



# Die Revolution des Bauens

Warum entstehen Autos am Fließband – und Bauwerke nicht? Professor Willibald Günthner hat mit seiner Vision, den Bauprozess zu ökonomisieren, ein Forschungsprojekt ins Leben gerufen, das die Erstellung von Bauwerken revolutionieren könnte



Pos 48° 26'11"N - 10° 56'10"E  
+543,28 GNM  
34,4 m/s, 54,83°  
Ankunftszeit 15 Uhr 12



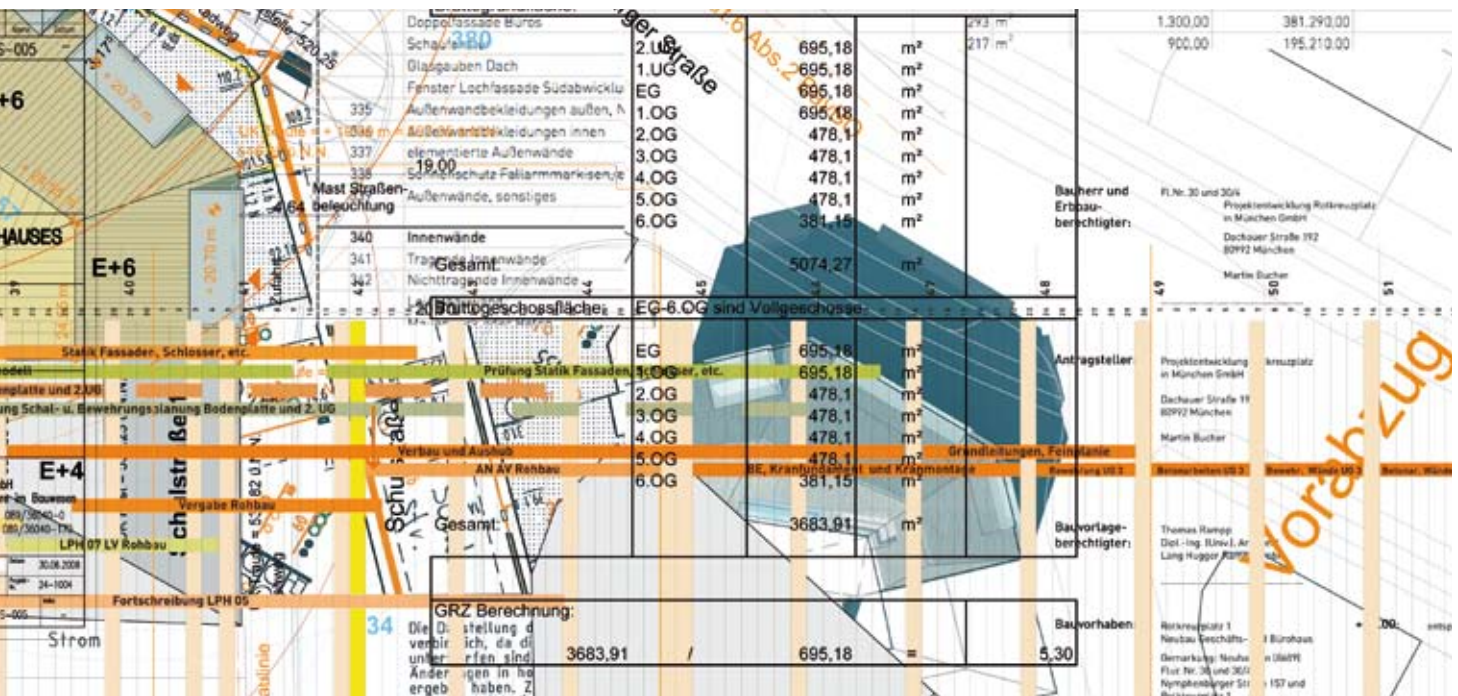
**B**litzsaubere Werkzeuge, vollautomatische Fertigungsstraßen, Förderanlagen und Roboter; Bauteile gleiten auf die Facharbeiter zu. Die haben nur Zugriff auf automatisch bereitgestellte Bauteile, was die Fehlerquote dramatisch vermindert. Hier fließt alles, bewegt sich alles, es gibt weder Stillstand noch Schmutz – es herrscht konzentrierte Arbeitsatmosphäre: Der Blick auf eine Produktionsstraße eines Automobilherstellers zeigt uns, dass hochökonomisch, nahezu perfekt und fehlerfrei gearbeitet werden kann.

Wie anders das Bild auf vielen Baustellen! Die häufigsten Probleme, die bei Großprojekten auftauchen: Das Warten auf Spezialisten, die einen wichtigen Arbeitsschritt leisten müssen; fehlendes oder falsch geliefertes Material; falsche Taktung von einzelnen Leistungen und fehlerhafte Planung bis hin zum handfesten Pfusch am Bau. Nicht erfüllte Verträge und Budgetüberschreitungen sind weitere Gründe für das Image der Bauindustrie. ▶



**Nachtbaustelle BMW-Welt:** Die Luftaufnahme zeigt eine hochkomplexe Baustelle. Das Projekt weist in architektonischer, wirtschaftlicher und technischer Hinsicht höchste Schwierigkeitsgrade auf. Umso wichtiger ist eine gute Ablaufplanung der Baustelle





**Realisierung:  
Vorbereitung / Ausführung**

Planungsbüros für Automobilbau. Die Zulieferer wären nicht auf einige Abnehmer spezialisiert, sondern würden jeden einzelnen Auftrag für ein Auto neu anbieten, jeden Auftrag neu akquirieren und müssten sich dabei auf immer neue Projektpartner einstellen. Die Folge wäre ein Verlust an Effizienz und Struktur aller Prozesse der Branche.

Professor Günthner entwickelt daraus seine Vision: Wenn eine feste Bindung vieler Gewerke und die Vereinheitlichung der Produkte durch wenige, sehr potente Hersteller einen hochspezialisierten, ausgefeilten und effizienten Herstellungsprozess im Automobilbau entstehen ließ – warum sollte das nicht auch in der Baubranche möglich sein?

In Günthners Vision werden auf der Baustelle der Zukunft Materialien mit hohem Präzisionsgrad vorgefertigt und erst im Moment der Montage geliefert. Die Produkte tragen Informationen mit sich, sie stehen im Datenaustausch mit der interaktiven Planung, die im dreidimensionalen Konstruktionssystem Kosten und Zeit integriert und sich deshalb stets auf die aktuelle Situation einstellen kann. Es entsteht ein Planungssystem, das intelligent und dynamisch reagiert.

Das Projekt „ForBAU“ könnte ein Meilenstein dieser Bestrebungen werden. Das Forschungsprojekt ist im Tiefbau richtig angesiedelt, denn hier ist die Anzahl der be-

teiligten Gewerke geringer und es gilt nicht, einem höheren Gestaltungsanspruch gerecht zu werden wie im Hochbau. Hier setzt die Forschung von Professor Günthner und seinen Mitstreitern an. Die Verbesserungen im Tiefbau sollen nicht durch neue Tiefbautechniken erzielt werden: Es geht vielmehr um Logistik, um Information, Kommunikation und Organisation. Verbessert man diese durch gezielte Forschung und Entwicklung, kann mittelfristig der Straßenbau zum Beispiel über 30 Prozent effizienter werden.

**Die ForBAU-Idee: Vereinfachung**

Ein Beispiel für diesen Forschungsansatz ist die radikale Vereinfachung der Informationsstruktur. So werden heute für jedes Bauwerk unzählige Plansysteme in z. T. völlig verschiedenen Informationsebenen generiert, es existieren dazu Parallelwelten an Schriftverkehr, unglaubliche Mengen an Bildmaterial von Baustellen und deren Zuständen. Geht es nach ForBAU, so steht zukünftig vor allem die Zusammenführung der Information im Mittelpunkt. Gäbe es zum Beispiel ein zentrales Modell, in das alle Projektpartner ihre Daten einspeisen und aus dem alle Beteiligten lesen, wären viele Arbeiten überflüssig und die Fehlerquellen minimiert. Diese Mutterdatei wird im Projekt ForBAU entwickelt. Sie ist dreidimensional angelegt und kann viele Din- ▶

# Bauprozesse

ge, die bisherige Planungswerkzeuge nicht können. Es gibt zukünftig nicht weniger, sondern mehr Daten – aber sie fließen an einer sinnvollen Stelle zusammen. Das Modell ist auf vielen Ebenen vernetzt und bildet das Kernstück des Projekts: Ein solches parametrisches Modell ist dreidimensional, schnell anpassbar und mit zusätzlichen Informationen für nachgelagerte Bereiche versehen. Im Bauwesen bilden ausgedruckte Pläne hingegen zumeist noch immer die Planungsgrundlage, die gelegentlich durch dreidimensionale Zusatzinformation unterstützt wird.

Der Vorteil des produktmodellbasierten Ansatzes ist, dass im Falle einer Bauteiländerung sämtliche Folgeänderungen im System aufgezeigt und sofort simuliert

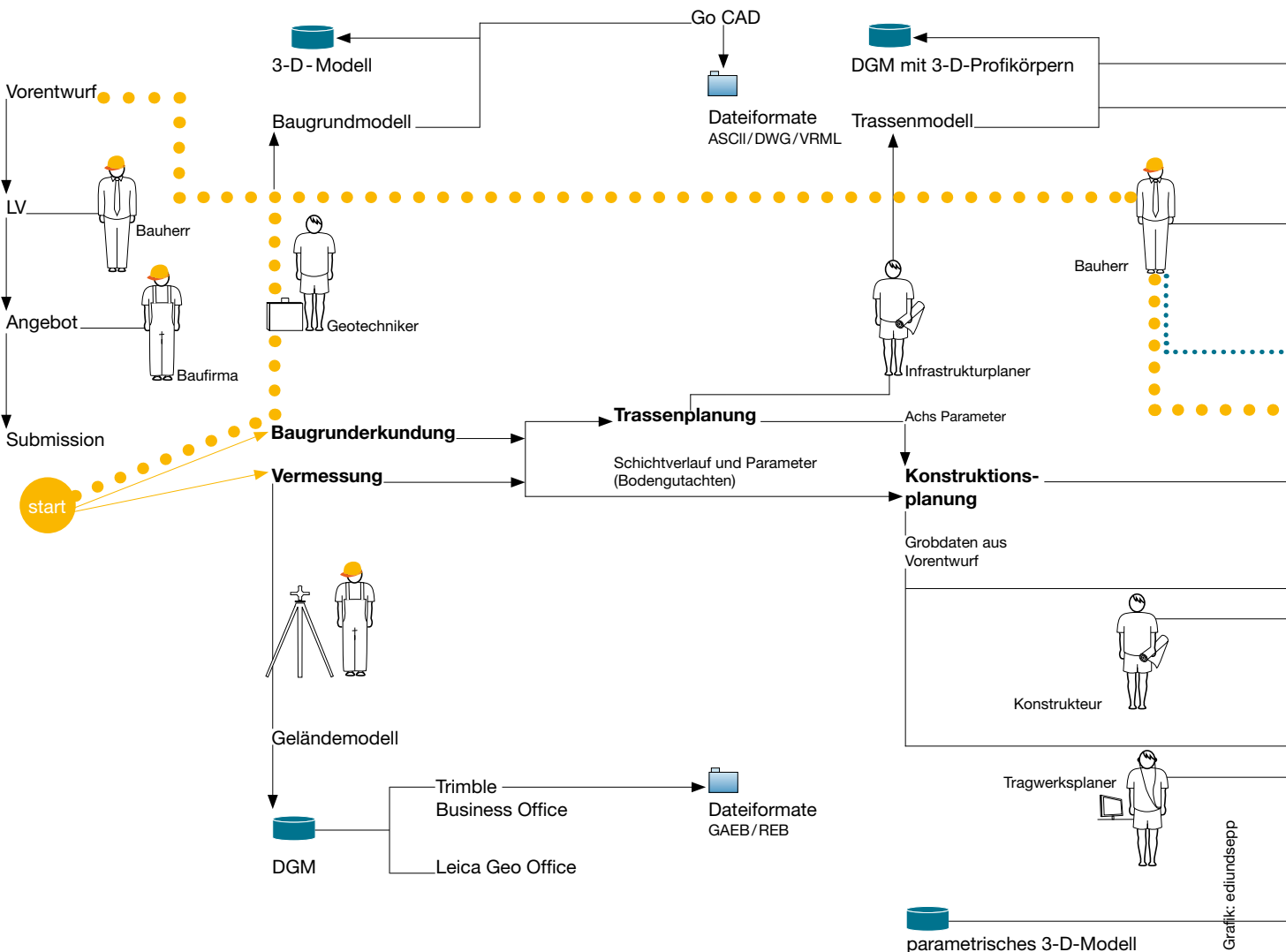
werden können. Somit lassen sich Baustelle und Produkt stets realitätsnah darstellen. Unsicherheiten und Vermutungen, menschliches Versagen und das Vergessen funktionaler oder kausaler Zusammenhänge werden deutlich reduziert. Darin sehen sämtliche 32 Industriepartner, die hohes Engagement für das Projekt aufbringen, besonders viel Potenzial.

Von großer Bedeutung sind in diesem Zusammenhang die Vernetzung und das Management des zentralen Modells. Jeder am Bau Beteiligte sollte abhängig von seinen Aufgaben auf bestimmte Datensätze via Internet zugreifen können. Dieses Vorhaben soll mithilfe von Produktdatenmanagement-Systemen (PDM) realisiert werden. Das PDM kann mehr als alle bisher gebräuchlichen

## Der Bauablauf als Schema

### Vorhaben: Grundlagenermittlung/Vorentwurf

### Bauplanung



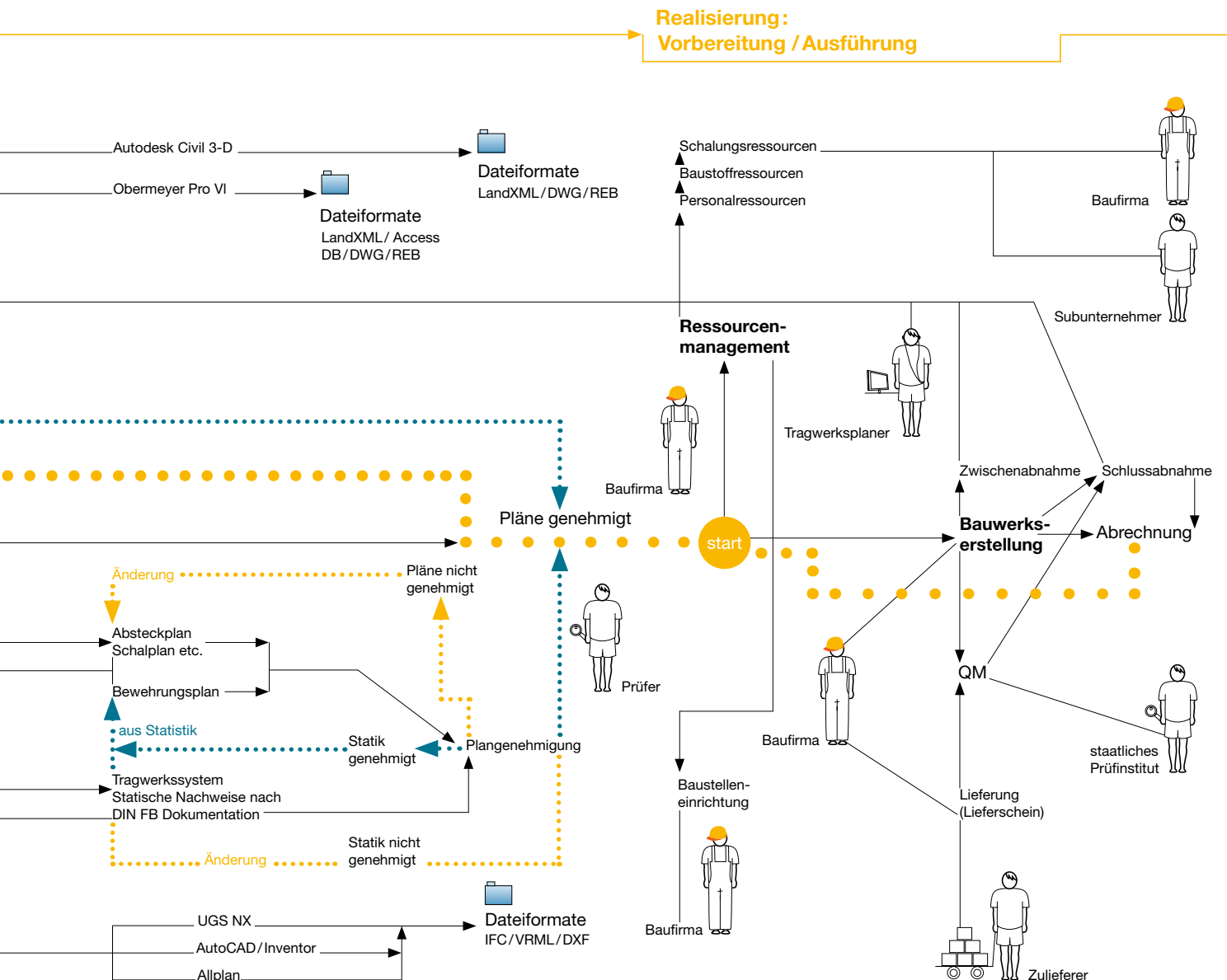
Grafik: edlundsapp

3-D-Modelle. Die Mitglieder des Forschungsverbands sprechen von 4- und 5-D-Lösungen, die erarbeitet werden können. Einfach ist die Vieldimensionalität des Bauens nicht, hat man doch weiterhin nur drei Dimensionen des Raums zur baulichen Entfaltung zur Verfügung. Die weiteren Dimensionen sind die Begleitgrößen Kosten und Zeit. Beide können mit den gewünschten Taktungen, Staffellungen und Kosten in die Simulationsprozesse integriert werden.

Bei der Simulation einer Baustelle ist die zeitliche Abfolge der Arbeitsschritte wesentlich. Dazu gehören die Rhythmen der Be- und Entlieferung, die Zwischenlagerung von Material, die Schichtwechsel und Freizeitregelungen der Teams ebenso wie Schwierigkeiten, die sich

aus Dunkelheit, Witterung, Verkehrssituation und technischen Pannen ergeben. Cornelia Klaubert, Assistentin am Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (FML) der TUM und Projektleiterin bei Professor Günthner, veranschaulicht dies mit einem Szenario, das aus den Daten der Ablaufsimulation einer innerstädtischen U-Bahn-Baustelle generiert wird:

Liegt ein Laster defekt in der Baustellenzufahrt, ruhen weite Teile des Betriebs. Anderer Lieferverkehr ist nicht möglich, der Aushub aus den Schächten, der die Aufzugsanlage und die knappen Zwischenlagerungsflächen blockiert, verhindert größere Aktivität. Nun können Szenarien in Echtzeit geprüft werden: Reparatur vor Ort, Abtransport, das Errichten einer Ersatzzufahrt usw. ▶







**Gründungsarbeiten für eine neue ICE-Trasse:** Bohrpfahlgründungen halten die „Feste Fahrbahn“, ein Stahlbetonträgersystem, in das Geleise verschraubt werden. Nach der Bohrung werden die zylindrischen Bewehrungskörbe eingesetzt, die mit Beton vergossen werden

Die Beteiligten können sich auf alle Fälle sicher sein, die jeweils beste Lösung auf Basis von Fakten ausgewählt zu haben. Dieter Stumpf, Geschäftsführer des im Forschungsverbund agierenden Planungsbüros SSF Ingenieure, nennt ein anderes Beispiel: „Nehmen sie die räumlich beengte Situation in einem Bahnhof: Nächtliche Sperrungen einzelner Hochspannungsleitungen etwa zum Einbau einer Fußgängerbrücke sind teuer und meist nur für kurze Zeitspannen realisierbar sowie aufwendig in der Vorbereitung. Auf Basis eines Produktmodells könnten wir mithilfe der Ablaufsimulation die Einfahrt, das Entladen, Einheben und Einrichten großer Fertigteile simulieren.“ Somit könnten Bauablauf und -zeiten geplant werden. Vermutungen über Abläufe und Zeitdauer sind ausgeschlossen.

Zukünftig könnten die Steuerungsbefehle für die Simulation als Lenkkommandos gespeichert und im Realisie-

rungsfall neuerlich eingesetzt werden. Bisher sind solche komplexe Datensysteme an den unterschiedlichen Anforderungen sowie an einer schwer in den Griff zu bekommenden Rechteverwaltung gescheitert. Die Verwaltung von Rechten und Pflichten innerhalb der Planungsprozesse ist auch beim Projekt ForBAU eine der größeren Herausforderungen.

#### **Die vier Teilprojekte von ForBAU**

Professor Günthner erläutert die Bandbreite so: „Das Projekt ist sehr groß, deshalb haben wir es in vier Teilprojekte zerlegt: BAU-IT erzeugt das 3-D-Modell, BAU-SIM generiert den Prozess, BAU-LOG dessen Logistik und BAU-IDENT entwickelt Informationssysteme für Rückmeldungen von der Baustelle.“

BAU-IT, das Projektmodul zur Datensammlung, bedient sich vieler in anderen Disziplinen verbreiteter Technolo-



**Koordination:** Der Baustellenzustand muss fortlaufend überprüft werden, Einzelarbeiten müssen koordiniert und eingetaktet werden, um Wartezeiten zu vermeiden. Terminsicherheit und die Einhaltung gegebener Budgets hängen wesentlich vom Baustellenmanagement ab

gien. Das beginnt beim Aufmaß und der geologischen Voruntersuchung. Die Bohrungen für die Baugrundausswertung ergeben Punktwolken der Menge  $10^{12}$ . Die neuesten Näherungsmethoden aus der Robotik und die Generierung so genannter neuronaler Netze erlauben die Übersetzung der Punkte in Flächen- und Volumenelemente, die in 3-D-Modellen erfasst sind. Die Datensätze speisen die Forscher direkt in das Produktdatenmanagement-System ein. Ergänzt werden diese Aufnahmen durch Maße aus der Laserscantechnik.

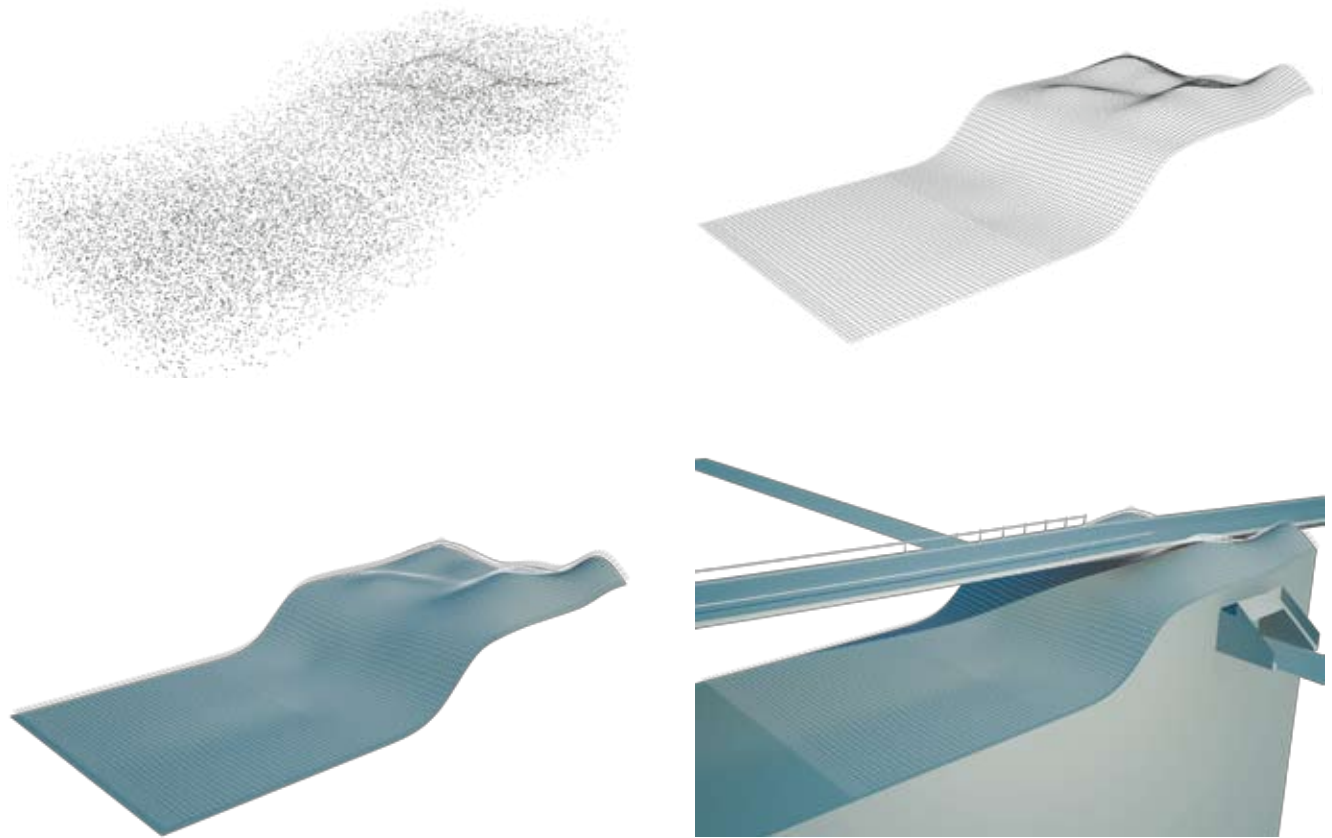
Die damit generierten Punktwolken werden über ein ebenfalls aus der Robotik stammendes Vermaschungssystem als Modell benutzbar gemacht. Weitere Informationen gewinnt BAU-IT aus den zum Teil intelligent vernetzt arbeitenden Baumaschinen: Tiefbohrgeräte, Walzen und andere Maschinen auf der Baustelle nehmen bereits jetzt viele Informationen zu Untergrund, Po-

sition und zum Teil zu Materialeigenschaften auf. Diese Informationen müssen nur richtig aufbereitet und eingepflegt werden.

### **Schlanke Lagerhaltung**

BAU-SIM veranschaulicht und simuliert alle Aspekte und Phasen des Bauablaufs. Deshalb sind neben den harten Daten der Baustelle bzw. all ihrer Zustände auch die Maschinendaten wie Geschwindigkeiten, Wenderradien und mehr hinterlegt. So werden Abläufe realitätsnah simuliert und Ergebnisse prognostizierbar.

BAU-LOG beschäftigt sich mit der Logistik und deren Anwendungen für eine Baustelle mit möglichst schlanker Lagerhaltung. Wesentlich für die Effizienzsteigerung ist die Regelung der Baustelleneinrichtung, der Lagerhaltung und des Nachschubs. Schwer zu transportierende Elemente wie Brückenträger müssen auf dem ▶



**Entstehung des 3-D-Modells:** Aus der ermittelten Punktwolke wird ein Flächenmodell errechnet. Dieses wird durch 3-D-Vorplanung und Bodendaten zum Volumenmodell ausgebaut. Daraus entsteht im weiteren Planungsprozess ein verfeinertes Fertigungsmodell

Weg zur Baustelle und vor Ort sehr intensiv betreut werden. Auch deshalb sollen künftig viele Bauteile mit kleinen Chips versehen sein – so genannte „RFID“-s, auf denen Materialeigenschaften, Einbauer oder Hersteller gespeichert werden, um spätere Maßnahmen wie die Sanierung zu unterstützen. Die Chips können geortet, ihre Informationen ausgelesen werden. So können zum Beispiel Mitteilungen als SMS an die Bauleitung gesendet werden, wenn der angefragte Brückenträger das Werkstor passiert hat oder sich in bestimmtem Abstand zur Baustelle befindet. Straßensperrungen und Maschineneinsatz sind effektiv planbar, Wartezeiten werden auf ein Mindestmaß reduziert. Das Modul BAU-IDENT beschäftigt sich intensiv mit der Realisierbarkeit dieser kleinen Informationsträger.

Im Projekt gibt es bereits eine Reihe von Erfolgen: Probebaustellen laufen, die projektierten Teilvorhaben sind bisher mit großem Erfolg umgesetzt. Viele Beteiligte wie die Planer können die Realisierung des Projekts kaum

abwarten – denn es geht nur noch um das Zusammenfügen der Ideen. Das ist der Kern der Problemstellung und die Hauptschwierigkeit im Projekt. Erst wenn alle Planungs- und Realisierungsschritte gleichberechtigt und sicher eingebunden sind, kann eine Vision wie diese für so komplexe Abläufe wie das Bauen umgesetzt werden. Vielleicht sieht es auf Baustellen bald ähnlich aus wie heute schon bei BMW oder VW in der Fertigungsstraße: Große Brückenträger gleiten gleichmäßig zum Einbau, werden in der richtigen Reihenfolge und fehlerlos montiert, verarbeitet und integriert; es gibt keinen Stillstand mehr, weniger Schmutz, weniger Lärm, weniger Pfusch, weniger Kosten – und auch weniger Diskussion über Verantwortlichkeiten.

Der chaotische Charme ineffektiver Kleinbaustellen geht dann allerdings verloren. Und das Berufsfeld der Baujuristen wird kleiner. Denn dann wird mehr gebaut und weniger gestritten werden. Eine schöne Vision.

*Florian Hugger*