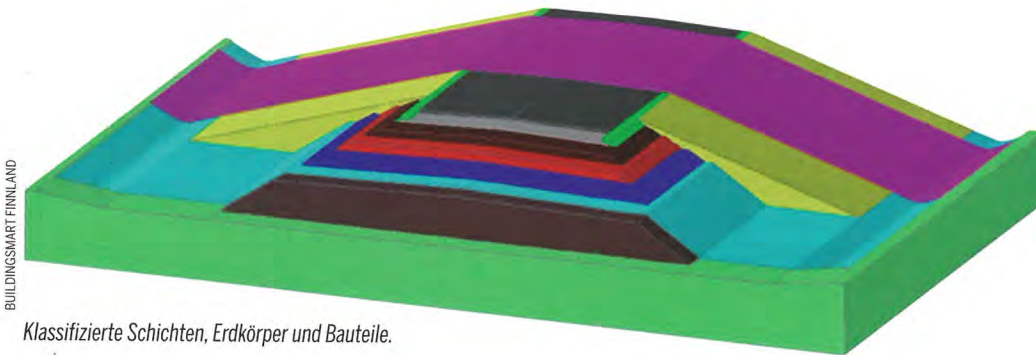


Modellbasiertes Aufmaß und Abrechnung für eine **papierlose** Straßenbaustelle

Im Straßenbau wird vielfach noch mit lageorientierter Trassenplanung sowie Längs- und Querprofil gearbeitet. Dabei entstehen teilweise große 2D-Pläne mit Höhenangaben, ergänzt um die erforderlichen Profile. Es folgen auf den meisten Baustellen statische Absteckungen, da noch nicht für alle Erdbauarbeiten Baumaschinensteuerungen eingesetzt werden. Die Bauausführung ist ohne vorbereitende und kontrollierende Vermessungsarbeiten nicht möglich. Diese Vermessungsarbeiten gelten gemäß VOB als Nebenleistungen und sind für die Leistungserstellung auf der Baustelle zu erbringen, der Auftragnehmer erhält dafür jedoch keine gesonderte Vergütung. Die Reduzierung von Nebenleistungen führt also zu einem Kosten- und Zeitvorteil. Das ist auch in Zeiten des Fachkräftemangels von Bedeutung, sorgt dies doch für eine deutliche Aufwandsreduzierung für die »knappen« Geodaten. Der Limburger Technologieexperte für die mobile Automation MOBA verweist auf die besonderen Fortschritte, die sich durch ein in Finnland bereits gebräuchliches Lösungsmodell erzielen lassen.



Klassifizierte Schichten, Erdkörper und Bauteile.

Auf größeren Straßenbaumaßnahmen finden sich Baumaschinensteuerungen unterschiedlicher Ausprägung. Verbreitet sind semi-automatische Raupen- bzw. Grader-Steuerungen und Führungssysteme für Bagger – semi-automatische Baggersysteme sind noch selten. Da diese auch hier nicht für jeden Arbeitsschritt zum Einsatz kommen, ist die Übertragung der Planvorgaben in die Örtlichkeit

durch Absteckungen noch notwendig. Sie werden aber zunehmend von einer kinematischen Absteckung mittels Baumaschinensteuerung verdrängt.

Der »digitale Zwilling« als Grundlage

Ziel der Zukunft ist eine »papierlose« Baustelle: Alle relevanten Daten, Informationen und Unterlagen werden nur noch digital und damit viel schneller aus-

getauscht. Der Vorteil liegt dabei in der ständigen und verlässlichen Aktualität. Die Grundlage bildet ein einheitliches, von allen Beteiligten genutztes, bauteilorientiertes 3D-Modell, genannt »digitaler Zwilling«. Er enthält alle geometrischen sowie semantischen Informationen eines Bauteils, einer Schicht bzw. eines Erdkörpers und wird über den gesamten Lebenszyklus von Erstellung, Erhaltung, Verwaltung

und abschließend Rückbau in einer kollaborativen Arbeitsweise genutzt.

Offene Schnittstellen und herstellerunabhängige, standardisierte Formate ermöglichen den verlustfreien Datenaustausch und vermeiden gleichzeitig das Neuerstellen von Plänen, manuelle Neueingaben und dabei lauernde Fehler. Ein solches standardisiertes Datenmodell hat die internationale Organisation buildingSMART mit den Industry Foundation Classes (IFC) geschaffen.

Die Umsetzung in die Praxis

Die Baumaschinensteuerung nimmt in der Ausführungsphase kontinuierlich die Ist-Geometrie des Schichtenaufbaus, der Erdkörper und weiterer Bauteile auf. Die so gelieferten Messpunkte bekommen automatisch den im Planmodell vorgesehenen Klassifizierungscode zugewiesen. Bei der automatisierten Zuordnung (gemäß dem Prinzip des codierten Aufmaßes) können eigene unternehmens- bzw. baustellen-spezifische Codierungssysteme verwendet oder später nach IFC Release 5 erstellt werden. Solange letzteres noch nicht bereitsteht, bietet sich auch das finnische InfraBIM Classification

MOBA (3)	RD-seläkkeiden mukainen koodi	InfraBIM	Nimike	Designation (enGB)
1	Tunnus	Tunnus	Otaikko	
178	1800	180000	Penkereet, msaapadot ja täytöt	Embankments, earth dams and fills
206	-	-	-	-
207	2000	200000	Päällyys- ja pintarakenteet	Pavement and surface constructions
208	-	201000	Ylin yhdistelmäpinta	Highest combination of surface
209	-	201100	Väylarakenteen alapinta	Bottom surface of road structure
210	-	201200	Alin yhdistelmäpinta	Lowest combination of surface
211	-	-	-	-
212	2100	210000	Päällysrakenteen osat ja radan alusrakennekerrokset	Pavement components and railway substructure
213	-	210000	Alusrakenteen ylin yhdistelmäpinta	Highest combination of surface in subgrade
214	2110	211000	Suodattorakerrokset	Filter structures, insulation structures
218	2120	212000	Jakavat kerrokset, eristyskerrokset ja välikerrokset	Subbase courses, filter courses, and subgrades
219	2121	212100	Jakavat kerrokset	Subbase courses
220	2122	212200	Erityskerrokset rata- ja rautatieosissa	Subgrade in railway structures
221	2123	212300	Välikerrokset rata- ja rautatieosissa	Sub-ballast in railway structures
222	2129	212900	Muut jakavat tai eristävätkerrokset	Other subbase courses and subgrades
223	2130	213000	Kantavat kerrokset	Base courses
227	2140	214000	Päällysteet ja pintarakenteet	Asphalt pavements and other surface structures
234	2150	215000	Silyntäjäkerrokset	Transition structures
237	2160	216000	Erityskerrokset	Special structures
238	2161	216100	Pienarävyt	Shoulder fill
239	2162	216200	Päällysrakenteen liittimet	Pavement reinforcement
240	2169	216900	Muut erityskerrokset	Other special structures
241	-	-	-	-
242	2200	220000	Reunatuet, kourut, askelmat ja eroosiosuojaukset	Verbs, gutters, steps and protections against erosion
256	-	-	-	-
257	2300	230000	Kasvillisuuskerrokset	Planting constructions
276	-	-	-	-
277	2400	240000	Ratojen päällysrakenne	Railway superstructure

Der Auszug aus dem sogenannten finnischen InfraBIM-Modell gibt einen Einblick und entspricht zwei der Schichten eines in Deutschland durchgeführten Piloten.

System YIV 2019 mit mehr als 600 Codes und Bezeichnungen an. Die Baufortschrittskontrolle, Zwischen- sowie Endabrechnung und Datenbereitstellung für den digitalen Zwilling werden so vereinfacht und beschleunigt. MOBA verweist auf Untersuchungen, die eine Gesamtkosteneinsparung bei einer Baumaßnahme von 17 % ergeben haben. Nach Abzug der eigentlichen Ausführungszeit, die in der konventionellen und der maschinensteuerungsgestützten Methode gleich ist, betrage die Zeitersparnis bei den übrigen Baustellenarbeiten gar 46 %.

Tägliche Qualitätsmessungen

Sicherheit für richtige Messungen bietet ein Konzept von Qualitätsmessungen. Diese erfolgen täglich durch den Baumaschinenfahrer selbst sowie wöchentlich durch den Baustellenvermesser. Zusätzlich können zusammen mit dem Auftraggeber Kontrollmessungen vorgenommen werden. Durch eine gemeinsame Feststellung der erbrachten Bauleistung durch Auftraggeber und Auftragnehmer werden spätere Unstimmigkeiten vermieden. Das Qualitätskonzept garantiert, dass der Vermesser weiter die Genauigkeit sicherstellt und überwacht, ohne dabei seine Zeit für einfache Routineaufgaben zu verbrauchen. Das Konzept ist vergleichbar mit dem der Bohrkerne beim Deckeneinbau.

Alle Messergebnisse – von der Ist-Aufnahme durch die Maschinensteuerung bis hin zu den

Qualitätsmessungen durch den Baustellenvermesser – werden in einer Cloud für alle Beteiligten einsehbar dokumentiert.

Direkte Übernahme bereits zugelassen

MOBA führt große Auftraggeber wie die DEGES oder die Deutsche Bahn an, die in ihren BIM-Regelwerken bereits die Leistungserfassung durch vernetzte Baumaschinensteuerungen mit ei-



Praxisbeispiel 1,2 km Landstraße in Finnland.

FAKTEN

Praxisbeispiele

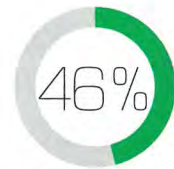
- Bei einer 1,2 km langen Landstraße konnten in Finnland rund 410 Stunden an Vermessungsaufwand und 7 600 gefahrene Kilometer gegenüber der traditionellen Vorgehensweise eingespart werden.
- Bei einem 4,5 km langen Teilabschnitt einer Umgehungsstraße wurde der Vermessungsaufwand mit Einsatz des modellbasierten Arbeitens rund halbiert.
- Bei dem 74 km langen Ausbau der Bahnstrecke Helsinki – Riihimäki konnten bisher 20 % der veranschlagten Baukosten eingespart werden.
- In Deutschland wird im Straßenbau das Datenmodell mit dem IFC Release 5 eingeführt. Damit scheinen erst einmal weiter die erprobten 2D-Methoden auf Basis eines Lage- und Höhenplans zur Verfügung zu stehen, auf deren Grundlage die digitalen 3D-Geländemodelle erstellt werden. Doch auch hier gab es bereits ein Pilotprojekt zur Erprobung der modellbasierten Arbeitsweise. Das 3D-Modell wurde mittels Codierung untergliedert, innerhalb einer Cloud-Plattform für alle Maschinen verfügbar gemacht und anschließend durch den Einsatz von Baumaschinensteuerungen in einem vernetzten Arbeitsablauf bearbeitet und fertiggestellt.



Modell einer kleinen Pilotbaustelle in Deutschland.

ner direkten Übernahme in die 3D-Modelle zugelassen hätten. Sie solle dann als Grundlage zur Abrechnung dienen, ohne eine zwingende persönliche und gemeinsame Feststellung vor Ort. Selbst wenn noch keine rechtliche Regelung für eine digitale gemeinsame Feststellung existiere, werde hiermit der grundsätzliche Rahmen dafür geschaffen. Und weil zusätzlich Vertragsfreiheit gelte, sei es angeraten, sich mit dem Auftraggeber vorab auch auf diese Leistungserfassung zu verständigen.

In der Praxis gilt rein digital zu bauen, erfassen, prüfen, abzurechnen und zu dokumentieren, ganz ohne Papier, schon jetzt als möglich. In Nordeuropa, insbesondere in Finnland, werde, so MOBA, diese kontinuierliche »volumenorientierte Baufortschrittskontrolle« erfolgreich praktiziert. Entsprechend sei modellbasiertes Aufmaß und Abrechnung mit vernetzter Baumaschinensteuerung dort be-



MOBA verweist auf Untersuchungen, die eine Gesamtkosteneinsparung bei einer Baumaßnahme von 17 % ergeben haben. Nach Abzug der eigentlichen Ausführungszeit, die in der konventionellen und der maschinensteuerungsgestützten Methode gleich ist, betrage die Zeitersparnis bei den übrigen Baustellenarbeiten sogar 46 %.

reits Standard auf allen größeren Infrastrukturmaßnahmen.

Die Vorteile für Auftragnehmer und -geber bei dieser zukunftsweisenden Methode liegen für MOBA auf der Hand: Eine schnelle Informationsverfügbarkeit in der Baufortschrittskontrolle wird in Echtzeit ermöglicht. Dadurch lassen sich während der Bauausführung schneller Probleme oder Fehler erkennen und vermeiden. Nacharbeiten reduzieren sich. Durch die teilautomatisierte Leistungserfassung mittels Baumaschinensteuerung reduzieren sich Vermessungsaufwand und -kosten deutlich. Und durch die Zeiterparnisung beim Vermesser als auch bei der Bauausführung durch weniger Nacharbeiten kann auch dem Fachkräftemangel begegnet werden.