

Um so grösser die Baustelle, um so detaillierter müssen die Vorausplanungen für den Einsatz der Arbeitsteams und die benötigten Materialien erfolgen, um Zeitverluste zu vermeiden.

Lean Construction (10 / 14)

Wochenplanung beim Rohbau

Bereits ab der Rohbauphase ist eine detaillierte Planung die Basis für einen reibungslosen Bauverlauf. Die zeitliche Koordinierung der Bauteams und Gewerke garantiert schnelle, ineinander übergreifende Arbeitsprozesse, reduziert Zeitverluste und schliesst Ineffizienz aus.

Von Gerhard Girmscheid

Lean Construction ist für eine effiziente wertschöpfende Umsetzung des AVOR-Bauprogramms in der Wochen- und Tagesplanung der einzelnen Teams auf der Baustelle unumgänglich. Bereits bei den Betonarbeiten des Rohbaus startet die ineinandergreifende Zusammenarbeit des Bauunternehmers mit den Einlegearbeiten der HKL- und Elektro-Unternehmen. Auf vielen Baustellen erfolgt dies auf «Abruf». Die HKL- und Elektro-Unternehmen müssen dann oft stundenweise kurzfristig von einer zur anderen Baustelle «springen». Dies gilt auch umgekehrt, wenn die Teams auf der Baustelle auf die Einlegearbeiten warten müssen. Ineffizienz und Zeitverlust sind die Folge. Bei der Planung wurde dies nicht kalkuliert und bedeutet somit Verluste auf dem «Zielgewinn».

Daher ist es wichtig, dass alle beteiligten Teams der Bau-, Elektro-, HKL- und Sanitärunternehmen gemeinsam die Wochen- und Tagesplanung vornehmen. Leittermine werden vom Rohbauteam aufgrund des Kernprozesses Rohbau vorgegeben. Jeder weiss somit genau, wann sein Zeitfenster für die Arbeiten vorgesehen ist.

AVOR – Top-Down-Produktionsplanung

In der Rohbauphase bilden die Rohbauarbeiten zur Errichtung der Konstruktion durch den Bauunternehmer den Leitprozess. Diesem Leitprozess sind die Einlegearbeiten für HKL, Sanitär und Elektro untergeordnet. Der in der AVOR und auf Grundlage der Arbeitskalkulation entwickelte Takt- und Fliessprozess der Konstruktionserstellung mit Bauabschnitten und Bauelementen sowie den Ar-

ARTIKELSERIE ZUM KONZEPT «LEAN CONSTRUCTION»

Bauunternehmen wollen ihre Projekte mit Gewinn abschliessen. Doch meistens ist das Gegenteil der Fall. Gerhard Girmscheid zeigt in einer vierzehnteiligen Serie den strukturierten und effizienten Weg zum erfolgreichen Ziel auf und erklärt gleichzeitig die Prinzipien der Methode, der sogenannten «Lean Construction», die sich in der Branche bisher kaum durchgesetzt hat. Die Beiträge erscheinen jeweils monatlich.

(cb)

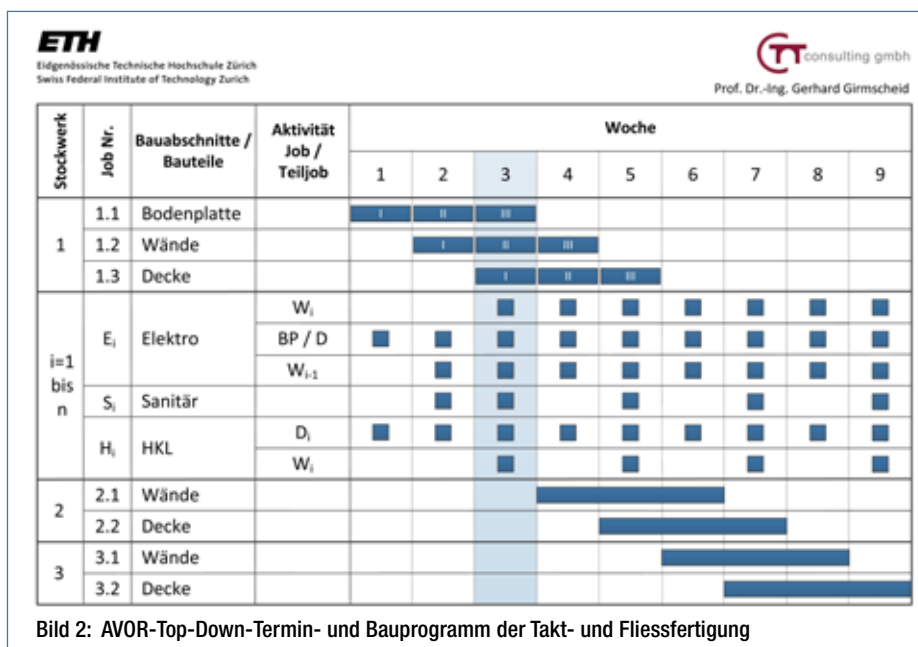


Bild: Gerhard Girmscheid

beitsjobs bzw. Arbeitsschritten (Schalen, Bewehren, Betonieren oder Mauern) gibt den Takt für die Einlegearbeiten vor, unter anderem für:

- ▶ Elektroerleerohre
- ▶ Lüftungskanäle
- ▶ Passiv-Energiespeicher.

Zur Abstimmung der Arbeitsgruppen

- ▶ Bauunternehmen
- ▶ Elektrofirma
- ▶ HKL-Unternehmer
- ▶ Sanitärunternehmen

muss der Bauunternehmer Top-Down ein detailliertes Bauprogramm (Bild 2) im Rahmen der AVOR erstellen. In diesem Bauprogramm müssen die Herstellabschnitte und Bauelemente detail-

liert ausgewiesen werden. Dazu ist es erforderlich, die einzelnen zusammenhängend hergestellten Bodenplatten-, Wand- und Deckenteilabschnitte als Vorgang mit Beginn und Ende auszuweisen.

Im Rahmen der AVOR sind zur Sicherstellung der Arbeitsinhalte und des Arbeitsumfangs jedes einzelnen Vorgangs bzw. Teil-Jobs im Bauprogramm Teil-Job-Listen (Tabelle 1, auf Seite 6) zu erstellen. In diesen Listen werden für jeden Vorgang oder Teilvorgang, der unter anderem Arbeitsabschnitte oder Bauelemente umfasst, folgende Angaben ausgewiesen:

- ▶ Rohbau-Bauabschnitt
- ▶ Teil-Jobs des Bauabschnitts nach Arbeitsgattung gegliedert

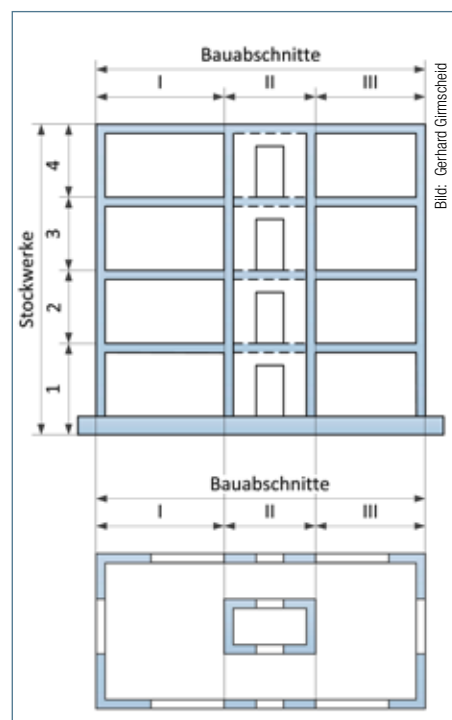


Bild: Gerhard Girmscheid

Bild 1: Rohbausystem – Bauabschnitte


DER AUTOR



Gerhard Girmscheid ist Professor an der ETH und leitet das Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement (IBI). Zudem ist er Geschäftsführer der Beratungsfirma CTT Consulting GmbH in Lenzburg. Bei Fragen ist Gerhard Girmscheid per E-Mail (mail@cttconsulting.ch) oder via Homepage (www.cttconsulting.ch) erreichbar.

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



consulting gmbh

Prof. Dr.-Ing. G. Girmscheid

Nr.	Teil-Job Vorgangsbeschreibung	Menge	Material/Geräte /Hilfsmittel		Verant- wortung	Bemer- kung
			bestellt	Abruf		
Job: Betonarbeiten						
1	Schalen <ul style="list-style-type: none"> Rahmenschalung Spannanker 2 x Betonierbühnen 	H=2.75m, L=10.00m 22 Stk. L=10.00m				
2	Bewehren <ul style="list-style-type: none"> Vertikal Horizontal Bügel 	Ø 22, l=3.25m Ø 12, l=10.50m, N=11 Ø 10, N=60				
3	Betonieren <ul style="list-style-type: none"> C20/25 	d=25cm V=6.875m ³				
Job: Elektro-Arbeiten						
4	Leerrohre verlegen	Ø 25, l=20m				
5	Dosen setzen	4 Stk.				
Job: HKL-Arbeiten						
6	Lüftungsschacht erstellen	20/100, l=3m				
7	Leerrohre Steigleitung	Ø 25, l=3m				
Job: Sanitär-Arbeiten						
8	Abwasserfallleitung Stockwerk verlegen	Ø 25, l=3m				
9	Wasserversorgungsleitung Stockwerk verlegen	Ø 25, l=3m				

Tabelle 1: AVOR-Teil-Job-Liste Rohbau – Arbeitsschritte, Geräte, Bauhilfsmittel, Materialien und Mengen zur Herstellung eines Vorgangs (hier Wand A1) im Bauprogramm

- Liste der Teil-Jobs mit Angabe von
- Geräten zur Herstellung
 - Bauhilfsmittel zur Herstellung
 - Materialien sowie deren Mengen, Dimensionen und Qualität.

Damit ist die Grundlage für die Produktionsplanung und Produktionssteuerung der Baustelle gelegt, auf der die Wochen- und Tagesplanung mit einem vollständigen Material-, Geräte- und Bauhilfsmittelgerüst aufbaut. Auf dieser Basis kann

auch die Logistik der Beschaffung, Bereitstellung und des Abrufs zielorientiert aufgebaut und gesteuert werden.

Baustellenarbeitsorganisation – Bottom-Up

In den Wochenprogrammen der Baustelle, die auf dem AVOR-Bauprogramm aufbauen und von dem Leitteam der Bauunternehmen erstellt werden, können die Teil-Jobs in Arbeitsabschnitte unterteilt werden (Bild 4).

Auf Basis des geplanten Wochenprogramms des Bauunternehmers müssen nun die Einlegearbeitsgruppen ihre Mengen und Leistungen sowie den Arbeitskräfteeinsatz planen. Denn nach der ersten Lage Bewehrung werden im Regelfall, beispielsweise bei Decken, die Einlegearbeiten vorgenommen. Bei Wänden erfolgen sie auf der späteren Nutzungsseite des jeweiligen Raums. Die Wochenarbeitsplanung der interagierenden Baustellenteams muss von der Bauleitung des Bauherrn oder vom TU oder GU verantwortlich in Auftrag gegeben und geleitet werden. Dem Bauunternehmer unterliegt die Koordinierung mit den Einlegeunternehmen. Im Streitfall muss die Bauleitung Lösungen vorschlagen und entscheiden.

In der folgenden Wochensitzung werden auf Basis des Wochentaktplans der Bauunternehmung die Einlegeunternehmer:

- Elektro
- Sanitär
- HKL


koordiniert und dabei die genauen Tage und Zeitfenster sowie der Arbeitsbereich festgelegt. Die Einlegeunternehmen müssen dabei ihre Materialarten, Mengen, Leistungen und Teamstärken für die jeweiligen Zeitfenster der Verlege-Arbeiten definieren. Gegebenenfalls sind Veränderungen der Zeitfenster zu vereinbaren, um unnötige Verluste zu eliminieren. Die Arbeitspläne müssen drei bis vier Wochen im Voraus erstellt werden, um die Materialbereitstellung sicherzustellen und Spezialgeräte bereit halten zu können (Bild 5).

Die Arbeitsumsetzung und Arbeitsorganisation sind auf der Baustelle selbst im Rahmen des Lean Management von besonderer Bedeutung, denn die Verantwortlichen müssen das AVOR-Bau- bzw. -Arbeitsprogramm (Bild 2, auf Seite 5) weiter in Wochen- und Tageszielen (Bild 4) vorgeben.

Dieser AVOR- und Arbeitsorganisationsprozess auf der Baustelle wird für das auf Bild 1, auf Seite 5, dargestellte Gebäude erläutert. Für dieses Projekt ist auf Bild 2, auf Seite 5, das AVOR-Termin- und Bauprogramm dargestellt. In diesem Bauprogramm sind die Bauabschnitte und Bauteile mit ihren Jobs aufgeführt. Die Bodenplatte wird in drei Abschnitten im Taktverfahren hergestellt. Die Gesamtdauer dieser Jobs beinhaltet die folgenden Teil-Jobs:

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zürich



consulting gmbh

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Girmscheid

Teil-Job Nr.	Aktivität Job / Teiljob		Woche											
			Mo		Di		Mi		Do		Fr		Sa / So	
			V	N	V	N	V	N	V	N	V	N		
1.1.III	Bodenplatte III	Schalen												
		Bewehren 1												
		Bewehren 2												
		Betonieren												
E:BP1	Elektro													
HKL:BP1	HKL													
1.2.II	Wände II	Schalen 1												
		Schalen 2												
		Bewehren 1												
		Bewehren 2												
		Betonieren												
E:W1-II	Elektro													
S:W1-II	Sanitär													
HKL:W1-II	HKL													
1.3-I	Decke I	Schalen												
		Bewehren 1												
		Bewehren 2												
		Betonieren												
E:D1-I	Elektro													
HKL: D1-I	HKL													

Bild 4 : Bottom-Up-Wochen- und -Tagesplanung Takt- und Fließfertigung der Teil-Jobs in den Arbeitsabschnitten

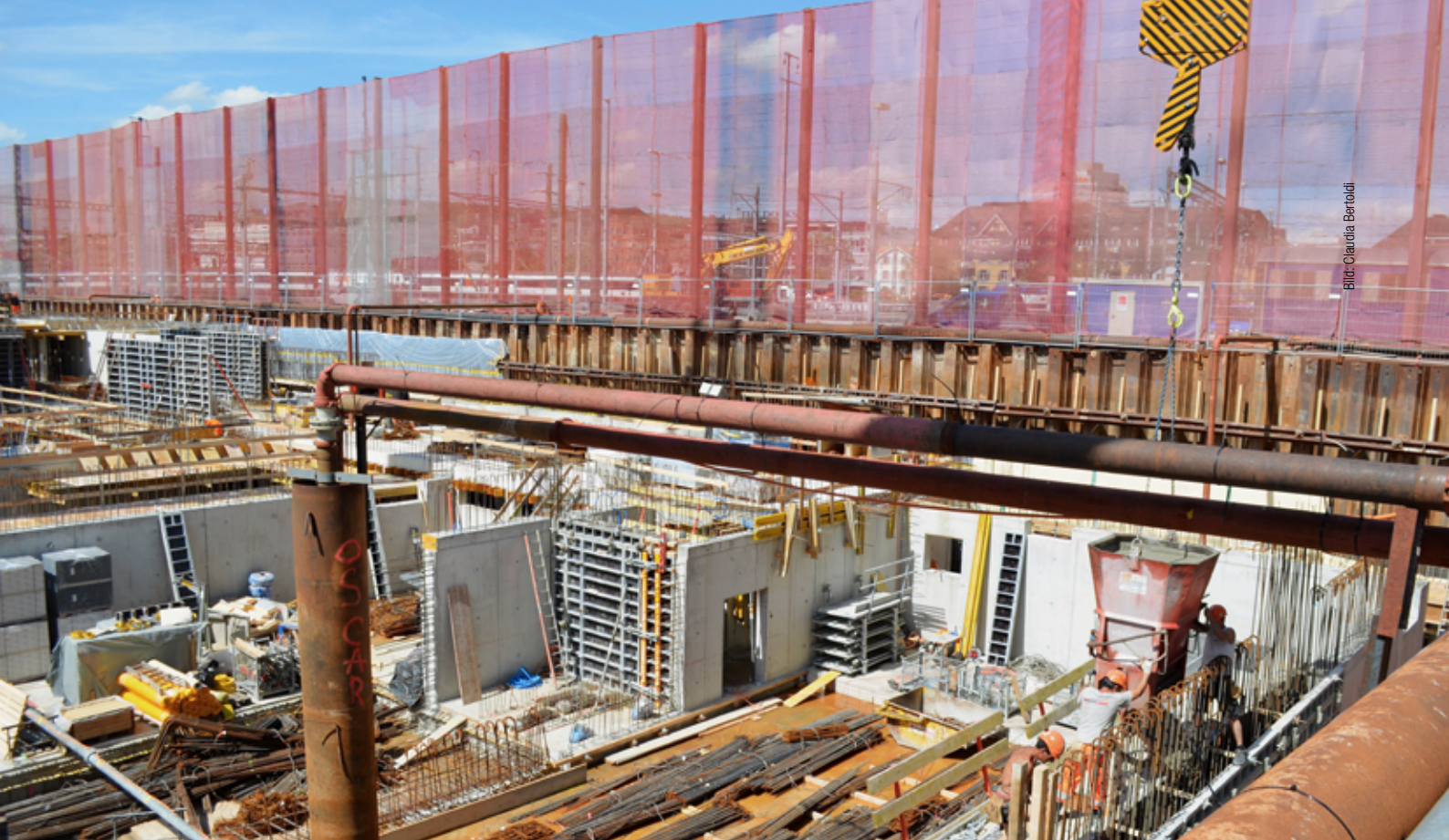


Bild: Claudia Bertoldi

Die Arbeitspläne müssen mehrere Wochen im Voraus ausgearbeitet werden, um pünktlich Material und Spezialgeräte bereit zu stellen.

- ▶ Schalen je Bauabschnitt
- ▶ Bewehren je Bauabschnitt
- ▶ Betonieren je Bauabschnitt.

Diese Teil-Jobs wurden im AVOR-Bauprogramm nicht in ihrem Takt- und Flussablauf detailliert geplant. Die Aufgabe ist auf der Baustelle im Rahmen der Arbeitsorganisation zu lösen. Jedoch wurde die Dauer aufgrund der Soll-Stunden-Vorgaben für die Teil-Jobs aus der Arbeitskalkulation und der gewählten Teamstärke der AVOR er-

mittelt. Ferner wird dabei die Dauer der jeweiligen Einlegarbeiten für:

- ▶ Elektrorohre
- ▶ Sanitärleitungen
- ▶ HKL-Rohre und -Kanäle einbezogen (*Bild 2, auf Seite 5*).

Die Umsetzung in die Soll-Wochen- und -Tagesarbeitsplanung auf der Baustelle (zum Beispiel für die 3. Woche) wird auf Bild 3, auf Seite 8, und Bild 4 dargestellt. Die Arbeitsorganisation auf

Basis der Soll-Vorgaben der AVOR und Arbeitskalkulation erfolgt durch das Baustellenteam bestehend aus:

- ▶ Baustellenchef
- ▶ Abschnittsbauführer
- ▶ Poliere – Bau
- ▶ Projektleiter – Elektro
- ▶ Projektleiter – Sanitär
- ▶ Projektleiter – HKL.

FORTSETZUNG AUF SEITE 8

Gruppe	Woche i					Woche i+1					Woche i+2				
	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Mo	Di	Mi	Do	Fr
Schalung Beton	Ausschalen Decke	Einschalen Decke	Schalen Kern I	Schalen Kern A	Betonieren Decke Kern	...									
Bewehrung		Decke Bereich A	Decke Bereich B	Kern			...								
Elektro		Leerrohre unt. Lage		Leerrohre ob. Lage			...								
HKL		Lüftung unt. Lage		Lüftung ob. Lage			...								
Sanitär		Abwasser		Abwasser			...								
Geräte-disposition	Bestellung Mobilkran					Bestellung		Vorlaufzeit							Einsatz Mobilkran
Material-disposition	Bestellung Material					Bestellung		Vorlaufzeit							Lieferung Material

Bild 5: Lean Construction – 3. Stock Ausführungsorganisation mit Wochen- und Tagesprogramm auf der Baustelle (10. Woche) sowie Material- und Gerätebereitstellung.

Bild: Gerhard Girmscheid



Schalung, Bewehrung, Betonieren und die Arbeiten der weiteren Gewerke müssen ohne Zeitverlust ineinander übergehen. Dafür dient eine detaillierte Planung mit konkreten Vorgaben für jedes Arbeitsteam.

Dem Bauunternehmer obliegt im Rohbau gemeinsam mit den Abschnittsbauleitern und Polieren die Leitung. Die Soll-Wochen- und -Tagesplanung (Bild 4, auf Seite 6) erfolgt detailliert auf Teil-Job-Basis. Die Teil-Jobs der Bauunternehmen hingegen bilden den Leit-Takt- und -Fließprozess. Hier wird der Kern des Gebäudes von der Bauunternehmung erstellt. Die Ausbauunternehmen Elektro, Sanitär und HKL müssen ihre Einlegearbeiten auf dessen Soll-Takt- und -Fließprozess einstellen. Im Soll-Wochen- und Tagesarbeitsprogramm werden die einzelnen Teil-Jobs und ihre Dauer auf Basis der Soll-Stunden-Vorgaben aus der Arbeitskalkulation auf die einzelnen Bauabschnitte und deren Teil-Jobs (Schalen, Bewehren und Betonieren) sowie auf die Einlegearbeiten (Elektro, Sanitär und HKL) detailliert ausgewiesen (Bild 4, auf Seite 6).

Die Einlegearbeiten konzentrieren sich auf folgende Bauelemente:

- ▶ Bodenplatte – Elektro und Heizung
- ▶ Wände – Elektro, Sanitär und HKL
- ▶ Decke – Elektro und HKL.

Die Sanitäreinrichtungen befinden sich im Bereich Bauabschnitt II – Kern, ebenso die Steigleitungen HKL und Elektroinstallationen. Die Elektroleitungen sowie HKL werden im Stock-

werk vom Kern aus über einen Unterverteiler in die einzelnen Räume geführt. Die Einlegearbeiten für die Elektroerohre, Sanitär und HKL werden im Regelfall erst dann durchgeführt, wenn die erste Bewehrungslage verlegt ist. Nach den Einlegearbeiten erfolgt die zweite Bewehrungslage. Die Einlegearbeiten müssen stark und robust mit Abstandshaltern an der Bewehrung fixiert werden. Auf Bild 4, auf Seite 6, ist die Soll-Wochen-Tagestakt- und -Fließplanung der Herstellung dargestellt.

Dazu muss eine Arbeitskalkulation erstellt werden, die eindeutige Soll-Stundenvorgaben für die Herstellung der Bauelemente und für deren Arbeitsschritte vorgibt, unter anderem für das Schalen, Bewehren, Betonieren oder Verlegen der Elektro-Leerrohre pro Betonierabschnitt. Auf Basis des Bauprogramms werden die einzelnen Bauabschnitte, Bauteile beziehungsweise Bauelemente dann in Wochenleistungen aufgeteilt. Im Wochenprogramm sind die Soll-Wochenleistungen festgelegt und damit auch die Soll-Arbeitsschritte pro Tag. Diese werden auf Basis der Arbeitskalkulation mit Soll-Stunden hinterlegt. Damit kann einerseits die Teamstärke pro Arbeitsschritt, zudem die Soll-Dauer fixiert werden. Danach legt der Polier die einzelnen Arbeitsschritte mit der Anzahl der Arbeitskräfte und den Soll-Zeiten pro Arbeitstag für die jeweilige Planwoche fest.

Diesen Soll-Arbeitsablauf plant das ausführende Baustellenteam der Baufirma auf Basis der AVOR. Dabei müssen das Soll-Top-Down-Bauprogramm und die Stundenvorgaben der Arbeitskalkulation berücksichtigt werden. Auf dieser Basis kann die Planung der Einlegearbeiten von Elektro, HKL und Sanitär vorgenommen werden.

Im Rahmen des Lean-Construction oder auch des Lean-Management kommen oft Arbeitskarten mit Tages-Soll-Leistungen für die einzelnen Arbeitsteams zum Einsatz (Bild 5, auf Seite 7). Mit diesen Arbeitskarten werden analog zu Bild 4, auf Seite 6, die Zeitfenster bestimmt, in denen die einzelnen Teil-Jobs ausgeführt werden sollen. Zudem sind auf jeder Arbeitskarte die wichtigsten

- ▶ Arbeiten
- ▶ Materialien
- ▶ Hilfsmittel
- ▶ Geräte

aufgelistet. Dies ist eine hervorragende Tagesarbeitsvorbereitung, denn damit wird sichergestellt, dass (Bild 5, auf Seite 7)

- ▶ Vorlaufzeit – das Material frühzeitig bestellt wird

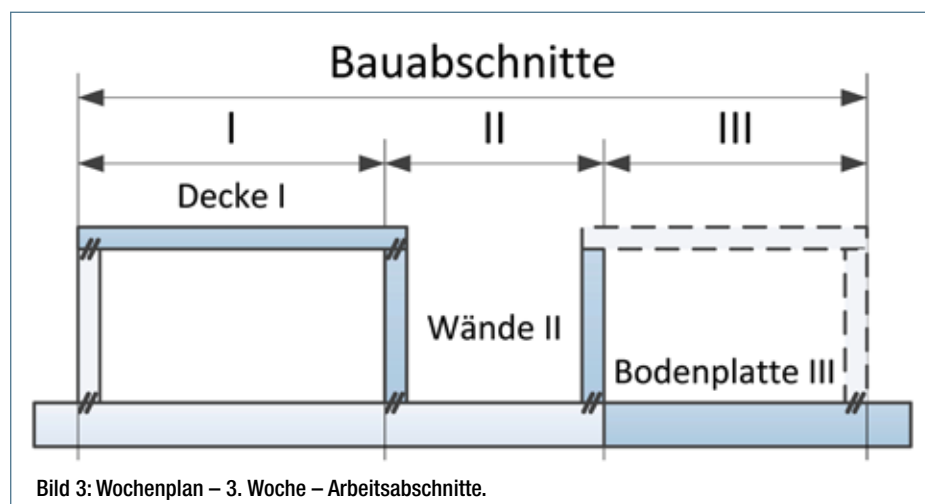


Bild 3: Wochenplan – 3. Woche – Arbeitsabschnitte.

- ▶ Vorlaufzeit – Geräte und Bauhilfsmittel frühzeitig disponiert werden
- ▶ Vorbereitung – jeder Folgetag abends hinsichtlich Materialdisposition, Geräten, Handwerkszeug sowie Sicherstellung der Zugänglichkeit der Arbeitsstelle vorbereitet wird.


Für alle beteiligten Teams werden die Tagesarbeiten jeweils auf einer Arbeitskarte aufgelistet (Bild 5, auf Seite 7).

Die Arbeit muss das Leitteam am Donnerstag oder spätestens am Freitagmorgen vorbereiten. In der Freitags-Besprechung wird am Nachmittag das Wochen- und Tagesarbeitsprogramm mit den beteiligten Teams besprochen, abgestimmt und beschlossen.

Im Fall des Rohbaus eines Hochbaus bildet das Baumeisterteam das Leitteam. Denn die Teams für Elektro, Lüftung und Sanitär müssen gemäss dem Baufortschritt zum Beispiel ihre Leerrohre und Leitungen auf der unteren Lage der Deckenbewehrung verlegen, bevor die oberste Lage der Bewehrung eingebaut wird. Die Präsenz der technischen Gewerke (Elektro, Lüftung, Sanitär) wird auf den Tag oder den halben Tag genau abgestimmt. Damit wird sichergestellt, dass die nicht-wertschöpfenden Wartezeiten für alle Unternehmen reduziert werden. Die Koordinations- und Wochenplanungs-sitzung am Freitag dient auch für weitere Abstimmungen. Schlägt zum Beispiel die Elektrofirma vor, alle Leerrohre am Dienstag zu verlegen, um den Einsatz auf der Baustelle zu optimieren, muss sich dies in den Gesamtkontext der Prozesse und der Beteiligten nahtlos einfügen lassen. Damit wird sichergestellt, dass alle abhängigen Unternehmen interaktiv denken und handeln. Zudem müssen alle ihr Wochenprogramm für die nächsten zwei bis drei Wochen grob skizzieren, so dass Geräte, Bauhilfseinrichtungen und Materialien frühzeitig bestellt werden können. Nur so kann eine «just-in-time-Bereitstellung» abgesichert werden (Bild 5, auf Seite 7). In Bild 6 ist eine typische Tagesarbeitskarte für das Trockenbau-Team dargestellt.

Während der Umsetzung der Tagesprogramme sollten Störungen möglichst direkt beseitigt wer-

ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
 Swiss Federal Institute of Technology Zurich


TT consulting gmbh
 Prof. Dr.-Ing. G. Girmscheid

Tagesarbeitskarte: Trockenbau

Stock: k

Tag: Montag Woche i

Team: 2 Mann

Raum R1 – Rahmen stellen

Arbeiten:

1. Einmessen von Fluchtpunkten
2. Boden- und Decken-U-Profile installieren
3. Ständer einmessen/anpassen
4. Ständer einstellen und mit L-Winkle befestigen

Hilfsmittel:

1. Theodolit/Messbänder
2. 2 Bockleitern
3. 2 x Hilti-Bohrer
4. 2 x Hilti-Schrauber

Material:

	Type	Menge	Einzellänge	Total
1. U-Profil	U 5x10	<u>5</u>	<u>3.00m</u>	<u>15.0m</u>
2. Ständer	□ 10x10	<u>8</u>	<u>2.73m</u>	<u>21.9m</u>
3. Befestigungswinkel	L 10x10	<u>16</u>		

Probleme:

Bild 6: Tagesarbeitskarte - Trockenbau

den, unter anderem durch Überstunden. Treten dennoch Verzögerungen auf, die für den nächsten Tag voraussehbar sind, müssen die nachfolgenden Unternehmen sofort informiert werden, so dass ihre Arbeitsteams nicht vormittags sondern erst am Nachmittag zum Einsatz kommen.

Ein weiterer Vorteil der detaillierten, wöchentlichen Arbeitsvorbereitung und Logistikplanung ist die ständige Kontrolle der Terminvorgaben und folglich die Terminanpassung. Verzögerungen lassen sich frühzeitig erkennen. Es können gegebenenfalls Massnahmen getroffen werden,

sie wieder aufzuarbeiten (Anpassung der Ressourcen: Extrakolonnen, -geräte, -stunden), um den Gesamtterminplan zu sichern. Die Arbeitsabläufe und Baumethoden müssen transparent dargestellt werden. Nur so können sie überprüft und verbessert werden. Auch abhängige, parallele verlaufende Bauvorgänge der Arbeitsgruppen und Subunternehmern lassen sich dadurch gut und meist konfliktfrei koordinieren. ■

Literaturhinweise:

Girmscheid, Gerhard: Strategisches Bauunternehmensmanagement – Prozessorientiertes integriertes Management für Unternehmen in der Bauwirtschaft.
 2. bearbeitete und erweiterte Auflage.
 Heidelberg: Springer, 2010.

Girmscheid, Gerhard: Angebots- und Ausführungsmanagement – Leitfaden für Bauunternehmen:
 Erfolgsorientierte Unternehmensführung vom Angebot bis zur Ausführung.
 2. bearbeitete und erweiterte Auflage.
 Heidelberg: Springer, 2010.

LINKTIPP

Auf baublatt.ch/leanconstruction finden Sie alle Artikel der Serie.



Bereits beim Rohbau startet die ineinandergreifende Zusammenarbeit aller beteiligten Gewerke.