

Institut für Zeitwirtschaft  
und Betriebsberatung Bau

# **Ablaufuntersuchung im Betonfertigteilwerk**



## **Aufgabenbereich:**

Ermittlung von Fertigungskennzahlen und Erstellung einer Schwachstellenanalyse, mittels Ablaufuntersuchung und Zeitmessung, bei der Produktion von Elementdecken, Doppelwänden (Elementwänden) und Massivbauteilen.

## **Auftraggeber:**

Betonfertigteile-Werk [REDACTED]  
GmbH & Co. KG  
[REDACTED]

## **Untersuchungsort:**

Betonfertigteile-Werk [REDACTED]  
GmbH & Co. KG  
[REDACTED]

## **Ansprechpartner:**

[REDACTED]

## **Bearbeiter:**

Institut für Zeitwirtschaft  
und Betriebsberatung Bau

Herr Dipl.-Ing. Hans Jürgen Klug  
Herr Dipl.-Ing. Manfred Scholtyssek

Tel.: 06102 / 31514  
Fax: 06102 / 31960

## **Durchführungszeitraum:**

[REDACTED]

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
1.0 Vorbemerkungen	4
2.0 Fertigungskennzahlen	5
3.0 Gegenüberstellung Fertigungskennzahlen	12
4.0 Schwachstellenanalyse	13
5.0 Rationalisierungsansätze	21
6.0 Fotomaterial	23

## 1.0 Vorbemerkungen

Im neu errichteten Betonfertigteilwerk [REDACTED] sollen anhand einer Ablaufuntersuchung mit Zeitaufnahme, Fertigungskennzahlen erarbeitet werden. In diesem Zusammenhang sollen Schwachstellen in der Fertigungsanlage und im Arbeitsablauf untersucht werden.

Ziel ist der Vergleich der Kalkulationskennzahlen (Soll-Werte) mit den Fertigungskennzahlen (IST-Werte), sowie die Dokumentation von Schwachstellen und Erarbeitung von Rationalisierungsansätzen.

Im Untersuchungszeitraum [REDACTED] werden Elementdecken, Doppelwände und Massivwände (Liapor) gefertigt.

In der Fertigung werden die Teilarbeiten Schalung aufbringen und Bewehrung einlegen von vollautomatischen Anlagen durchgeführt.

Alle anderen Teilarbeiten werden innerhalb der Umlauffertigung vom Personal ausgeführt bzw. direkt gesteuert.

Die Anlage verfügt über zwei parallel verlaufende Fertigungslinien in denen an einzelnen Arbeitsstationen (Taktplätzen) gleichzeitig gefertigt werden kann.

Die zweite Fertigungslinie beginnt nach dem Schalungsroboter und endet beim Betonierplatz (Taktplatz Nr. 8 bis 13).

Zur weiteren Ausstattung gehören eine Wendestation für Doppelwände und ein Hochregal einschließlich Trockenraum.

In der Fertigung wird im Einschichtbetrieb produziert.

Neben dem Produktionsleiter sind zwischen 10 und 15 Mitarbeiter in der Fertigung tätig.

## 2.0 Fertigungskennzahlen

Bei der Verwendung der ermittelten Fertigungskennzahlen ist zu beachten, daß die Prozesszeiten des Schalungsroboters nicht enthalten sind, da sie für die Berechnung der Herstellungszeit im Hinblick auf die Entlohnung nicht von Bedeutung sind. Dies gilt für die untersuchten Arbeitsbereiche Elementdeckenfertigung, Doppelwandfertigung und Massivwände, die angegebenen Kennzahlen sind nur für den Bereich der Lohnkosten anzusetzen.

In den ermittelten Fertigungskennzahlen wurde ein Zuschlag von 12 % für Verlustzeiten eingerechnet. In diesem Zuschlag sind anteilig sachliche, persönliche und ablaufbedingte Wartezeiten berücksichtigt.

Die Größenordnung des Zuschlagssatzes ist nicht auf der Grundlage der durchgeführten Ablaufuntersuchung in Löberitz entstanden. Die gemessene Größenordnung der Verlustzeiten liegt bei ca. 30 % der untersuchten Arbeitsabschnitte. Es sind während der untersuchten Fertigung überdurchschnittlich viele Störungen aufgetreten, die nicht als standardisierte Größenordnung bei der Kennzahlenermittlung verwendet werden können. Der Zuschlag von 12 Prozent ist ein Erfahrungswert, der nach unserer Erfahrung, durchschnittlich in der Betonfertigteilindustrie angesetzt wird.

Desweiteren muß berücksichtigt werden, daß die Kennzahlen auf einer durchschnittlichen Auslastung einer Palette von ca. 50 % der maximal möglichen Schalfläche basieren.

Die im Besuchszeitraum angetroffenen Auslastungsgrade waren für die einzelnen Arbeitsbereiche unterschiedlich.

Im Bereich der Deckung lag der Auslastungsgrad < 50 %.

Im Bereich der Element- und Massivwände lag der Auslastungsgrad > 50 %.

## 2.1 Erläuterungen Elementdecken

Die Fertigungskennzahlen sind in Grundwerte und Zulagen gegliedert. Grundwerte beinhalten Standardarbeiten wie:

- Schalen, ölen, bewehren, betonieren, ausschalen, reinigen und lagern der Elementdecken.

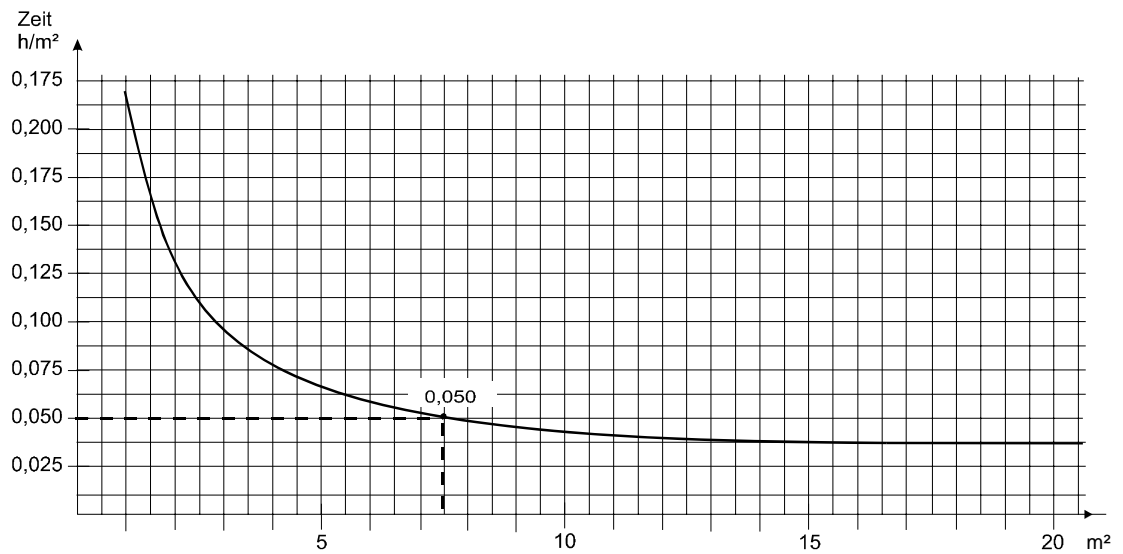
Zulagen gegliedert nach variablen Größen

- Bewehrung (Stabstahl, Gitterträger)
- Bügel
- Aussparungen.

Bei der Verwendung der ermittelten Fertigungskennzahlen ist zu beachten, daß die Prozesszeiten des Bewehrungsroboters nicht enthalten sind, da sie für die Berechnung der Herstellungszeit im Hinblick auf die Entlohnung nicht von Bedeutung sind. (Vgl. 2.0)

Anhand des umseitigen Diagramms können für alle Elementdecken bis 20 m<sup>2</sup> Einzelgröße und den jeweiligen Schwierigkeitsgraden in der Bewehrung und Aussparrung Fertigungskennzahlen ermittelt werden.

## Elementdecken Grundwerte Eingangswert m<sup>2</sup>



Beispiel:	Elementdecke 1,15 m x 1,05 m	=	7,54 m <sup>2</sup>
	Bewehrung Stabstahl + Gitterträger	=	110 kg
	Bügel	=	12 Stk.
	Aussparung	=	2 Stk.

### Elementdecke

Grundwert	7,54 m <sup>2</sup>	x	0,050 h/m <sup>2</sup>	=	0,377 h
Bewehrung	110 kg	x	0,0023 h/kg	=	0,253 h
Bügel	12 Stk.	x	0,023 h/Stk.	=	0,276 h
Aussparung	2 Stk.	x	0,028 h/Stk.	=	0,056 h
					<u>0,962 h</u>

$$\text{Leistungswert} = \frac{0,962 \text{ h}}{7,54 \text{ m}^2} = 0,128 \text{ h/m}^2$$

### Elementdecke

Grundwert	m <sup>2</sup>	x	h/m <sup>2</sup>	=	h
Bewehrung	kg	x	0,0023 h/kg	=	h
Bügel	Stk.	x	0,023 h/Stk.	=	h
Aussparung	Stk.	x	0,028 h/Stk.	=	<u>h</u>

$$\text{Leistungswert} = \frac{\text{h}}{\text{m}^2} = \text{h/m}^2$$

## 2.2 Erläuterungen Doppelwände (Elementwände)

Die Fertigungskennzahlen sind in Grundwerte und Zulagen gegliedert.

- Grundwerte beinhalten Standardarbeiten wie
  - Schalen, ölen, bewehren, betonieren, ausschalen, wenden, fügen, reinigen und lagern der Doppelwände.

Zulagen gliedern sich nach variablen Größen

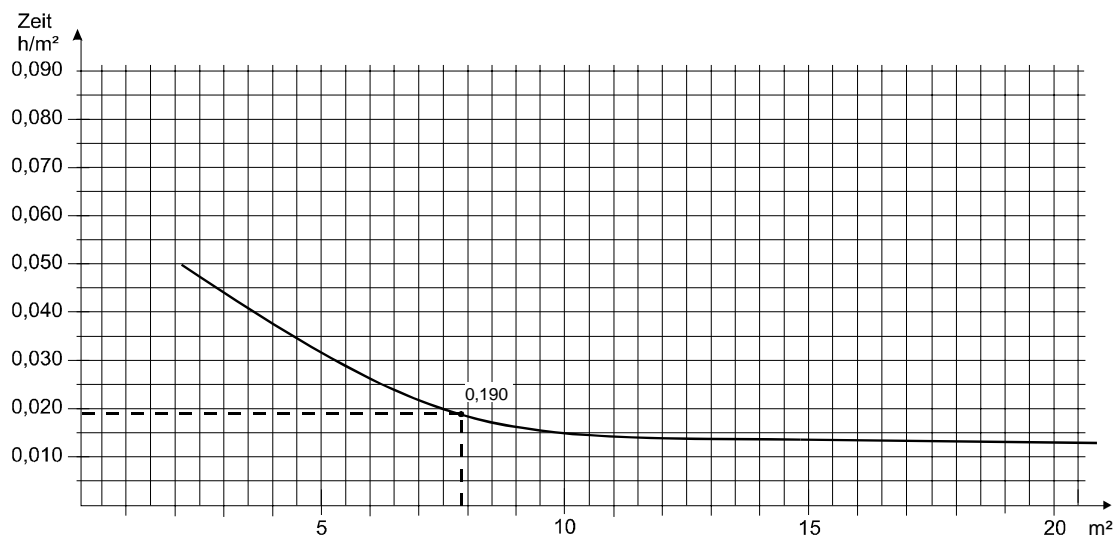
- Bewehrung (Stabstahl, Gitterträger)
- Aussparungen.

Bei der Verwendung der ermittelten Fertigungskennzahlen ist zu beachten, daß die Prozesszeiten des Bewehrungsroboters nicht enthalten sind, da sie für die Berechnung der Herstellungszeit im Hinblick auf die Entlohnung nicht von Bedeutung sind. (Vgl. 2.0)

Anhand des umseitigen Diagramms können für alle Doppelwände (Elementwände) bis 20 m<sup>2</sup> Einzelgröße und den jeweiligen Schwierigkeitsgraden in der Bewehrung und Aussparung Fertigungskennzahlen ermittelt werden.



## Doppelwände Grundwerte Eingangswert m<sup>2</sup>



Beispiel: Doppelwand 3,27 m x 2,40 m = 7,85 m<sup>2</sup>  
 Bewehrung Stabstahl + Gitterträger = 97 kg  
 Bügel = - Stk.  
 Aussparung = 1 Stk.

### Doppelwand

Grundwert	7,85 m <sup>2</sup>	x	0,190 h/m <sup>2</sup>	=	1,492 h
Bewehrung	97 kg	x	0,0034 h/kg	=	0,330 h
Bügel	- Stk.	x	- h/Stk.	=	- h
Aussparung	1 Stk.	x	0,112 h/Stk.	=	0,112 h
					<u>1,934 h</u>

Leistungswert  $\frac{1,934 \text{ h}}{7,85 \text{ m}^2} = 0,246 \text{ h/m}^2$

### Doppelwand

Grundwert	m <sup>2</sup>	x	h/m <sup>2</sup>	=	h
Bewehrung	kg	x	0,0034 h/kg	=	h
Bügel	Stk.	x	- h/Stk.	=	h
Aussparung	Stk.	x	0,112 h/Stk.	=	h

Leistungswert \_\_\_\_\_ = h/m<sup>2</sup>

## 2.3 Erläuterungen Massivwände (Liapor)

Die Fertigungskennzahlen sind in Grundwerte mit und ohne feinglätten, sowie Zulagen gegliedert.

- Grundwerte beinhalten Standardarbeiten wie
  - Schalen, ölen, Montage Anhebeanker, betonieren mit/ohne feinglätten, ausschalen und lagern der Massivwände.

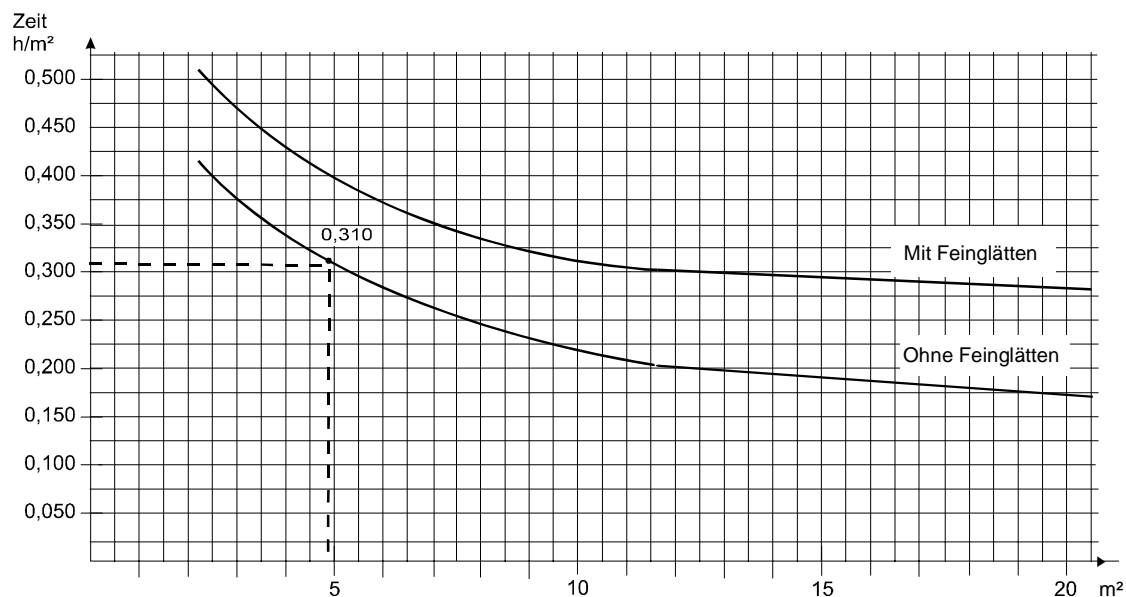
Zulagen gliedern sich nach variablen Größen

- Bewehrung (Stabstahl, Matten, Bügel)
- Aussparung Fenster/Türen\*
- Aussparungen Absätze/Schlitze\*
- VS-Box
- Montagenut
- Ausschalen von Aussparungen.

\* Die hier angegebenen Werte beziehen sich auf nur einen gemessenen Vorgang d.h. hier sind größere Unsicherheiten zu erwarten.

Anhand des umseitigen Diagramms können für alle Massivwände (Liapor) bis 20 m<sup>2</sup> Einzelgröße und den jeweiligen Schwierigkeitsgraden in der Bewehrung und Aussparung Fertigungskennzahlen ermittelt werden.

## Massivwände Liapor Grundwerte Eingangswert m<sup>2</sup>



Beispiel:	Liapor Massivwand	1,99 m x 2,42 m	=	4,82 m <sup>2</sup>
	Bewehrung Stabstahl + Gitterträger		=	24 kg
	Aussparungen Fenster/Tür		=	1 Stk.
	Aussparungen Absätze		=	- Stk.
	VS-Box		=	6 Stk.
	Montagenut		=	4,84 m
	Aussparung ausschalen ohne Feinglätten		=	1 Stk.

### Liapor Massivwand

Grundwert	4,82 m <sup>2</sup>	x	0,310 h/m <sup>2</sup>	=	1,494 h
Bewehrung	24 kg	x	0,015 h/kg	=	0,330 h
Aussparung Fenster/Tür	1 Stk.	x	1,120 h/Stk.	=	1,120 h
Aussparung Absätze	- Stk.	x	1,400 h/Stk.	=	- h
VS-Box	6 Stk.	x	0,035 h/Stk.	=	0,210 h
Montagenut	4,84 m	x	0,048 h/m	=	0,232 h
Aussparung ausschalen	1 Stk.	x	0,355 h/Stk.	=	<u>0,355 h</u>
					3,771 h

$$d = 11 \text{ cm (aufdoppeln)} \quad \frac{3,771 \text{ h}}{4,82 \text{ m}^2} = 0,782 \text{ h/m}^2$$

### Liapor Massivwand

Grundwert	m <sup>2</sup>	x	h/m <sup>2</sup>	=	h
Bewehrung	kg	x	0,015 h/kg	=	h
Aussparung Fenster/Tür	Stk.	x	1,120 h/Stk.	=	h
Aussparung Absätze	Stk.	x	1,400 h/Stk.	=	h
VS-Box	Stk.	x	0,035 h/Stk.	=	h
Montagenut	m	x	0,048 h/m	=	h
Aussparung ausschalen	Stk.	x	0,355 h/Stk.	=	h
					h

$$d = 11 \text{ cm (aufdoppeln)} \quad \text{_____} = \text{h/m}^2$$

### 3.0 Gegenüberstellung Fertigungskennzahlen

#### Elementdecken

Elementgröße	Bewehrung	Bügel	Aussparung	Fertigungskennzahl IST h/m <sup>2</sup>	Kalkulationskennzahl SOLL h/m <sup>2</sup>	Abweichung %
1,20 m <sup>2</sup>	15,4 kg	6 Stk.	1 Stk.	0,360	0,072	- 400 %
7,50 m <sup>2</sup>	110,0 kg	12 Stk.	2 Stk.	0,128	0,072	- 75 %
9,40 m <sup>2</sup>	101,0 kg	-	-	0,065	0,072	+ 11%

#### Doppelwände (Elementwände)

Wandgröße	Bewehrung	Bügel	Aussparung	Fertigungskennzahl IST h/m <sup>2</sup>	Kalkulationskennzahl SOLL h/m <sup>2</sup>	Abweichung %
4,27 m <sup>2</sup>	59,9 kg	-	-	0,380	0,200	- 90 %
7,85 m <sup>2</sup>	97,0 kg	-	1 Stk.	0,248	0,200	- 24 %
14,25 m <sup>2</sup>	224,0 kg	-	2 Stk.	0,198	0,200	0 %

#### Liapor Massivwände

Wandgröße	Wanddicke	Bewehrung	Fenster für Aussparung	Aussparung Absätze	VS-Box	Montagenut	Aussparung ausschalen	Fertigungskennzahl IST h/m <sup>2</sup>	Kalkulationskennzahl SOLL h/m <sup>2</sup>	Abweichung %
6,43 m <sup>2</sup>	14,0 cm	72,9 kg	1. Tür	-	6 Stk.	-	1 Stk.	0,697	0,246	- 183 %
4,82 m <sup>2</sup>	11,0 cm	24,0 kg	Schalungserhöhung 1 Stk.	-	6 Stk.	li + re	1 Stk.	0,782	0,246	- 218 %
4,82 m <sup>2</sup>	14,0 cm	24,0 kg	-	-	6 Stk.	li + re	-	0,476	0,246	- 93 %
11,5 m <sup>2</sup>	14,0 cm	89,0 kg	-	-	6 Stk.	-	-	0,316	0,246	- 28 %

## 4.0 Schwachstellenanalyse

### 4.1 Fertigungsanlage

#### 4.1.1. Bereich Schalungsroboter

Während der einwöchigen Ablaufuntersuchung wurde die Arbeit des Schalungsroboters wegen einer Vielzahl von kleinen Störungen häufig unterbrochen. Da immer in unmittelbarer Nähe ein Mitarbeiter tätig war, konnten die Störungen in der Regel auch schnell wieder beseitigt werden, sodaß es nicht zu längeren Ausfällen geführt hatte. Die Vielzahl der kleinen Unterbrechungen hatte jedoch trotzdem einen erheblichen negativen Einfluß auf den Gesamtablauf. Mitarbeiter wurden aus ihren eigentlichen Aufgaben herausgerissen und mußten sich um die Behebung der Störungen kümmern. Dieser Umstand bedingt weitere Unterbrechungen an den nachstehend nachfolgenden Arbeitspositionen.

Im einzelnen wurden häufiger nachfolgend beschriebene Störungen beobachtet, die immer zum Kurzstillstand des Roboters geführt haben:

- Beim Magnetaufnehmen am Förderer verrutschen Magnete, hängen nach unten
- Roboter setzt Magnete völlig falsch ab, falsche Daten (Steuerungsprobleme)
- Auflegen der Schalungsprofile auf die Magnete ungenau, Profile kippen um
- Keine Pufferzone am Förderer für neuzugeführte Magnete, Magnete müssen von Hand herausgenommen werden.

Bezogen auf die Prozesszeit Schalen mit Roboter, wurden aufgrund der oben aufgeführten Störungen, Ausfallzeiten von 10 % bis 30 % beobachtet. Das bedeutet, daß der Roboter im Durchschnitt ca. 30 Minuten für die Schalung einer Palette benötigt. Die Störungszeiten betragen 3 bis 9 Minuten je Palette. Ohne diese Störungen liegt der zu erwartende Durchschnitt bei ca. 18 bis 23 Minuten.

Bei gedrehten Bauteilen kann der Schalungsroboter die Schalungsprofile nicht nach der benötigten Fasenseiten plazieren. Diese Profile müssen von Hand umgedreht und zugeordnet werden.

Beim einschalen der Massivwände ist beim Einbau der Anhebeanker aufgefallen, daß das verwendete Systeme nicht zur Verbindung mit Styroporausparung paßt.

Viele Anker haben sich beim betonieren gelöst, sodaß beim ausschalen der Bauteile ein erheblicher Aufwand für das freistimmen der Anker angefallen ist. Für das freilegen und nachbearbeiten der 5 Anker werden 4,40 Std. benötigt.

Über eine andere Aussparungsschalung der Massivwände sollte schnellstmöglich nachgedacht werden. Die während der Ablaufuntersuchung verwendete Konstruktion aus Holz und Styropor ist zeitintensiv beim ausschalen und wie oben beschrieben können Einbauteile wie Anker nicht hundertprozentig befestigt werden.

## 4.1.2. Bereich Bewehrungsroboter

Wenn die Palette in den Bewehrungsbereich kommt, bleibt sie nach ca. einem Drittel der Länge stehen und der Bewehrungsroboter beginnt mit dem Auslegen des Stahls. Wahrscheinlich ist hierbei eine Wegoptimierung des Roboters vorgesehen.

Da aber die Palette den vorhergehenden Arbeitsplatz nicht ganz verlassen hat lässt sich auch keine weitere Palette nachschieben. Wenn der Roboter stark bewehrte Paletten belegt, entstehen für die vorgeschalteten Arbeitsbereiche Wartezeiten, weil die Arbeitsbereiche zügig abgearbeitet werden können.

Auch bei m Bewehrungsroboter sind während der Ablaufuntersuchung eine Vielzahl an kleinen Störungen aufgetreten. Ein Mitarbeiter ist auch hier immer in der Nähe um eine schnelle Störungsbeseitigung vorzunehmen. Das heißt auch dieser Arbeitsbereich verursacht Unterbrechungszeiten für die nachfolgenden bzw. vorhergehenden Arbeitspositionen.

Besonders auffällig auch hier die unregelmäßig, oft direkt hintereinander auftretenden kleinen Störungen.

Die am häufigsten beobachteten Störungen waren:

- Gitterträger im Kettenförderer fallen um
- gekröpfte Eisen verklemmen sich im Querförderer
- Abstandhalter verklemmen sich beim aufschieben auf den Stahl

Im Durchschnitt benötigt der Roboter ca. 0,35 Std. für das Auslegen der Bewehrung einer Palette. Aufgrund der oben aufgezählten Störungen entstehen Ausfallzeiten von ca. 10 % bis 15 %. Ohne diese Störungen sind ca. 0,30 Std. zu erwarten.

Beim Ablegen der Gitterträger vom Schalungsroboter fallen diese häufig um. Sie müssen von Hand gedreht und neu ausgerichtet werden.

Dieser Zustand bedeutet erheblich zusätzlicher Aufwand bei den nachgeordneten Stationen.

### 4.1.3. Bereich Betoneinbringung und Oberflächenbehandlung

Im Bereich der Betoneinbringung ist es auffällig, daß bei hohen Stückzahlen mit komplizierten Betonierfolgen, z.B. abgeschrägte Bauteile bei Decken, Doppelwänden und Massivteilen, erhebliche Wartezeiten auftreten.

Die Ursache hierfür ist die Tatsache, daß rationelle Betoneinbringung nur von wenigen Mitarbeitern sichergestellt werden kann.

Sinnvoll ist die Einarbeitung weiterer Mitarbeiter, um Abhängigkeiten auszuschließen (Krankheit, Urlaub etc.).

Wie in anderen Aufgabenbereichen auch, reagiert das Personal auf Verzögerungen nicht flexibel. Das heißt das Umstellen auf andere Tätigkeiten erfolgt nicht sofort und im erforderlichen Rahmen. Wartezeiten sind die Folge.

Das Ausgleichen, Abziehen und Feinglätten wird bewusst und unbewusst als Puffer für Verzögerungen und Wartezeiten benutzt.

Hier muß die Führung und Kontrolle der Mitarbeiter verbessert werden.

Das ohnehin zeitaufwendige Feinglätten findet in der Linie statt. Das heißt an dieser Station behindern die stehenden Paletten die Produktion.

Sinnvoll erscheint es, eine Möglichkeit zu schaffen Feinglätтарbeiten aus der Linie ausgliedern zu können.



#### 4.1.4. Bereich Steuerung

Im Bereich Steuerung der gesamten Anlage liegen im wesentlichen die maßgebenden Ursachen für den unbefriedigenden Produktionsstand hinsichtlich der zu erzielenden Mengen.

Durch die Vielzahl der auftretenden Störungen in der Anlagensteuerung müssen in den Bereichen Reinigung, Schalung, Bewehrung und Betoneinbringung, die Abfolgen der Arbeitsabläufe ständig improvisiert werden. Somit ist kontinuierliches Arbeiten als Voraussetzung für rationelle Fertigung nicht möglich.

Diese Umstände demotivieren das eingesetzte Personal erheblich. Hiervon sind auch die Führungspositionen betroffen.

Bedenklich erscheint nicht nur die Vielzahl der auftretenden Störungen, so konnte im Beobachtungszeitraum nie länger als 2 Stunden ohne **schwerwiegende** Anlagenstörungen produziert werden, sondern es ergeben sich auch neue Hinweise auf einzelne Störungsursachen bzw. Ursachenzusammenhänge.

Die nachfolgend aufgeführten Störungen und Fertigungsprobleme sind nur als Ursachengruppen im Beobachtungszeitraum zu verstehen. Diese treten jedoch völlig unabhängig und nicht in ursächlichem Zusammenhang auf.

Hinsichtlich der Auswirkungen der auftretenden Unterbrechungen ist in erster Linie der Bereich der Hubschiebebühne zu benennen. Störungen an dieser Stelle haben in kürzester Zeit Auswirkungen auf die gesamte Anlage. Paletten können nicht oder nur eingeschränkt verfahren werden. Das heißt die Fertigung kommt zum Erliegen.

Beim Verfahren der Paletten ist die Geschwindigkeit als zu gering zu bewerten. Die Auslegung bezieht sich auf einen vollautomatischen Betrieb. Hier kann durch entsprechende Maßnahmen eine Erhöhung der Palettenumläufe erreicht werden.

Bei Störungen im Palettenumlauf können die einzelnen Paletten nicht von Hand verfahren werden. Aufgrund der hohen Störungsanfälligkeit erscheint das Verschieben der Paletten von Hand als Möglichkeit den Produktionsablauf durch Improvisation so lange wie möglich am Laufen zu halten. Gleiches gilt für den Rangierbetrieb im Bereich Fertigung von aufwändigen Sonderteilen. Diese müssen aufgrund des hohen Zeitbedarfs schnell und ohne große Umstände aus den Linien genommen werden können.

Die Wendeanlage der Doppelwände hat ihre Steuerung auf der gegenüberliegenden Seite des Positionierungsanschlages (Metermaß). Hierbei ist beim Positionieren der Bauteile ein dritter Mitarbeiter erforderlich.

## 4.2.1. Personalbereich

### 4.2.1. Arbeitsvorbereitung

Eine konsequente Arbeitsvorbereitung in der zweiten Fertigungslinie, Taktplatz Nr. 9 bis Nr. 13 erfolgt nicht.

So werden die Massivwände auch am Taktplatz Nr. 9 bewehrt, obwohl die Bewehrungslagerung und deren Verarbeitungsmaschinen am anderen Ende der Halle sind. Für die Bewehrung werden alle Teile von Hand quer durch die Halle transportiert. Eine Palette im Taktplatz Nr. 13 mit Balkonbauteilen stört die Fertigungslinie an zwei Arbeitstagen deshalb können andere nicht nachrücken.

Bei besonders aufwendigen Bewehrungsarbeiten an Elementdecken (Ausparungen, höherer Bewehrungsanteil, viele Bügel), werden freie Taktplätze wie z.B. Taktplatz Nr. 13 nicht als Puffer angefahren obwohl dieser frei ist. Einige Bewehrungsarbeiten am Taktplatz Nr. 6 können bis zu 20 Minuten dauern. Für diesen Zeitraum ist diese Fertigungslinie blockiert.

Für komplizierte Bewehrungsarbeiten sind die Zeichnungen auf den Plänen als zu klein dargestellt. Hierbei wird überdurchschnittlich viel Zeit für das Lesen der Pläne aufgewandt. Eine klare Darstellung in der Bewehrungsführung der Bügel und Gitterträger ist aus der Zeichnung nicht zu entnehmen. Hier müssen diese Zeichnungen vergrößert dargestellt werden.

Den Ausführungsplänen der Doppelwände ist nicht zu entnehmen welcher der Wandseiten, A-Schalung oder B-Schalung, gerade gefertigt wird. Diese Information ist auf den Plänen sinnvoll.

## 4.2.2. Bereich Kommunikation

Der Leitstand erhält kurzfristig Ausführungspläne die abgearbeitet werden müssen. Eine Vorinformation über die zu fertigenden Bauteile und deren Schwierigkeitsgrad erfolgt nicht. Somit erfolgt keine Optimierungsplanung im Leitstand. Dadurch entstehen unter anderem Probleme in der Materialwirtschaft. Der Leitstand erhält die Pläne für Bauteile die er sofort bearbeiten soll, hat aber im Extremfall nicht die benötigten Einbauteile und Materialien in der erforderlichen Menge und Anzahl am Lager. Die Materialdisposition muß viel früher erfolgen. Dieses könnte vom AV-Büro rechtzeitig vorgenommen werden. Das heißt an dieser Stelle sind benötigte Informationen zum frühestmöglichen Zeitpunkt bekannt und können weitergegeben werden.

Der Leitstand erhält nur einen Plan obwohl er unter Umständen während der Fertigung an mehreren Taktplätzen benötigt wird. Eine Kopiermöglichkeit steht nicht zur Verfügung. Bügel und Aussparungen könnten so besser vorbereitet und vorgearbeitet werden und nicht erst wenn die Palette in den jeweiligen Taktplatz einfährt.

Aufgrund der vielen Störungen in der Fertigungsanlage werden Protokolle erstellt und dokumentiert.

Durch diese Protokolle, in denen die Störung kurz beschrieben ist, sind für die Beseitigung der Störung durch Externe, viele Informationen enthalten, die mündlich als Zusammenfassung nur unvollständig sind. Hierdurch wird die konsequente Weiterentwicklung der Anlage, der Software und der Komponenten beschleunigt.

Aus diesen Gründen ist es nicht nachzuvollziehen warum die Dokumentation nicht aufgearbeitet und an die entsprechenden Stellen weitergegeben wird.

### 4.2.3. Qualifikation

In einigen Teilarbeiten wurden Ausführungsfehler festgestellt. So sind an einer Palette nur zwei von drei Decken mit Abstandhalter belegt worden. Nach dem Bewehrungsroboterdurchlauf wurden sie nachträglich eingebaut.

Beim Montieren (Kleben) der VS-Boxen gehen einige Mitarbeiter mit jeder VS-Box einzeln von Taktplatz Nr. 9 oder 10 zur Klebepistole am Taktplatz 3. An einigen Paletten werden bis zu 24 VS-Boxen eingebaut und die Wege dementsprechend 24 mal zurückgelegt.

An den besonders wichtigen Taktplätzen wie die Automatisierten und dem Betonierplatz stehen nicht genügend eingearbeitete Mitarbeiter zur Verfügung.

Auch im Urlaub- und nur Krankheitsfall müssen diese wichtigen Arbeitsplätze von qualifiziertem Personal ausgeführt werden. Im besonderen besteht Handlungsbedarf am Betonverteiler. Hier steht nur eine ungenügende Anzahl qualifizierter Mitarbeiter zur Verfügung.

Durch unsachgemäßen Umgang im Ausschalbereich, kommt es zu Beschädigungen der Bauteile. Angestoßene Ecken oder durch nicht sachgemäßes Ausschalen der Elementdecken entstehen Schäden an der Unterseite. Hier ergeben sich Bearbeitungsfehler die zu erheblichen Nacharbeiten und damit Kosten führen. Im letztgenannten Fall mußte an zwei Elementdecken die Unterseite nachbehandelt werden. Hierfür wurden 4,1 Std. aufgewendet.

Bei einigen Mitarbeitern ist besonders deutlich zu erkennen, daß sie schon länger in der Fertigung tätig sind. Sie sind gut eingearbeitet und die erreichte Qualität ist als gut zu bezeichnen.

Andere Mitarbeiter sind erst seit einigen Monaten bzw. Wochen im Betonfertigteilwerk tätig. Deren Einarbeitungsgrad und Effektivität sind noch unzureichend.

## 5. Rationalisierungsmaßnahmen

Aus der unter Punkt 4 ausgeführten Schwachstellenanalyse ergeben sich wichtige Ansatzpunkte für die Steigerung der Produktivität.

Hauptrationalisierungsansatz ist die Überarbeitung der Anlagensteuerung. Aufgrund der im Untersuchungszeitraum gemachten Beobachtungen muß die Gesamtstruktur der Steuerung als unzureichend bewertet werden. Die Überarbeitung ist dringend erforderlich da alle weiteren Ansätze ohne diesen Eingriff ins Leere laufen. Ziel ist eine kontinuierliche und störungsfreie Produktion.

Um dieses Ziel zu erreichen bedarf es einer konsequenten Vorgehensweise

- Sammlung und Quantifizierung der auftretenden Fehler
- Dokumentation im Störungs- und Fehlerheft
- Festlegung der Prämissen und Rangfolgen
- Konsequente Bearbeitung der Einzelpositionen und Rangfolgen
- Überprüfung der Überarbeitungsergebnisse
- Freigabe von Teilergebnissen.

Zu diesem Zweck schlagen wir die Bildung eines werksinternen Arbeitskreises vor. Bestehen sollte dieser aus einem Vertreter der Geschäftsleitung, AV, Produktionsleitung und einem Mitglied der Produktion.

Dort werden Ansätze entwickelt und als Handlungsanweisung nach dem o.g. Ablauf dokumentiert und kontrolliert (KVP).

Die im folgenden benannten Punkte bilden den Einstieg in den zu gründenden Arbeitskreis und die Grundlage zur Schaffung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses.

### - Palettenbelegung und Auswertung

Die Flächenausnutzung im Untersuchungszeitraum ist mit durchschnittlich < als 50 % als erheblich zu gering zu bewerten. Arbeitsvorbereitung und Produktionsleistung müssen die Auslastungsplanung wesentlich intensivieren.

### - Umlaufgeschwindigkeit

Die Auslegung der Gesamtanlage auf einen automatischen Betrieb bedingt eine sehr geringe Umlaufgeschwindigkeit. Aufgrund überwiegend von Hand gesteuerten Produktionsvorgängen können die Transportzeiten zwischen den einzelnen Taktplätzen erheblich verringert werden. Darüber hinaus lassen sich Wartezeiten an den nachfolgenden Arbeitsplätzen verringern.

## - **Produktionsfluß**

Desweiteren erscheint die Überarbeitung des Produktionsflusses erforderlich. Lohnintensive d.h. in der Arbeitszeit aufwendige Arbeitsvorgänge blockieren die Hauptfertigungslinien. Um diese Produktionslinien wirkungsvoll zu entlasten, müssen technische Voraussetzungen zum Quertransport in beiden Richtungen geschaffen werden. Vorhandene Pufferplätze die momentan zu wenig genutzt werden könnten so einbezogen werden. Hierzu müßte am Querbörderer 2 die automatische Querfahrt in beide Richtungen möglich sein.

Aufgrund der massiven Störungen und der in diesem Zusammenhang auftretenden Transportprobleme in Linienrichtung, sollte als weitere Ergänzung, Quertransporte in allen Richtungen und die Möglichkeit zum manuellen Verschieben der Paletten geschaffen werden.

Während der Untersuchung traten erhebliche Wartezeiten auf. Zum einen Teil ist dies auf die erhebliche Störungsanfälligkeit der Produktionsanlage zurückzuführen.

Das Personal reagiert (ungeführt) in dem sich verschiedene Mitarbeiter auf die angrenzenden Taktplätze verteilen.

In der Folge stehen sich, an den entsprechenden Arbeitsplätzen, die Menge der Mitarbeiter selbst im Weg.

An dieser Stelle muß das Führungspersonal hinsichtlich der Folgen sensibilisiert werden. Denkbar wäre die Aufstellung einer Liste von Arbeiten, die nach und nach beim Anfall von Störungen und Wartezeiten zu erledigen sind. (Wartung, Materialnachschub, interne Instandsetzung, Aufräumaktionen etc.).

Diese Liste ist schriftlich zu fixieren und von Zeit zur Zeit auf Ausführung zu kontrollieren.

Diese Vorgehensweise hat sich in anderen Fertigteilverken bewährt.

## - **Wendekran**

Durch Umbau der Steuerung des Wendekrans auf die andere Seite, könnte der Mitarbeiter der den Kran bedient auch bei der Positionierung der Bauteile behilflich sein. Die dritte Arbeitsperson wäre hierbei nicht mehr erforderlich.

## - **Einbauteile standadisieren**

Für die Herstellung von Massivwänden muß für das Schalen der vielseitigen Aussparungen eine Stahlschalung angeschafft werden. Einbauteile wie Anker o.ä. sollten nur von einem Systemlieferanten vorhanden sein, um Montageunsicherheiten und damit verbundene Mängel in der Ausführung vorzubeugen.

## 6.0 Fotomaterial

Palette entschalen und reinigen	Bild 1
Schalung mit Roboter aufbringen	Bild 2
Bewehrung Massivwände	Bild 3
Bewehrung Elementdecken	Bild 4
Beton verteilen	Bild 5 + 6
Beton feinglätten	Bild 7
Ausschalen u. transportieren Massivwände	Bild 8
Beschädigte Massivwand	Bild 9 - 11
Beschädigte Elementdecke	Bild 12