

33. Thomas Heilfort:

Praktische Umsetzung der stammdatensorientierten Bauablaufplanung

In: Festschrift anlässlich des 60. Geburtstages von Prof. Dr. Rainer Schach, S. 163 - 167

Anmerkung: Der Text sowie die angegebenen Seitenzahlen des nachfolgenden Dokuments entsprechen bis auf geringfügige redaktionelle Änderungen dem veröffentlichten Fachbeitrag.

Praktische Umsetzung der stammdatensorientierten Bauablaufplanung

Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Thomas Heilfort, Dresden, Sachverständiger für Bauablaufstörungen und Lehrbeauftragter an der TU Dresden. Internet: www.heilfort.de

Ausgangssituation

Bei dem gegenständlichen Bauprojekt handelt es sich um die Sanierung des Stahltragwerkes einer Bahnhofshalle. Über 20 vom Aufbau her identische Stahlbinder sollen gemäß einer vom Tragwerksplaner baubegleitend durchgeführten Prüfung des Ist-Zustandes erneuert beziehungsweise überarbeitet werden. Insgesamt standen mehrere Dutzend unterschiedliche Sanierungsvarianten der einzelnen Stäbe des Stahltragwerkes zur Verfügung. Da auf Grund der engen terminlichen Vorgaben des Bauherrn sowie einer vertraglich vereinbarten, festen Ausführungszeit für die Sanierung eines Binders die Ausführung der einzelnen Sanierungsmaßnahmen so schnell wie möglich nach Übergabe der zugehörigen Sanierungslisten erfolgen sollte, war eine Lösung gesucht, mit der die vom Statiker festgelegten Sanierungsmaßnahmen für die nahezu 2.000 Einzelstäbe automatisiert in eine entsprechende Ablaufplanung umgesetzt werden konnten.

Auf Grund der vorhandenen Softwareprogramme wurde eine Lösung präferiert, die auf den beiden Microsoft-Office-Programmen Excel und MS Project aufbaut.

Grundprinzip der Lösung mit Excel und MS Project

Grundlegende Voraussetzung für die Entwicklung und Umsetzung der projektspezifischen Lösung war das Vorliegen von 20 nahezu identischen Bindern. Für jeden Binder wurde vom Statiker eine separate Liste in MS Excel erstellt, die in einer vorher definierten Struktur sämtliche relevante Angaben zu den einzelnen Stäben enthält. Die einzelnen Spalten dieser Input-Tabelle wiesen für jeden der in den fast 2.000 Zeilen dargestellten Stäbe die genaue Position, Angaben zum Ist-Zustand sowie zu den notwendigen, ebenfalls standardisierten Sanierungsmaßnahmen aus. Darüber hinaus enthielt jede Tabelle Daten, die für die Berechnungen des Tragwerksplaners erforderlich waren. Maßgeblich für die Umsetzung der konstruktiven Vorgaben in den baubetrieblichen Optimierungsprozess waren neben der Lage eines Stabes und damit neben der Einordnung in das eng definierte statische System des Gesamtbinders vor allem die Angaben zu den auszuführenden Maßnahmen.

Diese vom Statiker des Auftraggebers übergebenen Vorgaben wurden in einer Excel-Datei um die zugehörigen baubetrieblichen Angaben des ausführenden Baubetriebs ergänzt. Diese Stammdaten zum Bauablauf enthalten alle grundlegenden Inputgrößen der Bauausführung, die von den ausführenden Firmen vorab definiert worden waren. Steuerungsgrößen für den Bauablauf sollten insbesondere die kalkulierten Arbeitszeitaufwandswerte der einzelnen Maßnahmen, statisch erforderliche Reihenfolgen der einzelnen Maßnahmen sowie grundlegende Angaben zum Ressourceneinsatz bei parallelen Arbeiten sein.

Aus den in den Stammdaten hinterlegten, kalkulierten Aufwandsgrößen für die einzelnen Sanierungsmaßnahmen wurde in Verbindung mit den zwingenden Anordnungsbeziehungen bei der Sanierung der einzelnen Stäbe ein Bauablaufplan für die Sanierung eines kompletten Binders sowie die erforderliche Anzahl einzusetzender Arbeitskräfte für die Einhaltung der vertraglich vereinbarten Sanierungszeiten berechnet.

Arbeitszeitaufwandswerte als Steuerungsinstrument

Für die einzelnen Maßnahmen wurden Arbeitszeitrichtwerte wie üblich vor Baubeginn kalkuliert. Gleichzeitig war jedoch geplant, im Rahmen der laufenden Baustellenüberwachung diese Sollwerte auf Grundlage der tatsächlichen Gegebenheiten fortzuschreiben. Vor allem mit Blick auf die zwanzigfache Wiederholung der Arbeiten konnten so die Erkenntnisse aus der tatsächlichen Ausführung eines Binders unmittelbar in die nachfolgende Bauablaufplanung der verbleibenden Arbeiten einfließen lassen zu können.

Um entsprechende Aktualisierungen der nachkalkulierten Sollaufwandswerte unmittelbar in der Bauablaufplanung zu berücksichtigen, wurde die Berechnung der für jeden maßnahmenabhängigen Vorgang notwendigen Dauer für jeden einzelnen Stab mit den entsprechenden Stammdaten verknüpft. Dies ermöglicht, dass bei neuen Erkenntnissen während des Bauablaufs die Stammdaten unmittelbar geändert werden können und sich somit automatisch auf die Dauer der noch folgenden Vorgänge auswirken können – eine Grundvoraussetzung für die flexible Fortschreibung des Bauablaufplans.

Anhand der vorab definierten, prinzipiell möglichen Maßnahmen für die Sanierung eines einzelnen Stabes durchläuft der entsprechende Algorithmus in Excel für jeden einzelnen Stab die Stammdaten nach einem äquivalenten Stammdatensatz und schreibt die gefundenen Arbeitszeitrichtwerte unmittelbar in die Stabliste ein. Durch die offene Definition des Suchalgorithmus wurde auch die nachträgliche Hinzufügung von bei Baubeginn nicht absehbaren Sondermaßnahmen möglich, ohne das Grundgerüst der Gesamtlösung zu gefährden.

Einordnung der Maßnahmen in das statische System

Die vom Tragwerksplaner angeordneten Einzelmaßnahmen ließen sich grundsätzlich in zwei Gruppen aufteilen: taktabhängige und taktunabhängige Maßnahmen. Taktabhängig heißt, dass die betreffenden Stäbe nur in einer genau definierten Reihenfolge getauscht werden konnten, um den Verband des Stahltragwerkes nicht zu gefährden. In Verbindung mit unterschiedlichen Pressenstellungen zur spezifischen Entlastung des Stahltragwerkes konnten zum Beispiel erst nur die diagonalen und im Anschluss nur die vertikalen Stäbe eines Abschnittes getauscht werden. Erst wenn sämtliche taktabhängigen Arbeiten in einer Pressenstellung abgeschlossen waren, konnte die Presse das Tragwerk an anderen Punkten entlasten und die nachfolgenden Arbeiten ermöglichen.

Taktunabhängige Maßnahmen hingegen konnten unabhängig von der Pressenstellung oder den taktabhängigen Arbeiten durchgeführt werden. Diese Arbeiten wurden zur gleichmäßigen Auslastung der Ressourcen herangezogen. Hier kam es vor allem darauf an, dass die Gesamtdauer aller taktunabhängigen Maßnahmen kleiner war als die Summe der einzelnen taktabhängigen Maßnahmen.

In den Stammdaten wurden daher nicht nur Arbeitszeitaufwandswerte, sondern auch die Randbedingungen für die Einordnung in das statische System definiert.

Automatisierte Ressourcenoptimierung

Der dritte grundlegende Algorithmus der entwickelten Lösung basierte auf einer Kombination aus vertraglichen Vereinbarungen und internen baubetrieblichen Optimierungsansätzen. So sollten während der gesamten Baumaßnahme bestimmte Kolonnengrößen nicht überschritten werden, um die einzelnen Arbeitskräfte auf Grund der beengten Platzverhältnisse bei der Sanierung im Bestand produktiv und damit kostenoptimiert einsetzen zu können. Diese mit dem Angebot bereits eingepreisten Produktivitätsvorteile wurden dadurch sichergestellt, dass für jeden Bereich in Abhängigkeit von der Anzahl parallel zu erbringender Maßnahmen eine Unter- und Obergrenze der einzusetzenden Arbeitskräfte definiert wurde. Erst beim Überschreiten einer kritischen Anzahl von Stäben wurden im Interesse einer vertragsgerechten Bauablaufplanung und der Einhaltung zugesagter Ausführungsfristen die Ressourcen erhöht. Das Programm ermittelt dabei die Anzahl der in einem Takt erforderlichen Maßnahmengruppen und prüft anhand des errechneten Wertes automatisch die optimale Ressourcenzahl. Leitmaßnahmen waren auch hier die taktabhängigen Maßnahmen. Durch die entsprechenden Algorithmen konnte ein sehr flexibler, automatischer Ressourcenausgleich durchgeführt werden, der auf Grund der nur sehr geringen Vorlaufzeit zwischen Vorlage der Stabliste von Seiten des Tragwerksplaners und der Ausführung erforderlich war.

Erstellung eines Masterplanes in MS Project

Im Ergebnis der unterschiedlichen Algorithmen, mit denen die vom Tragwerksplaner gelieferten Urdaten in Excel automatisch überarbeitet wurden, lagen in der Tabellenkalkulation alle notwendigen Inputdaten für die vorgangsbezogene Ablaufplanung vor. Um diese Daten später nach MS Project übergeben und in einen handhabbaren Bauablaufplan umsetzen zu können, wurde ein sogenannter Masterplan erstellt.

Im Masterplan wurden zunächst die entsprechenden Datenstrukturen so angepasst, dass die in Excel generierten Daten eingelesen und automatisch verknüpft werden konnten. In MS Project geschieht dies durch die Definition der Datentabelle in der Form, wie sie von Excel zur Verfügung gestellt wird. Auf Grund der Besonderheiten beim automatisierten Datenaustausch zwischen den beiden Programmen Excel und MS Project kommt es hier vor allem darauf an, dass die Zeilen- und Spaltendefinition übereinstimmend folgt.

Nach Vorbereitung der Datentabelle wurden die Einzeldaten aus Excel-Tabelle dynamisch mit MS Project verknüpft. Damit wird jedes einzelne Datenfeld in MS Project direkt aus Excel gesteuert. In MS Project waren somit zunächst die grundlegenden, für die Bauablaufplanung erforderlichen Informationen vorhanden. Relevant waren insbesondere die eindeutige Vorgangsbezeichnung, die aus dem Arbeitszeitaufwandswert und den zugeordneten Ressourcen errechnete Vorgangsdauer sowie Informationen zur Lage des Vorgangs im statischen Verband des Binders.

Besonderheit der Verknüpfung von Daten in Excel und MS Project ist, dass an die Datenstruktur in der Ausgangsdatei sehr hohe Anforderungen gestellt werden, die Ausgabewerte im Zielprogramm aber flexibel weiterverwendet werden können. Während nach dem Import verknüpfter Daten in MS Project beliebige Änderungen möglich sind, darf die Importtabelle weder hinsichtlich der Spalten- noch der Zeilenposition geändert werden und sollte entsprechend geschützt werden.

Auf Grundlage der verknüpften Daten können in MS Project für die zugehörigen Stäbe eines Taktes Sammelvorgänge definiert werden, die wiederum untereinander nach den Regeln der Netzplantechnik verknüpft werden. Die Planung der Lage der einzelnen Vorgänge erfolgte nach dem einfachen Endfolgeprinzip. Wenn nun ein einzelner Stab auf Grund der Vorgaben des Tragwerksplaners und der resultierenden Berechnungen in Excel eine Vorgangsdauer von Null zugewiesen bekam, führte dies auf Grund der fortlaufenden Endfolgeabhängigkeiten zwischen den Vorgängen zum unmittelbaren Beginn des darauffolgenden Vorgangs nach Abschluss des Vorgängers. Durch die lediglich taktabhängig erfolgte Verknüpfung der einzelnen Sammelvorgänge wurde dennoch die Einhaltung des statischen Systems gewährleistet.

Auf Grund der jedem Vorgang zugeordneten, eindeutigen Codierung aus Taktzugehörigkeit, Lage und Maßnahmennummer konnte zudem erreicht werden, dass auch in MS Project automatisch taktabhängige von taktunabhängigen Maßnahmen getrennt werden konnten. Entsprechend wurden im Bauablaufplan dann auch zwei unterschiedliche Bereiche definiert, einer für taktabhängige Maßnahmen und einer für taktunabhängige Maßnahmen. Jeder Stab wurde mit MS Project somit zweifach angesprochen. Wurde dem Stab zum Beispiel auf Grund einer taktunabhängigen Maßnahme die Arbeitsdauer von drei Stunden zugeordnet, erfolgte diese Zuordnung der Dauer lediglich im Bereich der taktunabhängigen Maßnahmen, nicht jedoch der taktabhängigen Maßnahmen. Durch den Einsatz der in MS Project zur Verfügung stehenden Filtertechnik wurden im Ergebnis nur diejenigen Vorgänge angezeigt, für die auch tatsächlich Leistungen zugewiesen worden waren: Der betreffende Stab wird somit nur einmal dargestellt.

Praxisgerechte Umsetzung

Bei der Anwendung der Gesamtlösung muss lediglich die vom Tragwerksplaner zur Verfügung gestellte Maßnahmenliste in die Masterdatei in Excel eingelesen werden. Auf Grund der vordefinierten Algorithmen wurden anschließend vom Programm lediglich für diejenigen Maßnahmen neue Eingabewerte verlangt, für die bisher noch keine Werte vordefiniert worden waren. Gegebenenfalls konnten auch Inputdaten für die Bauablaufplanung geändert werden. Nach Vornehmen dieser wenigen Einstellungen wurden die Daten an MS Project übergeben und dort als Grundlage für eine generelle Neuberechnung des Masterplans verwendet. Im Ergebnis lag ein Bauablaufplan vor, der auf der Basis der vorab definierten Stammdaten die voraussichtliche Ausführungszeit für den betreffenden Binder sowie die Ressourcenverteilung über diese Ausführungszeit anzeigte. Überstieg die vom Programm berechnete Ausführungszeit die entsprechenden vertraglichen Vereinbarungen, konnten in den Stammdaten entsprechende Änderungen zum Beispiel der voreingestellten maximalen Ressourcenanzahl durchgeführt werden. Wurde die Einsatzgrenze von Arbeitskräften, die parallel an einem Bauabschnitt arbeiten sollten, erhöht, führte dies unmittelbar zu einer Neuberechnung der Ausführungsfristen und zu einem neuen Abgleich mit der zur Verfügung stehenden Vertragsbauzeit. Das System ermöglichte somit die interaktive Planung, Optimierung und Steuerung des Ressourceneinsatzes und der Ausführungszeit.

Praxisgerechte Arbeitsgrundlagen

Ausgedruckt ergibt ein Bauablaufplan mit ca. 2.000 Vorgängen einen Plan von etwa 10 m Länge – undenkbar für die praktische Anwendung. In MS Project können jedoch sowohl nach unterschiedlichen Kolonnen als auch nach unterschiedlichen Terminbereichen Datenkomprimierungen vorgenommen werden. Ziel sollte in jedem Fall sein, dass die Bauablaufpläne für den jeweils verantwortlichen Polier und eine überschaubare Ausführungszeit, zum Beispiel eine Woche, maximal im Format DIN A3 vorliegen. Nur so kann die Identifizierung der ausführenden gewerblichen Arbeitskräfte mit den Soll-Vorgaben in einem Bauablaufplan erreicht werden. Ohne diese Identifikation mit den Projektzielen bleibt jede Bauablaufplanung Theorie.

Wichtig für die praktische Anwendung ist auch der Vorrang der Ausführung vor Ort. Dies bedeutet, dass die planerischen Soll-Vorgaben zwar Leitbild in der täglichen Projektarbeit sein müssen, ein abweichendes Feedback von den tatsächlichen Gegebenheiten auf der Baustelle jedoch unmittelbar in den Ablaufplan eingearbeitet werden muss. Im Beispiel bedeutet dies, dass bei der Annahme unrealistischer Arbeitszeitaufwandswerte diese Ansätze sofort in den Stammdaten korrigiert und für zukünftige Planungen automatisch berücksichtigt werden können. Die manuelle Korrektur der nahezu 2.000 einzelnen Vorgangsdauern ist damit nicht mehr erforderlich, so dass auch für den Bearbeiter des Bauablaufplanes die Hemmschwelle zur grundlegenden Anpassung der Soll-Vorgaben an die tatsächliche Situation vor Ort entfällt.

Bei der praktischen Anwendung hat sich zudem gezeigt, dass die Verknüpfung der beiden Programme MS Excel und MS Project zuverlässig auch bei großen Datenmengen funktioniert, wenn die Grundprinzipien der externen Datenanbindung eingehalten werden.

Weiterführende Anwendungen

Im Beispiel wurde die Verknüpfung von MS Excel und MS Project angewendet, um den Bauablauf bei der Sanierung von mehr als 20 identischen Stahlbindern zu optimieren. Denkbar ist aber auch eine Anwendung auf sämtliche Arten der Bauausführung, bei denen sich gleichartige Vorgänge wiederholen, aber eine Flexibilität in der Ablaufplanung gewahrt bleiben muss. Prinzipiell lässt sich dabei über die unterschiedlichsten Algorithmen sowohl in MS Excel als auch in MS Project eine Fülle von verschiedenen Sachverhalten abbilden.

Damit stehen für die Ablaufplanung dieselben Instrumente zur Verfügung, wie sie für die Kostenplanung selbstverständlich geworden sind: Der Zugriff jeder einzelnen Projektplanung auf die unternehmensinternen Stammdaten, die auch zentral gepflegt werden können. Konkreter Nutzen eines Bauunternehmens ist somit nicht nur die Verbesserung der Ablaufplanung eines einzelnen Projektes, sondern die Verbesserung des Wissensmanagements in einem Unternehmen generell, da die Vorhaltung, Pflege und Anwendung von Stammdaten eine systematische Aufbereitung des bei den Mitarbeitern vorhandenen, sehr umfangreichen Wissens erfordert und begünstigt.