

Daten-Monitoring im Rohrvortrieb

Vortragende | Autoren: Dipl.-Ing. Maximilian Braumann

Die vierte industrielle Revolution hat die Baubranche erreicht und entwickelt die Prozesse des Planens, Bauens und Betriebens in großen Schritten weiter. Die Digitalisierung des Baubetriebs ermöglicht bereits jetzt eine kabellose Vernetzung von Datenquellen und die Speicherung der Daten in ortsunabhängigen Datenbanken. Aus dem Tunnelbau wurden für den Rohrvortrieb Daten-Monitoring-Systeme entwickelt, mit denen die gesammelten baubetrieblichen Daten automatisch analysiert, bearbeitet und den Prozessbeteiligten über ein Online-Portal zur Verfügung gestellt werden. Dies erleichtert nicht nur die Qualitätskontrolle während der Ausführungsphase, sondern optimiert auch den Bauprozess selbst. Der vorliegende Beitrag zeigt die Funktionen und Möglichkeiten dieser Systeme auf und vergleicht sie mit den Anforderungen der Prozessbeteiligten.

1. Bisheriger Datenfluss der gesammelten Daten

Im Rohrvortrieb ist das Daten-Monitoring noch nicht so weit fortgeschritten wie bei anderen Verfahrenstechniken im Tiefbau. Auf den Baustellen werden die Ist-Werte der Vortriebsparameter in der Ausführung in den Normen festgelegten Intervallen vom Tunnel- und Schmieresystem mit Uhrzeit und Datum lokal im Steuercontainer, im Bentonitcontainer und in der Separieranlage jeweils separat auf einer Festplatte gespeichert. Zusätzlich werden sie der bedienenden Person numerisch in Echtzeit auf einem Monitor angezeigt. Einzelne Parameter, die nicht durch elektronische Sensoren erfasst werden können, werden handschriftlich in Protokollen aufgenommen. Dies trifft zum Beispiel für die Messung und Dokumentation der Bentonitrezepturen und der Berichterstattung über wirtschaftliche Parameter im Bautagebuch zu.

In einem weiteren Schritt werden am Ende jedes Arbeitstages die elektronischen Daten manuell auf einen USB-Stick von jedem der drei Maschinenkomponenten (im Rohrvortrieb sind das grundsätzlich die VTM, der Bentonitcontainer, die Separieranlage inklusive Dekanterzentrifuge) kopiert und dem Bauleiter zusammen mit den handschriftlich erstellten Protokollen übergeben. Anschließend werden die digitalen Daten in ein Excel-Standardprotokoll importiert, in dem aus den Rohdaten Werte wie z.B. Vortriebsleistung berechnet werden. Zusätzlich werden durch den Import der Daten im Excel-File Graphen zur besseren Analyse erstellt und den Grenzwerten aus der Planungsphase und Arbeitsvorbereitung gegenübergestellt. Zur Qualitätskontrolle werden die in den Normen vorgeschriebenen Überwachungsparameter an den Auftraggeber in tabellarischer Form übermittelt. Das Aufzeichnen der Daten dient derzeit hauptsächlich zur Qualitätskontrolle der ausführenden Arbeiten. Die große Menge an Daten, die in den kurzen Intervallen gespeichert werden, verursachen eine ungeordnete und unübersichtliche Datenflut, deren anschließende Bearbeitung und Analyse sehr kosten- und zeitintensiv ist. Aufgrund des großen Arbeitsaufwandes wurde bisher die nachträgliche Analyse der Daten auf ein Mindestmaß begrenzt oder entfällt sogar zur Gänze.

2. Neue Aufnahme und Analyse von Daten durch Daten-Monitoring-Systeme

Eine flächendeckende Internetverbindung auf der Baustelle und die Einführung einer globalen Datenbank verändern den Transport der Daten von Grund auf und ermöglichen einen neuen Datenfluss. Der Kreislauf, in dem Daten vom Planer zum Auftraggeber auf die Baustelle weitergereicht und anschließend wieder zurückgeschickt werden, entwickelt sich in ein System, bei dem alle Beteiligten von einer Quelle aus Zugriff auf die Daten erhalten und automatisch versorgt werden. Alle Soll-Werte aus der Planung werden vor Beginn der Bauarbeiten auf die Datenbank gespeichert. In der späteren Ausführungsphase erhalten das Baustellenpersonal und die Maschinenkomponenten über eine auf der Datenbank arbeitenden Software die Plandaten. Die Ist-Daten der Baustelle werden wiederum auch auf der Datenbank gespeichert. Diese werden von der Software automatisch analysiert, bearbeitet und dem verantwortlichen Baustellenpersonal, dem ausführenden Bauunternehmen und dem Auftraggeber übermittelt. Alle Komponenten auf der Baustelle werden dazu datentechnisch über eine Internetverbindung auf die globale Datenbank online gestellt.

Daten-Monitoring-Systeme nutzen diese digitale Verbindung mit den Baustellenkomponenten, um auf Daten selbstständig zuzugreifen. Sie filtern, analysieren, bearbeiten und stellen die Daten dar. Somit wird eine manuelle Weiterverarbeitung der Rohdaten vermieden.

3. Daten-Monitoring-Systeme im Rohrvortrieb

Daten-Monitoring-Systeme wurden aus dem Tunnelbau für den Rohrvortrieb adaptiert. Ausgehend vom Standardaufbau des jeweiligen Systems wird dieses vor Beginn der ausführenden Arbeiten für jedes Projekt angepasst. Dem Kunden – welcher in den meisten Fällen das ausführende Unternehmen ist – wird das Programm mittels Administrator-Zugang übergeben. Dieser kann nun weitere Zugangskonten für weitere Benutzer wie internes Baustellenpersonal, Bauherren oder Dritte erstellen, um so den Zugriff auf die gesammelten Daten über das Internet zu ermöglichen. Alle Accounts können unterschiedliche Zugriffsrechte oder Darstellungsoptionen besitzen.

Die gesamte automatische Analyse und Bearbeitung der Daten erfolgt durch das System in einer globalen Datenbank.

Daten-Monitoring Systeme bieten grundsätzlich drei Hauptfunktionen:

- Ö Berichterstattung
- Ö Echtzeit-Wiedergabe der Vortriebsparameter
- Ö Erstellung von Statistiken der gesammelten Daten

4. Anforderungen an die Daten-Monitoring-Systeme

Durch Daten-Monitoring-Systeme können fast alle Parameter automatisch aufgezeichnet und dokumentiert werden. Zur vollständigen Bewertung der Systeme galt es herauszufinden, wie die

Daten gespeichert und bearbeitet werden müssen, um alle Anforderungen der verschiedenen Benutzer zu erfüllen. Dies betrifft einerseits das Speicherintervall und andererseits die Berichterstattung der Daten. Im Vorfeld der Befragung wurden die Benutzergruppen des Systems analysiert und verschiedene Gruppen gebildet. Die Auswahl der Gruppen zielte auf eine Auswahl von verschiedenen Beteiligten am Bauprozess ab, die hauptsächlich vom Daten-Monitoring profitieren:

- Planer/ÖBA
- Geschäftsführer des ausführenden Unternehmens
- Bauleiter
- Bautechniker
- Bediener der Vortriebsmaschine

In jeder Beteiligungsgruppe wurden verschiedene Personen mit ausreichend beruflicher Erfahrung ausgewählt und der Befragung unterzogen. Als Medium der Befragung diente ein Fragenkatalog, in dem 81 sogenannte Key Performance Indicators (KPI) behandelt wurden. Zu jedem KPI wurden den Befragungsgruppen Auswahlmöglichkeiten zum Zusendeintervall und Darstellungsform der statischen Berichterstattung und Aktualisierungs- bzw. Speicherungsintervall und Darstellungsform der dynamischen „Echtzeit-Überwachung“ angeboten. Ergebnis der Analyse ist die gewünschte Informationsaufbereitung der Berichterstattung und Echtzeitüberwachung für jeden Parameter und Prozessbeteiligungsgruppe. Die Angaben der Befragten wurden tabellarisch ausgearbeitet. Diese Auswertungen bilden eine Art Pflichtenheft für die Einstellungen der Benutzer ab.

Zusätzlich ergab die Auswertung einen Katalog der Mindestspeicherintervalle für jeden Parameter. Dieser kann in der Praxis für die Einstellung der Datenspeicherung gesehen werden. Es wird dadurch ein gutes Gleichgewicht zwischen Nachvollziehbarkeit der Daten und Speicherkapazität erreicht.

5. Fazit und Ausblick

Der Vergleich der Anforderungen der befragten Prozessbeteiligten mit den untersuchten Daten-Monitorings-Systemen zeigt, dass alle geforderten Datenverläufe und Statistiken anforderungsgerecht automatisch bearbeitet und erstellt werden. Jede befragte Gruppe hat jedoch sehr unterschiedliche Interessen in Bezug auf Berichterstattungsintervall und Parameteranzahl. Eine Anpassung zur Unterscheidung der verschiedenen Anwendungsgruppen in den Systemen ist deshalb durchaus sinnvoll. Bislang müssen diese Einstellungen bei jedem Projekt vor deren Einsatz manuell programmiert werden.

Zur Verbesserung des Monitorings ist außerdem noch die digitale Aufzeichnung und Einbindung aller Parameter notwendig. Derzeit werden einige Daten, wie zum Beispiel betriebswirtschaftliche Daten im Bautagesbericht oder Messwerte aus dem Bentonitlabor, manuell aufgezeichnet und weitergeleitet. Dies würde weitere Eingabegeräte oder zusätzliche Eingabemasken direkt ins System am Baustellencomputer erfordern. Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung von drahtlosen Tablets, die mit dem System verbunden sind.

Für die Nachvollziehbarkeit der Daten zur Qualitätskontrolle sowie zur Prozessoptimierung sind die Aufnahme, Speicherung und Analyse von einer großen Anzahl von Parametern erforderlich. Gegenwärtig macht die digitale Vernetzung von Maschine, Managementsystem und Mensch große Fortschritte, wodurch das Datenmanagement erleichtert wird. Der Prozess wird durch moderne Daten-Monitoring-Systeme aufgezeichnet und analysiert, wodurch die Qualitätskontrolle und Prozessoptimierung deutlich verbessert wird.