Prozessgruppen

| AAWS-F – Ergoniewerte Dokamatic-Tisch Prozessgruppen G1-G6 | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------|-------------|
| Prozessgruppe | Gesamtwert Prozessgruppe Pkt/AT | Absolut Pkt/AT | Relativ [%] |
| G1: Stützen | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Stütze stellen ■ Stütze entfernen ■ Stützbein stellen ■ Absenkkopf einsetzen | | | |
| G2: Passflächen und Aussparungen | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Passflächen montieren ■ Passflächen abmontieren ■ Passflächen Vorbereiten (Schneiden+Transport) ■ Schalhautstreifen einlegen+fix ■ Schalhautstreifen entfernen (wie Passflächen) | | | |
| G3: DRAS + Deckenanschlüsse | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ DRAS montieren ■ DRAS abmontieren ■ DRAS Vorbereiten (Schneiden+Transport) | | | |
| G4: Deckentisch | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Deckentisch stellen+einrichten ■ Deckentisch absenken ■ Deckentisch vormontieren ■ Deckentisch Stützen montieren ■ Deckentisch Stützen einstellen | | | |
| G5: Träger | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Einschubträger montieren ■ Einschubträger abmontieren | | | |
| G6: Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Stützen-Transport per Hand ■ Material/Werkzeug-Transport per Hand ■ Lagerplatzarbeiten ■ Deckentisch einhängen Gabel ■ Platten-Transport per Hand ■ Schalttafel reinigen ■ Deckentisch transportieren Dokart ■ Messen/nivellieren ■ Träger-Transport per Hand ■ Reinigungsarbeiten ■ Deckentisch transportieren Kran ■ Material Ein/Aushängen | | | |

G1:Stützen

Etwa 50 % des AAWS-F-Ergonomiewerts der G1:Stützen nimmt die HT „Stütze stellen“ ein. Die andere Hälfte teilen sich die NT „Stützbein stellen“ und „Absenkkopf einsetzen“.

G2:Passflächen + Aussparung

Den größten Anteil des AAWS-F-Ergonomiewerts der G2:Passflächen + Aussparung haben die Tätigkeit „Passflächen montieren“ und „Schalhautstreifen montieren“. Die vorbereitenden Tätigkeiten und die Demontagetätigkeiten nehmen hingegen zusammen 44,1 % ein.

G3:DRAS + Deckenanschlüsse

Etwa 50 % des AAWS-F-Ergonomiewerts der G3:DRAS nimmt die Tätigkeit „DRAS montieren“ ein. Die andere Hälfte teilen sich die Tätigkeiten „DRAS abmontieren“ und „DRAS vorbereiten“.

G4:Deckentisch

Charakteristisch für ein Deckentisch-Modulsystem ist, dass wie in der Tabelle dargestellt - die Haupttätigkeit, in diesem Fall „Deckentisch stellen“, einen deutlich geringeren Wert annimmt als die Nebentätigkeiten „Deckentisch Stütze montieren“ und „Deckentisch Stütze einstellen“.

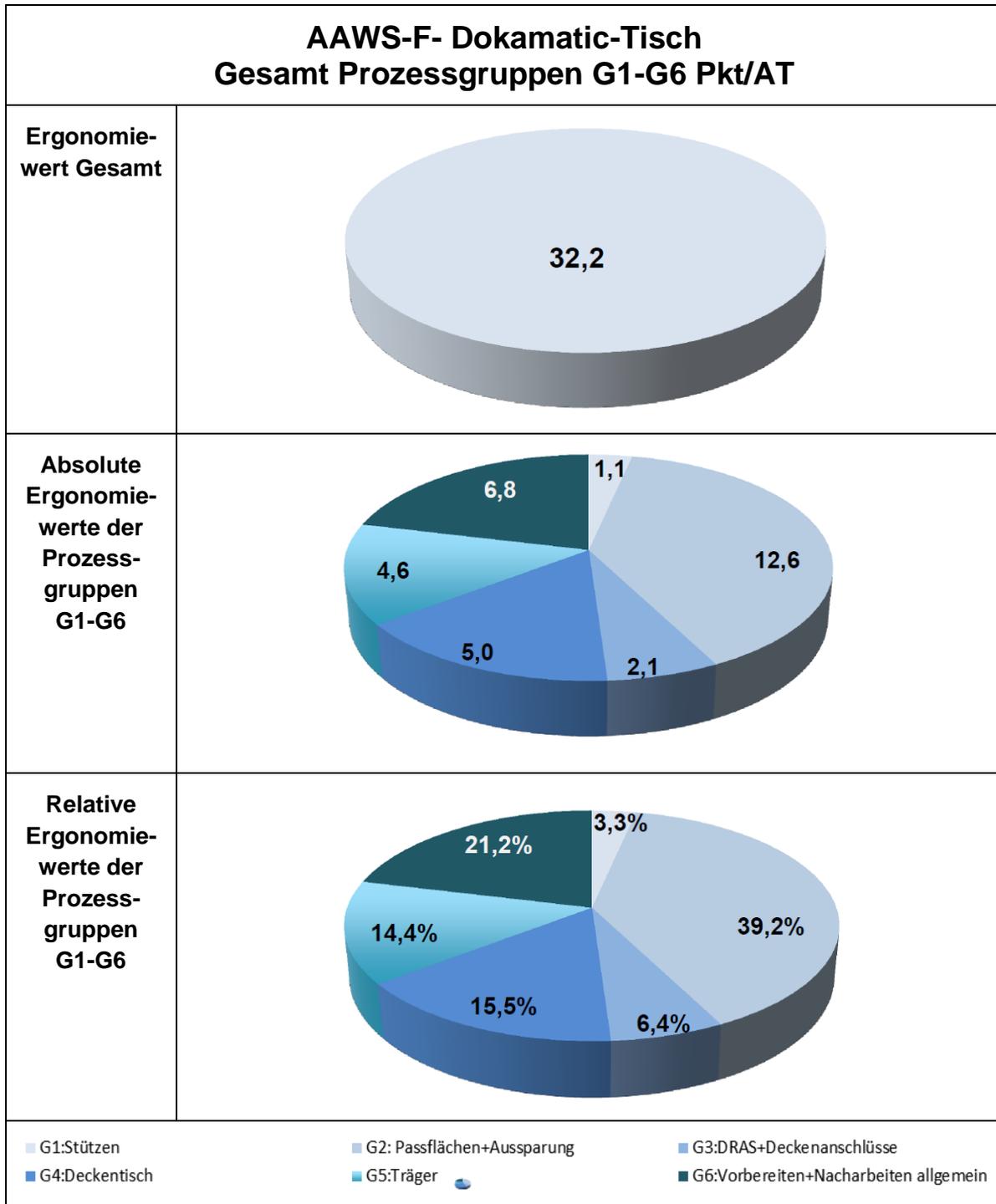
G5:Träger

Der AAWS-F-Ergonomiewert der Prozessgruppe G5:Träger besteht zu 86,4 % aus der Tätigkeit „Einschubträger montieren“ und zu 13,6 % aus der Tätigkeit „Einschubträger abmontieren“.

G6:Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein

Der Anteil der Transporttätigkeiten am AAWS-F-Ergonomiewert der Prozessgruppe G6 ist mit ca. 40 % deutlich geringer als bei den anderen untersuchten Schalungssystemen. Dafür nehmen hier Reinigungsarbeiten einen deutlich höheren Wert ein.

Tabelle 9-22: Dokamatic – AAWS-F- Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Gesamtergebnisse



Das Gesamtergebnis aus Tabelle 9-22 zeigt, dass die Prozessgruppen G2:Passflächen + Aussparung, G4:Deckentisch, G5: Träger und G6:Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein den größten Anteil am AAWS-F-Gesamtergonomiewert des Schalungssystems Dokamatic haben, welcher insgesamt 32,0 beträgt.

9.4.2.4 Dokamatic – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 3

Tabelle 9-23: Dokamatic – AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ebene 3: Detaillier-
ergebnisse dargestellt in einzelnen Tätigkeiten, Prozessgruppen
und als Gesamtwert

| AAWS-Formworks/Dokamatic-Tisch | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|------|
| Gruppe | Tätigkeiten | mittlerer Ergonomiewert der Tätigkeiten | Tätigkeits-häufigkeit % | gewichteter Ergonomiewert (mittlerer Ergonomiewert x Tätigkeitshäufigkeit) | gewichteter Ergonomiewert der Gruppen | Ergonomiewert Gesamt | |
| Untersucht | G1:Stützen | Stütze stellen | 91 | 0,60% | 0,5 | 1,1 | 32,2 |
| | | Stütze entfernen | 80 | 0,30% | 0,2 | | |
| | | Stützbein stellen | 41 | 0,70% | 0,3 | | |
| | | Absenkkopf einsetzen | 96 | 0,00% | 0,0 | | |
| | G2: Passflächen+ Aussparung | Passflächen montieren | 88 | 4,10% | 3,6 | 12,6 | |
| | | Passflächen abmontieren | 111 | 1,80% | 2,0 | | |
| | | Passflächen vorbereiten (Schneiden+Transport) | 42 | 5,30% | 2,2 | | |
| | | Schalhautstreifen einlegen+fix | 128 | 2,70% | 3,5 | | |
| | G3:DRAS+ Deckenanschlüsse | Schalhautstreifen entfernen (wie Passflächen) | 111 | 1,20% | 1,3 | 2,1 | |
| | | DRAS montieren | 88 | 1,20% | 1,1 | | |
| | | DRAS abmontieren | 111 | 0,50% | 0,6 | | |
| | G4:Deckentisch | DRAS Vorbereiten (Schneiden+Transport) | 42 | 1,10% | 0,5 | 5,0 | |
| | | Deckentisch stellen+einrichten | 35 | 4,90% | 1,7 | | |
| | | Deckentisch absenken | 0 | 0,70% | 0,0 | | |
| | | Deckentisch vormontieren | 106 | 0,30% | 0,3 | | |
| | | Deckentisch Stützen montieren | 62 | 2,70% | 1,7 | | |
| | G5:Träger | Deckentisch Stützen einstellen | 43 | 3,00% | 1,3 | 4,6 | |
| | | Einschubträger montieren | 105 | 3,80% | 4,0 | | |
| | | Einschubträger abmontieren | 90 | 0,70% | 0,6 | | |
| | G6:Vorbereiten+ Nacharbeiten allgemein | Stützen-Transport per Hand | 53 | 2,80% | 1,5 | 6,8 | |
| | | Schaltafel-Transport per Hand | 32 | 2,00% | 0,6 | | |
| | | Träger-Transport per Hand | 31 | 2,00% | 0,6 | | |
| | | Material/Werkzeug-Transport per Hand | 8 | 1,30% | 0,1 | | |
| | | Schaltafel reinigen | 18 | 1,10% | 0,2 | | |
| | | Reinigungsarbeiten | 36 | 8,00% | 2,9 | | |
| | | Lagerplatzarbeiten | 36 | 0,00% | 0,0 | | |
| Deckentisch transportieren Dokart | | 3 | 0,80% | 0,0 | | | |
| Deckentisch transportieren Kran | | 0 | 1,70% | 0,0 | | | |
| Deckentisch einhängen Gabel | | 31 | 1,00% | 0,3 | | | |
| Messen/nivellieren | | 9,7 | 3,20% | 0,3 | | | |
| Material Ein/Aushängen | | 32 | 0,70% | 0,2 | | | |
| nicht untersucht | G7:Betonnieren | Betonnieren | | 0,00% | 0 | 0,0 | |
| | | Vorbereiten Betonnieren+Arbeitsbühne | | 5,10% | | | |
| | G8:Bewehren | Bewehren | | 0,00% | 0 | | |
| | | Vorbereiten Bewehren | | 0,00% | | | |
| | Zusätzliche Tätigkeit | Ergonomisch nicht relevant | | 1,00% | 0 | | |
| | Ablauf+Störungsbeding | Ablauf+Störungsbeding | | 3,00% | 0 | | |
| | Selbst gewählte Pause | Selbst gewählte Pause (Pause, WC, Flüssigkeit) | | 2,20% | 0 | | |
| | Vorgegebene Pause | Vorgegebene Pause | | 12,40% | 0 | | |
| | n.e. | n.e. | | 8,40% | 0 | | |
| | bewegungstechnisch nicht eindeutig definierbar | Material vorbereiten | | 2,00% | | | |
| | | Vorbereitende Tätigkeiten allgemein | | 0,20% | 0 | | |
| | | SAS abmontieren | | 0,20% | | | |
| | | Vorbereiten schalen | | 0,50% | | | |
| | Ergonomisch nicht relevant | Kran einweisen | | 0,90% | 0 | | |
| Anweisung geben | | | 0,90% | | | | |
| Plan lesen | | | 0,20% | | | | |
| Planbesprechung | | | 1,80% | | | | |
| Mit Auto unterwegs | | | 1,00% | | | | |
| Gesamt | | | 100,00% | | | | |
| Relevant | | | 63,10% | | | | |
| Untersucht | | | 60,20% | | | | |
| Untersuchungsquote | | | 95,40% | | | | |

Die abgebildete Tabelle zeigt in dunklerer Schrift die für die Ergonomieanalyse zur Untersuchung herangezogenen Tätigkeiten der einzelnen Tätigkeitsgruppen. In hellerer Schrift sind einerseits jene Tätigkeiten, welche entweder keine ergonomische Relevanz aufweisen, ergonomisch nicht

untersuchbar sind (aufgrund von ständig variierenden tätigkeitsinternen Bewegungsabläufen und Abläufen, welche keiner eindeutigen Haltungsgruppe zugeordnet werden können) oder aber aus den erhobenen Untersuchungsdaten nicht hervorgegangen sind und andererseits die Unterbrechungszeiten abgebildet.

Die Untersuchungsquote der relevanten erhobenen Tätigkeiten des Schalungssystems Dokamatic beträgt 95,4 % und liegt somit über der aufgrund der Aussagekraft der Analyse angestrebten 80 %.

Der mittlere Ergonomiewert jeder Tätigkeit wird mit ihrer Häufigkeit multipliziert, um so einen gewichteten Wert zu bekommen. Wenn eine Tätigkeit zwar einen sehr hohen Ergonomiewert hat, jedoch nur eine geringe Häufigkeit vorweist, dann fällt auch der gewichtete Ergonomiewert deutlich niedriger aus als der absolute Wert.

Umgekehrt verhält sich dies auch mit einem niedrigen Ergonomiewert und einer großen Häufigkeit einer Tätigkeit.

Im Weiteren werden der gewichtete Ergonomiewert jeder Gruppe sowie der gesamte gewichtete Ergonomiewert des Schalungssystems in absoluter und relativer Form dargestellt.

Hierbei kann man erkennen, welche Gruppe ergonomisch belastend für den Arbeiter sind und im Spezielleren, welche Tätigkeit dieser Gruppe den hohen Wert auslöst.

Damit hat man die Möglichkeit, an der richtigen Stelle ergonomische Optimierungen zu erreichen, um den Gesamtwert des Systems zu verbessern und somit langfristig bessere und gesündere Arbeitsbedingungen auf der Baustelle zu schaffen.

9.4.2.5 Dokamatic – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 0

Tabelle 9-24: Dokamatic – AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ebene 0: Ergebnisse dargestellt in Tätigkeitsgruppen

| AAWS-Formworks | | | |
|----------------------|----------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------|
| Tätigkeits-kategorie | Tätigkeits-Unterkategorie | Tätigkeitsgruppe | Durchschnittlicher Ergonomiewert [Pkt/AT] |
| Tätigkeit | Haupttätigkeit | | 19,1 |
| | | Schalen | 19,1 |
| | Nebentätigkeit | | 13,1 |
| | | Vorbereiten Schalen | 13,1 |
| | Zusätzliche Tätigkeit | | 0 |
| | Für ergonomische Untersuchung nicht relevant | | 0 |
| Unterbrechung | Ablaufbedingte Unterbrechung | | 0 |
| | Störungsbedingte Unterbrechung | | |
| | Erholungsbedingte Unterbrechung | | |
| | | Vorgegebene Pause | |
| | | Eigene Pause | |
| | Persönlich bedingte Unterbrechung | | |
| | | | |

Die Tabelle 9-24 liefert Kenntnis über die AAWS-F-Ergonomiewertverteilung der Tätigkeitsgruppen „Schalen“ und „Vorbereiten Schalen“ des Schalungssystems Dokaflex.

Da die Haupttätigkeiten und somit die Tätigkeitsgruppe „Schalen“ von Montage- und Demontagetätigkeiten geprägt sind, fällt der AAWS-F-Ergonomiewert von 19,1 im Vergleich zu den Nebentätigkeiten, d.h. der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“, welche durch Transport und Reinigung bzw. Vorbereiten der Schalungsbestandteile geprägt ist, mit 13,1 auch beim untersuchten Deckentischschalungssystem Dokamatic wesentlich höher aus.

Der AAWS-F-Gesamtergonomiewert beträgt 32,2 und befindet sich somit über dem maximal erwünschten Wert von 25. Einzelne in Kapitel 11.5.4 dargestellte Tätigkeiten weisen einen extrem überhöhten Ergonomiewert auf.

10 Datenauswertung PERI Skydeck

In diesem Kapitel erfolgt die Datenauswertung des Schalungssystems PERI Skydeck in den 4 Auswertungsklassen.

10.1 PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung (AK1)

Grundlage der Tätigkeitsauswertung des Schalungssystems PERI Skydeck auf der Baustelle in Graz/Hallerschlöss sind 5565 einzelne Vorgänge à 10 Beobachtungstagen.

2940 dieser Vorgänge konnten vom Verfasser selbst im Erhebungszeitraum von 18.06.2012 bis 22.06.2012 erhoben werden, 2625 Vorgänge wurden von Bernhard Hrovath¹⁵⁶ im Erhebungszeitraum von 06.07.2012 bis 12.07.2012 generiert.

Tabelle 10-1: Übersicht der Datensätze über die Tätigkeitsverteilung des Schalungssystems PERI Skydeck

| | |
|-----------------------|--------------------|
| Baustelle | Graz/Hallerschlöss |
| Schalungssystem | PERI Skydeck |
| Beobachtungstage | 10 Tage |
| Anzahl Aufzeichnungen | 5565 Notierungen |

In der folgenden Tabelle sind die Häufigkeiten der Tätigkeitsgruppen inklusive deren Varianzen in Ebene 0 abgebildet (Eintrittswahrscheinlichkeit= 90 %, $t=1,64$, p und q wie in Grundlagen beschrieben)

¹⁵⁶ Hrovath, B.: Masterprojekt, unveröffentlicht

Tabelle 10-2: PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung - Ebene 0: Häufigkeit der Tätigkeitsgruppen und zugehörige Varianzen

| Tätigkeits-kategorie | Tätigkeits-Unterkategorie | Tätigkeitsgruppe | Durchschnittlicher Anteil | Varianz (t=90 %) |
|------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------|
| Tätigkeit | | | 75,2 % | ±1,2 % |
| | | Haupttätigkeit | 18,1 % | ±2,5 % |
| | | Schalen Bewehren Betonieren Sonst. Haupttätigkeiten | 16,7 % | ±2,6 % |
| | | | 1,3 % | ±9,4 % |
| | | | 0,1 % | ±32,8 % |
| | | | 0,0 % | - |
| | | Nebentätigkeit | 51,1 % | ±1,2 % |
| | | Herrichten/Aufräumen Vorbereiten Schalen Vorbereiten Bewehren Vorbereiten Betonieren Vorbereiten Allgemein Plan lesen/Besprechung | 3,1 % | ±5 % |
| | | | 39,1 % | ±1,4 % |
| | | | 0,0 % | - |
| | | | 1,6 % | ±6,9 % |
| | | | 4,0 % | ±4,4 % |
| | | | 3,3 % | ±4,8 % |
| | | Zusätzliche Tätigkeit | 6,0 % | ±2,7 % |
| Unterbrechung | | | 24,8 % | ±1,3 % |
| | | Ablaufbedingte Unterbrechung | 2,0 % | ±4,7 % |
| | | Störungsbedingte Unterbrechung | 0,3 % | ±11,9 % |
| | | Erholungsbedingte Unterbrechung | 16,1 % | ±1,2 % |
| | | Vorgegebene Pause Eigene Pause | 12,6 % | ±1,4 % |
| | | | 4,5 % | ±2,3 % |
| | | Persönlich bedingte Unterbrechung | 4,1 % | ±2,4 % |
| nicht erkennbar | | | 1,3 % | - |

10.1.1 PERI Skydeck – Stundenweise Tätigkeitsverteilung

Nachfolgend wird die Tätigkeitsverteilung der einzelnen Arbeitsstunden über die gesamte Erhebungszeit hindurch dargestellt.



Tabelle 10-3: PERI Skydeck – Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Kategorieebene relativ

| Arbeitsstunde | | | | | | | | | | | | | Mittelwert |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|------------|
| Kategorie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Tätigkeit | 95,7 % | 95,7 % | 48,0 % | 84,3 % | 95,7 % | 40,6 % | 81,3 % | 68,8 % | 77,9 % | 75,8 % | 93,4 % | | 77,9 % |
| Unterbrechung | 3,7 % | 2,7 % | 51,7 % | 14,3 % | 3,7 % | 59,4 % | 18,3 % | 29,2 % | 21,7 % | 23,8 % | 6,6 % | | 21,4 % |
| nicht erkennbar | 0,7 % | 1,7 % | 0,3 % | 1,3 % | 0,7 % | 0,0 % | 0,4 % | 2,1 % | 0,4 % | 0,4 % | 0,0 % | | 0,7 % |
| Summe | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | | 100,0 % |

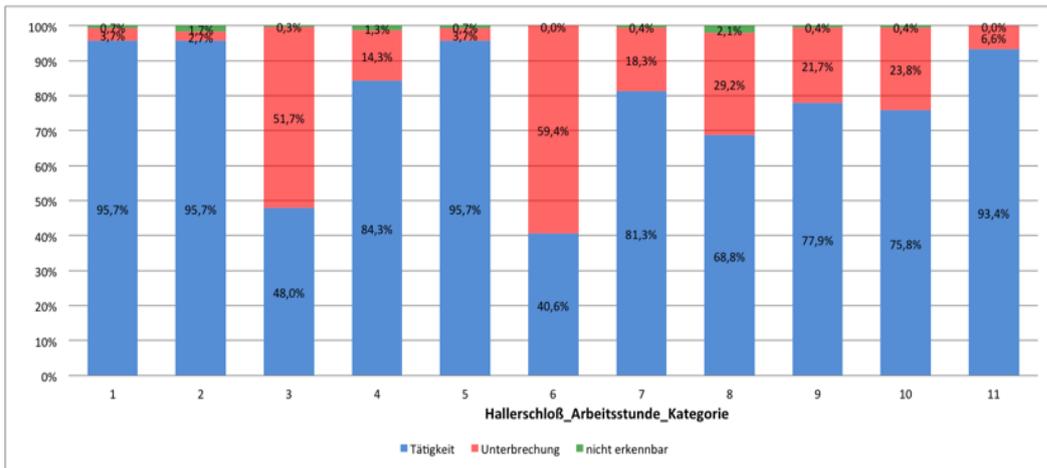


Bild 10-1: PERI Skydeck – Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Kategorieebene

Aus den oben angeführten Diagrammen und der Graphik ist wie bei den untersuchten Tätigkeitsverteilungen der anderen Schalungssysteme erkennbar, dass die Unterbrechungszeiten in der 3. und 6. Stunde sprunghaft ansteigen. Dies liegt an den vom Arbeitgeber gesetzlich verordneten Pausenzeiten.

Die Häufigkeit der Tätigkeiten ist in den ersten beiden Stunden sowie in den Stunden 5 und 11, also kurz vor der Mittagspause und kurz vor Arbeitsende, am höchsten.

Tabelle 10-4: PERI Skydeck – Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten in Unterkategorieebene relativ

| Arbeitsstunde | | | | | | | | | | | | | Mittel |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|--------|
| Unterkategorie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Haupttätigkeit | 14,7 % | 23,3 % | 12,0 % | 16,3 % | 34,0 % | 14,6 % | 15,8 % | 13,3 % | 22,5 % | 13,8 % | 46,2 % | - | 20,6 % |
| Nebentätigkeit | 65,7 % | 66,0 % | 35,0 % | 62,0 % | 48,0 % | 21,9 % | 48,3 % | 40,4 % | 45,4 % | 60,8 % | 44,7 % | - | 48,9 % |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|---------|
| zusätzliche Tätigkeit | 15,3 % | 6,3 % | 1,0 % | 6,0 % | 13,7 % | 4,2 % | 17,1 % | 15,0 % | 10,0 % | 1,3 % | 2,5 % | - | 8,4 % |
| Ablaufbedingte Unterbrechung | 0,3 % | 0,3 % | 1,7 % | 0,0 % | 1,0 % | 0,3 % | 0,8 % | 0,4 % | 1,3 % | 0,8 % | 1,0 % | - | 0,7 % |
| Störungsbedingte Unterbrechung | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | - | 0,0 % |
| Erholungsbedingte Unterbrechung | 1,7 % | 1,3 % | 49,7 % | 14,3 % | 2,0 % | 59,0 % | 16,3 % | 28,3 % | 19,6 % | 22,5 % | 5,6 % | - | 20,0 % |
| Persönlich bed. Unterbrechung | 1,7 % | 1,0 % | 0,3 % | 0,0 % | 0,7 % | 0,0 % | 1,3 % | 0,4 % | 0,8 % | 0,4 % | 0,0 % | - | 0,6 % |
| Nicht erkennbar | 0,7 % | 1,7 % | 0,3 % | 1,3 % | 0,7 % | 0,0 % | 0,4 % | 2,1 % | 0,4 % | 0,4 % | 0,0 % | - | 0,7 % |
| Summe | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | - | 100,0 % |

Die beiden oben stehenden Tabellen zeigen die stundenweise Verteilung der Tätigkeiten in Unterkategorieebene.

In weiterer Folge werden nur die Werte der Kategorie „Tätigkeit“ im Detail dargestellt.

Tabelle 10-5: PERI Skydeck – Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten der Kategorie „Tätigkeit“ relativ

| Arbeitsstunde | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|------------|
| Unterkategorie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Mittelwert |
| Haupttätigkeit | 15,3 % | 24,4 % | 25,0 % | 19,4 % | 35,5 % | 35,9 % | 19,5 % | 19,4 % | 28,9 % | 18,1 % | 49,5 % | - | 26,4 % |
| Nebentätigkeit | 68,6 % | 69,0 % | 72,9 % | 73,5 % | 50,2 % | 53,8 % | 59,5 % | 58,8 % | 58,3 % | 80,2 % | 47,8 % | - | 63,0 % |
| zusätzliche Tätigkeit | 16,0 % | 6,6 % | 2,1 % | 7,1 % | 14,3 % | 10,3 % | 21,0 % | 21,8 % | 12,8 % | 1,6 % | 2,7 % | - | 10,6 % |
| Summe | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | - | 100,0 % |

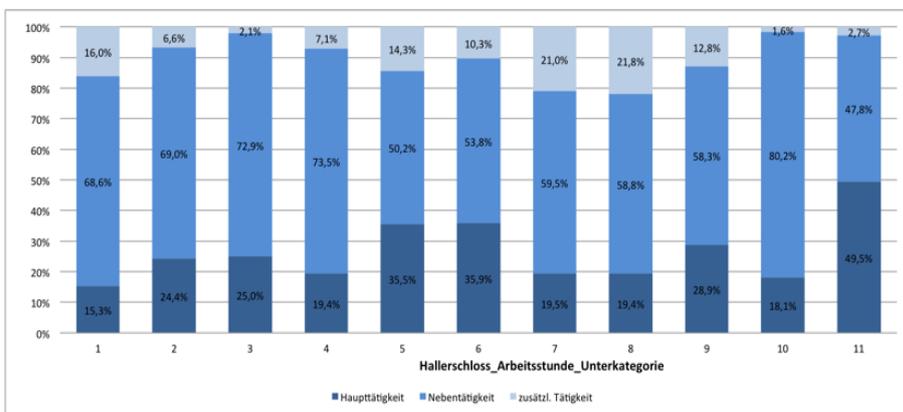


Bild 10-2: PERI Skydeck – Stundenweise Tätigkeitsverteilung: Häufigkeit der Tätigkeiten der Kategorie „Tätigkeit“

Die Betrachtung der stundenweisen Tätigkeitsverteilung in Unterkategorieebene zeigt hier die Verteilung der reinen Tätigkeitszeit in HT, NT und ZT. Auffällig ist hier, dass entgegen den charakteristischen Tätigkeitsverteilungen der Haupttätigkeitsanteil in der 11. Stunde, also kurz vor Arbeitsende, am höchsten ausfällt. Normalerweise ist diese Phase des Arbeitstages geprägt von Nebentätigkeiten wie etwa Auf-/Wegräumen.

10.1.2 PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung der gesamten Mannschaft

Es folgt nun die Darstellung der Tätigkeitsverteilung der gesamten Mannschaft in den einzelnen Ebenen.

10.1.2.1 PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung Ebene 1

Tabelle 10-6: PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung - Ebene1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Kategorieebene absolut und relativ

| Kategorie | Gesamt | Gesamt relativ |
|-----------------|--------|----------------|
| Tätigkeit | 4185 | 75,2 % |
| Unterbrechung | 1305 | 23,5 % |
| nicht erkennbar | 75 | 1,3 % |
| Summe | 5565 | 100,0 % |

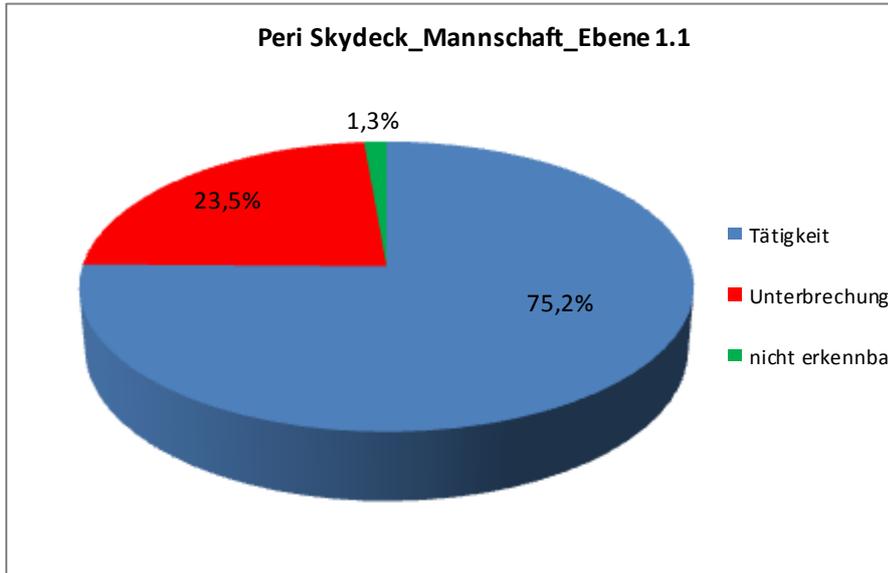


Bild 10-3: PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung-Ebene1.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Kategorieebene

Aus der Abbildung geht hervor, dass sich die untersuchten Bauarbeiter durchschnittlich 75,2 % ihrer Brutto-Arbeitszeit mit der Tätigkeitsausführung beschäftigten und Unterbrechungen in einer Höhe von 23,5 % gemessen werden konnten. Der Anteil der nicht erkennbaren Tätigkeitsaufzeichnungen ist mit 1,3 % gering ausgefallen.

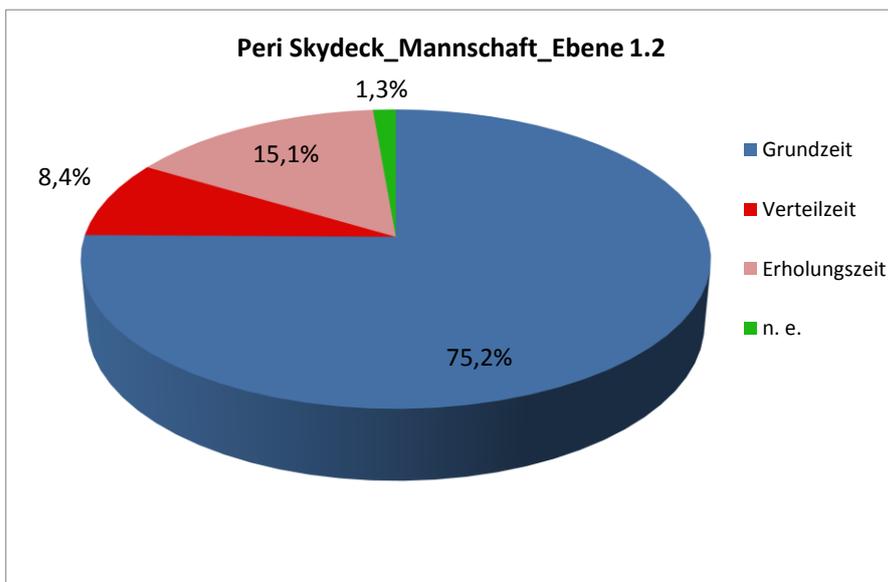


Bild 10-4: PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung-Ebene1.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Grundzeit, Verteilzeit, Erholungszeit und nicht erkennbar

Die Aufteilung der Unterbrechungszeit der gesamten Mannschaft ist mit 8,4 % Verteilzeit sowie 15,1 % Erholungszeit gegeben. Die Erholungszeit fällt aufgrund der extremen Witterungsbedingungen deutlich höher aus als gewohnt, da neben den vorgegebenen Erholungszeiten etliche selbst gewählte und von der Mannschaft geschlossen durchgeführte Pausen stattgefunden haben.

10.1.2.2 PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung Ebene 2

Tabelle 10-7: PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Unterkategorieebene absolut und relativ

| Unterkategorie | Gesamt absolut | Gesamt relativ |
|-----------------------------------|----------------|----------------|
| Haupttätigkeit | 1009 | 18,1 % |
| Nebentätigkeit | 2841 | 51,1 % |
| zusätzl. Tätigkeit | 335 | 6,0 % |
| Ablaufbedingte Unterbrechung | 110 | 2,0 % |
| Störungsbedingte Unterbrechung | 17 | 0,3 % |
| Erholungsbedingte Unterbrechung | 338 | 6,1 % |
| Persönlich bedingte Unterbrechung | 840 | 15,1 % |
| Nicht erkennbar | 75 | 1,3 % |
| Summe | 5565 | 100,0 % |

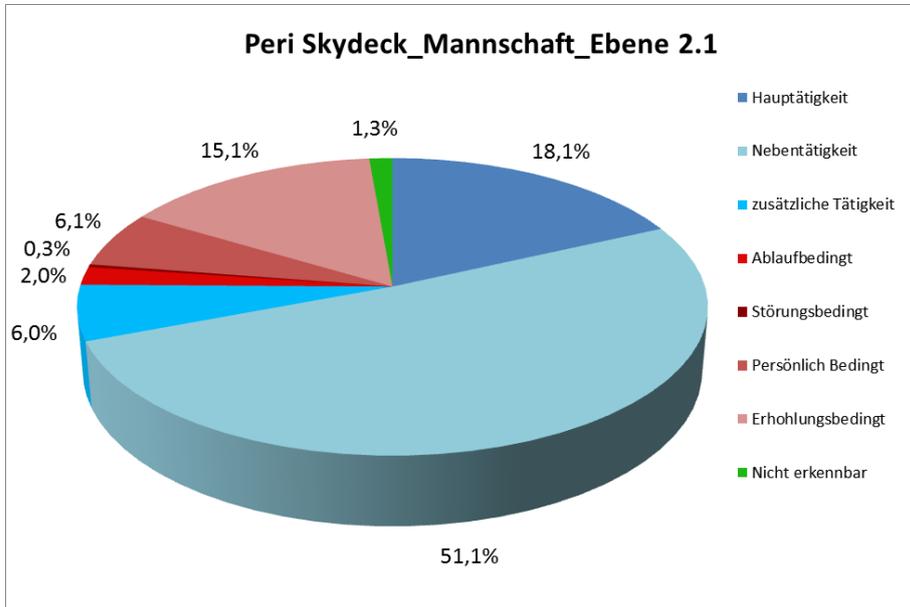


Bild 10-5: PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.1: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Unterkategorieebene

Die Tabelle 10-7 und Abbildung 10-5 zeigen deutlich den als charakteristisch einzustufenden hohen Anteil der Nebentätigkeiten an der Gesamtarbeitszeit bei Deckenschalungssystemen. Die zusätzlichen Tätigkeiten weisen einen Wert von 6 % auf. Dieser ist auf zwischenzeitliche Wandschalungsaktivitäten einzelner Mannschaftsmitglieder zurückzuführen.

Der hohe Wert der Unterkategorie „erholungsbedingte Unterbrechung“ wurde schon besprochen.

Tabelle 10-8: PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft der Kategorie „Tätigkeit“ absolut und relativ

| Unterategorie | Gesamt absolut | Gesamt relativ |
|-----------------------|----------------|----------------|
| Haupttätigkeit | 1009 | 24,1 % |
| Nebentätigkeit | 2841 | 67,9 % |
| zusätzliche Tätigkeit | 335 | 8,0 % |
| Summe | 4185 | 100,0 % |

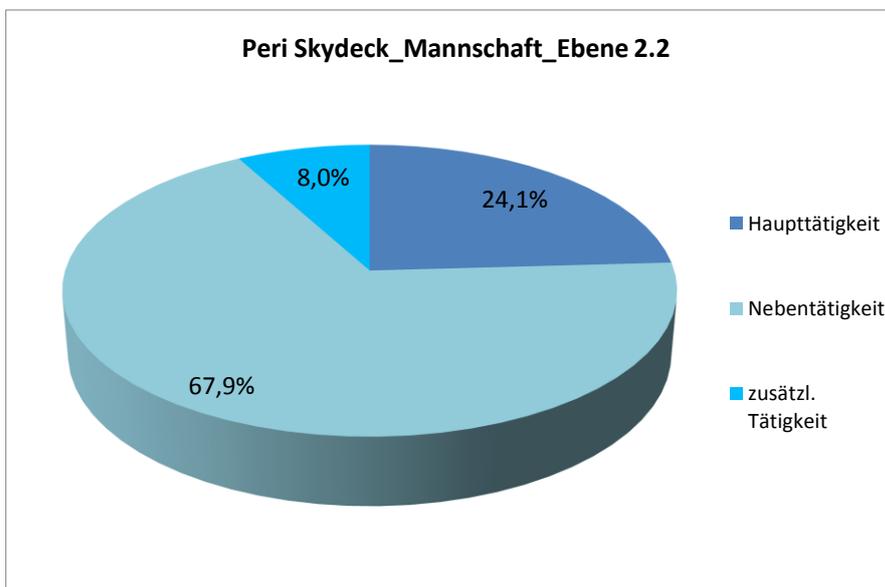


Bild 10-6: PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung-Ebene 2.2: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft der Kategorie „Tätigkeit“

In der genaueren Betrachtung der Kategorie „Tätigkeit“ zeigt sich nochmals der als leicht überhöht zu bezeichnende ZT-Wert. Ansonsten ist die Verteilung der HT und NT charakteristisch und weist keine Besonderheiten auf.

10.1.2.3 PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung Ebene 3

Tabelle 10-9: PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung-Ebene 3: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Prozessgruppen absolut

| Prozessgruppe | VM | NM | Gesamt |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| G1:Stützen | 305 | 220 | 525 |
| G2: Passflächen + Aussparung | 214 | 207 | 421 |
| G3:DRAS+Deckenanschlüsse | 227 | 98 | 325 |
| G4:Schaltafeln | 197 | 96 | 293 |
| G5:Träger | 94 | 44 | 138 |
| G6:Vorbereiten+Nacharbeiten allgemein | 1180 | 799 | 1979 |
| Betonieren | 6 | 119 | 125 |
| Bewehren | 0 | 6 | 6 |
| Zusätzliche Tätigkeit | 199 | 149 | 348 |
| Ablauf + Störungsbedingt | 71 | 81 | 152 |
| Selbst gewählte Pause | 128 | 339 | 467 |
| Vorgegebene Pause | 602 | 109 | 711 |
| n.e. | 60 | 15 | 75 |
| Summe | 3283 | 2282 | 5565 |

Tabelle 10-10: PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung - Ebene 3: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Prozessgruppen relativ

| Prozessgruppe | VM | NM | Gesamt |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|
| G1:Stützen | 9,3 % | 9,6 % | 9,4 % |
| G2: Passflächen + Aussparung | 6,5 % | 9,1 % | 7,6 % |
| G3:DRAS+Deckenanschlüsse | 6,9 % | 4,3 % | 5,8 % |
| G4:Schalttafeln | 6,0 % | 4,2 % | 5,3 % |
| G5:Träger | 2,9 % | 1,9 % | 2,5 % |
| G6:Vorbereiten+Nacharbeiten allgemein | 35,9 % | 35,0 % | 35,6 % |
| Betonieren | 0,2 % | 5,2 % | 2,2 % |
| Bewehren | 0,0 % | 0,3 % | 0,1 % |
| Zusätzliche Tätigkeit | 6,1 % | 6,5 % | 6,3 % |
| Ablauf + Störungsbedingt | 2,2 % | 3,5 % | 2,7 % |
| Selbst gewählte Pause | 3,9 % | 14,9 % | 8,4 % |
| Vorgegebene Pause | 18,3 % | 4,8 % | 12,8 % |
| n.e. | 1,8 % | 0,7 % | 1,3 % |
| Summe | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % |

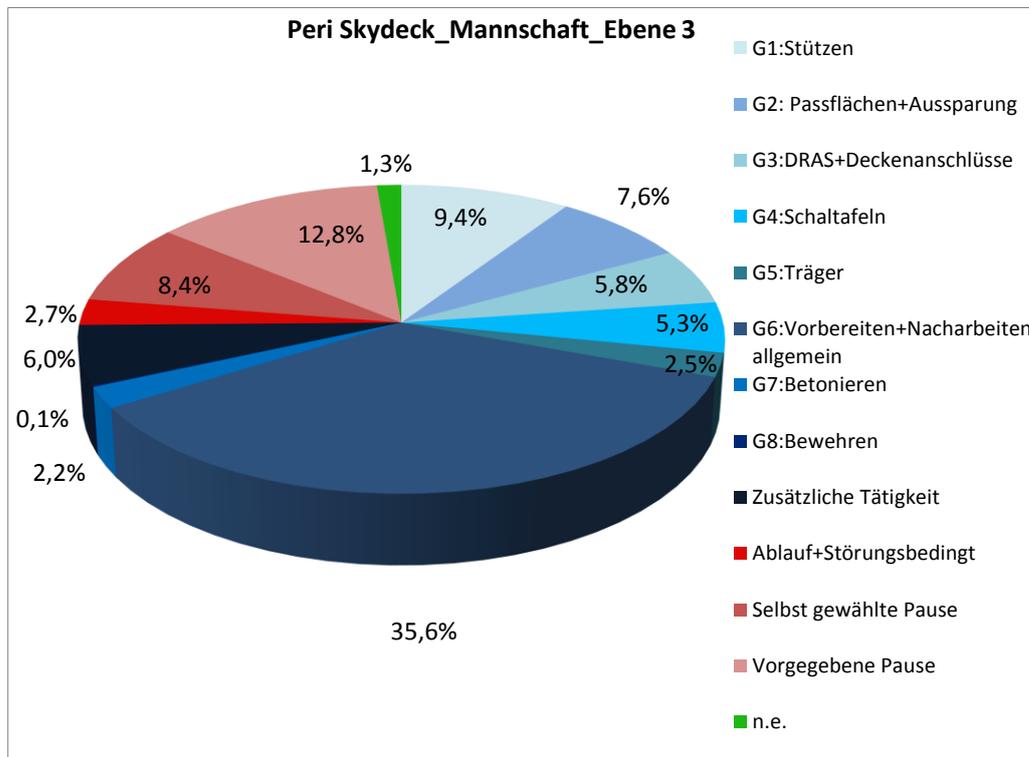


Bild 10-7: PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung - Ebene 3: Häufigkeit der Tätigkeiten der gesamten Mannschaft in Prozessgruppen

Die oben angeführte Tabelle inklusive Diagramm zeigt, dass die Mannschaft der Baustelle Graz/Hallerschloss, welche aus 3 Facharbeitern, einem

Hilfsarbeiter und einem Vorarbeiter besteht, von den 75,2 % Tätigkeiten 9,4 % für G1:Stützen, 7,6 % für G2:Passflächen+Aussparung, 5,8 % für G3:DRAS+Deckenanschlüsse, 5,3 % für G4:Schalttafel, 2,5 % für G5:Träger und 35,6 % für G6:Vorbereiten+Nacharbeiten allgemein aufwendet, sowie 6,0 % der Tätigkeiten ZT sind. 23,5 % der Zeit entfallen auf Unterbrechungen und 1,3 % der Messungen sind nicht erkennbar.

10.1.2.4 PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung Ebene 4

Tabelle 10-11 enthält Informationen zur Tätigkeitsverteilung sämtlicher im Zuge der PERI Skydeck - Baustellenbeobachtungen aufgezeichneten Tätigkeiten und dient somit zur genaueren Recherche.

Tabelle 10-11: PERI Skydeck – Tätigkeitsverteilung-Ebene 4: Häufigkeit der einzelnen Tätigkeiten der gesamten Mannschaft

| Tätigkeit | Summe | Gesamt |
|--------------------------------------|-------|--------|
| Deckenstütze stellen/hochschwenken | 137 | 2,5 % |
| Deckenstütze absenken (mit Fallkopf) | 34 | 0,6 % |
| Deckenrandabschalungen herstellen | 108 | 1,9 % |
| Deckenrandabschalungen abmontieren | 16 | 0,3 % |
| Rahmenelement einlegen (von oben) | 110 | 2,0 % |
| Rahmenelement entfernen (von unten) | 60 | 1,1 % |
| Deckenstütze entfernen | 31 | 0,6 % |
| Längsträger einlegen/einhängen | 77 | 1,4 % |
| Längsträger entfernen/aushängen | 26 | 0,5 % |
| Passflächen montieren | 180 | 3,2 % |
| Passflächen abmontieren | 20 | 0,4 % |
| Einlegeschiene einlegen | 35 | 0,6 % |
| Deckenrandabschalungen montieren | 86 | 1,5 % |
| Deckenrandabschalungen abmontieren | 5 | 0,1 % |
| Decke betonieren | 27 | 0,5 % |
| Beton verdichten | 43 | 0,8 % |
| Decke bewehren | 6 | 0,1 % |
| Arbeitsbühne montieren | 40 | 0,7 % |
| Bohren | 8 | 0,1 % |
| Rahmenelemente holen | 7 | 0,1 % |
| Deckenstütze holen | 6 | 0,1 % |
| Vorbereiten Schalen | 34 | 0,6 % |
| Deckenstützen vorbereiten/einstellen | 59 | 1,1 % |
| Fallkopf (Absenkkopf) einsetzen | 16 | 0,3 % |
| Stützbein stellen | 27 | 0,5 % |
| Messen/Nivellieren | 145 | 2,6 % |
| Vorbereitende Tätigkeiten allg. | 169 | 3,0 % |
| Werkzeug holen | 58 | 1,0 % |
| Herrichten allgemein | 55 | 1,0 % |
| Fixieren mit Klemme | 17 | 0,3 % |
| Plan lesen | 31 | 0,6 % |
| Dreikantleisten | 18 | 0,3 % |
| Rahmenelemente transportieren | 63 | 1,1 % |

| | | |
|---------------------------------------------|------|---------|
| Deckenstütze nivellieren | 133 | 2,4 % |
| Schalöl auftragen | 28 | 0,5 % |
| Schalplatten befeuchten | 8 | 0,1 % |
| Planbesprechung | 148 | 2,7 % |
| Jochträger Einlegen | 7 | 0,1 % |
| QuerträgerAuflegen | 7 | 0,1 % |
| Zwischenstützen stellen | 1 | 0,02 % |
| Aufräumen | 148 | 2,7 % |
| Schneiden | 85 | 1,5 % |
| Material reinigen | 25 | 0,4 % |
| Stütze halten | 66 | 1,2 % |
| Material einhängen (Kran) | 47 | 0,8 % |
| Material aushängen (Kran) | 35 | 0,6 % |
| Anweisung geben | 139 | 2,5 % |
| Lagerplatzarbeiten | 401 | 7,2 % |
| Vorbereiten betonieren | 40 | 0,7 % |
| Decke abziehen | 8 | 0,1 % |
| Beton nachbearbeiten | 10 | 0,2 % |
| Vorbereiten betonieren | 36 | 0,6 % |
| Material/Schalung transportieren | 390 | 7,0 % |
| Deckenrandabschalung vorbereiten/herstellen | 69 | 1,2 % |
| Aussparung herstellen | 2 | 0,04 % |
| Deckenanker montieren | 29 | 0,5 % |
| Schaltafel halten | 37 | 0,7 % |
| Passflächen vorbereiten/herstellen | 183 | 3,3 % |
| Passflächenhängeglied einhängen | 14 | 0,3 % |
| Bewehrung richten/ändern | 36 | 0,6 % |
| Lieferung annehmen | 1 | 0,02 % |
| Gerüst/Schalung warten | 241 | 4,3 % |
| Kran einweisen | 18 | 0,3 % |
| Unterwegs | 39 | 0,7 % |
| auf Anweisung warten | 68 | 1,2 % |
| auf Kran warten | 42 | 0,8 % |
| Störung allg. | 17 | 0,3 % |
| Mittagspause | 321 | 5,8 % |
| Vormittagspause | 377 | 6,8 % |
| Eigene Pause | 250 | 4,5 % |
| Flüssigkeitsaufnahme | 167 | 3,0 % |
| Rauchen | 39 | 0,7 % |
| WC | 24 | 0,4 % |
| nicht erkennbar | 75 | 1,3 % |
| Summe | 5565 | 100,0 % |

10.2 PERI Skydeck - Auswertung der Leistungskenngrößen (AK2)

Grundlage für die Datenauswertung der Leistungs- und Aufwandswerte sind die schriftlichen Baufortschrittsaufzeichnungen der Baustelle Graz/Hallerschloss und die Digitale Bilderfassung (Fotos) des Baufortschritts im 30-Minuten-Intervall.

Die geplante Auswertung der Leistungskenngrößen konnte jedoch aufgrund von ungeeignetem Bildmaterial nicht wie geplant alle halben Stunden erfolgen, sondern musste auf 3 Datensätze pro Tag reduziert werden (Arbeitsbeginn bis Vormittagspause-VM1, Vormittagspause bis Mittagspause-VM2 sowie Mittagspause bis Arbeitsende-NM).

Bei 5 Beobachtungstagen ergibt dies 14 Notierungen pro Woche, da am Freitag, den 22.06.2012 nur bis zur Mittagspause gearbeitet wurde.

Tabelle 10-12: Leistungskenngrößen gesamt des Schalungssystems PERI Skydeck

| Baustelle | Graz (Hallerschloss) | |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| Schalungssystem | PERI Skydeck | |
| Beobachtungstage | 5 Tage | |
| Anzahl Aufzeichnungen | 14 Notierungen | |
| | Aufwandswert | Leistungswert |
| | [Std/m ²] | [m ² /h] |
| Gesamtwert | 0,47 | 10,67 |
| Standardabweichung | 0,23 | 7,17 |
| Abweichung | 0,10 | 3,04 |
| Median | 0,35 | 12,08 |
| Minimum | 0,20 | 5,81 |
| Maximum | 0,86 | 25,00 |
| Unteres Quantil | 0,24 | 9,75 |
| Oberes Quantil | 0,48 | 15,00 |

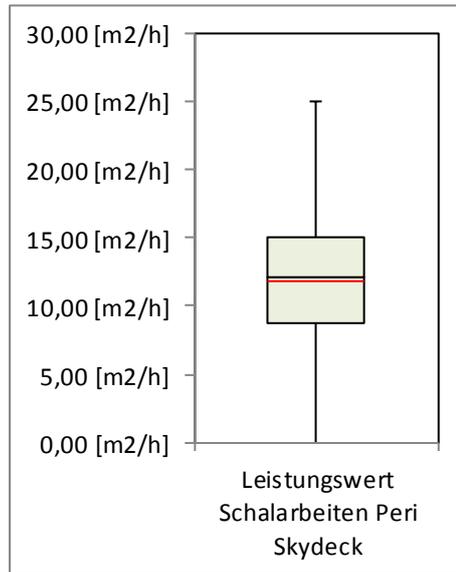
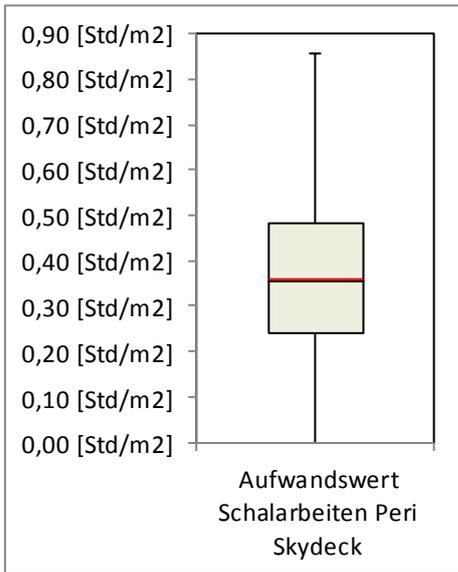


Bild 10-8: PERI Skydeck – Boxplot Aufwandswert **Bild 10-9: PERI Skydeck – Boxplot Leistungswert**

Die abgebildeten Boxplot-Diagramme zeigen jeweils den Mittelwert, den Median, das untere und obere Quantil sowie den Minimal- und Maximalwert der Aufwands- und Leistungswerte des Schalungssystems PERI Skydeck.

Tabelle 10-13: Leistungskenngrößen im Detail des Schalungssystems PERI Skydeck

| Leistungsanalyse Peri Skydeck | AT 1 | | | | AT 2 | | | | AT 3 | | | | AT 4 | | | | AT 5 | | | | Gesamt | | | |
|--------------------------------------------------|-------|------|-----|----|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|----|----|--------|-------|--|--|
| | VM 1 | VM 2 | NM | Σ | VM 1 | VM 2 | NM | Σ | VM 1 | VM 2 | NM | Σ | VM 1 | VM 2 | NM | Σ | VM 1 | VM 2 | NM | Σ | AW | LW | | |
| Arbeitskräfte [#] | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,47 | 10,67 | | |
| Geschalte Fläche [m2] | 0 | 50 | 35 | 85 | 30 | 35 | 50 | 115 | 30 | 30 | 45 | 105 | 25 | 40 | 60 | 125 | 50 | 0 | | 50 | | | | |
| Σ Geschalte Fläche im Beobachtungs zeitraum [m2] | 480 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zeitstunden [h] | 2 | 3 | 6 | 11 | 2 | 3 | 6 | 11 | 2 | 3 | 2 | 7 | 2 | 3 | 6 | 11 | 2 | 3 | | 5 | | | | |
| Σ Zeitstunden [h] | 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arbeitsstunden [Std] | 10 | 15 | 30 | 55 | 10 | 15 | 30 | 55 | 10 | 15 | 10 | 35 | 10 | 15 | 30 | 55 | 10 | 15 | | 25 | | | | |
| ΣArbeitsstunden [Std] | 225 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aufwandswert AW [Std/m2] | 0,0 | 0,3 | 0,9 | ⊗ | 0,3 | 0,4 | 0,6 | ⊗ | 0,3 | 0,5 | 0,2 | ⊗ | 0,4 | 0,4 | 0,5 | ⊗ | 0,2 | 0,0 | | | | | | |
| Leistungswert LW [m2/h] | 0,0 | 16,7 | 5,8 | ⊗ | 15,0 | 11,7 | 8,3 | ⊗ | 15,0 | 10,0 | 22,5 | ⊗ | 12,5 | 13,3 | 10,0 | ⊗ | 25,0 | 0,0 | | | | | | |
| Vergleichsaufwandswert Aw [Std/m2] Literatur | 0,33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Differenz AW | 0,14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vergleichsleistungswert Lw [m2/h] Literatur | 15,15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Differenz LW | -4,48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Der Aufwandswert der Mannschaft in der Erhebungswoche, welche mit Hilfe des Schalungssystems PERI Skydeck erzielt werden konnte, beträgt 0,47 [Std/m2].

Aus der angeführten Tabelle erkennt man, dass der erhobene Gesamtaufwandswert mit 0,47 [Std/m²] deutlich über dem Erfahrungs-Aufwandswert für Deckenrahmenschalungssysteme von 0,33 [Std/m2] liegt (+0,14 [Std/m²]). Dies ist auf die extremen Witterungsbedingungen mit einer höheren Häufigkeit der persönlich bedingten Pausen zurückzuführen.

Der Leistungswert der Mannschaft in der Erhebungswoche beträgt 10,67 [m2/h] und ist somit um 4,48 [m2/h] niedriger als der aus dem Erfahrungswert ermittelte Leistungswert für Deckenrahmenschalungssysteme.

Zusätzlich sind der oben stehenden Tabelle die Aufwandswerte und Leistungswerte jeden Tages von Arbeitsbeginn bis zur Vormittagspause (VM1), von der Vormittagspause bis zur Mittagspause (VM2) und von der Mittagspause bis zum Arbeitsende (NM) zu entnehmen.

Tabelle 10-14: Brutto und Netto Leistungs- und Aufwandswerte des Schalungssystems PERI Skydeck für die Tätigkeitsgruppen „Schalen“ sowie „Vorbereiten Schalen“

| Tätigkeitsgruppe | Schalen | | | |
|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| Häufigkeit [%] | 16,7 | | | |
| Peri Skydeck | Brutto-Aufwandswert | Brutto-Leistungswert | Netto-Aufwandswert | Netto-Leistungswert |
| | [Std/m ²] | [m ² /h] | [Std/m ²] | [m ² /h] |
| Gesamtwert | 0,47 | 10,67 | 0,08 | 1,78 |
| Standardabweichung | 0,23 | 7,17 | 0,04 | 1,20 |
| Abweichung | 0,10 | 3,04 | 0,02 | 0,51 |
| Median | 0,35 | 12,08 | 0,06 | 2,02 |
| Minimum | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Maximum | 0,86 | 25,00 | 0,14 | 4,18 |
| Tätigkeitsgruppe | Vorbereiten Schalen | | | |
| Häufigkeit [%] | 39,1 | | | |
| Peri Skydeck | Brutto-Aufwandswert | Brutto-Leistungswert | Netto-Aufwandswert | Netto-Leistungswert |
| | [Std/m ²] | [m ² /h] | [Std/m ²] | [m ² /h] |
| Gesamtwert | 0,47 | 10,67 | 0,18 | 4,17 |
| Standardabweichung | 0,23 | 7,17 | 0,09 | 2,80 |
| Abweichung | 0,10 | 3,04 | 0,04 | 1,19 |
| Median | 0,35 | 12,08 | 0,14 | 4,72 |
| Minimum | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Maximum | 0,86 | 25,00 | 0,34 | 9,78 |

Die oben stehende Tabelle zeigt die laut Kapitel 7.5.2.1 ermittelten Brutto- und Nettoaufwands- und Leistungswerte der Tätigkeitsgruppen „Schalen“ und „Vorbereiten Schalen“.

Diese werden in Kapitel 11 analysiert und mit Literaturwerten verglichen.

10.3 PERI Skydeck – Herzfrequenzauswertung (AK 3) Belastungen und resultierende Beanspruchungen

Nachfolgend finden sich die Auswertung der Herzfrequenzen und die Auswertung der mit den durch Spiroergometrien relativierten Belastungen der Arbeiter.

10.3.1 PERI Skydeck – Belastung - Herzfrequenzverlauf der Tätigkeitsgruppen

In diesem Kapitel werden die Herzfrequenzverläufe der Tätigkeitsgruppen „Schalen“ sowie „Vorbereiten Schalen“ der einzelnen Arbeiter, der gesamten Mannschaft und über den Arbeitstag [AT] verteilt dargestellt.

10.3.1.1 PERI Skydeck – Belastung-Herzfrequenz der Kategorien und Tätigkeitsgruppen

Die nachfolgende Tabelle zeigt den durchschnittlichen Puls der Bauarbeiter während der Ausführung der in Tätigkeitsgruppen zusammengefassten Tätigkeiten des Schalungssystems PERI Skydeck.

Tabelle 10-15: PERI Skydeck – Durchschnittlicher Puls der Tätigkeitsgruppen inklusive Varianzen (p und q wie in Grundlagen beschrieben)

| Tätigkeits-kategorie | Tätigkeits-Unterkategorie | Tätigkeitsgruppe | Durchschnittlicher Puls | | Varianz (90 %, t=1,64) |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------|------------------------|
| Tätigkeit | | | 101,09 | | ±3,5 % |
| | Haupttätigkeit | | 99,8 | | ±6,1 % |
| | | Schalen | 99,8 | 99,8 | ±6,1 % |
| | | Bewehren | - | | - |
| | | Betonieren | - | | - |
| | | Sonst. Haupttätigkeiten | - | | - |
| | Nebentätigkeit | | 101,2625 | | ±4,8 % |
| | | Herrichten/Aufräumen | 96,25 | 101,3 | ±12,7 % |
| | | Vorbereiten Schalen | 100,9 | | ±5,6 % |
| | | Vorbereiten Bewehren | - | | - |
| | | Vorbereiten Betonieren | 105 | | ±17,1 % |
| | | Vorbereiten Allgemein | - | | - |
| | | Plan lesen/Besprechung | 102,9 | | ±24,2 % |
| Zusätzliche Tätigkeit | | 102,2 | | ±9,6 % | |
| Unterbrechung | | | 103,1 | | ±5,1 % |
| | Ablaufbedingte Unterbrechung | | 105,1 | | ±30,4 % |
| | Störungsbedingte Unterbrechung | | - | | - |
| | Erholungsbedingte Unterbrechung | | 102,1 | | ±6,3 % |
| | | Vorgegebene Pause | 102,4 | 102,1 | ±6,7 % |
| | | Eigene Pause | 101,8 | | ±18,3 % |
| | Persönlich bedingte Unterbrechung | | 103,5 | | ±30,4 % |

10.3.1.2 Herzfrequenzverlauf der Tätigkeitsgruppe „Schalen“

Nachfolgend sind in den Bildern 10-10 und 10-11 die Herzfrequenzverläufe der Mannschaft gesamt über den Arbeitstag und der Arbeiter einzeln bei der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ zu sehen.

Es handelt sich hierbei um Absolutwerte, welche erst durch den Vergleich mit den Spiroergometriedaten Auskunft über die Auswirkung der Arbeit aus den Tätigkeitsgruppen auf die Arbeitskräfte geben.

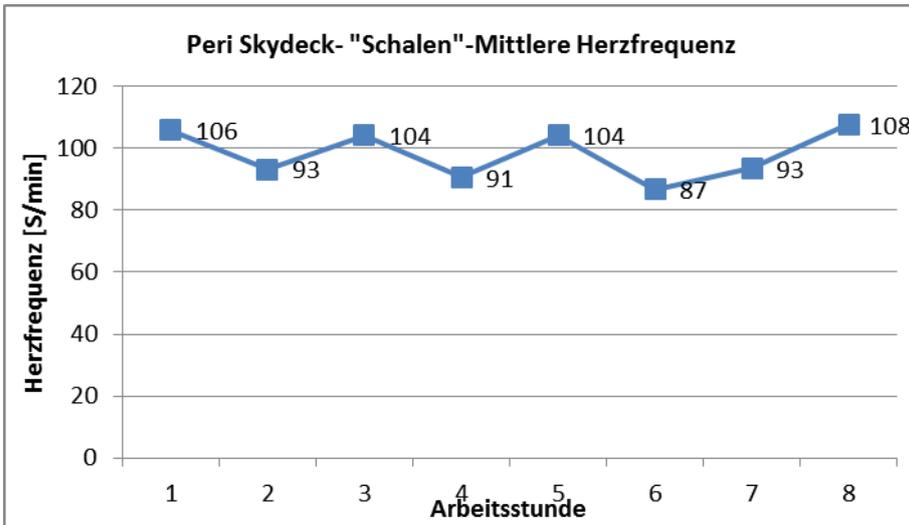


Bild 10-10: PERI Skydeck – Herzfrequenzauswertung - Stundenweise mittlere Herzfrequenz der Mannschaft der Tätigkeitsgruppe „Schalen“

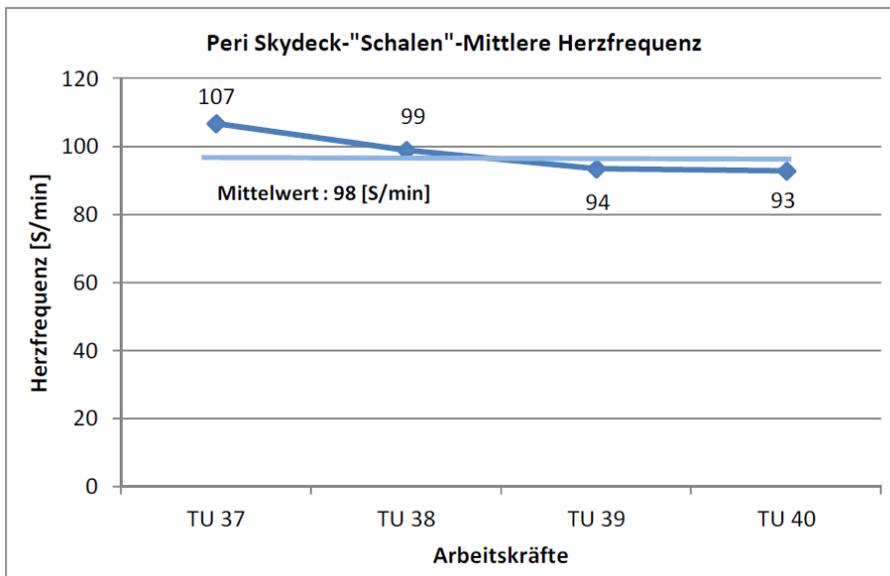


Bild 10-11: PERI Skydeck – Herzfrequenzauswertung - Mittlere Herzfrequenz der untersuchten Arbeiter der Tätigkeitsgruppe „Schalen“

10.3.1.3 Herzfrequenzverlauf der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“

Nachfolgend sind in den Bildern 10-12 und 10-13 die Herzfrequenzverläufe der Mannschaft gesamt über den Arbeitstag und der Arbeiter einzeln bei der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ zu sehen.

Es handelt sich hierbei um Absolutwerte, welche erst durch den Vergleich mit den Spiroergometriedaten Auskunft über die Auswirkung der Arbeit aus den Tätigkeitsgruppen auf die Arbeitskräfte geben.

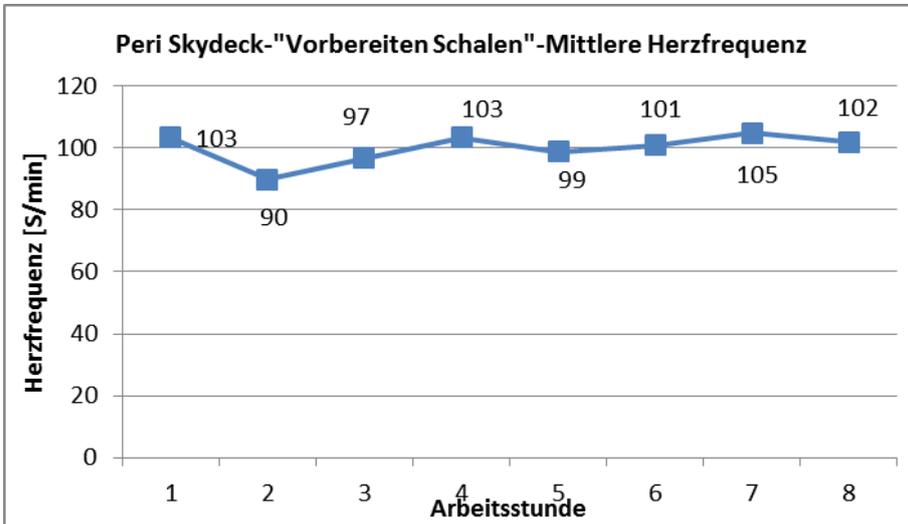


Bild 10-12: PERI Skydeck – Herzfrequenzauswertung-Stundenweise mittlere Herzfrequenz der Mannschaft der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“

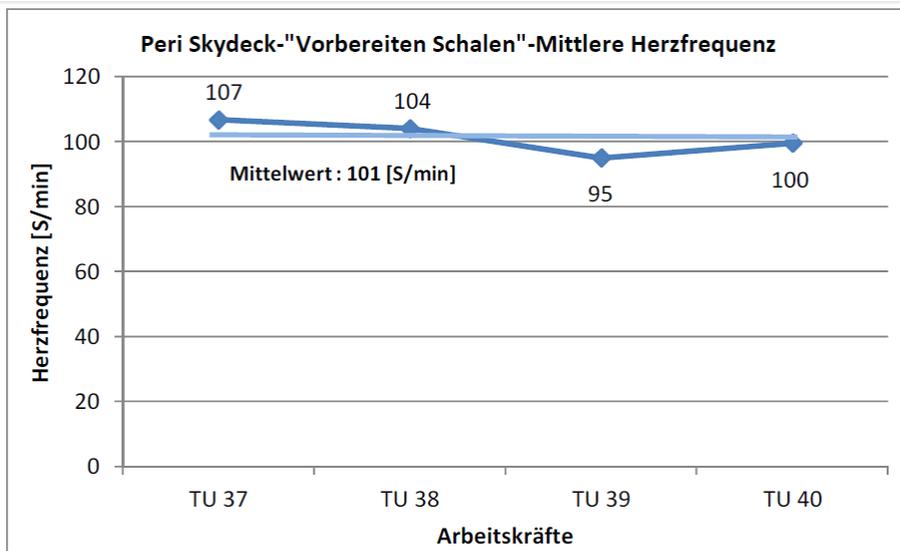


Bild 10-13: PERI Skydeck – Herzfrequenzauswertung-Mittlere Herzfrequenz der untersuchten Arbeiter der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“

10.3.2 PERI Skydeck – Ergebnisse der Spiroergometrien

Durch die Spiroergometrieergebnisse der Bauarbeiter können die auf der Baustelle gemessenen Herzfrequenzverläufe mit Hilfe der Herzfrequenz-

schwellenwerte (hier vor allem HFLTP1) in Relativwerte umgerechnet werden.

Folgende absolute Werte der Spiroergometrie werden für die Umrechnung benötigt:

- Maximale Herzfrequenz (HF_{max})
- Herzfrequenz an der aeroben Grenze (HF_{LTP1})
- Herzfrequenz an der anaeroben Grenze (HF_{LTP2})

Tabelle 10-16: PERI Skydeck – Spiroergometriedaten der gesamten Mannschaft

| Proband Nr. | Pmax Watt | PLTP1 Watt | PLTP2 Watt | HF max S/min | HF LTP1 S/min | HF LTP2 S/min | VO2 max L/min |
|-------------|--------------|---------------|---------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| TU 37 | 290 | 205 | 202 | 187 | 162 | 161 | 4,08 |
| TU 38 | 200 | 142 | 145 | 180 | 156 | 157 | 3,26 |
| TU 39 | 200 | 98 | - | 149 | 102 | - | 3,46 |
| TU 40 | 230 | 45 | 148 | 182 | 97 | 137 | 3,56 |
| Mittelwert | 230,00 | 122,50 | 165,00 | 174,50 | 129,25 | 151,67 | 3,59 |
| SD | 42,43 | 67,81 | 86,56 | 17,25 | 34,50 | 76,56 | 0,35 |
| Median | 215 | 120 | 148 | 181 | 129 | 157 | 3,51 |
| 1.Quartil | 200 | 84,75 | 146,5 | 172,25 | 100,75 | 147 | 3,41 |
| 2.Quartil | 245 | 157,75 | 175 | 183,25 | 157,5 | 159 | 3,69 |
| Minimum | 200 | 45 | 145 | 149 | 97 | 137 | 3,26 |
| Maximum | 290 | 205 | 202 | 187 | 162 | 161 | 4,08 |

10.3.3 PERI Skydeck – Beanspruchung der Tätigkeiten

In diesem Kapitel werden die aus den Belastungen mittels Spiroergometrie relativierten resultierenden Beanspruchungen der Tätigkeitsgruppen „Schalen“ sowie „Vorbereiten Schalen“ der einzelnen Arbeiter, der gesamten Mannschaft und über den Arbeitstag [AT] verteilt dargestellt.

10.3.3.1 Beanspruchung der Tätigkeitsgruppe „Schalen“

Bilder 10-14 und 10-15 zeigen, dass der Beanspruchungsgrad der Mannschaft bei der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ gegen Ende des Arbeitstages in der 11. Stunde stark ansteigt und mit 106 % den 1. Schwellenwert (Übergangsbereich zur anaeroben Phase) überschreitet.

Im Durchschnitt betrachtet liegen die einzelnen Bauarbeiter jedoch immer unter dem 1. Schwellenwert und befinden sich somit in der 1. Phase der Energiebereitstellung.

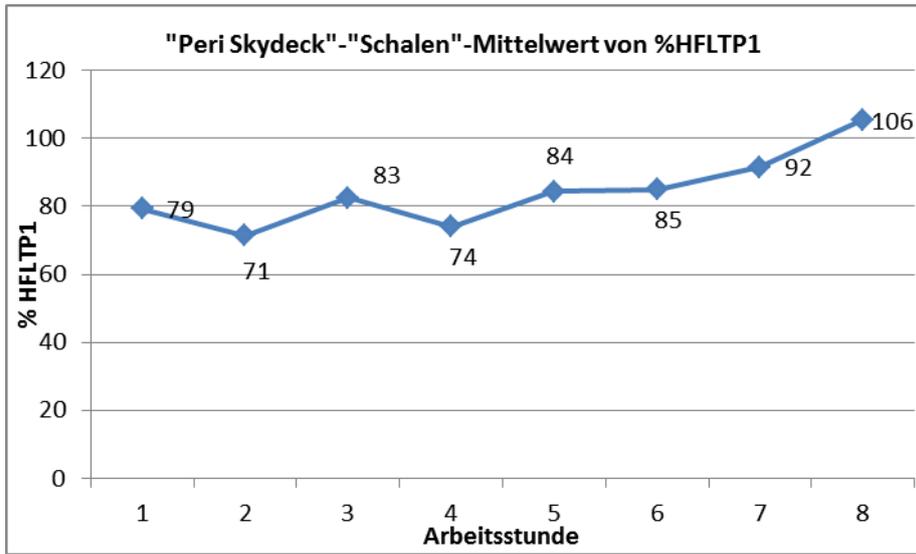


Bild 10-14: PERI Skydeck – Herzfrequenzauswertung-Stundenweiser Mittelwert von %HF_{LTP1} der Mannschaft der Tätigkeitsgruppe „Schalen“

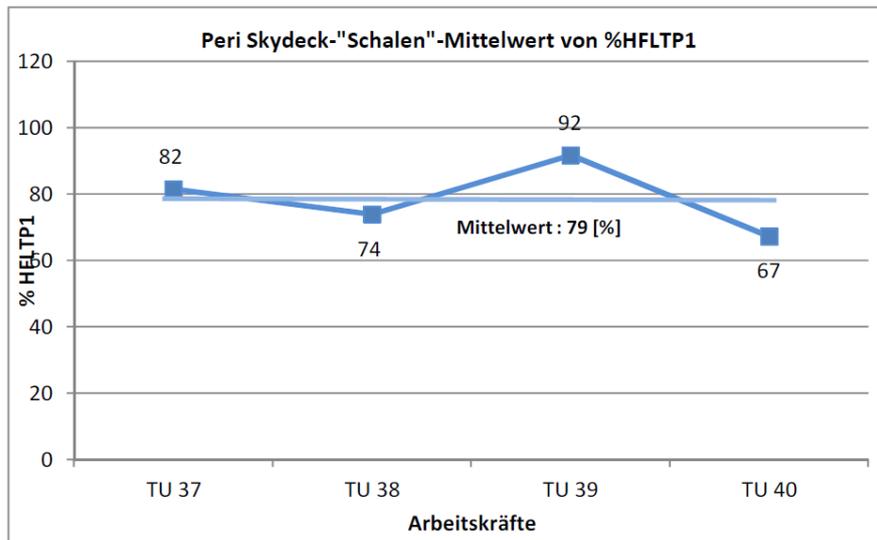


Bild 10-15: PERI Skydeck – Herzfrequenzauswertung-Mittelwert von %HF_{LTP1} der untersuchten Arbeiter der Tätigkeitsgruppe „Schalen“

10.3.3.2 Beanspruchung der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“

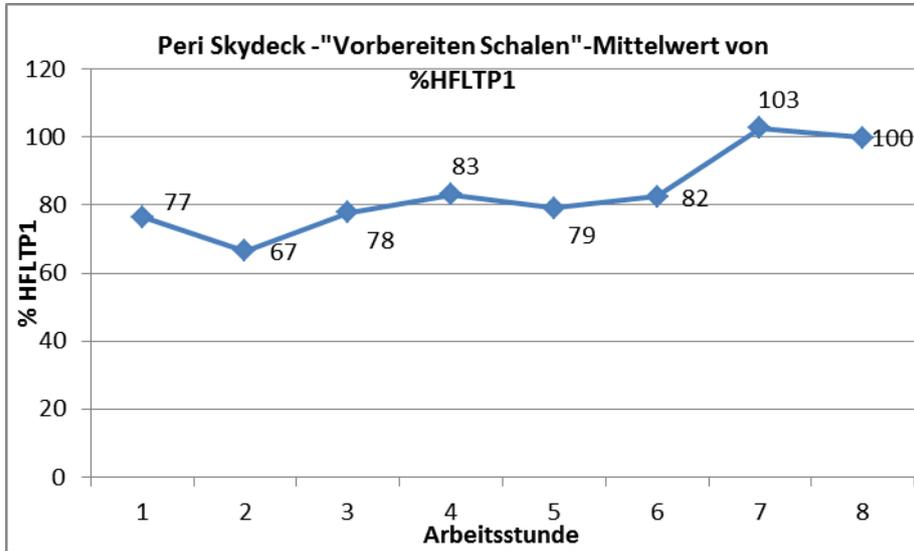


Bild 10-16: PERI Skydeck – Herzfrequenzauswertung - Stundenweise Mittelwert von %HF_{LTP1} der Mannschaft der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“

Aus Bild 10-16 geht hervor, dass ab Stunde 6 der Mittelwert der Beanspruchung der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ stark ansteigt und ein Maximum von 103 % erreicht.

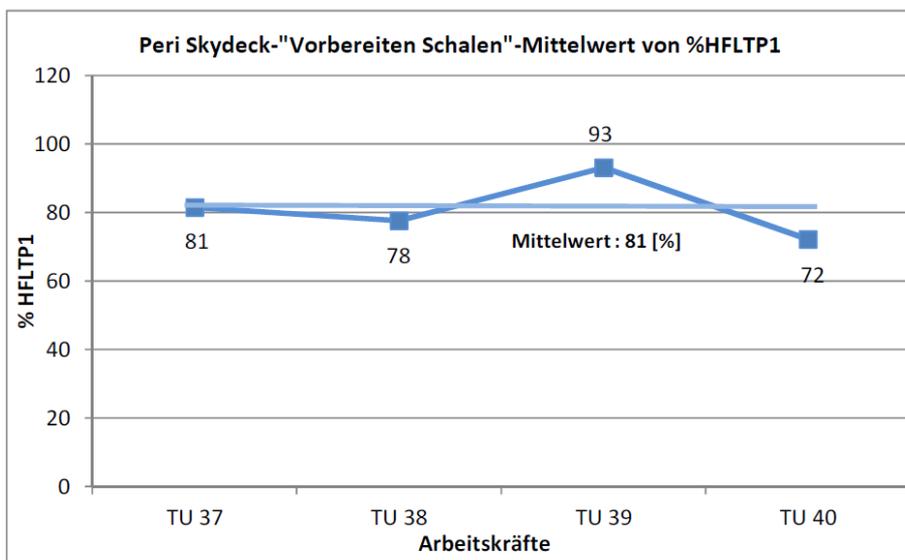


Bild 10-17: PERI Skydeck – Herzfrequenzauswertung-Mittelwert von %HF_{LTP1} der untersuchten Arbeiter der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“

TU9 43 weist bei der Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“ mit einem mittleren Beanspruchungsgrad von 93 % den höchsten Wert der Mannschaft auf.

Die restlichen Arbeiter bleiben deutlich hinter ihrer Leistungsgrenze zurück.

10.4 PERI Skydeck – Ergonomische Auswertung (AK 4)

Grundlage der ergonomischen Auswertung und Analyse des Deckenschalungssystems PERI Skydeck ist die im Beobachtungszeitraum von 06.07.2012. bis 12.07.2012 erhobene und in Kapitel 6.8.2 ausgewertete Tätigkeitsverteilung sowie die im selben Zeitraum aufgenommenen Digitalen Bilderfassungen (Videos), aus denen Videosequenzen der ergonomisch relevanten Tätigkeiten generiert wurden.

An 10 Beobachtungstagen konnten somit 27 Tätigkeiten mit insgesamt 94 Videosequenzen untersucht werden. Die Untersuchungsquote, d.h. das Verhältnis zwischen ergonomisch relevanten Tätigkeiten und tatsächlich analysierten Tätigkeiten des untersuchten Schalungssystems beträgt 1/0,896. Es wurden somit 89,6 [%] der ergonomisch relevanten Tätigkeiten des Schalungssystems PERI Skydeck analysiert.

Tabelle 10-17: Überblick über die erhobenen Datensätze und Grundlagen der Ergonomieauswertung

| Ergonomieanalyse | |
|--------------------------------|--------------------|
| Baustelle | Graz/Hallerschloss |
| Schalungssystem | PERI Skydeck |
| Beobachtungstage | 10 Tage |
| Basis: Anzahl Aufzeichnungen | 5565 Notierungen |
| Anzahl Analysemethoden | 2 |
| Anzahl untersuchte Tätigkeiten | 27 |
| Anzahl Videosequenzen | 94 |
| Untersuchungsquote [%] | 89,6 |

10.4.1 PERI Skydeck – LMM (Leitmerkalmethode)

In diesem Kapitel erfolgt die Auswertung der AK3-Ergonomieauswertung mit Hilfe der LM-Methode.

10.4.1.1 PERI Skydeck – LMM-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 1

Nachfolgend ist als Beispiel das ausgefüllte LMM-Sheet der Tätigkeit „Rahmenelement montieren“ aus der Prozessgruppe „G4:Rahmenelement“ dargestellt.

Die Anzahl der zu montierenden Rahmenelemente pro Tag befindet sich immer zwischen 10 [#] und 40 [#], das Gewicht der angewendeten Rahmenelemente in den untersuchten Videosequenzen ist immer zwischen 20 [kg] und 30 [kg], die überwiegende Haltungspositionsgruppe (HW) ist HW3 und die Ausführungsbedingungen sind immer geprägt durch gute ergonomische Bedingungen.

Daher ergibt sich sowohl beim dargestellten als auch in jedem weiteren ausgewerteten LMM-Sheet der Tätigkeit „Stütze stellen“ ein Ergonomiewert von 12 als Ergebnis.

| Leitmerkalmethode | | | | | | |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|
| Tätigkeit: | Rahmenelement montieren | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Umsetzen | < 10 x | < 40 x | < 200 x | < 500 x | < 1.000 x | mehr |
| Halten | < 5 min | < 15 min | < 1 h | < 2 h | < 4 h | mehr |
| Tragen | < 300 m | < 1 km | < 4 km | < 8 km | < 16 km | mehr |
| Betreffende Spalte mit 1,2,3,4,5 oder 6 markieren | | x | | | | |
| | | 2- | | | | |
| | | | | | | |
| Betreffende Spalte mit 1,2,3,4 oder 5 markieren | | x | | | | |
| | | 2- | | | | |
| | Haltungswichtung 1 (HW) | | | | | |
| 1 | | <ul style="list-style-type: none"> • Oberkörper aufrecht, nicht verdreht • Last körpermah • Stehen oder wenige Schritte gehen | | | | |
| 2 | | <ul style="list-style-type: none"> • Oberkörper gering vorneigen oder verdrehen • Last körpermah | | | | |
| 3 | | <ul style="list-style-type: none"> • Tiefes Beugen oder weites Vorneigen • Oberkörper gleichzeitig gering vorneigen und verdrehen • Last körperfern oder über Schulterhöhe halten | | | x | |
| 4 | | <ul style="list-style-type: none"> • Oberkörper gleichzeitig weit vorneigen und verdrehen • Last körperfern • Eingeschränkte Haltungsvermögen beim Stehen, Hocken oder Knien | | | | |
| | Ausführungsbedingungs-wichtung (AW) | | | | | |
| 1 | 0 | Gute ergonomische Bedingungen <ul style="list-style-type: none"> • Ausreichend Platz und Licht • Keine Hindernisse im Arbeitsbereich • Ebener, rutschfester Boden | | | | x |
| 2 | 1 | Einschränkung der Bewegungsfreiheit <ul style="list-style-type: none"> • Bewegungsraum: Höhe oder Arbeitsfläche zu gering • Standsicherheit: unebener, weicher Boden | | | | |
| 3 | 2 | Starke Einschränkung der Bewegungsfreiheit und / oder Instabilität des Last-Schwerpunktes | | | | |
| Ergebnis | | | | | | 12 |

Bild 10-18: PERI Skydeck -LMM-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 1: Ausgewertetes Sheet der Tätigkeit „Rahmenelement montieren“

10.4.1.2 PERI Skydeck – LMM-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 2

Nachfolgend ist beispielhaft die dem mittleren LMM-Ergonomiewert der Tätigkeit „Rahmenelement montieren“ zu Grunde liegende Videosequenzliste angeführt. Vermerkt ist jeweils die Videonummer, der Name des Videos, der Beginn und das Ende der untersuchten Videosequenz innerhalb des

Videos, der mittels LMM-Sheet ermittelte Ergonomiewert sowie der in weiterer Folge benötigte mittlere Ergonomiewert.

**Tabelle 10-18: PERI Skydeck – LMM-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 2:
Beispiel- Videosequenzliste der Tätigkeit "Rahmenelement montieren"**

| G4:Rahmenelement - Rahmenelement montieren | | | | | |
|---------------------------------------------------|----------------|-------|-------|--------------------|---------------------------------|
| Videonummer | Videoname | von | bis | Ergonomie- wert | mittlerer Ergonomie- wert |
| 1 | 20120706080152 | 05:24 | 05:30 | 12 | 12,00 |

Als Hinweis ist an dieser Stelle anzuführen, dass ein Untersuchen verschiedener Videosequenzen mit Hilfe der Leitmerkmalmethode, wie in diesem Fall der Tätigkeit „Rahmenelement montieren“, welche der Prozessgruppe G4:Rahmenelement angehört, durch die sehr grobe Beurteilung der Bewegungsabläufe immer den gleichen Wert ergibt.

Darum wurde auf eine Auflistung mehrerer Videosequenzen bei der Leitmerkmalmethode verzichtet.

10.4.1.3 PERI Skydeck – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 4

Ebene 4 der Ergonomieauswertung zeigt die LMM-Ergonomieverteilung der Prozessgruppen G1-G6 des Schalungssystems PERI Skydeck und deren Tätigkeiten jeweils als Gesamtwert und als absolute sowie relative Verteilung.

Anschließend wird der LMM-Ergonomiewert aller Prozessgruppen zusammen wiederum als Gesamtwert und als absolute sowie relative Verteilung dargestellt.

Dieser Wert ist als Gesamt-LMM-Ergonomieergebnis des Schalungssystems PERI Skydeck im Rahmen der Untersuchungen zu betrachten.

In 11.5.4 sind neben den ergonomisch kritischen Tätigkeiten der weiteren untersuchten Systeme auch die ergonomisch kritischen Tätigkeiten des Schalungssystems PERI Skydeck dargestellt und analysiert.

Tabelle 10-19: PERI Skydeck – LMM-Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Ergebnisse in Prozessgruppen

| LMM – Ergoniewerte PERI Skydeck Prozessgruppen G1-G6 | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------|--------------|
| Prozessgruppe | Gesamtwert Prozessgruppe Pkt/AT | Absolut Pkt/AT | Relativ [%] |
| G1: Stützen | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Stütze stellen ■ Stütze entfernen ■ Stützbein stellen ■ Absenkkopf einsetzen | | | |
| G2: Passflächen und Aussparungen | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Passflächen montieren ■ Passflächen abmontieren ■ Passflächen vorbereiten (Schneiden+Transport) ■ Joch+Querträger | | | |
| G3: DRAS + Deckenanschlüsse | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ DRAS montieren ■ DRAS abmontieren ■ DRAS Vorbereiten (Schneiden+Transport) | | | |
| G4: Rahmenelement | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Rahmenelement montieren ■ Rahmenelement abmontieren ■ Einlegeschielen montieren | | | |
| G5: Träger | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Längsträger einhängen ■ Längsträger abmontieren | | | |
| G6: Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Stützen-Transport per Hand ■ Material/Werkzeug-Transport per Hand ■ Lagerplatzarbeiten ■ Messen/nivellieren ■ Rahmenelement-Transport per Hand ■ Rahmenelement reinigen ■ Schalttafel halten ■ Material einhängen/aushängen ■ Träger-Transport per Hand ■ Reinigungsarbeiten ■ Bohren | | | |

G1:Stützen

Den größten Anteil am LMM-Ergonomiewert der G1:Stützen hat die Tätigkeit „Stütze stellen“. Dies liegt neben dem hohen Ausgangsergonomiewert vor allem an ihrer Häufigkeit.

G2:Passflächen + Aussparung

Den größten Anteil am LMM-Ergonomiewert der G2:Passflächen + Aussparung haben die Tätigkeiten „Passfläche montieren“ und „Passflächen vorbereiten“.

G3:DRAS + Deckenanschlüsse

Die Prozessgruppe G3 ist geprägt von der Tätigkeit „DRAS montieren“, welche 75,1 % des Prozessgruppenergonomiewertes einnimmt.

G4:Rahmenelement

Der LMM-Ergonomiewert der Prozessgruppe G4:Rahmenelement setzt sich aus den HT „Rahmenelement montieren“ und „Rahmenelement abmontieren“ zusammen. Knapp 14 % des Prozessgruppenanteils benötigten die Bauarbeiter für die Tätigkeit „Einlegeschiene einlegen“.

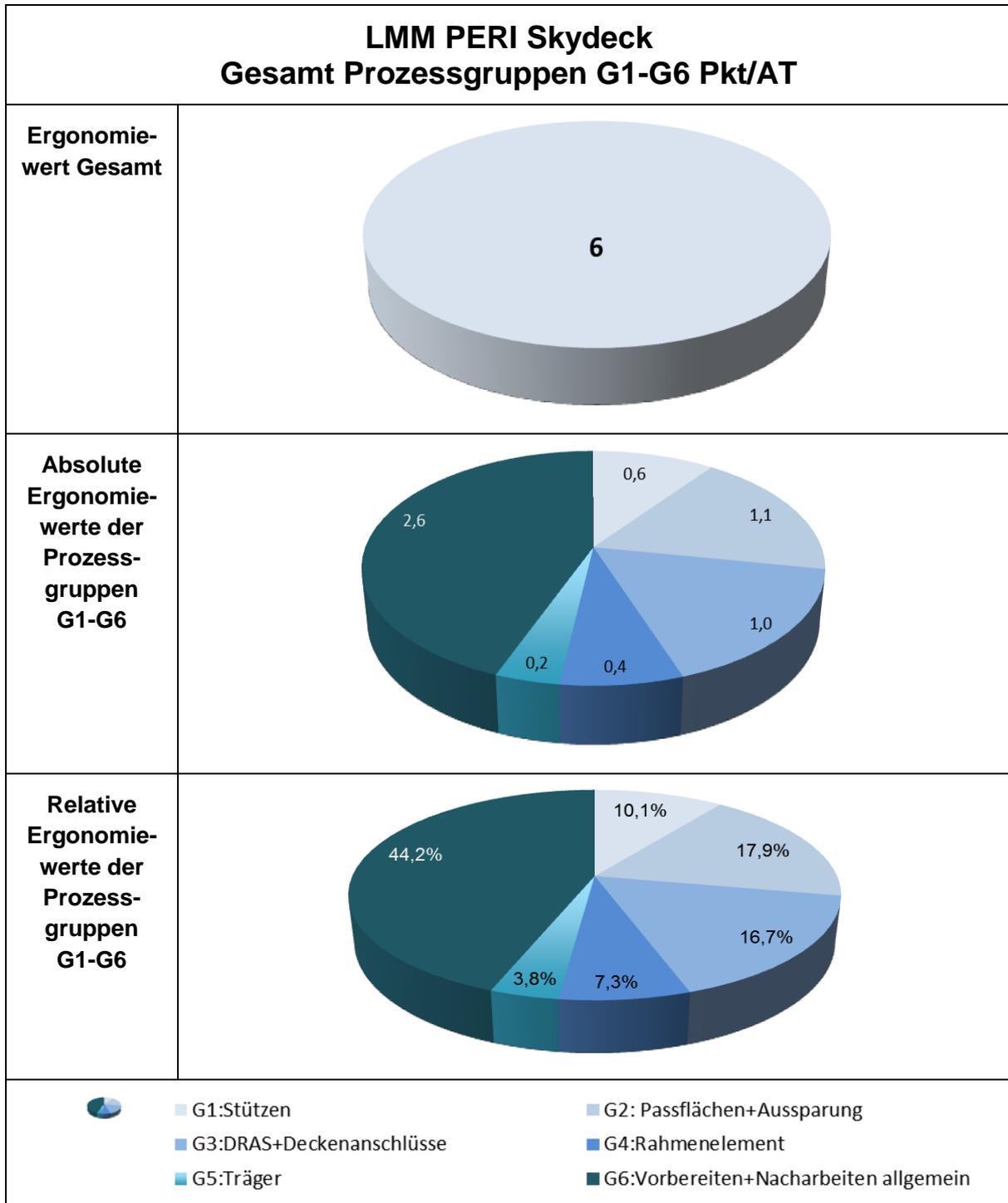
G5:Träger

Der LMM-Ergonomiewert der Prozessgruppe G5:Träger besteht zu 74 % aus der Tätigkeit „Einschubträger montieren“ und zu 26 % aus der Tätigkeit „Einschubträger abmontieren“.

G6:Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein

Der LMM-Ergonomiewert der Prozessgruppe G6 setzt sich zum größten Teil aus Lagerplatzarbeiten zusammen. Dies liegt daran, dass im Laufe des Beobachtungszeitraumes erhebliche Mengen an Schalungskomponenten sowie Material sortiert und für den weiteren Einsatz bereitgestellt wurden.

Tabelle 10-20: PERI Skydeck – LMM-Ergonomieauswertung – Ebene 4: Darstellung der Gesamtergebnisse



Das Gesamtergebnis aus Tabelle 11-20 zeigt, dass die Prozessgruppen G2:Passflächen + Aussparung, G3:DRAS und Deckenanschlüsse und G6:Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein den größten Anteil am LMM-Gesamtergonomiewert des Schalungssystems PERI Skydeck haben, welcher insgesamt 6,0 beträgt.

10.4.1.4 PERI Skydeck – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 3

Tabelle 10-21: PERI Skydeck - LMM-Ergonomieauswertung-Ebene 3: Detailergebnisse dargestellt in einzelnen Tätigkeiten, Prozessgruppen und als Gesamtwert

| Leitmerkmalmethode/Peri Skydeck | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|-----|
| Gruppe | Tätigkeiten | mittlerer Ergonomiewert Tätigkeiten | Tätigkeits-häufigkeit % | gewichteter Ergonomiewert (mittlerer Ergonomiewert x Tätigkeitshäufigkeit) | gewichteter Ergonomiewert der Gruppen | Ergonomiewert Gesamt | |
| Untersucht | G1:Stützen | Stütze stellen | 16 | 2,6% | 0,4 | 0,6 | 6,0 |
| | | Stütze entfernen | 16 | 0,6% | 0,1 | | |
| | | Stützbein stellen | 12 | 0,5% | 0,1 | | |
| | | Absenkkopf einsetzen | 10 | 0,3% | 0,0 | | |
| | G2: Passflächen+Aussparung | Passflächen montieren | 18 | 3,4% | 0,6 | 1,1 | |
| | | Passflächen abmontieren | 14 | 0,6% | 0,1 | | |
| | | Passflächen vorbereiten (Schneiden+Transport) | 8 | 4,3% | 0,3 | | |
| | G3:DRAS+ Deckenanschlüsse | Joch+Querträger | 12 | 0,2% | 0,0 | 1,0 | |
| | | DRAS montieren | 22 | 3,4% | 0,7 | | |
| | | DRAS abmontieren | 22 | 0,4% | 0,1 | | |
| | G4:Rahmenelement | DRAS Vorbereiten (Schneiden+Transport) | 8 | 2,0% | 0,2 | 0,4 | |
| | | Rahmenelement montieren | 12 | 2,0% | 0,2 | | |
| | | Rahmenelement abmontieren | 12 | 1,1% | 0,1 | | |
| | G5:Träger | Einlegesienen montieren | 10 | 0,6% | 0,1 | 0,2 | |
| | | Längsträger einhängen | 12 | 1,4% | 0,2 | | |
| | | Längsträger abmontieren | 12 | 0,5% | 0,1 | | |
| | G6:Vorbereiten+ Nacharbeiten allgemein | Stützen-Transport per Hand | 10 | 2,6% | 0,3 | 2,6 | |
| | | Rahmenelement-Transport per Hand | 6 | 3,7% | 0,2 | | |
| | | Träger-Transport per Hand | 6 | 2,0% | 0,1 | | |
| | | Material/Werkzeug-Transport per Hand | 4 | 1,0% | 0,0 | | |
| Rahmenelement reinigen | | 6 | 0,4% | 0,0 | | | |
| Reinigungsarbeiten | | 6 | 0,7% | 0,0 | | | |
| Lagerplatzarbeiten | | 12 | 14,6% | 1,8 | | | |
| Schalttafel halten | | 12 | 0,7% | 0,1 | | | |
| Bohren | | 4 | 0,1% | 0,0 | | | |
| Messen/nivellieren | 0 | 2,6% | 0,0 | | | | |
| Nicht untersucht | G7:Betonieren | Betonieren | | 2,3% | 0,0 | | |
| | | Vorbereiten Betonieren | | 0,6% | | | |
| | G8:Bewehren | Bewehren | | 0,1% | 0,0 | | |
| | | Vorbereiten Bewehren | | 0,5% | | | |
| | Zusätzliche Tätigkeit | Nicht relevant für ergonomische Untersuchung | | 5,6% | 0,0 | | |
| | Ablauf+Störungsbedingt | Ablauf+Störungsbedingt | | 0,30% | 0,0 | | |
| | Selbst gewählte Pause | Selbst gewählte Pause | | 8,60% | 0,0 | | |
| | Vorgegebene Pause | Vorgegebene Pause | | 12,60% | 0,0 | | |
| | n.e. | n.e. | | 1,30% | 0,0 | | |
| | bewegungstechnisch nicht eindeutig definierbar | Material vorbereiten | | 2,00% | 0,0 | | |
| | | Vorbereitende Tätigkeiten allgemein | | 3,00% | | | |
| | | Vorbereiten schalen | | 0,60% | | | |
| | | Arbeitsbühne | | 0,70% | | | |
| Ergonomisch nicht relevant | Anweisung geben | | 2,50% | 0,0 | | | |
| | Plan lesen | | 0,60% | | | | |
| | Planbesprechung | | 2,70% | | | | |
| | Auf Anweisung warten | | 1,20% | | | | |
| | Auf Kran warten | | 0,80% | | | | |
| | Kran einweisen | | 0,30% | | | | |
| Gesamt | | | 100,00% | | | | |
| Relevant | | | 60,00% | | | | |
| Untersucht | | | 53,70% | | | | |
| Untersuchungsquote | | | 89,50% | | | | |

Die abgebildete Tabelle zeigt in dunklerer Schrift die für die Ergonomieanalyse zur Untersuchung herangezogenen Tätigkeiten der einzelnen

Tätigkeitsgruppen. In hellerer Schrift sind einerseits jene Tätigkeiten, welche entweder keine ergonomische Relevanz aufweisen, ergonomisch nicht untersuchbar sind (aufgrund von ständig variierenden tätigkeitsinternen Bewegungsabläufen und Abläufen, welche keiner eindeutigen Haltungsgruppe zugeordnet werden können) oder aber aus den erhobenen Untersuchungsdaten nicht hervorgegangen sind und andererseits die Unterbrechungszeiten abgebildet.

Die Untersuchungsquote des Schalungssystems PERI Skydeck liegt bei 89,5 %.

Der mittlere Ergonomiewert jeder Tätigkeit wird mit ihrer Häufigkeit multipliziert, um so einen gewichteten Wert zu bekommen. Wenn eine Tätigkeit zwar einen sehr hohen Ergonomiewert hat, jedoch nur eine geringe Häufigkeit vorweist, dann fällt auch der gewichtete Ergonomiewert deutlich niedriger aus als der absolute Wert. Umgekehrt verhält sich dies auch mit einem niedrigen Ergonomiewert und einer großen Häufigkeit einer Tätigkeit.

Im Weiteren werden der gewichtete Ergonomiewert jeder Gruppe sowie der gesamte gewichtete Ergonomiewert des Schalungssystems in absoluter und relativer Form dargestellt. Hierbei kann man erkennen, welche Gruppe ergonomisch belastend für den Arbeiter sind und im Spezielleren, welche Tätigkeit dieser Gruppe den hohen Wert auslöst.

Damit hat man die Möglichkeit, an der richtigen Stelle ergonomische Optimierungen zu treffen, um den Gesamtwert des Systems zu verbessern und somit langfristig bessere und gesündere Arbeitsbedingungen auf der Baustelle zu schaffen.

10.4.1.5 PERI Skydeck – LMM-Ergonomieauswertung Ebene 0

Tabelle 10-22: PERI Skydeck – LMM-Ergonomieauswertung-Ebene 0: Ergebnisse dargestellt in Tätigkeitsgruppen

| Leitmerkalmethode | | | |
|----------------------|----------------------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| Tätigkeits-kategorie | Tätigkeits-Unterkategorie | Tätigkeitsgruppe | Durchschnittlicher Ergonomiewert |
| Tätigkeit | Haupttätigkeit | | 2,7 |
| | | Schalen | 2,7 |
| | Nebentätigkeit | | 3,2 |
| | | Vorbereiten Schalen | 3,2 |
| | Zusätzliche Tätigkeit | | 0 |
| | Für ergonomische Untersuchung nicht relevant | | 0 |
| Unterbrechung | Ablaufbedingte Unterbrechung | | 0 |
| | Störungsbedingte Unterbrechung | | |
| | Erholungsbedingte Unterbrechung | | |
| | | Vorgegebene Pause | |
| | | Eigene Pause | |
| | Persönlich bedingte Unterbrechung | | |

Tabelle 10-22 gibt Aufschluss über die LMM-Ergonomiewertverteilung der Tätigkeitsgruppen „Schalen“ und „Vorbereiten Schalen“ des Schalungssystems PERI Skydeck.

Die Haupttätigkeiten und somit die Tätigkeitsgruppe „Schalen“ weisen einen LMM-Ergonomiewert von 2,7 und die Nebentätigkeiten (Tätigkeitsgruppe „Vorbereiten Schalen“) weisen einen LMM-Ergonomiewert von 3,2 auf.

Der LMM-Gesamtergonomiewert beträgt 6,0 und befindet sich somit unter dem maximal erwünschten Wert von 25. Dieser Wert, wie auch die anderen LMM-Ergonomieergebniswerte sind jedoch für die Schalungstechnik nicht besonders aussagekräftig.

10.4.2 PERI Skydeck – AAWS-Formworks

In diesem Kapitel erfolgt die Auswertung der AK3-Ergonomieauswertung mit Hilfe der AAWS-F-Methode.

10.4.2.1 PERI Skydeck – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 1

Nachfolgend ist als Beispiel das ausgefüllte AAWS-F-Sheet der Tätigkeit „Rahmenelement montieren“ aus der Prozessgruppe „G4:Rahmenelement“ dargestellt. Die Videosequenz, welche Grundlage für den vorliegen AAWS-F-Bogen bildet, dauert insgesamt 6 Sekunden.

Automative Assembly Work Sheet for Formworks

Tätigkeitsbezeichnung: Rahmenelemente montieren

Videoname : 20120706080152 von 5:24-5:30

A HALTUNG

Summe der Teilzeit in [min] 6 Achtung: Summe der einzelne Haltdauern bei jedem Teil (Haltung, Kraft, Lasten) max. Tgesamt!

Zeltdauern
für statische oder hochfrequente Rumpfd- / Armhaltungen / -bewegungen (% , sec/min, max/min)

5 ... 10 ... 20 ... 33 ... 67 ... >67

3 ... 6 ... 12 ... 20 ... 40 ... >40

25 ... 50 ... 100 ... 160 ... >200 >300

Haltung

Rumpfdrehung¹⁾ Rumpfneigung¹⁾ Reichweite (Rw)²⁾

Dauer = Höhe Dauer = Höhe Dauer = Höhe

| Bilder | Beschreibung | Zeit | | Belastungspunkte | Rumpfdrehung ¹⁾ | | | Rumpfneigung ¹⁾ | | | Reichweite (Rw) ²⁾ | | | Summe | | | | |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|------------------|----------------------------|-----|-----|----------------------------|-----|-----|-------------------------------|-----|-----|-----------|----|---|-----|----|
| | | min | % | | 0-3 | 3-6 | 6-9 | 0-3 | 3-6 | 6-9 | 0-2 | 2-5 | 5-8 | | | | | |
| 1 | aufrecht, leicht vorgeugt oder leicht zurückgeneigt | 3 | 50,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 2 | nach vorn gebeugt (20-30°), leicht nach vorn gebeugt (30-40°) (mit oder ohne Kniebeugen) | 3 | 50,0% | 31,50 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 3 | 50% | 1 | 20 | 5 | 4,5 | 36 |
| 3 | nach hinten gebeugt (10-20°) | | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | aufrecht, Arme auf / über Schulterhöhe | | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | aufrecht, Arme über Kopfhöhe | | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | aufrecht oder leicht vorgeugt oder leicht zurückgeneigt | | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | gebogen | | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | aufrecht, Arme auf / über Schulterhöhe | | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | aufrecht, Arme über Kopfhöhe | | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | aufrecht | | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | gebogen | | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | gebogen / über Kopf | | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | auf Platte, Knie oder Arme über Kopf | | 0,0% | 0,00 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Summe Haltungsteil | | | | | | | | | | | | | | 36 | | | | |

B KRÄFTE

| Kräfte / zusätzliche Belastung | Zeit [in von Gesamtzeit] Anzahl [n] (Relation zu max.) | Stellung/Belastung/ Kniebeugen/Stehtzeit (Relation zu max.) | Kraftpunkte | |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------|------------|
| 14 Gelenkstellung (besonders Handgelenk) | | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 15 Fingerkräfte (z.B. Clipse, Stecker) | | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 16 Arm-, Ganzkörperkräfte (keine Lasten) | | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 17 Schwingungen, Rückschlagkräfte, Impulse | | gering | 0,0 | 0 |
| <i>Hier wirken die Kräfte der schwingenden Kangabel auf die Arbeiter!!!</i> | | | | |
| Summe Kräfte | | | | 0,0 |

C LASTEN

Lasten 25 4

Körperhaltung, Position der Last (repräsentative Haltung wählen)

- 1. Oberkörper nach vorne gebeugt und nicht vertikal
- 2. Last am Körper
- 3. geringe Rumpfdrehung
- 4. geringe Vorneigung mit gleichzeitigen Vorziehen des Oberkörpers
- 5. Last horizontal oder über Schulterhöhe
- 6. keine Vorneigung und Verziehen
- 7. Last (Körper)
- 8. horizontale Lastungsstat. im Stehen
- 9. horizontale Last

| | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|---------|---------|
| Häufigkeit oder Dauer der Lastenhandhabung (Anzahl / Schicht), Haltezeit (min) | 5 mal | 25 mal | 120 mal | 350 mal |
| Anzahl Umschlagvorgänge / Schieben & Ziehen (cm) | 2,5 min | 10 min | 37 min | 80 min |
| Weg (Tragen, Ziehen & Schieben > 5m) | 300 m | 650 m | 2,8 km | 6 km |

| Summe Lastenteil | 12,0 |
|------------------|-------------|
|------------------|-------------|

Ergonomiepunkte gesamt
48,0

Bild 10-19: PERI Skydeck – AAWs-F-Ergonomieauswertung-Ermittlungsstufe 1: Beispiel-Sheet der Tätigkeit „Rahmenelement montieren“

Haltungsteil A:

Von den 6 Sekunden entfallen 3 Sekunden auf die Haltungsposition „aufrecht, leicht nach vorn gebeugt, leicht zurückgeneigt“ und 3 Sekunden auf die Haltungsposition „nach vorn gebeugt 20-60 Grad“. Bei letzterer wurde eine Reichweite der Arme von 20 % des maximal möglichen Wertes (ausgestreckte Arme) festgestellt. Daraus ergibt sich ein Ergonomiewert von 36,0 für den Haltungsteil A.

Kräfteteil B:

Im Kräfteteil B wurden keine zusätzlichen Kräfte beobachtet. Daraus ergibt sich ein Ergonomiewert von 0,0 für den Kräfteteil B.

Lastenteil C:

Das Gewicht des Rahmenelements beträgt 25,0 [kg], die repräsentative Haltungsgruppe ist die Haltungsgruppe 3 und es finden bei der Tätigkeit „Rahmenelement montieren“ Umsetzungsvorgänge in der Größenordnung von 40 mal statt. Insgesamt werden die Rahmenelemente 5 Minuten gehalten und 100 m getragen. Daraus ergibt sich der maximal mögliche Ergonomiewert von 12 für den Lastenteil C.

Ergebnis:

Durch Addition der Ergonomiewerte der Teile A, B und C ergibt sich beim dargestellten ausgewerteten AAWS-F-Sheet der Tätigkeit „Rahmenelement montieren“ ein Ergonomiewert von 48,0 als Ergebnis.

10.4.2.2 PERI Skydeck -AAWS-F-Ergonomieauswertung Ermittlungsstufe 2

Nachfolgend ist beispielhaft die dem mittleren AAWS-F-Ergonomiewert der Tätigkeit „Rahmenelement montieren“ zu Grunde liegende Videosequenzliste angeführt. Vermerkt ist jeweils die Videonummer, der Name des Videos, der Beginn und das Ende der untersuchten Videosequenz innerhalb des Videos, der mittels LMM-Sheet ermittelte Ergonomiewert sowie der in weiterer Folge benötigte mittlere Ergonomiewert.

Dieser fällt für die Tätigkeit „Rahmenelement montieren“ hoch aus, weshalb diese auch zu den ergonomisch kritischen Tätigkeiten aus Kapitel 11.5.4 gehört.

**Tabelle 10-23: PERI Skydeck – AAWS-F-Ergonomieauswertung-
Ermittlungsstufe 2: Beispiel-Videsequenzliste der Tätigkeit
„Rahmenelement montieren“**

| G4: Rahmenelement - Rahmenelement montieren | | | | | |
|----------------------------------------------------|----------------|-------|-------|--------------------|---------------------------------|
| Videonummer | Videoname | von | bis | Ergonomie- wert | mittlerer Ergonomie- wert |
| 1 | 20120706080152 | 05:24 | 05:30 | 48 | 78 |
| 2 | 20120706064245 | 08:49 | 08:59 | 102 | |
| 3 | 20120706080152 | 05:49 | 05:53 | 29,7 | |
| 4 | 20120706064245 | 09:20 | 09:37 | 114,5 | |
| 5 | 20120706080152 | 06:08 | 06:14 | 23,5 | |
| 6 | 20120706064245 | 10:05 | 10:16 | 123 | |
| 7 | 20120706080152 | 06:26 | 06:30 | 29,7 | |
| 8 | 20120706064245 | 11:17 | 11:32 | 140,6 | |
| 9 | 20120706080152 | 07:34 | 07:39 | 41,5 | |
| 10 | 20120706064245 | 15:02 | 15:17 | 112,3 | |
| 11 | 20120706080152 | 08:08 | 08:14 | 38 | |
| 12 | 20120706064245 | 15:39 | 15:51 | 111,4 | |
| 13 | 20120706080152 | 15:17 | 15:25 | 54,5 | |
| 14 | 20120706064245 | 18:58 | 19:09 | 120,1 | |

Die Videosequenzen mit der ungeraden Videonummer zeigen die Ausführung der Tätigkeit „Rahmenelement einlegen“ jeweils von oben und die Videosequenzen mit der geraden Videonummer zeigen die Ausführung derselben Tätigkeit jeweils von unten. Man sieht, dass die Ausführung von oben ergonomisch deutlich geeigneter ist.

Das Rahmenelement kann beim Einlegen von oben mit einer Längsseite bei leicht gebücktem Oberkörper in die Zähne des Längsträgers eingesetzt und anschließend fallen gelassen werden. Ein tiefes, ergonomisch sehr ungünstiges Bücken kann in der Praxis vermieden werden.

Hingegen muss der Arbeiter bei der Montage von Unten entweder seine Arme weit über Schulterhöhe strecken, oder eine Steighilfe (Leiter) zur Hilfe nehmen. Letzteres kostet einerseits Zeit und geht somit auf Kosten der Wirtschaftlichkeit und bewirkt andererseits einen unsicheren Stand bei der Ausführung, was sich wiederum negativ auf die Ausführungsbedingungen und somit auf die Ergonomie auswirkt. Auf jeden Fall kann aus ergonomischer Sicht eine eindeutige Empfehlung der Ausführung von oben bei der Tätigkeit „Rahmenelement einlegen“ ausgesprochen werden.

In Kapitel 11 werden weitere Tätigkeiten, welche in der Praxis auf mehrere Arten ausgeführt werden können, auf die ergonomisch günstigere Variante hin untersucht und weitere Ausführungsempfehlungen ausgesprochen.

10.4.2.3 PERI Skydeck – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 4

Ebene 4 der Ergonomieauswertung zeigt die AAWS-F-Ergonomieverteilung der Prozessgruppen G1-G6 des Schalungssystems PERI Skydeck und deren Tätigkeiten jeweils als Gesamtwert und als absolute sowie relative Verteilung.

Anschließend wird der AAWS-F-Ergonomiewert aller Prozessgruppen zusammen wiederum als Gesamtwert und als absolute sowie relative Verteilung dargestellt. Dieser Wert ist als Gesamt-AAWS-F-Ergonomieergebnis des Schalungssystems PERI Skydeck im Rahmen der Untersuchungen zu betrachten.

In Kapitel 11.5.4 sind neben den ergonomisch kritischen Tätigkeiten der weiteren untersuchten Systeme auch die ergonomisch kritischen Tätigkeiten des Schalungssystems PERI Skydeck dargestellt und analysiert.

Tabelle 10-24: PERI Skydeck – AAWS-F-Ergonomieauswertung – Ebene 4:
Darstellung der Ergebnisse in Prozessgruppen

| AAWS-F – Ergoniewerte PERI Skydeck Prozessgruppen G1-G6 | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------|--------------|
| Prozess- gruppe | Gesamtwert Pro- zessgruppe Pkt/AT | Absolut Pkt/AT | Relativ [%] |
| G1: Stützen | | | |
| <p>■ Stütze stellen ■ Stütze entfernen ■ Stützbein stellen ■ Absenkkopf einsetzen</p> | | | |
| G2: Passflächen und Ausparungen | | | |
| <p>■ Passflächen montieren ■ Passflächen abmontieren ■ Passflächen vorbereiten (Schneiden+Transport) ■ Joch+Querträger</p> | | | |
| G3: DRAS + Deckenanschlüsse | | | |
| <p>■ DRAS montieren ■ DRAS abmontieren ■ DRAS Vorbereiten (Schneiden+Transport)</p> | | | |
| G4: Rahmenelement | | | |
| <p>■ Rahmenelement montieren ■ Rahmenelement abmontieren ■ Einlegeschielen montieren</p> | | | |
| G5: Träger | | | |
| <p>■ Längsträger einhängen ■ Längsträger abmontieren</p> | | | |
| G6: Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein | | | |
| <p> ■ Stützen-Transport per Hand ■ Rahmenenelement-Transport per Hand ■ Träger-Transport per Hand ■ Material/Werkzeug-Transport per Hand ■ Rahmenenelement reinigen ■ Reinigungsarbeiten ■ Lagerplatzarbeiten ■ Schalttafel halten ■ Bohren ■ Messen/nivellieren ■ Material einhängen/aushängen </p> | | | |

G1:Stützen

Den größten Anteil am AAWS-F-Ergonomiewert der G1:Stützen hat die Tätigkeit „Stütze stellen“. Dies liegt neben dem hohen Ausgangsergonomiewert vor allem an ihrer Häufigkeit.

G2:Passflächen + Aussparung

Der AAWS-F-Ergonomiewert der G2:Passflächen + Aussparung setzt sich zu 53,0 % aus der Tätigkeit „Passfläche montieren“ und zu 32,0 % aus der Tätigkeit „Passflächen herstellen/vorbereiten“ zusammen.

Die Tätigkeiten „Passflächen abmontieren“ und „Joch-/Querträger“ teilen sich den restlichen Anteil.

G3:DRAS + Deckenanschlüsse

Die Prozessgruppe G3 ist geprägt von der Tätigkeit „DRAS montieren“, welche 67,4 % des Anteils einnimmt.

G4:Rahmenelement

Der LMM-Ergonomiewert der Prozessgruppe G4:Rahmenelement setzt sich aus den HT „Rahmenelement montieren“ und „Rahmenelement abmontieren“ zusammen. Knapp 10 % des Prozessgruppenanteils benötigten die Bauarbeiter für die Tätigkeit „Einlegeschiene einlegen“.

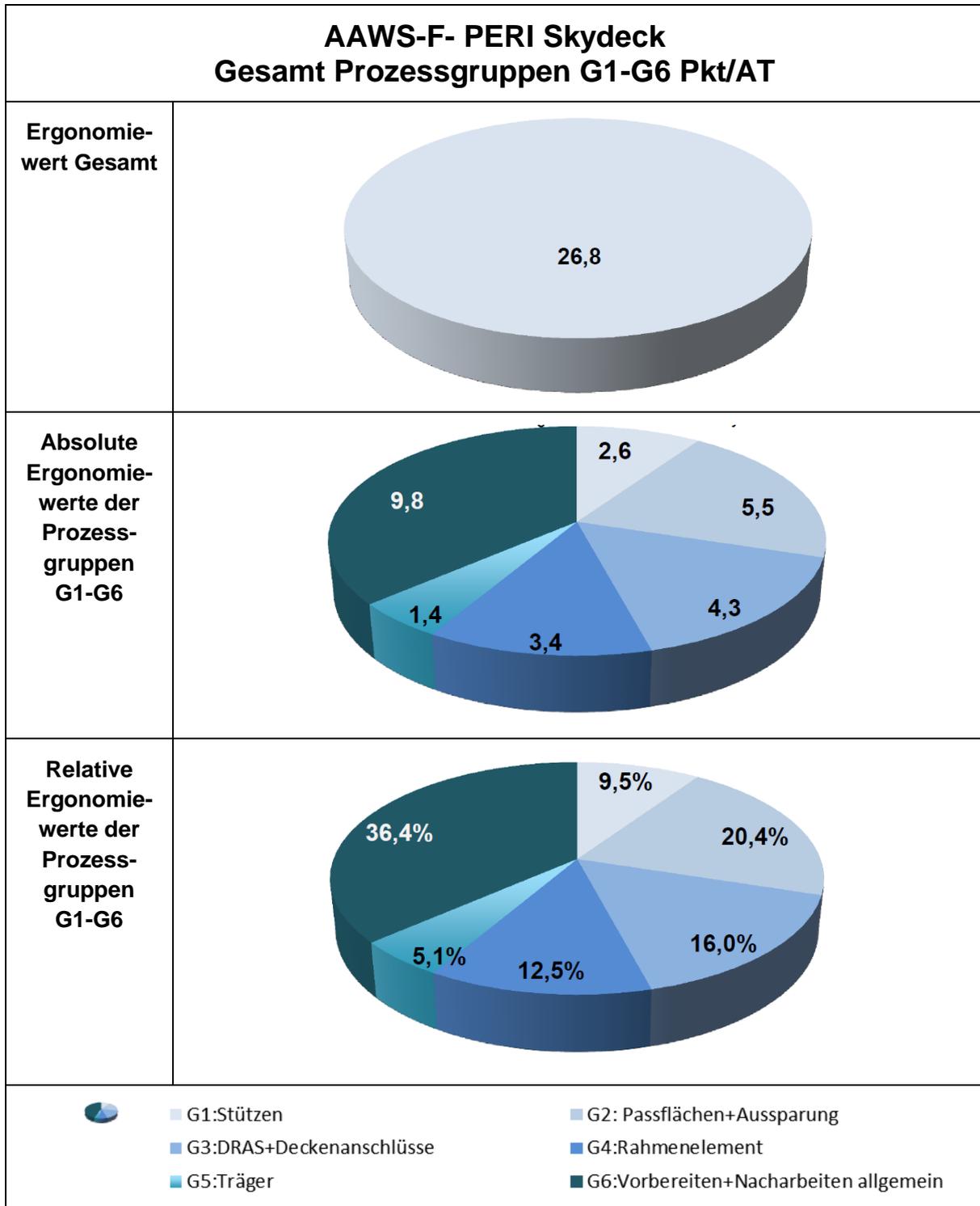
G5:Träger

Der AAWS-F-Ergonomiewert der Prozessgruppe G5:Träger besteht zu 65,7 % aus der Tätigkeit „Einschubträger montieren“ und zu 34,3 % aus der Tätigkeit „Einschubträger abmontieren“.

G6:Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein

Der AAWS-F-Ergonomiewert der Prozessgruppe G6 setzt sich zum größten Teil aus Lagerplatzarbeiten zusammen. Dies liegt daran, dass im Laufe des Beobachtungszeitraumes erhebliche Mengen an Schalungskomponenten sowie Material sortiert und für den weiteren Einsatz bereitgestellt wurden.

Tabelle 10-25: PERI Skydeck – AAWS-F-Ergonomieauswertung – Ebene 4:
Darstellung der Gesamtergebnisse



Das Gesamtergebnis aus Tabelle 10-25 zeigt, dass die Prozessgruppen G2: Passflächen + Ausparung und G6: Vorbereiten + Nacharbeiten allgemein den größten Anteil am AAWS-F-Gesamtergonomiewert des Schalungssystems PERI Skydeck haben, welcher insgesamt 26,3 beträgt.

10.4.2.4 PERI Skydeck – AAWS-F-Ergonomieauswertung
Ebene 3

Tabelle 10-26: PERI Skydeck – AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ebene 3:
Detailergebnisse dargestellt in einzelnen Tätigkeiten, Prozess-
gruppen und als Gesamtwert

| AAWS-Formworks/Peri Skydeck | | | | | | | |
|------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|------|
| Gruppe | Tätigkeiten | mittlerer Ergonomiewert Tätigkeiten | Tätigkeits-häufigkeit [%] | gewichteter Ergonomiewert (mittlerer Ergonomiewert x Tätigkeitshäufigkeit) | gewichteter Ergonomiewert der Gruppen | Ergonomiewert Gesamt | |
| Untersucht | G1:Stützen | Stütze stellen | 68 | 2,6% | 1,8 | 2,6 | 26,8 |
| | | Stütze entfernen | 49 | 0,6% | 0,3 | | |
| | | Stützbein stellen | 41 | 0,5% | 0,2 | | |
| | | Absenkkopf einsetzen | 96 | 0,3% | 0,3 | | |
| | G2: Passflächen+Aussparung | Passflächen montieren | 88 | 3,4% | 3,0 | 5,5 | |
| | | Passflächen abmontieren | 111 | 0,6% | 0,7 | | |
| | | Passflächen vorbereiten (Schneiden+Transport) | 42 | 4,3% | 1,8 | | |
| | G3:DRAS+ Deckenanschlüsse | Joch+Querträger | 73 | 0,2% | 0,1 | 4,3 | |
| | | DRAS montieren | 88 | 3,4% | 3,0 | | |
| | | DRAS abmontieren | 111 | 0,4% | 0,4 | | |
| | G4:Rahmenelement | DRAS Vorbereiten (Schneiden+Transport) | 42 | 2,0% | 0,8 | 3,4 | |
| | | Rahmenelement montieren | 78 | 2,0% | 1,6 | | |
| | | Rahmenelement abmontieren | 136 | 1,1% | 1,5 | | |
| | G5:Träger | Einlegeschielen montieren | 53 | 0,6% | 0,3 | 1,4 | |
| | | Längsträger einhängen | 63 | 1,4% | 0,9 | | |
| | | Längsträger abmontieren | 98 | 0,5% | 0,5 | | |
| | G6:Vorbereiten+ Nacharbeiten allgemein | Stützen-Transport per Hand | 53 | 2,6% | 1,4 | 9,8 | |
| | | Rahmenelement-Transport per Hand | 32 | 3,7% | 1,2 | | |
| | | Träger-Transport per Hand | 31 | 2,0% | 0,6 | | |
| | | Material/Werkzeug-Transport per Hand | 8 | 1,0% | 0,1 | | |
| Rahmenelement reinigen | | 18 | 0,4% | 0,1 | | | |
| Reinigungsarbeiten | | 36 | 0,7% | 0,3 | | | |
| Lagerplatzarbeiten | | 36 | 14,6% | 5,3 | | | |
| Schalttafel halten | | 82 | 0,7% | 0,6 | | | |
| Bohren | | 18 | 0,1% | 0,0 | | | |
| Messen/nivellieren | | 9 | 2,6% | 0,2 | | | |
| Material einhängen/aushängen | 6 | 1,4% | 0,1 | | | | |
| Nicht untersucht | G7:Betонieren | Betonieren | | 2,3% | 0,0 | 0,0 | |
| | | Vorbereiten Betonieren | | 0,6% | 0,0 | | |
| | G8:Bewehren | Bewehren | | 0,1% | 0,0 | | |
| | | Vorbereiten Bewehren | | 0,5% | 0,0 | | |
| | Zusätzliche Tätigkeit | Nicht relevant für ergonomische Untersuchung | | 5,6% | 0,0 | | |
| | Ablauf+Störungsbedingt | Ablauf+Störungsbedingt | | 0,30% | 0,0 | | |
| | Selbst gewählte Pause | Selbst gewählte Pause | | 8,60% | 0,0 | | |
| | Vorgegebene Pause | Vorgegebene Pause | | 12,60% | 0,0 | | |
| | n.e. | n.e. | | 1,30% | 0,0 | | |
| | bewegungstechnisch nicht eindeutig definierbar | Material vorbereiten | | 2,00% | 0,0 | | |
| | | Vorbereitende Tätigkeiten allgemein | | 3,00% | | | |
| | | Vorbereiten schalen | | 0,60% | | | |
| | Ergonomisch nicht relevant | Arbeitsbühne | | 0,70% | 0,0 | | |
| Anweisung geben | | | 2,50% | | | | |
| Plan lesen | | | 0,60% | | | | |
| Planbesprechung | | | 2,70% | | | | |
| Auf Anweisung warten | | | 1,20% | | | | |
| Auf Kran warten | | | 0,80% | | | | |
| Kran einweisen | | 0,30% | | | | | |
| Gesamt | | | 100,00% | | | | |
| Relevant | | | 60,00% | | | | |
| Untersucht | | | 53,70% | | | | |
| Untersuchungsquote | | | 89,50% | | | | |

Die abgebildete Tabelle zeigt in dunklerer Schrift die für die Ergonomieanalyse zur Untersuchung herangezogenen Tätigkeiten der einzelnen Tätigkeitsgruppen. In hellerer Schrift sind einerseits jene Tätigkeiten, welche entweder keine ergonomische Relevanz aufweisen, ergonomisch nicht untersuchbar sind (aufgrund von ständig variierenden tätigkeitsinternen Bewegungsabläufen und Abläufen, welche keiner eindeutigen Haltungsgruppe zugeordnet werden können) oder aber aus den erhobenen Untersuchungsdaten nicht hervorgegangen sind, andererseits die Unterbrechungszeiten abgebildet.

Die Untersuchungsquote der relevanten erhobenen Tätigkeiten des Schalungssystems PERI Skydeck beträgt 89,5 % und liegt somit über der aufgrund der Aussagekraft der Analyse angestrebten 80 %.

Der mittlere Ergonomiewert jeder Tätigkeit wird mit ihrer Häufigkeit multipliziert, um so einen gewichteten Wert zu bekommen. Wenn eine Tätigkeit zwar einen sehr hohen Ergonomiewert hat, jedoch nur eine geringe Häufigkeit vorweist, dann fällt auch der gewichtete Ergonomiewert deutlich niedriger aus als der absolute Wert. Umgekehrt verhält sich dies auch mit einem niedrigen Ergonomiewert und einer großen Häufigkeit einer Tätigkeit.

Im Weiteren werden der gewichtete Ergonomiewert jeder Gruppe sowie der gesamte gewichtete Ergonomiewert des Schalungssystems in absoluter und relativer Form dargestellt.

Hierbei kann man erkennen, welche Gruppe ergonomisch belastend für den Arbeiter ist und im Spezielleren, welche Tätigkeit dieser Gruppe den hohen Wert auslöst.

Damit hat man die Möglichkeit, an der richtigen Stelle ergonomische Optimierungen zu erreichen, um den Gesamtwert des Systems zu verbessern und somit langfristig bessere und gesündere Arbeitsbedingungen auf der Baustelle zu schaffen.

10.4.2.5 PERI Skydeck – AAWS-F-Ergonomieauswertung Ebene 0

Tabelle 10-27: PERI Skydeck – AAWS-F-Ergonomieauswertung-Ebene 0: Ergebnisse dargestellt in Tätigkeitsgruppen

| AAWS-Formworks | | | |
|-----------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------|
| Tätigkeits-kategorie | Tätigkeits-Unterkategorie | Tätigkeitsgruppe | Durchschnittlicher Ergonomiewert [Pkt/AT] |
| Tätigkeit | Haupttätigkeit | | 13,9 |
| | | Schalen | 13,9 |
| | Nebentätigkeit | | 12,9 |
| | | Vorbereiten Schalen | 12,9 |
| | Zusätzliche Tätigkeit | | 0 |
| | Für ergonomische Untersuchung nicht relevant | | 0 |
| Unterbrechung | Ablaufbedingte Unterbrechung | | 0 |
| | Störungsbedingte Unterbrechung | | |
| | Erholungsbedingte Unterbrechung | | |
| | | Vorgegebene Pause | |
| | | Eigene Pause | |
| | Persönlich bedingte Unterbrechung | | |

Tabelle 10-27 gibt Aufschluss über die AAWS-F-Ergonomiewertverteilung der Tätigkeitsgruppen „Schalen“ und „Vorbereiten Schalen“ des Schalungssystems PERI Skydeck. Die Verteilung des AAWS-F-Ergonomiewertes ist hierbei sehr ausgeglichen.

Der AAWS-F-Gesamtergonomiewert beträgt 26,8 und befindet sich somit nur knapp über dem maximal erwünschten Wert von 25. Dies darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass es sich hierbei um einen Mittelwert handelt und einzelne Tätigkeiten, wie in Kapitel 11.5.4 dargestellt, wesentlich höhere Ergonomiewerte aufweisen.

11 Datenanalyse-Verfahrensvergleich

11.1 Übersichtsblatt

| Tätigkeits- + Herzfrequenz- + Ergonomieanalyse | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--|------------------|-----------------------|--|
| Projekt | Schalungssystem | Allgemeine Bedingungen | Ebene 1 | Ebene 2 | Ebene 3 | Aufandswert [Std/m ²] | Ergonomiewert | | | HF-Verlauf | | |
| | | | | | | | AAWS-Formwork | Leitmerkalmethode | | Tätigkeitsgruppe | | |
| Bezeichnung der Baustelle | Bezeichnung des verwendeten Schalungssystems | Spezielle witterungs-, ablauf-, sowie störungsbedingte Gegebenheiten der Baustelle | Aufgliederung in Kategorieebene | Aufgliederung in Unterkategorieebene | Aufgliederung in Prozessgruppen | Aufandswert der untersuchten Systeme | Gesamt-Ergonomiewert des betrachteten Schalungssystems nach der Methode des AAWS-F | Gesamt-Ergonomiewert des betrachteten Schalungssystems nach der Methode des LMM | | "Schalen" | "Vorbereiten Schalen" | |
| Walterstich | PERI Skydeck | Spezielle witterungs-, ablauf-, sowie störungsbedingte Gegebenheiten der Baustelle | | | | 0,47 | | 26,3 | | 6,0 | | |
| Graubühl | DOKA Dokaflex 30 lit | Spezielle witterungs-, ablauf-, sowie störungsbedingte Gegebenheiten der Baustelle | | | | 0,37 | | 24,3 | | 4,6 | | |
| Selbting | DOKA Dokamatic-Next | Spezielle witterungs-, ablauf-, sowie störungsbedingte Gegebenheiten der Baustelle | | | | 0,21 | | 32,0 | | 6,4 | | |

Bild 11-1: Übersichtsblatt über die Ergebnisse der AK1-4

Abbildung 11-1 zeigt eine Gegenüberstellung aller im Zuge der Auswertung generierten Daten der 3 untersuchten Schalungssysteme in 4 Auswertungsklassen, welche nachfolgend einzeln miteinander verglichen werden. Die Abbildung befindet sich ebenfalls im Anhang in größerer Auflösung.

11.2 Verfahrensvergleich: Verteilung und Abfolge von Tätigkeiten (AK1)

In Abbildung 11.2 sind die Tätigkeitsverteilungen der untersuchten Schalungssysteme in Ebene 1-3 dargestellt.

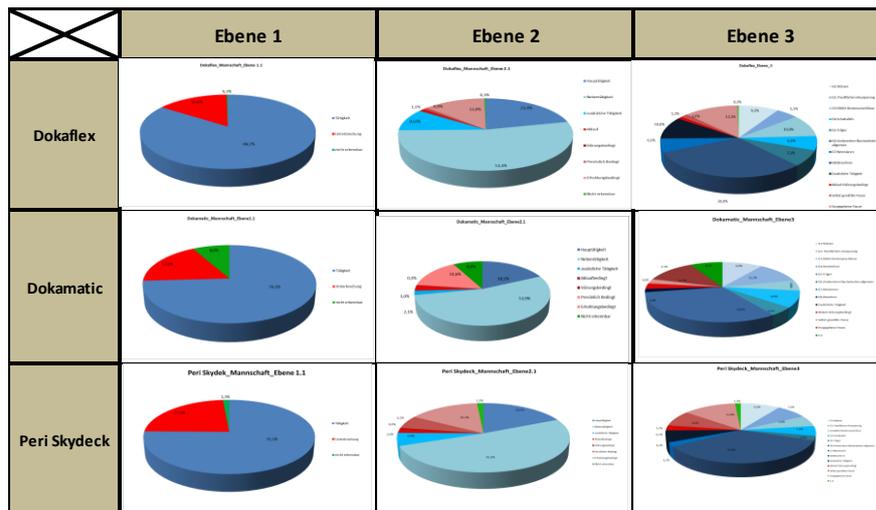


Bild 11-2: Gegenüberstellung und Vergleich der Tätigkeitsverteilung-Ebene 1-3 der untersuchten Schalungssysteme

Die Verteilung pendelt sich bei den Systemen Dokamatic und PERI Skydeck jeweils um die 75 % Marke für Tätigkeiten ein. Die restlichen 25 % sind größtenteils Unterbrechungen. Nur ein geringer Teil entfällt auf nicht erkennbare Situationen. Dokaflex weist etwa 85 % Anteil der Tätigkeiten auf. Dies ist ein recht hoher Wert.

In Kategorieebene (Ebene 1) ist also noch kein deutlicher Unterschied zwischen den Systemen erkennbar.

Lediglich der Anteil der nicht erkennbaren Aufzeichnung in der Untersuchungswoche des Schalungssystems Dokamatic-Tisch in Salzburg ist mit 8,0 % deutlich höher als bei den anderen Systemen (Dokaflex: 0,2 %; PERI Skydeck: 1,3 %).

In Unterkategorieebene (Ebene 2) zeigt sich der hohe Anteil der ZT beim Schalungssystem Dokaflex, was am Bau einer Containertreppe lag, welche nicht dem Baufortschritt angerechnet werden kann.

Der Anteil der HT und NT ist in jedem der untersuchten Systeme nahezu gleich.

Hier ist es sinnvoll, die einzelnen Prozessgruppen (Ebene 3) zu betrachten. Daraus erkennt man, dass die Prozessgruppe „G6:Vorbereiten und Nacharbeiten allgemein“ mindestens den selben Anteil an der Tätigkeitsverteilung besitzt wie die restlichen Prozessgruppen G1-5 zusammengenommen.

11.3 Verfahrensvergleich: Aufwandswert [Std/m²] und Leistungswert [m²/Std] (AK2)

Im folgenden Abschnitt werden zuerst die Vergleichsaufwandswerte für die ermittelten Leistungskenngrößen aus den Ausgangsaufwandswerten der Literatur mit Hilfe des folgenden Diagramms von Hofstadler ermittelt, welches die Grundrissform der jeweils zu schalenden Flächen mit einbezieht.

Die Vergleichsleistungswerte werden mit Hilfe des schon in Kapitel 7.5.2.1 vorgestellten Zusammenhangs berechnet.

Dann werden die ermittelten Vergleichswerte mit den vorliegenden Leistungskenngrößen der untersuchten Systeme verglichen und analysiert.

11.3.1 Herleitung der Vergleichswerte aus den Ausgangsliteraturwerten

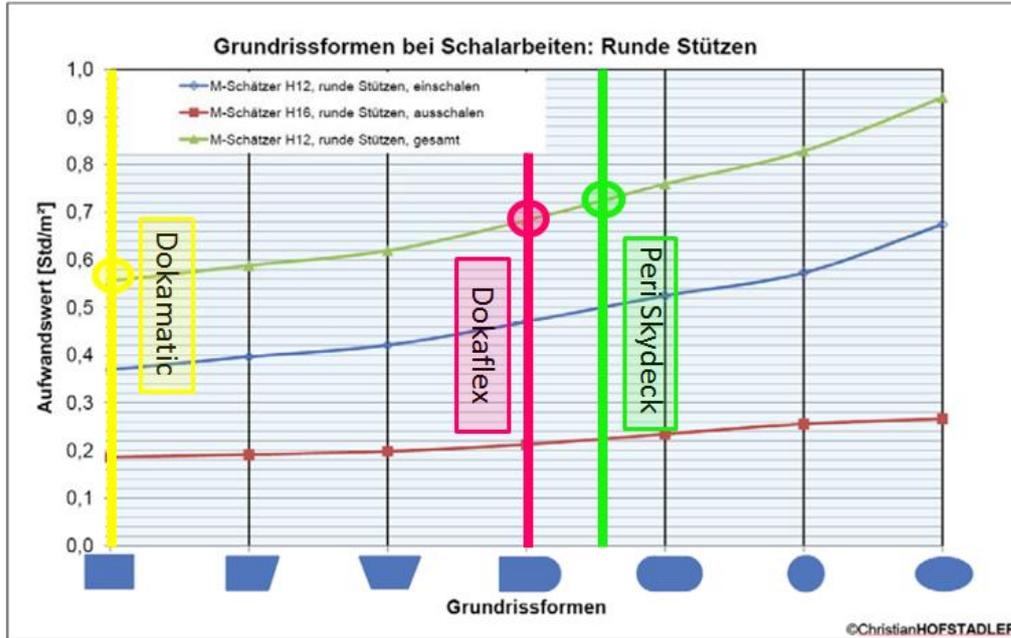


Bild 11-3: Einfluss der Grundrissformen von 1-7 auf den Aufwandswert (1=sehr einfach; 7=sehr komplex) adaptiert nach Hofstadler¹⁵⁷

Nachfolgend sind die im obigen Diagramm ermittelten Erhöhungsfaktoren tabellarisch dargestellt.

Tabelle 11-1: Darstellung der Vergleichsaufwandswerte aus der Literatur sowie Modifizierung selbiger mit dem geometrischen Faktor nach Hofstadler

| Schalungssystem | Aufwandswert [Std/m²] | | | |
|-----------------|------------------------|--------------------|----------------------|---------------|
| | Ausgangs-Literaturwert | Grundrisskategorie | geometrischer Faktor | Literaturwert |
| Dokaflex | 0,29 ¹⁵⁸ | 3 | 1,24 | 0,36 |
| Dokamatic | 0,17 ¹⁵⁹ | 1 | 1,00 | 0,17 |
| PERI Skydeck | 0,25 ¹⁶⁰ | 3 bis 4 | 1,33 | 0,33 |

¹⁵⁷ HOFSTALDER; C.: Einflussgrößen auf Aufwandswerte bei Schalarbeiten in der Praxis. S. 15.

¹⁵⁸ ARH Arbeitszeit-Richtwerte Hochbau: Beton- und Stahlbetonarbeiten

¹⁵⁹ ARH Arbeitszeit-Richtwerte Hochbau: Beton- und Stahlbetonarbeiten

¹⁶⁰ ARH Arbeitszeit-Richtwerte Hochbau: Beton- und Stahlbetonarbeiten

Die Grundrisse der einzuschalenden Fläche der untersuchten Systeme wurden folgendermaßen bewertet:

Dokaflex (Gleisdorf):

Die eingeschaltete Fläche weist mehrere einzuschalende Stiegenhausabschnitte sowie eine hohe Anzahl an auskragenden Balkonflächen auf.

⇒ Grundrissform 4 - Faktor 1,24 (siehe Bild 11-3)

Dokamatic (Salzburg):

Die eingeschaltete Fläche ist rechteckig und weist keine Besonderheiten auf.

⇒ Grundrissform 1- Faktor 1,0 (siehe Bild 11-3)

PERI Skydeck (Graz/Hallerschlöss)

Die eingeschaltete Fläche weist einen Deckensprung, auskragende Balkonflächen und ein kompliziert mit Hilfe von Dokaflex einzuschalendes Stiegenhaus auf.

⇒ Grundrissform 4 bis 5 – Faktor 1,33 (siehe Bild 11-3)

Beim Schalungssystem PERI Skydeck kommt zusätzlich noch ein mittels nachfolgender in Bergmann¹⁶¹ angewandter Formel ermittelter Temperatureinflussfaktor hinzu.

$$\text{Temperatureinflussfaktor} = 0,02 \times T^2 - 0,46 \times T + 2,44$$

Hierbei wird zuerst die mittlere Temperatur (28,8 Grad Celsius – siehe Kapitel 5.3.1) und danach die Maximaltemperatur (37,0 Grad-siehe Kapitel 5.3.1) eingesetzt. Daraus ergibt sich eine Temperatur/ Witterungsbedingte Erhöhung des Vergleichsaufwandswertes um 6,8 % (Durchschnittstemperatur) bzw. 12,8 % (Maximaltemperatur).

Tabelle 11-2: Temperatureinflussfaktor beim Schalungssystem PERI Skydeck

| Schalungssystem | Aufwandswert [Std/m ²] | | | | |
|-----------------|------------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------------------|-----------|
| | Literaturwert | Aufwandswert | Temperatureinflussfaktor | Literaturwert inkl. Temperatureinflussfaktor | Differenz |
| Peri Skydeck | 0,33 | 0,47 | 1,13 | 0,37 | 26,3% |

Aus Tabelle 11-2 geht hervor, dass der gemessene Aufwandswert des Schalungssystems PERI Skydeck trotz Berücksichtigung der extrem hohen Arbeitstemperaturen im Vergleich mit dem Aufwandswert aus der Literatur immer noch 26,3 % höher ist. Dies bedeutet entweder, dass der Einfluss der Temperaturen deutlich höher einzustufen wäre oder dass die Arbeiter aus

¹⁶¹Bergmann, M.: Ergonomiegestützte Multiagentensimulation von Montageprozessen im Baubetrieb. S.88.

nicht bestimmbar sonstigen Gründen unter der erwarteten Leistung geblieben sind.

11.3.2 Vergleich der erhobenen Leistungskenngrößen der Schalungssysteme untereinander und mit Leistungskenngrößen aus der Literatur

Eine Gegenüberstellung der Leistungsdaten der untersuchten Schalungssysteme und ein Vergleich mit den hergeleiteten Literaturwerten ist nachfolgend in tabellarischer Form dargestellt.

Tabelle 11-3: Gegenüberstellung der Leistungskenngrößen und Vergleich mit Literaturwerten

| Schalungssystem | Aufwandswert [Std/m ²] | | | Leistungswert [m ² /h] | | |
|-----------------|------------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------|-----------|-----------|
| | Ist | Literatur | Differenz | Ist | Literatur | Differenz |
| Dokaflex | 0,37 | 0,36 | 0,01 | 10,82 | 11,11 | -0,29 |
| Dokamatic | 0,21 | 0,17 | 0,04 | 23,85 | 29,41 | -5,56 |
| PERI Skydeck | 0,47 | 0,33 | 0,14 | 10,67 | 15,15 | -4,48 |

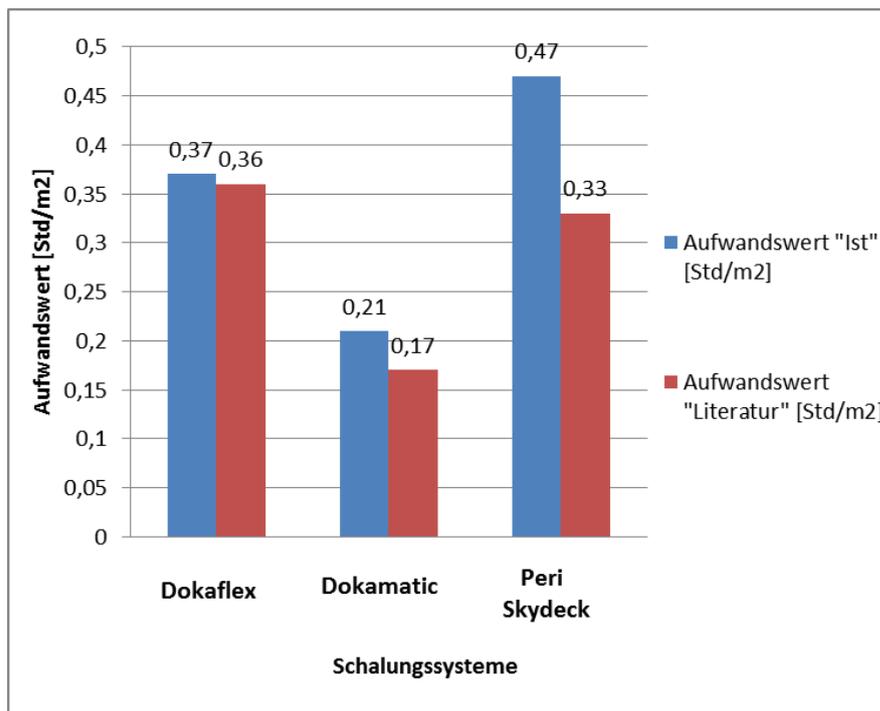


Bild 11-4: Gegenüberstellung der Aufwandswerte und Vergleich mit Literaturwerten

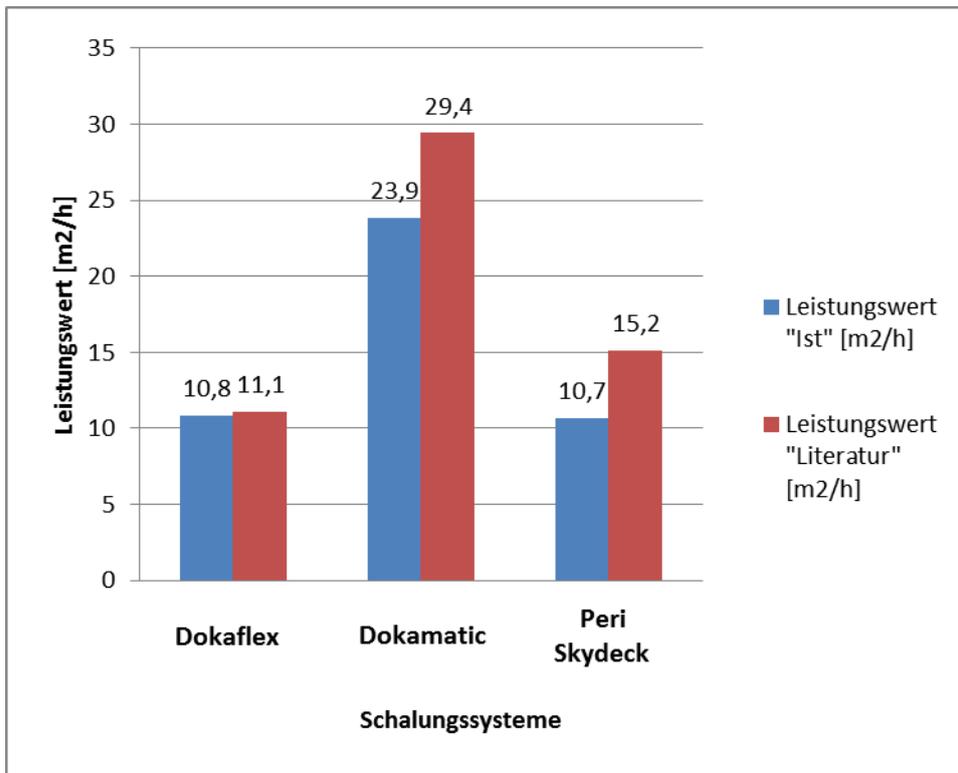


Bild 11-5: Gegenüberstellung der Leistungswerte und Vergleich mit Literaturwerten

Hier kann man einerseits deutlich erkennen, dass im Fall des Schalungssystems PERI Skydeck im Rahmen der Baustellenbeobachtungen ein im Vergleich zum Literaturwert deutlich erhöhter Aufwandswert aufgrund der für körperliche Arbeit ungünstigen Witterungsbedingungen festgestellt wurde. Daher ist auch der Leistungswert deutlich niedriger als der Richtwert (-4,50 [m²/h])

Dieser Wert ist in Folge für weitere Forschungsarbeiten vor allem für die Analyse von ungünstigen Witterungsbedingungen in Bezug auf die Arbeit mit Schalungssystemen interessant.

Der Aufwandswert des Schalungssystems Dokflex 30 tec bleibt knapp über und somit im Bereich des Literaturwertes. Es wurde zügig gearbeitet, doch es konnte ein Fehler im Bauablauf festgestellt werden, welcher den Wert etwas anhebt. Bei der größten durchgehenden Schaffläche wurden die ersten Schalltafeln ungenau, das heißt nicht rechtwinkelig gelegt, deshalb entstanden hier 4 Passeiten statt 2 Passeiten.

Dadurch ist auch der Leistungswert (10,82 [m²/h]) knapp unter dem aus dem Literaturaufwandswert ermittelten Literatur-Leistungswert (11,11[m²/h]).

Der Aufwandswert des Schalungssystems Dokamatic liegt knapp über dem Literaturwert (+0,4 [Std/m²]). Es konnte somit auch nur eine geringere Leistung (-5,56 [m²/h]) erzielt werden. Ein Optimierungspotential besteht

darin, die systemspezifischen Transportsysteme (Doka-Hebebühne) besser zu nutzen anstatt auf den Transport und das Umsetzen der Deckentische mittels Kran zurückzugreifen.

Ein Engpass in der Kranversorgung führt schnell zu Stillstandszeiten und sollte vermieden werden. Je unabhängiger ein System vom Kran ist, desto weniger fehleranfällig ist es.

Daher sind die erhobenen Leistungskenngrößen nicht als Regelfall zu betrachten und ein Vergleich der Schalungssysteme untereinander ist nicht besonders zielführend. Die Rahmenbedingungen müssten hierfür bei allen Baustellen ähnlich sein.

11.4 Verfahrensvergleich: Herzfrequenzauswertung – Resultierende Belastung (AK3)

In diesem Kapitel erfolgt die Auswertung der Herzfrequenzverläufe sowie der daraus resultierenden Belastung der Schalungssysteme Dokaflex und PERI Skydeck. Für das System Dokamatic konnten aufgrund mangelnder Bereitschaft der Bauarbeiter, weder Brustgurt noch Pulsuhr zu tragen, keine Herzfrequenzdaten generiert werden.

11.4.1 Herzfrequenzverlauf

Eine Gegenüberstellung der relativen Herzfrequenzdaten der untersuchten Arbeitskräfte während der Arbeit mit den untersuchten Schalungssystemen ist nachfolgend in graphischer Form dargestellt.

Aus Gründen der Vergleichbarkeit werden jeweils nur die mittels Spiroergometrie „geeichten“ Daten ($\%HF_{LTP1}$) der Tätigkeitsgruppen „Schalen“ und „Vorbereiten Schalen“ herangezogen. Diese stellen die erreichte Herzfrequenz in Relation zur maximalen aeroben Herzfrequenz, d.h. jenem Schwellenwert zum Übergangsbereich in die anaerobe Phase dar.

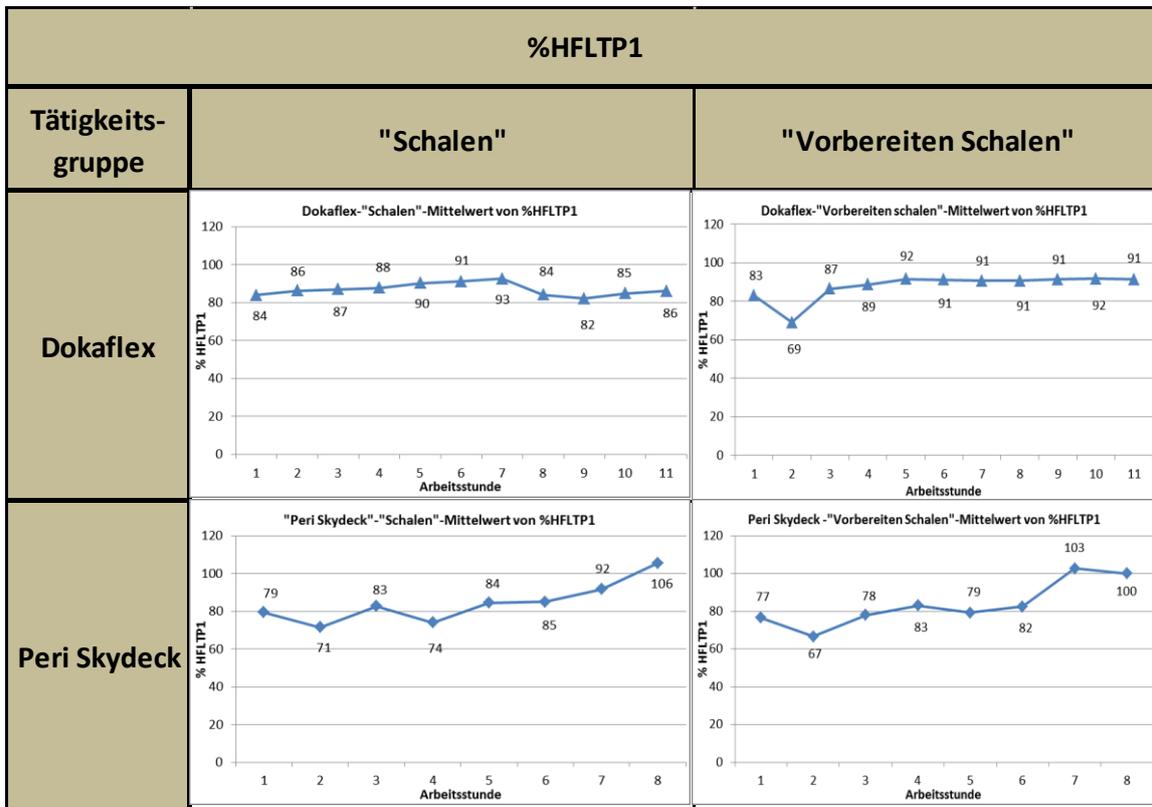


Bild 11-6: Gegenüberstellung und Vergleich des relativen Herzfrequenzverlaufes der gesamten Mannschaft der untersuchten Schalungssysteme

Die Herzfrequenzergebnisse der Schalungssysteme Dokaflex und PERI Skydeck fallen ähnlich aus. Lediglich gegen Ende der Arbeitszeit wurden die Bauarbeiter der Baustelle Graz/Hallerschloss sowohl bei der Tätigkeitsgruppe „Schalen“ (106 %) als auch „Vorbereiten Schalen“ (103 %) stärker beansprucht.

Die extremen klimatischen Bedingungen während der PERI Skydeck-Untersuchungswoche in Graz/Hallerschloss zeigen jedoch keine deutlichen Auswirkungen auf den Herzfrequenzverlauf und die Beanspruchung der Arbeitskräfte.

11.5 Verfahrensvergleich: Ergonomische Beurteilung der Systeme

In diesem Kapitel erfolgt eine Gegenüberstellung der gewichteten Ergonomiewerte der untersuchten Schalungssysteme mit Hilfe der gewählten Analysemethoden. Diese werden jedoch zuerst auf ihre Eignung für die Schalungstechnik hin bewertet.

11.5.1 Vergleich der Ergonomieuntersuchungsmethoden

In der vorliegenden Arbeit wurden die für jedes Schalungssystem maßgebenden Tätigkeiten, eingeteilt in Gruppen, mit einer Untersuchungsquote von jeweils über 80 % (Dokaflex, Dokamatic, PERI Skydeck) mit beiden zur Verfügung stehenden Auswertungsmethoden ausgewertet und sowohl in tabellarischer als auch in graphischer Form in mehreren Ebenen dargestellt.

Ein Vergleich der Untersuchungsverfahren führt zu folgenden Ergebnissen:

11.5.1.1 LMM

Die Leitmerkmalmethode ist sehr einfach aufgebaut und hat insgesamt nur 4 Punkte mit Auswahlmöglichkeiten. Dadurch sind auch die Abweichungen der zu untersuchenden Tätigkeiten in den verschiedenen Videosequenzen nicht besonders ausgeprägt.

Den Lasten bzw. dem zu bewegenden Gewicht der Schalungsbestandteile kommt im Vergleich zur AAWS-Methode ein höherer Stellenwert zu.

Der Wichtigkeit der Haltung bei ergonomischen Auswertungen wird nur sehr grob durch die Auswahlmöglichkeit an vier Beispielbildern nachgekommen.

Dadurch entsteht das Problem, dass bei der Bewertung von unterschiedlichen Videosequenzen einer Tätigkeit immer der gleiche Wert entsteht, da im Normalfall eine Tätigkeit immer mit ähnlichen Haltungspositionen und Lasten (Stütze immer zwischen 20 und 30 kg) ausgeführt wird.

11.5.1.2 AAWS-Formworks

Die AAWS-Formworks-Methode ist deutlich genauer als die Leitmerkmalmethode. Vor allem im Bereich der Haltung bieten unzählige Kombinationsmöglichkeiten an Drehwinkeln, Neigungen und Ausmitten während der gewählten Haltungspositionen eine detaillierte Bearbeitung.

Jedoch ist somit eine Auswertung auch deutlich zeitaufwendiger und trotz vereinfachterem und logischerem Layout des Programms komplizierter.

Außerdem werden im Teil C (Lastenteil) laut Meinung des Verfassers nicht genügend Ergonomiepunkte für das Gewicht der Schalungsbestandteile vergeben. Die hier mögliche zu erreichende Punkteanzahl ist nach oben hin mit dem Wert 12 begrenzt.

11.5.1.3 Eignung

Durch die wesentlich genauere Untersuchung und Aufteilung der einzelnen Bewegungsformen, Verdrehungen, einwirkenden Kräfte sowie durch die komplexere Korrelation der Faktoren stellt sich die AAWS-Formworks Methode als die geeignetste Ergonomieanalysemethode für die Untersu-

chung von Bauabläufen und Tätigkeiten in der Baubranche heraus, weshalb bei den Ergebnissen der Ergonomieuntersuchungen aus den Kapiteln 8-10 das Augenmerk verstärkt auf den AAWS-Formworks-Ergebnissen liegt.

Für eine schnelle und unkomplizierte ergonomische Bewertung der Schalungssysteme für grobe Vergleiche ist die Leitmerkalmethode dennoch geeignet.

11.5.2 Verfahrensvergleich: LMM-Methode

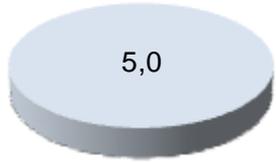
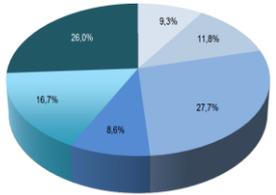
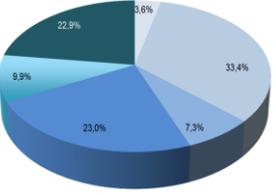
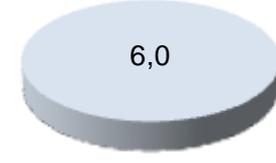
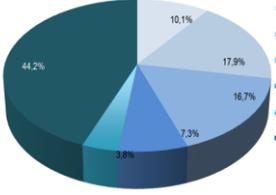
| | LMM | | |
|------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Soll max | Gesamt | Prozessgruppen |
| Dokaflex | 25,0 | Ergonomiewert Gesamt Dokaflex  5,0 | Ergonomiewert Gesamt Dokaflex  <ul style="list-style-type: none"> G1 Stützen G2 Passflächen+Ausparung G3 DRAS+Deckenanschlüsse G4 Schaltein G5 Träger G6 Vorbereiten+Nacharbeiten allgemein |
| Dokamatic-Tisch | 25,0 | Ergonomiewert Gesamt Dokamatic Tisch  6,4 | Ergonomiewert Gesamt Dokamatic Tisch  <ul style="list-style-type: none"> G1 Stützen G2 Passflächen+Ausparung G3 DRAS+Deckenanschlüsse G4 Deckentisch G5 Träger G6 Vorbereiten+Nacharbeiten allgemein |
| Peri Skydeck | 25,0 | Ergonomiewert Gesamt Peri Skydeck  6,0 | Ergonomiewert Gesamt Peri Skydeck  <ul style="list-style-type: none"> G1 Stützen G2 Passflächen+Ausparung G3 DRAS+Deckenanschlüsse G4 Rahmenelement G5 Träger G6 Vorbereiten+Nacharbeiten allgemein |

Bild 11-7: Gegenüberstellung und Vergleich der LMM-Ergonomieergebnisse der untersuchten Schalungssysteme

11.5.3 Verfahrensvergleich: AAWS-Formworks-Methode

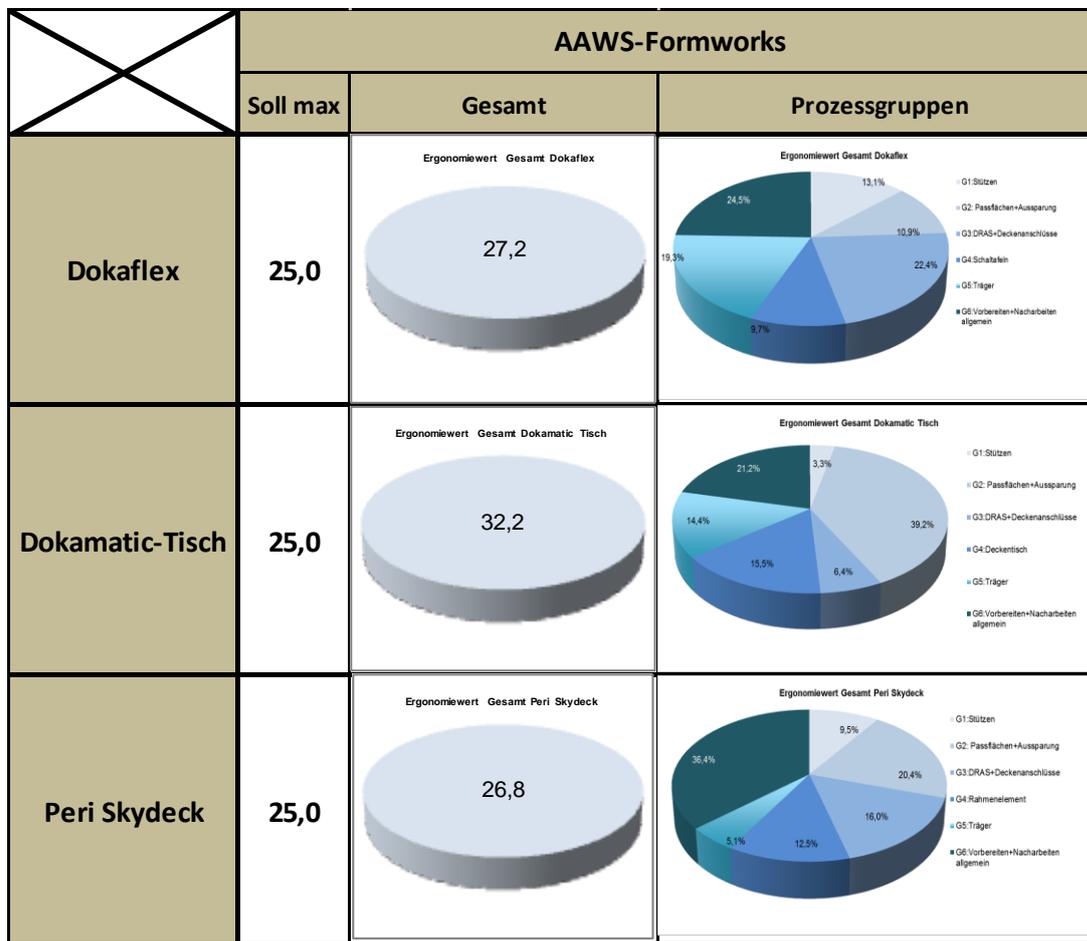


Bild 11-8: Gegenüberstellung und Vergleich der AAWS-F-Ergonomieergebnisse der untersuchten Schalungssysteme

Die Gegenüberstellung der Ergonomieergebnisse in Abbildung 7-6 und 7-7 zeigt, dass bei beiden Methoden (LMM und AAWS-F) das Schalungssystem Dokamatic den höchsten Wert aufweist. Dies liegt vor allem an den nachfolgend in Kapitel 11.5.4 dargestellten kritischen Tätigkeiten aus den Prozessgruppen G2, G4 und G6.

Den hohen Anteil der G6:Vorbereiten+Nacharbeiten allgemein beim Schalungssystem PERI Skydeck machen vor allem Lagerplatzarbeiten aus, welche sich in diesem Fall vorwiegend aus Materialsortier- und Transporttätigkeiten zusammensetzen.

Prinzipiell ist zu erkennen, dass sich der Anteil der Prozessgruppen am Gesamtergonomiewert je nach Schalungssystem deutlich unterscheidet.

Deshalb sind nachfolgend die kritischen Tätigkeiten der Prozessgruppen dargestellt.

11.5.4 Ergonomieauswertung – Analyse der ergonomisch kritischen Tätigkeiten der untersuchten Deckenschalungssysteme

Bei folgenden Tätigkeiten besteht ein deutlich überhöhtes gesundheitliches Risiko für den Anwender und somit der dringende Bedarf einer ergonomischen Optimierung.

Dabei handelt es sich überwiegend um Tätigkeiten, welche einen hohen Anteil an Arm-über-Schulter/Kopf-Haltungen wie etwa nahezu die gesamten HT (montieren + abmontieren; außer bei Deckentischen) sowie Tätigkeiten, während dessen sich der Arbeiter bücken muss.

Letzteres umfasst vor allem Zimmerer-Tätigkeiten, welche einen Großteil der Passflächen- und DRAS-Montage ausmachen.

Tabelle 11-4: Ergonomieauswertung-Ebene5- Kritische Tätigkeiten der Prozessgruppe G1:Stützen

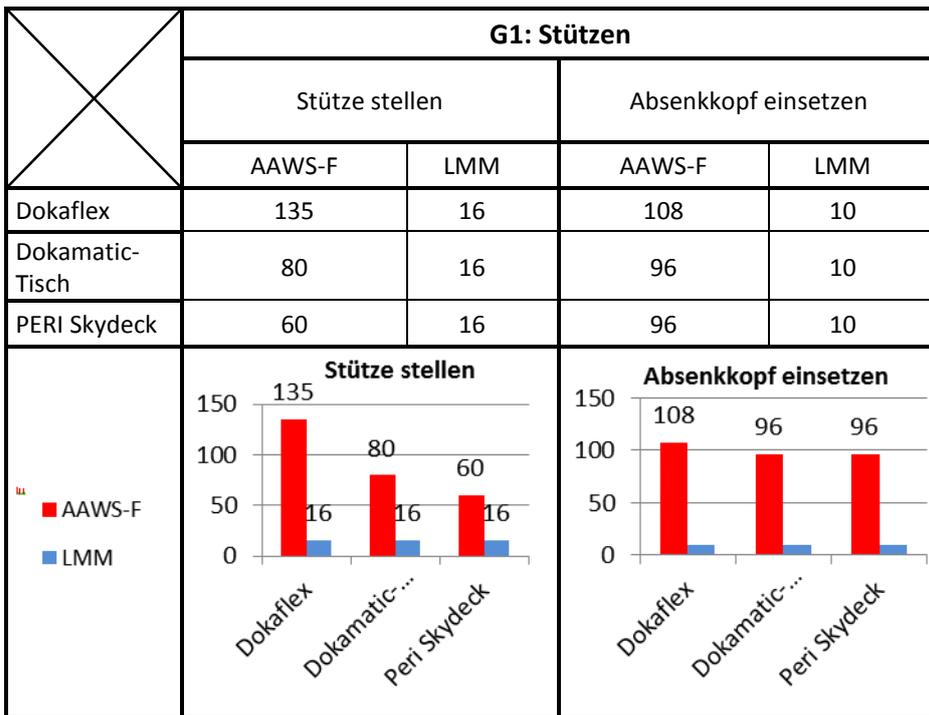


Tabelle 11-5: Ergonomieauswertung - Ebene5 - Kritische Tätigkeiten der Prozessgruppe G2:Passflächen + Aussparung

| | G2: Passflächen+Aussparung | | | | | | | |
|-----------------|----------------------------------|-----|------------------------------------|-----|---------------------------------------|-----|----------------------------------------|-----|
| | Passflächen montieren | | Passflächen abmontieren | | Schalhautstreifen einlegen | | Schalhautstreifen entfernen | |
| | AAWS-F | LMM | AAWS-F | LMM | AAWS-F | LMM | AAWS-F | LMM |
| Dokaflex | 88 | 18 | 111 | 14 | | | | |
| Dokamatic-Tisch | 88 | 18 | 111 | 14 | 128 | 20 | 111 | 14 |
| PERI Skydeck | 88 | 18 | 111 | 14 | | | | |
| | Passflächen montieren | | Passflächen abmontieren | | Schalhautstreifen einlegen | | Schalhautstreifen entfernen | |

Tabelle 11-6: Ergonomieauswertung-Ebene5- Kritische Tätigkeiten der Prozessgruppe G3:DRAS+Deckenanschlüsse

| | G3: DRAS+Deckenanschlüsse | | | |
|-----------------|---------------------------|-----|-----------------------------|-----|
| | DRAS montieren | | DRAS abmontieren | |
| | AAWS-F | LMM | AAWS-F | LMM |
| Dokaflex | 78 | 22 | 111 | 22 |
| Dokamatic-Tisch | 78 | 22 | 111 | 22 |
| PERI Skydeck | 78 | 22 | 111 | 22 |
| | DRAS montieren | | DRAS abmontieren | |

Tabelle 11-7: Ergonomieauswertung-Ebene5- Kritische Tätigkeiten der Prozessgruppe G4:Schalttafel/Deckentisch/Rahmenelement

| | G4: Schalttafel | | | |
|---------------------|------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------|-----|
| | Schalttafel montieren | | Schalttafel entfernen | |
| | AAWS-F | LMM | AAWS-F | LMM |
| Dokaflex | 73 | 12 | 111 | 14 |
| | <p>Schalttafel montieren</p> <p>AAWS-F: 73, LMM: 12</p> | | <p>Schalttafel entfernen</p> <p>AAWS-F: 111, LMM: 14</p> | |
| | G4: Rahmenelement | | | |
| | Rahmenelement montieren | | Rahmenelement abmontieren | |
| | AAWS-F | LMM | AAWS-F | LMM |
| PERI Skydeck | 78 | 12 | 136 | 12 |
| | <p>Rahmenelement montieren</p> <p>AAWS-F: 78, LMM: 12</p> | | <p>Rahmenelement abmontieren</p> <p>AAWS-F: 136, LMM: 12</p> | |

Tabelle 11-8: Ergonomieauswertung-Ebene5- Kritische Tätigkeiten der Prozessgruppe G5: Träger

| | G5: Träger | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----|--------------------------|-----|---------------------|-----|----------------------|-----|
| | Jochträger auflegen | | Jochträger entfernen | | Querträger auflegen | | Querträger entfernen | |
| | AAWS-F | LMM | AAWS-F | LMM | AAWS-F | LMM | AAWS-F | LMM |
| Dokaflex | 78 | 12 | 75 | 12 | 80 | 12 | 80 | 12 |
| <p>Legend: AAWS-F (red), LMM (blue)</p> <p>Jochträger auflegen: AAWS-F = 76, LMM = 12</p> <p>Jochträger entfernen: AAWS-F = 75, LMM = 12</p> <p>Querträger auflegen: AAWS-F = 80, LMM = 12</p> <p>Querträger entfernen: AAWS-F = 80, LMM = 12</p> | | | | | | | | |
| | G5: Träger | | | | | | | |
| | Einschubträger montieren | | Einschubträger entfernen | | | | | |
| | AAWS-F | LMM | AAWS-F | LMM | | | | |
| Dokamatic-Tisch | 105 | 14 | 90 | 14 | | | | |
| <p>Legend: AAWS-F (red), LMM (blue)</p> <p>Einschubträger montieren: AAWS-F = 105, LMM = 14</p> <p>Einschubträger entfernen: AAWS-F = 90, LMM = 14</p> | | | | | | | | |
| | G5: Träger | | | | | | | |
| | Längsträger einhängen | | Längsträger entfernen | | | | | |
| | AAWS-F | LMM | AAWS-F | LMM | | | | |
| PERI Skydeck | 63 | 12 | 92 | 12 | | | | |
| <p>Legend: AAWS-F (red), LMM (blue)</p> <p>Längsträger einhängen: AAWS-F = 63, LMM = 12</p> <p>Längsträger entfernen: AAWS-F = 92, LMM = 12</p> | | | | | | | | |

Tabelle 11-9: Ergonomieauswertung – Ebene 5- Kritische Tätigkeiten der Prozessgruppe G6:Vorbereiten + Nacharbeiten allgemein

| | G6: Vorbereiten+Nacharbeiten allgemein | |
|-----------------|----------------------------------------|-----|
| | Schalttafel halten | |
| | AAWS-F | LMM |
| Dokaflex | 82 | 12 |
| Dokamatic-Tisch | | |
| PERI Skydeck | 82 | 12 |

| Method | AAWS-F | LMM |
|--------------|--------|-----|
| Dokaflex | 82 | 12 |
| Peri Skydeck | 82 | 12 |

In den Tabellen 11-4 bis 11-9 erkennt man den deutlichen Unterschied zwischen AAWS-F und LMM, welcher auf die schon in Kapitel 7.5.2.1 beschriebenen, aus der genaueren Betrachtung resultierenden, besseren Eignung der AAWS-F-Methode zurückzuführen ist.

Der Vergleich der AAWS-F-Ergonomieergebnisse der in Tabelle 11-4 bis 11-9 dargestellten kritischen Tätigkeiten mit den für die Fertigungsabläufe der Industrie vorgesehenen Schwellenwerten, zeigt, dass hier Maßnahmen zur Risikobeherrschung erforderlich sind.

11.5.5 Richtiges Ausführen von Tätigkeiten mit mehreren Ausführungsmöglichkeiten

Nachfolgend wird bei Tätigkeiten, bei welchen unterschiedliche Ausführungsmöglichkeiten beobachtet wurden, eine Ausführungsempfehlung für die ergonomisch günstigere Variante gegeben.

11.5.5.1 Transporttätigkeiten

Im Rahmen der Baustellenbeobachtungen konnten mehrere Ausführungsvarianten des manuellen Materialtransportes beobachtet werden, was auch in der Ergonomieauswertung ersichtlich wird.

Richtig: Der Transport der Elemente sollte möglichst körpernah und auf Brusthöhe erfolgen. Beim Bücken und Heben sollte der Arbeiter in die Knie gehen und keine Lasten aus dem Kreuz heben.

Falsch: Als ergonomisch ungeeignet sind ein Heben der Lasten aus dem Kreuz und das Transportieren der Elemente über Schulterhöhe und mit gestreckten Armen zu bezeichnen.

Der ergonomische Unterschied zwischen richtiger und falscher Ausübung der Tätigkeiten ist enorm. Die richtige Variante gilt daher als klare Ausführungsempfehlung.

11.5.5.2 Rahmenelement einlegen (PERI Skydeck)

Die Tätigkeit „Rahmenelement einlegen“ beim Schalungssystem PERI Skydeck kann auf 2 grundlegend unterschiedliche Weisen erfolgen, und zwar entweder das Einlegen des Rahmenelementes von oben, auf der schon geschalteten Fläche stehend, oder von unten mit gestreckten Armen auf dem Boden bzw. einer Steighilfe stehend .

Richtig: Die ergonomisch bessere Variante ist das Einlegen des Rahmenelementes von oben, da hier nur leichtes Bücken erforderlich ist, um eine Seite des Elementes in die Zähne des Längsträgers zu legen. Danach kann das Element sanft fallengelassen werden und nimmt seinen vorgesehenen Platz ein.

Falsch: Das Einlegen des Rahmenelementes von unten ist mit stark gestreckten Armen und Überkopfhaltung verbunden. Meist steht der Arbeiter auf einer Steighilfe (Leiter) und nimmt somit erschwerte, weil nicht 100 % standsichere, Ausführungsbedingungen in Kauf und legt das Element selbst ein oder er reicht es einem zweiten Arbeiter, der es anschließend einlegt.

Der ergonomische Unterschied zwischen richtiger und falscher Ausübung ist auch hier enorm. Die richtige Variante gilt daher als klare Ausführungsempfehlung.

11.5.6 Lösungsansätze zur Verbesserung der Ergonomie

Folgende Lösungsansätze bieten Potential für ergonomische Optimierungen der untersuchten Schalungssysteme.

11.5.6.1 Gewichtsreduktion der Systemkomponenten

Jene Systemkomponenten, welche oft manuell transportiert und montiert bzw. abmontiert werden, könnten anstelle von Stahl aus einem Material gefertigt werden, welches ebenfalls gute Festigkeitseigenschaften besitzt, jedoch ein deutlich geringeres Gewicht aufweist. Hierfür würde sich Aluminium anbieten.

Da dieses zwar deutlich weniger wiegt als Stahl, jedoch nicht so gute Festigkeitseigenschaften besitzt, müsste man, wie folgt beschrieben, den Querschnitt der Schalungskomponenten optimieren.

11.5.6.2 Querschnittsoptimierung der Systemkomponenten

Ein veränderter Querschnitt, beispielsweise mit dem schon aus dem Möbelbau bekannten und bewährten Fachwerkprinzip, würde mit gleichem Materialeinsatz eine höhere Festigkeit der Systemkomponenten erzielen. Möbelstücke können so zum Beispiel ohne merkbare Einschränkung der Belastbarkeit aus Karton hergestellt werden



Bild 11-9: Querschnittsoptimierung¹⁶²

Weiters können mittlerweile Leichtbauelemente aus Holz für große Spannweiten bis zu 30 m hergestellt werden.



Bild 11-10: Kielsteg Bauelemente¹⁶³

„Durch die spezielle Wabentechnik ergibt sich ein hervorragendes Verhältnis von Eigengewicht zu Tragfähigkeit. Die wertvolle Ressource Holz wird im Kielstegsystem gezielt da eingesetzt, wo sie statisch notwendig ist. Damit kann bis zu 70 % des Materials gegenüber Vollquerschnitten eingespart werden. Mit Spannweiten von bis zu 30 Metern ist für selbsttragende und flächenbildende Großbauelemente ein neues Leistungsspektrum erschlossen worden.“¹⁶⁴

Eine Stütze für Deckenschalungssysteme besteht derzeit aus Stahl und einem Hohlkreisquerschnitt. Ziel ist es also, die oben angeführten Innovationen im Möbel- und Holzbau auf die Schalungssystemherstellung umzulegen.

11.5.6.3 Forcierung von Modullösungen

Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Ergonomiewerte ist die Forcierung von Modullösungen. Je weniger Einzelteile vom Arbeiter direkt auf der Baustelle zusammengebaut werden müssen, desto weniger muss er sich bücken, strecken und verwinden, um die gleiche Leistung zu erzielen.

¹⁶² <http://www.stange-design.de/pappe/> Datum des Zugriffs: 15.01.2013.

¹⁶³ <http://sciencepark.at/unsere-firmen/140/kielsteg-bauelemente>. Datum des Zugriffs: 15.01.2013.

¹⁶⁴ SCIENCE PARK GRAZ: Kielsteg Bauelemente. <http://sciencepark.at/unsere-firmen/140/kielsteg-bauelemente>. Datum des Zugriffs: 15.01.2013.

11.5.6.4 Entwicklung von Hilfsmitteln für horizontalen und vertikalen Transport und Montage/Demontage

Einige Deckenschalungssysteme, wie etwa das Dokamatic-Deckentisch-System mit dem DoKart und der Doka-Hebebühne zur Erleichterung des horizontalen bzw. vertikalen Transportes und somit des Umsetzens der Deckentische und das Dokadek-System mit dem Lift für Rahmenelemente ab einer gewissen Deckenhöhe, integrieren ergonomische Lösungen für den Transport von Systemkomponenten.

Bei anderen Systemen verläuft der Transport entweder mit Kran oder manuell. Hier gilt es in zusätzlichen Untersuchungen abzuwägen, wie die Entwicklung und Einführung neuer Hilfsmittel in Relation zur Wirtschaftlichkeit des Deckenschalungssystems stehen.

11.5.6.5 Zusammenfassung

Die Umsetzung der Lösungsansätze wird zwangsläufig eine Erhöhung der Kauf- und Mietkosten für Schalungssysteme zur Folge haben. Hier müsste sich folgendes Bewusstsein im Bauwesen und letztendlich in der gesamten Wirtschaft durchsetzen:

Die langfristige Gesundheit des Menschen ist mehr wert als der Erhalt des niedrigsten Preisniveaus für Bauprojekte.

Wird ein etwas höheres Preisniveau in der Baubranche akzeptiert, findet sich finanzieller Spielraum zur ergonomischen Optimierung der Schalungssysteme bei den Schalungsherstellern.

Folglich können Arbeitskräfte geschont werden, bis ins höhere Alter leistungsfähig sein und mit 114.385 Beschäftigten in der ausführenden Baubranche (Stand 2006) dem Staat viel Geld in Form von nicht mehr benötigten Krankenständen, Therapien und weiteren medizinischen Behandlungen sowie Operationen sparen.

Deshalb wäre laut Meinung des Verfassers eine finanzielle Förderung der Schalungshersteller seitens des Staates für „innovative ergonomische Optimierung zum Schutze der Gesundheit der Arbeitskräfte“ (und so mittel- bis langfristig zum Schutze des Staatshaushaltes) anzudenken.

11.6 Relation zwischen Ergonomiewert und geschalter Fläche bzw. Aufwandswert der untersuchten Systeme

Um die Vergleichbarkeit des Ergonomiewertes der einzelnen Schalungssysteme herzustellen, wird nachfolgend der ermittelte Gesamtergonomiewert in Bezug zu der im Erhebungszeitraum geschalteten Fläche und weiter zum Aufwandswert AW [Std/m²] gesetzt.

Tabelle 11-10: LMM- Relation zwischen Ergonomiewert und Geschalte Fläche bzw. Aufwandswert der untersuchten Systeme

| | LMM | | | | | |
|--------------|------------------|------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------|
| | Geschalte Fläche | Arbeitstage [AT] | Arbeitsstunden [Std] | Ergonomiewert /Arbeitstag [Pkt/AT] | Ergonomiewert gesamt [Pkt] | Relativer Ergonomiewert [Egonomiepunkte/AT*m2] |
| Dokaflex | 530 | 5,0 | 196 | 5,0 | 25,0 | 0,0472 |
| Dokamatic | 310 | 1,5 | 65 | 6,4 | 9,6 | 0,0310 |
| Peri Skydeck | 480 | 5,0 | 225 | 6,0 | 30,0 | 0,0625 |

Tabelle 11-11: AAWS-F- Relation zwischen Ergonomiewert und Geschalte Fläche bzw. Aufwandswert der untersuchten Systeme

| | AAWS-F | | | | | |
|--------------|------------------|------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------|
| | Geschalte Fläche | Arbeitstage [AT] | Arbeitsstunden [Std] | Ergonomiewert/ Arbeitstag [Pkt/AT] | Ergonomiewert gesamt [Pkt] | Relativer Ergonomiewert [Egonomiepunkte/AT*m2] |
| Dokaflex | 530 | 5,0 | 196 | 27,2 | 136,0 | 0,257 |
| Dokamatic | 310 | 1,5 | 65 | 32,2 | 48,3 | 0,156 |
| Peri Skydeck | 480 | 5,0 | 225 | 26,8 | 134,0 | 0,279 |

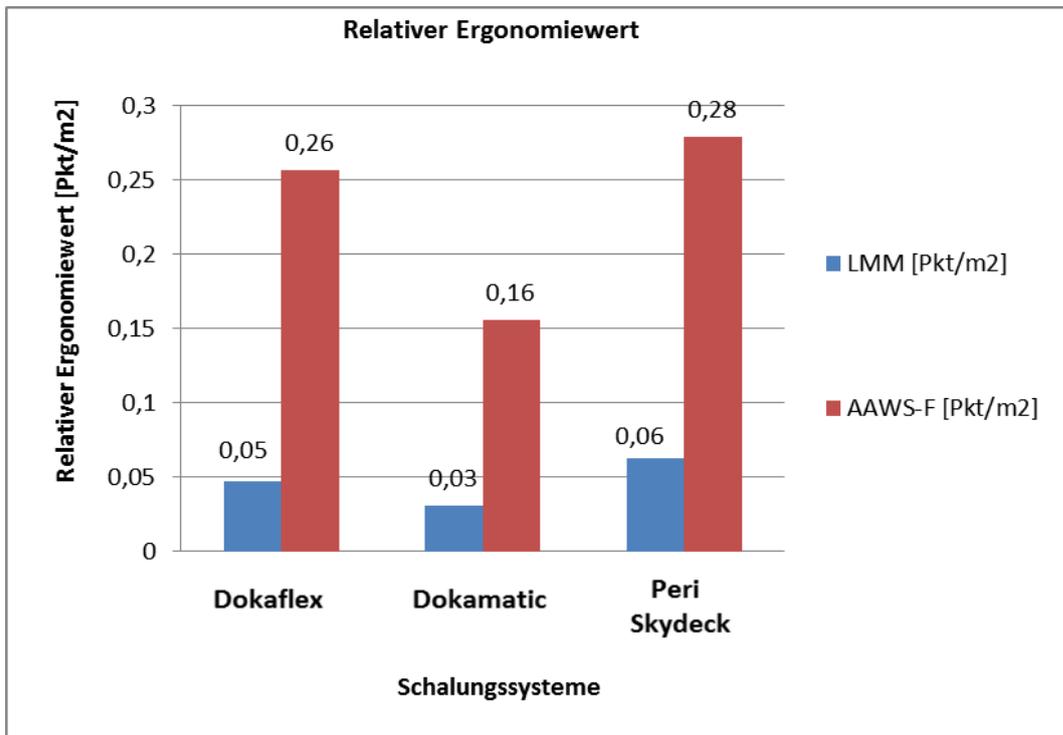


Bild 11-11: LMM+AAWS-F-Ergonomiewert in Abhängigkeit der geschalteten Fläche

Man erkennt im oben angeführten Diagramm (Bild 11-11) und in den dazu gehörigen Tabellen (Tabelle 11-10 und 11-11), dass der unter Berücksichtigung der geschalteten Fläche ermittelte relative Ergonomiewert Pkt/m² eine deutlich höhere Aussagekraft besitzt als der Ergonomiewert pro Arbeitstag Pkt/AT.

Es ist ersichtlich, dass das System Dokamatic, welches absolut betrachtet mit 32,2 (AAWS-F) bzw. 6,4 (LMM) den höchsten Wert aufweist, relativ gesehen aufgrund der hohen Leistung pro Stunde einen niedrigeren LMM- und AAWS-F-Ergonomiewert (0,03 bzw. 0,16 Pkt/m²) ergibt. Die schnelle Erzeugung der Schaffläche relativiert so den hohen Ergonomiewert pro Arbeitstag.

11.7 Bewertung der Schalungssysteme

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Auswertungen noch einmal zusammengefasst.

11.7.1 Dokaflex 1-2-4

Die erbrachte Leistung ist anhand der ermittelten Leistungskenngrößen als solide zu bezeichnen und das einzige untersuchte Schalungssystem,

welches im unmittelbaren Bereich seiner Literaturleistungskenngrößen bleibt.

Im Vergleich mit den anderen untersuchten Schalungssystemen ist der Gesamt-Ergonomiewert unter dem Schwellenwert für ergonomisch günstige Bewegungsabläufe. Dies täuscht aber etwas darüber hinweg, dass, wie bei den anderen Schalungssystemen, einzelne Tätigkeiten, wie in Kapitel 7.5 aufgezeigt, extrem überhöhte Werte aufweisen.

Weiter ist der relativierte Ergonomiewert mit 0,26 Pkt/m² (AAWS-F) bzw. 0,05 Pkt/m² (LMM) im Mittelfeld der Systeme zu finden.

Die Herzfrequenz der Tätigkeitsgruppen „Schalen“ und „Vorbereiten Schalen“ liegt über den Tag verteilt zwischen 69 % und 93 %.

11.7.2 Dokamatic

Die Leistung des Schalungssystems Dokamatic ist durch das Modulkonzept deutlich höher als die der anderen bewerteten Systeme.

In der Erhebungswoche konnten mit geringer Anzahl an Datensätzen plausible Leistungskenngrößen ermittelt werden, welche knapp über (Aufwandswert) bzw. knapp unter (Leistungswert) den Vergleichswerten liegen.

Der Ergonomiewert des Schalungssystems Dokamatic in der Untersuchungswoche ist mit 32,2 (AAWS-F) deutlich höher als er sein müsste. Der Transport der Deckentische per Kran ist nicht nur baubetrieblich problematisch durch die Kranabhängigkeit, sondern auch ergonomisch problematisch durch die Verwindungskräfte, denen der menschliche Körper beim Einhängen in die Krangabel, Führen, Heranziehen zur gewünschten Position und letztendlich beim Aushängen ausgesetzt ist.

Hier müsste man auf die bereits existierende, ergonomisch eindeutig geeignetere Methode des vertikalen Transportes mittels Dokamatic-Hebebühnen zurückgreifen.

Damit wäre ein Ergonomieergebnis von ca. 30 möglich. Bei Konzentration auf die oben angeführten ergonomisch kritischen Tätigkeitsabläufe könnte dieser Wert noch zusätzlich verbessert werden und Belastungsspitzen ausgegült werden. Das Ziel des derzeitigen, aus der Industrie übernommenen Wertes von unter 25 kann allerdings voraussichtlich nur durch neue Modullösungen (Verbindung von Teilen), neue Transport- und Hebesysteme sowie Gewichtsreduktion der Schalungsbestandteile durch die Fertigung aus leichteren Materialien wie zum Beispiel Aluminium erreicht werden.

Mit diesen Lösungsansätzen müsste man allerdings eine deutliche Erhöhung des Kauf- und Mietpreises der Schalungssysteme in Kauf nehmen. Somit würde letztendlich der Preis der Gebäude zugunsten einer Belastungsreduktion der Arbeiter langfristig erhöht.

Relativiert man den hohen absoluten Ergonomiewert mit der geschalteten Fläche und den dafür benötigten Arbeitsstunden, ist jedoch ersichtlich, dass Dokamatic durch die hohe Schalfläche pro Stunde relativ gesehen den geringsten Ergonomiewert von 0,16 Pkt/m² bzw. 0,03 Pkt/m² aufweist.

11.7.3 PERI Skydeck

Die Leistungskenngrößen des Schalungssystems PERI Skydeck bleiben aufgrund der extremen klimatischen Bedingungen während des Beobachtungszeitraumes deutlich hinter den Vergleichswerten zurück. Eine seriöse Aussage über die Leistungsfähigkeit dieses Systems ist somit nicht möglich.

Das Gesamtergonomieergebnis liegt zwar nur leicht über dem maximal erwünschten Wert von 25 (+2,8 Pkt/AT), auch hier gilt es jedoch wieder wie bei den Vergleichssystemen, in Zukunft eine Bewegungsablaufverbesserung der ergonomisch kritischen Tätigkeiten durch Optimierungen zu ermöglichen.

Durch den hohen Aufwandswert, welcher in der Erhebungswoche erzielt wurde, ist die relative Ergonomiekenngröße pro m² geschalteter Fläche deutlich höher als jene der anderen Systeme (Siehe Bild 11-11).

12 Zusammenfassung und Ausblick

Die Methoden und Werkzeuge der Datenerhebung sowie die Auswertungsmethoden der Tätigkeitsverteilung, der Leistung und des Herzfrequenzverlaufes sind als sehr praxisorientiert und geeignet einzustufen.

Neben den Schalungssystemen, zu welchen im Rahmen des Forschungsprojektes Daten erhoben wurden (Dokaflex, Dokamatic, PERI Skydeck), wurde auch das neue Deckenrahmenschalungssystem Dokadek soweit vorbereitet, dass zeitnah Baustellenanalysen stattfinden können. Die Daten werden mit dem Konzept dieser Masterarbeit erhoben und ausgewertet und der Verfasser fungiert als Instruktor für nachfolgende externe Beobachter und Auswerter für eine Baustelle mit dem Schalungssystem Dokadek. Diesbezügliche Analysen werden vom Verfasser im Rahmen eines Masterprojekts behandelt.

Für zukünftige Projekte wäre es allerdings anzuraten, den externen Beobachter zusätzlich zu Spiegelreflexkamera, Camcorder und Klimadatenmessgerät schon auf der Baustelle mit zusätzlichem elektronischem Equipment auszurüsten. Hier würden vor allem ein Tablet für die direkte Digitalisierung der Datenerhebungsbögen und eine Action-Cam, welche am Körper des Beobachters fixiert werden kann, Zeit sparen sowie zusätzliche Daten generieren.

Als ergonomische Analysemethode hat sich im Zuge der Auswertungen eindeutig die AAWS-Formworks-Methode unter Zuhilfenahme des eigens dafür mit MS EXCEL erstellten Programmes bewährt.

Die Leitmerkmalmethode kann jedoch als zusätzliches Instrument angewendet werden, um mit geringem Zeitaufwand grobe Richtwerte zu generieren.

Für zukünftige wissenschaftliche Arbeiten bzw. Forschungen bietet sich das Konzept „Design Check (DC)“ zur ergonomischen Verbesserung von Systemen von Winter et al an, welches zwar noch keine Validitätsprüfungen für Einsatzbereiche außerhalb der Fertigungsindustrie besitzt, jedoch in absehbarer Zeit neue Erkenntnisse für die Schalungstechnik im Bereich Ergonomie liefern könnte. Ausführliche Information bezüglich DC findet sich in Winter et al: „Arbeitsgestaltung“¹⁶⁵ Alle untersuchten Schalungssysteme weisen bei bestimmten in Kapitel 7 dargestellten Tätigkeiten, welche naturgemäß ungünstige Körperhaltungen wie Armhaltungen über Schulterhöhe, gebückte Haltungen sowie Verdrehungen und seitliche Neigungen des Körpers und gleichzeitig den Transport großer Lasten verlangen, durchgehend deutlich erhöhte Ergonomiewerte auf.

¹⁶⁵ WINTER, G. et al.: Design Check. S. 16-35.

Hier verlangt es nach neuen Lösungsansätzen. Dies könnten neue Modullösungen (Verbindung von Teilen), neue Transport- und Hebesysteme sowie Gewichtsreduktion der Schalungskomponenten durch die Fertigung aus leichteren Materialien wie zum Beispiel Aluminium bei gleichzeitigen Querschnittsoptimierungen sein.

Mit diesen Lösungsansätzen müsste man allerdings eine deutliche Erhöhung des Kauf- und Mietpreises der Schalungssysteme in Kauf nehmen. Somit würde letztendlich der Preis der Gebäude zugunsten einer Belastungsreduktion der Arbeiter langfristig erhöht.

Eine Unterschreitung des derzeit herangezogenen anzustrebenden Schwellenwertes der Auswertungsskala aus der Fertigungstechnik von 25 ist aufgrund der unterschiedlichen Voraussetzungen in der Fabrik und auf der Baustelle nur sehr schwer zu erreichen.

Ziel weiterer Forschungsprojekte müsste es somit sein, die ergonomischen Schwellenwerte, welche in ihrer derzeitigen Form eigentlich für die Fertigungsindustrie gedacht sind, speziell für die Gegebenheiten auf der Baustelle zu modifizieren und somit für die Schalungstechnik eine geeignete Grundlage zu schaffen.

In Fabriken ist es möglich, Tätigkeitsabläufe so zu optimieren, dass sie durch die immer gleiche Position zum Fließband ausschließlich in einer Bewegungsform eintreten (sollten). Daher sind geringere Ergonomiewerte und somit auch ergonomische Schwellenwerte der Standard.

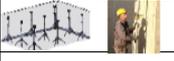
In der Schalungstechnik und vor allem auf der Baustelle gleicht durch die ständig wechselnden Randbedingungen kein Ablauf dem anderen und somit kann auch eine ergonomische Optimierung der Abläufe simultan zu den Fabriksabläufen wirtschaftlich nicht sinnvoll sein.

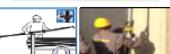
Nach oben angepasste Schwellenwerte würden eine reelle Grundlage für ein Erreichen des ergonomisch unbedenklichen Bereiches schaffen und die Motivation der Schalungshersteller, Optimierungsmaßnahmen zu treffen, erhöhen, da ein erreichbares Ziel die Grundlage für Veränderungen darstellt.

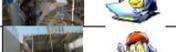
| | | | |
|------------------------|--------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AAWS Bewer- tung | 0-25 Punkte | grün | Niedriges Risiko - empfehlenswert; Maßnahmen nicht erforderlich |
| | 26-50 Punkte | gelb | Mögliches Risiko – nicht empfehlenswert; Maßnahmen zur erneuten Gestaltung / Risikobeherrschung ergreifen |
| | >50 Punkte | rot | Hohes Risiko – vermeiden; Maßnahmen zur Risikobeherrschung erforderlich |

Bild 12-1: Derzeitige Einstufungsskala mit Schwellenwerten für die Industrie-
Müsste für die Schalungstechnik modifiziert werden

A.1.2 Tätigkeitslisten Schalungssystem Dokaflex

| Taetigkeit_Unterbr eichung_text | tbl_Taetigkeitskatego rie.Bezeichnung | tbl_Taetigkeitsgruppe | tbl_Einsatz- System | tbl_Taetigkeit.Bezeichnu ng | tbl_Bilder |
|------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 111 Betonieren | 1121 Dokaflex | Decke betonieren |  |
| 2 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 111 Betonieren | 1121 Dokaflex | Beton verdichten |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 112 Bewehren | 1121 Dokaflex | Decke bewehren |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Ausschalen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Deckenstütze stellen |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Einschalen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Passflächenelement abmontieren |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Passflächenelement montieren |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Deckenrandabschalung n montieren |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Schaltafeln (Pro-Frame- Pannee) fixieren |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Schaltafeln (Pro-Frame- Pannee) verlegen |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Jochträger Einlegen |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | QuerträgerAuflegen |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Zwischenstützen stellen |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Zwischenstützen entfernen |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Schaltafeln (Pro-Frame- Pannee) entfernen |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Querträger entfernen |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Jochträger entfernen |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Deckenstütze entfernen |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Deckenrandabschalung montieren |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Deckenrandabschalung abmontieren |  |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Aussparung montieren | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Aussparung abmontieren | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1121 Dokaflex | Wandabspannung |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 121 Vorbereiten Betonieren | 1121 Dokaflex | Beton nachbearbeiten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 121 Vorbereiten Betonieren | 1121 Dokaflex | Vorbereiten Betonieren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 121 Vorbereiten Betonieren | 1121 Dokaflex | Decke abziehen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Arbeitsbühne montieren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Baustoffüberprüfung |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Bohren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Deckenschalung absenken |  |

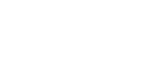
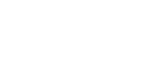
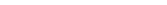
| | | | | | |
|-------------|-------------------|---------------------------|---------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Dreikantleisten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Dübelleisten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Gerüst abbauen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Gerüst aufbauen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Schalöl auftragen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Schalplatten befeuchten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Schaltafel (Pro-Frame-Paneele)/ Träger holen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Schaltafel schneiden |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Schalung Zimmern |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Schalungsträger - Stahl formen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Sicherung Querträger einbauen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Sicherung Querträger ausbauen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Deckenstütze holen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Vorbereiten Schalen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Joch/Querträger vorbereiten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Deckenstützen vorbereiten/einstellen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Deckenstütze nivellieren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Absenkkopf einsetzen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Stützbein Stellen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Deckenrandabschalung herstellen/vorbereiten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Passflächen herstellen/vorbereiten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Aussparung vorbereiten/herstellen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Stütze halten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Lagerplatzarbeiten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Decke vorspannen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Fugenband |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Balkonanschlussbewehrung vorbereiten (Isokorb) |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Balkonanschlussbewehrung montieren (Isokorb) |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Material einhängen (Kran) |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1221 Dokaflex | Material aushängen (Kran) |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1261 Dokaflex | Holz schneiden |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1261 Dokaflex | Kran einweisen |  |

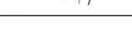
| | | | | | |
|-----------------|--------------------------|------------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1261 Dokaflex | LKW be/entladen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1261 Dokaflex | LKW einweisen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1261 Dokaflex | Material/Schalung transportieren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1261 Dokaflex | Material vorbereiten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1261 Dokaflex | Materialüberprüfung |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1261 Dokaflex | Messen/Nivellieren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1261 Dokaflex | Vorbereitende Tätigkeiten allg. |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1261 Dokaflex | Werkzeug/Material holen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 127 Herrichten | 1271 Dokaflex | Herrichten allgemein |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 128 Aufräumen | 1281 Dokaflex | Reinigungsarbeiten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 128 Aufräumen | 1221 Dokaflex | Auf- / Wegräumen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 128 Aufräumen | 1281 Dokaflex | Schalung/Bühne reinigen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 129 Besprechen | 1291 Dokaflex | Plan lesen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 129 Besprechen | 1291 Dokaflex | Planbesprechung/Besprechung |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1311 Dokaflex | Kran einweisen |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1311 Dokaflex | mit Auto unterwegs |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1311 Dokaflex | Schweißen |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1311 Dokaflex | Bewehrung richten/ändern |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1311 Dokaflex | Isolierung richten/ändern |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1311 Dokaflex | Abdichtung auflegen |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1311 Dokaflex | Stunden schreiben |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1311 Dokaflex | Bauteil ändern/richten | |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1311 Dokaflex | Gerüst/Schalung warten |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1311 Dokaflex | Lieferung annehmen |  |
| 2 Unterbrechung | 21 Ablaufbedingt | 211 Ablaufbedingte Unterbrechung | 2111 Dokaflex | auf Anweisung warten |  |
| 2 Unterbrechung | 21 Ablaufbedingt | 211 Ablaufbedingte Unterbrechung | 2111 Dokaflex | auf Kran warten |  |
| 2 Unterbrechung | 21 Ablaufbedingt | 211 Ablaufbedingte Unterbrechung | 2111 Dokaflex | Telefonieren |  |
| 2 Unterbrechung | 21 Ablaufbedingt | 211 Ablaufbedingte Unterbrechung | 2111 Dokaflex | Warten allg. |  |
| 2 Unterbrechung | 21 Ablaufbedingt | 211 Ablaufbedingte Unterbrechung | 2111 Dokaflex | Warten Betonpumpe |  |
| 2 Unterbrechung | 22 Störungsbedingt | 221 Störungsbedingte Unterbrechung | 2211 Dokaflex | Regen |  |
| 2 Unterbrechung | 22 Störungsbedingt | 221 Störungsbedingte Unterbrechung | 2211 Dokaflex | Störung allg. |  |
| 2 Unterbrechung | 23 Erholungsbedingt | 231 Pause | 2311 Dokaflex | Mittagspause |  |

| | | | | | |
|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 Unterbrechung | 23 Erholungsbedingt | 231 Pause | 2311 Dokaflex | Vormittagspause |  |
| 2 Unterbrechung | 23 Erholungsbedingt | 232 Eigene Pause | 2321 Dokaflex | selbst gewählte Pause |  |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2411 Dokaflex | Gespräch |  |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2411 Dokaflex | Getränk holen |  |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2411 Dokaflex | Jause holen |  |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2411 Dokaflex | Rauchen |  |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2411 Dokaflex | Flüssigkeitsaufnahme |  |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2411 Dokaflex | WC |  |
| 3 Nicht erkennbar | 31 Nicht erkennbar | 311 Nicht erkennbar | 3111 Dokaflex | nicht erkennbar | |

A.1.3 Tätigkeitslisten Schalungssystem Dokamatic-Tisch

| Taetigkeit_Unterbrechung_text | tbl_Taetigkeitskategorie.Bezeichnung | tbl_Taetigkeitsgruppe | tbl_Einsatz-System | tbl_Taetigkeit.Bezeichnung | tbl_Bilder |
|-------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------|------------------------------------|------------|
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 111 Betonieren | 1123 Dokamatic-Tisch | Decke Betonieren | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 111 Betonieren | 1123 Dokamatic-Tisch | Beton verdichten | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 112 Bewehren | 1123 Dokamatic-Tisch | Decke Bewehren | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1123 Dokamatic-Tisch | Dokamatic-Tisch stellen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1123 Dokamatic-Tisch | Ausschalen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1123 Dokamatic-Tisch | Schalhautstreifen einlegen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1123 Dokamatic-Tisch | Einschalen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1123 Dokamatic-Tisch | Passflächen abmontieren | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1123 Dokamatic-Tisch | Passflächeelement montieren | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1123 Dokamatic-Tisch | Deckenrandabschalungen abmontieren | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1123 Dokamatic-Tisch | Deckenrandabschalungen montieren | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1123 Dokamatic-Tisch | Schalhautstreifen entfernen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1123 Dokamatic-Tisch | Dokamatic-Tisch umsetzen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1123 Dokamatic-Tisch | Deckenstütze stellen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1123 Dokamatic-Tisch | Deckenstütze entfernen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1123 Dokamatic-Tisch | Deckentisch absenken | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1123 Dokamatic-Tisch | Einschubträger abmontieren | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 121 Vorbereiten Betonieren | 1223 Dokamatic-Tisch | Beton nachbearbeiten | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 121 Vorbereiten Betonieren | 1223 Dokamatic-Tisch | Vorbereiten betonieren | |
| 1 Tätigkeit | 13 Nebentätigkeit | 121 Vorbereiten Betonieren | 1223 Dokamatic-Tisch | Decke abziehen | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Arbeitsbühne/Geländer montieren | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Baustoffüberprüfung | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Bohren | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Dreikantleisten | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Dübelleisten | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Gerüst abbauen | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Gerüst aufbauen | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Schalöl auftragen | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Schalplatten befeuchten | |

| | | | | | |
|-------------|-------------------|---------------------------|----------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Element transportieren (DoKart/Kran/Hebebühne) |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Dokamatic Tisch vormontieren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Deckenstützen montieren (an Dokamatic-Tisch) |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Deckenstützen einstellen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Schalttafel schneiden |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Schalung Zimmern |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Einschubträger einlegen/ausfahren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Einschubträger einfahren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Schalungsträger - Stahl formen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Stütze holen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Vorbereiten Schalen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Absenkkopf einsetzen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Stützbein stellen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Hilfsstütze stellen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Stützbein stellen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Passflächen herstellen/vorbereiten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Deckenrandabschalung herstellen/vorbereiten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Schubabspannungsschraube montieren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Schubabspannungsschraube abmontieren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Dokart fahren leer/einmanövrieren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Stütze halten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | UNTERSTELLEN (Entlastungsstützen) |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Schubspannung montieren (Gurt) |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Schubspannung abmontieren (Gurt) |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1223 Dokamatic-Tisch | Stützbein stellen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1263 Dokamatic-Tisch | Holz/Schalttafel schneiden |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1263 Dokamatic-Tisch | Kran einweisen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1263 Dokamatic-Tisch | LKW be/entladen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1263 Dokamatic-Tisch | LKW einweisen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1263 Dokamatic-Tisch | Material/Schalung transportieren |  |

| | | | | | |
|-----------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1263 Dokamatic-Tisch | Material vorbereiten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1263 Dokamatic-Tisch | Materialüberprüfung |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1263 Dokamatic-Tisch | Messen/Nivellieren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1163 Dokamatic-Tisch | Vorbereitende Tätigkeiten allg. |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1163 Dokamatic-Tisch | Werkzeug/ Material holen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 127 Herrichten | 1273 Dokamatic-Tisch | Herrichten allgemein |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 128 Aufräumen | 1283 Dokamatic-Tisch | Reinigungsarbeiten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 128 Aufräumen | 1283 Dokamatic-Tisch | Auf- / Wegräumen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 128 Aufräumen | 1183 Dokamatic-Tisch | Bühne/Schalung reinigen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 129 Besprechen | 1293 Dokamatic-Tisch | Plan lesen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 129 Besprechen | 1293 Dokamatic-Tisch | Planbesprechung/Besprechung |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1313 Dokamatic-Tisch | Kran einweisen |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1313 Dokamatic-Tisch | mit Auto unterwegs |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1313 Dokamatic-Tisch | Schweißen |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1313 Dokamatic-Tisch | Bewehrung richten/ändern |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1313 Dokamatic-Tisch | Abdichtung auflegen |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1313 Dokamatic-Tisch | Stunden schreiben |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1313 Dokamatic-Tisch | Gerüst/Schalung warten |  |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1313 Dokamatic-Tisch | Lieferung annehmen |  |
| 2 Unterbrechung | 21 Ablaufbedingt | 211 Ablaufbedingte Unterbrechung | 2113 Dokamatic-Tisch | auf Anweisung warten |  |
| 2 Unterbrechung | 21 Ablaufbedingt | 211 Ablaufbedingte Unterbrechung | 2113 Dokamatic-Tisch | auf Kran warten |  |
| 2 Unterbrechung | 21 Ablaufbedingt | 211 Ablaufbedingte Unterbrechung | 2113 Dokamatic-Tisch | Telefonieren |  |
| 2 Unterbrechung | 21 Ablaufbedingt | 211 Ablaufbedingte Unterbrechung | 2113 Dokamatic-Tisch | Warten allg. |  |
| 2 Unterbrechung | 21 Ablaufbedingt | 211 Ablaufbedingte Unterbrechung | 2113 Dokamatic-Tisch | Warten Betonpumpe |  |
| 2 Unterbrechung | 22 Störungsbedingt | 221 Störungsbedingte Unterbrechung | 2213 Dokamatic-Tisch | Regen |  |
| 2 Unterbrechung | 22 Störungsbedingt | 221 Störungsbedingte Unterbrechung | 2213 Dokamatic-Tisch | Störung allg. |  |
| 2 Unterbrechung | 23 Erholungsbedingt | 231 Pause | 2313 Dokamatic-Tisch | Mittagspause |  |
| 2 Unterbrechung | 23 Erholungsbedingt | 231 Pause | 2313 Dokamatic-Tisch | Vormittagspause |  |
| 2 Unterbrechung | 23 Erholungsbedingt | 232 Eigene Pause | 2323 Dokamatic-Tisch | selbst gewählte Pause |  |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2413 Dokamatic-Tisch | Gespräch |  |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2413 Dokamatic-Tisch | Getränk holen |  |

| | | | | | |
|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2413 Dokamatic-Tisch | Jause holen |  |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2413 Dokamatic-Tisch | Rauchen |  |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2413 Dokamatic-Tisch | Flüssigkeitsaufnahme |  |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2413 Dokamatic-Tisch | WC |  |
| 3 Nicht erkennbar | 31 Nicht erkennbar | 311 Nicht erkennbar | 3113 Dokamatic-Tisch | nicht erkennbar | |

A.1.4 Tätigkeitslisten Schalungssystem PERI Skydeck

| Taetigkeit_Unterbrechung_text | tbl_Taetigkeitskategorie.Bezeichnung | tbl_Taetigkeitsgruppe | tbl_Einsatz-System | tbl_Taetigkeit.Bezeichnung | tbl_Bilder |
|-------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------------|------------|
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 111 Betonieren | 1114 Peri Skydeck | Decke betonieren | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 111 Betonieren | 1114 Peri Skydeck | Beton verdichten | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 112 Bewehren | 1124 Peri Skydeck | Decke bewehren | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1134 Peri Skydeck | Rahmenelement einlegen (von oben) | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1134 Peri Skydeck | Ausschalen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1134 Peri Skydeck | Deckenstütze stellen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1134 Peri Skydeck | Einschalen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1134 Peri Skydeck | Passflächenelement abmontieren | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1134 Peri Skydeck | Passflächenelement montieren | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1134 Peri Skydeck | Deckenrandabschalungen abmontieren | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1134 Peri Skydeck | Deckenrandabschalungen montieren | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1134 Peri Skydeck | Deckenstütze absenken (mit Fallkopf) | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1134 Peri Skydeck | Rahmenelement entfernen (von unten) | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1134 Peri Skydeck | Deckenstütze entfernen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1134 Peri Skydeck | Längsträger einlegen/einhängen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1134 Peri Skydeck | Längsträger entfernen/aushängen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1134 Peri Skydeck | Einlegeschienen einlegen | |
| 1 Tätigkeit | 11 Haupttätigkeit | 113 Schalen | 1134 Peri Skydeck | Deckenrandabschalung montieren | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 121 Vorbereiten Betonieren | 1214 Peri Skydeck | Beton nachbearbeiten | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 121 Vorbereiten Betonieren | 1214 Peri Skydeck | Vorbereiten betonieren | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 121 Vorbereiten Betonieren | 1214 Peri Skydeck | Decke abziehen | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Arbeitsbühne montieren | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Baustoffüberprüfung | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Bohren | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Deckenschalung absenken | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Dreikantleisten | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Dübelleisten | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Gerüst abbauen | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Gerüst aufbauen | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Schalöl auftragen | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Schalplatten Befeuchten | |

| | | | | | |
|-------------|-------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Schaltafel schneiden |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Schalung zimmern |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Rahmenelemente transportieren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Deckenstütze nivellieren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Rahmenelemente holen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Schalungsträger - Stahl formen | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Deckenstütze holen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Vorbereiten Schalen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Deckenstützen vorbereiten/einstellen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Fallkopf (Absenkkopf) einsetzen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Stützbein stellen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Passflächen herstellen/vorbereiten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Schneiden |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Schalung Zimmern |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Deckenrandabschalung vorbereiten/herstellen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Aussparung herstellen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Passflächenhängeglied einhängen | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Anweisung geben |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Lagerplatzarbeiten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 122 Vorbereiten Schalen | 1224 Peri Skydeck | Deckenstütze halten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1264 Peri Skydeck | Holz/Schaltafel schneiden |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1264 Peri Skydeck | Kran einweisen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1264 Peri Skydeck | LKW be/entladen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1264 Peri Skydeck | LKW einweisen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1264 Peri Skydeck | Material/Schalung transportieren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1264 Peri Skydeck | Material vorbereiten |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1264 Peri Skydeck | Materialüberprüfung |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1264 Peri Skydeck | Messen/Nivellieren |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1264 Peri Skydeck | Vorbereitende Tätigkeiten allg. |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1264 Peri Skydeck | Werkzeug/Material holen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1264 Peri Skydeck | Material einhängen |  |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 126 Vorbereiten Allgemein | 1264 Peri Skydeck | Material aushängen |  |

| | | | | | |
|-------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------|--|
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 127 Herrichten | 1274 Peri Skydeck | Herrichten allgemein | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 128 Aufräumen | 1284 Peri Skydeck | Reinigungsarbeiten | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 128 Aufräumen | 1284 Peri Skydeck | Auf- / Wegräumen | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 128 Aufräumen | 1284 Peri Skydeck | Anweisung geben | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 128 Aufräumen | 1284 Peri Skydeck | Material/Schalung reinigen | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 129 Besprechen | 1294 Peri Skydeck | Plan lesen | |
| 1 Tätigkeit | 12 Nebentätigkeit | 129 Besprechen | 1294 Peri Skydeck | Planbesprechung/ Besprechung | |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1314 Peri Skydeck | Kran einweisen | |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1314 Peri Skydeck | mit Auto unterwegs | |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1314 Peri Skydeck | Schweißen | |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1314 Peri Skydeck | Bewehrung richten/ändern | |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1314 Peri Skydeck | Abdichtung auflegen | |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1314 Peri Skydeck | Stunden schreiben | |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1314 Peri Skydeck | Lieferung annehmen | |
| 1 Tätigkeit | 13 Zusätzliche Tätigkeit | 131 Zusätzliches | 1314 Peri Skydeck | Gerüst/Schalung warten | |
| 2 Unterbrechung | 21 Ablaufbedingt | 211 Ablaufbedingte Unterbrechung | 2114 Peri Skydeck | auf Anweisung warten | |
| 2 Unterbrechung | 21 Ablaufbedingt | 211 Ablaufbedingte Unterbrechung | 2114 Peri Skydeck | auf Kran warten | |
| 2 Unterbrechung | 21 Ablaufbedingt | 211 Ablaufbedingte Unterbrechung | 2114 Peri Skydeck | Telefonieren | |
| 2 Unterbrechung | 21 Ablaufbedingt | 211 Ablaufbedingte Unterbrechung | 2114 Peri Skydeck | Warten allg. | |
| 2 Unterbrechung | 21 Ablaufbedingt | 211 Ablaufbedingte Unterbrechung | 2114 Peri Skydeck | Warten Betonpumpe | |
| 2 Unterbrechung | 22 Störungsbedingt | 221 Störungsbedingte Unterbrechung | 2214 Peri Skydeck | Regen | |
| 2 Unterbrechung | 22 Störungsbedingt | 221 Störungsbedingte Unterbrechung | 2214 Peri Skydeck | Störung allg. | |
| 2 Unterbrechung | 23 Erholungsbedingt | 231 Pause | 2314 Peri Skydeck | Mittagspause | |
| 2 Unterbrechung | 23 Erholungsbedingt | 231 Pause | 2314 Peri Skydeck | Vormittagspause | |
| 2 Unterbrechung | 23 Erholungsbedingt | 232 Eigene Pause | 2324 Peri Skydeck | selbst gewählte Pause | |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2414 Peri Skydeck | Gespräch | |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2414 Peri Skydeck | Getränk holen | |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2414 Peri Skydeck | Jause holen | |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2414 Peri Skydeck | Rauchen | |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2414 Peri Skydeck | Flüssigkeitsaufnahme | |
| 2 Unterbrechung | 24 Persönlich bedingt | 241 Persönlich bedingte Unterbrechung | 2414 Peri Skydeck | WC | |
| 3 Nicht erkennbar | 31 Nicht erkennbar | 311 Nicht erkennbar | 3114 Peri Skydeck | nicht erkennbar | |

A.2 Ergonomieanalyse Detail

A.2.1 Aufschlüsselung der kombinierten Tätigkeiten

Nachfolgend werden kombinierte Tätigkeiten, d.h. Tätigkeiten, welche aus mehreren Einzeltätigkeiten bestehen, zergliedert und somit der Ergonomiewert mit Hilfe der aus den AAWS-Sheets und den Videosequenzen ermittelten Werte der einzelnen Teiltätigkeiten berechnet. Die so ermittelten Ergonomiewerte werden in AK4-Ergonomieauswertung der drei untersuchten Schalungssysteme verwendet. Die prozentuellen Anteile der jeweiligen Teiltätigkeiten an der Gesamttätigkeit sind ein aus Erfahrung geschätzter Mittelwert und können variieren. Dies ist jedoch die einzige Möglichkeit, diese kombinierten Tätigkeiten zu bewerten.

Tabelle 12-1: Ergonomiewert der kombinierten Tätigkeit "Deckenrandabschalung herstellen/vorbereiten"

| Deckenrandabschalung vorbereiten/herstellen | | | |
|----------------------------------------------------|-------------|-------------------------|----------------------|
| Tätigkeit | Anteil in % | Ergonomiewert Tätigkeit | Ergonomiewert gesamt |
| Zimmern | 20,00 % | 98,6 | 42,0 |
| Schneiden | 40,00 % | 23,3 | |
| Bohren | 5,00 % | 18,0 | |
| Transport Schalttafeln | 30,00 % | 32,0 | |
| Transport Werkzeug/Material | 2,50 % | 8,0 | |
| Schalttafel halten | 2,50 % | 90,0 | |

Tabelle 12-2: Ergonomiewert der kombinierten Tätigkeit "Passflächen herstellen/vorbereiten"

| Passflächen vorbereiten/herstellen | | | |
|-------------------------------------------|-------------|-------------------------|----------------------|
| Tätigkeit | Anteil in % | Ergonomiewert Tätigkeit | Ergonomiewert gesamt |
| Zimmern | 20,00 % | 98,6 | 42,0 |
| Schneiden | 40,00 % | 23,3 | |
| Bohren | 5,00 % | 18,0 | |
| Transport Schalttafeln | 30,00 % | 32,0 | |
| Transport Werkzeug/Material | 2,50 % | 8,0 | |
| Schalttafel halten | 2,50 % | 90 | |

Tabelle 12-3: Ergonomiewert der kombinierten Tätigkeit "Passflächen montieren"

| Passflächen montieren | | | |
|-------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Tätigkeit | Anteil in % | Ergonomiewert Tätigkeit | Ergonomiewert gesamt |
| Zimmern | 85,00 % | 98,6 | 88,3 |
| Bohren | 2,50 % | 18 | |
| Transport Schalttafeln (aufrichten+Tafel holen) | 12,50 % | 32 | |

A.2.2 Videosequenzanalyse

Aus Platzgründen befinden sich die Videosequenzlisten bis auf die in Kapitel 7 dargestellten Beispiel-Listen auf dem der Arbeit beiliegenden Datenträger.

A.2.3 Auswertungs-Sheets: AAWS-Formworks und LMM

Aus Platzgründen befinden sich die Auswertungssheets bis auf die in Kapitel 7 dargestellten Beispiel-Sheets auf dem der Arbeit beiliegenden Datenträger.

A.3 Detaillierte Baustellenberichte

A.3.1 Gleisdorf/Dokaflex

Allgemeines und Baustellenbedingungen

Im folgenden Kapitel sollen die baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Gegebenheiten bei der Errichtung des Hochbauprojektes „Generationen Wohnen“ in Gleisdorf erörtert werden. In Anlehnung an die Praxis wird die Abhandlung in verschiedene Teilbereiche gegliedert. Zu diesen gehören die Bauwerksbedingungen, die Baustellenbedingungen, Betriebsbedingungen, sowie bauwirtschaftliche Aspekte¹⁶⁶. Vertiefend wird vor allem auch das verwendete Schalsystem in Bezug auf den Baubetrieb analysiert. Einleitend wird auf interessante Besonderheiten des Projektes eingegangen.



Bild 12-2: Generationen Wohnen, Gleisdorf¹⁶⁷

¹⁶⁶ HOFSTADLER, C.: Vorlesung aus Bauablaufplanung und Logistik, TU Graz, Sommersemester 2012.

¹⁶⁷ www.gat.st/news/generationen-wohnen-gleisdorf-wunsch-und-wirklichkeit. Datum des Zugriffs: 15.01.2013.

Projektentwicklung und Konzepte

Projektmerkmale

Das Projekt umfasst insgesamt 4 Geschosse (UG, EG, 1+2OG) und wurde auf einer Grundfläche von ca. 500 m² in Stahlbeton-Ortbetonbauweise mittels der Deckenschalung Dokaflex 30 tec und der Wandschalung Framax (Stahl) von Doka errichtet.

Standort und Nutzung

Das Projekt befindet sich in Gleisdorf und wird durch mehrere Nutzungsarten bestimmt. Einerseits sollten vor allem Wohnungen für alle Altersklassen und sozialen Gruppen (Familien, Singles, etc.) ins Projekt integriert werden. Zusätzlich sollte eine Bankfiliale samt Seminarräumlichkeiten Platz finden.

Bauherr und ausführende Firma

Bauherr: ÖWG

Ausführende Firma: Lieb Bau Weiz

Subunternehmer: R&E Bau

Bauwerksbedingungen

Um die baubetrieblichen Aspekte des Projektes weiter erfassen zu können, wird hier auf die Bauwerksbedingungen eingegangen. Teilweise soll auch auf die für die Baumeisterarbeiten vorausgesetzten Gründungs- und Erdarbeiten eingegangen werden.

Baustellenbedingungen

Baustelleneinrichtung

Die Platzverhältnisse sind wie gewohnt im städtischen Bereich eher beschränkt, darum war eine übersichtliche Ordnung der Geräte, Materialien und Schalungsbestandteile von erhöhter Wichtigkeit.

Weiters mussten Containeranlagen und Aushubmaterial, welches im weiteren Verlauf der Bauarbeiten wieder benötigt wurde, so platzsparend wie möglich gelagert werden.

Nach Fertigstellung des UG wurde dieses in erhöhtem Ausmaß als Zwischenlagerplatz für Schalungsbestandteile verwendet

Kräne

Die gesamte Baustelle wurde mit einem Kran versorgt. Im Großen und Ganzen konnten kaum Engpässe im Kranversorgungsbereich festgestellt werden.

Weitere Geräte und Maschinen

Neben dem Kran wurden ein Bagger sowie ein Dumper auf der Baustelle eingesetzt.

Containeranlage

Die Containeranlage umfasste 2 Mannschaftscontainer, Besprechungscontainer sowie 1 WC.

Lagerflächen

Rund um das Gebäude, jedoch speziell im Schwenkbereich der Kräne, wurden die Lagerflächen für Bewehrung, Zuschläge, Schalung, Fertigteile und Fassadenelemente angeordnet. Die Bewehrung wurde innerhalb des Beobachtungszeitraums „just in time“ geliefert und direkt am zu bewehrenden Bauteil gebunden. Somit wurde der Lagerflächenbedarf für die Bewehrungsarbeiten in Grenzen gehalten.

Baustraße

Da die Baustelle von öffentlichen Verkehrswegen aus gut zugänglich ist, reichte die bestehende Zufahrt des zu bebauenden Grundstückes als Bau- und Zufahrtstraße aus.

Witterung und klimatische Bedingungen

Die klimatischen Bedingungen in der Erhebungswoche von 17.9.2012 bis 21.09.2012 waren im gewohnten Bereich für den Monat September. Die Temperaturen schwankten zwischen 7 und 23 Grad.

Zu Tagesbeginn des 19.9. setzte jedoch Regenfall ein, welcher ab Mittag das Arbeiten unmöglich machte.

Dies wirkte sich jedoch nicht auf den Leistungswert aus, da die Regenstunden von der Gesamtarbeitszeit abgezogen wurden.

Betriebsbedingungen & Bauwirtschaftliche Aspekte

Anzahl der Arbeitskräfte und Arbeitszeitmodell

Als Arbeitszeitmodell wurde das Normalarbeitszeit-Modell gewählt, d.h. dass jede Woche konstant 44 Arbeitsstunden pro Arbeiter umfasste.

Die Anzahl der Arbeitskräfte schwankte je nach Bauphase und je nach Anzahl der gleichzeitig auszuführenden Gewerke zwischen 16 und 30 Personen.

Untersuchungen wurden jedoch nur an der Mannschaft, bestehend aus 4 Personen, welche für die Schalungsarbeiten zuständig waren, durchgeführt.

Baustellenumgebung

Die Baustelle befindet sich mitten im Stadtgebiet/Wohngebiet von Gleisdorf und ist an zwei Seiten durch öffentliche Verkehrswege bzw. Plätze und an den verbleibenden Seiten durch andere Grundstücke begrenzt.

Auftragsvolumen

Die Gesamtinvestitionssumme ist zum Zeitpunkt des Abschlusses dieser Arbeit nicht bekannt, beinhaltet unter anderem jedoch:

- Tiefbauarbeiten
 - ✓ Baugrubensicherung
 - ✓ Erdbau
- Rohbauarbeiten (Baumeisterarbeiten)
 - ✓ Fertigteiltreppen und Balkonabstützungen
 - ✓ Betonmischanlage inkl. Betrieb
 - ✓ Stahlverbundstützen / Stahlbau
 - ✓ Elektroanlage für Roh- und Ausbau

A.3.2 Salzburg/Dokamatic-Tisch

Allgemeines und Baustellenbedingungen

Im folgenden Kapitel sollen die baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Gegebenheiten bei der Errichtung des Hochbauprojektes „Competence Center“ in der Salzburger Strubergasse im Stadtteil Lehen auf dem Areal der Stadtwerke erörtert werden. In Anlehnung an die Praxis wird die Abhandlung in verschiedene Teilbereiche gegliedert. Zu diesen gehören die Bauwerksbedingungen, die Baustellenbedingungen, Betriebsbedingungen, sowie bauwirtschaftliche Aspekte¹⁶⁸. Vertiefend wird vor allem auch das verwendete Schalsystem in Bezug auf den Baubetrieb analysiert. Einleitend wird auf interessante Besonderheiten des Projektes eingegangen.



Bild 12-3: Bild des Projekts "Competence Center"¹⁶⁹

¹⁶⁸ HOFSTADLER; C.: Vorlesung aus Bauablaufplanung und Logistik, TU Graz, Sommersemester 2012.

¹⁶⁹ <http://www.stadtwerklehen.at/?tag=competence-park>. Datum des Zugriffs: 14.01.2013.

Projektentwicklung und Konzepte

Projektmerkmale

Das Projekt umfasst 3 Bauteile mit jeweils insgesamt 8 Geschossen (UG, EG, 1+2+3+4+5+6 OG) und wurde in Stahlbeton-Ortbetonbauweise mittels der Deckenschalung Dokamatic-Tisch von Doka und der Wandschalung Framax (Stahl) von Doka errichtet. Die Deckenhöhen erreichen im Erdgeschoss eine Höhe von 5,50 m und mussten zum Teil aus statischen Gründen bis zur Aushärtung des Betons mit Holzstämmen gestützt werden

Standort und Nutzung

Das Projekt befindet sich in Salzburg und wird durch mehrere Nutzungsarten bestimmt. Einerseits sollten vor allem Forschungszentren und Büroflächen Platz finden. Zusätzlich sollten auch Wohnungen für alle Altersklassen und sozialen Gruppen (Familien, Singles, etc.) ins Projekt integriert werden.

Bauherr und ausführende Firma

Bauherr: Salzburger Stadtwerke

Ausführende Firma: Spiluttini

Bauwerksbedingungen

Um die baubetrieblichen Aspekte des Projektes weiter erfassen zu können, wird hier auf die Bauwerksbedingungen eingegangen. Teilweise soll auch auf die für die Baumeisterarbeiten vorausgesetzten Gründungs- und Erdarbeiten eingegangen werden.

Es soll jedoch nur auf den von der Firma Spiluttini errichteten Bauteil 1 Bezug genommen werden, da nur hier Baustellenaufnahmen stattgefunden haben.

Baustellenbedingungen

Baustelleneinrichtung

Die Platzverhältnisse sind wie gewohnt im städtischen Bereich eher beschränkt, darum war eine übersichtliche Ordnung der Geräte, Materialien und Schalungsbestandteile von erhöhter Wichtigkeit.

Weiters mussten Containeranlagen und Aushubmaterial, welches im weiteren Verlauf der Bauarbeiten wieder benötigt wurde, so platzsparend wie möglich gelagert werden.

Erheblichen Platzbedarf wiesen die Baumstämme auf, welche zur Stützung des EG eingesetzt wurden.

Teilweise mussten aufgrund von Kranengpässen Deckentische zwischengelagert werden.

Die Kunststoffhohlkörper, welche in die Decken betoniert wurden, wurden auf den Dächern der Containeranlagen gelagert.



Bild 12-4 : Lagerung der Kunststoffhohlkörper für die Leichtbetondecken

Kräne

Die Baustelle wurde mit insgesamt 7 Kränen versorgt. Hiervon waren 2 Kräne vorwiegend dem Bauteil 1 zugeteilt.

Durch das Umsetzen der Deckentische mittels Kran kam es zeitweise zu extremen Engpässen, welche sich bis zum vorübergehenden Stillstand auf den Schalungsprozess auswirkten.

Weitere Geräte und Maschinen

Neben den Kränen wurden auf der Baustelle Bagger, Mischmaschinen und Betonpumpen eingesetzt.

Containeranlage

Die Containeranlage des untersuchten Bauteils umfasste 5 Mannschaftscontainer, 2 Besprechungscontainer sowie 3 WCs.

Lagerflächen

Rund um das Gebäude, jedoch speziell im Schwenkbereich der Kräne, wurden die Lagerflächen für Bewehrung, Zuschläge, Schalung, Fertigteile und Fassadenelemente angeordnet. Zusätzlich wurden schon fertiggestellte Gebäudeteile als Lagerplatz verwendet.

Weiters war ein Biegeplatz zur Herstellung von Körben und Stützenbewehrungen vorhanden, welcher direkt neben der Bewehrungslagerungsfläche lag.

Baustraße

Die Versorgung der Baustelle mit Baumaterial, Geräten etc. wurde über 2 Stichstraßen durchgeführt.

Witterung und klimatische Bedingungen

Die klimatischen Bedingungen in der Erhebungswoche von 24.9.2012 bis 28.09.2012 waren für den Monat September im gewohnten Bereich. Die Temperaturen schwankten zwischen 5 und 25 Grad.

Betriebsbedingungen & Bauwirtschaftliche Aspekte

Anzahl der Arbeitskräfte und Arbeitszeitmodell

Als Arbeitszeitmodell wurde das Normalarbeitszeit-Modell gewählt, d.h. dass jede Woche konstant 44 Arbeitsstunden pro Arbeiter umfasste.

Die Anzahl der Arbeitskräfte für das Bauteil 1 schwankte je nach Bauphase und je nach Anzahl der gleichzeitig auszuführenden Gewerke zwischen 20 und 45 Personen.

Untersuchungen wurden jedoch nur an der Mannschaft, bestehend aus 5 Personen, welche für die Schalungsarbeiten zuständig waren, durchgeführt.

Baustellenumgebung

Die Baustelle befand sich mitten im Salzburger Stadtteil Lehen auf dem Areal der Stadtwerke. Das Areal ist an vier Seiten durch öffentliche Verkehrswege bzw. Plätze begrenzt.

Auftragsvolumen

Die Gesamtinvestitionssumme ist zum Zeitpunkt des Abschlusses dieser Arbeit nicht bekannt, beinhaltet unter anderem jedoch:

- Tiefbauarbeiten
 - ✓ Baugrubensicherung
 - ✓ Erdbau
- Rohbauarbeiten (Baumeisterarbeiten)
 - ✓ Fertigteiltreppen und Balkonabstützungen
 - ✓ Betonmischanlage inkl. Betrieb
 - ✓ Stahlverbundstützen / Stahlbau
 - ✓ Elektroanlage für Roh- und Ausbau

A.3.3 Hallerschloss/ PERI Skydeck

Allgemeines und Baustellenbedingungen

Im folgenden Kapitel sollen die baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Gegebenheiten bei der Errichtung des Hochbauprojektes „Officebuilding Hallerschloss“ in der Grazer Hallerschlossstraße erörtert werden. In Anlehnung an die Praxis wird die Abhandlung in verschiedene Teilbereiche gegliedert. Zu diesen gehören die Bauwerksbedingungen, die Baustellenbedingungen, Betriebsbedingungen, sowie bauwirtschaftliche Aspekte¹⁷⁰. Vertiefend wird vor allem auch das verwendete Schalsystem in Bezug auf den Baubetrieb analysiert. Einleitend wird auf interessante Besonderheiten des Projektes eingegangen.



Bild 12-5: Hallerschloßstrasse, Graz, Officebuilding Hallerschloss¹⁷¹

¹⁷⁰ HOFSTADLER, C.: Vorlesung aus Bauablaufplanung und Logistik, TU Graz, Sommersemester 2012.

¹⁷¹ www.hohensinn-architektur.at/buerogebaeude-hallerschloss.php. Datum des Zugriffs: 16.01.2013.

Projektmerkmale

Das Projekt umfasst insgesamt 5 Geschosse (UG, EG, 1+2+3OG) und wurde auf einer Grundfläche von ca. 500 m² in Stahlbeton-Ortbetonbauweise mittels der Deckenrahmenschalung PERI Skydeck und der Wandschalung Framax (Stahl) von Doka errichtet.

Standort und Nutzung

Das Projekt befindet sich direkt am Grazer Schillerplatz und wird als Bürogebäude Nutzung finden.

Bauherr und ausführende Firma

Ausführende Firma: Östu Stettin

Subunternehmer: Aigelsreiter Schalungsbau

Bauwerksbedingungen

Um die baubetrieblichen Aspekte des Projektes weiter erfassen zu können, wird hier auf die Bauwerksbedingungen eingegangen. Teilweise soll auch auf die für die Baumeisterarbeiten vorausgesetzten Gründungs- und Erdarbeiten eingegangen werden.

Baustellenbedingungen

Baustelleneinrichtung

Die Platzverhältnisse sind wie gewohnt im städtischen Bereich eher beschränkt, darum war eine übersichtliche Ordnung der Geräte, Materialien und Schalungsbestandteile von erhöhter Wichtigkeit.

Weiters mussten Containeranlagen und Aushubmaterial, welches im weiteren Verlauf der Bauarbeiten wieder benötigt wurde, so platzsparend wie möglich gelagert werden.

Nach Fertigstellung des UG wurde dieses in erhöhtem Ausmaß als Zwischenlagerplatz für Schalungsbestandteile verwendet

Kräne

Die gesamte Baustelle wurde mit einem Kran versorgt. Im Großen und Ganzen konnten keine Engpässe im Kranversorgungsbereich festgestellt werden.

Weitere Geräte und Maschinen

Neben dem Kran wurde auf der Baustelle innerhalb des Beobachtungszeitraums ein 12-Tonnen Bagger eingesetzt. Speditionsarbeiten wurden outgesourced und erfolgten somit durch externe Unternehmen.

Containeranlage

Die Containeranlage umfasste 3 Mannschaftscontainer sowie 2 Waschcontainer und einen Besprechungscontainer.

Lagerflächen

Rund um das Gebäude, jedoch speziell im Schwenkbereich des Krans, wurden die Lagerflächen für Bewehrung, Zuschläge, Schalung, Fertigteile und Fassadenelemente angeordnet. Während der Besichtigung der Baustelle fiel jedoch eine Vielzahl von kleineren und größeren Lagerflächen auf, welche für die Lagerung verschiedenster Materialien dienten. Ein sehr großen Teil der Lagerfläche wurde für die Bewehrung benötigt. Zudem wurde ein Biegeplatz zur Herstellung von Körben und Stützenbewehrungen benötigt.

Baustraße

Da die Baustelle von öffentlichen Verkehrswegen aus gut zugänglich ist, reichte die bestehende Zufahrt des zu bebauenden Grundstückes als Bau- und Zufahrtstraße aus.

Witterung und klimatische Bedingungen

Die klimatischen Bedingungen in der Erhebungswoche von 18.6.2012 bis 22.06.2012 sind als ungewöhnlich zu bezeichnen. Die Temperaturen waren zum Teil über 35 Grad (T_{\max} : 37,5 Grad) hoch. Diese Hitze erschwerte offensichtlich den gesamten Bauablauf im Allgemeinen und die einzelnen Tätigkeiten im Speziellen.

Ersichtlich ist dies im deutlich niedrigeren Leistungswert als gewohnt.

Betriebsbedingungen & Bauwirtschaftliche Aspekte

Anzahl der Arbeitskräfte und Arbeitszeitmodell

Als Arbeitszeitmodell wurde das Lang-Kurz-Modell gewählt, d.h. dass die erste Arbeitswoche 45 Arbeitsstunden und die zweite Arbeitswoche 39 Arbeitsstunden pro Arbeiter umfasste.

Die Anzahl der Arbeitskräfte schwankte je nach Bauphase und je nach Anzahl der gleichzeitig auszuführenden Gewerke zwischen 9 und 16 Personen.

Untersuchungen wurden jedoch nur an der Mannschaft, bestehend aus 5 Personen, welche für die Stahlbetonarbeiten zuständig waren, durchgeführt.

Baustellenumgebung

Die Baustelle befindet sich mitten im Grazer städtischen Gebiet/Wohngebiet und ist an zwei Seiten durch öffentliche Verkehrswege bzw. Plätze und an den verbleibenden Seiten durch andere Grundstücke begrenzt.

Auftragsvolumen

Die Gesamtinvestitionssumme ist zum Zeitpunkt des Abschlusses dieser Arbeit nicht bekannt, beinhaltet unter anderem jedoch:

- Tiefbauarbeiten
 - ✓ Baugrubensicherung
 - ✓ Erdbau
- Rohbauarbeiten (Baumeisterarbeiten)
 - ✓ Fertigteiltreppen und Balkonabstützungen
 - ✓ Stahlverbundstützen / Stahlbau
 - ✓ Elektroanlage für Roh- und Ausbau

Literaturverzeichnis

ARH Arbeitszeit-Richtwerte Hochbau: B – Beton- und Stahlbetonarbeiten. Neu-Isenburg. Zeittechnik, 1997.

BERGMANN, M.: Ergonomiegestützte Multiagentensimulation von Montageprozessen im Baubetrieb. Entwurf und Erprobung eines Vorgehensmodells für die Modellierung, Experimentation und den Datenaustausch. Dissertation. Darmstadt. Technische Universität Darmstadt, 2010.

BORTZ, J.; SCHUSTER, C.: Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler, 7. Auflage. Berlin. Springer, 2010.

HOFFMANN, F.; MOTZKO, C.; CORSTEN, B.: Aufwand und Kosten zeitgemäßer Schalverfahren: Kalkulation, Arbeitsvorbereitung, Ausführung, Nachkalkulation. 3. Auflage. Neu-Isenburg. Zeittechnik, 2012.

HOFMANN, P. et al.: Heart rate performance curve during incremental cycle ergometer exercise in healthy young male subjects. In: Medicine & Science in Sports & Exercise, 1997

HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten: Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. Berlin. Springer, 2008.

HOFSTADLER, C.; FRANZL, G.: Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb. Ratschendorf. VÖBV, 2011.

HOFSTADLER, C.: Schalung + Beton, Ausschalfristen und Aufwandswerte: Einflussgrößen auf Aufwandswerte bei Schalarbeiten in der Praxis. In: 21. Kassel-Darmstädter Baubetriebsseminar Schalungstechnik. 24.11.-25.11.2011.

HOLLMANN, W.; HETTINGER, Th.: Sportmedizin - Arbeits- und Trainingsgrundlagen. 3. Auflage. Stuttgart. Schattauer, 1990.

HOLLMANN, W.; STRÜDER, H. K.: Sportmedizin - Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin. 5. Auflage. Stuttgart, New York. Schattauer, 2009.

LEHMANN, G.: Praktische Arbeitsphysiologie. 2. Auflage. Stuttgart. Thieme, 1962.

LUCZAK, H. et al.: Arbeitswissenschaft. 2. Auflage. Berlin [u.a.]. Springer, 1998.

POKAN, R.; HOFMANN, P.; WONISCH, M. (Hrsg.): Kompendium der Sportmedizin - Physiologie, Innere Medizin und Pädiatrie. Wien, New York. Springer, 2004.

PRETIS, M.: Die Analyse von Leistungsfähigkeit, Belastung und Beanspruchung von Bauarbeitern unter definierten Arbeitsabläufen auf Baustellen. Diplomarbeit. Graz. KFU Graz, 2008.

RATHFELDER, M.: Moderne Schalungstechnik: Grundlagen, Systeme, Arbeitsweisen. Landsberg/Lech. Moderne Industrie, 1992.

REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): Methodenlehre der Betriebsorganisation: Lexikon der Betriebsorganisation. München. Carl-Hanser, 1993.

REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis: Teil 1 Grundlagen. München. Carl-Hanser, 1984.

REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis: Teil 2 Datenermittlung. München. Carl-Hanser, 1984.

REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 3 Arbeitsgestaltung, München. Carl-Hanser, 1984.

ROHMERT, W.: Praktische Arbeitsphysiologie (begründet von Lehmann, G.). 3. Auflage. Stuttgart, New York. Thieme, 1983.

SCHAUB, K.: Das „Automotive Assembly Worksheet“ (AAWS). In: Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. Hrsg.: Landau, K.: Stuttgart. ergonomia, 2004.

SCHLAGBAUER, D.: „Arbeitsbelastung und Arbeitsleistungskurven“ - Auswertung empirischer Untersuchungen der Tätigkeiten im Baumeistergewerbe in Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement (Hrsg.): Tagungsband 21. Assistententreffen der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik 2010. Wien. Eigenverlag, 2010.

SCHLAGBAUER, D.: Einfluss der Arbeitszeit auf die Arbeitsleistung. Diplomarbeit. Graz. TU Graz, 2006.

SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung - Entwicklung einer Systematik zur Vorhersage des Leistungsrückganges auf Basis physiologischer Grundlagen und Darstellung der Anwendung im Mauerwerksbau. Dissertation. Graz. Technische Universität Graz, 2011.

WINTER, G. et al.: Design Check – ein Werkzeug zur ergonomischen Bewertung von körperlicher Arbeit bei Montagetätigkeiten. In: Angewandte Arbeitswissenschaft. Zeitschrift für die Unternehmenspraxis, Nr. 160/1999.

Onlinequellen:

http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html. Datum des Zugriffs: 20.10.2012

<http://www.brockhaus-enzyklopaedie.de>. Datum des Zugriffs: 10.01.2013.

<http://sciencepark.at/unsere-firmen/140/kielsteg-bauelemente>. Datum des Zugriffs: 15.01.2013.

<http://www.arnsberg.de/buergerpanel/bestimmung-stichprobengroesse.pdf>. Datum des Zugriffs: 10.09.2012

[http://www.auva.at/mediaDB/667084_Wichtl %20Manuelle %20Lastenhandhabung.pdf](http://www.auva.at/mediaDB/667084_Wichtl_%20Manuelle_%20Lastenhandhabung.pdf). Datum des Zugriffs: 06.06.2012

http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F1994.pdf?__blob=publicationFile&v=6. Datum des Zugriffs: 12.12.2012

http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2116-2.pdf?__blob=publicationFile&v=4. Datum des Zugriffs: 11.12.2012

http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/pdf/LMM-Heben-Halten-Tragen.pdf?__blob=publicationFile&v=3. Datum des Zugriffs 14.12.2012

[http://www.buak.at/servlet/BlobServer?blobcol=urldokument&blobheadername1=content-type&blobheadername2=content-disposition&blobheadervalue1=application %2Fpdf&blobheadervalue2=inline %3B+filename %3D %22ArbeitnehmerInnen_nach_Alter_ab_2006.pdf %22&blobkey=id&root=BUAK&blobnocache=false&blobtable=Dokument&blobwhere=1192029260579](http://www.buak.at/servlet/BlobServer?blobcol=urldokument&blobheadername1=content-type&blobheadername2=content-disposition&blobheadervalue1=application%2Fpdf&blobheadervalue2=inline%3B+filename=%3D%22ArbeitnehmerInnen_nach_Alter_ab_2006.pdf%22&blobkey=id&root=BUAK&blobnocache=false&blobtable=Dokument&blobwhere=1192029260579). Datum des Zugriffs: 08.12.2012

http://www.Doka.com/_ext/downloads/downloadcenter/999767001_2012_10_online.pdf. Datum des Zugriffs: 12.12.2012

http://www.Doka.com/_ext/downloads/downloadcenter/999803301_2012_07_online.pdf. Datum des Zugriffs: 12.12.2012

http://www.Doka.com/_ext/downloads/downloadcenter/999803901_2011_08_online.pdf. Datum des Zugriffs: 12.12.2012

<http://www.Doka.com/web/products/system-groups/Doka-system-components/floor-props/index.de.php>. Datum des Zugriffs: 12.12.2012.

<http://www.Doka.com/web/products/system-groups/Doka-system-components/timber-formwork-beams/index.de.php>. Datum des Zugriffs: 12.12.2012.

<http://www.Doka.com/web/products/system-groups/Doka-system-components/formwork-sheets/index.de.php>. Datum des Zugriffs: 12.12.2012.

http://www.geo.fu-berlin.de/fb/e-learning/pg-net/themenbereiche/klimageographie/einleitung/klima_begriffe/index.html
. Datum des Zugriffs: 12.01.2013

[http://www.iea.cc/01_what/What %20is %20Ergonomics.html](http://www.iea.cc/01_what/What%20is%20Ergonomics.html). Datum des Zugriffs: 11.12.2012.

http://www.jku.at/AS/content/e13901/e13900/e13896/e13888/einfuehrung_ger.pdf. Datum des Zugriffs: 12.12.2012. S. 8.

http://www.peri.com/ww/de/produkte.cfm/fuseaction/showproduct/product_ID/44/app_id/4.cfm. Datum des Zugriffs: 12.12.2012.