



Research, Development Innovation 2017/18



ZÜBLIN STRABAG
TEAMS WORK.

Der STRABAG-Konzern auf einen Blick

STRABAG ist ein europäischer Technologiekonzern für Baudienstleistungen, führend in Innovation und Kapitalstärke. Unser Angebot umfasst sämtliche Bereiche der Bauindustrie. Dabei schaffen wir Mehrwert für unsere Auftraggeberschaft, indem unsere spezialisierten Unternehmenseinheiten die unterschiedlichsten Leistungen integrieren und Verantwortung dafür übernehmen: Wir bringen Menschen, Baumaterialien und Maschinen zur richtigen Zeit an den richtigen Ort und realisieren dadurch auch komplexe Bauvorhaben – termin- und qualitätsgerecht und zum besten Preis. Kurz: Wir übernehmen Teile des Risikos und entlasten dadurch unsere Auftraggeberschaft.

Durch das Engagement unserer knapp 73.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind wir eines der wenigen Unternehmen, die Leistungen entlang der

gesamten Bauwertschöpfungskette anbieten können – vom Entwurf über die Planung und den Bau bis hin zu Property & Facility Services bzw. Betrieb und Abbruch. So erwirtschaften wir jährlich eine Leistung von mehr als € 14 Mrd. Dabei erweitert ein dichtes Netz aus zahlreichen Tochtergesellschaften in vielen europäischen Ländern und auch auf anderen Kontinenten unser Einsatzgebiet weit über Österreichs und Deutschlands Grenzen hinaus. Diese breite Aufstellung versetzt uns in die Lage, kosten- und ressourcenoptimiert zu bauen.

Unsere Vision haben wir im Blick, wenn wir unsere Zukunft planen und Ressourcen – wie etwa finanzielle Mittel oder Mitarbeiterkapazitäten – im Unternehmen verteilen. Außerdem lassen wir uns bei all unseren Überlegungen von diesen Werten leiten:



Was wir im Detail unter diesen Werten verstehen
-> www.strabag.com

The STRABAG Group at a glance

STRABAG is a European-based technology group for construction services, a leader in innovation and financial strength. Our services span all areas of the construction industry. We create added value for our clients by our specialised entities integrating the most diverse services and assuming responsibility for them. We bring together people, materials and machinery at the right place and at the right time in order to realise even complex construction projects – on schedule, of the highest quality and at the best price. In short: We assume a part of the risk, thus relieving our clients.

Thanks to the hard work and dedication of our close to 73,000 employees, we are one of the few companies capable of offering services along the entire construction value chain – from design to planning, from construction to property and facility

services, from operation all the way to demolition. In this way, we generate an annual output volume of more than € 14 billion. At the same time, a dense network of numerous subsidiaries in many European countries and on other continents is helping to expand our area of operation far beyond the borders of Austria and Germany. This broad diversification puts us in a position to build cost- and resource-effectively.

We keep our mission statement in mind when planning our future and distributing our resources – such as financial means or employee capacities – within the company. Moreover, we let the following principles guide us in all of our considerations:

How we see these values in detail
-> www.strabag.com



Federführend bei der Planung und Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten innerhalb der STRABAG-Gruppe sind die Zentralbereiche Zentrale Technik (ZT) und die Gesellschaft für Qualitätssicherung und Innovation (TPA), die dem Vorstandsvorsitzenden unterstehen. In der Regel werden die FuE-Projekte mit operativen Organisationseinheiten durchgeführt, um dem unmittelbaren Entwicklungsbedarf aus der Projektsicht Rechnung zu tragen. Je nach Aufgabenstellung beteiligen sich auch Expertinnen und Experten aus der Baumaschinentechnik (BMTI) und der IT (BRVZ).

Mit ca. 1.000 hoch qualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern an 29 Standorten erbringt die ZT Leistungen für den Tief- und den Tunnelbau, den konstruktiven Ingenieurbau und den Schlüsselfertigbau entlang des gesamten Bauprozesses: Von der frühen Akquisitionsphase über die Angebotsbearbeitung und die Ausführungsplanung bis hin zur Fachbauleitung bietet die ZT innovative Lösungen

u. a. zu Baustofftechnologie, Baubetrieb und -physik sowie Software-Lösungen an. Darüber hinaus unterstützt die ZT mit ihrer Expertise zu LEAN.Construction bei der Planung von effizienten Liefer- und Produktionsketten und entwickelt die modellbasierte Arbeitsweise für Anforderungen aus dem Building Information Modelling (BIM).

Die TPA ist das Kompetenzzentrum der STRABAG-Gruppe für Qualitätsmanagement und baustofftechnische Forschung und Entwicklung. Zu den Hauptaufgaben zählen die Sicherstellung der Qualität der Baustoffe, Bauwerke und Dienstleistungen und der Sicherheit der Prozesse sowie die Entwicklung und Prüfung von Standards für die Be- und Verarbeitung von Baustoffen und -materialien. Die TPA beschäftigt rund 880 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an 130 Standorten in mehr als 18 Ländern und ist damit eine der größten privaten Laborgesellschaften Europas.

Research, development & innovation at STRABAG

At STRABAG the ZT (Central Technical Division) and TPA (Quality Control and Innovation) are in charge of planning and conducting research and development projects. Both report directly to the CEO. In the usual case, RDI-projects are carried out with the operative unit, in order to take into account requirements from the project view. Depending on the task at hand experts from the machinery technology unit (BMTI) as well from the IT (BRVZ) are deeply involved.

Approximately 1,000 highly qualified employees at 29 locations provide services in the areas of tunnelling, civil and structural engineering, and turnkey construction along the entire construction process: from the early acquisition stage and bid processing to execution planning and site management. ZT develops innovative solutions

with regard to construction materials technology, construction management, building physics, and software solutions. In addition, LEAN.Construction experts support the planning of efficient supply and production chains and develop the modelling-based approach in order to meet requirements from the Building Information Modelling (BIM) approach.

TPA is the competence centre for quality management and materials related research and development. Its main tasks include ensuring the quality of the construction materials, structures and services as well as the safety of the processes, and developing and reviewing standards for the handling and processing of construction materials. TPA has 880 employees at 130 locations in more than 18 countries, making it one of Europe's largest private laboratory companies.

► Christian Harder
Mitglied des Vorstands
STRABAG SE / *Member of
the Management Board*



Das Generalunternehmen von morgen – ein elektronischer Marktplatz

The general contractor of tomorrow – an electronic marketplace

Liebe Leserin, lieber Leser,

„Ich bin zu faul zum Rechnen.“ Mit diesen Worten begründete Konrad Zuse seine Motivation zur Entwicklung eines „mechanischen Gehirns“, wie er das Vorhaben in seinem Tagebuch nannte. Der Bauingenieur Zuse war den zahlreichen, mühseligen und vor allem monotonen Statikberechnungen überdrüssig geworden – und kam auf die Idee, diese gut formalisierten Berechnungen, für die er bereits in seiner Studienarbeit programmförmige Rechenschemata entwickelt hatte, zu automatisieren. Er schmiss seinen Job als Tragwerksplaner und machte sich an die Arbeit.

Dear reader,

“I’m too lazy to do my own calculations.” With these words Konrad Zuse justified his motivation to develop a “mechanical brain”, as he called his endeavor in his diary. The civil engineer Zuse had become tired of the numerous, laborious and above all monotonous static calculations – and came up with the idea of automating these well-formalized calculations, for which he had already developed program-based calculation schemes in his student research project. He quit his job as a structural engineer and got to work



1941: Die Geburtsstunde der Bauinformatik

Am 12. Mai 1941 stellte Zuse die inzwischen legendäre Z3 vor (Abb. 1): den ersten programmgesteuerten, vollautomatischen, in binärer Gleitkomma-rechnung – also digital – arbeitenden Rechner mit Speicher und einer Zentralrecheneinheit aus ausran-gierten Telefonrelais. Damit hob Zuse einen über 300 Jahre währenden Menschheitstraum, „die Zeit von hervorragenden Leuten nicht mehr mit knechti-schen Rechenarbeiten zu verschwenden“ (so der letzte Universalgelehrte Gottfried Leibniz), auf eine neue Entwicklungsstufe. Und begründete damit ganz nebenbei die Bauinformatik.

1941: The birth of civil engineering informatics

On May 12th, 1941 Zuse presented the now legendary Z3 (fig. 1). The first program-controlled, fully automated computer with memory and a central processing unit consisting of discarded telephone relays. In doing so, Zuse raised the endeavour, which humans had been dreaming of for over 300 years, “to no longer waste the time of outstanding people with menial computing work” (as the last universal scholar Gottfried Leibniz put it), to a new level of development. And founded along the way, civil engineering informatics.

Around the 1960s, the use of the electronic calculating machine in the construction industry began. At first,

Ach, Herr Zuse, auf dem Gebiet der Rechenmaschinen gibt es absolut nichts mehr zu erfinden. Aber Sie sind ein netter junger Ingenieur, ich geb’ Ihnen 1.500 Reichsmark und wenn Sie etwas ausgetüfelt haben, zeigen Sie's mir.

Oh, Mr. Zuse, there is absolutely nothing more to invent in the field of calculating machines. But you’re a nice young engineer, I’ll give you 1500 Reichsmarks and when you’ve worked something out, show me.

Rechenmaschinenfabrikant Kurt Pannke 1935 zum 25-jährigen Konrad Zuse / Calculator manufacturer Kurt Pannke in 1935 to the 25-year-old Konrad Zuse



▲ Abb. 1: Die Z3 – der erste funktionsfähige, programmierbare digitale Rechner der Welt, mit Speicher und einer Zentralrecheneinheit (aus Telefonrelais) / Fig. 1: Replica of the Zuse Z3, Deutsches Museum Germany. The first functional, programmable digital computer in history, including memory and a CPU (made of telephone relays)

Um die 1960er Jahre begann der Einsatz des elektronischen Rechenautomaten im Bauwesen. Zunächst löste man numerisch aufwendige Teilaufgaben; das zeitraubende Berechnen von Gleichungen für eine Statik konnte damit der Maschine übertragen werden. Bald darauf ließen sich verschiedene Programme verknüpfen, zum Beispiel die Berechnung einer Brücke unter Verwendung der Stabwerkstatik oder die Planung von Straßen in Längs- und Querrichtung sowie im kaufmännischen Bereich die Baulohnabrechnung.

Attraktiv war der Einsatz der Datenverarbeitung für die Bemessung wirtschaftlicherer Lösungen. Varianten für günstigere Tragwerksabmessungen konnten schnell berechnet sowie Lastfälle beliebig variiert werden. Auch zur Erstellung von Bemessungsdiagrammen, als Nachschlaghilfe für Handberechnungen, eignete sich der elektronische Automat. 1968 begann das automatische Zeichnen und damit die Grundlage für das digitale Geländemodell. 1974 wurde bundesweit ein Programmsystem von den kommunalen Verwaltungen eingesetzt, das die Ausschreibung, Vergabe sowie Abrechnung vereinfachte. Damit war Anfang der 1970er-Jahre die elektronische Datenverarbeitung ein in die Abläufe fest integriertes Hilfsmittel für alle Gebiete des Bauwesens; sei es für den Entwurf, die Planung, die Ausschreibung, das Konstruieren oder die Abrechnung der Bauwerke. Allerdings zwang die „Automatenrechnung“ die Ingenieure und Kaufleute jener Zeit, die Problemlösungen in automatisch ablaufbare Tätigkeiten zu untergliedern. Darüber hinaus glich das ständige Wechselspiel von Mensch und Maschine einem komplexen Dialog zwischen automatischen Rechenläufen, vom Menschen ausgeführten Tätigkeiten und zu fällenden Entscheidungen. Was Professor Volker Hahn, damals Mitglied des Vorstands der Ed. Züblin AG, bereits 1968 zur Aussage veranlasste, dass „bis heute eine Darstellung fehlt, wie man alle Teilaufgaben von vollständigen, statischen Berechnungen nacheinander dem Rechenautomaten übertragen kann“.

numerically complex tasks were solved; the time-consuming calculation of equations for a structural analysis could thus be transferred to the machine. Soon thereafter, various programs could be linked, for example the calculation of a bridge using truss analysis or the planning of roads in longitudinal and transverse direction as well as for commercial matters such as construction payroll accounting.

Using data processing for the design of more economical solutions was quite appealing. Variants for more favorable structural designs could easily be calculated and load cases could be varied as required. The electronic automated machine was also suitable for creating design diagrams as a reference aid for manual calculations. 1968 saw the beginning of automated drawing and with it the basis for the digital terrain model. In 1974, a program system was implemented by the local authorities nationwide, which simplified tendering, awarding and invoicing. Thus, in the early 1970s, electronic data processing was an firmly integrated tool in the processes for all areas of the construction industry, be it for the design, planning, tendering, construction or invoicing. However, the use of the “automated calculation” forced engineers and commercial staff of that time to categorize the solutions into activities that could run automatically. Furthermore, the constant interaction between people and machines resembled a complex dialogue between automatic computations, human activities and the decisions to be made. Which led Professor Volker Hahn, then a member of the board of directors of Ed. Züblin AG, to state as early as 1968, that “to this day there is no representation of how all sub-tasks of complete, structural calculations can be transferred consecutively to the calculator.”

1971: Construction software is the responsibility of the construction sector

Despite the promising development of computer support, a disillusioned Jan Peter Pahl, one of the fathers of civil engineering informatics in Germany, stated in 1971 that “essential requirements for the general rational and economic use of IT are still not met today: The trend towards standardisation of program systems is not all-encompassing. This applies in particular to the data flow between program chains, which are created by numerous organizations for a wide variety of computer types.”

In light of this situation Pahl argued that the standardisation of software must be the responsibility of the construction sector. For that purpose, institutes should be set up and dedicated exclusively to the development of IT-programs for construction purposes with the aim of rationalising program development in the construction industry (Pahl also had thought of a comprehensive information system for the construction sector). As an example, Pahl

1971: Bausoftware ist Aufgabe des Bauwesens

Trotz der sich vielversprechend entwickelnden Rechenunterstützung konstatierte Jan Peter Pahl, einer der Väter der Bauinformatik in Deutschland, 1971 ernüchtert, dass „wesentliche Voraussetzungen für den allgemeinen rationellen und wirtschaftlichen Einsatz der EDV auch heute noch nicht erfüllt sind: Die Tendenz zur Standardisierung der Programmsysteme ist nicht umfassend. Dies gilt insbesondere für den Datenfluss zwischen Programmketten, die von zahlreichen Organisationen für die verschiedensten Rechnerarten erstellt werden“.

Wohl vor diesem Hintergrund postulierte Pahl die Notwendigkeit, dass die Standardisierung von Software Aufgabe des Bauwesens sein müsse. Dafür seien Institute zu gründen, die sich ausschließlich der Entwicklung von Arbeitsprogrammen für Bauzwecke verschreiben, mit dem Ziel, die Programmentwicklung im Bauwesen zu rationalisieren (im Übrigen schwebte Pahl ein umfassendes Informationssystem für das Bauwesen vor). Pahl mag als Beispiel dafür das Recheninstitut für das Bauwesen im Sinn gehabt haben, das bereits 1961 unter der Federführung dreier Professoren in Stuttgart, darunter Volker Hahn, gegründet worden war. Dieses veröffentlichte Ende der 1970er-Jahre erstmalig ein Kalkulationsprogramm mit einem neuen Kalkulationsansatz, dem eine Bibliothek für technische und kaufmännische Kostenarten zugrunde lag und der die beiden Abläufe erstmals maschinell verknüpfte. Die in Köln ansässige STRABAG AG war die erste große Bauunternehmung, die dieses Programm einsetzte, und u. a. auch damit das Recheninstitut inhaltlich bei der Programmentwicklung wesentlich befruchtete.

Computer halfen allen – außer den Baustellen

In den Annalen der Bauinformatik habe ich deshalb gestöbert, weil ein Aspekt besonders bemerkenswert ist: Trotz des vielversprechenden Starts von Rechnern im Bauwesen konnte es von der weiteren, rasanten Entwicklung der Computertechnologie nicht den gleichen Nutzen ziehen, wie die stationären Industrien es vermochten. Diese konnten mit mikroprozessorgesteuerten Produktionsmaschinen ihre Produktivität in den letzten 50 Jahren enorm steigern.

Natürlich wurden auch die Programme im Bauwesen immer leistungsfähiger und umfangreicher. In erster Linie jedoch, um technische Anforderungen durch aufwendige, numerische Simulationen zu meistern. Denn immer anspruchsvollere Bauvorhaben erfor-

may have had in mind the Institute for Computational Civil Engineering, which had already been founded in Stuttgart in 1961 under the leadership of three professors, including Volker Hahn. At the end of the 1970s, this institute released for the first time a cost calculation program with a new estimation approach, which was based on a library for technical and commercial cost accounts and automatically linked the two processes for the first time. The Cologne-based STRABAG AG was the first major construction company to use this program and thus, among other things, substantially stimulated the content of the program development of this computational institute.

Computers helped everyone – except the construction sites

I have browsed through the annals of civil engineering informatics because one aspect is remarkable: Despite the promising start of computers in the building sector, it has not been able to derive the same benefit from the continuous, rapid development of the computer technology as the stationary industries have. These have enormously increased their productivity with microprocessor-controlled production machines over the last 50 years.

Of course, the programs in the construction industry also became increasingly powerful and comprehensive. First and foremost, however, in order to master technical requirements by using elaborate numerical simulations. As construction projects became increasingly technically demanding, they needed further optimization, e.g. regarding structural stability, which meant that limit load cases had to be better understood. This calculation power primarily benefited the design phase. Also, administrative processes such as payroll, accounting, ordering, etc. benefited from increasingly powerful programs – but not the local production, not the construction site.

The reasons are obvious: Stationary production processes are more or less deterministic; they can be planned in detail, programmed accordingly and thus be automated.

However, production on the construction site is characterized by contingencies. Design changes after the start of construction are more the rule, and in most road construction projects the production site is “part of the traffic”; alone unfavourable weather or heavy traffic conditions can disrupt the



Die Produktion auf der Baustelle ist von Eventualitäten geprägt

Production on the construction site is characterized by contingencies



dernten weitere Optimierungen, z. B. bei Standsicherheitsreserven, und dafür mussten Grenzlasterfälle besser verstanden werden. Diese Berechnungsmöglichkeiten kamen in erster Linie der Planung zugute. Auch Administrationsabläufe, wie das Lohn-, Rechnungs-, Bestellwesen usw., profitierten von immer leistungsfähigeren Programmen – aber nicht die Produktion vor Ort, nicht die Baustelle.

Die Erklärung liegt auf der Hand: Stationäre Produktionen verlaufen im Wesentlichen deterministisch; deren Abläufe lassen sich dem Grunde nach detailliert planen, entsprechend programmieren und damit automatisieren.

Die Produktion auf der Baustelle ist hingegen von Eventualitäten geprägt. Planungsänderungen nach Baubeginn sind eher die Regel, und bei Straßenbauprojekten bewegt sich die Produktionsstätte in den meisten Fällen „unter rollendem Rad“; da können schon eine ungünstige Wetterlage oder dichter Verkehr die Baustellenversorgung und damit den Baufortschrittsplan aus dem Takt bringen. Auch gründliche Baugrunduntersuchungen garantieren nicht überraschungsfreie Erdarbeiten. Bauelemente und -teile werden immer wieder verspätet angeliefert und eine Baustelle beginnt schon mal mit der Ausführung, obwohl die Planung noch nicht fertig ist – „baubegleitende Planung“ heißt es dann ganz pragmatisch.

Im Grunde sind Baustellenverantwortliche immer in Erwartung von Störungen. Um diese im letzten Detail nicht planbaren Abläufe zu bewältigen, sind unzählige, rekursive Abstimmungen erforderlich; häufig zwischen wenigen Personen (die im Übrigen dadurch ein enormes implizites Wissen entwickeln).

Folglich werden Nachunternehmer und Lieferanten vom Generalunternehmen in das Projekt so eingebunden, dass es „logistisch einigermaßen passt“. Das Steuern von Bauprojekten ist daher ein ständiges Abgleichen von technischen und kaufmännischen Informationen, wobei im Regelfall alle Informationen nie zeitnah zusammengeführt vorliegen. Das erklärt den sequenziellen Charakter von Baustellen und dass Soll-Ist-Vergleiche dem Baufortschritt meist zeitlich hinterherhinken sowie Obligos nur wöchentlich, zuweilen nur monatlich, vorliegen.

Diese Situation verursacht für uns als Generalunternehmen eine nicht zu vernachlässigende Unschärfe im Umgang mit der Materialwirtschaft beim Handel mit Nachunternehmern und Lieferanten.

Denn: Jede technische Änderung birgt ein Nachtragspotenzial, das mit der Urkalkulation abgeglichen sein will. Und sämtliche Arbeitskalkulationen müssen diese Abweichungen von der Urkalkulation während der Bauausführung erfassen und bewerten. Hinzu kommt, dass alle beschafften Leistungen, also Baustoffe, Bauteile sowie Werk- und Dienstleistungen, auf ihre Qualität und vertraglich vereinbarte Erbrin-

site supply and thus the construction progress plan. Thorough geotechnical investigations do not guarantee earthworks to be free of surprises. A construction site may also start with the execution, although the planning is not yet finished – “design as you construct” as it is pragmatically called.

Basically, the responsables on the construction site are always expecting disruptions. To master these processes, which are not plannable down to the last detail, a constant recursive tuning is necessary – often between few individuals (who thereby develop an enormous amount of implicit knowledge).

Accordingly, subcontractors and suppliers are included into the project by the general contractor “to make it somehow fit logistically”. The controlling of construction projects therefore is a continuous feed-back loop of technical and commercial information, whereby often times not all information can be compiled at the same time. This explains the sequential nature of construction sites and why the actual-vs.-target comparisons are usually lagging behind the construction progress. Not to mention that obligations are made available only on a weekly or even on a monthly basis.

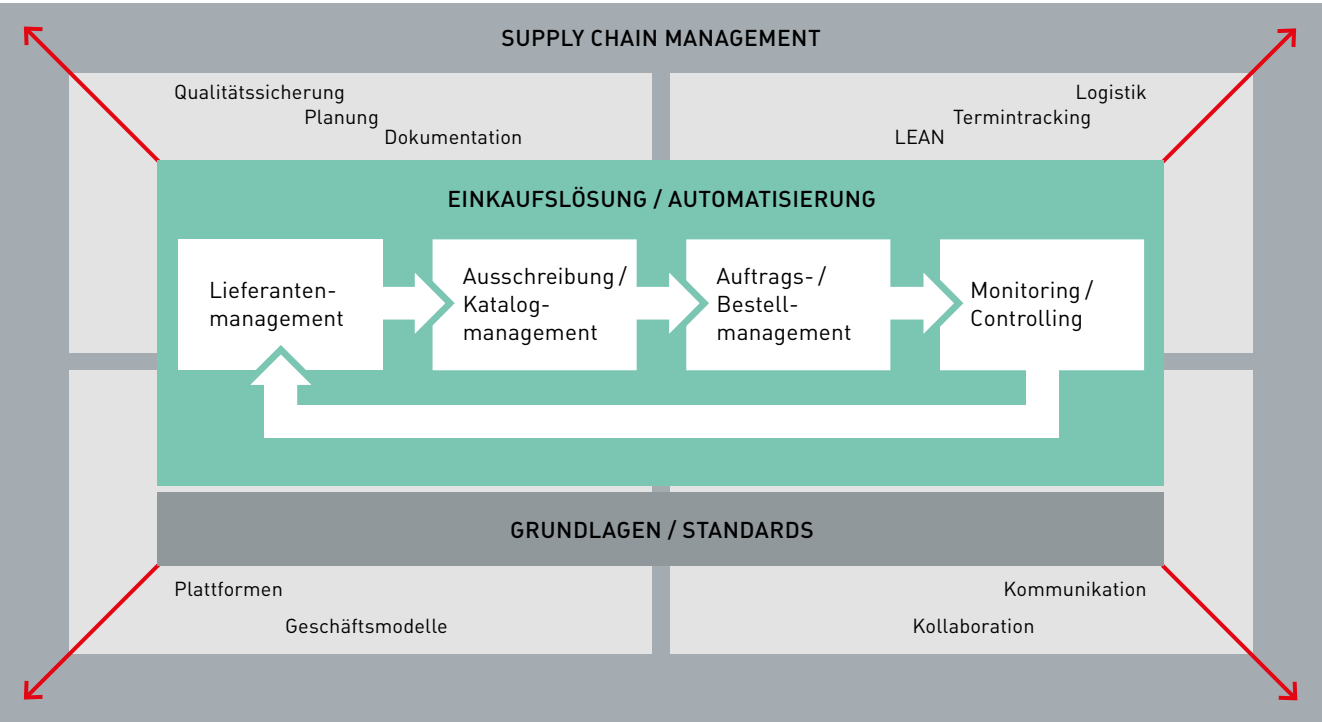
For us as general contractor, this situation causes a fuzzy inaccuracy that is not negligible in regards to materials management when dealing with subcontractors and suppliers.

Because, every technical modification carries a change order potential that needs to be compared with the original estimation. And all work estimations must record and evaluate these deviations from the original estimation during construction. In addition, all procured services, i.e. building materials, components and services, must be examined by the buyers for their quality and contractually agreed performance – until at least the day of the handover.

2000: Construction sites are still heuristically managed

These are just a few examples of how the general conditions for production and assembly processes on the construction site can fluctuate and that site managers, estimators and buyers have to deal with these contingencies. As a rule, they succeed masterfully in this. However, as it has so far been impossible to keep an eye on all information that influences the success of the construction site on a daily basis, construction projects are managed practically heuristically based on the experience of those responsible. This is the short explanation as to why the construction sector can be seen as the last bastion of analog working.

However, the heuristic principle, the art of applying practical solutions with limited knowledge and little



▲ Abb. 2: Vom Einkauf zum Supply Management über eine erweiterte Lieferantenintegration / Fig. 2: Extending purchasing to a supply chain management by integration of suppliers

gung von den Einkäuferinnen und Einkäufern geprüft werden müssen. All das mindestens bis zum Tag der Übergabe.

2000: Baustellen werden immer noch heuristisch geführt

Das sind nur ganz wenige Beispiele dafür, wie die Randbedingungen für die Produktions- und Montageabläufe auf der Baustelle schwanken können und dass Bauleitungen, Kalkulations- und Einkaufsabteilungen mit diesen Eventualitäten umgehen müssen. Das gelingt ihnen in der Regel meisterhaft.

Da es bisher jedoch unmöglich ist, sämtliche den Baustellenerfolg beeinflussende Informationen tagesaktuell im Blick zu haben, werden Bauprojekte praktisch heuristisch kraft der Erfahrung der Verantwortlichen geführt. Das ist die kurze Erklärung dafür, warum der Bausektor als letzte Bastion des analogen Arbeitens angesehen werden kann.

Das Prinzip Heuristik, also die Kunst, mit begrenztem Wissen und wenig Zeit praktikable Lösungen anzuwenden, stößt allerdings an seine Grenzen. Straffere zeitliche Vorgaben für Ausschreibungen, Planungsabläufe und Ausführungen, gepaart mit Anforderungen außergewöhnlicher Bauprojekte, für die kaum Erfahrungen vorliegen, erweiterten Aspekten zur Arbeitssicherheit oder auch nur unberechenbaren Belangen von Anwohnern erhöhen die Komplexität. Um nur Weniges zu nennen. Entscheidend jedoch ist Eines: Die verfügbaren Daten- und Informationsmengen zu jedem einzelnen Vorgang nehmen rapide zu.

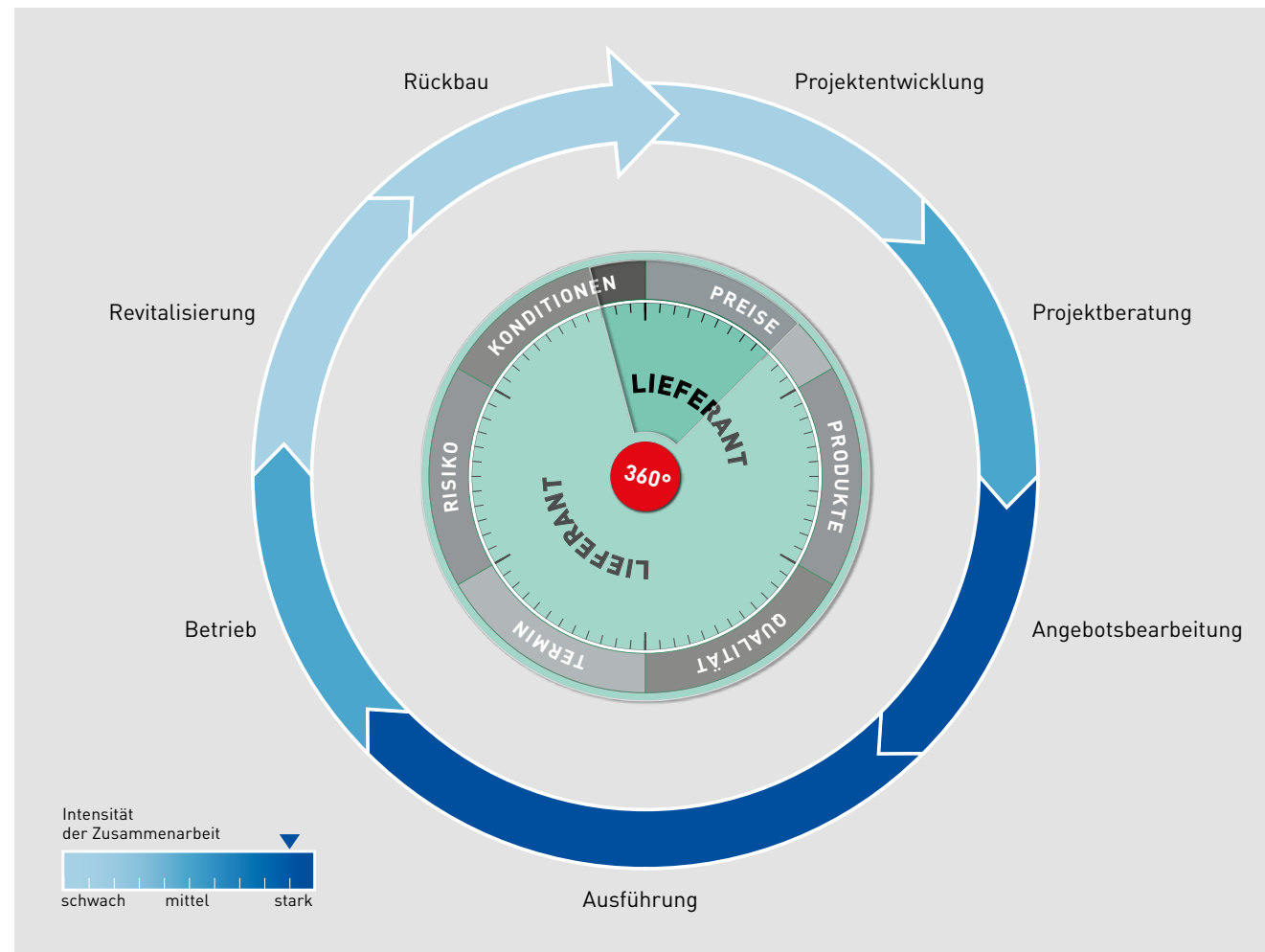
50 Jahre nach Einführung von Rechnern im Bauwesen wurden aus raumfüllenden Maschinen leichte, in

time, is reaching its limits. The increasing complexity caused by tighter schedules for tenders, planning and execution, numerous special technical features of extraordinary construction projects for which there is hardly any experience, additional requirements for occupational safety, region-specific requirements for environmental protection or even just unpredictable concerns of local residents – to name only a few. However, one thing is pivotal: the amount of data and information available for each individual process step is increasing.

Fifty years after the introduction of computers in the construction sector, the once room-filling machines have become lightweight, high-performance devices that fit in every pocket and immediately provide highly condensed information to everyone involved. Applications that can be configured for any purpose (see page 124) now simplify the continuous iterative updating that is so typical for construction sites. Only for one purpose: to enable fast actual-vs-target comparisons. The choice of specific Apps which, for example, automatically embed documentation photos with geo-coordinates in the construction diary, or record safety inspections as well as completed concreting sections for the reporting is constantly increasing. In addition, easy to use programming environments now allow almost everyone to create their own digital assistants or navigation tools; with the result that the flood of data swells exponentially.

2018+: From a program ecosystem to an integrated platform

That leads to a unique ecosystem of applications that are successively linked by numerous specific



▲ Abb. 3: 360°-Sicht auf den Einzellieferanten, d. h., eine umfassende Übersicht über alle Aktivitäten eines Lieferanten mit dem gesamten Konzern / Fig. 3: 360°-view on the individual supplier. I.e., a comprehensive overview of all activities from all suppliers with the Group

jede Hosentasche passende, leistungsfähige Geräte, die hochverdichtete Informationen allen Beteiligten sofort bereitstellen. Für beliebige Zwecke konfigurierbare Applikationen (Seite 124) vereinfachen nun den fortwährend-rekursiven Abstimmungsprozess, der so typisch für Baustellen ist. Alles nur für den einen Zweck: dem Soll-Ist-Vergleich zuzuarbeiten, damit dieser möglichst aktuell und genau vorliegt.

Die Auswahl an spezifischen Apps, die z. B. Dokumentationsfotos automatisch mit Geokoordinaten versehen ins Bautagebuch einbetten oder erfolgte Sicherheitsbegehungen sowie absolvierte Betonierabschnitte in Abnahmeprotokollen festhalten, nimmt stetig zu. Darüber hinaus ist das individuelle Erstellen von Assistenten oder Navigationshilfen mittels komfortabler Programmierumgebungen zu einem leichten und v. a. schnellen Unterfangen für jedermann geworden. Mit dem Resultat, dass die Datenflut exponentiell anschwillt.

2018+: Vom Programm-Ökosystem zur integrierenden Plattform

Dadurch entsteht ein einzigartiges Gebilde von Programmen, die nach und nach durch zahlreiche, spezifische Konnektor- bzw. Assistenzapplikationen miteinander verknüpft werden. Diese Programm-

connector and assistant programs; this portfolio of functions is hard to oversee. Hence, it is true that more and more data types can be evaluated because they are linked with an auxiliary program. However, both initial and result data are still stored in different data silos. In addition, redundancies are unavoidable, e.g. if the project database and the procurement tools each have their own address management systems. Which requires a regular comparison that does not add any value. All this reminds us of Volker Hahn when he complained exactly 50 years ago that there was a lack of approaches to automatically transfer subtasks one after the other to the calculator.

Well, what happens next?

I would like to follow up on the thoughts expressed in last year's introduction of this publication by my colleague Hannes Truntschnig, on how we, as a general contractor, should be tackling the inevitable merging of data and information. Because this integration of data is a key prerequisite for at least three mechanisms to increase the creation of value: Firstly, the long overdue improvement in productivity through automated processes. Second, to use the increasingly comprehensive data sets to make evidence-based decisions with a new quality, (and thus replacing heuristics as a basic



► Abb. 4: Sicht auf den einzelnen Lieferantenmarkt auf Basis aller Lieferanteninformationen / Fig. 4: View on the market of each individual supplier based on a comprehensive analysis of the supplier

vielfalt mit dem entsprechenden Funktionsportfolio ist schwer überschaubar.

Zwar können immer mehr Datentypen, weil mit einem Hilfsprogramm miteinander verknüpft, ausgewertet werden. Jedoch werden Ausgangs- wie auch Ergebnisdaten nach wie vor in verschiedenen Datensilos gehalten. Darüber hinaus entstehen Redundanzen, z. B. wenn die Projektdatenbank und die Beschaffungs-Tools über jeweils eigene Adressverwaltungen verfügen, die dadurch regelmäßig einen nicht wertschöpfenden Abgleich erfordern – was wiederum die Kontrolle der Datengüte erschwert.

Das erinnert an Volker Hahn, als er vor genau 50 Jahren monierte, dass es an Ansätzen fehle, Teilaufgaben nacheinander automatisch dem Rechenautomaten zu übertragen.

Nun, wie geht es weiter?

Anknüpfen möchte ich an den im letzten Jahr an dieser Stelle von meinem Kollegen Hannes Truntschnig geäußerten Gedanken, wie wir als Generalunternehmen dem unvermeidlichen Zusammenführen von Daten und Informationen begegnen wollen. Denn diese Datenintegration ist die Voraussetzung für wenigstens drei Mechanismen zur Steigerung der Wertschöpfung: Erstens für die längst überfällige Produktivitätssteigerung durch automatisierte Abläufe. Zweitens zur Nutzung der zunehmend umfassenden Informationen in Form von strukturierten Datensätzen, um Entscheidungen mit einer neuartigen Qualität, evidenzbasiert, herbeizuführen (und somit die Heuristik als Grundprinzip abzulösen). Drittens um auf Grundlage neuer Datenverknüpfungen, die zu neuen Informationen und damit neuartigen Einsichten führen, neuartige Geschäftsmodelle zu entwickeln. Dafür benötigen wir entsprechende Architekturen.

Marktplatz Generalunternehmen

Seit geraumer Zeit befassen wir uns bei STRABAG mit diversen Instrumenten der Datenintegration, den Plattformen. Zunächst mit dem Konzern-ERP-System, das stetig ausgeweitet wird und dessen Fokus auf kaufmännischen Belangen liegt. Der Notwendigkeit, umfassender werdende technische Informationen verschiedener Gewerke rasch und eindeutig zusammen zu führen, wird u. a. mit der modellbasierten Arbeitsweise (BIM.5D) begegnet. Modellfamilien, Vorlagenbibliotheken etc. wollen



principle). Thirdly, to develop new business models on the basis of newly connected data that lead to new information and hence provide new insights. For this we need appropriate architectures.

Marketplace General Contractor

For quite some time we at STRABAG have been dealing with various instruments of data integration, also called platforms. Starting with the Group ERP system, which is constantly being expanded and focuses on the commercial side of the business. The need to integrate comprehensive technical information of different trades is being tackled using the model-based approach (BIM.5D). Model families, template libraries, etc. shall be exchangeable and adaptable according to the needs of the project. Related design changes as well as corresponding claims have to be versionised, as well as the correspondence of all involved. This type of integrated and systemic cooperation is made possible through complex, so-called collaboration platforms.

As a general contractor, however, particularly in the building construction business, where our own added value is only about one fifth, dealing with subcontractors, service providers and suppliers is the core of our business activities. In light of this premise, special attention must be paid to data integration during the procurement process, which merges the technical and commercial processes.

Abläufe werden über die Information integriert – es ist diese Integration, die zur Systemleistung beiträgt.

Processes are integrated via information – it is this integration that contributes to the system performance.

ausgetauscht und projektbezogen angepasst werden. Damit verbundene Planungsänderungen sowie Nachträge sind versioniert zu dokumentieren wie auch der dazugehörige Schriftwechsel aller Beteiligten. Diese Form der integrierten und systematischen Zusammenarbeit geschieht über inzwischen komplexe sogenannte Kollaborationsplattformen.

Als Generalunternehmen, vor allem im Hochbaugeschäft, zu dessen Wertschöpfung wir selbst etwa nur ein Fünftel beitragen, ist jedoch der Handel mit Nachunternehmen, Dienstleistern und Lieferanten Kern unserer Geschäftstätigkeit. Vor dieser Prämisse erhält die anzuwendende Datenintegration beim Beschaffungsprozess, der die technischen und kaufmännischen Abläufe zusammenführt, eine besondere Aufmerksamkeit. Die Abläufe wollen ebenfalls automatisiert werden und sind somit zu vereinheitlichen. Abgesehen von einem unmittelbaren Nutzen eines effizienteren Einkaufs, steigert dieser unsere Attraktivität als Generalunternehmen bei den liefernden und dienstleistungsanbietenden Partnerfirmen. Das erfordert eine intensive Abstimmung, beispielsweise bei der Beschreibung von Ausprägungen und Merkmalen der zu beziehenden Produkte und Dienstleistungen. Aber auch innerhalb unserer eigenen Organisation sind einheitenübergreifende, strukturierte Daten, wie z. B. standardisierte projektübergreifende Preisstrukturen und parametrisierte Leistungsbeschreibungen im Einkauf, notwendig.

Diese müssen eindeutig sein, was zur Folge hat, dass z. B. prosaische Beschreibungen in den Ausschreibungen keine nennenswerte Zukunft haben werden. Musterleistungsverzeichnisse in Form von Produktdatenblättern sind zu entwickeln, und die Kalkulation sowie Bepreisung von Bauteilen bzw. -gruppen werden digital über die modellbasierte Arbeitsweise erfolgen. Dies schafft Eindeutigkeit und Widerspruchsfreiheit und somit Sicherheit in der Zusammenarbeit für das Bestell-, Auftrags- und Buchungswesen. Die Entwicklung solcher Workflows für den besser koordinierten Einkauf von Waren und Dienstleistungen setzt voraus, Nachunternehmen und Lieferfirmen besser in unsere eigenen Abläufe einzubeziehen. Mit der Folge, dass sie Wertschöpfungspartner auf Augenhöhe werden.

These also need to be automated and therefore standardised. Apart from the immediate benefit of more efficient purchasing, this increases the attractiveness of the general contractor among the supplying and service-providing partners. That requires detailed coordination, e.g. in the description of characteristics and features of the products and services to be procured. Furthermore, also our own organization needs structured data across organisational units and projects, such as cost structures and parameterised service descriptions in purchasing.

These must be unambiguous, which will mean, for example, that prosaic descriptions in the tenders will have no future. Model service specifications are to be developed and the calculation and pricing of components or groups will be carried out digitally using the model-based method. With the result of an explicit and consistent order management, procurement and accounting system. Developing such workflows for a better coordinated procurement of goods and services requires better integration of sub-contractors and suppliers into our own processes. As a result, they become value-adding partners on an equal footing.

Initiatives for the Future at STRABAG

Two years ago, we had already started a project for a comprehensive, systemic purchasing for road construction in our German market. Similarly, we are now further developing procurement for the Building and Civil Engineering business segment with the Purchasing 4.0 project, which deals with model-based purchasing (page 76). Our business unit Services has already standardized procurement processes that are partially automated. The Group project STRABAG Procurement Solutions (page 62) provides a conceptual framework for the upcoming changes in our procurement system.

In the long term, all our suppliers will have to be managed throughout the entire value chain (fig. 2). Because this approach strengthens the bonding between all parties involved, such as customers and suppliers. The aim is to provide a comprehensive “360°-view” (fig. 3) of the supply network with the useful side effect that market developments can be identified earlier and more in depth (fig. 4). And this is in line with the general contractor's self-perception as a procurement platform, i.e. a trading place. There, new ways of value creation are opened up by novel ways to connect the data.

For this purpose, the internal organization must be completely digitized. Maximum benefit is possible if these data are deployed and accessible independent from a software. We then would be autonomous from the license-based services of the software manufacturers, regardless whether plans, calculations, invoices, operational sensor

Zukunftsinitiativen bei STRABAG

Vor zwei Jahren haben wir bereits ein Projekt für einen umfassenden, systemischen Einkauf für den Verkehrswegebau in unserem Markt Deutschland gestartet. Analog dazu entwickeln wir nun die Beschaffung für das Geschäftsfeld des Hoch- und Ingenieurbaus mit dem Projekt Einkaufen 4.0 weiter, das sich u.a. mit einem modellbasierten Einkauf beschäftigt (Seite 76). Im Unternehmensbereich Dienstleistungen wurden Einkaufsprozesse bereits standardisiert und zum Teil systemgestützt automatisiert. Ein konzeptioneller Rahmen aus Konzernsicht für die anstehenden Änderungen in unserem Beschaffungswesen bildet das Konzernprojekt STRABAG Procurement Solutions (Seite 62).

Langfristig wird ausgehend vom Einkauf ein Management all unserer Lieferanten in der gesamten Wertschöpfungskette erfolgen müssen (siehe Abb. 2). Denn dieser Ansatz stärkt die Bindung zwischen allen Beteiligten auf Kunden- und Lieferantenseite. Angestrebt wird eine umfassende Sicht (siehe Abb. 3) auf das Liefernetzwerk mit der nützlichen Nebenwirkung, dass Marktentwicklungen frühzeitiger und tiefergehend zu erkennen sind (Abb. 4). Und dies kommt dem Selbstverständnis des Generalunternehmens als Beschaffungsplattform entgegen, also einem Börsenplatz, auf dem die Geschäftstätigkeit erfolgt. Neue Wege der Wertschöpfung erschließen sich dort aus neuartigen Verknüpfungen von Daten.

Hierfür muss die innerbetriebliche Organisation umfassend digitalisiert sein. Maximaler Nutzen ist dann möglich, wenn diese Daten idealerweise softwareunabhängig gespeichert und zugänglich werden. Damit wären wir als Generalunternehmen auch unabhängig von den lizenzbasierten Diensten der Softwarehersteller, unabhängig davon, ob Pläne, Kalkulationen, Rechnungen, betriebliche Sensordaten oder Protokolle in Einzelarbeitsplätzen oder in cloudbasierten Softwarediensten erstellt und verarbeitet werden. Eine softwareunabhängige Ablage macht uns auch unabhängig hinsichtlich nachfolgender Softwareentwicklungen. Wenngleich Pahl mit seinem Postulat, baurelevante Software müsse vom Bauwesen standardisiert werden, damals etwas anderes meinte: Es kann als Fingerzeig verstanden werden, dass der uneingeschränkte, umfassende Zugang zu den eigenen Daten zwingend erforderlich ist.

Konrad Zuse (Abb. 5) mag mit seiner Faulheit zum Rechnen als Antrieb für seine Erfindung einer digitalen Rechenmaschine kokettiert haben. Im Grunde wollte er zahllose, sich stets wiederholende, deterministische Rechengänge effizient bewältigen. Heute stehen wir auch im Bauwesen vor der Situation, die stetig anschwellenden Daten- und Informationsmengen nicht mehr richtig ohne Maschinen verarbeiten zu können. Die moderne Informations- und Kommunikationstechnologie kann, wenn sie ganzheitliche systemtechnische Konzepte verfolgt, große Leistungsreserven aktivieren und Wettbewerbsvorteile

data or protocols were created and processed using on-premise or cloud-based software services. A software independent data deployment will give us all options regarding future software developments. Although Pahl's postulate that construction-relevant software had to be standardised by the building sector, he meant something else at the time: it can be well taken as a reminder that an unrestricted, comprehensive access to one's own data is absolutely necessary.

Konrad Zuse (fig. 5) may have may have exaggerated with his laziness in regard to arithmetics as the driving force behind his invention of a digital calculating machine. In the end, he wanted to efficiently master countless monotonous, repetitive and deterministic calculations. Today, even in the construction industry, we are faced with the situation that the constantly increasing amounts of data and information can no longer be processed properly without computers. Modern information and communication technology can activate large performance reserves and generate competitive advantages if based on systemic technology concepts. Performance can be boosted particularly when systematizing workflows and automatizing processes.

Although I as CFO have a special focus on the development of comprehensive information processing, it is clear that our competitiveness is still being decided on the construction sites. To this end, our colleagues are developing: Hybrid construction methods for timber and concrete (page 46); solutions to reduce the environmental impact of road construction, e.g. by reducing the temperature of the asphalt mix (page 116) or the rolling noise, as well as reduced pollutant discharge through the high-tech asphalt (page 112). Or the reduction of fine dust particles by means of moss planted walls (page 114) and much more. Last year, we tackled a sizeable, publicly funded development task in a joint effort, such as customizable photovoltaic modules in the building envelope (page 36). A bridge monitoring helps to assess the condition of critical infrastructures (page 84). And our concrete technology experts tackle the phenomenon of unwanted dark discoloration in the most demanding exposed concrete structures (page 24). Of course we do not just provide up-to-date IT architectures (page 98) for our daily collaboration work; we also develop solutions as to how we have to deal with the numerous different software programs, e.g. for the model-based approach/BIM (page 106).

I invite you to browse through this brochure to get an idea of the diverse development work with which we are preparing for the construction business of tomorrow. Perhaps reading this publication will also inspire you to further ideas that enrich our Initiatives for the Future. With these, we would like to stimulate your innovative spirit and create the necessary space for good ideas to mature quickly into solutions or products – and to move us forward.

▼ Abb. 5: Konrad Zuse (links) 1986 im ZÜBLIN-Haus in Stuttgart, anlässlich des 25-jährigen Jubiläums des Recheninstituts für das Bauwesen e.V. / Fig. 5: Konrad Zuse (left) visiting the ZÜBLIN-HQ in Stuttgart in 1986 during the 25th anniversary of Recheninstitut für das Bauwesen e.V.



generieren. Leistungssteigerungen entstehen dabei vor allem aus einer Systematisierung der Arbeitsabläufe und einer Automatisierung der Prozesse.

Wenngleich ich als CFO die Entwicklung der umfassenden Informationsbearbeitung besonders im Blick habe, ist klar: Noch wird unsere Wettbewerbsfähigkeit auf den Baustellen entschieden. Dafür entwickeln unsere Kolleginnen und Kollegen: Hybridbauweisen für Holz und Beton (Seite 46); Lösungen zur Reduzierung der Umwelteinflüsse im Straßenbau, z. B. durch die Verminderung der Asphaltmischguttemperatur (Seite 116) oder des Rollärms, wie auch den reduzierten Schadstoffaustrag durch den HighTech-Asphalt (Seite 112). Oder die Reduktion von Feinstaub mittels moosbepflanzter Wände (Seite 114) und Vieles mehr. Auch im letzten Jahr sind wir größere, öffentlich geförderte Entwicklungsaufgaben im Verbund angegangen, wie die individuell größenvariable Photovoltaik in der Gebäudehülle (Seite 36). Ein Brückenmonitoring hilft bei der Zustandsbewertung kritischer Infrastrukturen (Seite 84) und unsere Betontechnologie rückt dem Phänomen der unerwünschten Dunkelverfärbungen bei anspruchsvollsten Sichtbetonkonstruktionen zu Leibe (Seite 24). Und natürlich setzen wir nicht nur modernste IT-Architekturen für die tägliche Zusammenarbeit in unserem Alltag ein (Seite 98); sondern entwickeln Lösungen, wie wir als Generalunternehmen mit der Vielzahl von Softwareprogrammen, beispielsweise für die modellbasierte Arbeitsweise (BIM), umgehen können (Seite 106).

Blättern Sie daher in dieser Broschüre, verschaffen Sie sich einen Überblick über die vielseitigen Entwicklungsarbeiten, mit denen wir uns auf das Baugeschäft von morgen vorbereiten. Möglicherweise inspiriert auch Sie die Lektüre zu weiteren Ideen, die unsere Zukunftsinitiativen stärken. Mit diesen möchten wir Ihre Innovationsfreude anregen sowie den Freiraum schaffen, damit gute Ideen zügig zu Lösungen oder Produkten reifen können – und uns voranbringen.

Nicht zuletzt bedanke ich mich, auch im Namen meiner Vorstandskollegen, bei all unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Sie haben im letzten Jahr zum besten Konzernergebnis unserer langen Geschichte beigetragen. Bringen Sie Ihre Ideen und Ihren Elan weiterhin auf die Baustellen, in die Labore und Büros, damit STRABAG weiterhin als attraktive Arbeitgeberin und starke Partnerin auch zukünftig einen Schritt voraus ist.

Last but not least, also on behalf of my colleagues on the Board of Management, I would like to thank all our employees. Last year, you contributed to the best consolidated result in our long history. Bring along your ideas and also your energy onto the construction sites, into the laboratories and offices, so that STRABAG will continue to be one step ahead as an attractive employer and strong partner in the future.



Christian Harder
Mitglied des Vorstands / Member of the Management Board
STRABAG SE
Wien, im Juli 2018



Baustofftechnologie / Construction Materials Technology

- 16 Ermittlung saisonaler Qualitätsschwankungen von polymermodifiziertem Bitumen verschiedener Raffinerien und Provenienzen
[Influence of seasonal fluctuations of polymer modified bitumen with respect to provenience of bitumen](#)
- 18 Systematische Erkennung der Qualität von polymermodifizierten Bitumen
[Systematic evaluation of the quality of polymer modified bitumen](#)
- 20 Betone mit hohem Chlorideindringwiderstand
[Concretes with high resistance against chloride migration](#)
- 24 Nicht-witterungsbedingte Dunkelverfärbungen an Sichtbetonoberflächen
[Non-weather-related dark discolorations on fair-faced concrete surfaces](#)



Planung und Baubetrieb / Design and Construction Site Management

- 28 Digitale Prozessverfolgung für Elementfassaden
[Digital tracking for unitised curtain walls](#)
- 30 Vernetzung und Automatisierung von Produktionsabläufen bei Gewinnung, Transport und Weiterverarbeitung mineralischer Rohstoffe – AutoProStoffe
[Networking and automation of production processes in the extraction, transportation and processing of mineral resources – AutoProStoffe](#)
- 32 Entwicklung eines effizienten Containermanagements
[Development of an efficient container management](#)



Gebäude und Bauphysik / Buildings and Building Physics

- 34 Jahresprofile für den Gebäudeenergiebedarf
[Annual load curves for the building energy demand](#)
- 36 Demonstration von größenvariabler Photovoltaik in der Gebäudehülle – Construct PV
[Demonstration of customised photovoltaic modules for building envelopes – Construct PV](#)



Konstruktives / Structural Engineering

- 40 Sonderschalungen für Freiformflächen
[Custom formwork for freeform constructions](#)
- 42 Knotenpunkte von Stützen und Diagonalen aus Stahlbetonfertigteilen
[Nodal structures using precast concrete elements](#)
- 46 Entwicklung einer Hybridbauweise mit Holz und Beton
[Development of a timber-concrete composite structural concept](#)
- 48 Fassaden aus ultrahochfestem Beton
[Ultra high performance concrete in facade elements](#)



Geotechnik und Tunnelbau / Geotechnical Engineering and Tunnelling

- 52 Bodenverbesserung mit Bindemitteln Zement, Zement und Hydrophobierungsmittel sowie Braunkohlenflugaschen
[Soil improvement with binders cement, cement and water repellent and lignite fly ash](#)
- 56 Sicherheitsmanagement- und Nottfalleinsatzsystem für U-Bahn-Systeme – SenSE4Metro
[Sensor based security and emergency management system for underground systems during disaster events – SenSE4Metro](#)

- 58 Innovatives Verfahren im Micro-tunnelling – eingesetzt bei komplexem Unterwasserprojekt in Russland
[Innovative method in micro-tunnelling used in complex underwater project in Russia](#)
- 60 Softwarebasierte Vorbemessung erforderlicher Tragschicht- bzw. Bodenaustauschdicken
[Software-based pre-design of required base course or soil replacement thicknesses](#)



Einkauf und Beschaffung / [Procurement and Purchasing](#)

- 62 Konzernprojekt: SPS – STRABAG Procurement Solution
[Corporate project: SPS – STRABAG Procurement Solution](#)
- 63 Selbstregistrierung / Lieferantendatenbank
[Self registration / Supplier data base](#)
- 64 Vertragsmanagement
[Contract management](#)
- 64 Katalogmanagement
[Catalogue management](#)
- 65 Ausschreibungen
[Sourcing projects](#)
- 66 Verauktionierung
[Auctions](#)
- 66 STRABAG-Warengruppenstruktur
[STRABAG commodity code](#)
- 67 Terminplan der STRABAG Procurement Solution
[Timeline for STRABAG procurement solution](#)
- 68 Einkaufen 4.0
[Procurement 4.0](#)
- 70 Gewerkesteuerung und alternative Beschaffungskonzepte
[Trade management and alternative purchasing concepts](#)
- 73 Standards und Berichte im Einkauf
[Standards and reports on procurement](#)
- 76 Modellbasierter Digitaler Einkauf
[Model-based digital procurement](#)



Straßenbau und Verkehr / [Road Construction and Transport](#)

- 80 Innovative triple stone-mastic asphalt (SMA) layer for heavy duty pavements
[Innovative dreifach Splitt-Mastix-Asphalt-Schicht für schwer belastete Fahrbahnen](#)
- 84 Online-Sicherheits-Management für Brücken (OSIMAB)
[Online security management for bridges \(OSIMAB\)](#)
- 86 Entwicklung von Sensoren zur Erfassung des strukturellen Zustandes von Asphaltstraßen – SENSORIK
[Development of sensors for detecting the structural conditions of asphalt roads – SENSORIK](#)
- 88 Konzernprojekt: Die Vernetzte Baustelle
[Corporate project: The Connected Construction Site](#)
- 90 BIM im Verkehrswegebau
[BIM in transportation infrastructure](#)



Werkzeuge und Verfahren / [Tools and Methods](#)

- 94 Modellbasierte Angebotsbearbeitung im Ingenieur- und Brückenbau
[Model-based tender process of bridge and civil engineering structures](#)
- 96 Kontrollsystem für die digitale Vignette entwickelt und geliefert von EFKON /
[Enforcement system for the digital vignette developed and supplied by EFKON](#)
- 98 Moderne und innovative IT-Services – Design einer flexiblen Cloud-Architektur
[Modern and innovative IT Services – Adaptive cloud architecture design](#)

- 102 Neues Baustoff- und Produktionsdesign für additive Fertigungsprozesse im Bauwesen – BauProAddi
[New construction materials and product design for additive manufacturing processes in the construction industry – BauProAddi](#)
- 106 Plattformunabhängige Datenhaltung für geometrische Informationen – das Forschungsprojekt SCOPE
[Platform-independent data storage for geometrical information – the research project SCOPE](#)
- 108 Gutes besser machen!
[Making good things better!](#)



Energie, Umwelt und Nachhaltigkeit / [Energy, Environment and Sustainability](#)

- 112 Nachhaltiger HighTech-Asphalt: Schadstoff- und lärmindernd – NaHiTAs
[Sustainable HighTech-Asphalt: reducing noise and air pollutants – NaHiTAs](#)
- 114 MoosTex Forschungsprojekt – Mit Mooswänden gegen Feinstaub
[MoosTex – Moss wall system for particulate matter reduction](#)
- 116 Reduktion der Asphaltmischguttemperatur sowie des CO₂-Ausstoßes mithilfe des Zusatzprodukts Sasobit Redux
[Reduction of asphalt mix temperature and CO₂ emissions with the help of the additional product Sasobit Redux](#)



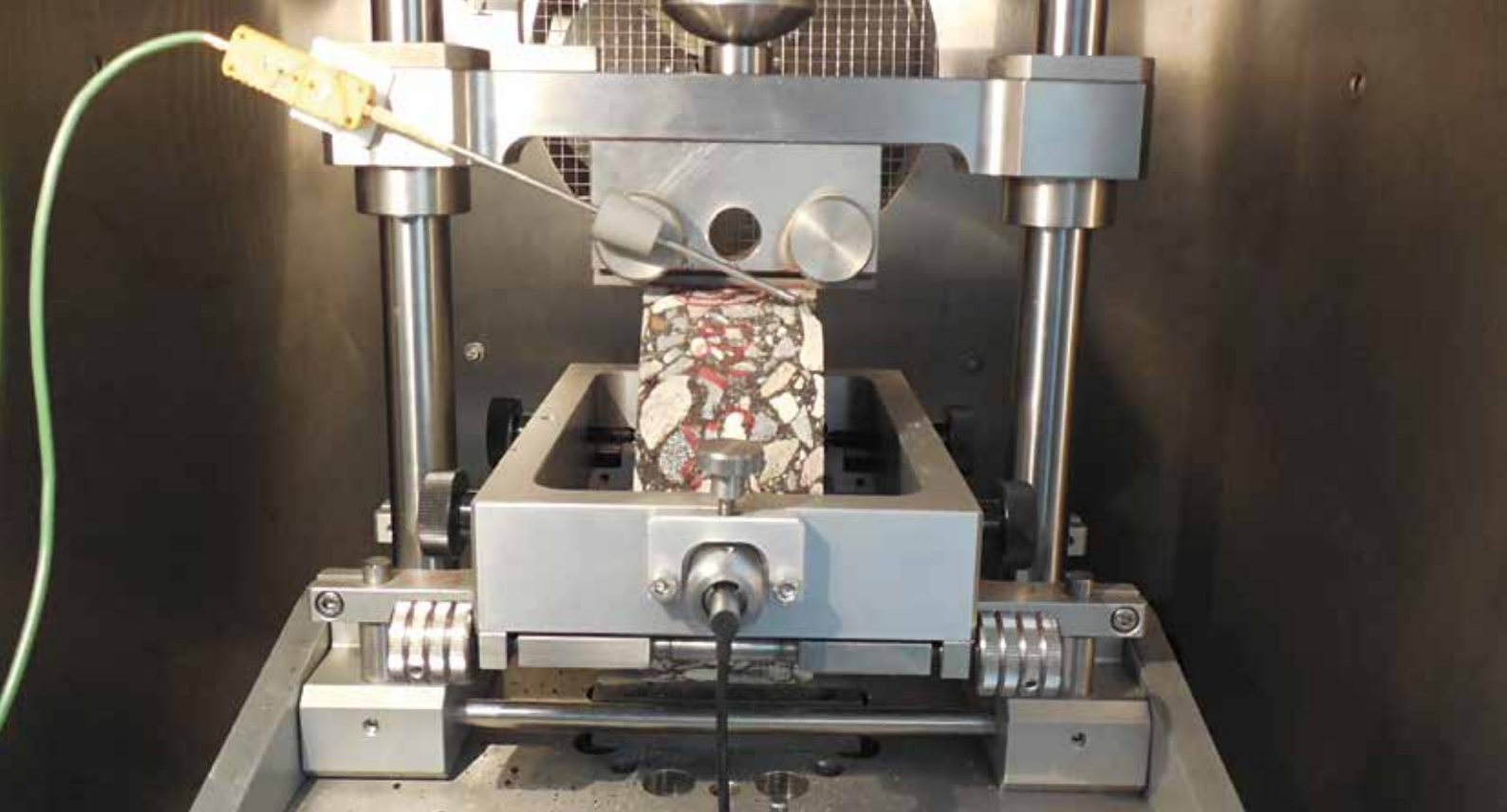
Wissen und Kommunikation / [Knowledge and Communication](#)

- 118 E-learning Schulungsprogramm und Online-Videotutorials „Technische Grundlagen für Hochbauprojekte“
[E-learning course and online video tutorials “Technical basics for building construction”](#)
- 120 STRABAG IPR – Schutzrechte im Konzern
[Intellectual property rights at STRABAG](#)
- 122 Dinge einfach machen – Stabsdirektion „Digitalisierung (GPM)“ gestaltet den digitalen Wandel
[Adding value to construction projects – the unit “Digitalisation” is shaping the digital change](#)
- 124 INNOVATIONSTAG 2017 in Bratislava
[INNOVATION DAY 2017 in Bratislava](#)



Verzeichnis / [Index](#)

- 128 Anwendungsbereiche für Entwicklungsprojekte auf einen Blick
[Application fields for development projects at a glance](#)
- 130 Liste der Beteiligten – STRABAG Procurement Solution
[List of participants – STRABAG Procurement Solution](#)
- 130 Liste der Beteiligten – Konzeptionierung Einkaufen 4.0
[List of participants – Conceptual design of procurement 4.0](#)
- 131 Hochschul-Abschlussarbeiten 2017 /18
[University / College Theses 2017/18](#)
- 134 FuE+I Projekte 2017
[RD+I Projects in 2017](#)
- 139 Impressum
[Masthead](#)
- 140 Ansprechpersonen
[Contact persons](#)



Ermittlung saisonaler Qualitätsschwankungen von polymermodifiziertem Bitumen verschiedener Raffinerien und Provenienzen

Influence of seasonal fluctuations of polymer modified bitumen with respect to provenience of bitumen

The characteristics of bitumen have been determined by means of performance oriented bitumen and asphalt tests. Therefore, polymer modified bitumen 25/55-55 A (PmB) from four various refineries (A, B, C and D) have been sampled. In addition, to consider the seasonal fluctuations, three to four samples per refinery in a period of two years have been taken. The results of the performance oriented tests show significant differences in the quality of basic bitumen and polymer used. The refinery A and D use basic bitumen with low penetration and low amount of polymers to meet the specification compared to the refineries B and C. The refinery B and C use softer basic bitumen and high amount of polymers. Due to this, the PmB from refinery A and D is going to be prone to cracking. The PmB from the refinery B might show low resistance against rutting compared to the bitumen from refinery A and D. In addition, the bitumen gained in the first half-year show better low temperature behaviour compared to the bitumen gained in the end of the second half-year.

Hintergrund

In der Regel kaufen Bitumenhersteller Rohöle in riesigen Mengen, mischen diese und passen sie so lange an, bis die gewünschten Ergebnisse zur Einhaltung der Anforderungswerte gemäß Regelwerk erreicht werden. Dabei ist bekannt, dass die Zusammensetzung des Basisbitumens von unterschiedlichen Rohölprovenienzen nicht identisch ist. Darüber hinaus werden oft unterschiedliche Poly-

mere und Polymerdosierungen sowie Verarbeitungsmethoden genutzt. Folglich weichen die Charakteristika der Bitumen einer Sorte stark voneinander ab und weisen in der Regel nicht die identischen Eigenschaften auf. Vor diesem Hintergrund untersucht diese Studie die Auswirkungen der saisonalen Qualitätsschwankungen von polymermodifizierten Bitumen verschiedener Raffinerien und Provenienzen auf die Steifigkeit und das Verhalten bei unterschiedlichen Temperaturen.

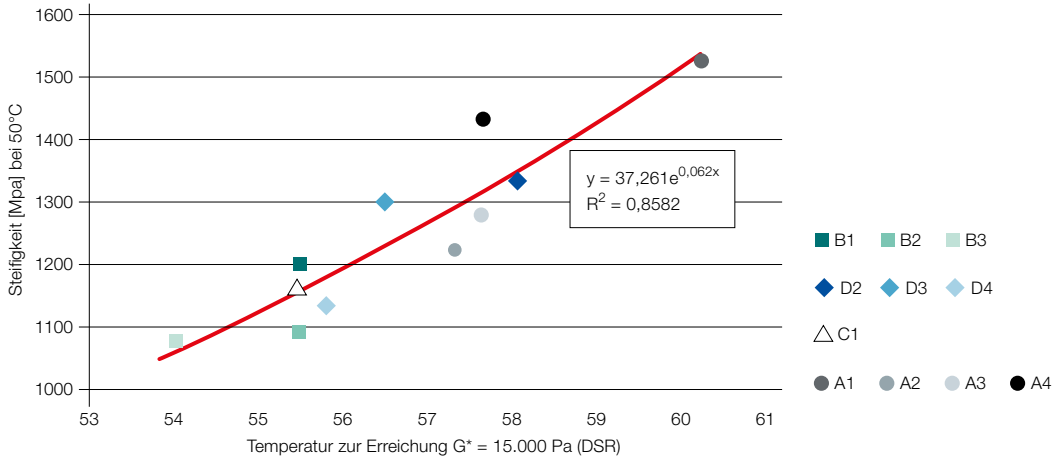
Untersuchungen

Hierzu wurden polymermodifizierte Bitumen 25/55-55 A (PmB) von vier Raffinerien (A, B, C and D) der großen Hersteller über zwei Jahre verteilt entnommen. Je Raffinerie sind drei bis vier Proben entnommen und die Eigenschaften in verschiedenen Alterungszuständen untersucht worden: im frischen Zustand, nach einer Kurzzeitalterung durch den Rolling Thin Film Oven Test (RTFOT) und nach einer Langzeitalterung mit der Kombination aus RTFOT und dem Verfahren Pressure Ageing Vessel (PAV). Da die Eigenschaften von PmB aufgrund der unterschiedlichen Modifizierungen und Anpassungen viel komplexer sind, wurden anstatt konventioneller Prüfungen, wie etwa dem Erweichungspunkt Ring und Kugel (EP RuK) oder der Nadelpenetration, performanceorientierte Prüfungen zur Klassifizierung verwendet. Die Steifigkeit wurde bestimmt gemäß der Arbeitsanleitungen AL Sp-Asphalt 09 bzw. der Arbeitsanleitung für Prüfungen im Dynamischen



◀ Versuchsaufbau zur Bestimmung der Steifigkeit / Experimental setup for determination of stiffness

▶ Vergleich der Steifigkeit von Bitumen und Asphalt, aus verschiedenen Raffinerien A-D zu unterschiedlichen Zeitpunkten 1-4 / Comparison of stiffness of bitumen and asphalt from various refineries A-D during different seasons 1-4



Scherrheometer (DSR). Das Tieftemperaturverhalten wurde mittels Bending Beam Rheometer (BBR) am frischen und PAV-gealterten Bitumen bestimmt.

Ergebnisse

Die ermittelten Ergebnisse zeigen, dass die Proben aus den Raffinerien A und D eine größere Steifigkeit und einen geringeren Phasenwinkel aufweisen. Dagegen zeigen die Proben der Raffinerien B und C einen geringeren Phasenwinkel sowie eine geringere Steifigkeit. Der Phasenwinkel hängt eng mit den verwendeten Polymeren zusammen und weniger mit dem verwendeten Rohöl. Demzufolge kann anhand des Phasenwinkels die Art und Menge des verwendeten Polymers ermittelt werden. Daraus kann hergeleitet werden, dass die Raffinerien A und D verhältnismäßig harte Ausgangsbitumen nutzen, während die Raffinerien B und C weichere Bitumen zur Herstellung von PmB verwenden. Darüber hinaus zeigen die Auswertungen der Ergebnisse, dass in den Raffinerien A, B und C ähnliche oder gleiche Polymere und Polymermengen zugegeben wurden. Jedoch geben die Raffinerien A und D im Vergleich zu den Raffinerien B und C dem Ausgangsbitumen verhältnismäßig wenig Polymere hinzu. Anhand der Ergebnisse kann schlussgefolgert werden, dass die Bitumen der Raffinerien A und D eher zu Rissbildung neigen und die Bitumen der Raffinerie B einen geringeren Widerstand gegen Spurrinnenbildung aufweisen. Ferner zeigt die Auswertung, dass Proben, die später im Jahr abgebaut werden, härter

sind als solche, die am Anfang eines Jahres abgebaut werden. Sie weisen tendenziell eine hohe Biegekreuchsteifigkeit und ein geringeres Relaxationsvermögen sowie eine hohe Steifigkeit bei tiefen Temperaturen auf. Diese deutet auf ein schlechteres Kälteverhalten hin. Es ist in diesem Zusammenhang noch zu untersuchen, ob je nach Umgebungstemperatur unterschiedliche Herstellungs- und Verarbeitungsmethoden von Rohöl und Bitumen angewandt werden und wie sich das gegebenenfalls auswirkt.

Fazit

Durch die Untersuchung der Proben ist klar geworden, dass die Qualitätsunterschiede oft sehr groß sind. Dies liegt an den unterschiedlichen Rohölprovenienzen, die eine andere Zusammensetzung der Basisbitumen zur Folge haben. Des Weiteren werden zur Anpassung der Basisbitumenqualität teilweise unterschiedliche Polymere und Polymerdosierungen genutzt. Die Jahreszeit der Abbausaison hat auf die Härte des Bitumens ebenfalls eine Auswirkung. Folglich sind die Eigenschaften des Bitumens von vielen Faktoren abhängig und sehr komplex, was dazu führt, dass anhand der tagtäglich durchgeführten konventionellen Bitumenprüfungen gemäß den Regelwerken die o. g. Unterschiede der PmB nicht ermittelt werden können. Daher fällt eine mangelhafte Qualität des Bitumens erst nach einigen Jahren in Form von Schäden auf.

QUALITÄTSSCHWANKUNGEN BEI POLYMERMODIFIZIERTEM BITUMEN

Ergebnis	• Ermittlung der saisonalen Qualitätsschwankungen von polymermodifizierten Bitumen verschiedener Raffinerien und Provenienzen
Mehrwert	• Optimierung der Mischgutzusammensetzung
Unternehmenseinheit	ZB TPA 04: DE / CH / NL / International
Projektlaufzeit	Januar 2016 bis Dezember 2016
Ansprechperson	Dr.-Ing. Pahirangan Sivapatham
Bearbeitung	Eva Binnenhey, Hülya Sacihan

AUF
EINEN
BLICK



Systematische Erkennung der Qualität von polymermodifizierten Bitumen

Systematic evaluation of the quality of polymer modified bitumen

In this study the quality of bitumen has been determined by means of several performance oriented and conventional bitumen tests; because the well-known testing methods are not enough for a precise characterising of especially modified asphalt binder. However, due to the newly developed test method called "Quick Test Method for Bitumen Standardisation", the quality of the bitumen, modification grade, hardness and the used basic binder can clearly be determined. The conventional methods can now be replaced by the newly developed testing methods and the full potential of different asphalt binders can also be exploited.

Hintergrund

Für die bekannten Probleme im Asphaltstraßenbau, die unter anderem auf die unzureichende Qualität des Ausgangsbitumens zurückzuführen sind, werden derzeit Lösungsansätze gesucht. Durch die Zugabe von Polymeren können zwar Gebrauchseigenschaften des Bitumens beeinflusst werden, jedoch nicht direkt die Qualität. Nach allgemein gültigen Richtlinien gibt es bisher keine Prüfmethode, die die sofortige Einschätzung der Qualität des verwendeten Ausgangsbitumens und der benötigten Zugabemenge an Polymeren zur Herstellung des polymermodifizierten Bitumen ermöglichen. Für die in den letzten Jahren in die Richtlinien aufgenommenen rheologischen Prüfmethode, dem Dynamischen Scherrheometer (DSR) nach DIN EN 14770 und dem Bending Beam Rheometer (Biegebalkenrheometer, BBR) nach DIN EN 14771, liegen aktuell keine Anforderungswerte vor. Daher muss zur Ermittlung der Bitumen-Qualität momentan auf konventionelle Prüfmethode zurückgegriffen werden:

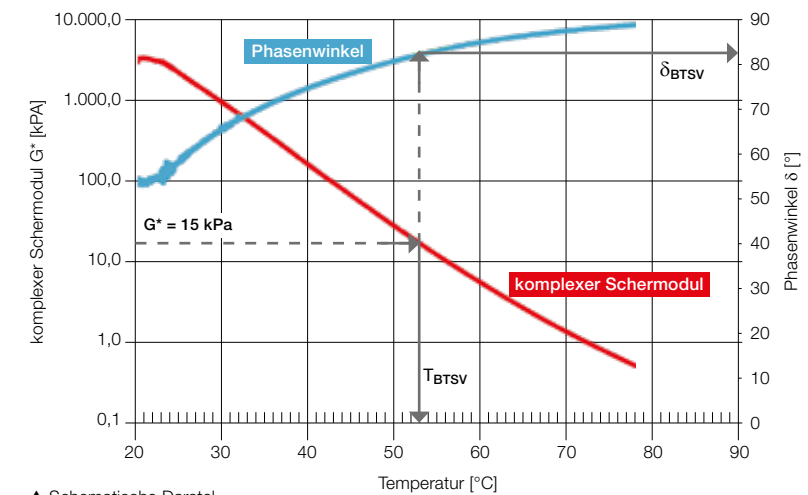
der Erweichungspunkt Ring und Kugel (EP RuK), der die temperaturabhängige Zähigkeit ermittelt, sowie die Nadelpenetration, die den Härtegrad bestimmt. Diese Verfahren sind allerdings angesichts der Bitumenvielfalt und der Modifizierungsmöglichkeiten durch Polymere für eine präzise Klassifizierung nicht geeignet. Es wird jedoch vermutet, dass in der Prüfmethode DSR hohes Potenzial steckt – insbesondere mit dem neuen Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren (BTSV).

Untersuchungen und Ergebnisse

Diese Forschungsarbeit greift daher neben diversen konventionellen und rheologischen Prüfungen auch das BTSV-Verfahren auf. Da das BTSV ein Verfahren für die Gebrauchseigenschaften bei hohen Temperaturen ist, kann zunächst kein Zusammenhang zum Tieftemperaturverhalten ermittelt werden. Die durchgeführten Tests haben ergeben, dass eine sehr gute Korrelation der Ergebnisse des Erweichungspunktes Ring und Kugel (EP RuK) zu den BTSV-Ergebnissen bei Straßenbaubitumen besteht; bei modifizierten Bitumen zeigen sich allerdings große Abweichungen. Ein Zusammenhang von EP RuK und BTSV konnte für polymermodifizierte Bitumen nicht ermittelt werden. Das deutet darauf hin, dass der Erweichungspunkt Ring und Kugel die Gebrauchseigenschaften bei hohen Temperaturen nur unzureichend beschreibt. Die Ergebnisse zeigen, dass die neue Methode BTSV wichtige Informationen über die Ausgangsbindemittel, die verwendeten Additive und die Modifizierungsgrade liefert. Dadurch ist eine bessere und präzisere Qualitätsermittlung sowohl von Straßenbaubitumen, als auch von polymermodifizierten Bitumen möglich. Die BTSV geben darü-

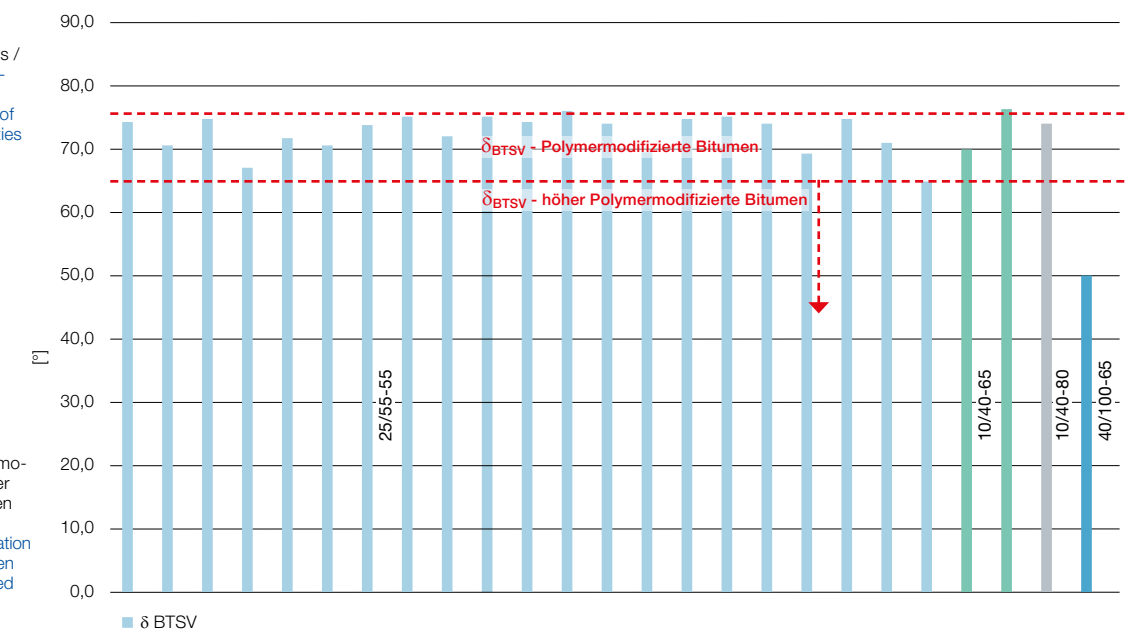
◀ Prüfkörper für das Biegebalkenrheometer / Samples for Bending Beam Rheometer

ber hinaus auch Aufschluss über die Bitumen-Unterschiede zwischen verschiedenen Herstellern und die Rohölprouenzen bei einer Bitumen-Sorte. Fazit: Das performance-orientierte BTSV bietet eine sehr gute Alternative zu den mittlerweile unzeitgemäßen Prüfverfahren EP RuK und Nadelpenetration.



▲ Schematische Darstellung – Auswertung BTSV am DSR zur Bestimmung elastischer und viskoser Eigenschaften des Bitumens / Schematic representation – Evaluation of BTSV at the DSR for the determination of elastic and viscous properties of the bitumen

► Differenzierung polymermodifizierter Bitumen und höher polymermodifizierter Bitumen anhand des ermittelten Phasenwinkels δ / Differentiation of polymer-modified bitumen and higher polymer-modified bitumen based on the determined phase angle δ



Ausblick

Mit dem BTSV kann die Qualität des verwendeten Basisbitumens und die nötige Zugabemenge des Polymeren sehr gut festgestellt werden. Für die Zukunft kommt es darauf an, die Faktoren für die Bitumen-Qualität genauer zu verstehen, um dessen Potenziale angesichts steigender Verkehrsbelastung voll ausnutzen zu können. Dafür müssen die neuen Verfahren wie das BTSV zum Standard für Bitumen-Prüfungen werden. Zudem gilt es, künftig nicht nur frische, sondern auch kurzzeit- und langzeitgealterte Bitumen zu untersuchen. Nur aus solchen Prüfungen lassen sich die notwendigen Erkenntnisse ableiten, um die Nutzungsdauer von Asphaltstraßen gezielt und systematisch verlängern bzw. einen frühzeitigen Sanierungsbedarf verhindern zu können.

POLYMERMODIFIZIERTES BITUMEN

Ergebnis	• systematische Erkennung von qualitativ schlechten Bitumen
Mehrwert	• systematische Auswahl von projektspezifischen Bitumen
Unternehmenseinheit	ZB TPA 04: DE/CH/NL/International
Projektlaufzeit	Januar 2017 bis Dezember 2017
Ansprechperson	Dr.-Ing. Pahirangan Sivapatham
Bearbeitung	Hülya Sacihan



◀ Beton mit hohem Chlorideindringwiderstand, passiver Bewehrungsstahl in chloridhaltiger Umgebung / Concrete with high chloride penetration-resistance, passive reinforcing steel in a chloride-containing environment

► Probekörper nach Durchführung des RCM-Tests / Tested concrete sample (RCM-Test)

Betone mit hohem Chlorideindringwiderstand

Concretes with high resistance against chloride migration

Concrete structures are exposed to chlorides based on groundwater conditions. Depending on the concrete cover, these chlorides influence the durability of reinforced concrete structures. Especially on permeable parking areas (areas with permeable paving) chloride water from cars leaks to reinforced foundations structures and can penetrate into the concrete and lead to a chloride induced corrosion. Therefore concrete areas under permeable paving shall either be executed by using concretes with a high resistance against chloride penetration or must be protected by a waterproofing material. The

knowledge of the chloride migration coefficient of different concretes enables the evaluation of the resistance of different concrete mix design against chloride migration to ensure a sufficient durability of concrete structures.

Hintergrund

Anlass für das Projekt „Betone mit hohem Chlorideindringwiderstand“ sind die Probleme mit Betonen, die einem erhöhten Chloridangriff ausgesetzt sind. Dabei geht es primär nicht um das kombinierte Einwirken von Frost und Chlorid, sondern um das



► Durchlässige Pflasterbeläge TG / Permeable parking areas

Verhindern des Eindringens von Chlorid aus dem Grundwasser oder aus dem durch Personenkraftwagen in den Beton eingebrachten, chloridhaltigen Wasser in Tiefgaragen. Dies hat im Vergleich zum Frost-Tausalz-Angriff zunächst vor allem auf die Dauerhaftigkeit der Bewehrung Einfluss. Insbesondere im Bereich von durchlässigen Fahrbelägen in Tiefgaragen (Pflasterbelag bei Parkflächen) können ungeschützte tragende Stahlbetonbauteile im erdberührten Bereich mit hindurchsickerndem, tausalzhaltigem Wasser beaufschlagt werden. Die Kenntnis des Chloridmigrationskoeffizienten von Betonen ermöglicht es, den Widerstand von Beton gegenüber dem Eindringen von Chloriden zu beurteilen und gezielte Anpassungen der Betonzusammensetzung im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit von Stahlbetonen durchzuführen.

Projektbeschreibung

Im Merkblatt der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) sind Grenzwerte zum Migrationskoeffizienten angegeben, nach denen der Beton bezüglich seines Widerstands gegen das Eindringen von Chloridionen bewertet werden kann. Untersucht wurde im Rahmen dieses Projekts das Eindringen von Chloriden in eine Beton- oder Mörtelprobe. Durch das Anlegen eines definierten elektrischen Felds wird die Diffusion von Chloridionen in die Probe beschleunigt. Anhand der Eindringtiefe der Chloride in Kombination mit der Feldstärke kann der genannte Migrationskoeffizient bestimmt werden. Ziel der Messungen ist, die Abhängigkeit der Entwicklung des Chloridmigrationskoeffizienten von der Betonzusammensetzung festzustellen. Damit kann der Chloridmigrationskoeffizient gezielt durch die Rezepturzusammensetzung verbessert werden. Die Chlorideindringtiefe wird maßgeblich von der Bindemittelzusammensetzung und vom Wasser/Bindemittelwert beeinflusst. Im

Vorgegebene Expositionsklasse nach DIN EN 206-1 / DIN 1045-2	Migrationskoeffizient	
	Mittelwert	größter Einzelwert
–	10-12 m ² /s	
XS 1, XD 1	≤ 10,0	≤ 12,0
XS 2, XD 2		
XS 3, XD 3	≤ 5,0	≤ 7,0

▲ Auszug BAW-Merkblatt 2012 Chlorideindringwiderstand von Betonen in Abhängigkeit der Expositionsklasse / Extract memorandum BAW 2012 "chloride migration coefficient depending on exposition classes"

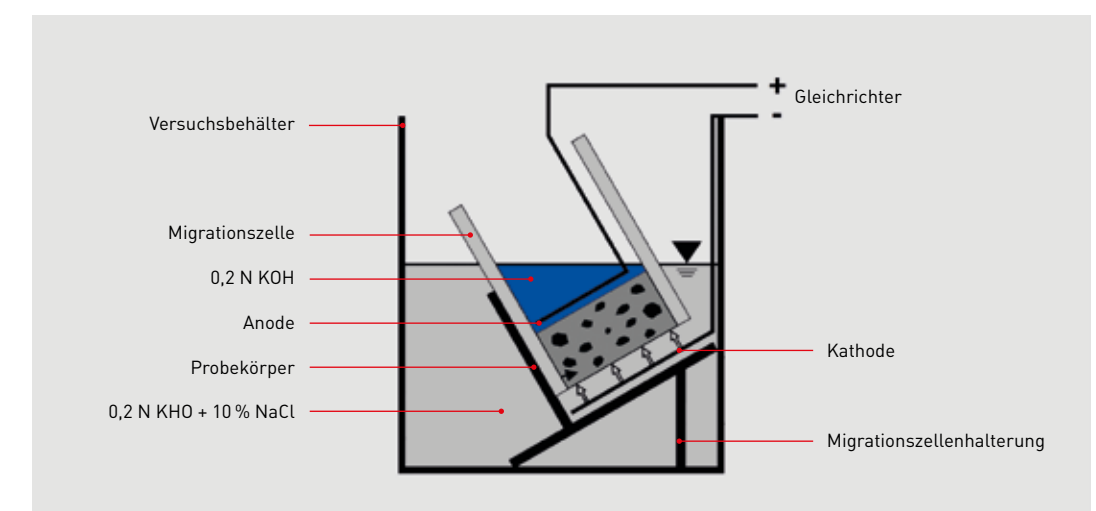
► Prinzip der Messzelle nach BAW-Merkblatt 2012 / Concept measuring cell according BAW memorandum



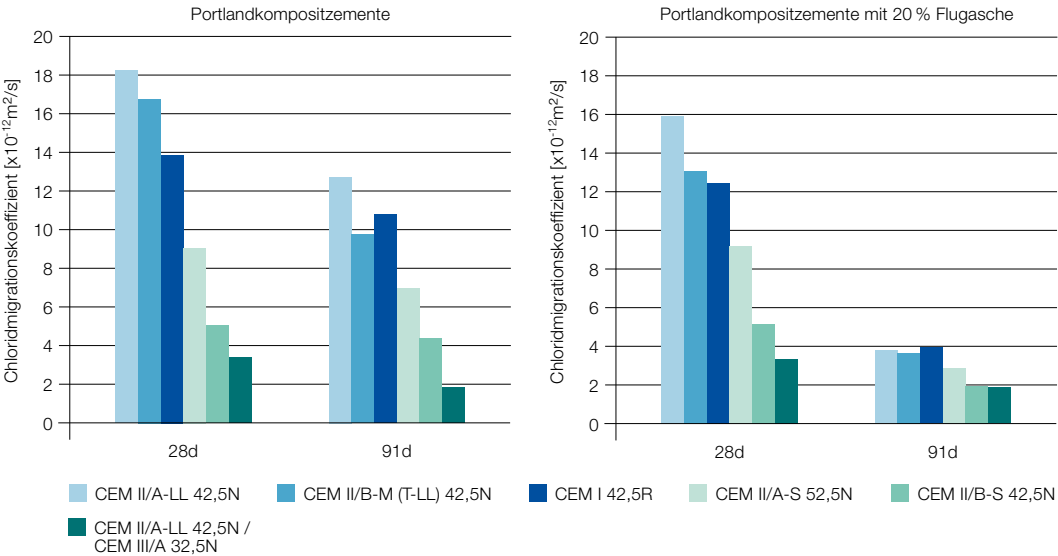
Jahr 2017 wurden zahlreiche Versuche im Rahmen dieses Projekts zum Einfluss unterschiedlicher Zemente mit und ohne Zusatzstoffe auf den Chloridmigrationswiderstand durchgeführt. Neben Portlandzement erfolgte die Untersuchung von Portlandkompositzementen sowie von Hochofenzementen.

Zementart	Bezeichnung
Portlandzement	CEM I 42,5R
Portlandkompositzemente	CEM II/A-LL 42,5N
	CEM II/B-S 42,5N
	CEM II/B-M (T-LL) 42,5N
	CEM II/A-S 52,5N
Hochofenzemente	CEM III/A 32,5N LH/HS
	CEM III/A 32,5N
	CEM III/A 42,5N

Die in den Versuchen zur Anwendung kommenden Rezepturen orientierten sich an üblichen Zusammensetzungen für Konstruktionsbetone, für Betone nach den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING) sowie für Betone der Expositionsklasse XD3. Die Prüfung der Chloridmigrationskoeffizienten erfolgte bei Konstruktionsbetonen nach einem Prüfalter von 28, 56 und 91 Tagen. Bei Konstruktionsbetonen gemäß ZTV-ING wurde ein Prüfalter von 28 und 91 Tagen gewählt. Zusätzlich wurden Proben für eine Prüfung im Alter von mehr als 365 Tagen hergestellt. Die Lagerung der Probekörper erfolgte bis zum Prüfdatum im Wasserbad.



► Zeitliche Entwicklung des Chloridmigrationskoeffizienten in Abhängigkeit der Zementart und Bindemittelzusammensetzung / Development of the chloride migration coefficient depending on the cement type and binder composition



Ergebnis

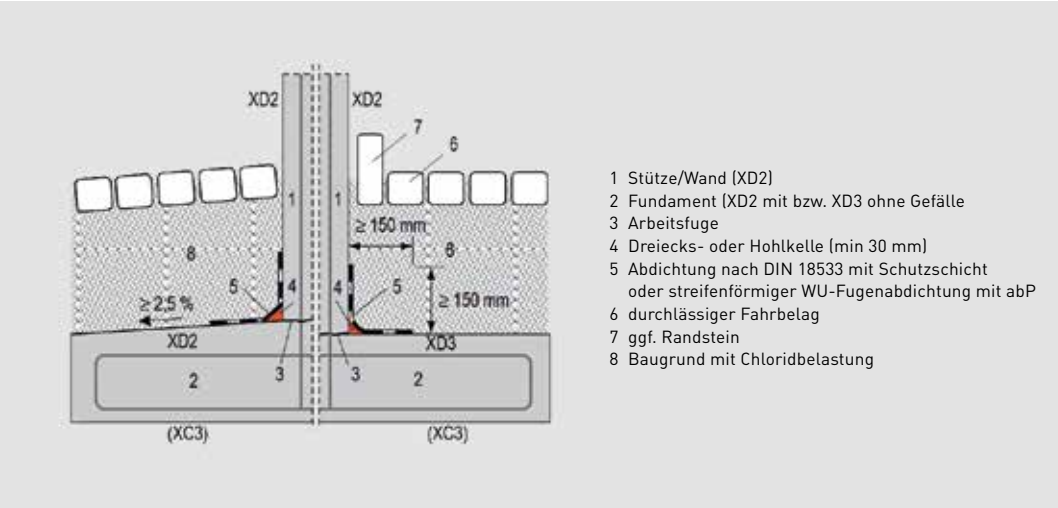
Die Prüfergebnisse beziehungsweise die ermittelten Chloridmigrationskoeffizienten zeigen, dass bei der Verwendung von Portlandkompositzementen unter Einhaltung eines konstanten W/Z-Werts von 0,50 deutliche Unterschiede in der verwendeten Zementart auf die zeitliche Entwicklung des Chloridmigrationskoeffizienten erkennbar sind. Es ist erkennbar, dass insbesondere Portlandkalksteinzemente und reine Portlandzemente nach einem Prüfalter von 28 und 91 Tagen deutlich höhere Chloridmigrationskoeffizienten gegenüber hüttensandhaltigen Bindemittelkombinationen aufweisen. Die Anforderungen an den Migrationskoeffizienten von $\leq 10 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ gemäß BAW-Merkblatt (Expositionsklasse XD2) werden auch nach einem Prüfalter von 91 Tagen nicht zielsicher in Abhängigkeit zur verwendeten Zementart eingehalten. Hüttensandhaltige Portlandkompositzemente können bereits nach einem Prüfalter von 28 Tagen die Anforderungen an einen Chloridmigrationskoeffizienten von $\leq 10 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ hinsichtlich der Vorgaben gemäß BAW-Merkblatt für die Expositionsklasse XD2 einhalten. Durch eine Zugabe von 20 % Flugasche kann die Dichtigkeit der Betone bei allen untersuchten Zementen nach einem erhöhten Prüfalter von 91 Tagen gegenüber

dem Standardprüfalter von 28 Tagen maßgebend erhöht werden. Die Anforderungen an den Migrationskoeffizienten von $\leq 5 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ für die Expositionsklasse XD3 können durch einen Flugascheanteil von 20 % bei allen untersuchten Zementarten eingehalten werden.

Fazit und Ausblick

Im weiteren Verlauf dieses Projekts sollen weitergehende Untersuchungen zur Bestimmung des Chloridmigrationskoeffizienten für zusätzliche Bindemittelkombinationen durchgeführt werden, um reale Ausgangsparameter für die Lebensdauerbemessung zu erhalten. Zudem kann anhand des weiteren Ausbaus der Datensammlung eine wirtschaftlich und technologisch optimierte Rezepturauswahl erfolgen. In das BAW-Merkblatt (Ausgabe 2017) zur Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung geht ebenfalls der Chlorideindringwiderstand bei der Bemessung von neu zu errichtenden Bauteilen und von Instandsetzungsmaßnahmen mittels Betonersatz ein. Hierfür sind Nomogramme zur Bemessung angegeben, wofür der Chlorideindringwiderstand als Eingangsparameter zu verwenden ist. Gemäß den aktuellen Regelwerken für Parkhäuser und Tiefgaragen des Deutschen Beton- und

► Auszug DBV-Merkblatt 2018 Parkhäuser und Tiefgaragen / Extract memorandum DBV 2018 multi-storey and underground car parks



► Anschlussbereich Stütze – durchlässiger Belag mit Fundament in chloridbelastetem Bereich / Connection area column – permeable covering, foundation in chloride-contaminated area

Bautechnik Vereins e.V. (DBV) sind ungeschützte bewehrte Betonkonstruktionen unterhalb von durchlässigen Pflasterbelägen (Fundamente, Stützen) in die Expositionsklassen XD2, oder bei hoher Wassersättigung in die Expositionsklasse XD3 einzustufen und dementsprechend in einer normativen Mindestdruckfestigkeitsklasse C35/45 auszuführen. Eine Ausführung dieser chloridzugänglichen Bauteile in niedrigeren Druckfestigkeitsklassen ist nur mit einer zusätzlichen Abdichtung der horizontalen und vertikalen Betonflächen möglich. Dazu sind Fundamente generell allseitig zu schalen, was mit einem erhöhten Arbeits- und Kostenaufwand verbunden ist. Die Kenntnis der Chloridmigrationskoeffizienten unterschiedlicher Bindemittelkombinationen soll es zukünftig ermöglichen, entsprechend dichte Betone für Stahlbetonbauteile unter Pflasterbelägen zu verwenden, die gleichwertige Eigenschaften zu sog. XD2- oder XD3-Betonen aufweisen. Flächige Abdichtungen würden in diesen konkreten Fällen dann entfallen.



CHLORIDEINDRINGWIDERSTAND BEI BETONEN

Ergebnis	• Dauerhaftigkeitsbemessung von Stahlbetonkonstruktionen bei Chlorideinwirkung • Optimierung der Betonzusammensetzung
Mehrwert	• Kosteneinsparung bei der Ausführung von Stahlbetonkonstruktionen unter durchlässigen Fahrbelägen • Qualitätssicherung
Unternehmenseinheit	ZB TPA 04: BTI/IQM/SGU
Projektlaufzeit	Januar 2016 bis Dezember 2017
Ansprechperson	Dr. Marcus Walz
Bearbeitung	Markus Pötz





Nicht-witterungsbedingte Dunkelverfärbungen an Sichtbetonoberflächen

Non-weather-related dark discolorations on fair-faced concrete surfaces

In the literature, there are many papers on weather-related dark discolorations of fair-faced concrete surfaces during the residence time in the formwork. The causes of non-weather-related dark discolorations in exposed concrete surfaces, however, are so far essentially unknown. As part of this research project, the appearance of numerous fair-faced concrete surfaces and their concrete compositions were first compiled and evaluated. In the process, influences could be ruled out in advance in the field of concrete. In addition, consideration was given to possible external influencing parameters, such as the component geometry, the formwork construction or the compaction of the concrete. Extensive test series were carried out in the laboratory by varying eligible parameters that could be used to reconstruct the conditions on the construction sites. Based on the result findings a test method is to be identified and able to assess concretes regarding their tendency to form dark discolorations that are not weather-related. In the context of the evaluation of this part of the experiment has been the development of an objective assessment of exposed concrete surfaces. This focus on assessing the interrelations of objective and subjective perception of the discolorations

Hintergrund

Die Erwartungen an die Gleichmäßigkeit von Sichtbetonflächen sind in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Auftraggeberschaft und Planungsbüros erwarten ein gleichmäßiges Erscheinungsbild sowie eine hochwertige Oberflächenbeschaffenheit. Bisher ist es jedoch kaum möglich, diese Festbetoneigenschaften zielsicher zu gewährleisten, da die bestimm-

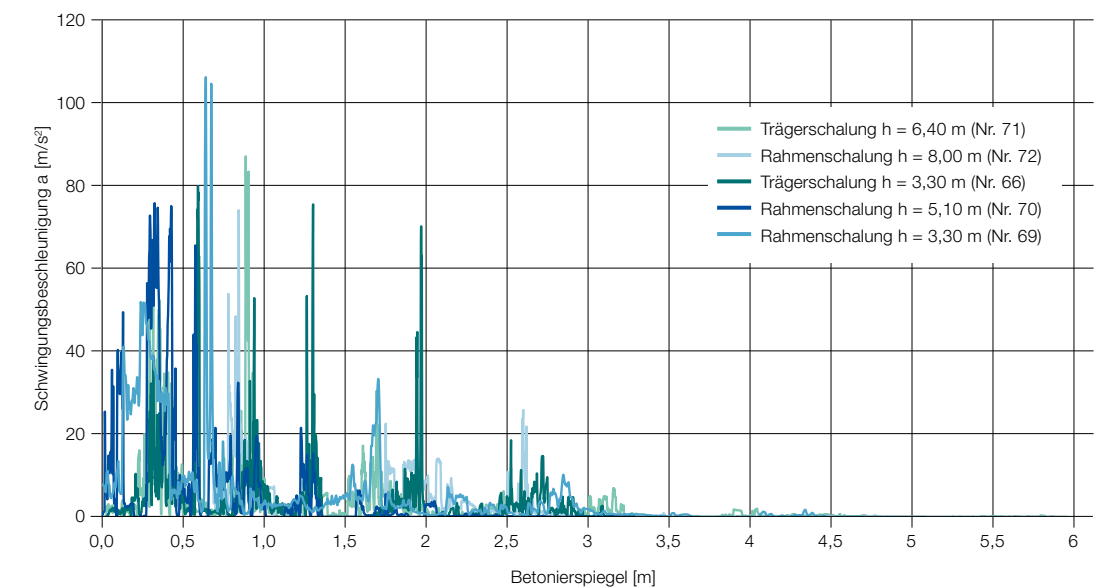
menden Einflussparameter zum großen Teil vor allem in Bezug auf die Farbigkeit noch unbekannt sind. Deshalb ist es notwendig, die Effekte, die das visuelle Erscheinungsbild dieser Flächen negativ beeinflussen, bereits bei der Entwicklung der Betonrezeptur zu identifizieren. In der Literatur gibt es zahlreiche Veröffentlichungen zu Dunkelverfärbungen an Sichtbetonoberflächen, die auf die Witterung während der Verweildauer in der Schalung zurückzuführen sind. Die Ursachen von nicht-witterungsbedingten Dunkelverfärbungen bei Sichtbetonoberflächen sind dagegen im Wesentlichen bisher unbekannt.

Projektbeschreibung

Im Rahmen des Projekts „nicht-witterungsbedingte Dunkelverfärbungen bei Sichtbetonoberflächen“ wurden unterschiedliche, von Dunkelverfärbungen betroffene Baustellen begutachtet und hinsichtlich der Betonzusammensetzung verglichen. Auf Basis des Erscheinungsbilds von Sichtbetonoberflächen eines ausgewählten Bauvorhabens erfolgte zunächst die Aufstellung einer umfangreichen Matrix, die weitere Einflussfaktoren wie das Einbauverfahren, das Schalungssystem und die Bauteilkubatur erfasst. Danach wurden Hypothesen zur Entstehung von Dunkelverfärbungen aufgestellt und anschließend versucht, diese mithilfe von Laborversuchen zu verifizieren: Im Rahmen der Untersuchungen wurde der Einfluss der Schalung und der Verdichtung des Betons überprüft. Hierfür wurden unter anderem das Betonalter bis zum Einsetzen der Verdichtung untersucht sowie die Schwingungsbeschleunigung der Schalhaut in Abhängigkeit der Betonierhöhe, des sogenannten Betonierspiegels, gemessen. Die Beurteilung der nicht-witterungsbedingten Dunkel-

◀ Sichtbetonoberfläche mit nicht-witterungsbedingten Dunkelverfärbungen / Fair-faced concrete surface with non-weather related dark discolorations

► Schwingungsbeschleunigung unterschiedlicher Schalungstypen bei Anwendung eines Innenrüttlers / Vibration acceleration of different formwork types using an internal vibrator



verfärbungen erfolgte subjektiv, für die zusätzliche objektive Beurteilung wurde ein Verfahren entwickelt.

Versuche

Die Auswertung der dokumentierten Verfärbungen deutet zunächst darauf hin, dass die betrachteten Dunkelverfärbungen grundsätzlich nicht auf die Betonzusammensetzungen zurückzuführen sind. Auch Versuche zu Dunkelverfärbungen infolge eines aufgetragenen hydrostatischen Drucks zeigen, dass dieser infolge später eingebrachten Frischbetons ebenfalls keine primäre Ursache für die Dunkelverfärbung im unteren Wandbereich darstellt. Vibrationsmessungen auf der Baustelle vor Ort hingegen haben ergeben, dass über die Schalung weitergeleitete, abgeschwächte Vibrationen auf die Betonoberfläche früher eingebrachten Betons im unteren Wandbereich einwirken. Dabei scheinen Trägerschalungen diese Schwingungen länger zu übertragen als Rahmenschalungen. Dies ist auf die höhere Steifigkeit der Rahmenschalungen im Vergleich zu den Trägerschalungen zurückzuführen. Laborversuche an kleinformatigen Probekörpern haben einen tendenziellen Einfluss lang einwirkender Vibrationen auf die Verfärbungsneigung gezeigt. Auch das Betonalter, also der Erstarrungszustand des Betons zum Zeitpunkt der einwirkenden Vibrationen, scheint einen Einfluss auf die Bildung von nicht-witterungs-

bedingten Dunkelverfärbungen zu haben. Untersuchungen zum Erstarrungseinfluss haben weiterhin gezeigt, dass mit zunehmendem Erstarrungsfortschritt früher eingebauter Betonierlagen beim Einbau der nächsten Betonierlage die Neigung zu Dunkelverfärbungen der Betonoberfläche steigt. Die Verfärbung der Oberfläche der unteren Betonierlage scheint dabei durch die Revibration der bereits angestarteten Betonierlage hervorgerufen zu werden. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen erfolgten weitere umfassende Versuchsreihen im Labor mit dem Ziel, die auf den Baustellen auftretenden, nicht-witterungsbedingten fleckigen Dunkelverfärbungen an Sichtbetonwänden entsprechend nachzustellen. Es war zu vermuten, dass die Einflüsse, die letztendlich zu den fleckigen Dunkelverfärbungen führen, zum einen auf ein Zusammenwirken des Gehalts an Calciumhydroxid im Porenwasser mit den Einbaubedingungen, also der Schalungs- oder auch Verdichtungsart, und zum anderen auch auf klimatische Randbedingungen, wie Luftfeuchte oder Lufttemperatur, zurückzuführen sind. Die Ursachen sind dabei mit großer Wahrscheinlichkeit in der Kombination dieser Einflüsse zu suchen, wobei hier auch der Faktor Zeit, zum Beispiel die Dauer der Verdichtung oder der Zeitpunkt des Ausschalens, nicht außer Acht gelassen werden darf.

Klassifizierung der Verfärbungen

Zur genaueren Klassifizierung der Verfärbungen wurden zunächst Sichtbetonoberflächen von Bauvorhaben subjektiv in Verfärbungsklassen eingeteilt und die zugehörigen Randbedingungen, wie zum Beispiel die Zusammensetzung der Betone, die Art der Schalung oder auch die Abfolge des Betoniervorgangs, identifiziert. Dies hat gezeigt, dass bestimmte Betonrezepturen oder Betonzusatzstoffe nicht für das Auftreten von fleckigen Dunkelverfärbungen verantwortlich gemacht werden können. Vielmehr zeigt sich, dass je nach Ausgangsbedingungen jede Betonrezeptur unterschiedlich stark zu Dunkelverfärbungen neigt, sodass anscheinend äußere Faktoren (Witterung, Betonierdauer, Scha-

► Vergleich des Vibrationsinflusses, Dauer bis zur nachträglichen Vibration: 0h (li) und 3h (re) / Comparison of the vibration influence, duration until the subsequent vibration: 0h (le) and 3h (ri)





► Dunkelverfärbungen bei Sichtbetonoberflächen unter Verwendung unterschiedlicher Betonrezepturen / Dark discoloration on exposed concrete surfaces using different concrete formulations



lungstyp, usw.) einen entscheidenden Einfluss auf das Erscheinungsbild haben. Jedoch lässt sich bei einer baubetrieblichen Analyse kein alleiniger äußerer Faktor für das Erscheinen von fleckigen Dunkelverfärbungen identifizieren. Vielmehr ist es das Zusammenspiel von Betonierdauer, Beton- und Lufttemperatur sowie der Einsatz unterschiedlicher Schalungstypen (Rahmen- oder Trägerschalung), das den Verfärbungsgrad der Betonoberfläche beeinflusst. In einer weiteren Versuchsreihe wurden an Probekörpern unter Laborbedingungen gezielt fleckige Dunkelverfärbungen der unteren Betonierlage hervorgerufen. Hierfür wurden insgesamt fast 100 Probekörper hergestellt. Ziel war es, die entscheidenden Einflussparameter zu identifizieren, um mit betontechnologischen Anpassungen fleckige Dunkelverfärbungen der unteren Betonierlage zu reduzieren bzw. zu verhindern. Ziel der Untersuchungen war zudem, eine Methode zur objektiven Beurteilung des vom menschlichen Auge wahrgenommenen Erscheinungsbilds zu entwickeln. Hier-

zu wurden alle erstellten Betonprobekörper und auch Bauteile auf der Baustelle sowohl subjektiv (visuell) als auch objektiv (Spektralphotometer, Berechnung des Farbabstands) analysiert und anschließend in Verfärbungsklassen (VK) eingeteilt. Bei 59 % der Probekörper konnte die subjektive Einordnung in die insgesamt vier festgelegten Verfärbungsklassen durch die objektive Methode bestätigt werden. Dies zeigt, dass das im Rahmen der Untersuchungen entwickelte Bewertungsverfahren mit dem Spektralphotometer und der Berechnung des Farbabstands das vom menschlichen Auge wahrgenommene Erscheinungsbild widerspiegeln kann. Bei 40 % der Probekörper wiederum ergab sich eine Abweichung um eine Verfärbungsklasse. Bei lediglich 1 % der Probekörper wichen die Ergebnisse um zwei Verfärbungsklassen ab. Die subjektive Beurteilung der hergestellten Betonprobekörper erfolgte im Labor, sodass entsprechende Einflüsse aus unterschiedlichen Lichtverhältnissen, Luftfeuchtigkeiten oder Witterungen auf die Wahrnehmung ausgeschlossen werden konnten. Darüber hinaus wurde stets die gleiche Fläche von 20 cm Breite und 30 cm Höhe bewertet, sodass ein konstanter Betrachtungsabstand zur Beurteilung gewährleistet war. Die Auswertung der spektralphotometrischen Messdaten wurde für die im Rahmen dieser Arbeit hergestellten Probekörper insofern angepasst, als zusätzlich der sogenannte Farbabstand gemessen wurde: dieser beschreibt unterschiedlich starke Verfärbungen auf einer abgegrenzten Fläche. Die Einteilung in Verfärbungsklassen fand dabei anhand des durchschnittlichen Farbabstands und der errechneten Standardabweichung statt. Zwar erfolgt die subjektive Bewertung schnell und ohne Hilfsmittel und stimmt, wie oben erwähnt, in knapp 60 % der Fälle mit der objektiven Bewertung überein. Sie spiegelt jedoch – insbesondere bei Verfärbungen, die nicht exakt einer Klasse zugeordnet werden können – immer nur das Empfinden des Betrachters wider. Für die Bewertung eines Sichtbetonbauteils auf der Baustelle empfiehlt es sich daher, aufgrund des geringen Zeitaufwands zunächst die subjektive Beurteilung durchzuführen und erst in möglichen Streitfällen auf die objektive Messung zurückzugreifen.

► Versuchsschalungen zur Untersuchung der fleckigen Dunkelverfärbungen (li: Stütze; re: Wand) / Experimental molds for the investigation of spotty dark discolorations (left: column / right: wall)



► Beispielhafte Darstellung der subjektiv und mit Spektralphotometer objektiv beurteilten Verfärbungsklassen / Exemplary representation of the subjectively and objectively assessed discoloration classes

Bewertung	Zeitpunkt der Revibration [h]																
	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
Subjektiv	Ref.	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	2,0	2,0	2,0	
	I.	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0							
	II.	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	III.	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	1,0	1,0							
	IV.			3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	2,0	2,0
	V.			2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	VI.			2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	3,5	3,0
	VII.	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0			
Objektiv	Ref.	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	3,5	3,0	3,0	3,0	
	I.	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0							
	II.	1,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0	3,5	3,0	3,0	2,5	2,0	2,0
	III.	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0							
	IV.			2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	2,0
	V.			2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	VI.			3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0
	VII.	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	1,0	1,0			
	VIII.	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	3,5	3,0	3,0	3,0	2,5	2,0

Ergebnis

Ein Versuchsverfahren zu definieren, bei dem gezielt fleckige Dunkelverfärbungen auftreten, konnte mit in diesem Projekt angewandten Verfahren erreicht werden. Insgesamt konnte nachgewiesen werden, dass jede verwendete Zementart in einem bestimmten Zeitfenster der Revibration zur Ausbildung von fleckigen Dunkelverfärbungen neigt. Dieses Ergebnis stimmt mit den Erkenntnissen der betontechnologischen Analyse überein, wonach sämtliche Betonrezepturen sowohl gute, als auch schlechte Sichtbetonergebnisse liefern können. Zudem wurde gezeigt, dass sich mit längerer Vibrationseinwirkung auf den Frischbeton in der Schalung das Risiko für fleckige Dunkelverfärbungen erhöht. Je länger die Betonage dauert, desto eher wird die Betonoberfläche einer Revibration im besagten Zeitfenster ausgesetzt und bildet infolgedessen Dunkelverfärbungen. Auch ein Einfluss der Steifigkeit der Schalung war in Ansätzen zu erkennen.

Ausblick

Die Bedeutung der Porenlösungszusammensetzung konnte mit den Versuchsreihen der internen Einflussparameter näher bestimmt werden. Die exakte Porenlösungszusammensetzung wurde dabei jedoch nicht bestimmt. Im weiteren Verlauf dieses Projekts sollen Untersuchungen folgen, die bestimmen, ab welcher gelösten Menge an Calciumhydroxid die anschließenden Ablagerungen zu einer Verfärbung führen. Zudem sind die bisherigen Erkenntnisse final zu verifizieren. Außerdem ist die Bedeutung der Rheologie bezüglich der Verfärbungen noch zu klären. Ein Verfahren zur zielsicheren Vermeidung der Verfärbungen auf der Baustelle soll im weiteren Verlauf der Projektbearbeitung entwickelt werden.

DUNKELVERFÄRBUNGEN BEI SICHTBETON

Ergebnis

- Identifizierung der Einflüsse auf Verfärbungen an Sichtbetonoberflächen
- Verfahren zur visuellen Beurteilung von Verfärbungen an Sichtbetonoberflächen

Mehrwert

- Vermeidung von fleckigen Dunkelverfärbungen an Sichtbetonoberflächen

Unternehmenseinheit

ZB TPA 04: BTI/IQM/SGU

Projektlaufzeit

Januar 2016 bis Dezember 2017

Ansprechperson

Dr. Marcus Walz

Bearbeitung

Torsten Dölle, Adrien Kreißig, Manuel Queitzsch

Publikationen

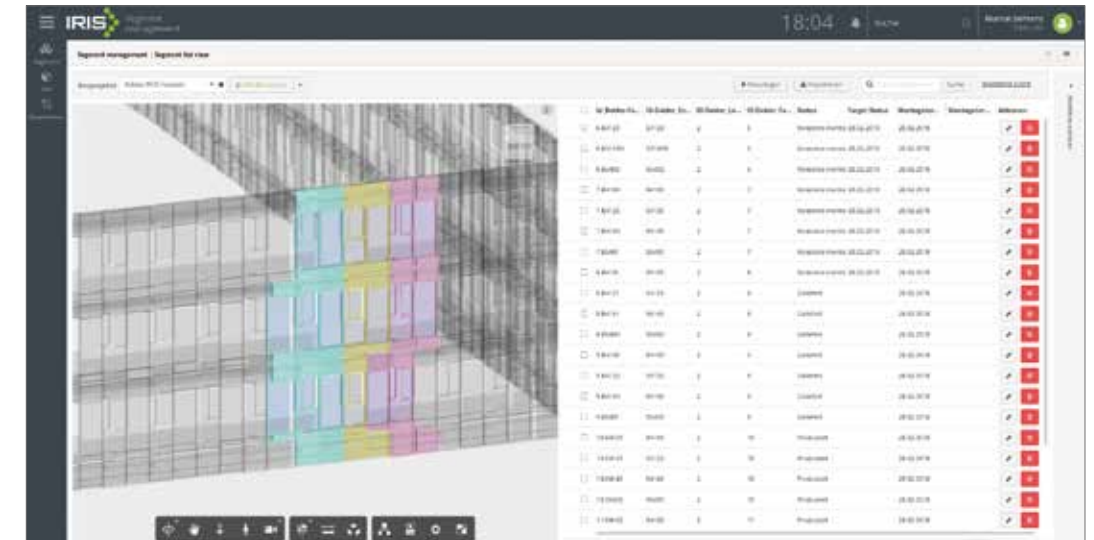
- Kreißig, A.: Untersuchungen zu nicht witterungsbedingten Verfärbungen an Sichtbetonoberflächen, Masterarbeit Leibniz Universität Hannover, 2016
- Queitzsch, M.: Nicht witterungsbedingte Dunkelverfärbungen an Sichtbetonoberflächen, Masterarbeit, Hochschule Konstanz, 2017





◀ Digitale Prozessverfolgung mit der IRIS-Plattform / Digital tracking on the IRIS-platform

► Übersicht der Elementstatu auf der IRIS-Plattform / Overview of element status on the IRIS-platform



beitet und die Anforderungen an ein System zur Prozessverfolgung definiert. Auf dieser Basis wurden am Markt verfügbare Softwarelösungen für einen möglichen Piloteinsatz getestet und bewertet. Zur Prozessverfolgung der Produktion, Lieferung und Montage des Stahlbaus beim Bauvorhaben World of Sports in Herzogenaurach kam bereits die IRIS-Plattform der Konzerntochter ITC Engineering GmbH zum Einsatz (siehe auch Research, Development, Innovation 2014/15, S. 66ff.). Das System ließ sich dabei flexibel an unterschiedliche Projekterfordernisse anpassen. So kann die Prozessverfolgung beispielsweise mit bestehenden IRIS-Modulen wie Auswertungen und dynamischen Formularen verknüpft werden.

Umsetzung

Für das Elementfassadentracking wurde erstmals ein webbasierter BIM-Viewer in die IRIS-Plattform integriert und mit der Bauteilverwaltung verbunden. Die Fachbereiche Fassadentechnik und Architektur und Schlüsselfertiges Bauen der Zentralen Technik haben das Fassadenmodell so angepasst, dass eine eindeutige Elementidentifikation und -verfolgung über die IRIS-Plattform möglich ist. Die Visualisierung des 3D-Modells in IRIS zeigt wahlweise den aktuellen Status der Elemente nach einem frei konfigurierba-

ren Workflow oder den Terminverzug pro Element nach konfigurierbaren Farbcodes. Für den mobilen Einsatz wurde eine App entwickelt, über die der Elementstatus anhand eines QR-Codes abgefragt und bearbeitet werden kann.

Ausblick

Das entwickelte System wurde für die ca. 2.100 Fassadenelemente beim Bauvorhaben World of Sports in Herzogenaurach getestet. Der erste reguläre Einsatz ist für das Projekt Axel Springer Campus in Berlin ab Sommer 2018 geplant. Der modulare Aufbau des Systems erlaubt dabei die Prozessverfolgung für alle Arten von Bauelementen. Wenn es eine eindeutige räumliche Zuordnung der Elemente gibt, können diese auch in 3D auf der IRIS-Plattform visualisiert werden. Eine Anbindung des Bauteiltracking-Moduls an Terminplanungstools ist geplant und soll den Vergleich von Planung und Ausführung weiter verbessern. In kommenden Projekten wird zusätzlich zum Bauteiltracking das Abnahmemanagement auf Basis der IRIS Formular-Engine zum Einsatz kommen. Im weiteren Projektverlauf soll auch die Prozessverfolgung anhand von RFID-Chips untersucht werden.

Digitale Prozessverfolgung für Elementfassaden

Digital tracking for unitised curtain walls

The planning and production process for unitised curtain walls starts long before their installation on the construction site in the workshop of the subcontractor. The continuous monitoring of these processes is crucial for a smooth construction progress on site. In this project, a digital process control has been implemented with the ability to visualise construction processes in a digital building model based on the IRIS platform by ITC Engineering. A pilot application of the system has been used in the construction project World of Sports in Herzogenaurach. The usage of the developed system in further projects is planned in 2018.

Hintergrund

Bei Elementfassaden findet ein Großteil der Wertschöpfung im Fertigungsbetrieb des Nachunternehmers vor Montagebeginn auf der Baustelle statt. Zur

Sicherstellung der reibungslosen Abwicklung eines Bauprojekts ist es unerlässlich, die Planung und Fertigung der Elemente von Beginn an und lange vor dem Start der Montage auf der Baustelle kontinuierlich zu begleiten und zu überwachen. Dies findet bislang nur auf konventionelle Weise z.B. durch Werksbesuche und manuell geführte Listen zum Soll-/Ist-Vergleich statt. Vor diesem Hintergrund sollten nun einerseits mögliche Softwarelösungen zur Digitalisierung der Prozessverfolgung recherchiert werden und andererseits ein Pilotprojekt vorbereitet werden.

Recherche

In einem Workshop mit Bauleiterinnen und Bauleitern wurden die für einen reibungslosen Projektablauf erforderlichen Prozessschritte bei der Planung und Produktion von elementierten Fassaden erar-



► Ändern des Elementstatus mit der IRIS-App / Change of element status with the IRIS-app



DIGITAL TRACKING

Ergebnis

- Plattform und mobile App für die digitale Prozessverfolgung von Bauelementen

Mehrwert

- reibungsloser Bauablauf durch frühzeitige Überwachung der Planung und Fertigung der Elemente

Unternehmenseinheit

ZB Zentrale Technik 30: Schlüsselfertigbau, FAS und ARS; Digitalisierung und Softwareengineering, ITC-S (ITC Engineering GmbH), UB H+I Deutschland/BNL/Skandinavien 2C: Stuttgart II EP

Projektlaufzeit

Januar 2017 bis Dezember 2018

Ansprechperson

Dr. Karoline Fath

Bearbeitung

Marion Behrens, Karoline Fath, Patrick Hartkorn, Jan-Claus Jung, Alexander Kuhn, Ruven Müller, Ignacio Perez-Martinez, Martin Wachinger



Vernetzung und Automatisierung von Produktionsabläufen bei Gewinnung, Transport und Weiterverarbeitung mineralischer Rohstoffe – AutoProStoffe

Networking and automation of production processes in the extraction, transportation and processing of mineral resources – AutoProStoffe

A number of recurring interfaces exist between the individual value chain processes during the production of mineral resources. In the course of the research project, these interfaces are to be optimised through the automation of individual tasks as well as intelligent networking and regulating. Considering current production processes, a significant potential for optimisation exists, especially, in the extraction, transportation and further processing of mineral resources.

Hintergrund

Mineralische Rohstoffe wie Metalle, Industrieminerale, Steine und Erden spielen eine essentielle Rolle als Grundlage für den Wohlstand eines Landes. Deutschland ist weltweit einer der größten Pro-Kopf-Verbraucher mineralischer Rohstoffe, dabei stammt der größte Teil des Gesteins und der Erde aus heimischer Produktion. Da diese Rohstoffe hauptsächlich direkt weiterverarbeitet werden, bleibt ein wesentlicher Teil der Wertschöpfungskette innerhalb



► Luftbild des Steinbruchs der Fa. Mineral Baustoff GmbH / Aerial view of the Mineral Baustoff GmbH Quarry

◀ Transport des gewonnenen Rohstoffmaterials durch den Schwerlast-Muldenkipper / Transport of the quarried material with the mining dump truck

► Beladung des Schwerlast-Muldenkippers mit dem gewonnenen Rohstoff / Loading of the mining dump truck with the quarried material



durchgeführt, z. B. Zeitaufnahmen gemäß der LEAN-Methodik oder Prozessanalysen. An den Arbeitsmaschinen des Steinbruchs wurden zudem erste Sensoren angebracht, die wichtige Daten, wie z. B. die Zykluszeit und die Positionsbestimmung der Arbeitsmaschinen (Gewinnungsbagger und Schwerlast-Muldenkipper) im Steinbruch aufzeichneten. Auf einer eigens erstellten Sensor-Cloud wurden diese Daten gesammelt und für die weitere Verwendung ausgewertet.

Ausblick

Mithilfe zusätzlicher Sensoren soll in weiterer Folge eine Vernetzung sowie eine intelligente Steuerung von Prozessabläufen ermöglicht werden. Damit die Erfassung und Automatisierung einzelner Arbeitsfunktionen sowie die intelligente Vernetzung und Steuerung aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer in der Prozesskette erreicht werden kann, sollen im Verlauf des Projekts eine Nahfeld-Kommunikation aller Prozessteilnehmerinnen und -teilnehmer und eine Prozessoptimierung durch die Kommunikation mit der Sensor-Cloud realisiert werden. Außerdem sollen die Sensoren eine Erfassung der Arbeitsabläufe über einen längeren Zeitraum ermöglichen und als Grundlage für Weiterentwicklungen und für Optimierungspotenziale verwendet werden. Darüber hinaus sollen sie zum Zwecke der Prozessoptimierung für die Kommunikation der Maschinen untereinander genutzt werden. Ein weiterer positiver Effekt der Automatisierung ist die Entlastung der Maschinenführer. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse sollen in Form eines Handbuchs dokumentiert werden und künftig auch auf andere Steinbrüche übertragbar sein.

Deutschlands. Die Wertschöpfungskette – Gewinnung, Transport und Weiterverarbeitung – mineralischer Rohstoffe beinhaltet zahlreiche wiederkehrende Arbeitszyklen, komplexe Aufgaben und Tätigkeiten in gefährlichen Gebieten, sodass die Abläufe durch eine Automatisierung deutlich optimiert werden könnten.

Projekt

Ziel des Projekts ist die Automatisierung der Prozesse sowie eine intelligente Vernetzung der mobilen Arbeitsmaschinen entlang der Prozesskette, um einzelne Abläufe und Teilnehmende steuern zu können. Dafür wird in Zusammenarbeit mit Industriepartnern und Hochschulen ein Demonstrator entwickelt. Dieser soll unter praxisnahen Bedingungen in einem Steinbruch der Fa. Mineral Baustoff GmbH, einer Tochtergesellschaft der STRABAG AG, eingesetzt werden. Für die Prozessautomatisierung ist zuvor eine nähere Betrachtung der Schnittstellen in der Wertschöpfungskette erforderlich. Zur Ermittlung der notwendigen Grunddaten wurden im Laufe des Projekts bereits mehrere Untersuchungen



AutoProStoffe

Ergebnis

- Prozessoptimierung der Wertschöpfungskette mineralischer Rohstoffe

Mehrwert

- Automatisierung der einzelnen Arbeitsfunktionen
- intelligente Vernetzung und Steuerung der mobilen Arbeitsmaschinen
- Entlastung des Maschinenbedieners für Lade- und Transportgeräte
- Optimierung der Schaufelfüllung beim Ladeprozess
- Optimierung der Gewichtsbestimmung von Rohstoffen innerhalb der Prozesskette
- Reduzierung des Reifenverschleißes bei Lade- und Transportgeräten
- Vermeidung von überladenen Transportgeräten
- Verschleiß- und Brucherkennung an der Schaufel eines Ladegeräts
- Reduzierung der Instandhaltungszeiten an den Maschinen
- Minimierung der Stillstandzeit aller beteiligten Geräte und Anlagen innerhalb der Prozesskette
- Baustoffproduktion (mineralische Rohstoffe)

Unternehmenseinheit

ZB TPA 04: DE/CH/NL/International; ZB BMT1 01: DE/BNL/DK; UB VWB Deutschland 6H

Projektlaufzeit

April 2016 bis März 2019

Ansprechperson

Martin Muschalla

Bearbeitung

Sebastian Czaja, Martin Muschalla

Kooperation

Technische Hochschule Köln, Fakultät für Anlagen, Energie- und Maschinensysteme; Völkel Mikroelektronik GmbH; Langendorf GmbH





Entwicklung eines effizienten Containermanagements

Development of an efficient container management

STRABAG BMTI has a stock of approx. 12,000 containers in Germany. Throughout Europe, the stock amounts to about 20,000 containers. From purchasing to use to disposition, is currently handled manually, paper-based and is decentrally organised. Due to this situation, STRABAG BMTI initiated a project aimed at creating an efficient system of container management. Here, standardised and transparent operational planning, from procurement to disposition, is to be achieved. As a basis for this, the entire container inventory is recorded in a central database-supported system, which shows for each container in real time, where and in which state it is, which equipment attributes it owns and how long it should be used at a particular location.

Hintergrund

Die STRABAG BMTI verfügt in Deutschland über einen Bestand von ca. 12.000 Containern. Europa-weit beläuft sich der Bestand auf ca. 20.000 Container und nimmt dabei u. a. aufgrund der steigenden Auftragseingänge tendenziell zu. Das Management der Container über deren Lebenszyklus, d. h. vom Einkauf über die Nutzung bis zur Aussonderung, wird derzeit überwiegend händisch (papierbasiert) abgewickelt und ist dezentral organisiert. Durch die dezentrale Organisation sowie den nur punktuellen Einsatz von Applikationen bleiben die für das Management der Container relevanten Daten unvernetzt. Dies führt zu einer „Silo“-Sicht auf den Containerbestand.

Ziel

Vor diesem Hintergrund hat die STRABAG BMTI ein Projekt zur Einführung einer effizienten Systematik

des Containermanagements initiiert. Ziel ist eine standardisierte und transparente Einsatzplanung – von der Beschaffung bis zur Aussonderung. Grundlage dafür ist die Erfassung des gesamten Containerbestandes in einem zentralen datenbankgestützten System, das für jeden Container in Echtzeit anzeigt, wo und in welchem Zustand er sich befindet, welche Ausstattungsattribute er besitzt und wie lange er an einem bestimmten Ort eingesetzt werden soll.

Projektverlauf

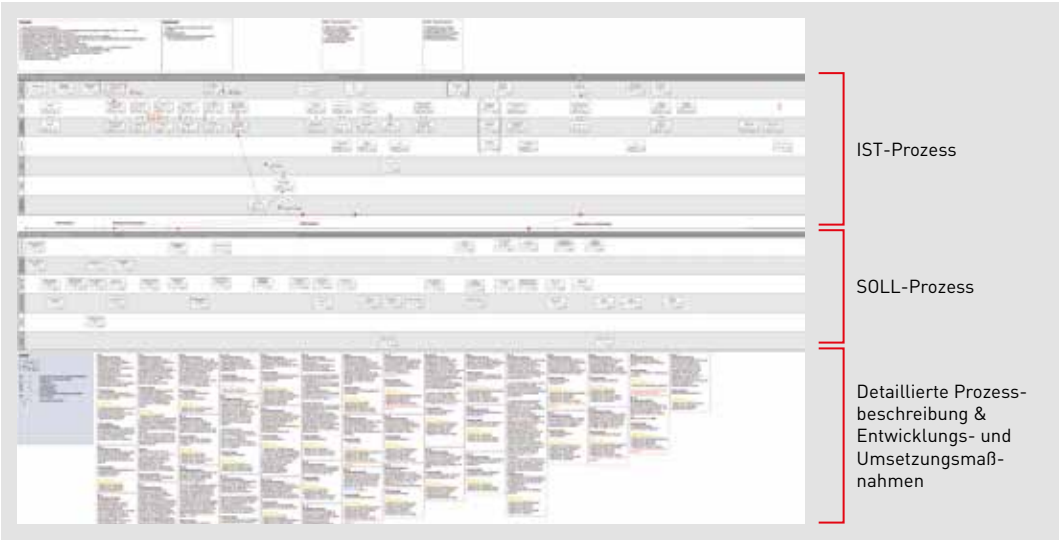
Um die Schwachstellen vollständig zu erfassen, wurde im ersten Schritt der derzeitige Prozessablauf (Ist-Prozess) des Containermanagements mit der Wertstrommethode analysiert. Anschließend wurde im Rahmen des Wertstromdesigns ein Soll-Prozess konzipiert, der die zukünftige Arbeitsweise und Methodik des Containermanagements abbildet. Durch zusätzliche Beschreibungen jedes Soll-Prozessschritts wurde das Konzept dabei schrittweise überprüft, abgestimmt und detailliert. Zudem wurden für jeden Soll-Prozessschritt Entwicklungs- und Umsetzungsmaßnahmen erarbeitet, die aufzeigen, welche Schritte zur Implementierung des Soll-Prozesses notwendig sind. Für den Start der Umsetzungsphase wurden die Entwicklungs- und Umsetzungsmaßnahmen zu Arbeitspaketen gebündelt und ein Pilotprojekt definiert.

Grundsätzliche Funktionsweise

Basis des Konzepts bildet das zentrale datenbankgestützte System, das die Daten für das Management des gesamten Containerbestandes beinhaltet und damit die derzeitige „Silo“-Sicht auf lediglich einen Teilausschnitt des Bestands beseitigt. So wird



► Konzept des Containermanagements / Concept of container management



beispielsweise die Angebotskalkulation erheblich erleichtert: Das System importiert die notwendigen Angebotsstammdaten, einschließlich der Zeit- und Geodaten. Per „Mausklick“ lässt sich nun die Verfügbarkeit der benötigten Container überprüfen und eine Reservierung für die Kalkulation auslösen. Wird der Bedarf dagegen nicht aus dem Bestand gedeckt, fordert das System den Benutzer zur Veranlassung einer Investitionsentscheidung (Kauf/Miete) auf. Das datenbankgestützte System enthält darüber hinaus eine Systematik, die z. B. alternativ verfügbare Container vorschlägt und reservierte Container bei einer Änderung der Auftragssituation freimeldet oder entsprechend umverteilt. Der Zugriff auf das datenbankgestützte System kann über browserbasierte Desktop-Applikationen erfolgen, wird jedoch überwiegend mit Webformularen auf mobilen Geräten wie Smartphones oder Tablets durchgeführt. Ein hoher Anteil des Containermanagements wird durch diese Webformulare standardisiert und digitalisiert. Wird bei der Abnahme eines Containers auf der Baustelle ein Schaden festgestellt, ändert die STRABAG BMTI via Webformular auf einem mobilen Gerät den Status des Containers auf „Reparatur“, wodurch u. a. ein Reparaturauftrag ausgelöst und eine verantwortliche Person

benachrichtigt wird. Der bisher hohe Kommunikations- und Koordinationsaufwand zur Dokumentation sowie Veranlassung derartiger Tätigkeiten wird deutlich reduziert.

Ausblick

Damit das datenbankgestützte System als Basis für das effiziente Containermanagement entwickelt und schnellstmöglich eingesetzt werden kann, müssen die Anforderungen an ein solches System weiter spezifiziert werden. Zu klären sind außerdem die technischen Schnittstellen zu anderen IT-Systemen sowie die organisatorischen Schnittstellen zu konzerninternen und -externen Parteien. Das grundsätzliche Konzept und weitere Vorarbeiten, wie die Konzeption von Benutzeroberflächen, bilden dafür eine fundierte Ausgangsbasis. Parallel dazu sollen gemäß dem definierten Pilotprojekt die Webformulare umgesetzt werden. Hat die Entwicklung einen gewissen Reifegrad erreicht, wird diese im Rahmen eines iterativen Prozesses auf das Pilotprojekt angewandt und verbessert. Anschließend werden weitere Aspekte des Gesamtkonzepts entwickelt, sukzessive mittels Pilotierung getestet und verbessert, um schließlich durch einen schrittweisen Rollout in der Fläche angewendet werden zu können.

CONTAINERMANAGEMENT

Ergebnis	• effiziente Systematik des Containermanagements durch eine standardisierte und transparente Einsatzplanung von der Beschaffung bis zur Aussonderung
Mehrwert	• effiziente Containerdisposition • Optimierung der Containerauslastung • Erhöhung der Sicherheit bei Investitionsentscheidungen
Unternehmenseinheit	ZB BMTI 01: DE/BNL/DK, ZB Zentrale Technik 30: Digitalisierung und Software Engineering, BIM.5D
Projektlaufzeit	Januar 2018 bis Dezember 2019
Ansprechpersonen	Thomas Fellhauer, Heiko Karstedt
Bearbeitung	Heiko Karstedt, Roland Kofler, Klaus Plapp, Tillmann Renz, Anton Tiefengraber





Jahresprofile für den Gebäudeenergiebedarf

Annual load curves for the building energy demand

In this project different standards and literature sources for operating costs of buildings were analysed. The different standards use various terms for the same cost elements. The general conditions for the operating costs are poorly documented and not identical in the different literature sources. Because of this, the values are not comparable and it is necessary to create a separate database for operating costs which refer to experiences of owned buildings. The evaluation of building operation costs has shown that the proportion of the energy costs in total costs is decreasing. The reason for this is the increasing energy efficiency. In future, the capital costs and the costs for maintenance will have a higher impact on the life cycle cost.

Hintergrund

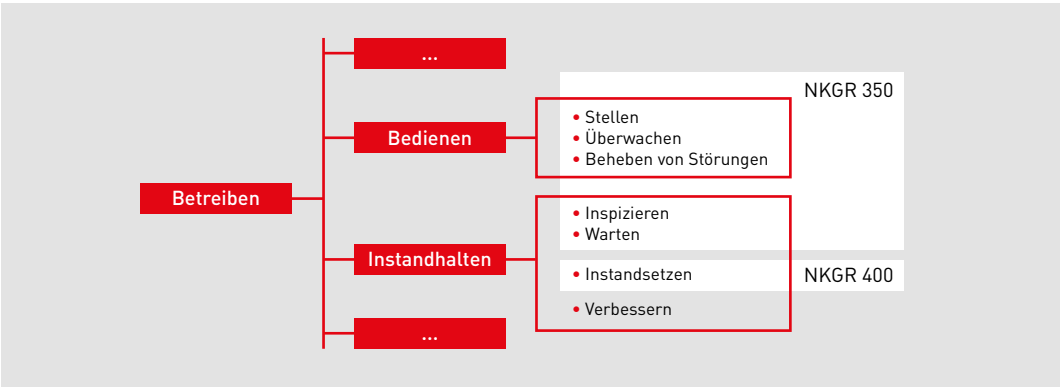
In der Angebotsphase für ein Bauprojekt müssen immer häufiger nicht nur Angaben zu den Herstellungskosten, sondern auch zu den voraussichtlichen Betriebskosten eines Gebäudes gemacht

werden. Vermehrt sind daher die prognostizierten Kosten der Gebäudenutzung (Betrieb, Wartung und Instandhaltung) und / oder eine Wirtschaftlichkeitsberechnung nach VDI 2067 („Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen“) bereits beim Angebot abzugeben. Auch bei der Beratung in teamconcept-Projekten spielen die Lebenszykluskosten (life cycle costs, LCC) eine immer bedeutendere Rolle.

Untersuchung und Ergebnisse

Vor diesem Hintergrund war das Ziel des Projekts der Vergleich verschiedener Datenquellen und Berechnungsverfahren für Betriebskosten von Gebäuden. Zu diesem Zweck wurden zwei weit verbreitete technische Regelwerke – die DIN 18960 („Nutzungskosten im Hochbau“) und die auf Gebäudetechnik beschränkte VDI 2067 – als Untersuchungsgrundlage herangezogen. Dabei fiel insbesondere auf, dass diese sich stark in ihrer Begriffswahl und Bilanzgrenze unterscheiden. So umfasst der Begriff Betriebskosten aus der DIN 18960 deutlich andere

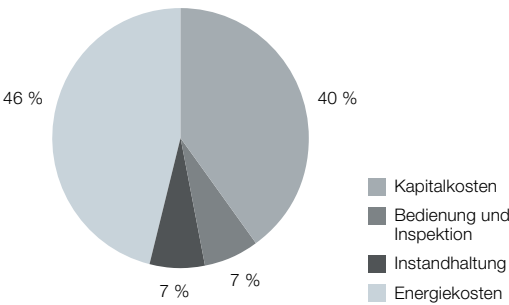
► Gliederung der Kostenarten in VDI 2067 und DIN 18960 / Structure of cost elements in VDI 2067 and DIN 18960



◀ Konzerngebäude Z1 und Z3 in Stuttgart / Group buildings Z1 and Z3 in Stuttgart

► Anteil verschiedener Kostengruppen an den Lebenszykluskosten von TGA-Anlagen / Share of different cost categories in life cycle cost of HVAC-Systems

Kostenbestandteile als der Begriff der betriebsgebundenen Kosten in der VDI 2067. Auch die Aufgliederung nach Nutzungskostengruppen (NKGR) in der DIN 18960 birgt eine Verwechslungsgefahr zu den Kostengruppen (KGR) in der DIN 276-1 („Kosten im Bauwesen“). Die Auswertung von Datenquellen für Betriebskosten hat gezeigt, dass die verschiedenen Quellen nur schwer vergleichbar sind, da wichtige Informationen zu Randbedingungen nicht angegeben sind. Es ist beispielsweise nicht dokumentiert, welche Kostenbestandteile, Energieströme o. Ä. berücksichtigt sind. Daher sind nur wenige belastbare Quellen für Betriebs- und Instandsetzungskosten von Gebäuden vorhanden. Auch die möglichen Verfahren zur Vorhersage der Energiekosten unterscheiden sich stark: So liegt beispielsweise der Wert nach Ages (Quelle: KWEFF 2015, Abschlussbericht: Energieverbrauchskennwerte energetisch hocheffizienter Gebäude) um ca. 50 % höher als der Wert nach VDI 3807 (vgl. Blatt 3:2013-06). Eine weitere wichtige Erkenntnis aus der Untersuchung ist, wie sich die Gesamtkosten anteilig auf die verschiedenen Kostengruppen verteilen: Die Aufteilung orientiert sich an der DIN 18960, wobei aus der NKGR 300 nur die Faktoren Bedienung, Inspektion und Wartung sowie Versorgung – also die Energiekosten – berücksichtigt und separat betrachtet werden. Die Auswertung der Quellen und auch die Erfahrung aus eigenen Projekten, wie dem Konzerngebäude Z3 zeigen, dass der Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten mit

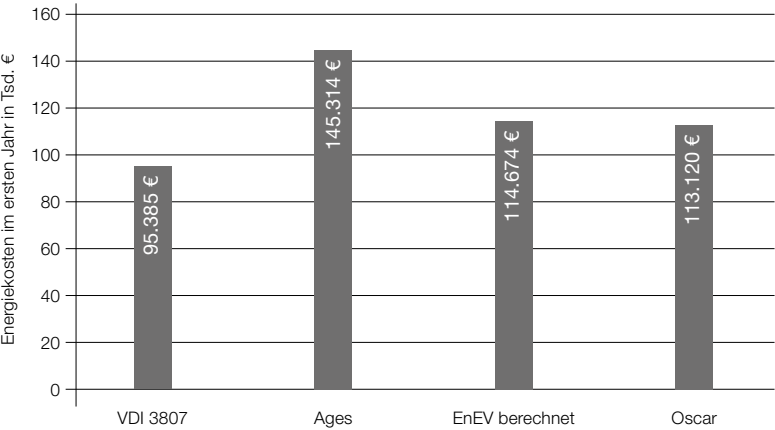


zunehmender Energieeffizienz des Gebäudes sinkt. Andere Kosten z. B. für die Investition, Bedienung, Inspektion und Wartung steigen im Verhältnis. Für wirtschaftliche Gebäude müssen bei der TGA also wieder einfache, schlanke Anlagenkonzepte mit geringem Wartungsaufwand gewählt werden, um die Kosten im Lebenszyklus zu reduzieren.

Fazit und Ausblick

Es hat sich gezeigt, dass bereits vor der Berechnung von Betriebskosten genau abgestimmt werden muss, was diese enthalten sollen. Aufgrund der verschiedenen Definitionsauslegungen in den Normen kann es sonst zu Missverständnissen kommen. Im nächsten Schritt soll die Datenbasis sowohl für die Betriebs- und Instandhaltungskosten als auch für die Jahresprofile des Energieverbrauchs bereinigt und verbessert werden. Dazu ist es nötig, die Betriebskosten und Verbrauchsprofile von Gebäuden zu sichten und auszuwerten.

▼ Vergleich verschiedener Verfahren zur Prognose von Energiekosten / Comparison of different methods for forecasting energy costs



JAHRESPROFILE FÜR DEN GEBÄUDEENERGIEBEDARF

Ziel	• Vergleich verschiedener Datenquellen und Berechnungsverfahren für Betriebskosten von Gebäuden
Mehrwert	• Kundenberatung in teamconcept- und Inhouse-Planungs-Projekten
Unternehmenseinheit	ZB Zentrale Technik 30: Schlüsselfertigbau, TGA
Projektlaufzeit	Januar 2017 bis Dezember 2017
Ansprechperson	Dr. Jörg Arold
Bearbeitung	Claus Aldinger; Dr. Jörg Arold; Markus Genswein
Kooperation	Direktion Stuttgart



◀ Photovoltaikfassade am Z3 in Stuttgart / Photovoltaic facade on the Z3 building in Stuttgart



Demonstration von größenvariabler Photovoltaik in der Gebäudehülle – Construct PV

Demonstration of customised photovoltaic modules for building envelopes – Construct PV

Construct PV is a cooperative research project funded by the European Commission and coordinated by Ed. Züblin AG. The main goal was the development and demonstration of customisable, efficient and low cost building integrated photovoltaics (BIPV) for opaque surfaces of buildings. In 2017, the two large-scale demonstration plants in Athens, Greece and in Stuttgart, Germany were completed. In the expert forum “Building-integrated photovoltaics for green buildings” 50 participants from architecture, planning, construction and research were informed about the project results, visited the large-scale façade demonstrator and the Z3 building.

Hintergrund

Das von der EU-Kommission geförderte Projekt „Construct PV – Constructing buildings with customisable size PV modules integrated in the opaque part of the building skin“ wurde von 2013 bis 2018

vom Fachbereich Fassadentechnik in der Zentralen Technik koordiniert und bearbeitet (siehe auch Konzernbroschüren Research, Development, Innovation 2012/2013, S. 72 – 75, 2014/2015, S. 120 – 121 und 2015/16, S. 38 – 41). Ziel des Projekts war die Entwicklung und beispielhafte Anwendung effizienter, kostengünstiger und architektonisch anspruchsvoller gebäudeintegrierter Photovoltaik (engl.: Building Integrated Photovoltaics – BIPV) für opake Flächen in der Gebäudehülle (Dach und Fassade). 2017 wurden die zwei großen Demonstrationsanlagen auf dem Dach der Universität Athen (NTUA) in Griechenland und am Z3-Gebäude der Ed. Züblin AG in Stuttgart fertiggestellt.

Demonstrationsanlage für die Dachintegration

Für die Dachintegration wurde in Construct-PV eine innovative BIPV-Bitumenschindel zur Integration in die Fassade oder ins Dach entwickelt. Dabei bilden

► Demonstrationsanlage für die Dachintegration in Athen / Roof demonstration plant at NTUA in Athens



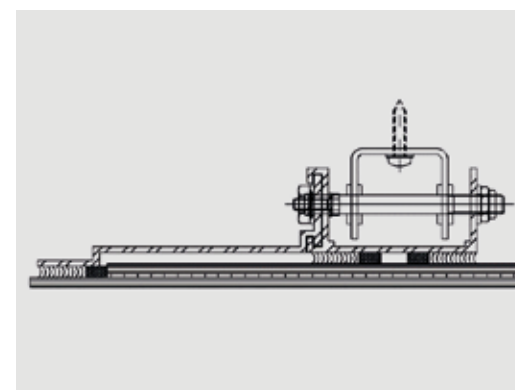
die Module die wasserführende Schicht der Gebäudehülle und ersetzen somit eine herkömmliche Dach- oder Fassadenverkleidung. Nach der Erprobung der BIPV-Bitumenschindel in zwei kleinen Testständen im Jahr 2015 und der Prüfung der elektrischen Eigenschaften der Module in akkreditierten Laboren der Projektpartner als Grundlage für eine Produktzulassung, wurde 2017 nach dem Entwurf des Architekturbüros und Projektpartners UnStudio aus Amsterdam eine 15 kW_p (Kilowatt peak) Demonstrationsanlage auf dem Dach der Universität Athen (NTUA) installiert. Auf knapp 100 m² sind ca. 300 BIPV-Bitumenschindeln installiert, architektonisch integriert mit Standard-Bitumendachschindeln mit dünnen Metallkaschierungen, die in Randbereichen mit einem Teppichmesser einfach zugeschnitten werden können. Da die Bitumenschindel unter dem Photovoltaikmodul die gleiche Oberfläche aufweisen kann wie die benachbarten konventionellen Schindeln, verfügt das Gesamtsystem von industriell vorgefertigten BIPV-Modulen und leicht anpassbaren konventionellen Bitumendachschindeln über eine homogene Optik bei niedrigen Planungs- und Installationskosten. Für die Demonstration der verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten der BIPV-Bitumenschindeln wurden innerhalb der Demonstrationsanlage sechs in Europa vorkommende Dachformen und -neigungen simu-

liert. Der elektrische Ertrag der Photovoltaikanlage wird überwacht und kann unter <http://construct-pv.labmet.ntua.gr/> abgerufen werden.

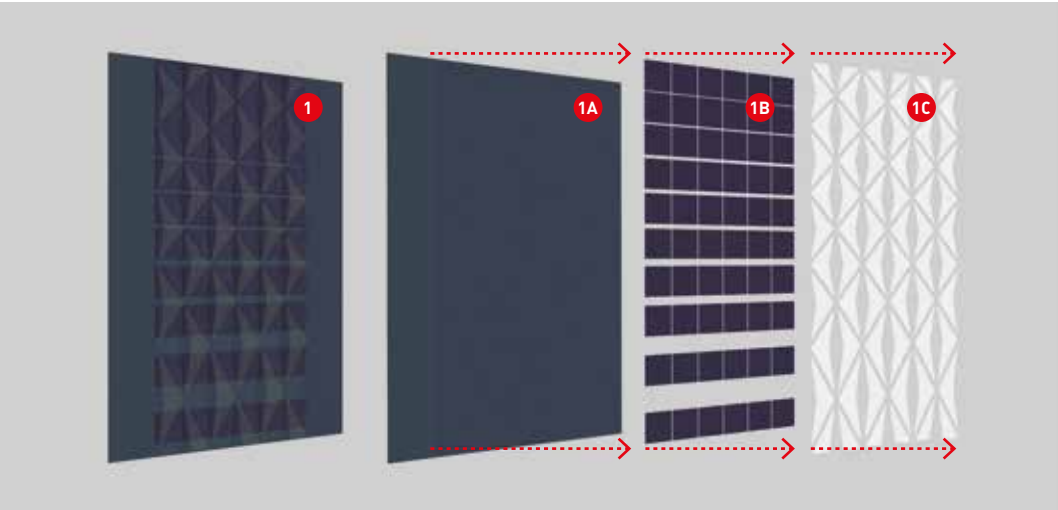
Demonstrationsanlage für die Fassadenintegration

Am Z3-Gebäude der Ed. Züblin AG in Stuttgart wurde im Sommer 2017 die Demonstrationsanlage für die Fassadenintegration installiert. Auf 240 m² wurden 186 Photovoltaikmodule in sechs verschiedenen Größen und mit sieben unterschiedlichen Siebdruckmustern nach Entwürfen von UnStudio installiert, die sich architektonisch in den Gesamtentwurf des Z3-Gebäudes von MHM architects integrieren. Die Photovoltaikmodule haben eine Gesamtleistung von ca. 30 kW_p. Der Fachbereich Fassadentechnik in der Zentralen Technik hatte die Rolle des Auftraggebers, Fassadenplaners und Generalunternehmers inne. Für die elektrische Planung wurde er von den Projektpartnern Meyer Burger, SMA und Fraunhofer ISE unterstützt. Eine besondere Herausforderung stellte dabei die nachträgliche Integration der Photovoltaikmodule in die architektonisch anspruchsvolle Fassade des Z3-Gebäudes mit vorgehängten, changierend beschnittenen Holzlisenen, verglasten Öffnungsflügeln und rückseitig, graphitgrau emailierten ESG-Scheiben (Einscheibensicherheitsglas) ohne sichtbare Befestigungen im Brüstungsbereich dar. Um die ESG-Scheiben durch Glas-Glas-Photo-

► Stufenglas mit verklebter Unterkonstruktion / Stepped glazing with adhesive bonded sub-structure



► Modulaufbau für die Z3-Module / Module structure for the Z3 modules



voltaikmodule unter Beibehaltung des homogenen architektonischen Eindrucks ersetzen zu können, wurde ein innovativer Modulaufbau mit einer seitlich überstehenden Frontscheibe entwickelt (Stufenglas), da die Zwischenschicht der Photovoltaikmodule nicht als lastabtragend angesetzt werden darf. So konnten die Front- und die Rückscheibe unabhängig voneinander lastabtragend und nicht sichtbar von außen mit der Unterkonstruktion verklebt werden. Für den Einsatz dieser Konstruktion über einer Höhe von 8 m wurde eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) von der Landesbauaufsichtsbehörde eingeholt. Um die negativen Auswirkungen der Teilverschattung der Module durch die vorspringenden Holzlisenen auf den elektrischen Ertrag zu vermindern, wurden auch bei der Modulverschaltung neue Wege eingeschlagen: Jedes Modul wurde elektrisch dreigeteilt und die jeweiligen Zellen entsprechend ihrer Position mit anderen Modulen zusammengeschaltet. Das Fraunhofer ISE hat den elektrischen Ertrag der Gesamt- und Teilanlagen auf Grundlage der elektrotechnischen Modulkennwerte und einer detaillierten Modellierung der einfallenden Sonnenstrahlung mittels Strahlverfolgung simuliert. Die simulierten Er-

gebnisse werden mit den Messergebnissen der elektrischen und thermischen Betriebsdaten verglichen, die zusammen mit Wetterdaten seit Inbetriebnahme der Anlage ständig erfasst werden.

Fachforum „Gebäudeintegrierte Photovoltaik für Green Buildings“

Am 16. November 2017 fand das Fachforum „Gebäudeintegrierte Photovoltaik für Green Buildings“ im ZÜBLIN-Haus in Stuttgart mit ca. 50 Teilnehmerinnen und Teilnehmern aus den Bereichen Architektur, Planung und Ausführung von Gebäuden und Wissenschaft statt. Die Construct-PV-Projektpartner, der Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung (TGA) und das Technologiezentrum Nachhaltiges Bauen (TNB) der Zentralen Technik haben einen Überblick über die architektonischen, planerischen und elektrischen Möglichkeiten der Integration von Photovoltaik und anderer erneuerbarer Energieformen in Gebäuden gegeben. Als konkreten Anwendungsfall wurde die fassadenintegrierte Photovoltaikanlage am Z3-Gebäude und das Gesamtenergiekonzept in Präsentationen und bei Führungen vorgestellt.

► Besucher des Fachforums „Gebäudeintegrierte Photovoltaik für Green Buildings“ / Visitors of the expert forum „Building-integrated photovoltaics for Green Buildings“



► Eröffnung des Fachforums / Opening of the expert forum



Gefördert durch / Funded by



Zusammenfassung und Ausblick

Mit gebäudeintegrierter Photovoltaik kann direkt an bisher ungenutzten Flächen an Gebäuden erneuerbare Energie erzeugt werden: emissionsfrei, wartungsarm und damit ideal auch für den Einsatz im urbanen Kontext. Im Zuge der sich verschärfenden gesetzlichen Vorgaben für die Energieeffizienz von Gebäuden ab 2019 wird diese Anwendung an Bedeutung zunehmen. Durch die Koordination und Durchführung von Construct-PV und die Realisierung der fassadenintegrierten Photovoltaikanlage am Z3 hat der Fachbereich Fassadentechnik als

Kompetenzzentrum für Objektfassaden und innovative Lösungen im Fassadenbau im Konzern wertvolle Kontakte und Erfahrungen bei der Planung und Realisierung von gebäudeintegrierten Photovoltaikanlagen gesammelt. Die fassadenintegrierte Photovoltaikanlage am Z3-Gebäude dient auch für die Darstellung der innovativen Ansätze des Konzerns und des Fachbereichs gegenüber Externen.

CONSTRUCT PV

Ergebnis

- Entwicklung marktreifer Technologien und Geschäftsmodelle für gebäudeintegrierte Photovoltaik
- Installation und Monitoring von Demonstrationsanlagen

Mehrwert

- Installation von Photovoltaik an opaken Gebäudeflächen beim Neubau und im Zuge von energetischen Sanierungen
- Mehrwert durch Energiegewinnung an der Gebäudeoberfläche

Unternehmenseinheit

ZB Zentrale Technik 30: Schlüsselfertigbau (FAS)

Projektlaufzeit

Februar 2013 bis Januar 2018

Ansprechperson

Dr. Karoline Fath

Bearbeitung

Dr. Karoline Fath, Jan-Claus Jung

Kooperation

Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI), CH; TU Dresden, DE; Van Berkel & Bos U.N. Studio B.V., NL; Tegola Canadese S.P.A., IT; National Technical University of Athens, GR; D'Appolonia S.P.A., IT; SMA Solar Technology AG, DE; Meyer Burger AG, CH; Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE), DE; Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, L'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA), IT; Advanced Management Solutions LTD, GR

Patente / Publikationen

- Fath, K.: ZiE-Verfahren für eine geklebte Photovoltaikfassade am Z3-Gebäude, Forum Fassade, Stuttgart, 2017
- Fachforum „Gebäudeintegrierte Photovoltaik für Green Buildings“, Ed. Züblin AG, Stuttgart, 2017
- Fath, K., Eisenlohr, J., Wilson, H. R., Kuhn, T.E.: Architektonisch anspruchsvolle, fassadenintegrierte Photovoltaik am ZÜBLIN-Gebäude Z3, OTTI BIPV-Forum, Bad Staffelstein, 2018
- Fath, K.: BIPV und BIM aus Sicht des Generalunternehmers, 16. Nationale Photovoltaiktagung, Bern, 2018
- <http://www.constructpv.eu>

AUF EINEN BLICK



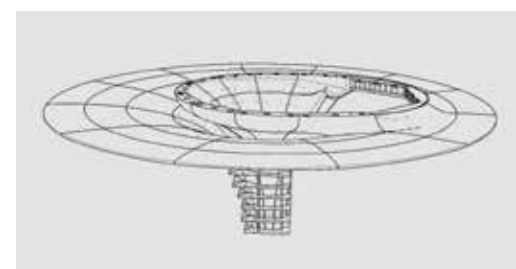
Sonderschalungen für Freiformflächen

Custom formwork for freeform constructions

The construction of the conical support beams for the new Stuttgart underground station poses a great challenge to the manufacturing process and application of custom formwork for exposed concrete in free-form geometries. The high demands on surface quality, load-bearing capacity and usability require a series of measures. The production of the moulded bodies is based on cross-laminated timber, which is milled into shape by parametrically controlled CNC robots and finally coated with fabric-reinforced epoxy.

Hintergrund

Für den Bau des neuen Stuttgarter Tiefbahnhofs sind 28 charakteristische Kelchstützen vorgesehen. Seit 2017 sind nun die ersten Teile dieser Kelchstützen im Baufeld sichtbar. Für derartige Freiformen, wie sie für die Kelchstützen benötigt werden, gibt es bisher kein Standardschalungssystem und kaum Referenzen, sodass während der Angebotsphase mehrere technische Lösungen auf Basis unterschiedlicher Materialien betrachtet wurden. Die Entscheidung fiel schließlich auf einen tragenden Formkörper aus massivem Brettsperrholz mit einer gewebebewehrten Epoxidbeschichtung.



► CAD-Modell eines Regelkelchs / CAD-Model of a conical support beam

Projektbeschreibung

Die Anforderungen an die Sonderschalung sind komplex: Zum einen beträgt die Druckspannung aufgrund des hydrostatischen Drucks während der Betonage bis zu 80 kN/m², zum anderen dürfen sich die Formkörper nur minimal verformen. Die Verformungsgrenzen sind lokal variierend auf wenige Millimeter begrenzt. Zudem werden strenge Anforderungen an die Kontinuität gestellt: Die statische Bemessung der Körper basiert überwiegend auf einem zweidimensionalen FEM-Modell mit Berücksichtigung einer elastischen Lagerung. Jedoch musste in Teilbereichen aufgrund der komplexen Geometrie auf ein realitätsnahes Modell mit räumlichen Lastfällen ausgewichen werden. Darüber hinaus erhöht sich der Beton infolge der Hydratation während des Erstarrens auf ca. 70°C und beansprucht die Schalung neben den klimatisch bedingten Temperatureinwirkungen und dem UV-Licht-Eintrag zusätzlich. Epoxide sind generell nicht UV-stabil und zersetzen sich bei entsprechender Exposition. Daher wurden Untersuchungen mit pigmentierten Harzen durchgeführt und ausgewertet. Die aus arbeitswirtschaftlichen Gründen gewählte Lösung ist ein zusätzlich aufgebrachter, pigmentierter Decklack auf Polyesterbasis. Um die Effizienz zu erhöhen, werden die Sonderschalungsteile mehrfach eingesetzt. Zwar sind die Stützen ähnlich, jedoch aufgrund geometrischer Zwänge nur paarweise identisch. Für die Ränder und Abschlüsse der Kelche wurden daher unterschiedliche Adapterteile entworfen. So lassen sich die Sonderschalungsteile fünf- bis sechsmal verwenden; einzelne Stücke müssen über eine Dauer von drei bis vier Jahren sogar bis zu 14 Einsätzen standhalten. Die Herstellung

◀ Fertiggestellter Kelchfuß in Weißbeton, SB4 / Completed conical support beam in white concrete, SB4

► Fertigung ZÜBLIN Timber, Formteil in unbeschichtetem Rohzustand / Molded part in uncoated raw state

►► Werkseitig vormontierte Baugruppe aus 3 Teilen, bei der visuellen Endkontrolle / Pre-assembled assembly of 3 parts at the visual final inspection

► Kelchfuß nach Ausschalung / Conical support beam after shuttering

►► Visualisierung S21 / Visualisation S21



der massiven Formkörper aus Brettsperrholz erfolgt in einem mehrstufigen Prozess. Zunächst werden gütessortierte und technisch getrocknete Nadelholzlamellen keilgezinkt und auf Länge gekappt. Anschließend werden die Brettlamellen in Vakuumpressen mit Polyurethankingstoffen zu Brettsperrholzrohplatten in Abmessungen von bis zu 0,30 m x 4,80 m x 19,80 m verklebt. Aus diesen Rohplatten werden Einzelbauteile geometrieroptimiert gefräst. Für die Optimierung der Materialausbeute steht ein automatisierter Nestingprozess zur Verfügung. Die entstehenden Einzelbauteile werden wiederum zu Blöcken verklebt, die die vollständige Nettogeometrie der Sonderschalungskörper beinhalten. Der erforderliche Pressdruck wird über selbstbohrende Schrauben oder auch über Vakuumpressen aufgebracht. Im nächsten Schritt kommt ein achtschiger CNC-Fräser zum Einsatz, der aus dem massiven Bruttokörperblock sukzessive, in mehreren groben Schruppbearbeitungen, die gewünschte Form der Sonderschalungskörper erstellt. Seine endgültige

Form erhält der Körper durch eine feine Schlichtbearbeitung mit einem entsprechend kleinen Werkzeug, das anhand der verschiedenen Krümmungsradien gewählt wird. An dieser Stelle erfolgt erstmals die Qualitätskontrolle durch einen vollständigen 3D-Scan des Körpers um sicherzustellen, dass die Leistung den hohen Qualitätsanforderungen genügt. Anschließend werden mehrere Lagen gewebebewehrte Epoxidbeschichtung aufgebracht. Die vollständige Vernetzung der Harz- und Härterkomponenten wird innerhalb eines mehrstündigen, thermischen Nachbehandlungsprozesses sichergestellt. Diese thermische Nachhärtung stellt sicher, dass es während der Betonage zu keinen Abzeichnungen der Gewebestruktur der Armierung kommt. Nach einer abschließenden Qualitätskontrolle und Dokumentation werden die Sonderschalungsteile verpackt und bis zum Abruf durch die Baustelle gelagert.

SONDERSCHALUNGEN FÜR FREIFORMFLÄCHEN

Ergebnis	• mehrfach verwendbare Sonderschalungen für Freiformflächen
Mehrwert	• effiziente Nutzung von Sonderschalungen mit komplexen Anforderungen
Unternehmenseinheit	UB H+I Deutschland/BNL/Skandinavien 2C: Werke/Werksleistungen ES (Züblin Timber Aichach GmbH), UB H+I Deutschland/BNL/Skandinavien 2C: Stuttgart II EP
Projektdauerzeit	August 2014 bis August 2022
Ansprechpersonen	Andreas Amorth, Alexander Behrend



Knotenpunkte von Stützen und Diagonalen aus Stahlbetonfertigteilen

Nodal structures using precast concrete elements

In the last years more and more high-rise buildings have been planned which are characterised by cantilevering building parts. From a structural point of view, steel structures have a preferred use to solve the load transfer in the nodal points when columns and diagonal elements interfere. Unfortunately, the structure in total has to be carried out in steel, what makes it a very expensive solution. Only few attempts have been undertaken to use in-situ concrete, leading to complicated formwork and a limited economic efficiency of the construction. This project examines a system of prefabricated reinforced concrete columns to capture eccentric loads of high-rise buildings. Butt joint connections of precast columns used in the project Taunusturm, Frankfurt a. M., Germany, provide the base for a new and efficient solution for the nodal point design. The benefit of prefabrication with a high quality of the product and a very short installation time will be combined with the low costs of the concrete and thus leads to a very economic efficiency. The combined use of high strength concrete and high strength reinforcement guarantees moderate cross sections of the elements comparable to a steel structure.

Hintergrund

Moderne Architektur führt vermehrt zu frei geformten Gebäudeelementen mit mehr oder weniger großen Problemen bei der Tragstruktur. Beispielhaft sei hier die Anordnung von herausstehenden Gebäudeteilen, sogenannten Rucksäcken, bei Hochhäusern genannt. Diese führen zu großen Auskragungen ganzer Gebäudeteile, die ihre Lasten mittels sogenannter Megastrukturen – z. B. Fachwerkstrukturen – in der Fassade abtragen müssen. Die Ausbildung derarti-

ger Strukturen erfolgt dann in aller Regel als Stahlkonstruktion. Der Werkstoff Stahl ist relativ leicht und vorproduzierbar sowie hoch tragfähig in seinen Verbindungen. Nachteile sind hingegen der relativ hohe Preis von Stahlkonstruktionen und ihr geringer Feuerwiderstand. Oft werden Stahlkonstruktionen in ein Verbundelement integriert. In manchen Fällen sind dann die Verbindungen der Stahlelemente komplex und kostenintensiv. Vereinzelt wurde versucht, die Fachwerkstrukturen aus Stahlbeton herzustellen. In der Ort betonbauweise erweist sich dies als sehr zeitaufwendig und teuer. Gerade bei Hochhäusern mit großen Absturzhöhen ist das Vor-Ort-Schalen wegen des immensen Schalungs- und Rüstungsaufwands keine Alternative. Als Betonfertigteile wurden bisher nur komplette Fachwerkelemente hergestellt, weil die Fügung einzelner Elemente als schwierig eingeschätzt wird. Die Nachbildung eines homogenen Materials ist nicht zielführend. Basierend auf den Erfahrungen mit Betonfertigteilstützen beim Hochhausprojekt Taunusturm in Frankfurt am Main wird vorgeschlagen, diese Bauweise künftig auch für Knotenpunkte von Megastrukturen bzw. die Tragelemente zu nutzen. Beim o. g. Projekt wurden Stützen-Stumpfstöße von Betonfertigteilstützen mit sehr hohen Traglasten verwendet und durch einen sogenannten Stumpfstoß verbunden. So ist es gelungen, kostengünstige und zugleich hochtragfähige Stützen auszubilden, die sich relativ schnell und unkompliziert verbinden lassen – ein Lösung, die nicht nur Kosten und Bauzeit optimiert, sondern auch den notwendigen Brandwiderstand gewährleistet. Aus wirtschaftlichen Gründen muss diese Betonkonstruktion im Kontext mit der restlichen Gebäudestruktur betrachtet werden. Weil sowohl Kernwände und

◀ Beispielgebäude mit großen Auskragungen / Examples of buildings with cantilevering building parts

► Stahlknotenpunkt beim Projekt 50-Hertz, Berlin Deutschland / Steel hub at project 50-Hertz, Berlin, Germany

►► Stahlbetonfertigteilstützen beim Hochhaus Taunusturm Frankfurt/M. Deutschland / Precast reinforced concrete columns at the skyscraper Taunusturm Frankfurt/M., Germany

► Geknickte Stützen beim Hochhaus Tanzende Türme, Hamburg / Kinked columns at high-rise building Tanzende Türme, Hamburg, Germany



lungsschritt betrifft die gleichzeitige Fügung von Druckstützen und Diagonalen in einem Knotenpunkt. Dem Wesen des Stahlbetons entsprechend, müssen auftretende Zugbeanspruchungen über Betonstahlverbindungen aufgenommen werden. Folgende Fragestellungen wurden bearbeitet:

- Wie erfolgt der Kraftfluss durch einen Betonknoten mit Stumpfstößen?
- Wie kann ein derartiger Knotenpunkt konstruiert und zielsicher bemessen werden?
- Wie kann eine derartige Fachwerkstruktur unter Beachtung von Zuganschlüssen praktisch montiert werden?

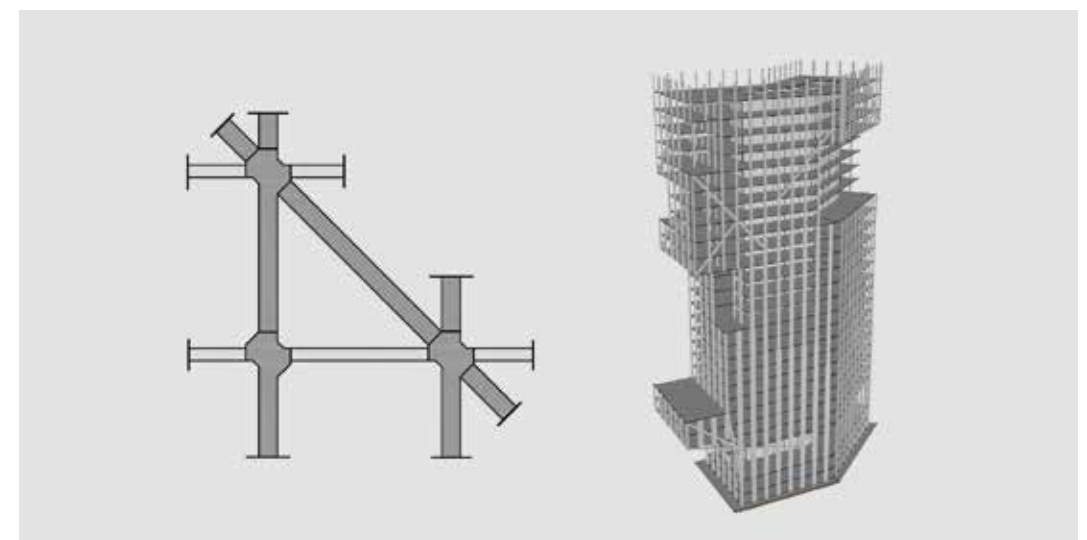
Projektbeschreibung

Zur Herstellung einer tragfähigen Struktur werden Stützen und Diagonalen als Stahlbetonfertigteile ausgebildet. Die Megastruktur in der Fassade wird geometrisch unabhängig von den Deckenkonstruktionen ausgebildet, dabei werden die Knoten immer in Deckenebene angeordnet. Der Knotenpunkt selbst wird als Teil der jeweiligen Stütze hergestellt und mit einem aufgeweiteten Stützenkopf versehen. Die Megastruktur des Gebäudes besteht also ausschließlich aus vertikalen und diagonalen Stützen, die in vertikaler Richtung ein geometrisch unabhängiges System bilden und fertigtülgerecht montiert werden können. Durch die Verwendung von mehrgeschossigen Stützen kann die Anzahl der Stützenstöße reduziert werden. Abhängig von der Elementanordnung

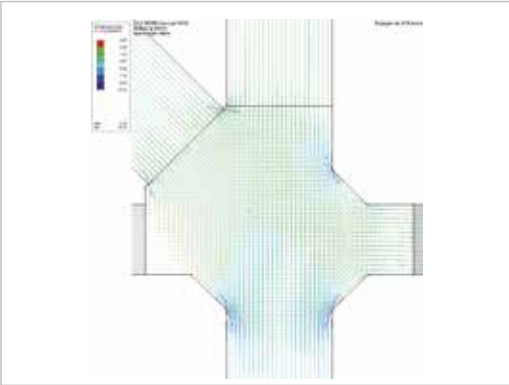
Deckenelemente als auch Stützen und Diagonalen aus Stahlbeton erstellt werden, ist eine kontinuierliche Bauweise im selben Bausystem gewährleistet. Aufwendige Anschlüsse, Verformungsprobleme und Montageunterschiede entfallen. Beim Projekt Tanzende Türme in Hamburg wurden bereits erste Erfahrungen mit der Ausbildung von geknickten Stützensträngen gesammelt. Der Knick erfolgte dabei mit einem Stahleinbauteil im Deckenknoten. Für eine Hochhausstütze mit großen Belastungen ist dies indes keine tragfähige Lösung, weil der Kraftübertrag von Betonstütze zu Stahleinbauteil zu Betonstütze nur bedingt hohe Lasten aufnehmen kann. Überschreitet das Einbauteil eine gewisse Größe, wird der Kraftübertrag nur mit größter Mühe und hohen Kosten gelingen. Der weitere Entwick-

► (li) System aus Fertigteilstützen (inkl. Stützenkopf) und Fertigteildiagonalen / System of precast columns (including column head) and prefabricated diagonals

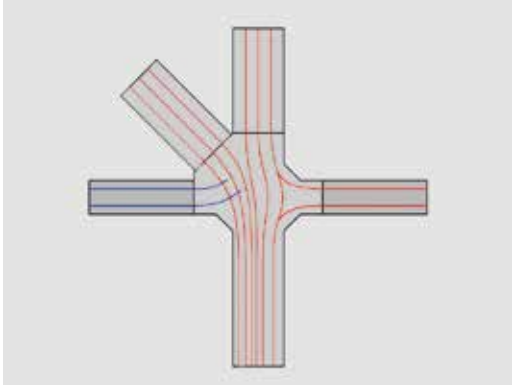
►► (re) 3D-Modell der Tragstruktur Projekt Copenhagen-Gate / 3D-model of the supporting structure of the project Copenhagen-Gate



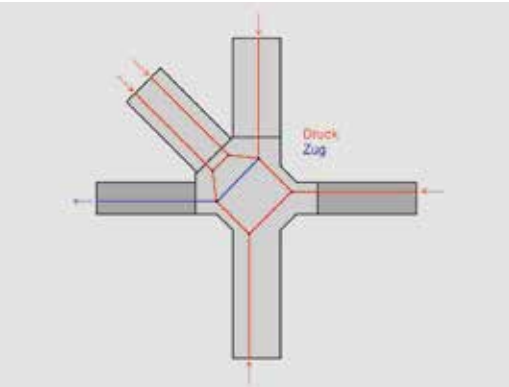
► Hauptspannungen im Knoten bei elastischem Werkstoffverhalten / Main stresses in the knot with elastic material behaviour



► ► Kraftfluss in dem Stützenknoten (Druck- rot; Zug- blau) / Force flow in the column node (Pressure- red, push- blue)

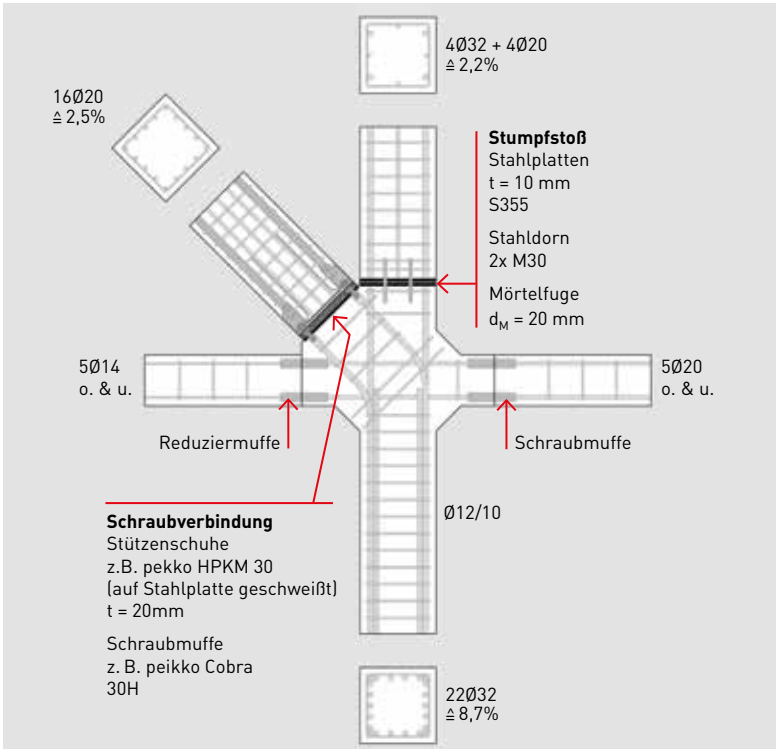


lassen sich nun Druck- oder Zugelemente erzeugen. Druckelemente sind hier die bessere Wahl, weil sie die Struktur versteifen und die hohe Druckfestigkeit von Beton effektiv genutzt wird. Das System besteht letztlich aus druckbeanspruchten Stützen und Diagonalen sowie zugbeanspruchten Betondeckenelementen. Im nächsten Schritt wurde an einem eigens erstellten elastischen 2D-Modell, an dem die aus dem Bauwerk ermittelten realen Lastgrößen ange-

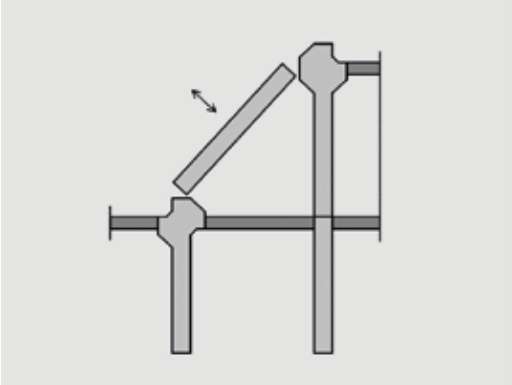


► Stabwerksmodell des Knotens / Framework model of the node

▼ Mögliche Bewehrungsführung im Stützenknoten / Possible reinforcement guidance in the column node



setzt wurden, die grundsätzliche Beanspruchung eines derartigen Druck-Zug-Knotens untersucht. Diese wurden aus dem Projekt Copenhagen Gate entnommen und nun unterschiedliche Beanspruchungszustände betrachtet. Wie erwartet stellt sich ein Kraftfluss der anliegenden Belastungen durch den Knoten ein, der die Beanspruchungen überwiegend auf Druck weiterleitet. Im betrachteten Fall stellt die Decke einerseits ein Drucklager dar und andererseits erfolgt die Aufnahme der Kraftumlenkung durch Zugelemente ebenfalls in der Betondecke. Die anliegenden Stützen und Diagonalen erhalten ausschließlich Druckbeanspruchungen. Als kritischer Punkt konnte die SpannungsKonzentration an den einspringenden Ecken des Stützenkopfes lokalisiert werden. Unter der Annahme einer 100-prozentigen Auslastung der anliegenden Stützenquerschnitte zeigen sich innerhalb des Knotens höhere Druckspannungen. Allerdings kann innerhalb des Knotens von einer mehraxialen Beanspruchung ausgegangen werden, was zu einer erhöhten Materialausnutzung führt. Dennoch sollte der Knotenpunkt selbst in einer höheren Betongüte hergestellt werden als die anliegenden Stützen. Im Weiteren wurde zunächst der allgemeine Kraftfluss und schließlich ein mechanisches Modell in Form eines Stabwerks erstellt. Mithilfe des Stabwerkmodells, das vornehmlich aus Druck-, aber auch aus Zugelementen besteht, kann nun eine Ermittlung der Stabwerkskräfte und eine Bemessung erfolgen. Zur Aufnahme von Zugbeanspruchungen muss auf Betonstahlbewehrung zurückgegriffen werden, deren Verankerung genauer zu betrachten ist. Die Druckbeanspruchungen sollten auch mittels Betonstäben erfolgen, um den Kraftfluss aus den anliegenden Stützen kontinuierlich innerhalb des Knotens zu leiten. Hierbei zeigt sich ein wesentliches Problem der Kraftdurchführung: Die aus den Stützenbewehrungen anliegenden Druckkräfte können zwar am Stumpfstoß in Bewehrungsstäbe des Knotens weitergegeben werden, innerhalb des Knotens müssen diese Druckstäbe jedoch umgelenkt werden. An den Umlenkpunkten muss wiederum eine innere Kraftübertragung von den Bewehrungsstäben auf den umgebenden Beton erfolgen, was letztlich wieder mit Umlenkkräften (Zugkräften) einhergeht. Dieser Zusammenhang, insbesondere die konstruktive Ausbildung der Kraftumlenkung innerhalb des Knotens, bedarf einer weiteren Untersuchung: Die Möglich-



► Montage der Fertigteil-Diagonale / Installation of the precast diagonal

keit eines Druckknotens aus Bewehrungselementen soll weiterverfolgt werden. Neben dem Kraftfluss innerhalb des Knotens muss die Krafteinleitung in den Knoten, also der Stützenstumpfstoß, näher betrachtet werden. Hier erfolgt der Kraftübertrag über den Mörtel der Vergussfuge. Die Tragfähigkeit des Mörtels sowie diejenige des angrenzenden Betonquerschnittes werden durch die vorhandenen stirnseitigen Stahlplatten sichergestellt. Die Behinderung der Betonquerdehnung durch die Stahlplatten führt zu einem mehraxialen Druckspannungszustand im Beton und damit zu einer höheren Tragfähigkeit. Die Dicke der Stahlplatte wird ausreichend mit 10 mm angesetzt. Das mechanische Modell des Stumpfstoßes sieht die direkte Kraftübertragung durch den Beton sowie durch die einzelnen Betonstahlstäbe vor. Dies gilt auch für den vorliegenden Fall eines Stützenknotens; allerdings ist zu beachten, dass der knotenseitige Beton und Betonstahl unmittelbar nach der Krafteinleitung einer weiteren Beanspruchung durch die anderen Stützenkräfte ausgesetzt ist. Soweit dies den Beton betrifft, kann davon ausgegangen werden, dass eine weitere Erhöhung der Querdehnung als Querdruck zu einer Tragkraftsteigerung führt. Dennoch muss eine erhöhte Bügelbewehrung den Umschnürungseffekt bewirken, um die enorm hohen Druckspannungen und besonders deren Umlenkungen ausreichend zu sichern. Beim Betonstahl ist davon auszugehen, dass dies zu einer zusätzlichen Krafteintragung über den Verbund führt und damit zu einer Überlastung der Betonstäbe.

Daher müssen diese mit entsprechend größerem Querschnitt ausgebildet werden. Die Montage eines solchen Systems muss genau durchdacht sein, um einen reibungslosen Bauablauf sicherzustellen. Selbstverständlich muss die Montage geometrisch möglich sein, sodass jedes Betonelement zielsicher platziert und auch gehalten werden kann. Bei der Montage der Diagonalen stellt sich zudem das Problem, dass keine überstehenden Dorne verwendet werden können. Diese müssen über Vergussrohre nachträglich eingeschoben und vergossen werden.

Ergebnis

In dem Projekt wurden die eingangs genannten Fragestellungen detailliert ausgearbeitet. Dazu wurde ein repräsentativer und maßgebender Knoten aus statischer und konstruktiver Sicht untersucht. Die Vor- und Nachteile verschiedener Fachwerkkonstruktionen zur Abfangung der Lasten aus einspringenden oder herausstehenden Gebäudeteilen werden aufgezeigt. Ergebnis des Forschungsberichts sind die statischen und konstruktiven Empfehlungen zur Ausführung von Knotenpunkten in Fertigteilbauweise. Ein typischer Knotenpunkt wurde detailliert ausgearbeitet und eine mögliche Konstruktion dargestellt.

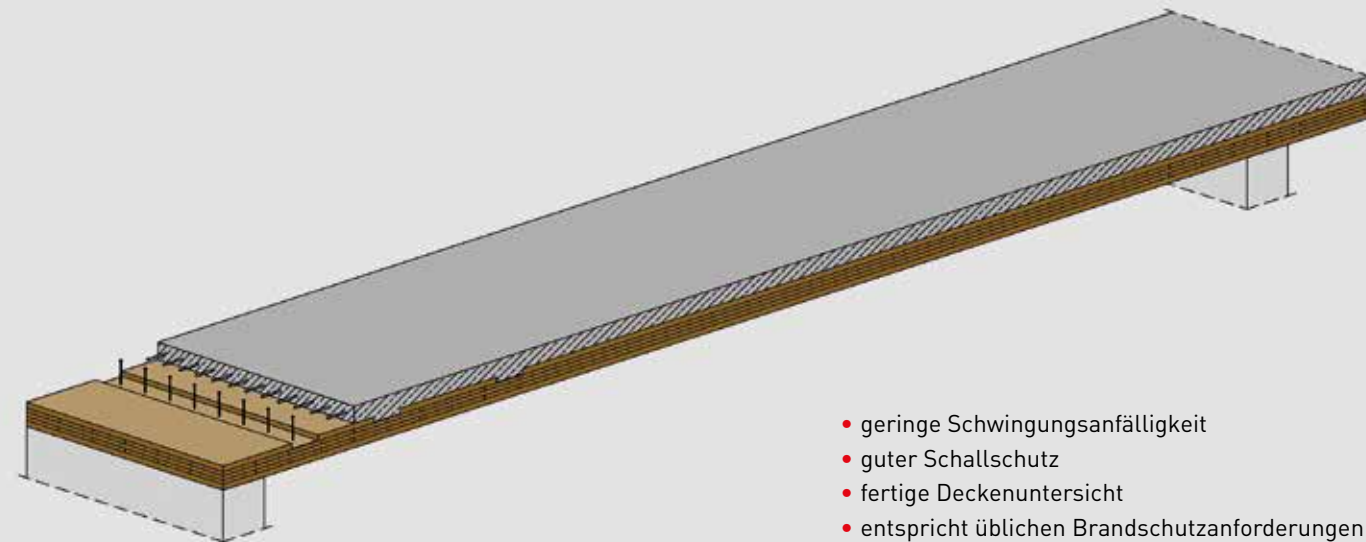
Ausblick

Mit dem System zur Verbindung von Fertigteilstützen und Fertigteildiagonalen aus Stahlbeton wurde eine Lösung zur Abtragung von vertikalen und horizontalen Lasten aus Rucksäcken oder anderen exzentrischen Belastungen entwickelt. Die konkrete Ausführung der Konstruktion hängt vom Aussteifungssystem des Gebäudes, dem Niveau der Lasten, der Bauweise der Decken und weiteren Faktoren ab. Daher müssen im Einzelfall individuelle Untersuchungen und ggf. auch Experimente durchgeführt werden. Es ist geplant, für den untersuchten Knotenpunkt eine experimentelle Untersuchung durchzuführen, um die definierten, offenen Punkte zu untersuchen sowie die angestellte Hypothese des Tragverhaltens zu verifizieren.

KNOTENPUNKTE AUS STAHLBETONFERTIGTEILEN

Ergebnis	• Ermittlung eines mechanischen Modells zum Ansatz der Knotenbemessung und des Designs • Grundlage für weitere experimentelle Untersuchungen und eine Anwendung in einem konkreten Projekt
Mehrwert	• Erarbeiten der theoretischen Grundlagen zur Dimensionierung eines Stützenknotens • Baukosteneinsparung • Möglichkeit eines alternativen Angebots an den Auftraggeber und damit Erhöhung der Auftragschancen
Unternehmenseinheit	ZB Zentrale Technik 30: Konstruktiver Ingenieurbau, TBK
Projektlaufzeit	Januar 2017 bis Dezember 2017
Ansprechperson	Dr. Hubert Bachmann
Bearbeitung	Martin Benz, Geronimo Düsterloh

AUF EINEN BLICK



- geringe Schwingungsanfälligkeit
- guter Schallschutz
- fertige Deckenuntersicht
- entspricht üblichen Brandschutzanforderungen

Entwicklung einer Hybridbauweise mit Holz und Beton

Development of a timber-concrete composite structural concept

For the development of a timber-concrete composite structural concept a detailed study on the design and assembly of concrete-timber composite ceilings has been conducted. A good composite action can be achieved by cutting grooves into the wood which is both cost and time effective. For this, an innovative method for the consideration of the continuity effect of through girders has been developed.

Hintergrund

Immer häufiger werden Anläufe unternommen, mit Holz-Beton-Hybridbauten Aspekte der Nachhaltigkeit, des Wohnklimas und einer modernen Bautechnik auf dem Hochbaumarkt als Alternative zu herkömmlichen Bauweisen zu etablieren. Auch wenn diese Aspekte meistens auf reges Interesse stoßen, scheitern die Anstrengungen dann häufig am Preis. Dies ist unter anderem auf die jahrzehntelange, sehr erfolgreiche Harmonisierung der Planungs-, Kalkulations- und Ausführungskette in der Stahlbetonbaubauweise zurückzuführen. Die Erfahrung zeigt aber, dass die Holz-Beton-Hybridbauweise vor allem durch einen integralen Ansatz, beginnend beim Entwurf und unter Berücksichtigung des gesamten Bauprozesses (Rohbau und Ausbau), zu einer wettbewerbsfähigen Kalkulation dieser Bauweise führt.

Projektbeschreibung

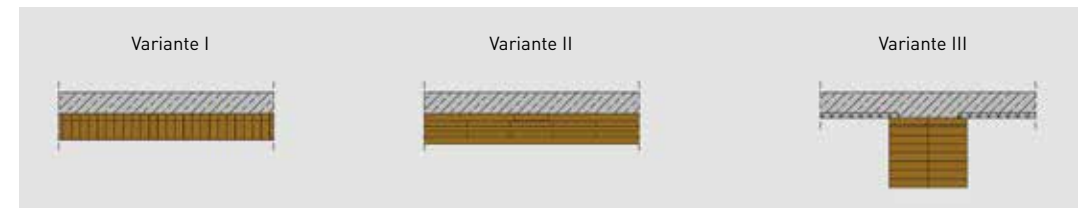
Aus baustatischer Sicht liegt das größte Optimierungspotenzial im Entwurf eines wirtschaftlichen Deckensystems. Reine Holzdecken können durch Betonergänzungen baustatisch und bauphysikalisch erheblich verbessert werden. Für die Herstellung einer solchen Holz-Beton-Verbunddecke (HBV-Decke)

haben Hersteller wie Würth oder SFS Intec verschiedene bauaufsichtlich zugelassene Verbindungsmittel (Schrauben, Lochbleche etc.) entwickelt sowie bereits mehrfach – bei Sanierungen wirtschaftlich erfolgreich – eingesetzt. Diese Verfahren sind allerdings im Vergleich zur Herstellung mit einer ins Holz gefrästen Kerve sehr zeitaufwendig und teuer. Deshalb war das Ziel dieses Entwicklungsprojekts ein baupraktisches Bemessungskonzept zu entwickeln, das die Bauweise mit Kerve ermöglicht und weiter optimiert. Im Vergleich zu einer herkömmlichen Stahlbetondecke, kann die HBV-Decke z.B. mit einer fertigen Deckenuntersicht und einer deutlichen Reduzierung des Bewehrungsgehaltes sowohl baustatisch und bauphysikalisch, als auch architektonisch höchsten Ansprüchen genügen. Für das FuE-Projekt diente die Annahme eines üblichen Geschossbaus (z.B. Büro-, Hotel- oder Verwaltungsgebäude) mit einem Mittelflur und einem zweifeldrigen Deckensystem ($l_1 = 6,8 \text{ m}$, $l_2 = 8,4 \text{ m}$) mit Brandschutzanforderung. Für eine wirtschaftliche Modellierung der Decke wurde eine Kervensteifigkeit von 1500 kN/mm gewählt. Um bei einer Ortbetonbauweise unnötig hohen Belastungen des Holzquerschnitts durch Betonschwinden entgegenzuwirken, wurde – in Abstimmung mit dem ZÜBLIN Betonlabor – die Verwendung einer schwindarmen Betonrezeptur für die Berechnung vorausgesetzt. Neben der untersuchten Variante mit einer Brettstapeldecke als Holzquerschnitt sind vor allem die Varianten mit Brettsperrholz oder Brettschichtholzträgern als Holzquerschnitt gebräuchlich. Die Eigenschaften dieser drei Varianten sind im Folgenden kurz zusammengefasst:

- Variante I, Brettstapeldecke mit Ortbetonergänzung: fertige Deckenuntersicht möglich, sehr gute

◀ Eigenschaften HBV-Decke /
Characteristics of a timber-
concrete composite ceiling

▶ Gängige Ausführungsvarianten einer HBV-Decke /
Common variations of timber
composite ceilings



Trennung zwischen Holz- und Stahlbetongewerk möglich, geringste Deckenhöhe, sehr gute Trennung zwischen Holz- und Stahlbetongewerk möglich

- Variante II, Brettsperrholzdecke mit Ortbetonergänzung: fertige und anspruchsvolle Deckenuntersicht möglich, sehr gute Trennung zwischen Holz- und Stahlbetongewerk möglich
- Variante III, Brettschichtholzträger mit Fertig-, Halbfertigteil oder Ortbetonergänzung: hohe statische Belastbarkeit, Fertigteilbauweise möglich, geringster Holzverbrauch (im Vergleich zu Variante I & II)

Ergebnis

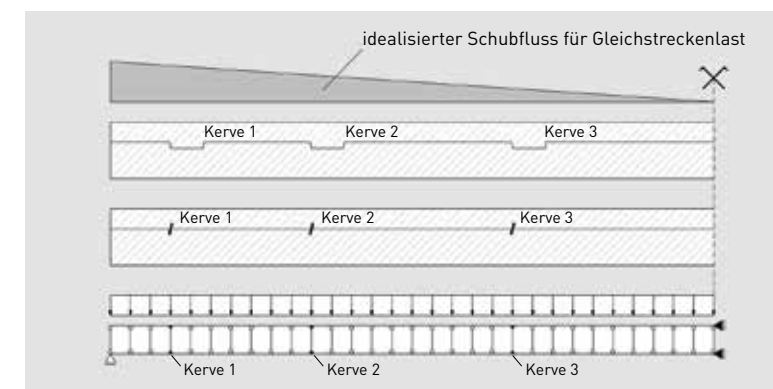
Durch den allgemeinen Bemessungsansatz aus dem Stahl-Beton-Verbundbau (DIN EN 1994-1-1) konnte das Bemessungsmodell nach Rautenstrauch für einfeldrige Kervensysteme auf Durchlaufsysteme übertragen und somit die höhere Steifigkeit dieser Systeme bei der Bauteildimensionierung berücksichtigt werden. Die Wirkungsweise einer mit Kerven hergestellten HBV-Decke kann anschaulich an den Kräfteverläufen in den Teilquerschnitten (Holz-

und Betonquerschnitt) und in der Kerve dargestellt werden. Vereinfachend werden die Kräfte am halben Deckensystem (langes Deckenfeld, $l_2 = 8,4 \text{ m}$) dargestellt. Es hat sich gezeigt, dass die bauaufsichtlich zugelassenen Verbindungsmittel für die Herstellung von HBV-Decken erfolgreich durch die Verwendung von Kerven ersetzt werden können. Diese können nahezu kostenneutral im Abbund in den Holzquerschnitt eingefräst werden. Neben den Materialkosten für die Schrauben entfallen somit auch die nicht unerheblichen Lohnkosten für den Einbau der o.g. Verbindungsmittel. Die Berechnung hat ergeben, dass eine typisch im Geschossbau und herkömmlich hergestellte Elementdecke mit einer Höhe von 22 cm und einem Bewehrungsgehalt von ca. 25 kg/m^2 durch eine HBV-Decke mit den Abmessungen $h_{\text{Holz}} = 12 \text{ cm}$ und $h_{\text{Beton}} = 10 \text{ cm}$ und einem Bewehrungsgehalt von 10 kg/m^2 wirtschaftlich mit Kerven hergestellt werden kann.

Ausblick

Mit den Ergebnissen dieser Untersuchungen kann nun auf den teuren Schraubverbund verzichtet sowie die Vorteile eines Durchlaufsystems genutzt werden. Damit können die Kosten, die Dauer und der Bauablauf für die Herstellung von HBV-Decken deutlich optimiert werden. Dieser Erfolg soll nun noch im Hinblick auf den Bauablauf und Ausbau kalkulatorisch bewertet werden, um am Beispiel eines typischen Geschossbaus die wirtschaftlichen und terminlichen Vorzüge der Holz-Beton-Hybridbauweise voranzubringen. Bauprojekte wie das Holzhochhaus (HoHo) Wien zeigen, dass die Holz-Beton-Hybridbauweise in der Baupraxis angekommen ist. Für Bauherren spielt der ökologische Aspekt eine immer bedeutendere Rolle, der nicht zuletzt durch die HBV-Deckenbauweise nun auch als Investition immer interessanter wird.

▼ Bemessungsmodell nach
Rautenstrauch / Design
model according to
Rautenstrauch



HYBRIDBAUWEISE HOLZ UND BETON

Ergebnis	• Entwicklung eines baupraktischen Bemessungskonzepts für HBV-Decken mit Kervenverbund
Mehrwert	• Ersatz teurer Verbundherstellung mit Schrauben durch die Verwendung nahezu kostenneutraler Schubkerven
Unternehmenseinheit	ZB Zentrale Technik 30: Konstruktiver Ingenieurbau, TBK, UB H+I Deutschland/BNL/Skandinavien 2C: DI Werke/Werksleistungen ES (Züblin Timber GmbH)
Projektlaufzeit	Januar 2017 bis Dezember 2017
Ansprechperson	Sascha Bührle
Bearbeitung	Matthias Kittel

AUF
EINEN
BLICK



Fassaden aus ultrahochfestem Beton

Ultra high performance concrete in facade elements

The Federal Energy Saving Ordinance (EnEV) and the trend toward sustainable construction are increasingly leading to the realisation of buildings with a passive house standard. These high thermal insulation requirements are no longer achievable with conventional steel-glass facades, or only with very high financial and environmental expenses. The aim of this project is therefore to manufacture thin façade elements made of ultra-high-performance concrete (UHPC) and to secure them by means of cost-effective anchoring.

Hintergrund

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) des Bundes sowie der Trend zu nachhaltigem Bauen führen zunehmend zur Realisierung von Gebäuden mit einem Passivhausstandard. Diese hohen Wärmedämm-anforderungen sind mit herkömmlichen Stahl-Glas-Fassaden nicht mehr, oder nur mit sehr hohem finanziellem und umweltbelastendem Aufwand zu erreichen. Aus diesem Grund geht die Entwicklung hin zu einer dickeren Wärmedämmung: inzwischen ist eine Dicke von 16 cm nicht mehr ungewöhnlich.



► Musterelemente mit einer Matrizenoberfläche in schwarz / Samples with a die surface in black

Diese zunehmende Dicke der Wärmedämmung geht bei Betonfassaden allerdings mit einem erheblichen Aufwand der Befestigung einher. Das relativ hohe Betongewicht muss mithilfe von Edelstahlelementen in die tragende Konstruktion verankert werden. Der zunehmende Abstand von Betonhülle zur Betonwand führt dabei zu unverhältnismäßig großen und teuren Befestigungselementen. Ziel dieser Entwicklung ist daher, dünne Fassadenelemente aus ultrahochfestem Beton (UHPC) zu fertigen und diese durch eine kostengünstige Verankerung zu befestigen. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden darum folgende Themen bearbeitet:

- Herstellung von gefrästen Holzschalungen für die freie Formgebung von Betonfassaden
- Entwicklung einfacher Verankerungselemente für leichte Schalenelemente

Projektbeschreibung

Das Konzept für Fassadenelemente aus UHPC basiert auf folgenden Grundlagen:

- Der UHPC ist durch seine hohe Festigkeit sehr dünn ausführbar und dadurch relativ leicht. Die Verankerung wird entsprechend kostengünstiger.
- Der Beton ist durch seine hohe Dichte äußerst dauerhaft und besitzt einen hohen Widerstand gegen Umwelteinflüsse. Aufgrund dessen können weder Schadstoffe noch Oberflächenwasser eindringen, was verhindert, dass Schmutzstoffe die Fassade verunreinigen und somit eine Reinigung der Fassade überflüssig machen.
- Der UHPC ist wie normaler Beton nahezu beliebig formbar und gestaltbar (Oberfläche, Farben, etc.) und kann daher auf nahezu alle architektonischen Anforderungen abgestimmt werden.

◀ Musterfassadenelement für das Projekt Holzhochhaus / Pattern of a facade element for the projekt "wooden skyscraper"

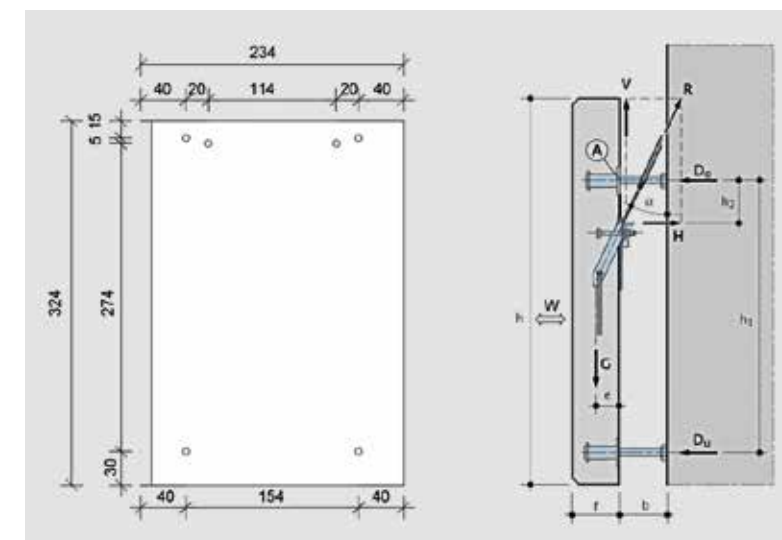
► Wunschstruktur einer Baumrinde / Desired structure of a bark structure

► Schalung aus Holzwerkstoffplatte nach dem Fräsen / Formwork made of wood-based panel



► UHPC-Fassadenelement mit einer Dicke von 2,3 cm / UHPC facade element with a thickness of 2.3 cm

▼ Befestigungsprinzip einer vorgehängten Betonfassade (hier: System Halfen) / Fixing principle of a curtain wall (here: system Halfen)



tige Verankerung der Elemente ist eine Notwendigkeit für den Einsatz von Betonfassaden. Sie bestimmt maßgeblich die Kosten für das Gesamtsystem. Gegenüber bisherigen Befestigungen bieten die dünnen UHPC-Elemente zwei wesentliche Vorteile: Einmal sind sie mit einer Dicke von 25 – 30 mm extrem leicht und andererseits ist der ultrahochfeste Beton in der Lage extrem starke Beanspruchungen auf kleiner Ebene aufzunehmen.

Durchgeführte Untersuchungen und Ergebnisse: Freiformflächen

Betonfassaden werden üblicherweise in glatter Form, oder aber mittels einer Matrizenschalung hergestellt. Die glatte Oberfläche wird dabei in der Regel durch eine lackierte Holzschalung gebildet um Rostflecken der Stahlschalung und ein Saugen von Holzschalungen zu verhindern. In der Praxis stellte die Gestaltung der Fassade für das Projekt „Holzhochhaus Wien“ eine größere Herausforderung dar: vom Bauherrn gewünscht war die Gestaltung der Fassade als Baumrinde. Die erste Problematik war die Generierung von digitalen Modelldaten. Hierzu wurde ein dreidimensionales Modell entwickelt, welches der Baumrindenstruktur nahe kam. Es war schnell klar, dass eine fein detaillierte Modellierung nicht zielführend ist, denn der Beton kann im Endzustand kein Abbild einer Baumrinde geben, zumal die Fassade über eine große Fläche nicht direkt einen Baum respektive dessen Rinde widerspiegeln kann. Stattdessen wurde eine in Form und Tiefe der Baumrinde ähnliche Struktur entwickelt. Mit den digitalen Daten wurde sodann eine Holzwerkstoffplatte gefräst. Aufgrund der groben Holzfaserstruktur musste der ersten groben Fräsung eine Beschichtung folgen. Diese ca. 2 – 3 mm dicke Beschichtung wurde erneut gefräst und so eine extreme Genauigkeit von < 1 mm der gewünschten Freiform erzielt. Mit der abschließenden Feinlackierung konnte die Holzoberfläche geschlossen werden und so eine mehrfache Nutzung der Schalung gewährleistet werden.

Bemessung und Befestigung von UHPC-Fassadenelementen

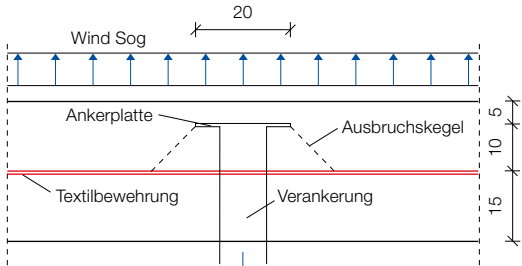
Für die Montage der nur 3 cm dicken Fassadenplatten kommen herkömmliche Befestigungssysteme nicht in Frage, da sie mehrere Zentimeter in die Platte einbinden müssen. Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden zwei verschiedene Anker getestet: Zum

► System und Belastung im Verankerungsbereich (Sog), Angaben in [mm] / System and load in the anchoring area, figures in [mm]

einen hat der Kooperationspartner, Firma Halfen, sein bestehendes Verankerungssystem im Hinblick auf einen Einsatz bei dünnen Platten überarbeitet. Das Prinzip des Lastabtrags verändert sich dabei nicht, lediglich die Geometrie der Anker wird an die dünnere Plattendicke angepasst. Das Eigengewicht der Platte wird mithilfe von zwei Hängezugankern am oberen Plattenrand abgetragen, während je zwei Zug-/ und Druckanker am oberen und unteren Plattenrand die Windkräfte abtragen. Ähnlich dem Zug-/ Druckanker der Firma Halfen für Fassadenplatten hat das TBK-Stuttgart einen einfachen Anker für diesen Einsatzzweck entwickelt. Der Zug-/Druckanker besteht aus einer Scheibe (Durchmesser = 1 cm), die an einer Gewindestange befestigt wird (= Hammerkopfschraube). Zusätzlich sollen Plattenscheiben an der Rückseite der Fassade befestigt werden, die bei Winddruck die einwirkenden Kräfte übertragen. Die Tatsache, dass es für UHPC und für Textilbewehrungen keine Normen gibt, erschwert eine genaue Bemessung. Daher wurden die erforderlichen Nachweise anlehnend an die vorhandenen Normen durchgeführt und bei Bedarf vereinfachende Annahmen getroffen. Als Lasten wurden das Eigengewicht sowie Windsog und Winddruck angesetzt. Die Ankerkräfte sowie die Betonspannungen und Biegemomente der UHPC-Fassadenplatte wurden anhand eines FE-Modells ermittelt. Zunächst wurden die Platten nach der Betonwerksteinnorm DIN 18516-5 bemessen. Dadurch sollte im Vorfeld überprüft werden, ob die Fassadenplatten die angenommenen Einwirkungen ohne Bewehrung aufnehmen können. Bei der anschließenden Bemessung nach Eurocode 2 (Din EN 1992-1-1) wurde zunächst die Biegebemessung bei Anordnung einer mittigen Bewehrungslage aus Stabstahl durchgeführt. Die sich daraus ergebende Bewehrungsmenge wurde mithilfe der Bruchspannungen von Stahl und Carbon auf eine Carbonbewehrung umgerechnet.



► Versuchsaufbau / Experimental setup



Aus dieser Bemessung wurde das Textil der Firma V. Fraas SITgrid017 mit $A_{t,vorh} = 1,41\text{cm}^2/\text{m}$ gewählt. Die Schwachstelle der UHPC-Fassade ist in der Regel die Verankerung. Mit einer Ausnutzung von nur 54 % auf Biegung in Feldmitte und gleichzeitiger Ausnutzung von 340 % beim Durchstanzen am Auflager, wird ein Versagen der Platte am Auflager maßgebend. Aus diesem Grund haben sich die weitergehenden Untersuchungen nur mit dem Durchstanzen der Verankerung beschäftigt. Zur Überprüfung der theoretischen Untersuchungen wurden Auszugversuche an kreisförmigen Plattenausschnitten ($\varnothing = 43\text{ cm}$) sowohl für den Halfen-Anker, als auch für den ZÜBLIN-Anker durchgeführt. Beide Ankerarten wurden mit einer Einbindetiefe von 2,5 cm in die 3 cm dicken Platten eingebaut. Insgesamt wurden sechs Platten mit einer Lage des Carbondtextils und 1,60 % AR-Glasfasern (bezogen auf den Zementanteil) bewehrt. Zur Prüfung der Fassadenplatten wurde eine kreisrunde Zylinderkonstruktion auf die Platten gestellt. Der Anker der Platte wurde mittels Ringschrauben und einem Schäkel gelenkig an die Prüfmaschine angeschlossen um eine Schrägzug- und Biegebelastung des Ankers zu vermeiden. Über einen Druckzylinder wird so lange an der Verankerung gezogen, bis sich diese aus dem Beton herauslöst. Während des Versuchs wurden die Kraft sowie der Weg der Presse aufgezeichnet. Bei den Prüfkörpern mit Halfen-Ankern bildeten sich im Versuch ausgehend von den Ecken des Ankers vier bis fünf große Risse aus. Der Anker wurde komplett aus dem Beton herausgezogen. Der Beton oberhalb der Bewehrung löste sich zusammen mit dem Anker ab und das Carbondtextil blieb unbeschädigt. Bei den Prüfkörpern mit ZÜBLIN-Ankern bildeten sich vier große Risse, die kreuzförmig vom Anker ausgehend zum Plattenrand verliefen. Der Anker wurde zusammen mit einem kreisförmigen Teil des Betons aus der Platte gezogen. Da der Ankerkopfdurchmesser größer war als die Maschenweite der Bewehrung, verhakte sich der Anker an dem Carbondtextil und löst dieses aus dem Beton heraus.

Fazit

Grundsätzlich haben die Versuche gezeigt, dass sich die maximale Traglast für die beiden Ankerarten kaum unterscheidet. Die Bruchlasten des Halfenankers lagen mit im Mittel 7,9 kN ca. 5 – 10 % über den Bruchlasten des Züblinankers (7,1 kN). Sowohl bei den maximalen Traglasten wie auch bei den Rissbildern wurde trotz der kleinen Anzahl an Wiederholungen keine große Streuung der Ergebnisse festgestellt. Als nachteilig hat sich der hohe Beweh-

► Auszugversuch aus textilbewehrtem UHPC mit Halfen-Anker / Pull-out test of textile reinforced UHPC using a Halfen-anchor

► Zug Bruchflächen mit erkennbarer Ablösung des Betons / Fracture surface with recognisable detachment of concrete caused by tensile stress



► Auszugversuch aus textilbewehrtem UHPC mit ZÜBLIN-Anker / Pull-out test of textile reinforced UHPC using a ZÜBLIN-anchor

► Zug Bruchflächen mit erkennbarer Ablösung des Betons / Fracture surface with recognisable detachment of concrete caused by tensile stress



rungsgrad des Carbondtextils herausgestellt. Fast 47 % der Fläche des Textils ist mit Carbonfasersträngen bedeckt, für die Kontaktfläche des Betons bleiben also nur 53 % übrig. Dadurch wirkt das Textil wie eine Trennschicht im Beton und der Verbund von Bewehrung zu Beton wird geschwächt. Zudem ist das Carbondtextil anfällig für Querspannungen, wodurch die einzelnen Carbonfaserstränge frühzeitig versagen. Die im Versuch ermittelte Tragfähigkeit der mit dem Carbondtextil bewehrten Platten mit Züblin-Ankern liegt im Mittel bei $V_M = 7,1\text{ kN}$. Bei der im Vorhinein durchgeführten Durchstanzbemessung wurde ermittelt, dass die Platten eine maximale Last von $V_{ok}=1,3\text{ kN}$ aufnehmen können. Somit liegen die Versuchsergebnisse deutlich über dem numerisch ermittelten Wert. Grund

für diese große Abweichung kann die ungünstige Ermittlung des Lasterhöhungsfaktors β sein. Die von den Ankern aus der Eigengewichts-/ und Windsogbelastung maximal aufzunehmende Last beträgt 3,36 kN. Dieser Wert wurde in den Versuchen mit allen Platten, d.h. sowohl mit dem Halfenanker als auch mit dem von ZÜBLIN entwickelten Anker deutlich überschritten, womit deren Anwendbarkeit als Fassadenplattenbefestigung gezeigt wurde. Um die Tragfähigkeit des ZÜBLIN-Ankers zu verbessern könnten an den Ankerkopf zusätzliche zwei Edelstahlstäbe ($\varnothing = 3 - 6\text{ mm}$) angeschweißt werden. Diese würden die Lasteinleitung in das Carbondtextil verbessern und so die Tragfähigkeit des Ankers zusätzlich erhöhen.

UHPC-FASSADEN

Ergebnis

- Herstellung von Freiformflächen und Tests zu Verankerung von dünnen UHPC-Fassadenplatten

Mehrwert

- extrem leichte und widerstandsfähige Fassadenplatten
- kostengünstige Fassadenelemente, die auch bei leichten Bauweisen wie dem Holzbau Anwendung finden können

Unternehmenseinheit

ZB Zentrale Technik 30: Konstruktiver Ingenieurbau, TBK

Projektlaufzeit

Januar 2017 bis Dezember 2017

Ansprechpersonen

Hubert Bachmann, Sascha Bührle

Bearbeitung

Sascha Bührle

Kooperation

Halfen Verankerungssysteme





◀ Ermittlung der einaxialen Druckfestigkeit an einem Probekörper / Determination of uniaxial compressive strength on a specimen

Bodenverbesserung mit Bindemitteln Zement, Zement und Hydrophobierungsmittel sowie Braunkohlenflugaschen

Soil improvement with binders cement, cement and water repellent and lignite fly ash

Fine- and mixed-grained soils with a higher proportion of fines, whose physical or mechanical properties are inadequate for high quality reassembly, generally need to be improved with binders to meet the required quality standards. The aim of this R & D project is the evaluation of different soils and the change of its properties respectively after conditioning with cement, cement and a hydrophobic additive as well as three different brown coal fly ashes. These are changes in physical properties in terms of

compaction properties and compressive strengths tested and evaluated without and after 24 hours underwater storage. Finally, the test results should contribute to the evaluation of the expected strengths or compaction properties of soils due to a given particle size distribution without explicit tests for strengths as a function of different binder types and quantities in the tender processing of earthworks projects or accurately estimate.



► Unterwasserlagerung der Proben / Underwater storage of the specimen

Hintergrund

Fein- und gemischtkörnige Böden mit höherem Feinkornanteil, deren bodenphysikalische bzw. bodenmechanische Eigenschaften für den qualitativ hochwertigen Wiedereinbau unzureichend sind, müssen im Allgemeinen mit Bindemitteln verbessert werden. Ziel des Forschungsprojekts ist die Bewertung unterschiedlicher Böden nach Konditionierung mit Zement, mit Zement und einem externen Hydrophobierungsmittel sowie mit drei unterschiedlichen Braunkohlenflugaschen (BFA) aus Ostdeutschland. Im Zuge der Untersuchungen wurden die Veränderungen der bodenphysikalischen Eigenschaften hinsichtlich Verdichtungseigenschaften und Druckfestigkeiten der mit Bindemittel verbesserten Böden ohne und nach 24-stündiger Unterwasserlagerung geprüft und bewertet. Letztlich soll die Auswertung der Versuchsergebnisse ermöglichen, die zu erwartenden Festigkeiten bzw. Verdichtungseigenschaften (zulässige Wassergehalte) von Böden aufgrund der vorliegenden Kornverteilung ohne explizite Prüfungen der (Druck-) Festigkeiten in Abhängigkeit unterschiedlicher Bindemittelarten und -mengen im Rahmen der Angebotsbearbeitung von Erdbauprojekten zu bewerten bzw. treffsicher abzuschätzen.

Projektbeschreibung

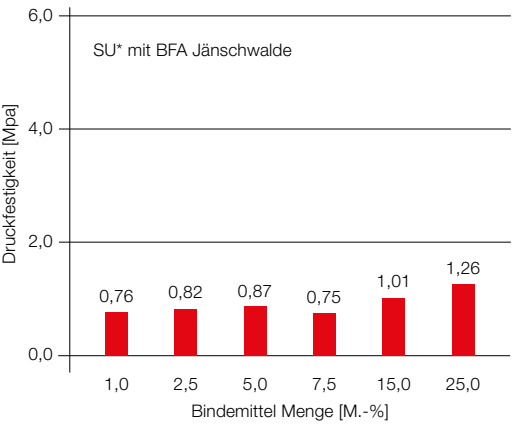
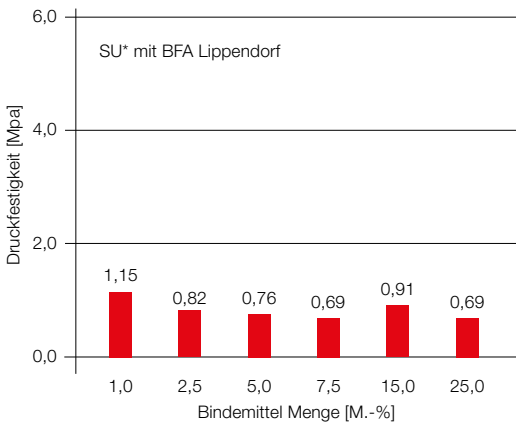
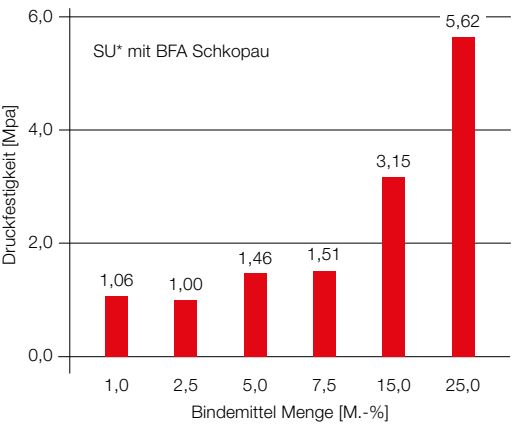
Für die Untersuchungen wurde als Bindemittel handelsüblicher Zement mit und ohne Zugabe eines externen Hydrophobierungsmittels sowie drei Braunkohlenflugaschen (BFA) aus den Bundesländern Sachsen (Lippendorf), Sachsen-Anhalt (Schkopau) und Brandenburg (Jänschwalde) eingesetzt. Braunkohlenflugasche wurde gewählt, da sie auch als Betonzuschlagstoff verwendet wird und nachweislich relativ gute hydraulische Eigenschaften aufweist. Die Tests der Druckfestigkeit und Tragfähigkeit (CBR-Wert) sowie der Verdichtbarkeit (Proctor-Versuch) und des Wasserbindevermögens wurden exemplarisch an acht unterschiedlichen Böden bzw. Boden-Bindemittel-Gemischen durchgeführt:

Böden bzw. Boden-Bindemittel-Gemische	Feinkorngehalt
Sand-Kies-Gemisch (SI)	< 1 M.-%
Kies-Sand-Gemisch (GI)	2 M.-%
Sand (SE)	2 M.-%
Sand-Schluff-Gemisch (SU)	14 M.-%
Sand-Schluff-Gemisch (SU*)	29 M.-%
leicht plastischer Ton (TL)	74 M.-%
mittelpastischer Ton (TM)	78 M.-%
ausgeprägt plastischer Ton (TA)	92 M.-%

Zur Bewertung der zu verbessernden Böden mit den genannten Bindemitteln wurden folgende bodenphysikalische und bodenmechanische Laborversuche durchgeführt: Kornverteilung, Wassergehalt, Proctorversuch, Korndichte, Atterberg-Grenzen, Glühverlust, Wasseraufnahmevermögen, einaxiale Druckfestigkeit und CBR-Tragfähigkeit. Die Ausgangsböden decken ein Kornspektrum von fein- über gemischt- bis hin zu grobkörnigen Böden ab.

Ergebnis

Die Zugabe von BFA führt prinzipiell zu einer Verbesserung der Tragfähigkeit der konditionierten Böden. Bei Anwendung der geprüften BFA sind die konditionierten Böden zumeist nicht resistent gegen Wiederbefeuchtung: Die unter Wasser gelagerten Probekörper sind fast alle zerfallen. Diesem Probenzerfall kann – wenn überhaupt – nur durch die Zugabe von Weißfeinkalk (WFK) entgegengewirkt werden. Die Zumischung von 33 % Weißfeinkalk zur BFA erhöht die Wasserlagerungsresistenz, während die Druckfestigkeit der konditionierten Böden nur geringfügig gesteigert wird. Die Versuche mit BFA haben gezeigt, dass eine Verbesserung der untersuchten Böden je nach BFA-Sorte und -Zugabemenge möglich ist. Weist die BFA eine ausreichende Menge an hydraulisch aktiven und Puzzolan bildenden Mineralbestandteilen auf – und zeigt zusätzlich einen hohen Anteil an Freikalk (CaO) – ist es möglich, den Boden definiert in Richtung höherer Trag- und Druckfestigkeiten zu verbessern. Die höchsten Druckfestigkeiten werden durch den Einsatz der BFA Schkopau erzielt. Bei den meisten Boden-BFA-Gemischen führt eine Erhöhung der BFA-Zugabemenge darüber hinaus zu einer signifikanten Steigerung des CBR-Wertes und damit der Tragfähigkeit. Ausnahmen bilden die Böden TL und TM jeweils bei Verwendung der BFA Schkopau. Die größten Steigerungen des CBR-Wertes werden für die Böden SU und SU* unter Zugabe der BFA Schkopau erzielt. Die Böden TL und TM zeigen nur geringe bzw. keine Erhöhungen des CBR-Wertes mit steigender BFA-Zugabe. Hieraus lässt sich ableiten, dass die gemischtkörnigen Böden SU und SU* deutlich höhere CBR-Werte als die feinkörnigen Böden TL und TM aufweisen. Die Verringerung der Bodenfeuchte kann am effektivsten mit der BFA Lippendorf erzielt werden. Die beiden anderen Flugaschen weisen jedoch nur geringfügig schlechtere Resultate auf und auch keine markanten Unterschiede zur BFA Lippendorf. Außer bei Boden SE ergibt sich ein zumeist stetiger Anstieg der Wasserbindung mit steigender BFA-Zugabe. Die Wassergehaltsreduktion durch Zugabe von BFA ist somit wie erwartet möglich, da die trockene BFA Wasser aufnimmt und damit den Wassergehalt der Boden-BFA-Gemische senkt (WFK). Die zeitliche Festigkeitsentwicklung der Boden-BFA-Gemische wurde im Zuge unterschiedlich langer Probenlagerungsdauer untersucht. Die nach 28 Tagen Feuchtraumlagerung geprüften Druckfestigkeiten lagen z. T. niedriger als die der unbehandelten Böden. Der beobachtete Festigkeitsabfall setzte sich auch nach Probenlagerungszeiten von 56 Tagen bzw. 73 Tagen fort. Bei dem BFA verbesserten Boden SU wurde sogar ein Zerfall der Probekörper während der 56-tägigen Probelagerung festgestellt. In den BFA verbesserten Böden kommt es nach Wasserzutritt zu Mineralumbildungen, die die Probekörper durch den Kristallisationsdruck von innen heraus zerstören. Im Hinblick auf die Verdichtbarkeit der untersuchten Boden-BFA-Gemische zeigt die BFA Schkopau für die gering bindigen bis bindigen Böden (SU, SU*,



► Druckfestigkeiten des Bodens SU* bei steigender Zugabemenge von drei verschiedenen Braunkohlenflugaschen (BFA) / Compressive strength of the soil with increasing amount of three different sorts of lignite fly ash

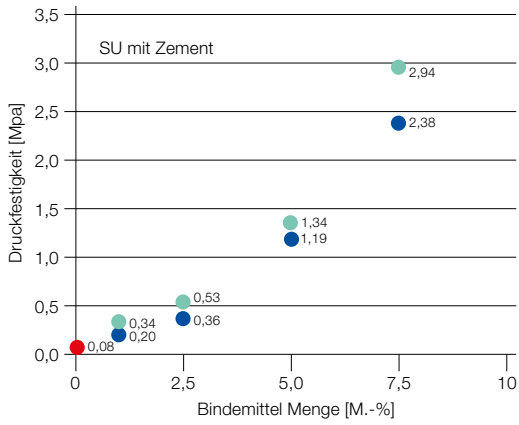
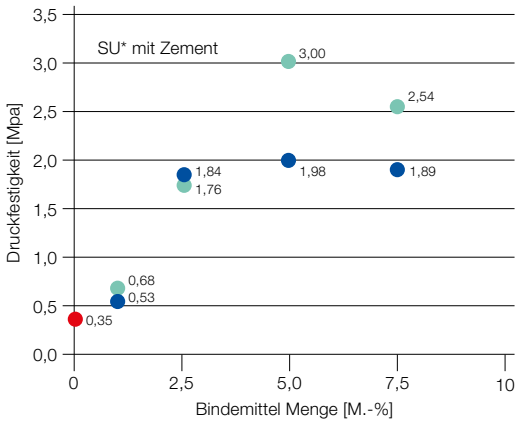
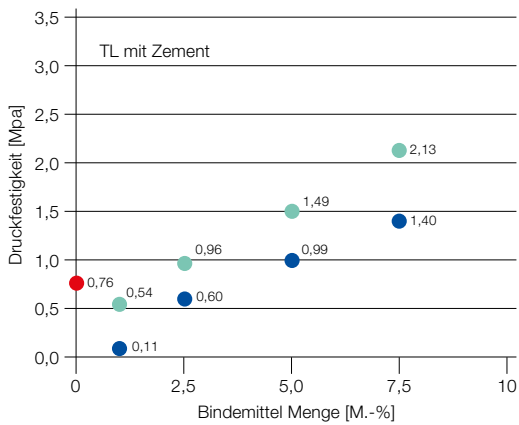
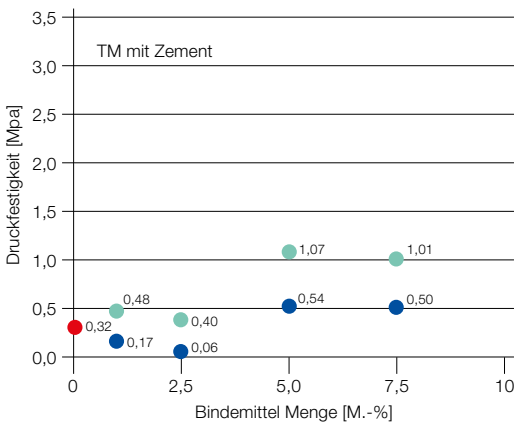
drophobierungsmittels zum Zement-Bodengemisch. Der Verlauf der Proctorkurven ist vergleichbar mit denen der Boden-BFA-Gemische. Der Einsatz von BFA als kostengünstiges Additiv zur Verbesserung von Böden wird bereits seit mehreren Jahrzehnten untersucht, ist jedoch bisher auf Einzelfälle beschränkt. Dabei sind umweltrelevante Parameter zu erfassen (LAGA), aber auch die Festigkeitsentwicklung der BFA. Eine größere und weitaus effektivere Steigerung der Druckfestigkeiten inklusive der Wasserlagerungsresistenz ist nur durch die Zugabe von Zement zu den untersuchten Böden zu erzielen. So zeigen die bindigen Böden der Bodengruppen SU*, TL und TM eine signifikante Erhöhung der Druckfestigkeit nach Feuchtraumlagerung und schwankende Druckfestigkeiten nach zusätzlich eintägiger Unterwasserlagerung. Bei den gemischtkörnigen- und grobkörnigen Böden der Bodengruppen (SU, SI und GI) führt die Zugabe des zusätzlich geprüften Hydrophobierungsmittels zu einer Verringerung der Druckfestigkeit, sowohl nach Feuchtraum-, als auch nach zusätzlich eintägiger Unterwasserlagerung. Bei bindigen Böden steigert die Zugabe des Hydrophobierungsmittels zum Zement

TL, TM, TA) die höchste Zunahme der Proctordichte mit steigender BFA-Menge. Die Verdichtungskurven der untersuchten Böden zeigen nach Zugabe von BFA eine deutliche Abflachung: Die Böden sind damit wassergehaltsunabhängig verdichtbar. Die Zugabe von Zement zu den Böden SI, SU, SU* und TL führt verglichen mit Boden-BFA-Gemischen im Mittel zu einer Erhöhung der Proctordichte. Ein ähnliches Ergebnis ergibt sich bei Zugabe des Hy-



► Probekörper mit Zugabe von Braunkohlenflugasche nach „bestandener“ Unterwasserlagerung / Specimen with addition of lignite fly ash after underwater storage

► Druckfestigkeiten von Probekörpern der Böden TM, TL, SU* und SU / Compressive strength of specimen taken from soils TM, TL, SU* and SU



● 7 Tage Feuchtraumlagerung
● 7 Tage Feuchtraumlagerung + 1 Tag Unterwasserlagerung
● Boden ohne Bindemittel

die Druckfestigkeit gegenüber Böden, die nur mit Zement verbessert wurden. Die grobgranularen Böden SI und GI zeigen ähnlich dem Boden SU einen gleichmäßigen Anstieg der Druckfestigkeit bei steigender BM-Zugabe. Die Druckfestigkeiten sind jedoch absolut gesehen deutlich höher, wobei die kombinierte Feuchtraum- und Unterwasserlagerung ebenfalls zu einer Verringerung der Druckfestigkeit im Vergleich zur reinen Feuchtraumlagerung führt.

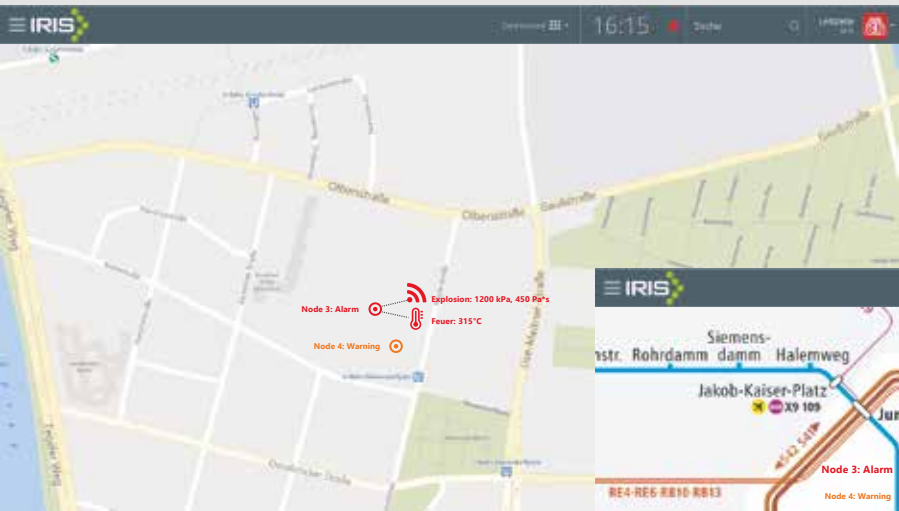
aus einfach im Labor zu bestimmenden Eigenschaften weitere bodenmechanische Kenngrößen abzuleiten. Dazu ist ein nachfolgendes Projekt geplant.

Ausblick
Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen sind vielversprechend und zeigen zum Teil interessante Zusammenhänge auf. Als nächster Schritt sollen – sofern möglich – korrelative Zusammenhänge erarbeitet werden, um mögliche Abhängigkeiten zwischen den unterschiedlichen Eigenschaften, wie z. B Kornverteilung vs. Proctordichte, abzuleiten. Ziel ist es,

BODENVERBESSERUNG MIT BRAUNKOHLLENFLUGASCHE

Ergebnis	• Bewertung unterschiedlicher Böden nach Konditionierung mit Bindemitteln
Mehrwert	• bessere Bewertbarkeit von Verdichtungseigenschaften von Böden im Rahmen der Angebotsbearbeitung
Unternehmenseinheit	ZB TPA 04: DE/ CH/ NL/ International
Projektlaufzeit	Januar 2016 bis Dezember 2016
Ansprechperson	Thomas Leister
Bearbeitung	Michel Heuser, Alexander Kalmykov





Sicherheitsmanagement- und Notfalleinsatzsystem für U-Bahn-Systeme – SenSE4Metro

Sensor based security and emergency management system for underground systems during disaster events – SenSE4Metro

In the German-Indian research project SenSE4Metro, the safety of persons in subway systems is to be increased by new technical and organisational measures. In order to best support the project with software, ITC designs the security management and emergency response system (SMERS) based on the IRIS platform. In case of an event, the system should support the rescue services in their decision making by visualising sensor readings and train positions.

Hintergrund

Terroranschläge und Auswirkungen von Naturkatastrophen stellen eine beträchtliche Bedrohung für die zivile Sicherheit dar: Die Anschläge auf U-Bahnhöfe und Züge in Madrid und London 2004 bzw. 2005, die Überflutung von U-Bahn- und Straßentunneln in Manhattan/New York als Folge des Hurrikans „Sandy“ 2012, oder auch Rauchentwicklung und Feuer in Tunneln verdeutlichen dies. Die Konzerngesellschaft ITC Engineering GmbH & Co KG erarbeitet daher mit Kooperationspartnern im Forschungsprojekt SenSE4Metro eine Lösung, wie die Sicherheit von Personen in U-Bahn-Systemen durch neue technische und organisatorische Maßnahmen gesteigert werden kann. Beteiligt sind deutsche und indische Partner aus Wissenschaft, Berufsfeuerwehr und Verkehrsbetrieben im Rahmen des Programms „Kooperation in der zivilen Sicherheitsforschung zwischen Deutschland und Indien“, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird.

Projektbeschreibung

Im Projekt werden mehrere Teilaspekte untersucht: Zum einen werden Verwundbarkeitsanalysen von existierenden U-Bahn-Systemen sowie eine numerische Analyse dieser Strukturen unter extremer Belastung durchgeführt. Zum anderen wird die kulturelle Abhängigkeit des Verhaltens von Rettungskräften über Verhaltensspiele untersucht sowie das soziale Verhalten während früherer Extremsituationen in verschiedenen Kulturen evaluiert. Technisch geplant ist ein drahtloses Sensornetzwerk mit energieautarken Sensorknoten für die Installation in einem U-Bahn-Tunnel. Darüber hinaus soll ein Sicherheitsmanagement- und Notfalleinsatz-System (SMERS) etabliert werden, über das Rettungskräfte und Betreiber Zugriff auf Echtzeitdaten und Ereignisse erhalten. Die dafür benötigte Softwarelösung baut auf der ITC-eigenen IRIS-Plattform auf. Bei der Umsetzung kann daher auf fundiertes Know-how in der Erfassung, Analyse und Darstellung von Sensordaten in Echtzeit zurückgegriffen werden, das in zahlreichen Projekten mit IRIS.tunnel® – der Softwarelösung für Prozessdatenmanagement bei maschinellem Tunnelvortrieb – aufgebaut wurde.

Umsetzung und Ergebnisse

Bei der Neuentwicklung von IRIS als Cloud-Plattform wurden im Rahmen von SenSE4Metro Module für Datenmanagement, flexible Schnittstellen, Alarmierung und Visualisierung ausgebaut und optimiert: Für das Speichern von Massendaten in IRIS wurden neue Kompressionsalgorithmen entwickelt und er-

SenSE4
METRO

Gefördert durch / Funded by



SenSE4Metro

Ergebnis

- Sicherheitsmanagement- und Notfalleinsatzsystem für U-Bahn-Systeme

Mehrwert

- Beitrag zur Sicherheit von Personen in U-Bahn-Systemen bei komplexen Notfallsituationen

Unternehmenseinheit

ZB Zentrale Technik 30: Digitalisierung und Software Engineering, SE

Projektlaufzeit

Januar 2015 bis Juni 2018

Ansprechperson

Dr. Peter-Michael Mayer

Bearbeitung

Marion Behrens

Kooperation

Fraunhofer EMI, Berliner Feuerwehr, Brandenburgisches Institut für Gesellschaft und Sicherheit GmbH, Indian Institute of Science, Indian Institute of Technology Delhi

Patente / Publikationen

Liste der Veröffentlichungen siehe <http://www.sense4metro.org/>

Ausblick

Als ein Ergebnis aus dem Projekt wurde eine zusätzliche Anforderung an das SMERS herausgearbeitet: Die Rauchentwicklung soll während eines Ereignisses im U-Bahn-Tunnel gemessen und so dargestellt werden, dass Rückschlüsse auf die Rauchausbreitung in verschiedenen Höhen möglich sind. Die 2D-Darstellungen auf georeferenzierten Karten und Netzwerkkarten erfüllen diese Anforderung jedoch nur unzureichend. Dank technischer Entwicklungen seit dem Projektstart im Jahr 2015 gibt es heute aber neue Möglichkeiten der 3D-Visualisierung im Webbrowser. Vom Projektträger wurde eine Verlängerung der Projektlaufzeit von SenSE4Metro um ein Jahr bis Ende 2018 genehmigt, um die Darstellung von Sensorik und Messwerten in 3D-Modellen umzusetzen. Die Softwareentwicklung der ITC arbeitet momentan intensiv an der Integration eines 3D-Viewers in IRIS, um Inhalte und Daten der Plattform am 3D-Modell zu visualisieren, sowohl in der Webapplikation als auch auf mobilen Apps. Als Abschluss des Projektes Ende 2018 ist eine Großübung der Feuerwehr in einem Übungstunnel der Berliner Verkehrsbetriebe geplant. Bei dieser Übung sollen auch die Sensorik und der Einsatz des SMERS auf der Basis von IRIS für die Lagebewertung bei einem Rettungseinsatz erprobt werden. SenSE4Metro wird dann bei einem letzten Projekttreffen in Indien zum Jahresende abgeschlossen sein, der Funktionsumfang der von ITC erbrachten Leistungen steht fortan als Teil der IRIS Plattform zur Verfügung.

AUF
EINEN
BLICK



Innovatives Verfahren im Micro-tunnelling – eingesetzt bei komplexem Unterwasserprojekt in Russland

Innovative method in micro-tunnelling used in complex underwater project in Russia

Das Projekt South Stream Offshore Pipeline ist Teil des South Stream-Pipeline-Projekts, das Gas aus Russland über die Türkei direkt nach Süd- und Süd-osteuropa bringen soll. Die Pipeline wird an der russischen Küste in der Nähe der Stadt Anapa beginnen und über 900 km durch das Schwarze Meer in der Türkei an Land gehen. Um die komplexen und schwierigen geographischen Bedingungen zu bewältigen, wurde ein innovatives Micro-tunnelling-Verfahren entwickelt. Dadurch konnte der steilste jemals erreichte Neigungswinkel im Rohrvortriebsverfahren realisiert werden. In Anerkennung der erbrachten Leistungen wurde das Team mit dem International Tunnelling Award 2017 für das „Tunnelbauprojekt des Jahres“ ausgezeichnet.

Background

The South Stream Offshore Pipeline project is part of the South Stream pipeline project which will directly connect the large gas reserves in Russia to the Turkish gas transportation network, in order to provide reliable energy supplies for Turkey, south and south-east Europe. It will begin on the Russian coast near the town of Anapa and run over 900 km through the Black Sea to come ashore in the Thrace region of Turkey. Within the framework of the Offshore Pipeline project ZÜBLIN/STRABAG was commissioned to build two tunnels which are able to accommodate 32 inch steel gas pipelines. But, due to complex ground conditions in a highly seismic region, an innovative approach was required to overcome the extreme geographical and technical complexities. Facing a drive length of over 1.5 km

► Luftaufnahme des Eingangsschachts /Aerial view of the entry pit

and encountering one of the steepest declination descents in pipe-jacking, the tunnelling specialists of ZÜBLIN International decided to make use of the specialised trenchless tunnelling technique of micro-tunnelling.

Project description

The project involved the construction of two micro-tunnels (ID2000 mm), each of them extending from an onshore pit 1.47 km to an offshore exit pit. The entry pits were located near Anapa, which is located on the Black Sea coast at the base of the Caucasus Mountain range at an altitude of 80 m. The topography of this landscape meant tunnelling under a steep cliff face where the land meets the sea. The micro-tunnels were constructed by using a remotely controlled Herrenknecht AVN 2000AH tunnel boring machine (TBM) with 24/7 operations from the onshore entry pit. In addition to the main jacking



◀ Eingangsschacht der Gasleitung im russischen Anapa / Entry pit of the gas pipeline in Anapa/Russia

► Ansichten der Vortriebsmaschine /Different views of the jacking pipes



station installed in the entry pits, 10 intermediate jacking stations were installed every 130 m along the micro-tunnel to provide sufficient jacking force for the operation, which achieved an average rate of tunnel excavation of 15–21m/day. The 1.47 km tunnel length with a maximum cover of 163 m was constructed through a highly-variable and partially fractured rock mass with an anticipated ground-water pressure of up to 5 bar. These factors represented several challenges as thicker steel plates were required for the TBM cans to cope with the high overburden and potential rock squeezing. Special seals were installed to withstand the high-pressure from ground-water and the slurry system and pumps had to be designed for an internal pressure of 8 bar which was present when the TBM reached the lowest point of the alignment.



Innovative micro-tunnel design profile

The tunnel alignment had to be designed to fulfill several criteria not only for the pipe jacking operation itself, but also for the subsequent pull-in of the gas pipelines. High accuracy in line and level together with a gentle curvature to keep pull-in forces as low as possible was required. Undercrossing an existing road at a predetermined minimum depth and the client's request to keep the launching shafts (entry pits) as shallow as possible determined the steep declination angles of the tunnels. To achieve this alignment launch-ramps were installed inside the entry pits to point the TBMs in the right direction. In order to avoid a potential entrapment of seawater during the final grouting operation the alignment was designed with a horizontal section at the end omitting a 'deep point'. This decision was again also beneficial for the pull-in of the gas pipelines.

An innovative volume-controlled lubrication system was successfully used to keep jacking forces as low as possible. This new system allows to pre-program the required bentonite injection volume over the entire length of the tunnel in relation to the anticipated ground conditions and allows for the supply of up to four lubrication cycles and/or bentonite lines at the same time. All injected volumes are registered at their specific location, allowing to trace how much bentonite has been introduced at what point along the route. A state-of-the-art video and communication technology was used which allowed a 2-way base-to-TBM communication for the entire tunnel length, and undoubtedly attributed to the safe working environment which the project upheld for the duration of construction. An integrated lifting-lug system was used for the underwater recovery of the TBM, which significantly reduced the required work and personnel diving time at a water depth of 30 m.

Result

After its successful completion in April 2017, ZÜBLIN/STRABAG had successfully achieved a series of world-firsts in tunnelling which included the steepest declination angle, transcending 80 m from onshore to 30 m below sea level offshore through such complex geological formations was the world's first ever and thus put it in the top 10 of the longest micro-tunnels ever constructed. In recognition of the service provided, the team was awarded the International Tunnelling Award 2017 for the "tunneling project of the year".

MICRO-TUNNELLING SOUTH-STREAM-GASPIPELINE

Ergebnis

- innovatives Verfahren im Micro-tunnelling
- Ehrung mit dem International Tunnelling Award

Unternehmenseinheit

UB 2I: Tunnelbau IU; UB International 3G

Projektlaufzeit

April 2014 bis März 2018

Ansprechperson

Josef Kofler





Softwarebasierte Vorbemessung erforderlicher Tragschicht- bzw. Bodenaustauschdicken

Software-based pre-design of required base course or soil replacement thicknesses

The scope of the R&D project was to develop an EXCEL-based program to calculate the deformation modulus (EV) expected on the upper edge of a built-in base course or several built-in support layers. The results and its reliability respectively were checked on two test fields and compared to the results of the determination of deformation moduli derived from CBR-measurements in the laboratory.

Hintergrund

Im Verkehrswegebau und bei der Gründungsbe-messung muss vielfach die erforderliche Mächtigkeit oder Steifigkeit eines Bodenaustauschs vorab abgeschätzt werden. Auf der Oberkante des eingebauten Bodenaustauschs ist dann die vorab festgelegte bzw. errechnete Steifigkeit nachzuweisen. Gelingt dies nicht, muss der Bodenaustausch rückgebaut und verstärkt werden. Dies ist sehr aufwendig und unproduktiv. Um die real auftretenden Steifigkeitserhöhungen durch den Einbau von Bodenaustauschmaterial zu bestimmen, müssen daher oft kostspielige und zeitintensive Probefelder auf der Baustelle eingerichtet und untersucht werden, was wiederum zu einer Bauzeitverlängerung führen kann. Der Einbau von Bodenaustauschmaterial ist eine wirkungsvolle Möglichkeit, die Tragfähigkeit des Untergrunds zu steigern und Verformungen zu minimieren. Es ist möglich, einen nicht bzw. gering tragfähigen Boden in seiner kompletten Mächtigkeit auszutauschen. Dieses Verfahren ist allerdings zeit- und kostenintensiv. Des Weiteren ist ein vollständiger Aushub des nicht tragfähigen Untergrunds – meist

aufgrund starker Schichtmächtigkeiten – kaum möglich. Daher werden häufig nur die obersten Dezimeter des gering tragfähigen Bodens, die die meisten Setzungen erwarten lassen, ausgekoffert und durch verdichtungsfähigeres Bodenaustauschmaterial, vornehmlich gebrochenen Naturstein oder Kies-Sand-Gemische, ersetzt.

Projektbeschreibung

Im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojekts wurde ein Excel-basiertes EDV-Programm zur Berechnung der auf der Oberkante einer eingebauten Tragschicht bzw. mehrerer eingebauter Tragschichten zu erwartenden Tragfähigkeiten (EV – Modul) erstellt. Die Zuverlässigkeit der berechneten Verformungsmoduli wurde in zwei eigens erstellten Probefeldern überprüft sowie mit labortechnisch erfassten California Bearing Ratio (CBR)-Werten und den daraus abgeleiteten Verformungsmoduli verglichen. Um die Tragfähigkeit des anstehenden Bodens beurteilen zu können, wird in der Regel im Vorfeld ein Lastplattendruckversuch durchgeführt. Die durch einen statischen Lastplattendruckversuch verursachte Plattensenkung lässt sich nach DIN 4019 auch rechnerisch simulieren: Hierzu wird zunächst der Baugrund in Teilschichten auf Basis der anstehenden Bodenschichten untergliedert. Im zweiten Schritt wird die Abnahme der Spannungen aus der Lastplatte über die zunehmende Teufe berechnet. Auf Basis der in unterschiedlichen Teufen herrschenden Bodenspannungen und Steifigkeiten dieser Böden ergeben sich entsprechende Untergrundverformungen. Durch Aufsummieren dieser Ver-

◀ Durchführung eines Plattendruckversuchs zur Bestimmung der Tragfähigkeit einer Schicht über das Erst- und Wiederbelastungsmodul / Carrying out a plate pressure test to determine the load capacity of a layer over the initial and reloading module

▶ Versuchsgerät- und Aufbau zur Bestimmung des California Bearing Ratios (CBR-Wert) / Experimental equipment and setup for determining the California Bearing Ratio (CBR value)



formungen der einzelnen Teilschichten erschließt sich die Gesamtsetzung des Untergrunds unter der Lastplatte und damit die Plattensenkung. Das Bemessungsprogramm muss die Untergrundsetzungen unter einer Lastplatte bei Kenntnis des Baugrunds und der Baugrundsteifigkeiten der einzelnen Bodenschichten berechnen können. Ein solches Programm bietet vor allem die Option, dem Bauherrn rechnerisch aufzuzeigen, dass ein von ihm gewünschter Tragfähigkeitswert bei dem vorliegenden Baugrund mit den vorgegebenen bautechnischen Maßnahmen ggf. so nicht erreicht werden kann. Durch Simulation einer oder mehrerer im Untergrund eingebauter Bodenaustauschschichten lassen sich im Umkehrschluss die erforderlichen Mächtigkeiten eines geplanten Bodenaustauschpakets im Vorfeld auf Basis der bekannten Untergrundsteifigkeiten des Baufelds (unter dem geplanten Bodenaustausch) berechnen. Um zu verifizieren, ob sich der Baugrund tatsächlich wie berechnet verhält, wurde anhand von zwei Probefeldern die Tragfähigkeitsänderung

je eingebauter Schüttlage erfasst und mit den vorab berechneten Werten verglichen. Bei bekannter Einbaustärke und Eigensteifigkeit der Schüttlagen sollten die im Probefeld gemessenen Werte auch mit dem erstellten Bemessungsprogramm realitätsnah nachvollzogen werden können. In dem gewählten Berechnungsverfahren werden die senkrechten, mittig wirkenden Spannungen im Baugrund unter Verwendung eines kreisförmigen Belastungskörpers (statische Lastplatte) berechnet. Die Untergrundbelastungen resultieren aus der mittig auf die Platte einwirkenden vertikalen Belastung, die beim Plattendruckversuch auftritt. Die maximale Belastungsspannung direkt unter der Lastplatte ist normativ mit $s_{max} = 500 \text{ kN/m}^2$ vorgegeben.

Ergebnis und Ausblick

Mithilfe des entwickelten EDV-Programms kann jeglicher Untergrundaufbau bis zu einer Tiefe von 2 Metern über die Steifemoduli, die Mächtigkeiten der einzelnen Schichten sowie deren Bodengewichte simuliert werden. Dabei erfolgen die Berechnungen streng nach den Vorgaben der DIN 4019 und den Empfehlungen des Arbeitskreises für Berechnungsverfahren der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V. Das erstellte Berechnungsprogramm liefert gute bis sehr gute und damit realitätsnahe Ergebnisse. Maßgebend für die Berechnung ist immer die Ermittlung der Eigensteifigkeit des einzubauenden Tragschichtmaterials. Dies muss im Regelfall über die CBR-Versuche erfolgen. Ob die CBR-Versuche immer brauchbare Ergebnisse liefern, aus denen die Eigensteifigkeit des Bodenaustauschmaterials im Vorfeld ermittelt werden kann, muss zukünftig noch untersucht werden.

VERIFIZIERUNG BODENAUSTAUSCH

Ergebnis	• Excel-Programm zur Berechnung zu erwartender Erstbelastungsmoduli auf den Oberkanten-Bodenaustausch
Mehrwert	• Gute Voraussagefähigkeit der Erstbelastungsmoduli auf den Oberkantenaustausch • Kosten- und Zeitersparnis
Unternehmenseinheit	ZB TPA 04: DE/CH/NL/International
Projektlaufzeit	Januar 2014 bis Januar 2017
Ansprechperson	Thomas Leister
Bearbeitung	Michel Heuser, Alexander Kalmykov





Konzernprojekt: SPS – STRABAG Procurement Solution

Corporate project: SPS – STRABAG Procurement Solution

101011
011000
101101
0101CT

The digital transformation impacts procurement methods and leads to a further development of closer collaboration between STRABAG and its suppliers. Within the corporate project “STRABAG Procurement Solution” (SPS) the scope is to develop a workflow for the procurement of materials, contractual works and services which should be uniform to the fullest extent and completely digital. Starting within three operational group divisions in Germany and involving the central IT departments from the very beginning, the project has the objective to integrate suppliers as deep as possible into the STRABAG workflows. Within the first function module “supplier information management” the suppliers will register themselves via a web interface. The subsequent supplier qualification process will include a portalbased certificate and risk management. Single and unique supplier data have to be realised by a master data management concept handling information between various applications and guaranteeing a central data maintenance. A cooperative and strategic supplier management will be based on a corporate uniform commodity code.

Hintergrund

Im Zeitalter von Digitalisierung und künstlicher Intelligenz stehen Einkäuferinnen und Einkäufer auf der ganzen Welt an der Schwelle zu einer neuen Zeit. Die reine Fokussierung auf Kostenreduktion und Effizienzsteigerung nimmt in den Einkaufsabteilungen der

Konzerne an Wichtigkeit ab. Das Neue, das Revolutionäre, entsteht aus den Technologiesprüngen unserer Tage; allen voran aus der digitalen Transformation. Menschen, Prozesse und IT stehen vor einem radikalen Strukturwandel: Industrie 4.0 bringt neue Organisationskonzepte, Geschäftsmodelle und Produktwelten hervor. Globale Wertschöpfungsketten werden über Unternehmensgrenzen hinweg komplett vernetzt. Das Management von Veränderung rückt zunehmend ins Zentrum der Aufmerksamkeit. Traditionelle Erfolgsgeschichten und Denkmuster verlieren daher rasant an Wert; Unternehmen müssen innerhalb neuer Rahmenbedingungen agieren und funktionieren. Vernetzung, Kollaboration und Automatisierung machen die Neudefinition der Schnittstellen zu Geschäftspartnern und Wertschöpfungsketten zwingend notwendig. Insbesondere für STRABAG als internationalem Konzern für Baudienstleistungen ist die enge Zusammenarbeit mit Lieferanten und Nachunternehmern von entscheidender Bedeutung für den Erfolg. Und genau hier setzt das Konzernprojekt SPS – STRABAG Procurement Solution seinen Fokus. Hier wurde spartenübergreifend ein nachhaltiges Konzept entwickelt, das unterschiedliche Lösungsmodule entlang der gesamten „supply chain“ betrachtet.

Lösungskonzept SPS

Die STRABAG Procurement Solution ist in der finalen Konzeption eine modular aufgebaute, durchgängige Einkaufs-Suite, die den gesamten Lieferantenpro-

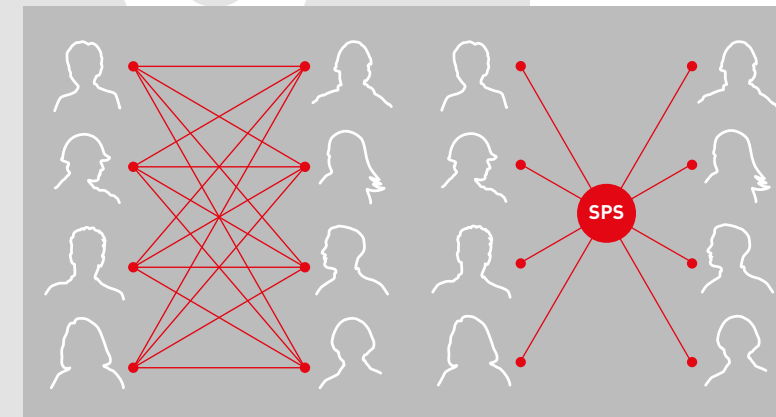
zess aus Sicht des Einkaufs digital abbildet. Die Entwicklung dieser digitalbasierten Einkaufslösung für die Beschaffung von Waren und Dienstleistungen im Konzern begann im Juni 2017 nach Freigabe durch das Steering Committee Digitalisierung unter der Leitung der STRABAG-SE-Vorstände. Zunächst für die Konzernfläche Deutschland wird das SPS langfristig eine konzernweit einheitliche Plattform darstellen und gleichzeitig als digitale Visitenkarte gegenüber den Lieferanten dienen. Sukzessive soll die Lösung international ausgerollt werden. Um eine belastbare, spartenübergreifende Lösung zu entwickeln, wurde eine spartenübergreifende Projektleitung installiert, die das SPS verantwortet. Dadurch ist sichergestellt, dass sowohl die zwingend erforderliche, einkaufsfachliche Harmonisierung als auch die direkte Verzahnung mit IT-Kompetenz bereits in der Konzeptionsphase erfolgt. Der Einstieg in die Digitalisierung der Einkaufsaktivitäten erfolgt über das Modul Lieferantenmanagement. Voraussetzung hierfür ist ein Internetportal, über das sich die Lieferanten selbst administrieren. Diese Lieferantendaten werden vor einer aktiven Nutzung durch einen STRABAG-internen Freigabeprozess qualifiziert, der

→ UNSERE LIEFERANTEN

Die Bezeichnung „Lieferant“ wird als Sammelbegriff für alle Partner eingesetzt, mit denen die STRABAG ihre Wertschöpfung im Bereich der Baudienstleistung erbringt, u. a. Nachunternehmer, Verarbeiter, Monteure, Handwerker, Händler, Hersteller, Dienstleister und im erweiterten Sinn auch Planer und Architekten.

spartenübergreifend, aber dennoch zentral verantwortet wird. Das Lieferantenmanagement wird ebenfalls ein portalbasiertes Zertifikatsmanagement sowie eine Bonitätsüberprüfung als Funktion beinhalten. Zukünftig werden weitere digitale Einkaufsinstrumente implementiert, beispielsweise ein Vertragsmanagement oder auch eine Auktionsplattform. In jedem einzelnen Funktionsmodul besteht der Anspruch, einen möglichst hohen systemgestützten Automatismus zu integrieren. Aus dem Projekt SPS wurde der Anspruch abgeleitet, dass Lieferantendaten eindeutig durch alle Applikationen geschleust werden müssen und dabei zentral verändert werden können. Grundlage für die Umsetzung eines unternehmensbereichs- und spartenübergreifenden Lieferantenmanagements ist eine einheitliche Warengruppenstruktur, die die heute bestehenden vielfältigen Gliederungen konzernweit zusammenfasst und dennoch die Abbildung einheitenspezifischer Markteinteilungen ermöglicht. Die damit gewonnene Datenbasis bildet die Grundlage für zukünftige, konzernweite, strategische Einkaufsentscheidungen. Im Folgenden werden einzelne Modulbausteine in Funktion und Mehrwert der Gesamtsuite erläutert, die die Grundvoraussetzung für einen 100 % digitalisierten Einkaufsprozess darstellen.

▼ Einkaufsplattform zur digitalen Vernetzung und Kommunikation / Procurement platform for digital integration and communication



Selbstregistrierung / Lieferantendatenbank

Self registration / Supplier data base

101011
011000
101101
0101CT

Supplier onboarding will involve a fully digital three-level process reducing administrative costs by automatised software functionality and based on standardised qualification policies and responsibilities. All data will be centrally stored during self registration, classification, qualification and assessment and will be easily accessible offering a multi-project view on the single supplier.

Jedes erfolgreiche Lieferantenmanagement beginnt mit den richtigen Lieferantendaten und durchdachten Freigaberegeln. Für nachhaltige Lieferantenbeziehungen mit echtem Mehrwert müssen diese laufend evaluiert und weiterentwickelt werden. Hierzu ist es zwingend erforderlich, dass sämtliche Lieferantendaten jederzeit aktuell und valide abrufbar sind.

Daher werden die Funktionalitäten Lieferantenregistrierung, -klassifizierung und -bewertung über SPS voll digitalisiert. Somit gehört die kaum zu bewältigende Masse an Telefonaten, Mails und Broschüren der Vergangenheit an – zumindest wird die Einholung der Daten und Informationen systematisiert und für alle STRABAG-Nutzerinnen und -Nutzer einfacher und zentral zugänglich. Hier erfolgt das sogenannte Onboarding neuer Lieferanten mittels eines dreistufigen Freigabe- und Qualifizierungsprozesses, um die hohen Anforderungen an die Datenqualität sicherzustellen.

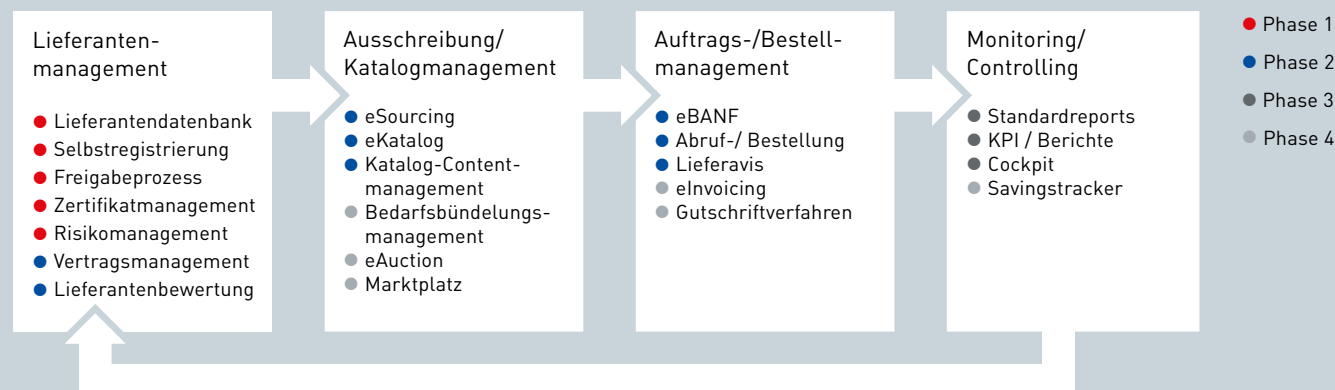
Vorteile und Mehrwert

- ein hoher Automatisierungsgrad reduziert den administrativen Aufwand bei STRABAG

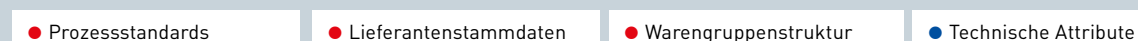
INFO

SPS – STRABAG PROCUREMENT SOLUTION

Funktionen



Grundlagen





- einfaches und schnelles Vernetzen mit allen Lieferanten
- standardisierte Lieferantenfreigabe- und Bewerbungsprozesse
- effizientes Managen der Lieferanten über das Portal unter Einbindung von Datendienstleistern als Web-services
- durchgängige Erinnerungsfunktionalität für alle angeforderten Informationen und Dokumente sowie nachgelagert für Verträge und Bestellungen
- zentralisiertes Datenmanagement an einer Stelle im Konzern
- zuverlässige, aktuelle und umfassende Gesamt-sicht auf den einzelnen Lieferanten und dessen Unternehmensstrukturen über sogenannte family-tree-Abbildungen

► Zielbild SPS – ein digital durchgängiger Einkaufszyklus / SPS objective – a continuous digital procurement cycle



Vertragsmanagement

Contract management

101011
011000
101101
0101CT

A software-based fully digital contract management will speed up the contract issuance using dynamic master templates and clause configurators. Working with a central service solution will guarantee deep transparency, increase compliance conformity and efficient template management. The system will enable the monitoring of the complete life cycle of the contract including automisable reminder functionality and offer multi-project views on suppliers.

Das digitale Vertragsmanagement bietet dem Einkauf und anderen Nutzerinnen und Nutzern die Möglichkeit, den gesamten Vertragslebenszyklus im Griff zu haben – von der Erstellung über die Freigabe bis zur Erfüllung. Es unterstützt bei der Messung der Leistungsfähigkeit von Verträgen und erinnert die zuständigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an wichtige Fristen und Termine. Das Durchsuchen der Vertragsdatenbank und das Reporting werden systemisch unterstützt. Aufgrund der Integrität bildet das Vertragsmanagement die zentrale Schnittstelle

für alle Beteiligten bei STRABAG die für die Erstellung, Bearbeitung und Kontrolle von Verträgen verantwortlich sind. Hierzu zählen u. a. auch Vertriebsmitarbeiterinnen und -mitarbeiter oder Juristinnen und Juristen innerhalb des STRABAG-Konzerns.

Vorteile und Mehrwert

- Harmonisierung des Vertragswesens durch eine bessere Zusammenarbeit von der Erstellung bis zur Freigabe
- Sicherstellung der Compliance-Regeln und Revisionsvorgaben
- Beschleunigung der Vertragserstellung durch dynamische Standard-Vertragsvorlagen und Klauselkonfiguration sowie durch projektspezifische Formulierungen
- volle Transparenz über Auswertungen
- Minimieren von Fehlerquellen durch eine zentrale Informations- und Datenbasis für alle Vertragskonditionen

Katalogmanagement

Catalogue management

101011
011000
101101
0101CT

A multi-supplier catalogue management will not only enable a digital based c-part purchasing, but will also enable framework agreements based on catalogue purchasing of contractual works and services. The import and maintenance of supplier catalogues will be supported by mass-object classification and validation procedures including price control warning functionalities.

Das SPS wird in der nächsten Projektphase (Projektphase 2) auch die vollständige Funktionalität eines Multi-Lieferanten-Katalogmanagements entwickeln. Dieses Werkzeug soll neben der katalogisierten Beschaffung von C-Teilen auch katalogisierbare Leistungen und weitere Materialien abbilden. Die Bereitstellung und kontinuierliche Pflege von Lieferantenkatalogen durch die Einkäuferinnen und Einkäufer ist eine große Herausforderung für Einkaufsdirektionen, die ihre Prozesse optimieren und „Katalog“-Käufe

Ausschreibungen

Sourcing projects

101011
011000
101101
0101CT

An efficient sourcing workflow for complex materials and for contractual works and services is based on consistent data structure for the information exchange with the supplier and on a standardised technical language and pricing classification which ZÜBLIN is working on within the project "procurement 4.0". A further requirement for a unique workflow set-up via a platform-based procurement solution is the harmonisation of processes, roles and responsibilities. On this basis a group-wide and cross-unit collaboration can be supported by a software solution using automatised handling and communication.

Das auf STRABAG-Anforderungen passende und in Phase 2 zu entwickelnde Ausschreibungsmodul im SPS wird einfache und komplexe Beschaffungsprojekte und Ausschreibungen über eine sichere Online-Lösung vernetzt aufbauen, gestalten und bewerten. Von der Beschaffung einfacher Produkte bis hin zu komplexen Warengruppen optimiert das digitalisierte Ausschreibungsmodul die Geschäftsabläufe und senkt die Kosten auf beiden Seiten der Lieferbeziehung. Wie auch bei den anderen Modulen ist ein harmonisierter Prozessablauf wesentlich: dieser erfolgt im Rahmen der Konzeptionierung – äquivalent zum Vorgehen beim Lieferantenmanagement. Eine weitere fachliche Voraussetzung zur Optimierung der Abläufe im Ausschreibungsprozess ist die Standardisierung der Sprache und Datenstruktur mit den Lieferanten. Hierzu erarbeitet parallel das Projekt Einkaufen 4.0 bei ZÜBLIN entsprechende Lösungen. Ferner kann das Modul über Workflows und Berechtigungslogiken die Einhaltung von Compliancevorgaben in jeder Beschaffungsphase sicherstellen.

vereinbarten Rahmenpreisen und den Importen erkennen können.

- Verbesserung der allgemeinen Qualität der Kataloge und komplette Sichtbarkeit der Rahmenbedingungen über Warnparameter, die den Einkauf über festgestellte Anomalien benachrichtigen (z. B.: Artikel ohne Rahmenvertrag, ohne Preis, Mindestzahl an Fotos nicht erreicht, Artikel ohne Internetlink, usw.).
- Bessere Kommunikation zwischen Einkäuferinnen und Einkäufern und Lieferanten durch einen interaktiven Kollaborationsbereich, in dem in Echtzeit über das Fortschreiten der Importe in den Katalogen informiert wird (erstellt, validiert, veröffentlicht, abgelehnt, usw.).
- Ein flüssigerer Klassifizierungsprozess der Artikel pro Einkaufsfamilie, bei dem die Einkäuferinnen und Einkäufer die Möglichkeit haben, die Zuordnung der Artikel nach dem Import in großen Mengen zu verändern.

Vorteile und Mehrwert

- Definition und Monitoring von Beschaffungsprojekten, Teams, Dokumenten, Aufgaben und Fortschritten sind direkt im Modul möglich.
- vollständige, gesicherte Erfassung der Nachfrage und Bedarfsvolumina
- strukturierte und crossfunktionale Zusammenarbeit innerhalb eines Ausschreibungsteams
- Vorkonfigurierte Vorlagen eliminieren viele sich wiederholende und arbeitsintensive, verwaltungstechnische Aufgaben. Durch die Nutzung von Templates reduziert sich die Zeitdauer von der Vorbereitung bis zu Ausschreibungen und Vergaben.
- Das SPS-Modul bietet die einfache und schnelle Möglichkeit aktuelle Ausschreibungen an Lieferanten proaktiv zu kommunizieren.
- Der gesamte Ausschreibungsprozess von der ersten Interessensbekundung bis zur endgültigen Vergabe wird detailliert geplant, erfasst und ausgewertet.
- Die Vertragserstellung auf Basis der Ausschreibungsergebnisse wird durch eine automatische Überführung aller Daten deutlich erleichtert und inhaltlich abgesichert.



Verauktionierung
Auctions

101011
011000
101101
0101CT

Time saving and cost reducing auction methods can be integrated as an automatised tool in the procurement and purchasing methods and used for certain commodity groups and particular market conditions.

Ein zusätzliches Werkzeug für den Einkauf wird die Integration einer eAuction-Funktionalität sein, mit der Verauktionierungen in vielen Warengruppen erfolgen können. Dadurch wird ermöglicht, dass gerade in hart umkämpften Warengruppen eine zusätzliche Kostenreduzierung über SPS erzielt werden kann. Die Funktionalität kann von Beginn des Einkaufsprozesses an als Ausschreibungsgrundlage, oder aber auch im Nachgang zu einer bereits erfolgten Aus-

schreibung genutzt werden. SPS wird verschiedene Auktionstypen unterstützen, um flexibel auf den Anbietermarkt reagieren zu können.

Vorteile und Mehrwert:

- Verauktionierungen bieten in verschiedenen Warengruppen und Marktsituationen ein effizientes Werkzeug zur Generierung höherer Einsparungen
- Die Durchführung der eigentlichen Auktion inklusive der Vergabeentscheidung kann fast vollständig automatisiert erfolgen
- Sämtliche Aktionen aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer werden sauber dokumentiert und archiviert

STRABAG-Warengruppenstruktur
STRABAG commodity code

101011
011000
101101
0101CT

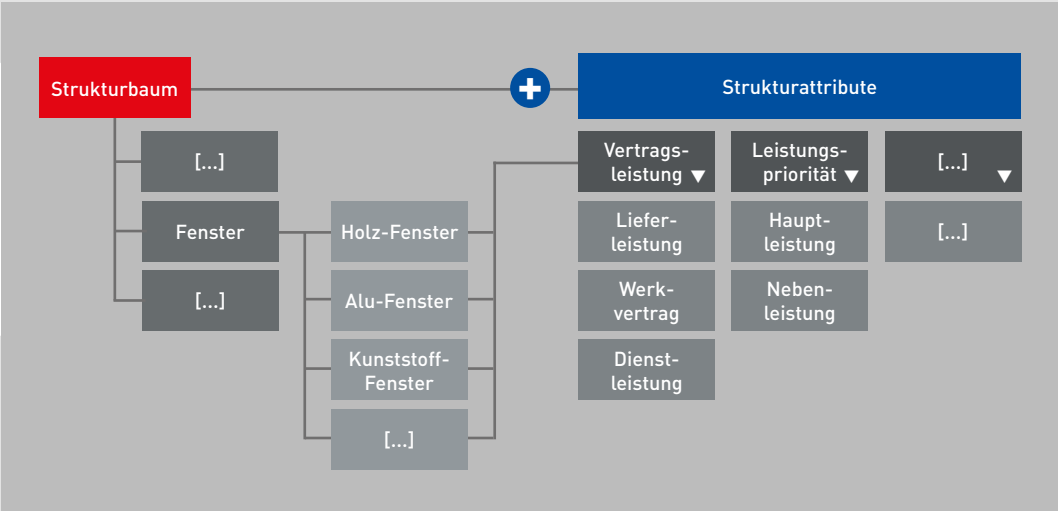
A corporate uniform commodity code is one requirement for a central and single supplier data base and classification. Using the logic of additional commodity group attributes the amount of levels of the commodity group structure can be reduced. The supplier self-classification for each commodity group and the search results of procurement responsables will be more precise due to the attribute logic.

Eine harmonisierte, spartenübergreifende Warengruppenstruktur ist eine notwendige Grundvoraussetzung für ein durchgängig funktionierendes Lieferantenportal. Aus diesem Grund arbeitet eine funktionsübergreifende Expertengruppe des SPS an der Vereinheitlichung der verschiedenen Warengruppenstrukturen und der Erstellung einer neuen,

einheitlichen Warengruppenstruktur. Diese 4-stufige Warengruppenstruktur deckt zukünftig sämtliche Bedarfe des STRABAG-Konzerns ab. Aufgrund einer Attributierungslogik wird der Strukturbaum damit kürzer und flacher und dient dabei gleichzeitig der bedarfsgesteuerten Dokumentenklassifizierung an der jeweiligen Warengruppe. Somit wird eine präzise und differenziertere Abbildung des Leistungsbildes vom Lieferanten auf Warengruppen- und nicht auf Firmenebene sichergestellt.

Vorteile und Mehrwert

- spartenübergreifende Nutzungsmöglichkeiten der Lieferanten und deren Portfolios
- höhere Akzeptanz bei STRABAG-Nutzerinnen und -Nutzern sowie Lieferanten durch flache Hierarchien



► Logik einer konzernweit einheitlichen Warengruppenstruktur / Logic of a corporate standardised commodity group structure

Terminplan der STRABAG Procurement Solution
Timeline for STRABAG procurement solution

101011
011000
101101
0101CT

Currently the STRABAG solution concept is undergoing a so-called proof-of-concept for the supplier management of phase 1 using a pre-selected software. This involves ideally only configurations according to specific STRABAG needs instead of further development of code. This applicability of standard functionality was one of the substantial criteria within the selection process of best-in-class procurement software.

Das Projekt SPS erarbeitet in einem straffen und ambitionierten Zeitplan der Projektphase 1 die Umsetzung des Lieferantenmanagements. Derzeit wird die sogenannte Proof-of-Concept-Phase (PoC) eingeleitet, in der die Umsetzung des STRABAG-Lösungskonzepts in einem realen Software-Testumfeld geprüft wird. Der positive Abschluss des PoC bildet anschließend den Start zur Implementierung der Live-Lösung. Wesentlich ist dabei, dass SPS einen hohen Anteil an Prozessschritten über die Standard-Funktionalitäten einer Software abbilden soll und somit zwingend erforderliche kundenspezifische Anforderungen idealerweise lediglich konfiguriert, aber nicht programmiert werden müssen. Dieses Kriterium war im Rahmen des mehrmonatigen Auswahlprozesses eines geeigneten Softwareanbieters von erheblicher Bedeutung. Nach einer internationalen Marktanalyse hat das SPS-Expertenteam neben einer detaillierten Analyse der best-in-class-Anbietenden auch Referenzbesuche bei

► Meilensteine zum Lieferantenmanagement (Phase 1) / Milestones for supplier management (phase 1)

I	06/2017 Freigabe Projektplan SPS	✓
II	04/2018 Freigabe Lösungskonzept Vorauswahl SoftwareAnbieter	✓
III	06/2018 Beginn Proof-of-Concept (POC)	✓
IV	11/2018 Bewertung POC Bestätigung Software-Anbieter Beginn Implementierung	
V	06/2019 Beginn operativer Einsatz Lieferantenmanagement	

Kundinnen und Kunden in verbleichbarer Größenordnung und mit Branchenbezug durchgeführt. Unter anderem wurde der direkte Dialog mit den Einkaufsexpertinnen und -experten anderer führender, europäischer und weltweit agierender Baukonzerne geführt.

STRABAG PROCUREMENT SOLUTION

Ergebnis	• Entwicklung eines rein digitalen und weitestgehend einheitlichen Workflows für den Einkauf von Waren und Dienstleistungen im Konzern
Mehrwert	• Vereinfachung bei der Handhabung des Einkaufsprozesses • erhöhte tiefere Transparenz hinsichtlich der Leistung und Abwicklung • Erhöhung der Sicherheit im Einkauf durch technische Gewerkestandards und standardisierte parametrisierte Anfragen • Verbesserung gesamtwirtschaftlicher Konditionen mit Lieferanten auf Basis belastbarer Partnerschaften
Unternehmenseinheit	UB H+I Deutschland/BNL/Skandinavien 2C; UB Dienstleistungen 4S; UB VWB Deutschland 6H; ZB BRVZ 02
Projektlaufzeit	seit Juni 2017
Ansprechpersonen	Herbert Gugl, Carsten Kramer, André Pflüger, Geramo Schroeblner
Bearbeitung	siehe Seite 130

AUF
EINEN
BLICK

Einkaufen 4.0

Procurement 4.0

101011
011000
101101
010ICT

Procurement of complete contractual works, of materials and services is currently being further developed from a project optimised purchasing into a strategic procurement based on long-term resistant partnerships with suppliers and trade strategies. Standardisation of tender documents from the bidding phase to the contract phase will lead to added benefit on both sides for the general contractor and the supplier. Project comprehensive and trade specific standard terms and parametrised work descriptions will be developed together with interested suppliers and set standards involving BIM methods and platform functionalities. Additional and alternative methods of contractual collaboration with suppliers and subcontractors will be established leading to new business models involving sales and procurement. ZÜBLIN has launched an employee-based future initiative called "Procurement 4.0" in order to meet the strategic goals for the Group and its suppliers: simplify workflows, deepen transparency, increase reliability and improve conditions.

Entwicklung zu einem strategischen Einkauf

Als Generalunternehmen für schlüsselfertige Hochbauleistungen kauft der Konzern mit seiner Marke ZÜBLIN rund drei Viertel seiner umgesetzten Leistung ein. Die Beschaffung von Werkvertragsleistungen, Dienstleistungen und Lieferleistungen erlebt aktuell in der Bauindustrie einen signifikanten Wandel – von einem Nebenprodukt im Prozess der Ausschreibung und Vergabe hin zu einem strategischen Einkauf in vollem Bewusstsein seines Wertbeitrages zum Unternehmensergebnis. Aufgrund der Ergebnisverantwortung in den einzelnen Bauprojekten werden die Vergaben an die Lieferanten jeweils mit dem Ziel eines gesamtwirtschaftlich besten Projektergebnisses getätigt. Gleichzeitig jedoch steigen die überregionalen Tätigkeiten von Lieferanten und deren Vernetzungen im Vertrieb, in der Kapazitätsplanung und in der Logistik massiv an. Um mit Lieferanten langfristige und belastbare Partnerschaften zu etablieren, ist es somit zwingend erforderlich, in Ergänzung zur einzelnen Projektsicht projektübergreifend zu agieren und die jeweiligen Vergaben von Leistungen in den Projekten mit vorhandenen Gewerkestrategien zu koordinieren.

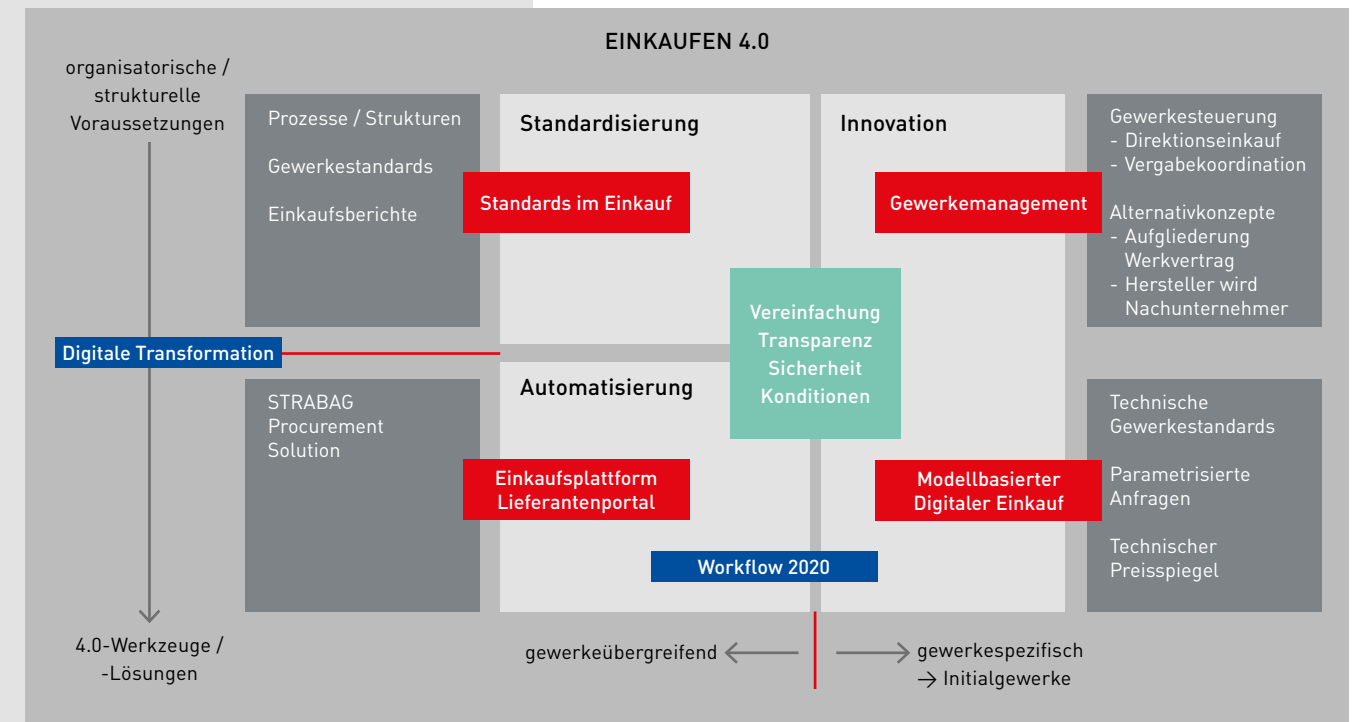
Standardisierung der Anfragen

Nicht nur in der Auftrags- und Ausführungsphase im Einkauf, sondern bereits in der Angebotsphase erstellt der Konzern Marktanfragen und erhält Angebote von potentiellen Lieferanten. Die Ausschreibungsgrundlagen in der Angebots- und Ausführungsphase unterscheiden sich im Detaillierungs- und Reifegrad, so dass die Angebote aus der Angebotsphase aktuell nur bedingt direkt in die Ausschreibungsphase

übernommen werden können. Stattdessen erfolgt häufig eine Neuausschreibung in der Ausführungsphase mit einem höheren Umfang an Festlegungen in der technischen Leistungsbeschreibung und einer zusätzlichen Detaillierung in der Positionsstruktur anhand der zu diesem Zeitpunkt möglichen Randbedingungen. Das Vermeiden dieser Informationsbrüche beim Phasenwechsel und der Veränderungen der Anfragestruktur von Angebot zu Auftrag beinhaltet für den Konzern und seine Lieferanten umfangreiche Einsparpotentiale. Beispielsweise kann durch den Rückgriff auf ein sogenanntes Benchmarking auf Gewerke- oder Positionsebene die Anzahl der Marktanfragen in der Angebotsphase reduziert werden. Hierzu müssen die Rückläufer aus Marktanfragen und aus getätigten Vergaben ohne Mehraufwand automatisiert gesammelt und projektübergreifend administriert werden. Für eine Auswertbarkeit müssen jedoch die Preisanfragestrukturen zwingend standardisiert und die in den Preisen enthaltenen Leistungen maschinell analysierbar und vergleichbar sein. Auf dieser Basis können auch Angebote aus der Angebotsphase ohne eine erneute Marktanfrage in die Ausführungsphase übernommen und lediglich durch eine Präzisierung der angefragten und angebotenen Leistung durch den Lieferanten nachqualifiziert und durch den Einkauf nachbewertet werden. Diese Vereinheitlichung von Marktanfragen in Gewerken bedeutet gleichzeitig auch für alle Beteiligten eine Reduzierung des Bearbeitungsaufwandes: für das Generalunternehmen sowohl bei der Erstellung der Anfragen, als auch bei der technischen und preislichen Auswertung der Angebote, für die Lieferanten bei der Erstellung und Kommentierung der Angebote. Standards in den Anfragen des Konzerns verbessern nicht nur die Wiedererkennbarkeit der Konzernanfragen für die Lieferanten, sondern erhöhen auch die gegenseitige Widerspruchsfreiheit. Durch die direkte Einbindung interessierter Lieferanten werden bestehende Lücken in der digitalen Zusammenarbeit zwischen den Lieferanten und dem Konzern geschlossen und dadurch gemeinsame Standards geschaffen.

Gewerkestandards und modellbasierte Bearbeitung im Einkauf

Zu diesem Zweck ist eine technische Handelssprache zwischen dem Konzern und seinen Lieferanten notwendig – eine „lingua franca tecnica“. Diese setzt sich pro Gewerk aus einem gemeinsamen Gesamtverständnis auf Basis verbindlich abgestimmter, gewerkespezifischer technischer Standardbedingungen und aus einem gemeinsamen Wörterbuch in Form einer abgegrenzten Auflistung von Leistungsparametern zusammen. Auf dieser Basis muss eine projektspezifische Leistungsbeschreibung im Gewerk



▲ Ziele, Handlungsfelder, Ansätze und Teilprojekte im Einkauf 4.0 / Objectives, areas of activities, approaches and subprojects of Procurement 4.0

nicht mehr über „technische Prosa“ erfolgen, sondern kann über die Definition von parametrisierten Leistungsmerkmalen durch Auswahl aus einem Pool an möglichen Werten vorgenommen werden. Die zunehmende Einbindung von Lieferanten in die modellbasierte BIM-Methode auch in der Ausführungsphase, erhöht den Bedarf zur Etablierung solcher Standards zusätzlich. Der Austausch von parametrisierten Leistungsmerkmalen zwischen dem Konzern und seinen Lieferanten weist mehrere Entwicklungsstufen auf: vom Austausch handschriftlich angekreuzter Ausschreibungen als eingescanntes Dokument per Email, bis hin zu Download und Upload von strukturierten Daten in einem offenen Format samt graphischer Informationen als BIM-Fachmodell über ein Portal. Diese Formen des Datenaustausches werden aufgrund der sehr unterschiedlichen Digitalisierungsgrade selbst innerhalb der einzelnen Gewerbemärkte auch mittelfristig sehr breit streuen. Der Konzern und seine Lieferanten stehen vor der Herausforderung, dafür ein breites Portfolio an Werkzeugen, Medien und Formaten zur Verfügung stellen und unterstützen zu müssen.

Wandel und Vertiefung der Zusammenarbeit mit Lieferanten

Im Zusammenhang mit der Durchdringung des Bauwesens mit neuen Werkzeugen und Methoden wie BIM und Portal-/Plattformlösungen entstehen im Rahmen der digitalen Transformation auch auf Seiten unserer Lieferanten neue Geschäftsmodelle und Vertriebsmethoden. Hierbei können sich zum Beispiel bei Werkvertragsleistungen die bisherigen Arbeitsteilungen zwischen Herstellern (bis dato vom Konzern vertraglich entkoppelt) und Verarbeitern (bis dato Konzern-Nachunternehmer) verschieben. Hierzu erweitert und flexibilisiert der Einkauf strategisch seinen methodischen Werkzeugkasten für die

Zusammenarbeit mit seinen Lieferanten. Die Lieferanten werden auf Basis eines fundierteren gegenseitigen Verständnisses und einer tieferen Partnerschaft noch enger in die Wertschöpfungsprozesse des Konzerns eingebunden. Dies erfolgt im Sinne der übergeordneten Ziele für den Konzern und seine Lieferanten: Abläufe vereinfachen, Transparenz schaffen, Sicherheit erhöhen, Konditionen verbessern.

Entwicklungsprojekt Einkaufen 4.0

ZÜBLIN hat in der Fläche Deutschland eine Zukunftsinitiative gestartet, um die oben genannten Herausforderungen im Einkauf zu meistern. Unter dem Projektnamen „Einkaufen 4.0“ werden mehrere Teilprojekte und Aktivitäten gebündelt und koordiniert, die auf dem Bedarf, dem Wissen und dem Engagement der eigenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter basieren. Die dabei erarbeiteten Standards bei Inhalten, Prozessen und Werkzeugen werden auch auf andere Unternehmensbereiche im Konzern anwendbar sein.



Gewerkesteuerung und alternative Beschaffungskonzepte

Trade management and alternative purchasing concepts

101011
011000
101101
0101CT

The so-called "project purchase" is an established method to source and to purchase delivered material or contractual works for each trade. In order to coordinate the sourcing and procurement of works in supra-regional trades and limited supplier markets, ZÜBLIN has established a so-called "specialised purchase". The complete sourcing and procurement process is centrally coordinated and performed in collaboration with the local project team adding value to the project by complete and up-to-date trade market competence and improved commercial conditions as well as increased supplier partnership resilience. For managing procurement also in mixed markets with only partially supra-regional and/or oligopolistic markets ZÜBLIN has additionally established the so-called "subdivision purchase" and "purchasing coordination". The subdivision purchaser is managing the complete purchasing process with his/hers in complete responsibility for his/her subdivision. Continuously in contact with his/her colleagues of the other subdivision a common trade strategy in supplier markets is guaranteed. "Purchasing coordination" reduces the management to a subdivision-internal service on the selected trades. Digital transformation, BIM-methods and platform solutions diversify collaboration concepts between the general contractor and its suppliers. ZÜBLIN is coaching interested suppliers and projects on alternative purchasing concepts, among others expanding the manufacturers scope of works to a complete subcontractor responsibility or subdividing complete subcontractor works into different items.

Projekteinkauf und Gewerkesteuerung

Der sogenannte Projekteinkauf ist als Methode etabliert, um Liefer- bzw. Werkvertragsleistungen für ein Gewerk direkt aus dem Projekt heraus auszuschreiben und zu vergeben. Gerade jedoch in überregionalen Gewerken mit eingeschränktem Lieferanten-spektrum hat ZÜBLIN als Generalunternehmen den Bedarf, die Einkaufsaktivitäten strategisch zu koordinieren. In diesen oligopolistischen Märkten sollte dabei der Beschaffungsbedarf gebündelt werden und dieser im Dialog mit den zentralen Key-Account-Ansprechpersonen der Lieferanten einheitenübergreifend abgestimmt verhandelt werden.

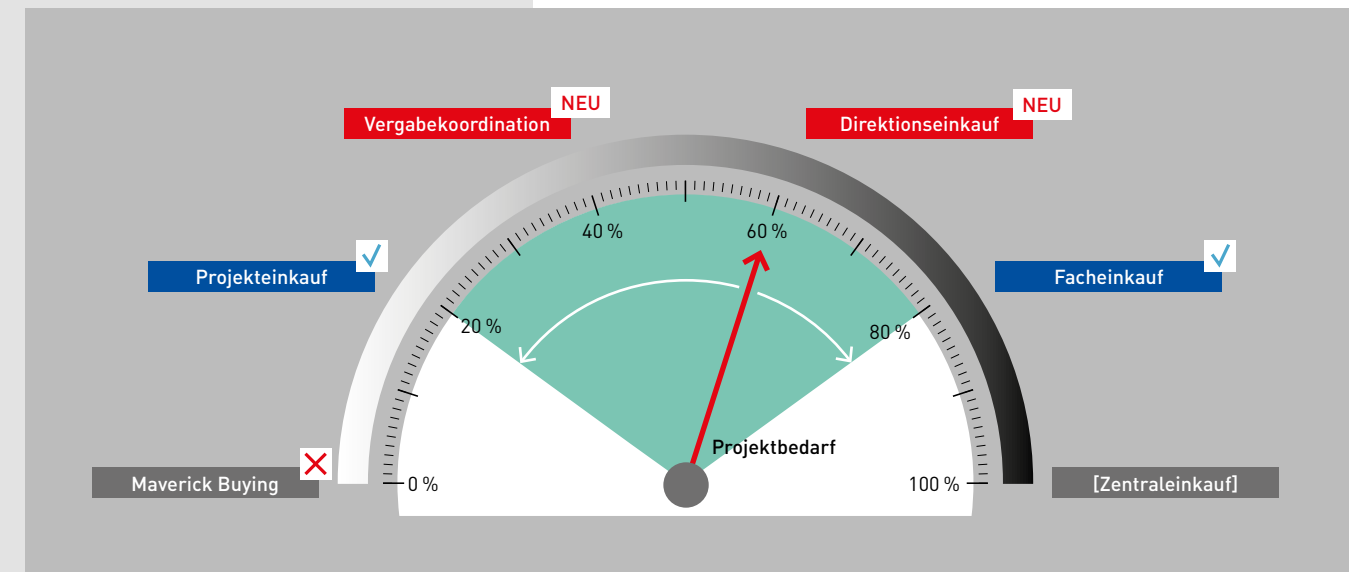
Zentrale Koordination durch den Facheinkauf

In ausgewählten Gewerken erfolgt dies in der Fläche Deutschland bereits seit mehreren Jahren über den sogenannten Facheinkauf. Hierbei werden alle Vergaben in diesen Gewerken zentral betreut und koordiniert.

Die Facheinkäuferinnen und Facheinkäufer sind auf einzelne Gewerke bzw. Gewerkegruppen spezialisiert und bringen hierdurch ihre flächendeckende und aktuelle Marktkennntnis bereits im Rahmen der gemeinsamen Festlegung einer Beschaffungsstrategie in die operativen Projekte ein. Dies beinhaltet unter anderem Empfehlungen zu den Bieterkreisen und Beratungen zu Struktur und Umfang der Leistungsverzeichnisse und der Ausschreibungsunterlagen. Durch den zentralen Versand und die Nachverfolgung der Anfrage durch den Facheinkauf wird somit ein Überblick über alle Marktaktivitäten im Gewerk sichergestellt. Dem jeweiligen Lieferanten steht dadurch bei der Abstimmung seiner Aktivitäten eine einzige Ansprechperson aus dem Konzern für die Fläche Deutschland zur Verfügung. Nach Rücklauf der Angebote erfolgt die Auswahl der Bieter für die technischen Klärungsgespräche und die Auftragsverhandlung gemeinsam mit dem operativen Projektteam. Diese Klärungen und Verhandlungen werden durch das Projektteam zusammen mit dem Facheinkauf vor Ort im Projektbüro auf der Baustelle bzw. in der verantwortlichen Einheit geführt. Auf Basis eines vom Facheinkauf erstellten und mit dem Projektteam abgestimmten Vergabevorschlages erfolgt die finale Vergabeentscheidung und Beauftragung des Nachunternehmens durch die jeweilige operative Einheit. Diese enge Verzahnung zwischen operativem Projektbedarf und dem Facheinkauf mit überregionaler Marktkompetenz ermöglicht eine zentral koordinierte und dezentral umgesetzte Steuerung der Beschaffungsaktivitäten. Belastbarere Lieferantenbeziehungen und verbesserte Konditionen wirken sich als Mehrwert sowohl direkt auf das einzelne Projekt als auch einheitenübergreifend auf den Unternehmensbereich und den Konzern aus.

Gewerkemanagement durch Direktionseinkauf und Vergabekoordination

Ein Bedarf zur Gewerkesteuerung bei der Vergabe von Leistungen besteht jedoch auch in sogenannten Mischmärkten mit nur teilweise überregionalen bzw. nur teilweise oligopolistisch geprägten Märkten. Dies gilt auch für Sondermärkte mit einem hohen Spezialisierungsgrad von Lieferanten bzw. mit Vergaben großer Volumina in niedrigem Zyklus. Diesen Herausforderungen begegnet ZÜBLIN mittlerweile in ausgewählten Gewerken über den sogenannten Direktionseinkauf bzw. die sogenannte Vergabekoordination. Analog zum Facheinkauf werden diese Gewerke ebenfalls einheitenübergreifend gemanagt. Abweichend verbleibt die Gewerkekompetenz und Verantwortung jedoch in den operativen Direktionen.



▲ Einkaufsmethoden nach dem Grad an zentraler Steuerung / Purchasing methods according to the degree of central control

▼ Alternative Vertragsverhältnisse: Hersteller als Nachunternehmer, Verarbeiter als Subunternehmer des Herstellers / Alternative contractual relationships: manufacturer as subcontractor, processor or subcontractor of the manufacturer

Direktionseinkäuferinnen und Direktionseinkäufer verantworten das entsprechende Gewerk in ihren Direktionen und kaufen dabei die gesamte Gewerkeleistung über alle Projekte innerhalb ihrer Direktion ein. Dabei stehen die Direktionseinkäuferinnen und Direktionseinkäufer aus allen Direktionen in einem ständigen Austausch und steuern hierdurch trotz dezentral verantwortetem Einkauf das Gewerk nach einer einheitenübergreifend abgestimmten Strategie. Durch den Direktionseinkauf tritt der Konzern einheitlicher auf dem Gewerkemarkt und gegenüber seinen Lieferanten auf. Bei der Vergabekoordination beschränkt sich diese Steuerung im Einkaufsprozess auf eine Beratung im Gewerk durch zentrale Ansprechpersonen in den jeweiligen Direktionen, die analog zum Direktionseinkauf in einem regelmäßigen Austausch stehen. Durch die Einführung von Direktionseinkauf und Vergabekoordination – als Ergänzung zu Projekteinkauf und Facheinkauf – wird der Werkzeugkasten der Einkaufsmethoden bezogen auf den Grad einer zentralen Verantwortung komplettiert.

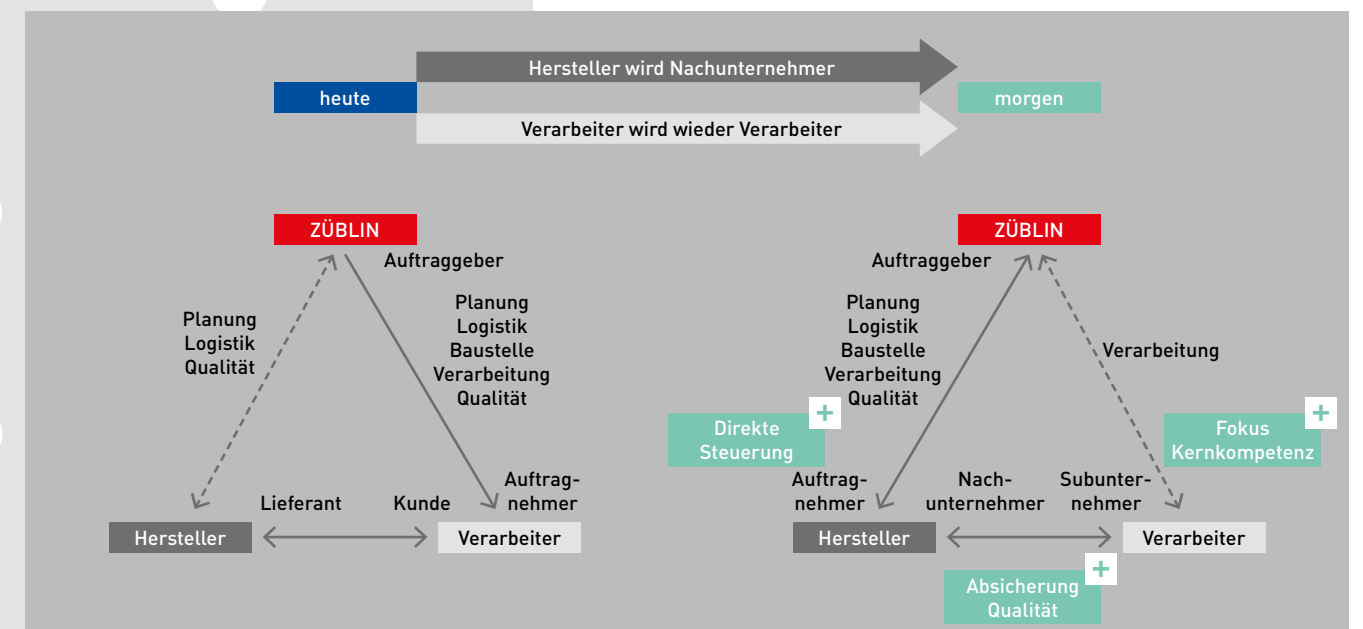
Ein Einkauf außerhalb vorgegebener Methoden und Standards – der sogenannte „wilde Einkauf“ (englisch: Maverick Buying) – ist gemäß der ZÜBLIN-Regelwerke nicht zugelassen. Ein klassischer Zentraleinkauf außerhalb der operativen Einheiten für direkte oder indirekte Bauleistung wird nicht näher verfolgt.

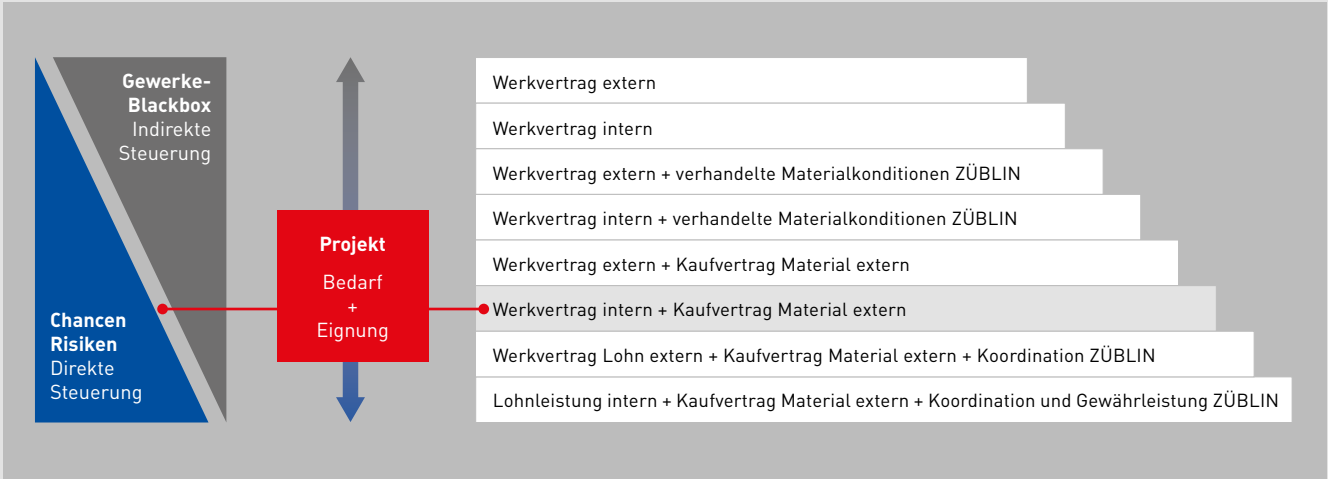
Alternativkonzepte

Die digitale Transformation, die Einführung von BIM und der Anstieg von Plattformlösungen beeinflussen die Vertriebskonzepte und Geschäftsmodelle unserer Lieferanten. ZÜBLIN begleitet dabei interessierte Lieferanten mit folgenden Entwicklungsperspektiven als Erweiterungen und Alternativen zur bisherigen Lieferantenbeziehung.

Hersteller wird Nachunternehmer

Die Konzerngesellschaften stehen mit Herstellern nur in einem indirekten Verhältnis, falls die weitere Wertschöpfung als geschlossene Werkvertragsleistung über Partner der Lieferanten vertraglich vereinbart





▲ Szenarien für das Aufgliedern von Werkvertragsleistungen / Scenarios for the breakdown of contractual works

wird. Hierbei unterstützen Hersteller ihre Partner bei der Weiterverarbeitung und Leistungserbringung unter anderem durch Planungsunterstützung und Qualitätssicherung. Im Rahmen des aktuellen Wandels entwickeln Hersteller diese Nebenleistungen zu eigenen Geschäftsmodellen bis hin zur vertraglichen Übernahme der gesamten Werkvertragsleistung als Nachunternehmer. Nur so kann der Hersteller zum Beispiel den Einsatz der BIM-Methodik, die Erstellung und Berücksichtigung konstruktionstechnischer Sondervorschläge, eine Vorproduktion im Werk oder einen Maschineneinsatz bei der Produktion auf der Baustelle ergebnissicher umsetzen. Des Weiteren kann der Hersteller ausschließlich über einen direkten Vertrieb die Platzierung seiner Produkte absichern. Das Aufgabenportfolio der Verarbeiter ist historisch gewachsen und hat sich in der letzten Zeit aufgrund der stetig zunehmenden komplexen Anforderungen signifikant vergrößert. Zum eigenen Risiko und zum Risiko aller Beteiligten geraten manche Verarbeiter hierdurch an ihre Leistungsgrenzen – und die eigentliche Kernkompetenz der Verarbeiter aus dem Fokus. Durch ein Subunternehmerverhältnis des Verarbeiters zum Hersteller (als seinem direkten Auftraggeber) kann das Leistungsportfolio des Verarbeiters auf seine eigentliche Kernkompetenz, nämlich der Verarbeitung der Produkte des Herstellers, zurückgeführt und unternehmerisch priorisiert werden. ZÜBLIN begleitet interessierte Hersteller und Verarbeiter bei dieser Erweiterung bzw. Konzentration ihres Leistungsportfolios in Ausführungsprojekten anhand eines transparenten Coaching-Verfahrens.

Aufgliedern der Werkvertragsleistung

Die Standardisierung und Parametrisierung der Anfragen in Gewerken im Zusammenspiel mit Lieferanten, die Weiterentwicklung eines für die Kalkulation und Ausführung geeigneten BIM-Content, die Einbindung von Lieferanten in einen LEAN-Prozess – all das wird bei ZÜBLIN unweigerlich zu einer weiteren Durchdringung der Gewerke und dem Aufbau einer noch höheren Gewerkekompetenz führen. Durch dieses vertiefte gegenseitige Verständnis ergibt sich für ZÜBLIN und die beteiligten Lieferanten die Möglichkeit, bis dato rein in der Hand des Liefere-

ranten befindliche Leistungsbestandteile – da, wo sinnvoll – aus dessen alleiniger Verantwortung herauszulösen. Dieses Aufgliedern der geschlossenen Werkvertragsleistung des Lieferanten bestehend aus Planung, Produktion, Lieferung, Montage und Gewährleistung kann in verschiedenen Ausprägungen bzw. Szenarien erfolgen. Das führt unweigerlich auch zu einer direkten Verantwortung und Einflussnahme durch ZÜBLIN auf die Erbringung der Teilleistungen vor Ort bezogen auf Termine, Kosten und Qualität. Dieses Aufgliedern geht einher mit Chancen und Risiken. Diese wiederum sind abhängig von der zu erbringenden Gewerkeleistung und den Randbedingungen im Projekt. Mithilfe einkaufsmethodischer Werkzeuge sollen die Projektteams in die Lage versetzt werden, diese Chancen und Risiken vor einer Entscheidung strategisch einschätzen zu können und diesen von vorn herein mit passenden Lösungsansätzen zu begegnen.



Standards und Berichte im Einkauf

Standards and reports on procurement

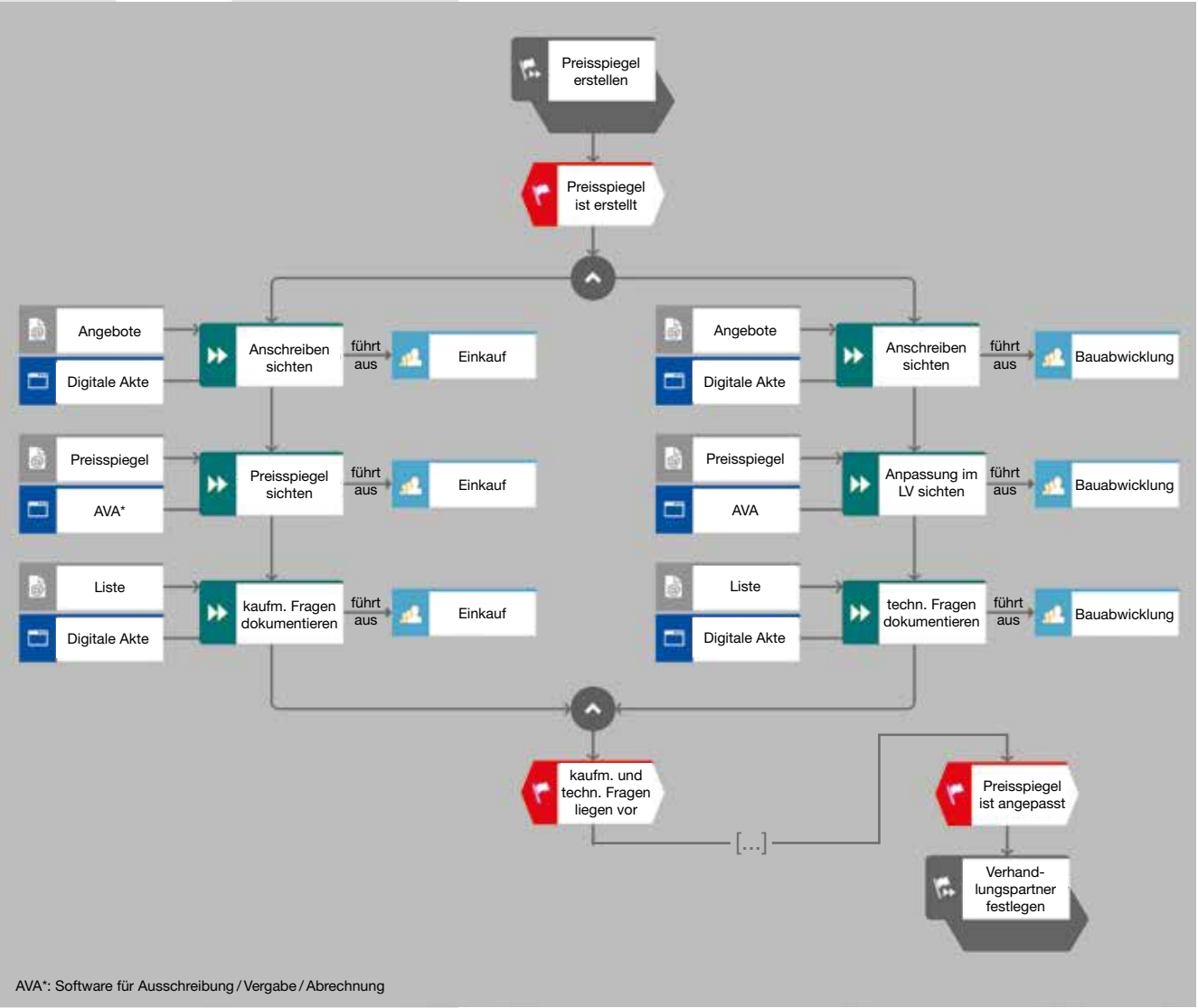
101011
011000
101101
0101CT

▼ Auszug aus modelliertem Standard-Einkaufsprozess ZÜBLIN / Excerpt from a modeled standard purchasing process

A standard procurement process is a requirement also for additional methods for trade management and strategic procurement as well as platform tools in procurement. For a standard procurement process the existing ZÜBLIN “minimum standards of procurement” were further detailed based on interviews in all subdivisions. The identified deviations from a reference process were evaluated and harmonised – resulting in a ZÜBLIN standard procurement-process which will be monitored after publication. Additional procurement reports are a further prerequisite for a strategic procurement and its controlling. Based on the STRABAG-internal procurement reporting tool STRAbis three further reports are now available: negation info, procurement dashboard, sourcing schedule. Further reports will be developed based on the “procurement toolbox” and the “STRABAG Procurement Solution” as soon

as they are available offering a 360-degree-view of the suppliers and the respective markets. Automatisierung of standardised procurement processes based on common data structures will enlarge benefits focusing on platform functionality (in order to connect all internal procurement processes and users) and on portal functionality (in order to integrate suppliers fully into the STRABAG processes).

Für die erweiterten Steuerungsmethoden wie Direktioneinkauf und Vergabekoordination sind teilweise organisatorische Maßnahmen erforderlich. Unter anderem müssen dabei Zuständigkeiten und Rollen gegenüber den bisherigen Arbeitsweisen auf Basis eines Standard-Einkaufsprozesses angepasst werden. Die erfolgreiche Einführung und Umsetzung solcher neuen Methoden gelingt jedoch nur, wenn ein Standard-Einkaufsprozess selbst als einheitliche



AVA*: Software für Ausschreibung / Vergabe / Abrechnung



Verhandlungsinformations vom: 10.05.2017 MAX Mustermann

PROJEKTDATEN

14244111	Bauvorhaben AKTUELL	01.08.17 - 30.03.18	Bieter 1	1.044.786,20 €	Test NU 1
			Bieter 2	1.142.502,50 €	Test NU 2
61210	Dachabdichtung Bitumen	01.03.17	Bieter 4	1.394.717,60 €	MAX Mustermann

BIETTERINFORMATIONEN

Adressinformationen

MAX Mustermann

Musterstrasse 123

12345 Musterstadt

info@mustermann.de

www.fa-mustermann.de

Verkäufer X.X. 1

14.04.2003 spezielles BV

Unternehmensinformationen

lokal (weiterer Umkreis 250 km)

2.600.000

5.337 € - 999.784 €

2,54

keine Sperre/Warnung

Anfragestatistik

136	95	9
152	131	4.075.494 €

AUFTRÄGE

Bauvorhaben Test 1	13.03.17	61200	Dachabdichtung	999.784 €	-	N.N.1	2,05	.00/14	5.00/5.00	-
Bauvorhaben Test 2	07.01.15	61000	Dach	63.519 €	-	N.N. 2				-
Bauvorhaben Test 3	01.01.15									
	21.11.16	61210	Dachabdichtung Bitumen	621.736 €	42.373 €	6,82%	N.N. 3			-
	15.03.17									

Legende

Ausführungszeitraum

Budget

Vergabetermin

Adresse des NU

E-Mailadresse des NU

Homepage des NU

Ansprechpartner des NU

Gewerke des NU

Gewerkekommentar

Adresskommentar

Bonitätsindex

Umsatz des NU

Auftragsgröße des NU

Eignung des NU

Warnungen

PQ-Nummer des NU

Übersicht Kooperationsbereitschaft in

Kalkulationsphase

Auftragsphase

erhaltene Ausschreibungen

erhaltene Angebote

daraus entstandene Aufträge

Auftrag für Bauvorhaben

Ausführungszeitraum Auftrag

Gewerk

Auftragssumme

erhaltene Nachbeauftragung

Nachtragsquote

Ansprechpartner Züblin

vereinbarte Umlage

vereinbarte Sicherheiten

Zahlungsvereinbarungen

vereinbarte Nachlässe

► Verhandlungsinformations über Lieferanten als Zusatzbericht für Einkäufer in STRABIS / Negotiation information about suppliers as additional report for buyers in STRABIS

Basis verbindlich geregelt ist und dieser auch entsprechend in der Praxis gelebt wird. Diese Voraussetzung gilt gleichermaßen auch für eine verlässliche Nutzung von belastbaren Kennzahlen für eine strategische Steuerung im Einkauf sowie für die Einführung von Portal- und Plattformwerkzeugen im Beschaffungsprozess.

Die Weiterentwicklung zu einem Standard-Einkaufsprozess

Für diese erforderliche Weiterentwicklung mussten die bereits bei ZÜBLIN eingeführten sogenannten Mindeststandards der Beschaffung noch weiter detailliert werden. Für dieses Ziel war es erforderlich, die aus dem operativen Bedarf heraus tatsächlich gelebten Realitäten in den Einkaufsprozessen zu erfassen und gegenüberzustellen bzw. mit diesen Mindeststandards zu vergleichen. Zur Beschleunigung der Bestandsaufnahme und zur Ausweisung der Abweichungen im Prozess wurden – entgegen der ersten exemplarischen Wertstromaufnahmen – sogenannte Divergenzaufnahmen anhand eines vorher definierten Referenzprozesses in allen operativen Direktionen in der Fläche Deutschland bei ZÜBLIN durchgeführt. Hierbei wurde der jeweilige lokale operative Einkaufsprozess mit den operativen Vertreterinnen und Vertretern vor Ort mit diesem Referenzprozess in gemeinsamen Präsenzterminen abgeglichen und alle zugehörigen Randbedingungen und Hintergründe dokumentiert. Dabei identifizierte Abweichungen wurden zwischen den Vertreterinnen und Vertretern der operativen Direktionen abgeglichen und harmonisiert. Auf dieser Basis wurde der ursprüngliche Referenzprozess zu einem Standard-Einkaufsprozess weiterentwickelt und vereinheitlicht. Des Weiteren wurden in diesem standardisierten Einkaufsprozess die bei der Prozessabwicklung zu verwendenden Werkzeuge, Dokumente, Daten und Formate konkretisiert und festgeschrieben sowie mithilfe einer konzernweit genutzten Prozess-Software auf Basis einheitlicher STRABAG-Konventionen modelliert. Dadurch ist sichergestellt, dass der Einkaufsprozess mit vor- und nachgelagerten Prozessen verbunden und in die Prozesslandkarte aller Geschäftsprozesse des Konzerns eingebunden werden kann. Der Erfolg dieses fortgeschriebenen Standard-Einkaufsprozesses kann nicht nur durch eine einmalige Veröffentlichung sichergestellt werden. Vielmehr muss diese erzielte Standardisierung im Rahmen des aktuellen Wandels im gesamten Einkauf zusätzlich argumentativ kommuniziert, flächig beobachtet bzw. unterstützt und im Dialog mit operativen Anwendern permanent weiterentwickelt werden.

Der Ausbau des Berichtswesens im Einkauf

Der Einkauf sollte nicht nur hinsichtlich seiner prozessualen Umsetzung (Termine, Durchlaufzeiten, Überschreitungen von Leitplanken) auswertbar sein, um eine Prozessoptimierung messbar zu machen. Darüber hinaus erfordert es der hohe Beitrag des Einkaufs an der gesamten Wertschöpfungskette, auch die Einkaufsergebnisse selbst sichtbar und wenn möglich auch messbar zu machen. Über die bereits bestehenden Berichte im STRABAG-eigenen Beschaffungs- und Informationssystem für den Einkauf (kurz: STRABIS) hinaus wurde ein Bedarf an zusätzlichen Einkaufsberichten identifiziert. Diese zusätzlichen Berichte sollen sowohl für direkt am Einkaufsprozess Beteiligte, als auch für indirekte Bedarfsträger an Einkaufsinformationen weitere Erkenntnisse liefern und operativ sowie strategisch einen nutzbaren Mehrwert schaffen. Hierzu wurden je Bericht die erforderlichen Zielgruppen (vom Einkauf bis zum Management) definiert, die erforderlichen Quellen identifiziert und die transparente Aufbereitung der Kennzahlen konzipiert. Die Umsetzung dieser Berichte erfolgt stufenweise: Einige Berichte können auf Grundlage vorhandener Daten in STRABIS direkt in dieser Applikation generiert und zur Verfügung gestellt werden. Bereits jetzt wurden als Ergebnis die folgenden drei Zusatzberichte veröffentlicht:

- Verhandlungsinformations: Zusammenfassung der wichtigsten Kennzahlen eines Lieferanten für die Verhandlungsvorbereitung
- Dashboard Beschaffung: Kurzinfo/Übersicht an Management über Einkaufssituation (Vergaben / aktuelle Preise / Einkaufsvolumen / Markteinschätzung)
- Vergabeterminplan: Soll-Ist-Vergleich im Vergabeterminplan / Auslastung pro Mitarbeiterin oder Mitarbeiter anhand von Soll-Terminen

Andere Berichte können ZÜBLIN-intern umgesetzt werden, sobald die Verbindung zwischen anderen Konzernapplikationen über die sogenannte „Procurement Toolbox“ automatisiert wurde. Aufgrund des laufenden Konzernprojektes STRABAG Procurement Solution (Seite 62 ff.) ist es sinnvoll, einige zusätzliche Einkaufsberichte gleich spartenübergreifend zu konzipieren und möglichst mittels am Markt erhältlicher Standard-Software für den Einkauf umzusetzen. Ziel ist unter anderem eine für einen strategischen Einkauf erforderliche und bei Bedarf ad-hoc verfügbare 360-Grad-Sicht auf den jeweiligen Lieferanten und auf die zugehörigen Lieferantenmärkte.

Automatisierung im Einkauf

Bereits das Standardisieren von Prozessen und Datenstrukturen schafft Mehrwerte bei der operativen Bearbeitung im Einkauf. Durch eine Automatisierung können diese weiter skaliert werden. Hierbei stehen zwei Grundüberlegungen im Fokus:

- die digitale Vernetzung der STRABAG-eigenen Prozesse im Einkauf unter Integration und Eingrenzung genutzter Applikationen – kurz: Plattform-Funktionalität, um allen STRABAG-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeitern im Einkauf den Weg zu einer strategischen Datentransparenz zu ermöglichen

- die digitale Integration der Lieferanten in die STRABAG-Prozesse – kurz: Portal-Funktionalität, um allen Lieferanten die Tür in die STRABAG zu öffnen

Sowohl der Ansatz der Plattform-Funktionalität als auch der Portal-Funktionalität haben das Ziel einer Durchgängigkeit und Eindeutigkeit von Daten und Dokumenten, sodass Mehrfacheingaben vermieden und manuelle Bearbeitungen minimiert werden können. Bereits jetzt bestehen Vernetzungen zwischen Applikationen im STRABAG-Konzern. Die sukzessive Erweiterung dieser Vernetzungen hat jedoch nicht den Anspruch, eine Plattform oder ein Portal selbst vollfunktional darzustellen oder zu entwickeln. Vielmehr stellen diese Aktivitäten durch inhaltliche, organisatorische und datenmäßige Harmonisierung erforderliche Vorleistungen für einen Plattform- bzw. Portaleinsatz dar. Dadurch werden die funktionalen Anforderungen an eine Einkaufsplattform bzw. an ein Einkaufsportal definiert, die direkt in das Konzernprojekt STRABAG Procurement Solution (Seite 62 ff.) einfließen. Diese erforderliche Harmonisierung von Prozessen und Vernetzung von Daten sowie die Beschreibung der erforderlichen funktionalen Weiterentwicklung im Einkauf erfolgt durch die eigenen Konzernmitarbeiterinnen und -mitarbeiter.

101011
011000
101101
0101CT

▼ Zukünftige BIM-unterstützte Einkaufsabwicklung über Portal (Auszug aus Workflow 2022) / Future BIM supported purchasing via procurement portal (extract from workflow 2022)

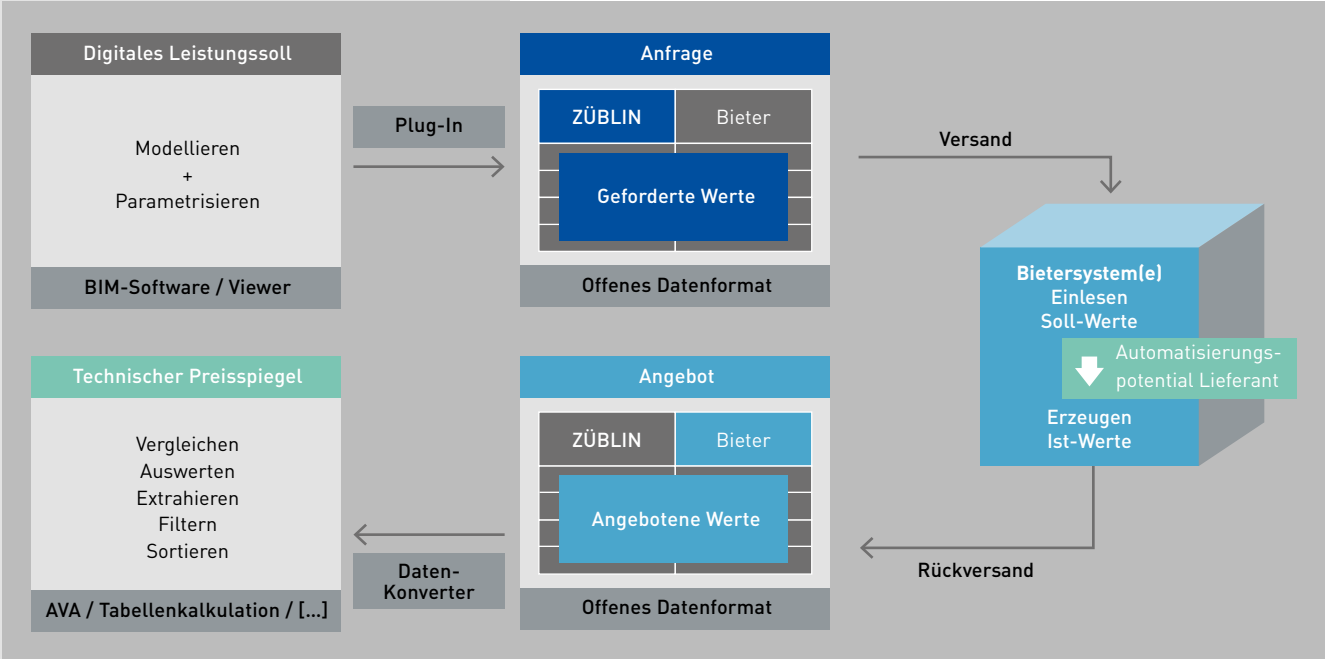
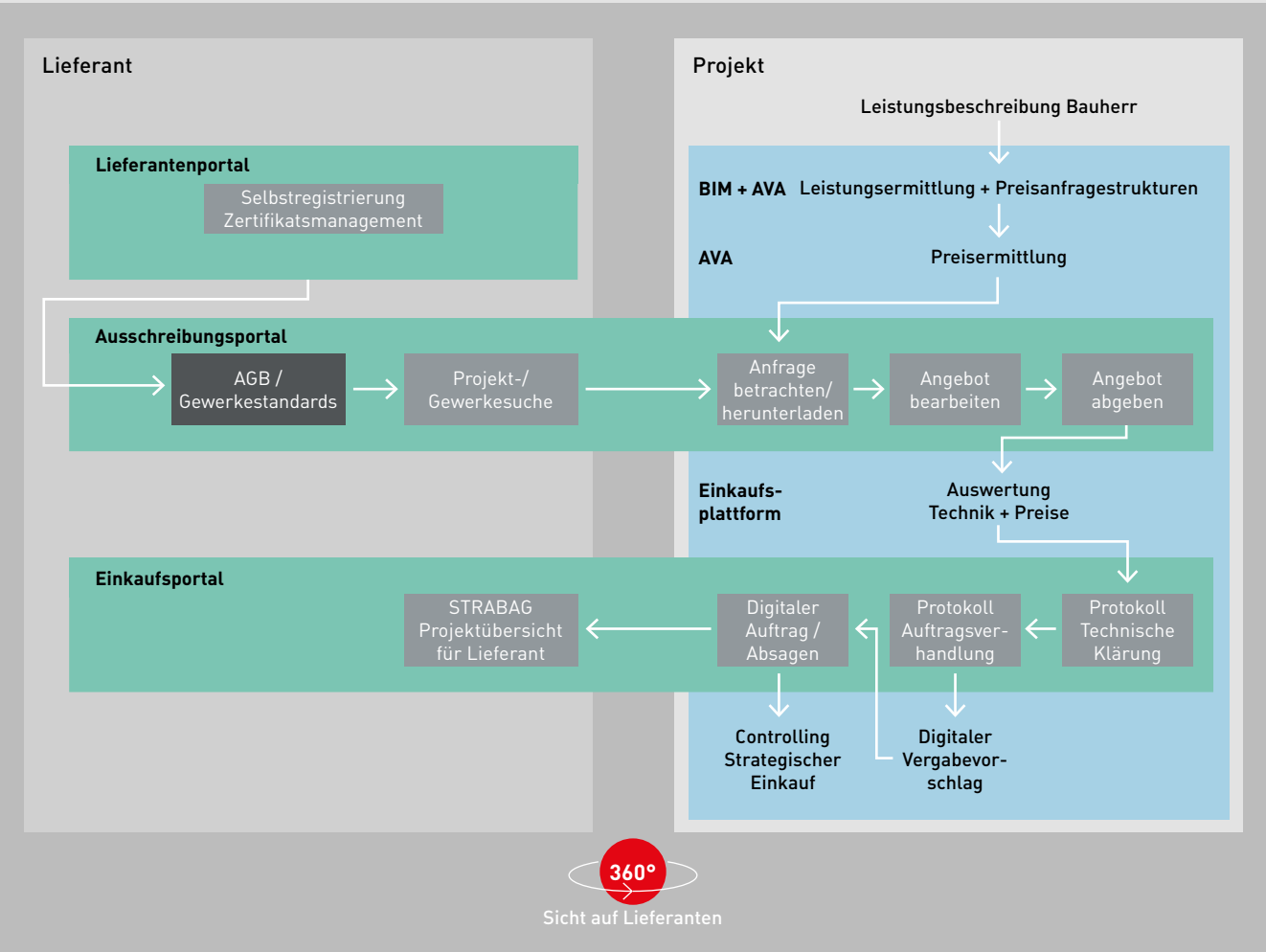
Modellbasierter Digitaler Einkauf

Model-based digital procurement

The BIM-method will increase the possibility to automate procurement processes using portal functionalities. Within a corporate “Workflow 2022” the supplier will verify and confirm corporate standards of sourcing conditions and on technical trade standards based on a thorough, but one-time assessment of these standards – before accessing the corporate project portal and the corporate tender document trade portal. Based on technical trade standards the project specific tender documents will be reduced to a listing of applicable values to parameters of the scope of works. The set target values will be supplemented with the offered actual value by the bidding supplier. Following this logic the third set of values will describe the technical verified and negotiated scope of works. The method of generating and exchanging this data set will depend on the suppliers’ capability on digital tools and offer a further potential for automatisisation exclusively on the suppliers’ side. A significant potential for procurement is the generation of an automated comparison table on these information –

adding technical specification to prices as known so far. Accelerated and more transparent comparison of offers will speed up the sourcing process and enable selection steps on an earlier reliability. ZÜBLIN is using these trade standards productively on several pilot trades in order to test and develop these standards and tools further with interested suppliers and design partners.

Die Einbindung der Lieferanten über ein Konzernportal hat das Ziel einer volldigitalisierten Integration über alle gemeinsamen Geschäftsprozesse. Insbesondere im Rahmen der Marktanfragen in der Angebots- und Ausführungsphase – also in der Kalkulation und im Einkauf – ist in den heute gängigen Prozessen, Werkzeugen und Dokumenten durch die häufig noch sehr manuellen, aufwendigen und fehleranfälligen Abläufe ein hohes Maß an Verbesserungspotentialen durch Portalfunktionalitäten vorhanden. Die Einbindung modellbasierter Werkzeuge der BIM-Arbeitsweise in die Portalfunktionalität wird die Automatisierungsmöglichkeiten sowohl für den



▲ Vollumfänglicher Datenaustausch im Anfrageprozess / Full data exchange in tendering process

Konzern als auch die Lieferanten noch weiter steigern. Beschrieben wird nachfolgend ein Auszug aus dem angestrebten zukünftigen Arbeitsablauf „Workflow 2022“ durch die Integration der Entwicklungskomponenten Portal und BIM auf Grundlage von Standards im Einkauf – ausgehend vom klassischen Einkaufsmodell in Form von Auftragserteilung auf Basis von bepreisten Anfragen. Alternative Einkaufsfunktionalitäten wie Verkauktionierung, Marktplatzveröffentlichung oder Katalogmanagement werden hier nicht behandelt, sondern spartenübergreifend im Konzernprojekt STRABAG Procurement Solution (Seite 62 ff.) weiterentwickelt.

Das Ausschreibungsportal im Workflow 2022

Heute noch in jeder Anfrage beigefügte projekt- und gewerkeübergreifende Standards sollen bei einem erstmaligen Zugang zu einem Konzern-Ausschreibungsportal vorgeschaltet werden. Durch den Lieferanten erfolgt dadurch die Prüfung und Akzeptanz bzw. Klärung dieser projekt- und gewerkeübergreifenden Standards bewusst und einmalig. Analog hierzu sollen projektübergreifende technische Gewerkestandards vorgeschaltet und durch den Lieferanten geprüft und akzeptiert bzw. je Gewerk einmalig grundsätzlich geklärt und vereinbart werden. Gleichmaßen lassen sich Anpassungen dieser Standardbedingungen durch den Konzern zentral und für alle Lieferanten transparent fortschreiben und aktualisieren. Das Vorschalten von Standards und deren Entfernung aus der konkreten Anfrage stellt auf Basis einer rechtlichen Risikobewertung eine unternehmerische Entscheidung dar. Durch das zentrale Publizieren von Standards über das Ausschreibungsportal reduziert sich der Umfang der konkreten Leistungsbeschreibung und Preisanfrage im Gewerk deutlich. Parametrisierte Leistungsbeschreibungen werden mittels der BIM-Methodik im Rahmen des Modellierens der Gewerkeleistung und der zugehörigen Parameterdefinition direkt in der BIM-Software

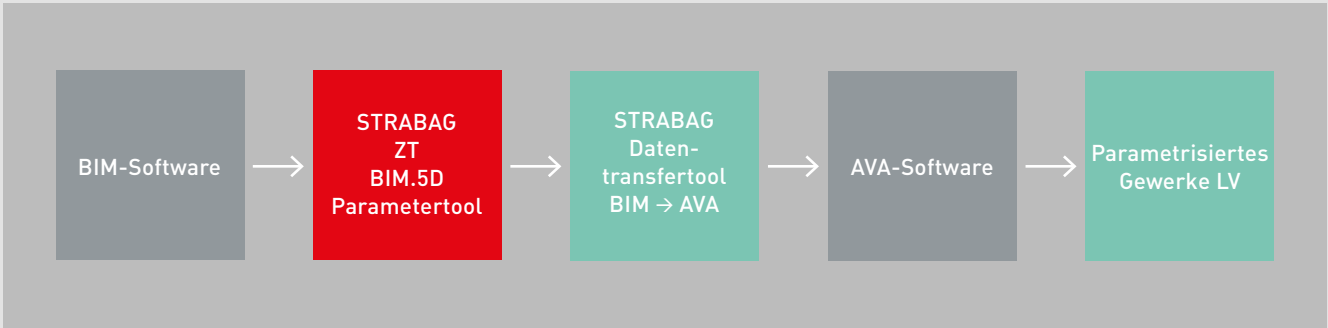
im Fachmodell oder in einem zugehörigen Betrachtungsprogramm erfolgen. Für das Ausleiten dieser Leistungsbeschreibung in Form von Soll-Werten und der Übergabe an den Lieferanten zur technischen Prüfung und preislichen Angebotslegung wird es verschiedene Varianten geben. Deren Anwendbarkeit hängt vom Entwicklungsstand des jeweiligen Lieferanten bei digitalen Werkzeugen und Prozessen ab.

Technischer Preisspiegel

Aktuell kann nach Import von Preisdateien bzw. nach manuellem Einpflegen der Preise automatisiert ein Preisspiegel mit vorformatierten Analyseansätzen in der AVA-Software erstellt werden. Durch den ergänzenden Vergleich der geforderten Werte aus der Anfrage mit den angebotenen Werten der Lieferanten, wird dieser Preisspiegel zu einem vollumfänglichen Leistungsvergleich – kurz: einem technischen Preisspiegel. Diese Leistungstransparenz wird es dem Konzern ermöglichen, ohne manuelle Bearbeitung eine Übersicht über fehlende und nachzufordernde bzw. abweichende und zu klärende Informationen zu erhalten. Somit reduziert sich die Bearbeitungsdauer und die Rücklaufgeschwindigkeit zum Lieferanten signifikant. Maßgeblicher inhaltlicher Mehrwert durch die Leistungstransparenz ist die höhere Qualität der Datenaufbereitung bei der Vorauswahl der Lieferanten für die technischen Klärungsgespräche und kaufmännischen Verhandlungen. Diese technischen Klärungsgespräche werden weiterhin im persönlichen Dialog geführt, können jedoch nunmehr ebenfalls digital dokumentiert werden.

Standardisierung/Parametrisierung der Anfragen

Grundlage für jedwede Form eines automatisierten und widerspruchsfreien Austauschs von Anfragen und Angeboten mit Lieferanten ist deren Standardisierung und Parametrisierung – genauer gesagt: die Standardisierung der Anfragestruktur und die Para-



▲ Ergänzende STRABAG-Werkzeuge zwischen Standardsoftware BIM und AVA im Workflow 2018 / Complementary STRABAG tools in addition to standard software BIM and AVA for the workflow 2018

metrisierung der Leistungsbeschreibung. Für den Konzern ist es dabei sinnvoll, gewerkespezifische Vorlagen für die eigene Verwendung selbst zu erstellen: Für in Deutschland zu erbringende Gewerkeleistungen haben sich keine einheitlichen Standards und Vorlagen am Markt als Grundlage für Anfragen durchsetzen können. Eine Übernahme der Vorlagen einzelner Lieferanten schränkt aufgrund der herstellereinspezifischen Sprache und Logik unweigerlich die Beschaffungssituation strategisch ein. Lieferantenübergreifende Standards von Dienstleistern und Verbänden wiederum erfüllen meist nicht die erforderlichen Konzernanforderungen an den Detaillierungsgrad der Informationen und die Preisanfragestruktur über alle Phasen der Wertschöpfung. So müssen beispielsweise solche Standardvorlagen sowohl für die Phase der Angebotsbearbeitung (Kalkulation) als auch der Ausführung (Einkauf) geeignet sein. Gleichermaßen müssen auch die Arbeitsweisen mit bzw. ohne modellbasierte Unterstützung durch die BIM-Arbeitsweise in der Konzernausprägung unterstützt werden. Eine Bepreisung der Konzern-Anfragestrukturen durch die Lieferanten kann jedoch nur sichergestellt werden, wenn diese Anfragestrukturen im jeweiligen Gewerk zur Bepreisungslogik aus Sicht der Lieferanten und Märkte passen und dort akzeptiert werden. Daher müssen maßgebende Lieferanten bereits bei der Erstellung von Gewerkevorlagen aktiv mit eingebunden werden. Auch müssen die wechselseitigen Informationsbedarfe zwischen Lieferanten und den Konzerngesellschaften datenmäßig prozessual strukturiert und konkreten Anwendungsfällen zugeordnet werden, um den Informationsaustausch zu koordinieren und automatisieren. ZÜBLIN hat diese Standardisierung und Parametrisierung von Anfragevorlagen für seinen Gewerkebedarf in sogenannten Pilotgewerken erstellt und mit maßgebenden Lieferanten abgeglichen. Diese Vorlagen werden aktuell in den Pilotgewerken in der Fläche Deutschland verbindlich operativ eingesetzt und weiterentwickelt. Da die Anfragevorlagen integraler Bestandteil des sogenannten gewerkespezifischen BIM-Content sind, wurden in diesem Zug auch die Bauteilvorlagen, deren Verknüpfungslogik und deren Einsatz samt Arbeitsweisen einheitenübergreifend und phasenunabhängig harmonisiert. Um die prozessuale Zuordnung des Informationsbedarfes auch auf den Planungsprozess abzustimmen, wurden die Vorlagen zusätzlich mit ausgewählten Entwurfs- und Ausführungsplanern plausibilisiert. Die bis dato eingebun-

denen Planer und Lieferanten sehen den Konzern in der Pflicht, die Standardisierung in Gewerken voranzutreiben. Begründet wird diese Forderung damit, dass der Konzern über alle Phasen eines Projekt-Lebenszyklus über seine Geschäftsmodelle Wertschöpfung betreibt und somit als einziger Partner durchgehend über alle Phasen operativ beteiligter Bedarfsträger ist. Hieraus resultiert auch der herausragende Mehrwert für den Konzern aus einer Durchgängigkeit digitaler Daten im Bauprozess über alle Phasen der Wertschöpfung. ZÜBLIN nimmt sich dieser Aufgabenstellung als Herausforderung an und lädt interessierte Lieferanten und Planer ein, als Gewerkepartner diese Entwicklung gemeinsam voranzutreiben.



EINKAUFEN 4.0

Ergebnis

- Zusammenfassung, Koordination und Ausbau von Entwicklungsaktivitäten im Einkauf im UB als notwendige Vorarbeit für eine konzernweite Einkaufslösung und für einen strategischen Einkauf
- ein im Unternehmensbereich 2C harmonisierter einheitlicher Standard-Einkaufsprozess und darauf basierender Ausbau des Berichtswesens im Einkauf
- Erarbeitung gewerkespezifischer und projektübergreifender Standards für Anfragen zusammen mit Lieferanten zur Deckung der Konzernbedarfe über alle Phasen und geeignet für alle werkzeugmäßigen Entwicklungsstufen zu einem modellbasierten digitalen Einkauf
- erweiterte Einkaufsmethoden durch dezentrale Gewerkesteuerung und durch systematisierte alternative Vertragskonstellationen

Mehrwert

- Vereinfachung bei der Handhabung des Einkaufsprozesses, tiefere Transparenz hinsichtlich der Leistung und Abwicklung
- Standardprozess im Einkauf als Basis für organisatorische Weiterentwicklungen von Werkzeugen und datentechnischen Automatisierungen
- Verschlinkung projektspezifischer Gewerkeanfragen, reduzierter Aufwand, geringere Fehleranfälligkeit, erhöhte technische Transparenz beim Abgleich zwischen angefragten und angebotenen Leistungen
- strategische Bündelung und Steuerung der Einkaufsleistung auch bei dezentraler Einkaufsorganisation, verbesserte Konditionen und Qualitäten durch strategische und belastbare Lieferantenbeziehungen
- Erhöhung der Risikosicherheit durch leistungsfokussierte Vertragskonstellationen; erweiterte Lösungsansätze für die Umsetzung der Gewerkeleistung in den Projekten durch direkte Einflussnahme auf Kosten, Termine und Qualität

Unternehmenseinheit	UB H+I Deutschland/BNL/Skandinavien: 2C
Projektlaufzeit	seit Februar 2017
Ansprechpersonen	Silke Breitschuh, Götz Mohrlök, Sven Schirmmacher, Germa Schroeblor
Bearbeitung	siehe Seite 130





◀ General view of the EFRA building site / Blick auf die Raffinerie

▶ Paving of SMA layer / Asphaltsteinbau



Innovative triple stone-mastic asphalt (SMA) layer for heavy duty pavements

Innovative dreifach Splitt-Mastix-Asphalt-Schicht für schwer belastete Fahrbahnen

Seit Beginn des Jahres 2016 haben Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Unternehmenseinheiten TPA und STRABAG Polen im Zuge des Baus einer internen Straßen- und Netzwerkinfrastruktur im Rahmen des sogenannten Effective Refinement (EFRA) -Entwicklungsprogramms der Raffinerie Danzig einen einzigartigen und innovativen Asphaltbelag mit hoher Widerstandsfähigkeit gegen langsame und schwere Lasten entwickelt, der als Dreifach-SMA-Schicht (Splitt-Mastix-Asphalt) für schwer belastete Fahrbahnen bezeichnet wird. Das im Projekt entwickelte Konzept der dreifachen SMA-Schicht für schwer belastete Fahrbahnen basiert auf drei verschiedenen Ideen: Die erste Idee war, nur den Splitt-Mastix-Asphalt (SMA) zu verwenden, der aufgrund seines Gesteinsgerüsts eine sehr hohe Verformungsbeständigkeit zeigt und aufgrund der Menge und der Art des Bitumens sowie des geringen Luftporengehaltes eine extrem hohe Haltbarkeit aufweist. Zweitens war die Idee, sogenannte highly modified asphalt (HiMA)-Bindemittel zu verwenden, um die Tieftemperaturrisse zu erhöhen sowie die Haltbarkeit des gesamten Straßenbelags in Bezug auf me-

chanisches Verhalten zu erhöhen. Die dritte Idee war schließlich die Umsetzung des Konzepts des Perpetual Pavements, dessen Hauptziel ist, dass die Konstruktion ohne lange Wartungsintervalle mit Ausnahme einer geplanten Erneuerung der Deckschicht überleben muss. Es wird angenommen, dass damit erstmals eine dreifache SMA für schwer belastete Fahrbahnen implementiert wurde, die die Konzepte von Perpetual Pavements und HiMA-Bindemitteln kombiniert. Zum ersten Mal wurde die SMA-Mischung als ermüdungsresistente Tragschicht eingesetzt. Erste Belastungstests zeigen bereits, dass der Belag den sehr hohen Belastungen ohne sichtbare und messbare Verformungen standhält.

Background

Since February 2016, STRABAG has been involved in the development of an internal road and network infrastructure as part of the so-called Effective Refinement (EFRA) development program of the Gdańsk refinery in Poland. Due to the parallel construction of the EFRA mounting system, only a short time window is available for the completion of the road surface which totals 26,000 m². In addition, one of the biggest challenges in the project is that the redesigned roadway must withstand extreme loads: every year, 300,000 tonnes of petroleum coke will be transported from the refinery's interim storage facilities to customers. Due to the slow movement of heavily loaded vehicles on refinery service roads, the standard solution of asphalt pavements would therefore be unsuitable for the expected durability. The pavements will be exposed to a very high degree of slow traffic. It was assumed that the planned speed of the moving trucks would be

20 km/h, which has a long-term and destructive influence on the road structure. Therefore, the road structure must be deformation resistant, flexible and crack-resistant. To meet these requirements, it has been agreed to use highly modified asphalt (HiMA) binders and a special type of asphalt pavement.

Project description

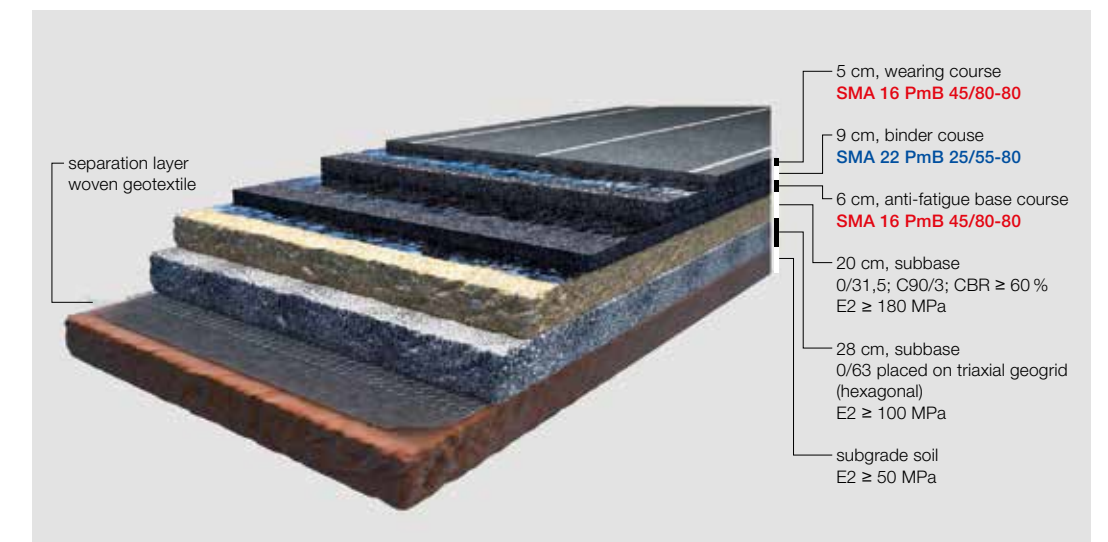
In this context, the EFRA project also provided an opportunity to test an innovative solution with highly modified asphalt binders (HiMA). The use of polymer modified bitumen in the road surface increases the durability of the road surface by 20 – 25 %, the use of highly modified bitumen for all three layers of stone mastic asphalt (SMA) ensures its longevity. In recent decades, modified bitumen has developed into a proven concept in asphalt pavements, adding value through its contribution by increasing the durability of the road. It is known that the modification of polymer based bituminous binders improves their performance. Due to the superior volume of the dispersed polymer, increased ageing resistance and improved strength properties of new advanced HiMA binders, the development of innovative solutions in terms of noise reduction surfaces and increased damage resistance could be initiated. The heavy

duty pavements are reserved for these kinds of pavements which are very fatigue and rutting resistant in the presence of slow and heavy (destructive) traffic loading such as industrial roads, manoeuvring squares, parking areas, etc. The concept of the triple SMA layer for heavy duty pavements developed in the project is based on three different ideas. The first idea was to only use stone mastic asphalt (SMA), which due to the aggregate composition (more than 70 % coarse aggregate) has an enormous resistance to deformation and due to the amount and the type of bitumen and the low air-voids content an extremely high durability. Secondly, the idea was to use HiMA binders to increase low temperature cracking, fatigue life and increase the durability of the entire pavement in terms of mechanical performance. The third idea was to implement the concept of the perpetual pavement, whose main objective is that the pavement must survive without long maintenance intervals, except for a planned renewal of the wearing layer. The final structure of the roadway construction was then realised with SMA with a grain size of 16 mm (SMA 16) and SMA with a grain size of 22 mm (SMA22). Depending on the role of the layer in the road surface, the proposed SMA

▶ Self-propelled platform (SMPT) with axle loading of 14.2 Mg is testing the binder&anti-fatigue layer before opening the area for internal traffic / Selbstfahrende Plattform mit Achslast von 14,2 Mg testet Binde- und Anti-Ermüdungsschicht



▶ Final conception of triple SMA layer for heavy duty pavement – fatigue life time of 4,3 mln ESAL 100kN / Finale Konzeption des Dreifach-Splitt-Mastix-Asphalt



► Paving and compaction of SMA 22 PMB 25-55/80 binder course on SMA 16 PMB 45/80-80 (anti – fatigue base course) / Einbau der SMA 22 PMB 25-55/80 Binderschicht auf die SMA 16 PMB 45/80-80 Anti-Ermüdungsschicht



asphalt mixtures were mixed with two different highly modified bitumen: the combination of different bitumen and SMA grades allowed the development of two different SMA layers. First, the wearing and anti-fatigue base layer were designed as a SMA 16 with the highly modified bitumen PMB 45 / 80-80, and the binder layer was a rutting resistant SMA 22 with the highly modified bitumen PMB 25 / 55-80. The wearing course of SMA 16 was chosen for its high stability and resistance to ruts and shear forces. The binder layer, which was developed as SMA 22, was developed to improve the rutting resistance and thus is the thickest layer in the road pavement.

Results

It seems that this development was the first implementation of a triple SMA for heavy duty pavements in Europe, or perhaps even in the world, that combines the concepts of perpetual pavements and HiMA binders. For the first time, the SMA mixtures have been used as an anti-fatigue base for perpetual pavement, with the use of the highly modified bitumen PMB 45 / 80-80 significantly increasing the performance of all asphalt mixtures. The asphalt mixing design of SMA 16 and SMA 22 was based on German requirements (H AL ABi) from the guidelines for the planning and execution of alternative asphalt binder courses. Both mixtures were designed to be very dense with an air-voids content between 3.0 – 4.0 %, and to meet the requirements of rutting resistance in large apparatus according to PN-EN 12697-22, fatigue resistance according to PN-EN 12697-24, complex dynamic modulus in SPT apparatus according to American NCHRP 9-29: PP 02, resistance to low temperature cracking as determined by the TSRST method according to PN-EN 12697-46 and other physical tests. The average value of complex modulus for

the tested SMA16 was $E^* = 9648 \text{ MPa}$ ($T = 10^\circ\text{C}$, $f = 10 \text{ Hz}$). The fatigue resistance determined with the 4 PB-PR method expressed as a strain by 10^6 cycle was on the level of $\epsilon_6 = 225 \text{ } [\mu\text{m/m}]$. The low temperature cracking susceptibility of SMA 16 was determined with the TSRST method, the cracking temperature of the sample was specified as $T = -34.7^\circ\text{C}$ at the tensile stress $\sigma = 5.3 \text{ MPa}$. By analogy the average value of complex modulus for the tested SMA22 was $E^* = 11240 \text{ MPa}$ ($T = 10^\circ\text{C}$, $f = 10 \text{ Hz}$). The fatigue resistance determined with the 4 PB-PR method expressed as a strain by 10^6 cycle was on the level of $\epsilon_6 = 198 \text{ } [\mu\text{m/m}]$. The cracking temperature of the SMA 22 sample (TSRST test) was specified as $T = -26.0^\circ\text{C}$ at the tensile stress $\sigma = 4.1 \text{ MPa}$. The SMA mixtures were



► Core sample of finished triple SMA HD with visible surface texture of the wearing course SMA16 / Kernstück des fertigen Triple SMA HD mit sichtbarer Oberflächen-textur der Deckschicht SMA16

► Paving and compaction of SMA 22 PMB 25-55/80 binder course on SMA 16 PMB 45/80-80 (anti – fatigue base course) / Einbau der SMA 22 PMB 25-55/80 Binderschicht auf die SMA 16 PMB 45/80-80 Anti-Ermüdungsschicht



produced in a standard asphalt mixing plant (AMP) and transported by truck to the construction site. There they were paved with conventional road pavers and compacted with static and vibration (oscillation) steel rollers. The quality control system was divided into two parts: the first part – material control of AMP and paving control on site. The inspection of AMP covers mineral materials testing e.g. grain size distribution, bitumen content, bulk density; the second part – control during paving was based on a PQI sonde. The final layer properties were confirmed by coring and further lab analysis. Together with the customer, it was decided that due to the homogenisation of the entire surface of the pavement, the wearing course should be paved immediately on all road surfaces.

Outlook

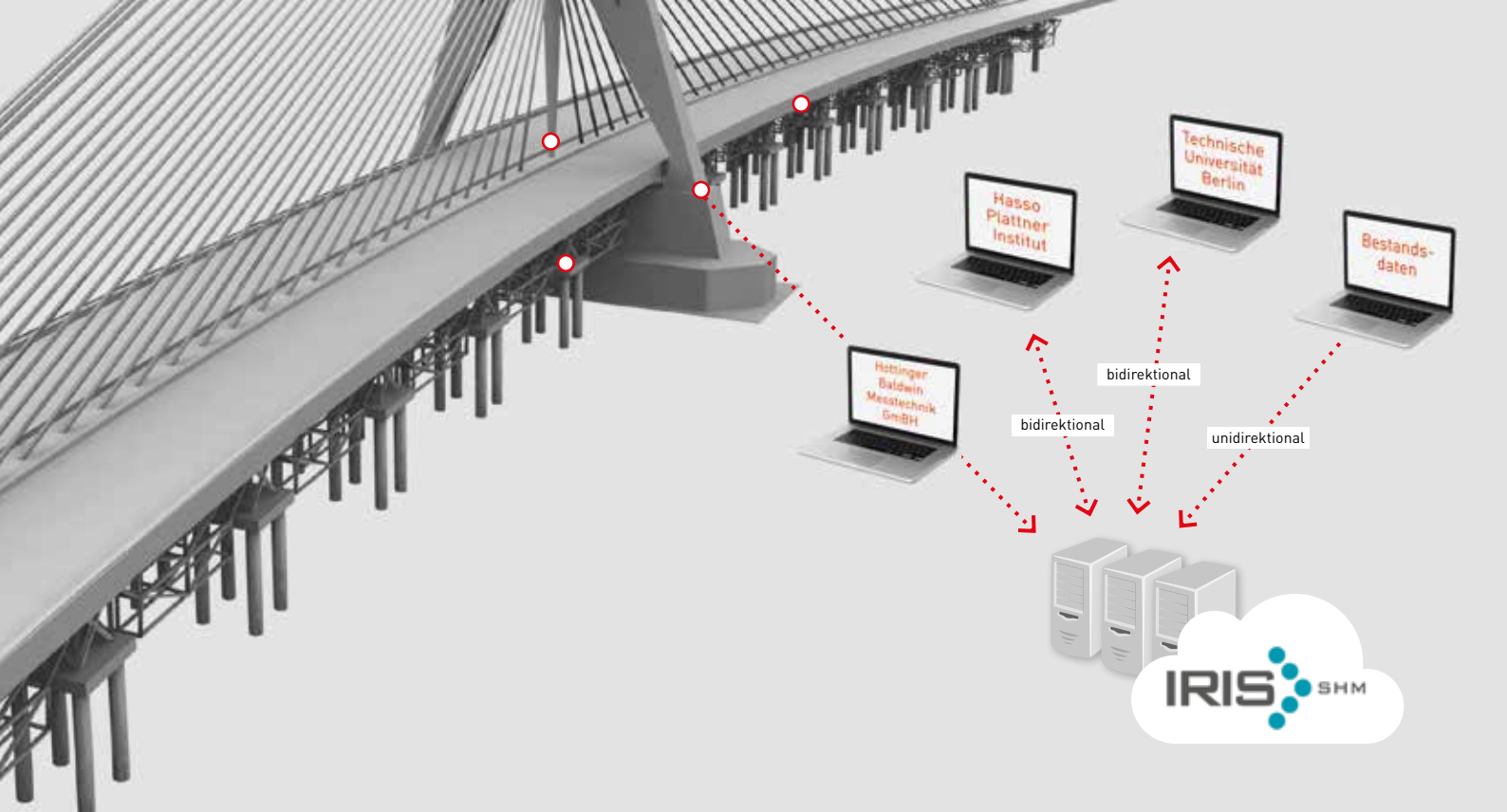
After the completion of the construction work, the supervision and control of the paving work should begin. The pavement was already subjected to very heavy and slow loads by transporting parts of the EFRA mounting unit, such as self-propelled

platforms with an axle load of 14.2 Mg. Despite the lack of the not yet built wearing course, the pavement survived without visible and measurable deformations. The long-term monitoring of the predicted road surface behavior will show in the next few years whether the theoretical assumptions correspond to the real state of the paved surface.

INNOVATIVER DREIFACH-SPLITT-MASTIX-ASPHALT

Ergebnis	• Dreifach-SMA-Asphaltbelag (Splitt-Mastix-Asphalt) mit hoher Widerstandsfähigkeit gegen langsame und schwer belastete Fahrbahnen
Mehrwert	• längere Haltbarkeit schwer belasteter Asphaltschichten
Unternehmenseinheit	ZB TPA 04: PL
Projektlaufzeit	Februar 2016 bis Dezember 2018
Ansprechperson	Igor Ruttmar
Bearbeitung	Marcin Hering, Igor Ruttmar





Online-Sicherheits-Management für Brücken (OSIMAB)

Online security management for bridges (OSIMAB)

In this project, a new and innovative approach for the development of an improved safety management system for bridge structures will be developed. Buildings that require special monitoring will be identified using existing data like building data, traffic data etc. One building will be selected for deeper investigation using sophisticated measurement techniques. Risk analyses will be carried out using system models. New promising techniques like smart-data analysis will be applied to the data. The results achieved in the project will be incorporated into a risk management system, and the system OSIMAB will be tested on a demonstrator.

Hintergrund

Angesichts der alternden Bausubstanz im Bundesfernstraßennetz und der wachsenden Verkehrslasten, besonders hervorgerufen durch die Zunahme des Güterverkehrs, wird die Überwachung des Zustands von Brückenbauwerken immer wichtiger. Zu diesem Zweck wird derzeit vorwiegend auf die Bauwerksprüfung nach DIN 1076 zurückgegriffen, teilweise ergänzt durch spezielle Sensorik zur dauerhaften Beobachtung entdeckter Schäden. Kritische Bauwerkszustände werden somit erst nach dem Auftreten identifiziert. Im Rahmen des Projekts OSIMAB sollen mittels eines datengetriebenen Ansatzes kritische Bauwerkszustände prognostiziert werden, noch bevor sie auftreten. Damit soll der Übergang vom bisherigen reaktiven Ansatz hin zu einem prädiktiven Ansatz geschaffen werden.

Projektbeschreibung

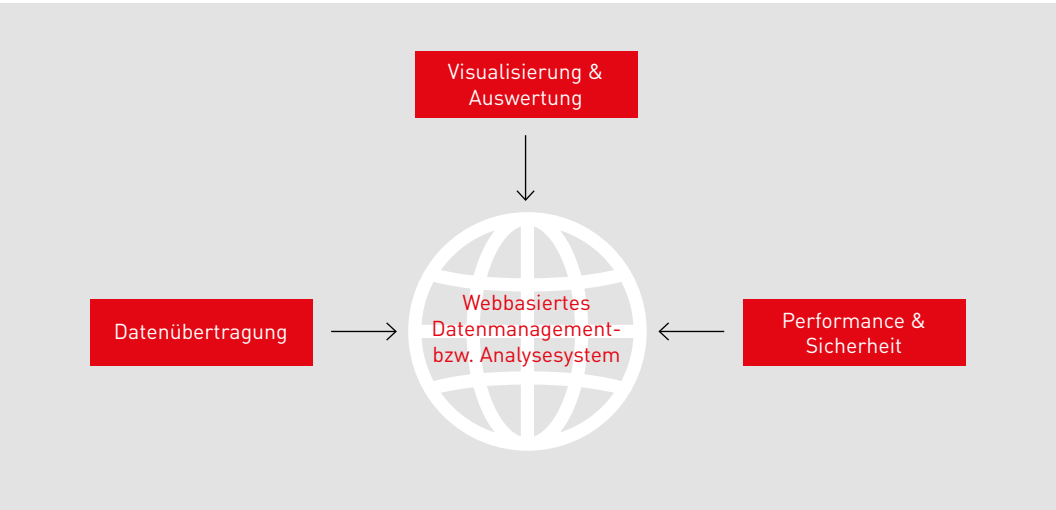
Die Ergebnisse werden im Rahmen zweier Forschungsansätze erarbeitet:

- Ausgehend von Bestandsdaten zu Bauwerk, Verkehr, Klima u. a. sollen die für eine eingehende messtechnische Untersuchung relevanten Bauwerke identifiziert werden.
- Für bereits identifizierte Bauwerke soll mithilfe von Systemmodellen und Sensordatenerfassung eine maximale Untersuchungstiefe erzielt werden.

An der Durchführung des Projekts unter Führung der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) sind Firmen und Forschungseinrichtungen mit hoher Spezialisierung in unterschiedlichen Schwerpunkten beteiligt, die sich in ihrer Expertise ideal ergänzen. Messtechnik und Sensorik werden durch die Firma Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH (HBM) an einer Beispielbrücke installiert, die im Projektverlauf noch bestimmt wird. Die Technische Universität (TU) Berlin, Fachgebiet Entwerfen und Konstruieren – Stahlbau, ist für die Erstellung von Systemmodellen zur Berechnung der Zustandsentwicklung zuständig. Die Modelle sollen Informationen über Schwachstellen liefern und damit zur Spezifikation der einzusetzenden Sensorik beitragen. Sie können jedoch wiederum auch selbst durch die Messdaten kalibriert werden. Schließlich dienen die Systemmodelle als Basis zur Durchführung von Risikoanalysen. Der Einsatz von Smart-Data-Analyseverfahren durch das Hasso-Plattner-Institut (HPI) an der Universität Potsdam, stellt einen neuen und innovativen Ansatz zur Erkennung von Anomalien in den (Mess-)Daten und damit zur Erkennung potentieller Risiken dar. Die Projektergebnisse sollen in ein Risikomanagementsystem einfließen und das System OSIMAB an einem Demonstrator erprobt werden. Mit der Entwicklung eines webbasierten Datenmanagement- bzw. Analysesystems nimmt die ITC Engineering GmbH & Co. KG



◀ Technische Schnittstellen zur Datenübertragung / Technical interfaces for data transmission



eine zentrale Rolle innerhalb des Projektverbunds ein. Zunächst sollen Bestandsdaten von Drittanbietern (Verkehrsdaten) über Schnittstellen in das Web-system, das auf der ITC-eigenen Prozessplattform IRIS aufgebaut wird, übertragen, ausgewertet und visualisiert werden. Dies beinhaltet auch die Geolokalisierung von Messstationen wie z. B. Verkehrszählstellen. Ziel ist die Identifizierung derjenigen Bauwerke, die aufgrund bestimmter Kriterien (Alter, Bauart, Verkehrsbelastung, klimatische Bedingungen) für die messtechnische Überwachung relevant sind. Weiterhin sollen die an einer Beispielbrücke gemessenen Daten visualisiert und zur weiteren Auswertung zur Verfügung gestellt werden. Die Entwicklung von Konzepten zur Gewährleistung von Performance und Sicherheit ist ebenfalls Teil des Projekts. Das System soll für große Datenmengen bzw. Nutzungszahlen ausgelegt sein und die Möglichkeit einer Benutzungs- und Rechteverwaltung bieten.

Abständen in das System eingelesen und visualisiert. Im nächsten Schritt sollen die zugehörigen Verkehrszählstellen lokalisiert werden. Dies wird durch die Übertragung von Geokoordinaten realisiert. Anschließend sollen Daten aus weiteren Portalen in einem zentralen System gesammelt werden; sie kommen von unterschiedlichen Anbietern (z. B. Bauwerksdaten aus der Straßeninformationsbank) und liegen in ganz verschiedenen Formaten vor.

Gefördert durch / Funded by



Aktueller Stand und Ausblick

Derzeit werden Bestandsdaten analysiert, wobei der Schwerpunkt auf der Definition und Entwicklung der Schnittstellen zu bestehenden Datenportalen (z. B. „Mobilitäts-Daten-Marktplatz“ des Bundes für Verkehrsdaten) liegt. Anhand eines Beispieldatensatzes werden die Daten in zeitlich festgelegten

OSIMAB

Ziel	• Online-Sicherheits-Management System für Brücken
Mehrwert	• Beitrag zur Verbesserung des Überwachungs- und Instandhaltungsprozesses von Brückenbauwerken
Unternehmenseinheit	ZB Zentrale Technik 30: Digitalisierung und Software Engineering, SE
Projektlaufzeit	Mai 2017 bis April 2020
Ansprechperson	Dr. Peter-Michael Mayer
Bearbeitung	Günther Füllerer, Dr. Tobias Hoerth
Kooperation	Bundesanstalt für Straßenwesen, Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, TU Berlin, Hasso-Plattner-Institut

AUF EINEN BLICK



◀ Verkabelte Sensoren kurz vor Überdeckung mit Asphaltmischgut / Cabled sensors shortly before being paved over with asphalt

► Untersuchungsstrecke bei der TU Darmstadt / TU Darmstadt test road

Entwicklung von Sensoren zur Erfassung des strukturellen Zustandes von Asphaltstraßen – SENSORIK

Development of sensors for detecting the structural conditions of asphalt roads – SENSORIK

Due to the increasing focus on road maintenance and the use of Public-Private-Partnership models in Germany, knowledge about the structural substance of asphalt pavements is becoming increasingly important. This knowledge enables the evaluation of the structural condition of asphalt as well as an accurate prediction of the remaining useful life of the pavement, thus providing a means for qualified maintenance programming. Within the scope of the research project, a sensor-based live monitoring system was deemed the best method of collecting the relevant data. The aim of the SENSORIK project was therefore to create an economical, durable and continuous sensor-based observation system, which could be integrated directly into the asphalt pavement during the construction phase.

Hintergrund

Mit der Umsetzung von Public-Private-Partnership-Modellen wird die Kenntnis über die strukturelle Substanz einer Asphaltstraße bei der Auswertung des Substanzwerts und zur Prognose der Nutzungsdauer immer mehr Gewicht bekommen. Um den Substanzwert einer Verkehrsbefestigung in-situ zu bestimmen, wurden im Rahmen dieses Forschungsvorhabens Sensoren entwickelt, mit denen sich ein in die Straße integriertes Beobachtungssystem aufbauen lässt. Damit kann die strukturelle Substanz einer Straße automatisch erfasst und ausgewertet werden, um ihren Betrieb zu optimieren. Ziel des Forschungsprojektes war also die Realisierung eines wirtschaftlichen, kontinuierlichen und dauerhaften Beobachtungssystems, das unmittelbar und mög-

lichst (zer)störungsfrei beim Asphalteinbau in die Befestigung eingebracht werden kann.

Projekt

Wie zuletzt in der Konzernbrochüre Research, Development, Innovation 2016/17 (S. 54/55) berichtet, wurde die Entwicklung der Sensoren in zwei Stufen eingeteilt. Für die erste Entwicklungsstufe wurden Sensoren entwickelt und in Asphaltbefestigungen verlegt, die durch eine verkabelte Energieversorgung und Datenübertragung eine möglichst hohe und schnelle Datengewinnung ermöglichen. Anhand dieser großen Datenmenge konnten Untersuchungen zur Korrelation zwischen der Überfahrt von Fahrzeugen und den dadurch bedingten Änderungen von Beschleunigungsmesswerten durchgeführt werden. In der zweiten Phase wurden auf Basis dieser Erkenntnisse kontaktlose Sensoren entwickelt und unter realen Einbaubedingungen untersucht.



► Ablegeautomat im Einsatz / Sensor positioning device in use



Parallel dazu wurde ein automatischer Verlegeapparat realisiert, der eine störungsfreie Integration der Sensoren in die Asphaltstraße während des Einbauprozesses ermöglichte. Zum Abschluss des Forschungsvorhabens im August 2017 setzten die Projektpartner eine Untersuchungsstrecke auf dem Gelände der Technischen Universität Darmstadt um, auf der drei unterschiedliche Sensorkonzepte zum Einsatz kommen. Für das erste Konzept wurden sechs verkabelte Sensoren mit einem Bitumen-Haftkleber in einem vordefinierten Raster auf der Asphalttragschicht befestigt. Für das zweite Sensorkonzept wurden sechs autonome Sensoren eingesetzt, die mit einem Bitumen-Haftkleber in einem ähnlichen Raster wie die verkabelten Sensoren auf der Asphalttragschicht aufgebracht und befestigt wurden. Beim dritten Sensorkonzept wurden ebenfalls autonome Sensoren eingesetzt. Der Unterschied hierbei lag bei der automatischen Verlegung dieser. Mithilfe des realisierten Ablegeautomats konnten die autonomen Sensoren über die gesamte Einbaulänge prozesssicher verlegt werden. Das Ziel der Untersuchungsstrecke war, den Nachweis zu erbringen, dass die Sensoren prozesssicher eingebaut werden können sowie eine langfristige Beobachtung dieser möglich ist.

Ergebnisse

Das Forschungsprojekt hat gezeigt, dass es mithilfe von Sensoren möglich ist, eine Aussage über den strukturellen Zustand der Asphaltschicht zu treffen. Zusätzlich konnte eine gute Vergleichbarkeit zu anderen Messverfahren (Falling Weight Deflectometer – FWD) nachgewiesen werden, wodurch das sensorgestützte Messverfahren als insgesamt praktikabel und verlässlich betrachtet werden kann. Allerdings existieren Einschränkungen bei den autonomen Sensoren durch die Stromversorgung und die maximale Größe des Speichers, die eine Dauermessung erschweren. Als Lösungsansatz wurden intelligente Verfahren zur Datenreduktion vorgestellt, die den Speicherbedarf reduzieren, ohne den Informationsgehalt zu beeinträchtigen.



Diese Verfahren müssen jedoch noch durch Langzeitbeobachtungen validiert werden. Langzeitmessungen konnten innerhalb des begrenzten Zeitrahmens des Forschungsprojektes nicht durchgeführt werden, sodass Aussagen über die Langzeitentwicklung der Befestigung auf Basis von sensorgestützten Messungen noch nicht möglich sind. Das Ablegen der Sensoren während des Einbauprozesses kann als erfolgreich bezeichnet werden. Der realisierte Ablegeautomat konnte in allen Versuchsfeldern die Sensoren prozesssicher implementieren. Die Ergebnisse des Projektes „Sensorik“ sollen als Grundlage für Folgeprojekte zur Zustands- bzw. Qualitätsbeurteilung über Sensoren genutzt werden.

Gefördert durch / Funded by



Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

SENSORIK

Ergebnis

- Sensoren zur Zustandserfassung von Asphaltstraßen

Mehrwert

- Erfassung des Tragverhaltens
- Prognose der Nutzungsdauer der Asphaltbefestigung
- Entwicklung von optimierten Sanierungskonzepten für PPP-Projekte

Unternehmenseinheit

ZB TPA 04: DE/CH/NL/International; ZB BMT1 01: DE/BNL/DK; UB VWB Deutschland 6H

Projektlaufzeit

März 2015 bis November 2017

Ansprechperson

Martin Muschalla

Bearbeitung

Sebastian Czaja, Kurt Graham, Martin Muschalla

Kooperation

Technische Universität Darmstadt - Institut für Verkehr, Fachgebiet Straßenwesen; Technische Hochschule Köln – Fakultät für Anlagen-, Energie- und Maschinensysteme; Micro-Sensys GmbH

AUF EINEN BLICK



Konzernprojekt: Die Vernetzte Baustelle
Corporate project: The Connected Construction Site

The corporate project Connected Construction Site fundamentally puts all organisational workflows in the transportation infrastructures to the test bench. The immediate goal is to dramatically simplify repetitive, project-based activities that create, process, and share data and information. In the medium term, modeled target processes are to design and sustainably improve the processes at STRABAG. The holistic project is supported and controlled by the operational directorates, under whose leadership first the work processes are documented and weaknesses are identified, in order to be able to derive optimised pattern processes – over the entire life cycle of the construction works. Through the widespread introduction of new software solutions and their networking, the target processes defined in the project by the operating units will be successively implemented along the entire STRABAG construction process chain. The purpose



► Softwarelösung im Einsatz / Live test of a software solution

is a data and information transfer with greatly reduced media breaks. With this systematic digital transformation of traffic infrastructures, STRABAG aims to become more efficient and establish itself even more deeply as a technology leader within the construction industry.

Das Konzept

Der Einzug der Digitalisierung in den Unternehmensalltag ermöglicht einen völlig neuen Ansatz der Produktivität sowie eine Neuausrichtung von Geschäftsprozessen, die das Bauvorhaben positiv beeinflussen. Von der Angebotserstellung über die digitale Steuerung der Logistik bis hin zur Unterstützung der baubegleitenden Prozesse trägt die digitale Vernetzung zu Kostentransparenz, Effizienz und Termintreue bei. Das Konzernprojekt Vernetzte Baustelle hat zum Ziel, den digitalen Transformationsprozess auf die Baustellen zu bringen: Durch die Analyse und Optimierung aller für die Bauausführung relevanten Prozesse werden die Abläufe der STRABAG schlanker und vereinfacht – von der Kalkulation bis zur Abrechnung. Unterstützt wird die Optimierung der Prozesse dabei durch den Einsatz maßgeschneiderter Softwarelösungen, die den bauausführenden Kolleginnen und Kollegen einen Mehrwert in ihren täglichen Arbeitsabläufen bieten und das Digitalisierungspotenzial ausschöpfen sollen. Durch die Verfügbarkeit notwendiger Daten nahezu in Echtzeit und den schnellen und einfachen Austausch von Informationen sollen die Bauvorhaben der STRABAG zukünftig wirtschaftlich erfolgreicher geplant und realisiert werden können. Um ihren zukünftigen Arbeitsalltag mitzugestalten, arbeiten rund 180 Kolleginnen und Kollegen aus allen Berei-

► Die Prozesskette des Konzernprojektes Vernetzte Baustelle / The process chain of the corporate project Connected Construction Site

chen des Verkehrswegebau Deutschland sowie der TPA und der BMTI aktiv in insgesamt zwölf Teilprojekten zusammen. Sie analysieren die Ist-Prozesse und modellieren die zukünftigen Soll-Prozesse im Team mit den Spezialisten der Zentralen Arbeitsgruppe Prozesse. Weitere Aufgabe des Teams Vernetzte Baustelle ist die Organisation und Durchführung von Tests zur Anwendbarkeit von Softwarelösungen. Dabei folgen die Organisation und die Durchführung jedes Softwaretests einem standardisierten Vorgehen, um objektive Entscheidungen gewährleisten zu können.

Das Vorgehen

Auch die Anforderungen seitens der Auftraggeber-schaft werden zunehmend komplexer: Vermehrt werden detaillierte Logistikkonzepte noch vor Bauausführung verlangt, eine Aufgabe, die in dieser Komplexität nur mit digital gestützten Systemen zu bewältigen ist. Um die dafür passenden Lösungen zu finden, werden verschiedene Produkte evaluiert und die Anwendbarkeit von bereits am Markt verfügbaren Produkten getestet. Da standardisierte Produktlösungen nicht alle unsere Anforderungen erfüllen, bedarf es Anpassungsarbeiten, um schnittstellenübergreifende Systeme zu implementieren. Aus diesem Grund präzisieren die Expertinnen und Experten innerhalb des Projektes durch weitere Tests die Anforderungen an jedes ausgewählte Produkt. Zudem gilt es, Probleme zu evaluieren und zu beheben, bis das System die Prozesse der STRABAG optimal unterstützt. Abschließendes Ziel ist der Austausch mit anderen Teilprojekten, um die einzelnen Softwarelösungen mittelfristig miteinander zu verbinden und die Vernetzte Baustelle Realität werden zu lassen.

Ein Projektauszug: Softwareeinsatz für den Be- und Entladevorgang von Erdbewegungen

Die Software umfasst die Funktionen für die Erstellung eines digitalen Massenerfassungs- und Auswertungstools. Die Softwarelösung dient daher zur digitalen Erfassung von Erdmassen im Verkehrswegebau. Zu den wesentlichen Hauptaufgaben gehört das Tracking des Transports, das die Erdbewegungen beim Be- und Entladevorgang kontinuierlich aufzeichnet und überprüft. Soll-Ist-Vergleiche dokumentieren zudem den Fortschritt des zu bearbeiten-

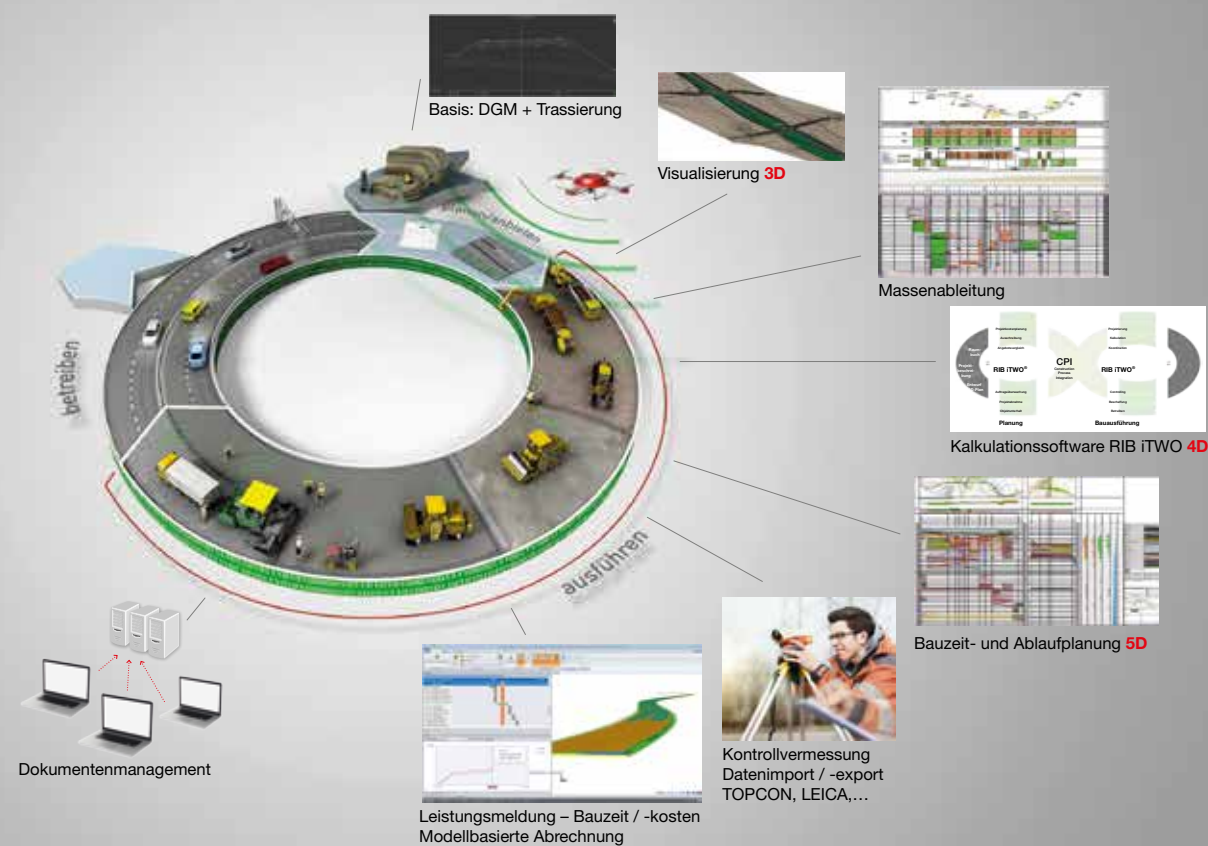


den Erdaushubs. Schließlich unterstützt die Software die Identifikation der Arbeitsleistung sowie die Stillstandzeiten der eingesetzten Bagger und LKW-Kolonnen. Per GPS wird die räumliche Annäherung von LKW und Baggern erkannt. Die Erfassungsmethode von Be- und Entladevorgängen ist einzigartig: Beschleunigungssensoren überwachen die typischen Baggerbewegungen und identifizieren die Standorte der LKWs auf der Baustelle. Das System arbeitet autark und kann somit den Vorgang in Echtzeit dokumentieren. Eine zentrale Mustererfassung der Informationen dient zu Auswertungszwecken und unterstützt die weitere Distributionsplanung der Baustellenflotten für das Bauvorhaben.

DIE VERNETZTE BAUSTELLE

Ergebnis	• Vernetzung der bauprojektbezogenen Tätigkeiten im Verkehrswegebau
Mehrwert	• nachhaltige Softwarelösungen für die Prozesskette „Bau“ einführen
Unternehmenseinheit	UB VWB Deutschland 6H, UB Polen 6Q, ZB TPA 04, ZB BMTI 01
Projektlaufzeit	November 2015 bis Dezember 2018
Ansprechperson	Hans-Jörg Klingelhöfer
Bearbeitung	Ralph Glowka, Patrick Schoenball





BIM im Verkehrswegebau

BIM in transportation infrastructure

From 2020, the “Digital Planning and Building” plan of the German Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure will mandate mandatory use of BIM in public infrastructure projects. In addition to the classic fields of 3D (volume), 4D (deadlines), 5D (costs), the topics of construction and the condition of the subsoil as well as mass logistics are of paramount importance in transport infrastructure construction - and in earthworks in particular. These factors are often decisive for the economic realisation of a project. The development of the BIM know-how for the transportation infrastructures takes place within the group based on real projects in mixed teams of the involved operational units and the central technique.

Dutzende von der öffentlichen Hand geplante Infrastrukturprojekte sind nach Angabe der Deutschen Bundesregierung teurer und langwieriger in der Realisierung als geplant. Die Hauptgründe für Fehlentwicklungen liegen laut einer in Deutschland einberufenen Reformkommission „Bau von Großprojekten“ u. a. im fehlenden Risikomanagement, in der unpräzisen Planung und in einer unzureichenden Kooperation der Beteiligten. Die Reformkommission benennt Handlungsempfehlungen, die in überwiegender Form durch die Digitalisierung gestützt werden können. Hervorgehoben wird insbesondere die Methode des Building Information Modelling (BIM), die die Risiken reduzieren sowie Bauzeiten und Kosten minimieren soll. Nach dem „Stufenplan Digitales Planen und Bauen“ des Deutschen Bundesministeriums für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI) soll ab 2020 eine verbindliche Nutzung von BIM bei öffentlichen Infrastrukturprojekten vorge-

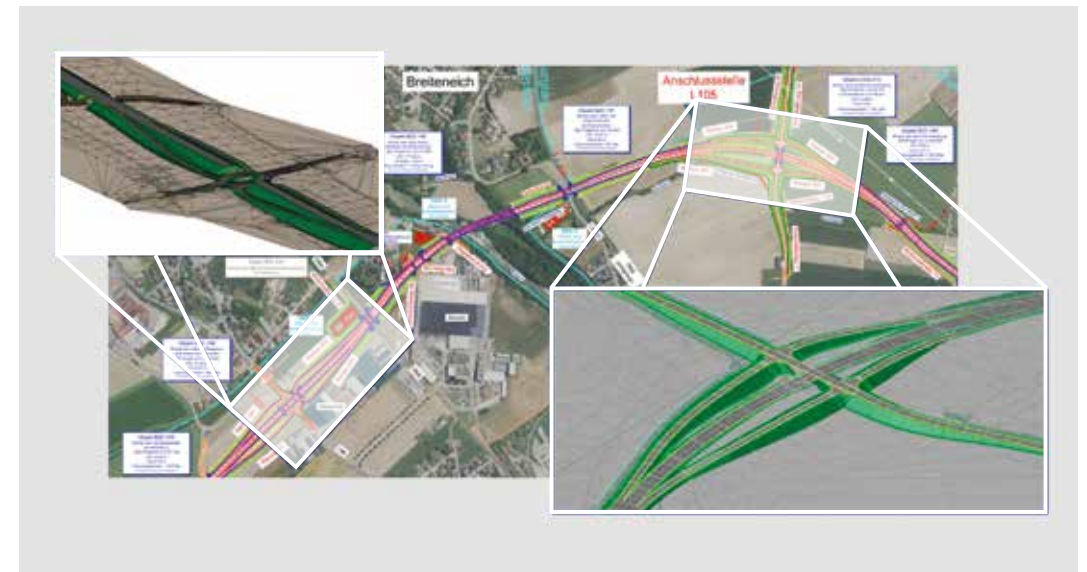
schrieben werden. Initiativen für ähnliche Handlungsgrundsätze sind auch in Österreich und weiteren Ländern Europas in Vorbereitung. Neben den klassischen Feldern 3D (Volumen), 4D (Termine), 5D (Kosten) kommen im Verkehrswegebau – und insbesondere im Erdbau – den Themenfeldern Aufbau und Beschaffenheit des Untergrunds sowie Massenlogistik eine herausragende Bedeutung zu. Diese Faktoren sind mehrheitlich entscheidend für die wirtschaftliche Realisierung eines Projekts. Deswegen werden 3D-Bodenschichtmodelle entwickelt, um Art und Menge der im Projektgebiet anstehenden und von der Baumaßnahme erfassten Böden zu verorten bzw. zuverlässig zu quantifizieren. Zusammen mit der Einschätzung zur geotechnischen Verwendbarkeit dieser Böden und weiteren Parametern bilden die vorliegenden Informationen eine entscheidende Basis für eine mathematische Optimierung der Erdmassenlogistik. Durch diese Vorgehensweise besteht die Möglichkeit, die wirtschaftlich optimale Lösung zu definieren. Die Entwicklung des BIM Know-hows für den Verkehrswegebau (VWB) erfolgt konzernintern anhand von realen Projekten in gemischten Teams der involvierten operativen Einheiten und der Zentralen Technik. Bestehende Erfahrungswerte sowie Leistungen bereits tätiger Task Groups im BIM Hoch- und Ingenieurbau werden für übergreifende Themen in die Entwicklung des BIM.VWB mit eingebunden und inhaltlich durch die Projektleitung BIM.VWB koordiniert.

Pilotprojekt B25 – Umfahrung Wieselburg, Österreich (2017)

Für das Bauvorhaben B25 – Umfahrung Wieselburg in Österreich – wurde die BIM-Arbeitsweise in Zu-

◀ BIM Verkehrswegebau
STRABAG AG / Description
of BIM transportation
infrastructure STRABAG AG

► Ausschnitt Übersichts-
lageplan mit 3D-Modellen
Bereiche L105, L96 /
Overview map with
3D-models L105, L96



sammenarbeit von Zentraler Technik und Operative (Dir. AD) für die Angebotslegung erprobt. Die Projektbearbeitung erfolgte hier noch parallel zur konventionellen Angebotsbearbeitung, um das Modell hinsichtlich der Mengenableitung kalibrieren und überprüfen zu können. Als Bearbeitungszeit standen sechs Wochen zur Verfügung. Die 3D-Trassierungsplanung umfasste neben der ca. 9 km langen Haupttrasse, 8 Zu- und Abfahrtsrampen zum niederrangigen Straßennetz, 5 Landesstraßen sowie 24 Wirtschaftswege. Die modellbasiert abgeleiteten Mengen wurden in die Kalkulationssoftware importiert, dem Leistungsverzeichnis zugeordnet sowie eine direkte terminliche Verknüpfung des Modells mit dem Terminplan hergestellt. Überdies wurden die Informationen für Erd- und Oberbau zur Erstellung einer mathematisch optimierten Massenlogistik verwendet. Wesentliche Ergebnisse aus der BIM-basierten Bearbeitung wurden bereits in das Angebot übernommen. Ebenso lösten im Zuge der Bearbeitung BIM-Methoden einzelne konventionelle Vorgehensweisen ab.

Zur Erhöhung des Detaillierungsgrads wurde das Modell um folgende Informationen erweitert:

- Geotechnische Bewertung der gewonnenen Böden hinsichtlich ihrer Wiederverwendbarkeit im Projekt
- 3D-Modelle einfacher Brückenobjekte

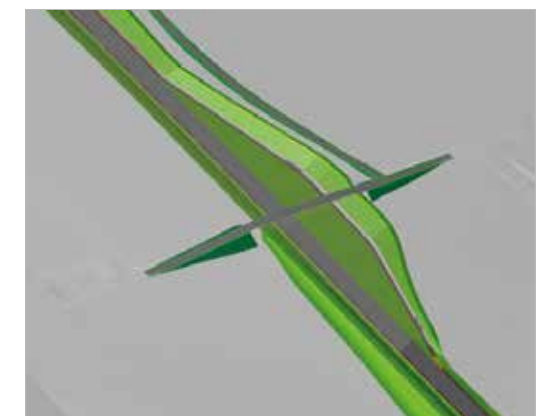
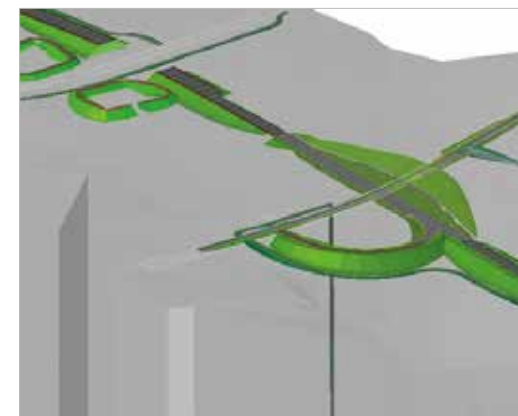
- Bodenschichtmodell entlang der gesamten Haupttrasse
- Untergrundsetzungen zur Ermittlung zusätzlich erforderlicher Dammausgleichsschüttmengen
- Visualisierung des Bauablaufs – Verknüpfung 3D-Modell mit Bauzeitplan

Pilotprojekt A5 – Baulos Drasenhofen, Österreich (2017)

Für das Bauvorhaben A5-Baulos Drasenhofen wurden erstmals rein modellbasierte Mengen für die Kalkulation im Erd- und Oberbau verwendet bei gleichzeitigem Verzicht auf eine klassische Mengenermittlung. Das erstellte 3D-Modell bestand aus der rund 5 km langen Haupttrasse, 2 Auf- bzw. Abfahrtsrampen, 6 Landesstraßenanbindungen, 2 Kreisverkehren, 22 Wirtschaftsweegen und 5 Gewässerschutzanlagen. Insgesamt wurden aus dem 3D-Modell die Mengen für ca. 1,2 Mio. m³ Erdbaumaßnahmen und ca. 70.000 m² Asphaltflächen positions- und bauphasengerecht abgeleitet. Ebenso wurden die sechs im Projekt geplanten Brückenobjekte modelliert und ins Trassenmodell integriert. Die Erstellung der 3D-Modelle – Straßen und Brücken – erfolgte in Zusammenarbeit von Zentraler Technik mit den operativen Einheiten (Dir. AD und Dir. IC). Von großer Bedeutung war die Zusammenarbeit in einem „Big Room“ direkt vor Ort: Die Teams der Modellierung, Kalkula-

► Anbindung Landesstraße
mit Entwässerungsbecken /
Road connection and
drainage basins

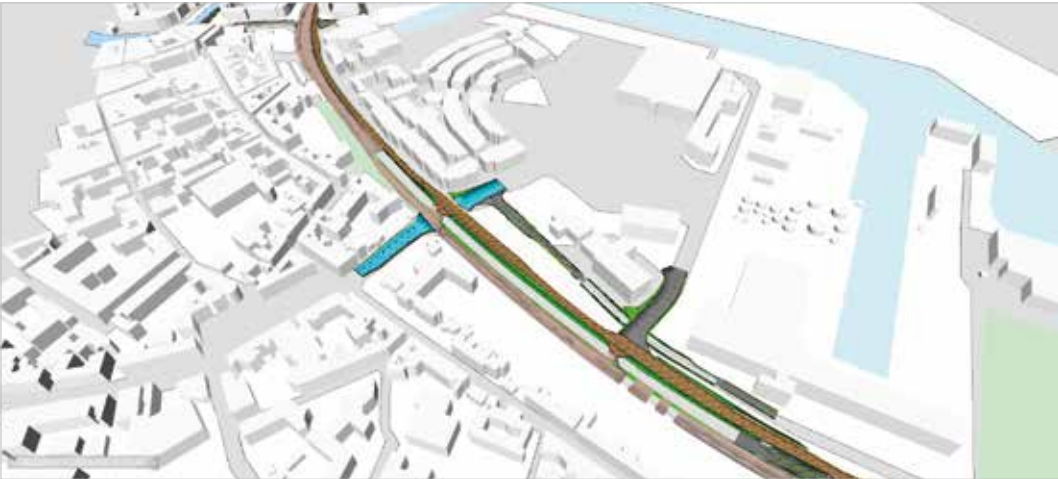
►► Querung Wirtschafts-
weg / Crossing rural road



► Visualisierung Bauphasen-
verkehrsführung /
Visualisation traffic routing
during construction phase



► Visualisierung Bauausfüh-
rung / Visualisation traffic
routing road construction



tion, Terminplanung und Logistik jeweils beider Einheiten konnten sich dadurch auf kurzem Wege austauschen und Problemstellungen sofort diskutieren und lösen. Das Angebot führte zu einer erfolgreichen Beauftragung von STRABAG. Der modellbasierte Datenstand aus der Angebotsphase wird in die Ausführung übernommen und zur Entwicklung einer modellbasierten Leistungsmeldung, Abrechnung und Maschinensteuerung herangezogen.

Pilotprojekt N280 Roermond, Niederlande (2018)

Für das Bauvorhaben N280 Roermond in den Niederlanden erfolgte eine BIM-basierte Bearbeitung des Erd- und Oberbaus für das Gewerk Verkehrswegebau. Ein offizielles GIS-Datenmodell lieferte die Bestandsgeländehöhen für die Modellierung. Der Fokus dieses Pilotprojekts lag auf einer modellbasierten Verknüpfung der Erd- und Oberbaumengen mit dem Leistungsverzeichnis (LV) und dem Bauzeitplan sowie einer daraus abgeleiteten Visualisierung des Streckenbaus unter Berücksichtigung der Verkehrsführung in den einzelnen Bauphasen. Die BIM-Projektabwicklung erfolgte parallel zur konventionellen Angebotsbearbeitung. Durch die Bearbeitung vor Ort konnten die Informationen direkt in die BIM-basierten Ausarbeitungen einfließen. Maßgebende Faktoren für dieses Bauvorhaben waren:

- Umbau einer bestehenden Straße in engeräumiger Umgebung (innerstädtisches Gebiet)

- Errichtung von zwei Trogbauwerken, maßgebend für die Bauzeitplanung und Bauausführung
- Aufrechterhaltung aller Verkehrsrelationen während der Bauphase

Pilotprojekt Transgourmet

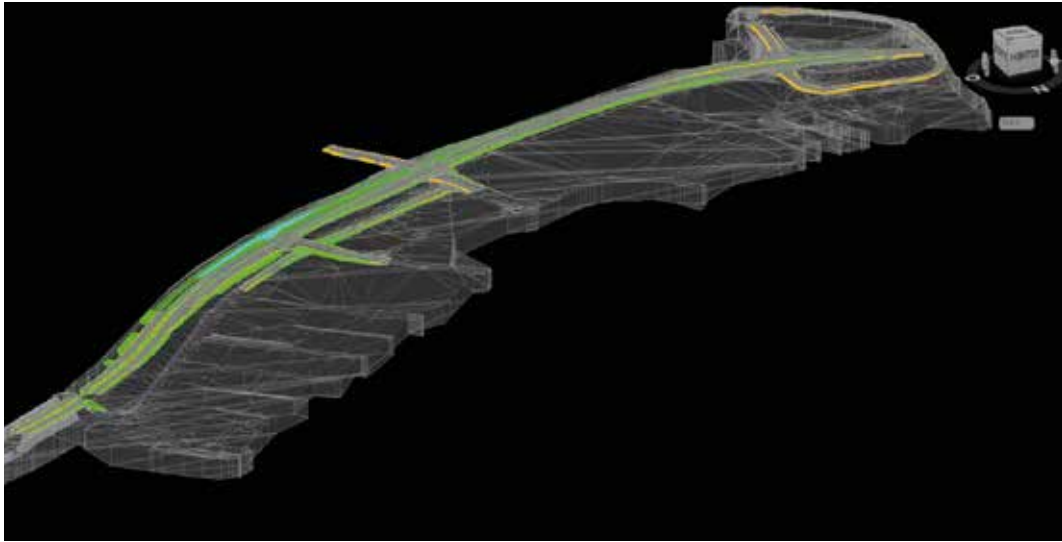
Für dieses Bauvorhaben in Köln wurde die Flächenerschließung eigens mit Unterstützung der BIM-Modellierung vorgenommen. Der Schwerpunkt dieses Pilotprojekts war die modellbasierte Angebotsbearbeitung von Außenanlagen.

Weitere Pilotprojekte mit BIM-Projektabwicklung aus dem Verkehrswegebau:

In Deutschland:

- A38 Nordhausen-West: Systementwicklung Lärmschutzwand
- BAB 3 Rohrbrunn: Visualisierung von Varianten
- ÖPP BAB 10/24: Modellbasierte Projektbearbeitung (LV/VA- Massen, 4D/5D, Entwässerung, LSW)
- S13, Troisdorf: Erd- und Oberbau, BIM Rail: Ausstattung und Gleisbau
- Baugrube FAIR in Darmstadt: Bestands-Erdmassenerfassung, modellbasierte Objektverknüpfung
- Aufbau eines BIM-basierten: BIM-Straßenerhaltungsmanagement Baden-Württemberg
- B91 Ortsumfahrung Theißen: Baulos 6; Modellierung Erd- und Oberbau, Massenermittlung über 3D-Modell, Kostenberechnung

► Pilotprojekt Roermond:
Modellierung / Pilot project
Roermond: Modelling



In Österreich:

- S3 Hollabrunn: Baulos 3; Modellbasierte Projektbearbeitung (LV/VA-Massen, Bodenmodell), Bestandserfassung Drohne
- S36 Unzmarkt: Baulos 5; Modellbasierte Projektbearbeitung (LV/VA- Massen, Terminplan, Logistik)
- A5 Poysbrunn: Bestandserfassung mittels Drohne, Modellierung, Erdbau/Oberbau, Massenableitung, LV, Tilos-Terminplan, Erdbaulogistik
- U4-Sanierung, Wien: Bestandserfassung, Modellierung, Erdbau/Oberbau, Massenableitung, Tilos-Terminplan, Logistik und Kranleistungen (AnyLogic)
- Hochwasserschutz Donau-Marschfelddamm: Baulos 2/3; Bestandserfassung, Modellierung Erdbau, Einarbeitung bauzeitlicher Aufmaße und Planungsänderung, modellbasiertes Controlling und Abrechnung
- B61a Rattersdorf: Urgeländeaufnahme, Erdbau, Unter- und Oberbau
- Außenanlage BILLA, Purkerdorf: Bestandserfassung Drohne, Modellierung Erdbau/Oberbau, Massenableitung, LV, Tilos-Terminplan, Erdbaulogistik
- Straßenbahnlinie D, Wien: Ausführungsplanung findet auf Basis des BIM Modells statt, Urgeländeaufnahme, Erdbau, Unter- und Oberbau

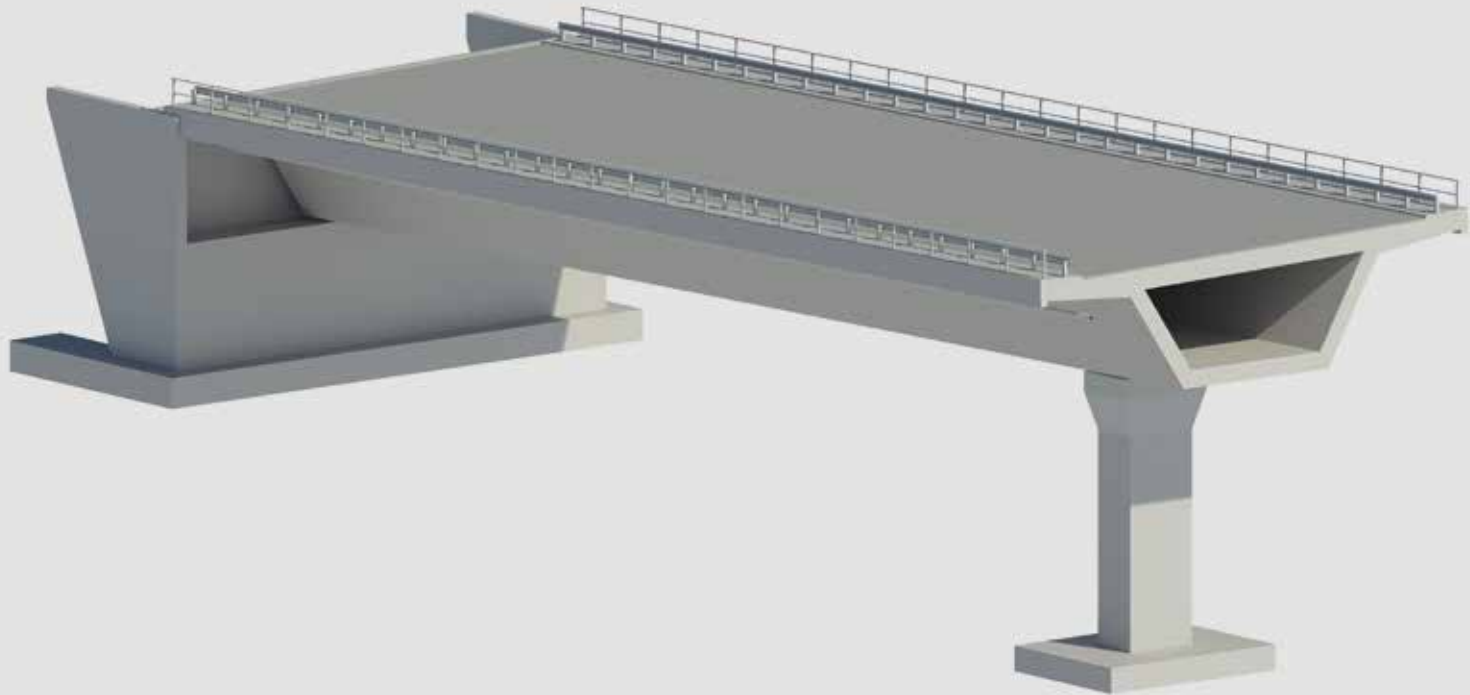
Weitere BIM-Projektabwicklungen:

- Straße 813 Győr, Ungarn: Modellbasierte Projektbearbeitung (4D & 5D, LM Erdbau)
- A1 Abschnitt 1, Polen: Modellbasierte Projektbearbeitung (4D & 5D, LM Erdbau)

BIM IM VERKEHRSWEGBAU

Ergebnis	• den BIM-Stufenplan des BMVI im gesamten Verkehrswegebau bis 2020 als Standard einführen
Mehrwert	• STRABAG als führenden BIM- Infrastruktur-Anbieter etablieren • Qualitätssicherung und nachhaltige Organisation aufsetzen
Unternehmenseinheit	UB VWB Deutschland 6H, UB H+I/VWB Österreich 6C, ZB Zentrale Technik 30: Digitalisierung und Software Engineering, BIM.5D
Projektlaufzeit	Dezember 2017 bis Dezember 2020
Ansprechpersonen	Jens Hoffmann, Hans-Jörg Klingelhöfer, Jürgen Litsch, Gerald Malits
Bearbeitung	Philip Fritz, Günther Füllerer, Gerhard Höfinger, Martin Hörhan, Christoph Kellner, Dunja Sahrak, Sarah Sattler, Patrick Schoenball

AUF
EINEN
BLICK



Modellbasierte Angebotsbearbeitung im Ingenieur- und Brückenbau

Model-based tender process of bridge and civil engineering structures

Bridge and civil engineering structures are unique constructions which are built along an alignment, often generating complex geometries. The goal of this project is to develop a basis for a model-based tender process of those structures. This includes the development of a catalogue with parameterised 3D-elements, an automatic quantity takeoff in iTWO and the creation of a master Bill of Quantities (BoQ) with cost estimation.

Hintergrund

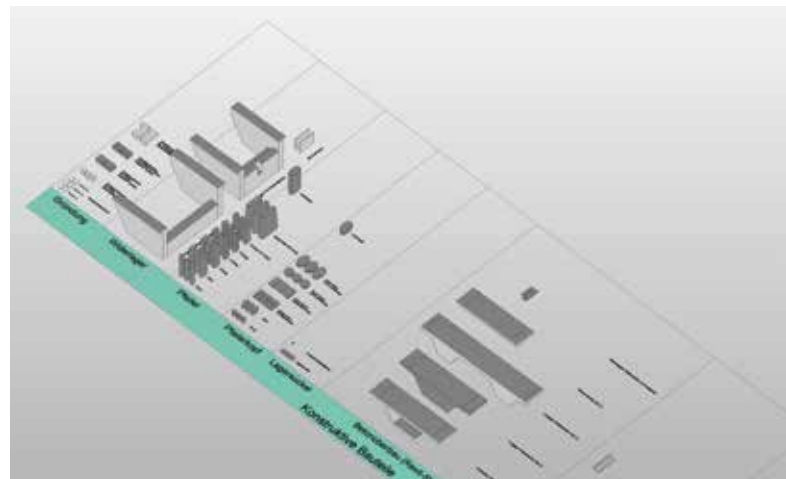
Mit dem Fortschreiten digitalbasierter Arbeitsweisen in der Bauindustrie sind Projektabwicklungen mit Building Information Modelling (BIM) immer mehr in den Vordergrund getreten, um die Qualität und Effizienz der Prozesse zu steigern. Im Rahmen der beschleunigten Einführung von BIM.5D bei STRABAG gründete sich 2015 eine Arbeitsgruppe, um das

Thema BIM im Ingenieur- und Brückenbau zu bearbeiten und die Entwicklung dieser Arbeitsmethode voranzutreiben. Bisher wurden Angebotsprojekte des Ingenieur- und Brückenbaus nur vereinzelt mit der BIM-Methode bearbeitet, deswegen lag noch keine standardisierte Bearbeitung bzw. Vorgehensweise vor.

Projektbeschreibung

Ziel dieses Entwicklungsprojektes ist die Schaffung einer Basis zur modellbasierten Angebotsbearbeitung im Ingenieur- und Brückenbau. Dazu gehört die Entwicklung eines Bauteilkatalogs mit parametrisierten 3D-Elementen, die Erstellung einer standardisierten Mengenberechnung in iTWO sowie die Erarbeitung eines Muster-Leistungsverzeichnisses (LV) mit hinterlegter Musterkalkulation. Im Gegensatz zu Hochbauten sind Ingenieur- und Brückenbauwerke in der Regel geometrisch kompliziertere Volumenkörper mit Querschnitten, die sich entlang einer Trassierung im Raum ausbilden. Dadurch entstehen komplexe Körpergeometrien aus Raumkurven und Freiformoberflächen. Die Modellierung dieser anspruchsvollen Bauteile konnte nicht oder nur begrenzt mit der Konzern-Standard-Modellierungssoftware Autodesk Revit erfolgen. Nach einem Vergleich verschiedener Softwareprodukte (Siemens NX, Inventor, SolidWorks, etc.) wurde letztendlich als Lösung eine Kombination aus Revit mit Dynamo gefunden. Mithilfe des visuellen Programmierwerkzeuges Dynamo, das seit 2016 als Zusatz-Software direkt aus Revit abrufbar ist, ist nun jedoch die Modellierung dieser komplexen Formen auch mit Revit möglich. Neben der Modellierung von Überbauten bei schwierigen Trassierungen und Geometrien wird

▼ Ausschnitt aus dem Bauteilkatalog für den Ingenieur- und Brückenbau / Extract from the components catalogue for bridge and civil engineering structures



◀ Brückenmodell mit standardisierten 3D-Elementen / Bridge model based on standardised 3D-elements

Dynamo auch als Automatisierungstool für die Platzierung von 3D-Revit Elementen im Projekt dienen (z. B. Pfeiler entlang der Trasse, Kappen auf dem Überbau, Geländer auf den Kappen etc.).

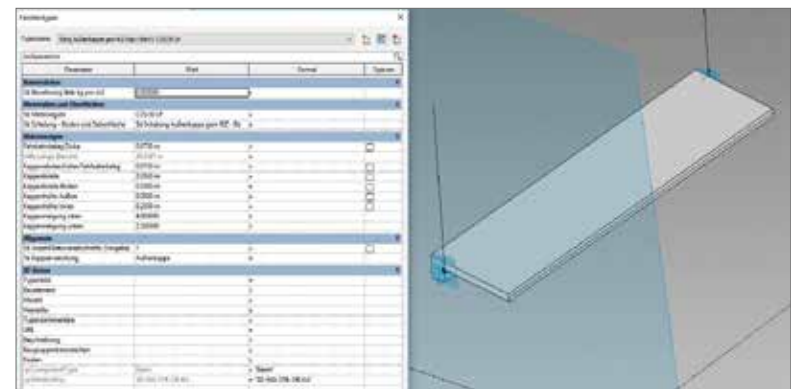
Ergebnis

Auf Basis von ausgewählten realen Angebots- und Ausführungsprojekten und den Richtzeichnungen für Ingenieurbauten (RiZ-ING, etc.) wurden Ingenieur- und Brückenbauteile definiert, die als 3D-Elemente in einem Bauteilkatalog zusammengefasst wurden. Zunächst wurden möglichst einfache Geometrien für geradlinige Überführungsbauwerke und Brücken mit konstantem Querschnitt entwickelt. Die Eigenschaften und andere wichtige Informationen zu den 3D-Elementen sind auf Formblättern zusammengefasst. Auf jedem Formblatt ist die Geometrie des Bauteils abgebildet sowie dessen notwendige Parameter, die für die Mengenberechnung und Kalkulation notwendig sind. Die Zuordnung der Bauteile zur Muster-LV-Struktur ist ebenfalls dort verzeichnet. Diese 3D-Elemente und ihre Eigenschaften werden über einen Algorithmus automatisch in der Software iTWO ausgewertet und mit dem Muster-Leistungsverzeichnis für den Ingenieur- und Brückenbau verknüpft. Diesem Muster-LV ist bereits eine entsprechende Musterangebotskalkulation hinterlegt, die je nach Projektbedarf angepasst werden kann und schnell zu ersten Ergebnissen der Kostenermittlung führt.

Ausblick

Die erste Phase des Projektes wird mit der Schaffung eines ersten Contents für die Angebotsbearbeitung im Ingenieur- und Brückenbau abgeschlossen.

▼ Parametrisierte Kappe als adaptive Familie in Revit / Parameterised edge beam as an adaptive Revit-family



BIM IM BRÜCKENBAU

Ergebnis

- Schaffung eines Bauteilkatalogs mit parametrisierten 3D-Elementen, einer standardisierten Mengenberechnung, eines Muster-LV und einer Muster-Kalkulation für den Ingenieur- und Brückenbau

Mehrwert

- beschleunigte Angebotsbearbeitung und Optimierung von Bauprozessen

Projektlaufzeit

Januar 2016 bis Dezember 2020

Ansprechperson

Thomas Lehmann

Bearbeitung

Michael Frippiat, Benjamin Hahn, Gregor Warneke

ZENTRALE TECHNİK		
Zentrale Technik		
Muster LV		
OZ		
Revit		
München		
Elementkatalog Ingenieur-Brückenbau		
Kappe		
Kappe gemäß RiZ (Revit-Standard)		
SD-ING-STB-OB-KA		
Geometrie		
Geometrie		
Parameter		
Angebotskalkulation		
Auswertung		

sen. Die Weiterentwicklung dieses Prozesses und die Erarbeitung zusätzlicher Bauteilelemente stellt auch in der Zukunft ein wesentliches Aufgabenfeld dar. Zusätzlich wird die Tauglichkeit und Anwendbarkeit in der täglichen Praxis bei zukünftigen Pilotprojekten getestet. Darüber hinaus werden zusätzliche Themen der Entwicklung wie z. B. „Planableitung aus dem Modell“ vertieft. Davon profitieren zunächst die Kalkulationsabteilungen: Die automatisierte Erstellung von Leistungsverzeichnissen und Standardkalkulationen ermöglicht eine beschleunigte Angebotsbearbeitung. Darüber hinaus hilft das 3D-Modell auch bei der Optimierung von Bauprozessen durch den Einsatz von 3D-Visualisierungen in der Bauablaufplanung und die Verknüpfung mit Terminplänen (4D).

AUF
EINEN
BLICK



Kontrollsystem für die digitale Vignette entwickelt und geliefert von EFKON

Enforcement system for the digital vignette developed and supplied by EFKON

Starting on December 1st, 2017 it is possible to pay the toll for vehicles < 3,5 t for Austrian highways and expressways with the digital vignette, in addition to the existing sticker system. By registration and payment via internet it is no longer necessary to place stickers on the windscreen of the vehicle. The project includes the development of a system for automatic vehicle registration, identification and automatic verification of the existence of a valid digital vignette. It also includes the transmission of the verification result to an enforcement body. Depending on the result, the enforcement body could take further steps such as stopping the vehicle. This enforcement system works in both kinds of traffic conditions, in those of driving vehicles and for vehicles which have stopped. An important fact is that the system can be quickly and easily installed, so that an optimal location for the installation can be chosen, depending on the traffic behaviour.

Hintergrund

In Österreich besteht auf allen Autobahnen und Schnellstraßen Mautpflicht. Die Maut wird in Form von Vignette, GO Maut oder Streckenmaut entrichtet. Die Vignette gilt für alle Fahrzeuge bis 3,5 Tonnen und ist zeitabhängig (10 Tage-, 2 Monate-, 1 Jahr-Klebevignette). Für Fahrzeuge über 3,5 t erfolgt die Abrechnung der Maut streckenabhängig, dafür wird die GO-Box im Fahrzeug eingesetzt. Darüber hinaus gibt es in Österreich einige Streckenmautabschnitte z. B. den Gleinalmtunnel oder den Tauerntunnel, wo direkt vor Ort die Maut bezahlt werden muss. Zusätzlich zu den in Österreich üblichen Klebevignetten gibt es seit Dezember 2017 landesweit die Möglichkeit die Maut für die Benutzung von Autobahnen

und Schnellstraßen von Kraftfahrzeugen < 3,5 t mittels einer Digitalen Vignette zu bezahlen. Dazu werden in einem Rechnersystem sowohl die Gültigkeitsdauer der Vignette als auch das dazugehörige Kennzeichen des Fahrzeugs gespeichert. Um die Bezahlung der Maut kontrollieren zu können, ist die optische Kontrolle eines Fahrzeugs wie bei der Klebevignette alleine nicht mehr ausreichend. Vielmehr muss anhand der Daten des Rechnersystems überprüft werden, ob eine gültige Digitale Vignette für ein Fahrzeug existiert.

Projektbeschreibung

Es gibt bereits bestehende Systeme für die Vignettenkontrolle. Bisher erfolgte diese durch ein stationäres System und auch punktuell durch die manuelle Sichtkontrolle von Kontrollorganen der ASFINAG. Mit Einführung der neuen Digitalen Vignette ist eine Sichtkontrolle nicht mehr möglich, weshalb die Entwicklung eines neuen Kontrollsystems erforderlich war. Die ASFINAG startete ein mehrstufiges Verhandlungsverfahren für die Entwicklung und Lieferung des dafür notwendigen Systems, welches EFKON gewonnen hat. Gegenstand der Entwicklung ist ein System, das nicht nur die automatische Fahrzeugerkennung, die Kennzeichenerkennung und die automatische Überprüfung des Vorhandenseins einer gültigen Digitalen Vignette integriert, sondern auch gleichzeitig die Übertragung des Ergebnisses der Überprüfung an ein Kontrollorgan veranlasst, das dann weitere Schritte, wie z. B. das Anhalten des Fahrzeuges einleiten kann. Die Anforderung an das System ist, dass Fahrzeuge sowohl während der Fahrt, als auch stehend überprüft werden können. Dazu muss man den Standort des Systems schnell,

► Kontrollsystem im Einsatz/
Control system in use



einfach und flexibel verlegen können, sodass die Vignettenkontrolle am optimalen Standort entsprechend dem Verkehrsverhalten erfolgen kann.

Ergebnis

Die EFKON hat ein innovatives Kontrollsystem für die Digitale Vignette entwickelt, das in einem Gerät alle Funktionen vereint, die notwendig sind, um den Anforderungen an eine effektive Mautüberwachung gerecht zu werden. Durch die einfache Montage und Installation wird ein häufiger Standortwechsel möglich, da weder gesonderte Fahrbahnmarkierungen noch Fahrbahneinbauten notwendig sind. Mittels einer Kameraeinheit werden hochauflösende Bilder von den zu kontrollierenden Fahrzeugen aufgenommen, die in einer in unmittelbarer Nähe aufgestellten Rechneinheit analysiert werden. Dazu wird die Kamera je nach örtlicher Gegebenheit entweder auf einem 3-Bein montiert oder an existierenden Stehern befestigt. Die Rechneinheit ist ein wesentlicher Teil des Systems und analysiert die Bilder. Sie ist mittels Funk mit dem zentralen System der ASFINAG verbunden und überträgt ebenfalls kabellos, die evaluierten, selektierten und verarbeiteten Daten inklusive der ermittelten Kennzeichen der Fahrzeuge an ein Hand-Held-Terminal des Kontrollorgans, auf welchem die Daten visualisiert werden. Eine wieder aufladbare Batterieeinheit versorgt das Gesamtsystem mit elektrischer Energie. Diese ist in dem gleichen Tower wie die Rechneinheit untergebracht. Das gesamte Kontrollsystem für die Digitale Vignette ist derart einfach in der Handhabung ausgeführt, dass ein Mitarbeiter oder eine Mitarbeiterin nach einmaliger Schulung das gesamte System mit all seinen Komponenten, wie Kamera, Rechneinheit, Batterieeinheit und Zubehör, tragen bzw. transportieren und auch die Montage samt Inbetriebnahme durchführen kann. Aus einer seitlichen Position heraus überblickt die Kamera des Systems die gesamte Fahrbahn und nimmt hochauflösende Bilder der vorbeifahrenden Fahrzeuge auf. Für Fahrzeuge erkennt das System selbstständig das Vorhandensein und die Gültigkeit der Digitalen Vignette. Diese Kontrolle erfolgt ohne den Verkehrsfluss zu unterbrechen. Wird ein Fahrzeug ohne gültige Vignette ermittelt, werden die Daten an das entspre-



chende Kontrollorgan übermittelt, um das Fahrzeug anzuhalten und das Mautvergehen zu ahnden.

Ausblick

Da mehrere Länder in Europa planen von einem Klebevignettensystem auf ein digitales Vignettensystem umzusteigen, stehen die Chancen gut, dass das entwickelte Kontrollsystem zukünftig auch außerhalb von Österreich eingesetzt wird. Das neue System wurde auf der führenden europäischen Messe für Verkehrstechnik, der INTERTRAFFIC 2018, in Amsterdam im März dieses Jahres vorgestellt.

DIGITALE VIGNETTE

Ergebnis

- Ausrüstung für ASFINAG-Kontrollpersonal zur Kontrolle von Fahrzeugen vor Ort auf den Autobahnen und Schnellstraßen Österreichs, ob für diese eine gültige österreichische digitale Vignette existiert

Mehrwert

- ortsunabhängige Kontrollmöglichkeit gültiger Vignetten

Unternehmenseinheit

UB 4X: Efkon MZ

Projektlaufzeit

Juli 2017 bis April 2018

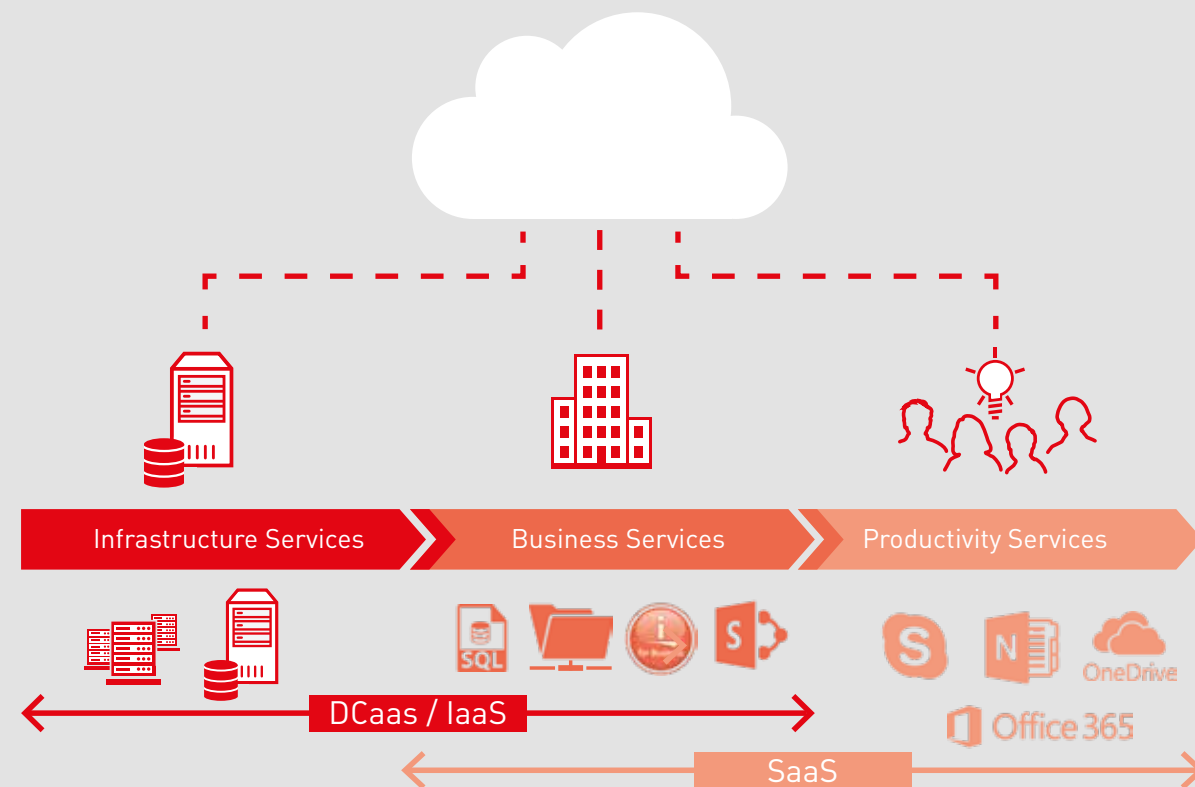
Ansprechperson

Bernhard Czar

Bearbeitung

Daniela Trummer





Moderne und innovative IT-Services – Design einer flexiblen Cloud-Architektur

Modern and innovative IT Services – Adaptive cloud architecture design

The availability of data and business relevant IT services has changed dramatically over the past ten years. The wide distribution of web-enabled mobile devices and the evolution of web 2.0 and Internet of Things (IoT) technologies are contributing to a large amount of data (so-called Big Data). Due to the fact that we live in the information age, cognitive efficient perception and interpretation of knowledge and information to uncover hidden patterns, unknown correlations, and other useful information within the huge amount of data (of a variety of types) is a big challenge, especially within the building and construction sector. In this way and to stay competitive, under the acronym “Beanstalk”, we started several innovation projects in 2017 to extend our existing on-premise IT services with modern and innovative cloud services as well as to afford our employees new collaboration possibilities.

Hintergrund

Die Digitalisierung bestehender Prozesse und Wertschöpfungsketten zählt für Unternehmen weltweit zu den wichtigsten Herausforderungen, um für die Zukunft gerüstet zu sein und langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben. Das gilt selbstverständlich auch für die Baubranche. Die Vernetzung smarter Baumaschinen sowie datenerfassender und -sender Komponenten hat zur Folge, dass traditionelle Bauprozesse sich verändern und gleichzeitig nachhaltig von der Digitalisierung profitieren. Dabei müssen auch Teile der Geschäftsprozesse – von der Planung und Ausführung über Produktion und Betrieb bis hin zur Administration – an die neue Art der Informationsverarbeitung und des Prozessmanagements angepasst werden. Die Logistik von Bau-

vorhaben umfasst heute weitaus mehr als den reibungslosen und schnellen Transport von Großmaschinen und Baumaterial. Server-Infrastrukturen und viele weitere Hardware-Lösungen sind längst unerlässlich geworden. Schließlich müssen Pläne, Zeitaufzeichnungen, Kalkulationen und Abrechnungen zentral verwaltet und auch mit den Kolleginnen und Kollegen in den Zentralen geteilt werden. In der Vergangenheit wurden zur Baustellenabwicklung physische Server bestellt, angeliefert und vor Ort installiert sowie eigene Serverstrukturen aufgebaut. Nach dem Aufbau wurden diese jeweils aufwendig repliziert, um die Daten auf die zentralen Fileserver zu übertragen. Durch die Nutzung der modernen Cloud-Services dauert es nun lediglich wenige Stunden, bis die benötigten IT-Services eingerichtet sind und zur Verfügung stehen. Mit der neuen Cloud-Lösung haben Bauleitung und Projektbeteiligte nun die Möglichkeit, von überall auf der Welt mit unterschiedlichsten Endgeräten auf die für sie relevanten Daten zuzugreifen.

Projektbeschreibung

Zur optimalen Unterstützung der operativen Einheiten wurden Anfang des Jahres 2017 unter dem Akronym Beanstalk mehrere Teilprojekte innerhalb der STRABAG BRVZ IT gestartet. Ziel war es, die bestehenden On-Premise-Services innerhalb der Data Center an den großen Konzernstandorten um moderne und innovative Cloud-Services über den gesamten Bereitstellungsprozess der IT-Services (Infrastructure Services, Business Services und Productivity Services) zu erweitern, sowie allen Beschäftigten neue Möglichkeiten der Vernetzung untereinander als auch mit externen Partnern zu

◀ Bereitstellung der IT-Services / Deployment process of IT services

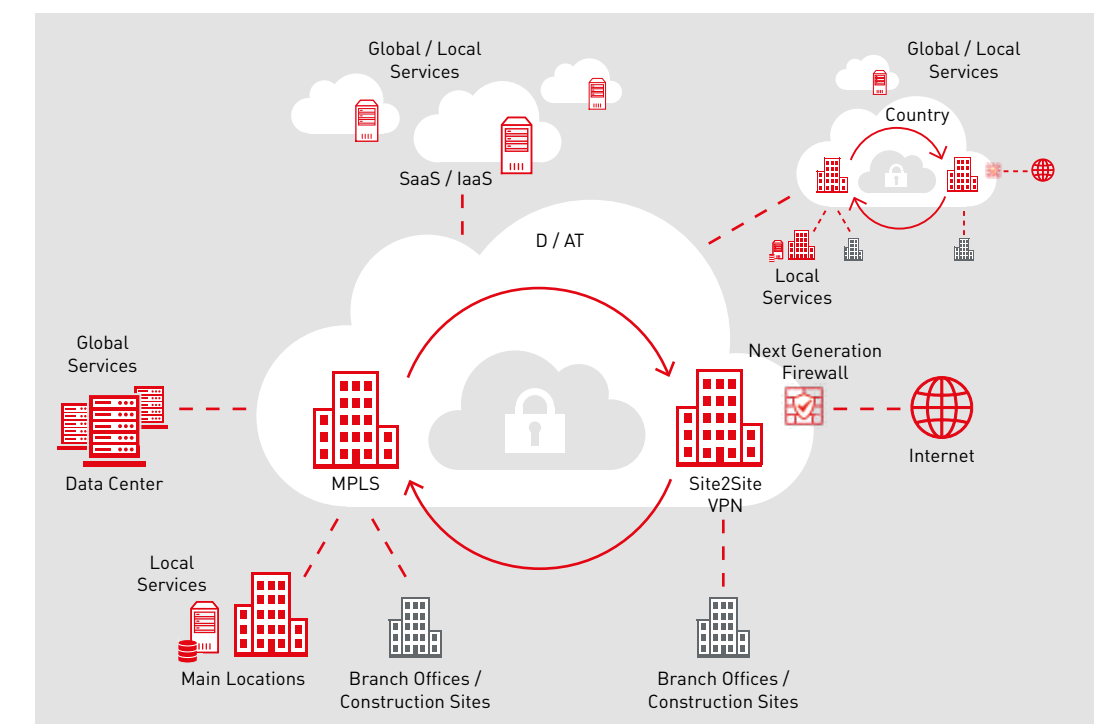
ermöglichen. Die Unterteilung der einzelnen Beanstalk-Teilprojekte orientierte sich an der Aufteilung des gesamten Bereitstellungsprozesses der IT-Services. Analog zu Verkehrswegeprojekten war es im ersten Schritt erforderlich, die notwendige Infrastruktur (Infrastructure Services) zu implementieren, bevor die Datenpakete der Business- und Productivity-Services über den Datenhighway zu den angebundenen Cloud-Services gesendet werden konnten. In diesem Kontext wurde die komplette IT-Service Designstrategie der bestehenden IT-Infrastruktur an die Anbindung der neuen Cloud-Services angepasst. Neben der Vorbereitung zur Anbindung multipler Cloud-Provider, die je nach benötigtem IT-Service flexibel die bestehende Data-Center-Infrastruktur erweitern (Infrastructure as a Service (IaaS)), wurden auch erste Anpassungen innerhalb der Netzwerkinfrastruktur durchgeführt, die durch den Paradigmenwechsel des Cloud-Computings notwendig wurden. Stehen heute noch an fast allen unseren Konzernstandorten eigene Serverinfrastrukturen, ist es – eine stabile Internetanbindung vor Ort vorausgesetzt – durch diese Anpassung zukünftig möglich, viele dezentrale Server einzusparen und viele der benötigten dezentralen IT-Services ohne eigene Serverinfrastrukturen bereitzustellen. Mit Blick auf die Business-Services ist besonders deren Betrieb im Bereich des sich immer neu erfindenden Internets geprägt von permanenter Innovation. Eine entscheidende Innovation der letzten Jahre ist die Verwendung sogenannter Container beim Einsatz neuer Software. Container entsprechen dabei einer Kapselung der entwickelten Software, zum Beispiel einer Web-Anwendung und der zum Betrieb notwendigen Serverkomponente, dem Webserver. Im Konzern werden bereits seit dem Jahr 2006 Container zur Kapselung von Web-Applikationen eingesetzt. Allerdings eröffnete sich erst durch

die Weiterentwicklung der Infrastructure-Services sowie der Container-Technologie die Möglichkeit, in diesem Bereich der IT-Services einen großen Schritt nach vorne zu machen und auch allgemeine IT-Services mittels Container-Virtualisierung schnell und effizient zur Verfügung zu stellen. Im letzten Teilbereich des Beanstalk-Projekts wurden Productivity-Services (OneNote, Skype4Business oder OneDrive) auf Basis von Microsoft Office 365 in die bestehende Servicelandschaft integriert. Dadurch wird den Anwenderinnen und Anwendern eine vollständig integrierte Lösung, effizientes Arbeiten im Team, gemeinsame Dokumenterstellung sowie eine sichere Dateifreigabe geboten.

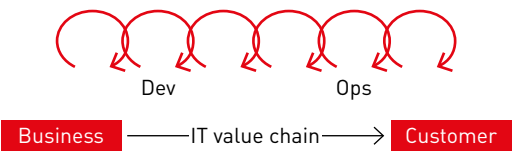
Anwendung

Im Jahr 2017 hat STRABAG als Teil eines Konsortiums den Auftrag für die Ingenieurbauarbeiten der Lose S1 und S2 der neuen britischen Hochgeschwindigkeitsbahnstrecke HS2 erhalten, die eine Schnellverbindung in den Norden Englands ermöglichen wird. Um das Bauvorhaben auch im Hinblick auf die IT-Infrastruktur schnellstmöglich und optimal aufzusetzen, konnte man auf die Erkenntnisse und Entwicklungen aus dem Beanstalk-Projekt zurückgreifen: Dank der Implementierung der durchgängigen Vernetzung cloudbasierter Infrastrukturen wurden die Kosten für Server-Aufbau und -Abbau nachhaltig reduziert und gleichzeitig die Effizienz, Sicherheit und Umsetzungsgeschwindigkeit der Bereitstellung der IT-Services maximiert. In Bezug auf die Business-Services bestand Anfang 2017 die Situation, dass rund 900 Web-Services von drei Personen betreut wurden. Deshalb war ein weiterer Ausbau der Umgebung und des damit verbundenen erhöhten Zeitaufwandes nur über weitere tiefergreifende Prozessautomatisierungen realisierbar. Zum damaligen Zeitpunkt stellte jeder neu zu erstel-

► IT-Service Design Strategie der bestehenden IT-Infrastruktur / IT service design strategy of the existing IT infrastructure



lende Service eine zeitliche Belastung dar, allein aufgrund der Suche nach freien Ressourcen (z. B. einer IP-Adresse innerhalb des Netzwerkes). Darüber hinaus bestand die Anforderung seitens der Kundinnen und Kunden, dynamisch unterschiedliche Anforderungen sowie neue Datenbanktechnologien bereitstellen und betreiben zu können. Durch den Aufbau einer innovativen Containervirtualisierungsinfrastruktur wurde es unmittelbar ermöglicht, sogenannte Continuous-Integration und Continuous-Deployment (CI/CD) Pipelines einzusetzen. Diese Pipelines sind vergleichbar mit der Baulogistik: Beginnend bei den Rohstoffen (Source-Code) bis zum fertigen Gebäude (Rollout der Software) werden durch diese CI/CD Pipelines logistische Prozesse festgelegt und be-

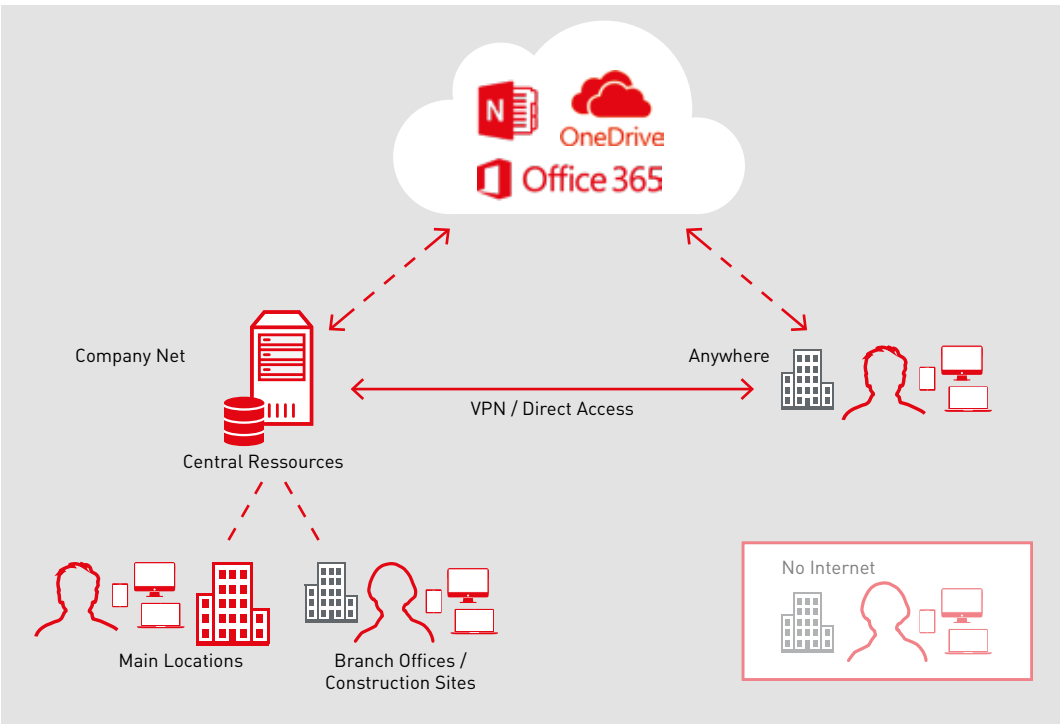


darfsgerecht bis hin zur Vollautomatisierung nachvollziehbar und vollständig protokolliert ausgeführt. Bis Ende des Jahres 2017 wurde die dritte Phase abgeschlossen, in der diese neue Infrastruktur für weitere Kundinnen und Kunden (z. B. Zentrale Technik, Unternehmensbereich Baustoffe, Konzernkommunikation) geöffnet wurde. Sie sind nun in der Lage selbständig, flexibel und nachvollziehbar ihre Ideen ohne technische Einschränkungen umzusetzen. Die Anzahl der Services konnte so ohne zusätzliche Personalressourcen bis Ende 2017 von anfangs 900 auf über 1.400 gesteigert werden. Dadurch konnte die Time-to-Market-Dauer massiv reduziert, die Nachvollziehbarkeit sowie die Reproduzierbarkeit erhöht und die Flexibilität gesteigert werden. So sind Aktualisierungen der Software in

der klassischen Umgebung nur zwei Mal pro Woche und mit Unterstützung des Operations-Teams möglich. Dagegen besteht in der neuen Umgebung die Möglichkeit beliebig, auch mehrmals täglich (bedarforientiert), Erneuerungen durchzuführen um der Kundschaft Funktionserweiterungen schneller zur Verfügung stellen zu können. Weiterhin bietet die Integration der Office 365 Services aktuell bereits rund 13.000 STRABAG-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeitern die Möglichkeit, sich untereinander auszutauschen sowie Daten und Dokumente unkompliziert miteinander zu teilen und gemeinsam zu bearbeiten. Dringende Anfragen können zukünftig über Skype4Business-Konferenzen abgewickelt werden. Skizzen und Notizen können mühelos mittels OneNote und OneDrive geteilt werden. Unterstützt durch die Implementierung einer innovativen Authentifizierungslösung basierend auf dem internationalen Security Assertion Markup Language (SAML) Standard, können Anwenderinnen und Anwender nicht nur die bestehenden Office 365 Services ohne zusätzlichen Benutzernamen und Passwort nutzen. Auch eine Anbindung weiterer externer Cloud-Dienste außerhalb des Projekts wurde ermöglicht, sofern diese den SAML Standard unterstützen.

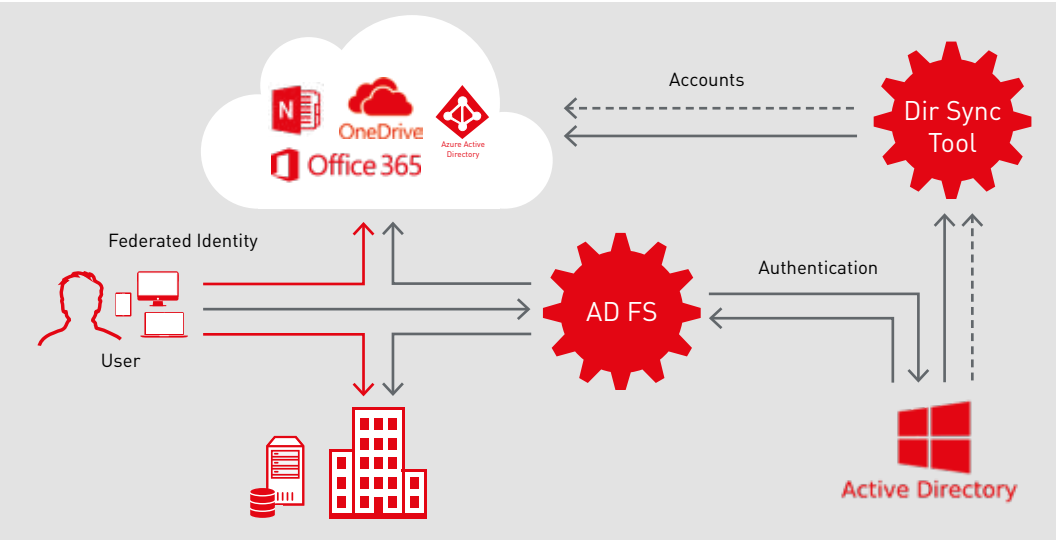
Ausblick

Für die Infrastructure-Services wird aktuell eine Erweiterung der Cloud-Infrastrukturen außerhalb Europas angestrebt, um internationale Baustellen in Chile, Kanada, Abu Dhabi oder Singapur zu unterstützen. Ergänzend zu traditionellen Messmethoden mit terrestrischem Equipment wie Laserscannern und Messfahrzeugen, setzen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des STRABAG-Drohnenkompetenzzentrums bereits heute zusätzlich auf drohnenbasierte Vermessungstechnologien. So werden beispiels-



► Standortunabhängige Collaboration-Möglichkeiten / Location-independent collaboration possibilities

► Cloud-ready Authentifizierungslösung / Cloud-ready authentication solution



weise Brückenbauwerke zur Unterstützung der Planungsarbeiten digital vermessen. Zukünftig soll die Drohnentechnik auch bei der Generierung hochwertiger 3D-Modelle aus topografischen Aufnahmen der Baustelle eingesetzt werden. Die mittels Drohnen erstellten Aufnahmen helfen dabei, schwer zugängliche Objekte und Bereiche zu dokumentieren und beispielsweise Abtragungen von Erdmaterial in lokalen Rohstofflagern zu analysieren. So können sich die Projektverantwortlichen einen konkreten Überblick darüber verschaffen, wieviel Material derzeit noch vor Ort verfügbar ist bzw. wann neue Ressourcen nachbestellt werden müssen. Aktuell müssen die Bilddaten nach der Landung der Drohne manuell auf die bestehenden Server überspielt werden. Es wird aber bereits an einer Lösung dafür gearbeitet, die Bilder noch während des Fluges

automatisiert in die Cloud zu schicken. Für die Containervirtualisierung ist unter dem Begriff Infrastructure as Code (IaC) für 2018 bereits die nächste Neuerung geplant. Das Ziel hierbei ist, die derzeit manuelle Installation der Docker-Basis-Infrastruktur vollautomatisiert und reproduzierbar vornehmen zu können – sowohl im eigenen Rechenzentrum als auch in den Rechenzentren unserer Cloud-Partner. Bei den Productivity-Services sind die Anbindung von Dropbox for Business sowie die Integration von Skype4Business in die bestehenden Polycom-Video-konferenzsysteme geplant.

INNOVATIVE IT-SERVICES

Ergebnis	• Anbindung und Nutzung innovativer Cloud-Services und -Infrastrukturen
Mehrwert	• Steigerung der Flexibilität der bestehenden IT-Infrastruktur
Unternehmenseinheit	ZB BRVZ 02: AT/International
Projektlaufzeit	März 2017 bis September 2017
Ansprechpersonen	Marco Xaver Bornschlegl, Thomas Rieg
Bearbeitung	Roman Burghardt, Sören Förster, Christian Heuff, Markus Inreiter, Mario Kleinsasser, Peter Pfeiffer, Roland Rainer, Christina Untermoser
Kooperation	Microsoft Österreich GmbH
Patente / Publikationen	• Bornschlegl, M. X.: Cloud and Mobility – Opportunities and Challenges, IDC SEE CIO Forum 2017, Portoroz, Slovenien, 20. – 22.09.2017 • Factory: Wie die STRABAG ihre Baustellen digitalisiert, https://factorynet.at/a/wie-die-strabag-ihre-baustellen-digitalisiert , 15.01.2018 • Microsoft Österreich GmbH: STRABAG: Die Baustelle der Zukunft ist digital https://news.microsoft.com/de-at/features/strabag-die-baustelle-der-zukunft-ist-digital/ , 15.01.2018 • Verlag Holzhausen: Die Baustelle der Zukunft ist digital. http://www.monitor.at/storyid/article/die-baustelle-der-zukunft-ist-digital/ , 15.01.2018

AUF
EINEN
BLICK



Neues Baustoff- und Produktionsdesign für additive Fertigungsprozesse im Bauwesen – BauProAddi

New construction materials and product design for additive manufacturing processes in the construction industry – BauProAddi

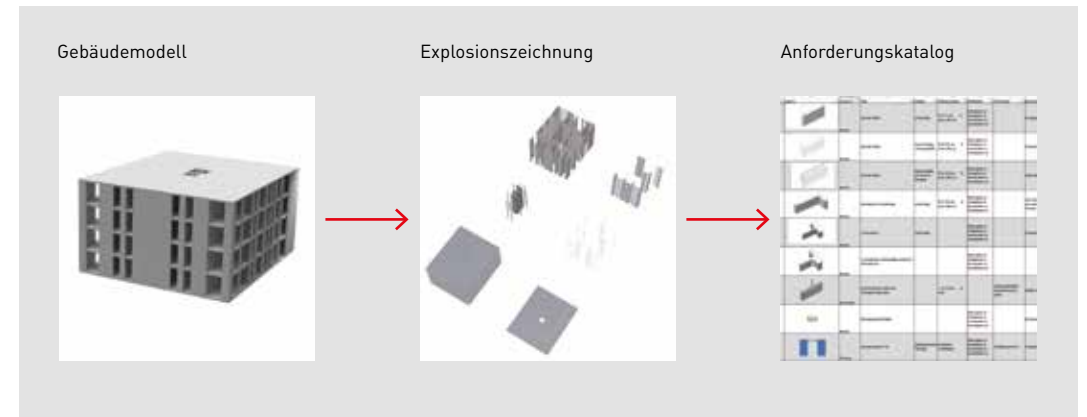
The research and development project “BauProAddi” aims at developing innovative materials for the additive manufacturing (AM) process in construction, in order to realise a high-quality and a fast production process in the building phase. Regarding material qualification, a material- and requirement-related new process and plant technology for processing the developed building materials is provided. The recognised companies working in construction industry are already looking forward to the adaption of enhanced ubiquitous digitalisation impulses. However, conventional construction industry is mainly driven by speed and cost factors and when compared to mechanical engineering the utilisation of AM in this industrial sector is underdeveloped. AM has not been implemented in the construction industry because of the rheology and the setting and hardening behavior of traditional building materials not being compatible with the new manufacturing processes. The elimination of these restrictions will result in high impact of AM in civil engineering.

Hintergrund

Der 3D-Druck, zunehmend als Synonym für die „Additive Fertigung“ verwendet, erhält seit Mitte der 90er Jahre eine erhöhte Aufmerksamkeit im Bauwesen. Erste Bauteile, bestehend aus einem Sand-Mörtel-Gemisch, wurden in Extrusionsverfahren unter dem Begriff des “Contour Crafting” hergestellt. Seither schreitet die Entwicklung dieser Produktionsverfahren rasant voran, vor allem getrieben von dem Wunsch, Baustoffe wesentlich ressourceneffizienter einzusetzen, Montageaufwände zu reduzieren sowie die Fertigungsqualität und -geschwindigkeit durch die Teilautomatisierung von Produktionsabläufen zu erhöhen. Zahlreiche Universitätsinstitute, Start-Ups und Großunternehmen haben die Entwicklung für Anwendungen im Bau bis hin zu gedruckten, mehrstöckigen Gebäuden fortgesetzt. Auch führende Schalungsbaufirmen sind Kooperationen eingegangen, um diese Technologie, die der industriellen Fertigung im Bauwesen eine neue Ausrichtung geben wird, mitzugestalten. STRABAG investiert signifikant in die modellbasierte Arbeitsweise (BIM) und muss sich dementsprechend auch mit den Grundlagen dieser Produktionsweise beschäftigen. Arbeiten mit BIM.5D bedeutet auch, dass wesentlich mehr Informationen aus dem Projektlebenszyklus in die Planungsphase aufgenommen werden, als dies traditionell der Fall war: von der Kalkulation über die Logistik bis hin zur Materialität. Daher liegt es nahe, den in der stationären Fertigung etablierten Design-to-Production-Prozess auf die Bauproduktion zu übertragen. Bei der Fertigteilherstellung erfolgt dies bereits in vereinfachter Weise, allerdings für die serielle Produktion. Die 3D-Drucktechnologie strebt also die individualisierte, flexible Produktion mit bisher ungekannten gestalterischen Möglichkeiten an. Obwohl die meisten 3D-Druck-Projekte in der Bauwirtschaft noch unter Verschluss gehalten werden, konnten weltweit 66 Vorhaben identifiziert werden, 34 davon in Europa (Quelle: H. Lund-Nielsen, “3D Concrete Printing Conference”, Kopenhagen 2017). Jedoch hat keines

der Vorhaben bisher eine relevante Marktreife erreicht. An vielen Stellen sind die richtigen Impulse erkennbar, doch noch befindet sich der 3D-Druck für die Baubranche in der Entwicklungs- und Lernphase. Fakt ist, dass das Verfahren bereits in vielen Branchen Beachtung findet und auch für die Bauindustrie ein immenses Potential birgt, das es zu untersuchen gilt.

► Aus dem digitalen Modell zum Anforderungskatalog / From the digital model to the requirement specification



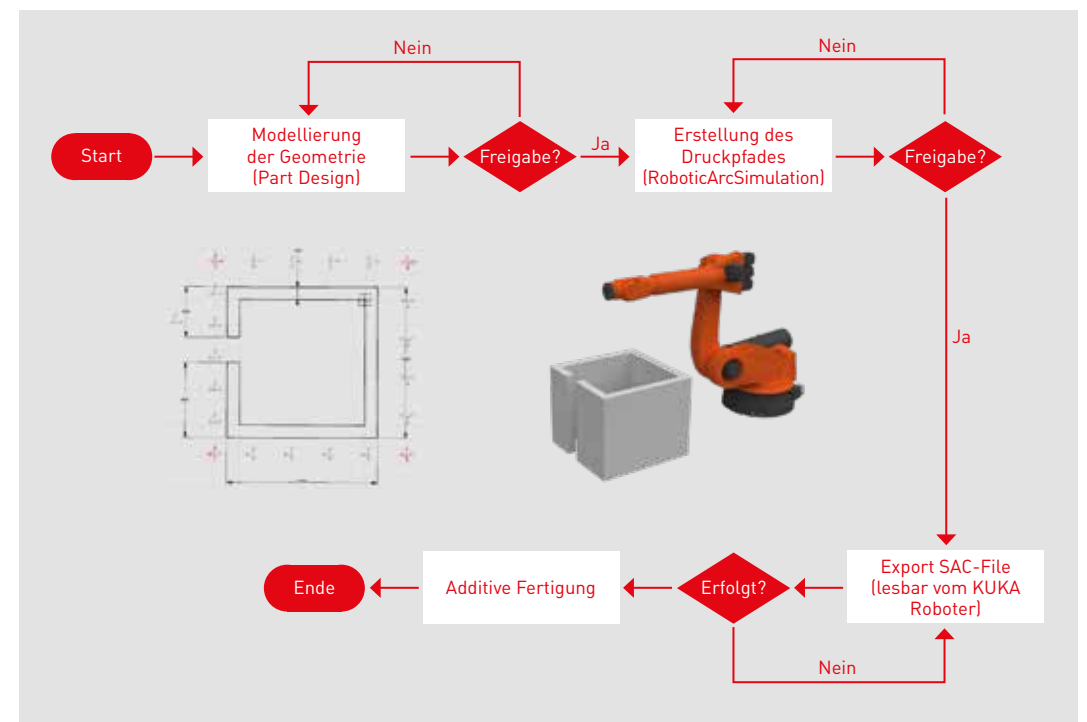
der Vorhaben bisher eine relevante Marktreife erreicht. An vielen Stellen sind die richtigen Impulse erkennbar, doch noch befindet sich der 3D-Druck für die Baubranche in der Entwicklungs- und Lernphase. Fakt ist, dass das Verfahren bereits in vielen Branchen Beachtung findet und auch für die Bauindustrie ein immenses Potential birgt, das es zu untersuchen gilt.

Projektbeschreibung

Mit dem öffentlich geförderten, internationalen Forschungsprojekt „Neues Baustoff- und Produktionsdesign für additive Fertigungsprozesse im Bauwesen“ (BauProAddi) sollen zwei Dinge erreicht werden – erstens: die Entwicklung von hochwertigen Mörteln und Betonen, die sich für den 3D-Druck eignen und einen kostengünstigen, automatisierten, additiven Produktionsprozess über die gesamte Wertschöpfungskette ermöglichen und zweitens: die Erstellung eines Demonstrators (> 1 m²), der mithilfe der entwickelten Maschinenteknik entsteht. Das Konsortium vereint starke Kompetenzen in den Bereichen Werkstoffe, additive Fertigung und Anwen-

dung. Im ersten Modul sollen zunächst neuartige Mörtel und Betone auf Basis angepasster Bindemittel sowie bauchemischer Zusatzmittel entwickelt werden. Der zu entwickelnde Baustoff muss nach dem Austritt aus der Düse gezielt erstarren und aushärten, dabei aber gleichzeitig dosier- und förderfähig sein. Nur damit kann eine materialschlüssige Verbindung zwischen den einzeln aufgetragenen Schichten gewährleistet werden. Das zweite Modul befasst sich mit der Entwicklung des Druckkopfes. Dabei soll eine Multikomponentendüse entwickelt werden, damit gewünschte Parameter, wie Druck- und Biegezugfestigkeit, Dichte, etc. eingestellt werden können. Die Verarbeitungsinformationen werden im 3D-Modell abgebildet um eine durchgängig digitale Prozesskette zu gewährleisten. Dabei sollen verschiedene Drucktechniken für die Erstellung des Demonstrators benutzt werden: ein Kleindrucker für Bauteile im Labormaßstab, ein Portaldrucker der Dimension 6 m x 4 m x 3 m sowie ein Gelenkarmroboter für komplexe, dreidimensionale Druckprozesse. Das abschließende Modul des Projekts umfasst die wirtschaftliche Bewertung der additiven Verfahren.

► Übersetzung der baubetrieblichen Anforderungen in konkrete technische Parameter / Translation of construction requirements into concrete technical parameters



Stand der Technik

Die additive Verarbeitung von Beton lässt sich zurzeit mit zwei Arten von Systemen umsetzen:

- Der Portaldrucker ist ein System, das den Druckkopf über geführte Schienen entlang Länge, Breite und Höhe steuert. Dabei geschieht der Druckvorgang innerhalb der Spannweite des Druckers, weswegen die Maße des Systems die Bauteilgröße bestimmen. Während sich dieses Verfahren bisher als die stabilste und günstigste Variante herauskristallisiert hat, birgt es den Nachteil der Ortsabhängigkeit.
- Mit kranartigen Systemen und robotischen Armen werden alle Systeme zusammengefasst, die innerhalb des Druckbereichs aus einer zentralen Plattform operieren. Der Druckkopf ist an den Roboterarm angebracht und wird über Softwarebefehle gesteuert. Folglich wird die Bauteilgeometrie durch den Aktionsradius beschränkt. Allerdings kommen noch drei weitere Freiheitsgrade im Vergleich zum Portaldrucker hinzu, die das System zwar komplexere Operationen durchführen lassen, aber dafür komplizierter Überwachungs- und Steuerungsmechanismen bedürfen, die sich negativ auf die Kosten auswirken.

Eine weitere Unterscheidung in der Klassifizierung kann in Bezug auf die Fertigung gemacht werden. Drucker, die Teil einer Vorfertigung sind, und diejenigen, die „in-situ“ operieren. Fertigteile kommen hauptsächlich von stationären Portaldruckern, während kranartige Systeme direkt auf der Baustelle eingesetzt werden.

Bisheriger Arbeitsstand

Da im Industriebau vorwiegend Fertigteile verarbeitet werden, wurden Komponenten des Wohnungsbaus in Betracht gezogen. Dabei lassen sich jegliche Bauteile in horizontale und vertikale Elemente gliedern, die im Vergleich zur modularen Hybridbauweise (Wechselspiel zwischen Fertigbauteilen und in-situ gefertigten Elementen) eine zweite Abgrenzung erlauben: Horizontale Bauteile haben hohe

Anforderungen an Toleranzen und Maßhaltigkeit, weswegen sie in der Regel vorgefertigt geliefert werden. Vertikale Bauteile können nur teilweise in einer Vorfertigung hergestellt werden und stellen somit einen Angriffspunkt hinsichtlich der Automatisierung der Baustelle durch den 3D-Druck dar. Aus diesem Grund wurden die Anforderungen an die Ausgangsstoffe für das Projekt in erster Linie an den klassischen Mauerwerksbau angelehnt. Als Abstimmungsgrundlage wurde ein Gebäudemodell erstellt, um die baubetrieblichen Anforderungen seitens der Generalunternehmen herunterzubrechen und in konkrete Parameter für die Produktentwicklung des Gelenkarmroboters zu übersetzen. In Zusammenarbeit mit der Konzerntochter TPA sind erste Eigenschaften an ein Prüfprogramm definiert worden. Um den Druckprozess und die Qualität auf der Baustelle gemäß aktuellem Normenapparat sicherzustellen, muss speziell die zeitliche Festigkeitsentwicklung des Materials untersucht werden. Hierfür hat die Technische Universität Berlin ein Gerät entwickelt, das die Druckfestigkeit an sehr jungem Material testet und dadurch erlaubt, frühe Materialoptimierungen vorzunehmen. Wie der Titel des Forschungsprojektes erahnen lässt, geht es in diesem Projekt auch um das Produktionsdesign und die damit verbundene digitale Prozesskette, die das additiv zu fertigende Objekt von der Planung bis zur Ansteuerung des Druckers begleitet. Auf der Kollaborationsplattform 3D-Experience – bereitgestellt vom assoziierten Partner Dassault Systèmes – ist es bereits möglich, Geometrieinformationen aus dem Bauteil so zu verarbeiten, dass der Verfahrensweg simuliert und in einem kompatiblen Format an den Roboter weitergegeben wird. In einer ersten Vorführung des Workflows wurde ein Roboter, der als Werkzeug einen Filzstift eingespannt hatte, angesteuert, um einen vorgegebenen Verfahrensweg vom digitalen Modell auf Papier zu bringen. Dabei wurde darauf geachtet, dass das Modell die Rahmenbedingungen des Roboters, wie z. B. horizontale und vertikale Reichweite, berücksichtigt.

Eigenschaft	Material	Probekörperform	Prüfungen
Frühfestigkeiten	Trockengemisch mit Mischanleitung	bei $GK \leq 2\text{ mm}$: Prismen (4 x 4 x 16)	Druckfestigkeit (Biegezug)
		bei $GK < 2\text{ mm}$: Würfel (15 x 15 x 15)	Druckfestigkeit
Druckfestigkeit	gedruckte Probekörper	bei $GK \leq 2\text{ mm}$: Prismen (4 x 4 x 16)	Druckfestigkeit (Biegezug)
		bei $GK < 2\text{ mm}$: Würfel (15 x 15 x 15)	Druckfestigkeit
Verformungsverhalten	gedruckte Probekörper	Zylinder bzw. Bohrkern d = 100, h = 200	E-Modul
Verbundverhalten der Lagen	gedruckte Probekörper	Würfel (15 x 15 x 15)	Spaltzug
Dauerhaftigkeit	gedruckte Probekörper	Würfel (15 x 15 x 15)	Wasseraufnahme
	gedruckte Probekörper	Würfel (15 x 15 x 15)	Wassereindringverhalten unter Druck
	gedruckte Probekörper	–	CDF
	gedruckte Probekörper	Bohrkerne (10 x 5) aus Würfel (15 x 15 x 15)	RCM

► Anforderungen an das Material / Requirements for the material

Geometrie	Beschreibung	Relevanz
	Ecke	Um eine Ecke zu drucken, muss die Zufuhrgeschwindigkeit des Materials variieren und der Druckkopf radial gedreht werden können. Mögliche Anpassung: Bogen statt Ecke.
	T-Struktur	Würde der hier abgebildete vertikale Träger zuerst gedruckt werden, müsste der Druckkopf daran andocken, um die horizontale Linie abzufahren. Problem: Genauigkeit beim Ansetzen, der Beton ist noch weich. Mögliche Anpassung: y-Struktur
	Pfeiler bzw. abgesetzter Träger	Der schmale Pfeiler muss gegen Kippen geschützt werden. Prozessseitig müsste die Materialzufuhr schrittweise abgesetzt werden. Zu definieren: Höhe, Mindestbreite

► Grundgeometrien und deren Bedeutung für die Produktentwicklung / Basic geometries and their impact on product development

Ausblick

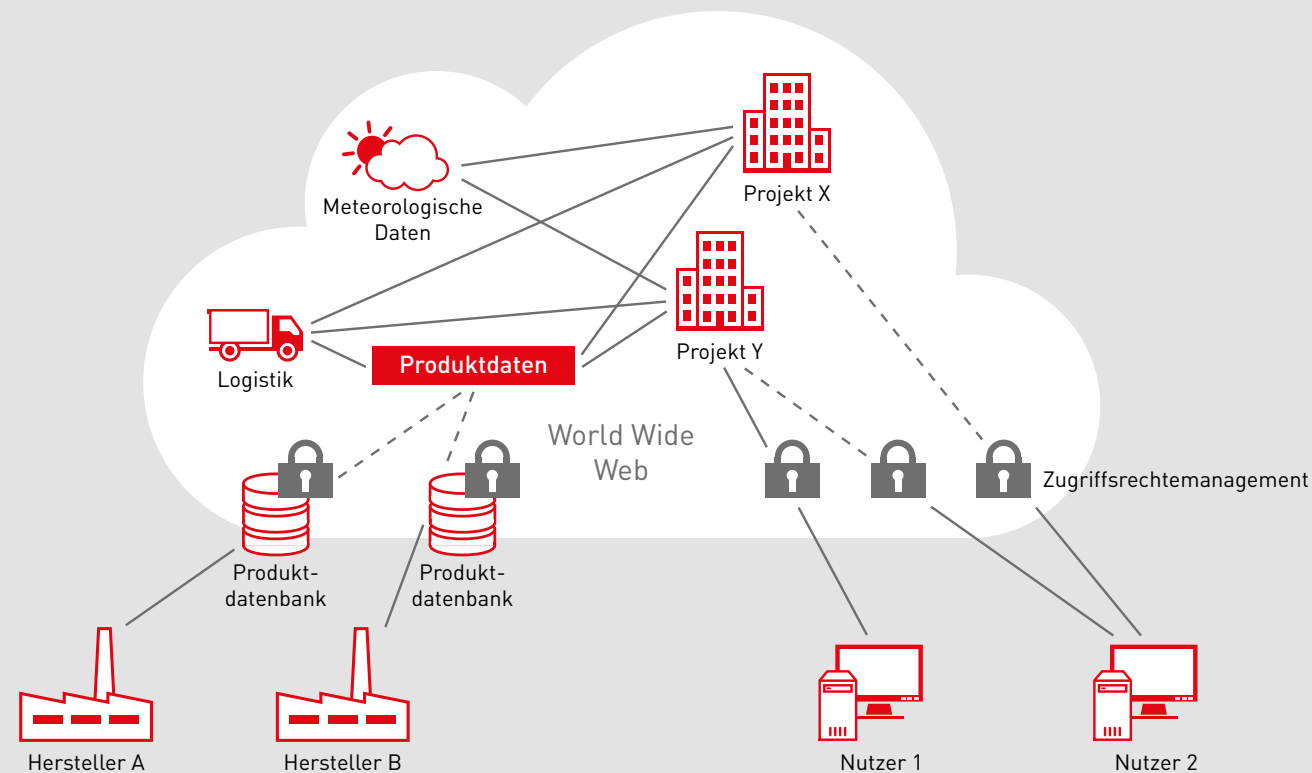
Die Herausforderung in diesem Projekt besteht in der Harmonisierung der drei Hauptgrößen: Material, Prozess und Maschine sind so eng miteinander verzahnt, dass jede Anforderung gegebenenfalls Auswirkungen auf die Produktentwicklung haben kann. Daher ist es unabdingbar, die Anforderungsspezifikation weiter zu detaillieren, um jegliche Eventualitäten vorher abzufangen und digital zu simulieren. Dadurch wird ein durchgängiger Prozess geschaffen, während die Projektkosten minimiert werden. Ziel ist es, bereits 2019 unter Testbedingungen zu drucken.

Gefördert durch / Funded by
 Bundesministerium für Bildung und Forschung

BauProAddi

Ergebnis	• Entwicklung eines additiv gefertigten Demonstrators der Größe < 1 m ²
Mehrwert	• Entwicklung von Material- und Anlagentechnik für den additiven Produktionsprozess im Bauwesen
Unternehmenseinheit	ZB Zentrale Technik 30: Konstruktiver Ingenieurbau, TBK und Digitalisierung und Software Engineering, BIM.5D®; ZB TPA 04: DE/CH/NL/ International; UB H+I Deutschland/BNL/Skandinavien 2C: Stuttgart EP
Projektlaufzeit	August 2017 bis August 2020
Ansprechpersonen	Alexander Kuhn, Dimitrios Vassiliadis
Bearbeitung	Torsten Dölle, Dr. Michael Lang, Jens Staiger, Dr. Marcus Walz, Peter Weber
Kooperation	TU Berlin, Fraunhofer IPK, Sika Germany GmbH, Opterra Zement GmbH, Kadia Production GmbH + Co, Doka GmbH, Dassault Systèmes SE

AUF
EINEN
BLICK



Plattformunabhängige Datenhaltung für geometrische Informationen – das Forschungsprojekt SCOPE

Platform-independent data storage for geometrical information – the research project SCOPE

The increasing usage of digital building models leads to the challenge on how to avoid data redundancy. Until now, there is no possibility for storing geometric, dynamic 3D information independent of CAD applications. For this reason, geometric information is transferred from one software program to the other. Within the research project SCOPE, an acronym for Semantic Construction Project Engineering, web technologies are taken as a basis instead to store geometric 3D contents. The chosen approach will strongly increase the possibilities of data management, including registering and synchronising changes. Moreover, digitalisation activities of construction-related companies will become independent on existing software applications, as interconnections will be implemented with the help of filtering and preprocessing routines.

Hintergrund

Die Verwendung digitaler Gebäudemodelle für eine zunehmende Anzahl von Softwareprogrammen für Building Information Modelling (BIM) lässt die Frage der Datenmehrfachspeicherung immer akuter werden. Es gibt im Moment keine plattformneutrale Speicherart für geometrische 3D-Informationen, die für die bestehenden Softwareprogramme verwendbar wäre. Aus diesem Grund werden bisher Modellinformationen von einem Softwareprogramm zum nächsten weitergereicht, was zu folgenden Schwierigkeiten führt:

- Die digitale Beschreibung von Bauprodukten ist abhängig von der jeweiligen Anwendung, weshalb

keine Trennung der Digitalisierungsaktivitäten von Bauproduktherstellern und Bauunternehmen stattfinden kann.

- Der geometrische Detaillierungsgrad des Gebäudemodells wird durch die Anforderungen der zur Anwendung kommenden Kette von Softwareprogrammen bestimmt und somit begrenzt. Variationen in den Anforderungen der Softwareprogramme bleiben unberücksichtigt bzw. werden geglättet.
- Ein zentrales Änderungsmanagement ist undurchführbar, solange das Gebäudemodell in verschiedenen proprietären Softwaresystemen verwaltet wird. Der Wunsch einer gleichzeitigen Bearbeitung desselben Modells von unterschiedlichen Gewerken mit unterschiedlichen Fachprogrammen muss so einer sequentiellen Arbeitsweise weichen.

Die Notwendigkeit eines plattformunabhängigen Formats für geometrische Informationen sowie einer Synchronisationsmöglichkeit mit bestehenden Softwareprogrammen liegt somit auf der Hand. Im Forschungsprojekt SolConPro wurde die Bedeutung des World Wide Webs für die Realisierung einer dezentral-vollständigen Datenhaltung herausgearbeitet, die dadurch auch nicht-hierarchisch und skriptbasiert erfolgen kann. Im Nachfolgeprojekt SCOPE, das im Juni dieses Jahres gestartet ist, wird die Umsetzung einer solchen Datenhaltung für Gebäudemodelle angestrebt. Die Ergebnisse sollen dann auch für alle anderen Daten anwendbar sein.



Gefördert durch / Funded by



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Projektbeschreibung

Aufgrund der ertragreichen Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) und dem Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen (iib) der Technischen Universität Darmstadt im Forschungsprojekt SolConPro hat sich ZÜBLIN dazu entschlossen, dieses Projektkonsortium auch für das Forschungsprojekt SCOPE beizubehalten. Die Konzerngesellschaft ITC Engineering GmbH & Co.KG (ITC) wird im Rahmen von Unteraufträgen das Projektkonsortium mit Programmierleistungen unterstützen. Als assoziierte Partner sind folgende Firmen eingebunden: Robert Bosch GmbH, PROSTEP AG, Köster Lichtplanung, WAREMA Renkhoff SE, Permasteelisa Group, Schüco International KG und Sunovation GmbH. Das Ziel des Forschungsprojekts SCOPE besteht in der Schaffung einer plattformunabhängigen Datenhaltung, die eine vollständige Beschreibung des Gebäude-modells beinhaltet. Da diese Informationsmenge selbst bei Verteilung auf viele Server im World Wide Web sehr groß werden kann, ist es essentiell, IT-Strukturen zu schaffen, die eine serverseitige Durchführung von Filter- und Vorverarbeitungsprozessen erlauben. Zudem müssen die serverseitig gelagerten Daten mit einem Zugriffsrechtssystem verbunden sein. Mit den geschaffenen Strukturen können dann Daten von jedem Baubeteiligten auf den Servern seiner Wahl erzeugt und von anderen Beteiligten verwendet werden. Je nach Datentyp (z. B. digitale Modelle von Bauprodukten) sollen dieselben Informationen später auch für andere Bauprojekte herangezogen werden können. Im ersten Arbeitspaket werden zunächst Wege untersucht, geometrische Informationen auf Produktebene im Web zur Verfügung zu stellen. Es soll dabei vollständig, dynamisch und nicht-hierarchisch vorgegangen werden. Zudem werden bereits hier zentrale Entscheidungen für das Forschungsprojekt, wie Abfrageroutinen, Datenschemata und Programmiersprachen, getroffen. Die Filter- und Vorverarbeitungsprozesse sowie die Anbindung an bestehende Softwareprogramme

sind Hauptbestandteil des zweiten Arbeitspakets. Im dritten Arbeitspaket wird die Verfahrensweise zur geometrischen Beschreibung von Produkten auf die Projektebene erweitert und ein Nutzermanagementsystem etabliert. Das vierte Arbeitspaket wird die erarbeiteten Ergebnisse anhand von Pilotgebäuden wie dem Z3-Gebäude auf dem ZÜBLIN-Campus in Stuttgart umsetzen und somit Produktbeschreibungen von Fassadenelementen via Webschnittstelle in applikationsunabhängig gespeicherte Gebäudemodelle aufnehmen. Hier werden auch die oben genannten assoziierten Partner eingebunden. Im fünften Arbeitspaket schließlich sollen die im Forschungsprojekt SCOPE erzielten Ergebnisse innerhalb und außerhalb des Konzerns gestreut werden.

Ergebnis

Im Erfolgsfall wird das Forschungsprojekt SCOPE die Voraussetzungen für eine redundanzfreie Datenhaltung schaffen. Synchronisierungs- und Aktualisierungsprobleme wegen Datenmehrfachspeicherung würden der Vergangenheit angehören. Zudem erlaubt erst die plattformunabhängige Datenhaltung eine Anbindung der Digitalisierungsaktivitäten anderer Unternehmen. Speziell Bauprodukthersteller profitieren enorm von den Projekthaltungen, da deren Digitalisierung unabhängig von der Anwenderseite durchgeführt werden kann. Für ZÜBLIN wird zu jedem Bauprojekt eine Datengrundlage geschaffen, die automatisiert zugänglich ist und deshalb für beliebige Applikationen genutzt werden kann.

Ausblick

Die Umsetzung der plattformunabhängigen Datenhaltung stellt die Voraussetzung für die konzerninterne Nutzung von Technologien wie Künstliche Intelligenz, Internet of Things oder Big Data dar. Möglicherweise werden manche dieser Technologien bereits innerhalb des Forschungsprojekts zur Anwendung kommen.

SCOPE

Ergebnis

- plattformunabhängige Verwaltung geometrischer Modellinformationen
- automatisiertes Änderungsmanagement auf Gebäudemodellebene

Mehrwert

- generelle Beseitigung der Datenredundanz
- Anbindung der Digitalisierungsaktivitäten anderer Bauunternehmen
- Voraussetzung für konzerninterne Nutzung von Künstlicher Intelligenz, Internet of Things oder Big Data

Unternehmenseinheit

ZB Zentrale Technik 30: Digitalisierung und Software-Engineering, BIM.5D

Projektlaufzeit

Juni 2018 bis Mai 2021

Ansprechperson

Dr. Wendelin Sprenger

Bearbeitung

Dawit Ghebrehiwet, Christian Nothstein, Dr. Wendelin Sprenger, Julian Wengzinek

Kooperation

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (Projektkoordination); Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen (iib), Technische Universität Darmstadt

Gutes besser machen!

Making good things better!



HOLZBAUKALKULATION BEIM SCHLÜSSELFERTIGEN BAU (2.0)

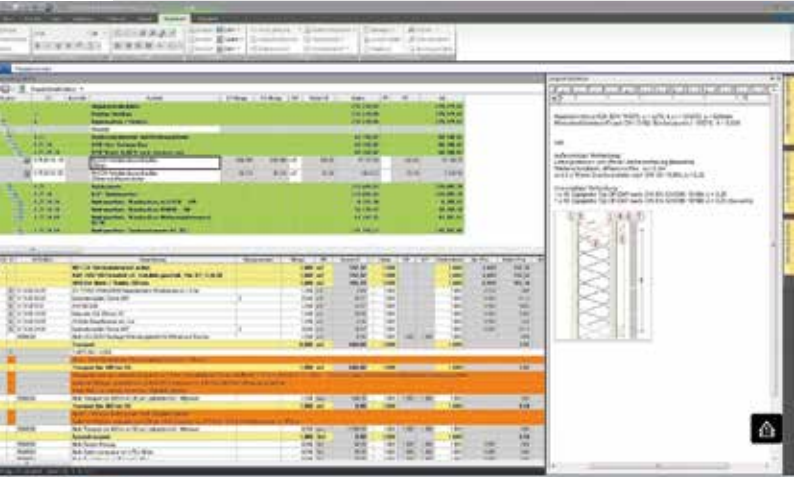
Seit 2012 arbeiten ZÜBLIN Timber und der Bereich Architektur und Schlüsselfertiges Bauen (ARS) der Zentralen Technik hinsichtlich der Kalkulation schlüsselfertiger Holzbauprojekte standortübergreifend zusammen. Aktuell werden die Kosten für Holzbauprojekte noch in einer Software kalkuliert, die speziell auf die Bedürfnisse des Holzbaus zugeschnitten ist. Anschließend müssen die Ergebnisse manuell in iTWO übertragen werden. Ziel des Projekts war deswegen die Integration der Einzelkosten von Holzbau-Teilleistungen in iTWO für die Bearbeitung von Kostenschätzungen und Angeboten im schlüsselfertigen Holzbau. Auf Basis der Bauteilkataloge des Holzbaus (z. B. Leno-Brettspertholzwände) wurde eine Musterkalkulation erstellt. Die durchgängige Kalkulation in iTWO führt nicht nur zu einer Risikominimierung durch entfallende Schnittstellen, sondern ermöglicht auch eine durchgängige Transparenz in der Kalkulation sowie im Controlling durch die bestehende Verbindung von iTWO mit dem im Konzern verwendeten ERP-System. Damit eine effektive Kostenermittlung in iTWO gewährleistet ist, sind die Kalkulationsansätze in sogenannten Bausteinen zusammengefasst. Sie bilden die einzelnen Holzbauteilschichten ab und sind in übergeordneten Bausteinen (z. B. Leno AW1-Aussenwand) zum gesamten Bauteil, inklusive Dämmungen und Verkleidungen, zusammengefasst. In diesem Jahr wurde die Musterkalkulation für den Holzrahmenbau und den Holzmassivbau aus Brettspertholz um die Brettschicht-holzbauteile von ZÜBLIN Timber ergänzt. Nach den in den Bauteilkatalogen angegebenen Werten zu Schall- und Wärmeschutz lassen sich so die passenden Bausteine im

Katalog für die Kalkulation auswählen. Zudem ist die Anpassung der Bauteilschichten durch den Austausch der Bausteine schnell zu realisieren. Durch die hierarchische Gliederung der Bauteile und deren Schichten in iTWO lassen sich diese anschließend mit Content für den Holzbau in der CAD-Modellierungssoftware Revit verknüpfen.

TIMBER CONSTRUCTION CALCULATION FOR TURNKEY CONSTRUCTION (2.0)

Since 2012, ZÜBLIN Timber and the areas Turnkey Timber Construction and Architecture and Turnkey Construction (ARS) of the Central Technical Division have been collaborating on a cross-location basis for the calculation of turnkey wood construction projects. Currently, the costs are calculated in a software that is tailored to the needs of timber construction. Then the results are manually transferred to iTWO. The aim of the project "Timber construction calculation for turnkey construction" was therefore the integration of the individual costs of the partial services of timber construction in iTWO for the processing of cost estimates and offers in turnkey timber construction. Based on the component catalogues of wood construction, e. g. Leno-laminated timber walls, a sample costing was created. The integrated calculation in iTWO not only minimises the risk by eliminating interfaces, but also enables consistent transparency in calculation and controlling through the existing combination of iTWO and the Group's ERP system. In order to ensure effective cost determination in iTWO, the calculation approaches are grouped together in so-called "building blocks". The building blocks form the individual wooden component layers and are located in higher-level building blocks, e. g. Leno AW1 outer wall, to the entire component, including insulation and cladding, combined. This year, the sample calculation for timber frame construction and solid wood construction made of cross-laminated timber was supplemented by the glued laminated timber components of ZÜBLIN Timber. After the values specified in the component catalogues for sound and thermal protection, the corresponding blocks can be selected in the block catalogue for the calculation. But also, the adaptation of the component layers can be realised fast by the exchange of the building blocks. Due to the hierarchical structure of the components and their layers in iTWO, these can be later combined with a content for timber construction in the CAD modeling software Revit.

Ansprechperson: Florian Liebenstein
ZB Zentrale Technik 30: Schlüsselfertiges Bauen, ARS



BEMESSUNGSTOOL FÜR TEXTILBETON ZUR NACHTRÄGLICHEN BAUTEILVERSTÄRKUNG

Aufgrund der Korrosionsgefahr sind bei nachträglichen Verstärkungen von Platten und Balken mit stahlbewehrtem Spritzbeton rund 8 zusätzliche cm erforderlich. Diese großen Schichtdicken reduzieren nicht nur die Raumhöhe, sondern bedeuten auch eine höhere Belastung für die Bauteile. Eine effektive Lösung stellt die Spritzbetonverstärkung mit Textilbewehrung aus Carbon dar: Da keine Korrosionsgefahr besteht, kann hier die Schichtdicke auf bis zu 2 cm reduziert werden. Bisher gibt es jedoch keine umfangreichen Zulassungen für Verstärkungen mit Textilbeton. Die einzige, bisher gültige Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (AbZ) in Deutschland gilt lediglich für einzelne Textilien und in Kombination mit speziellem Feinbeton. Um Textilverstärkungen wirtschaftlich einzusetzen, müssen aber verschiedene Textilien von unterschiedlichen Herstellern sowie handelsübliche Betone eingesetzt werden können. Versuche sollen nun zeigen, wie eine solche Verstärkung auch mit herkömmlichem Spritzbeton und anderen Textilprodukten funktioniert und was bei der Bemessung berücksichtigt werden muss. Damit kann bei Projekten zukünftig eingeschätzt werden, ob die Verwendung anderer Produkte (und damit eine Zulassung im Einzelfall) sinnvoll und wirtschaftlich ist.

DESIGN TOOL FOR SUBSEQUENT REINFORCEMENT OF STRUCTURAL ELEMENTS WITH TEXTILE-REINFORCED CONCRETE

Due to the risk of corrosion, an additional layer thickness of 8 cm is required for subsequent reinforcement of slabs and beams with steel-reinforced shotcrete. These thick layers not only reduce the room height, but also cause a higher load on the structural elements. A more effective solution is the strengthening with textile-reinforced shotcrete: Since there is no danger of corrosion, the layer thickness can be reduced to 2 cm. So far, there are no extensive approvals for reinforcements with textile concrete. The only existing General Building Inspectorate Approval (AbZ) in Germany only applies to individual textiles in combination with special fine concrete. In order to use textile reinforcements economically, it must be possible to use different textiles from different manufacturers in combination with conventional concretes. Experiments will show how such reinforcements work with conventional shotcrete and other textile products, and what has to be taken into account in the design. In the future, projects will be able to assess whether the use of other products (and thus approval in individual cases) makes sense and is cost-effective.

Ansprechperson: Sarah-Maria Diebolder
ZB Zentrale Technik 30: Konstruktiver Ingenieurbau, TBK-S





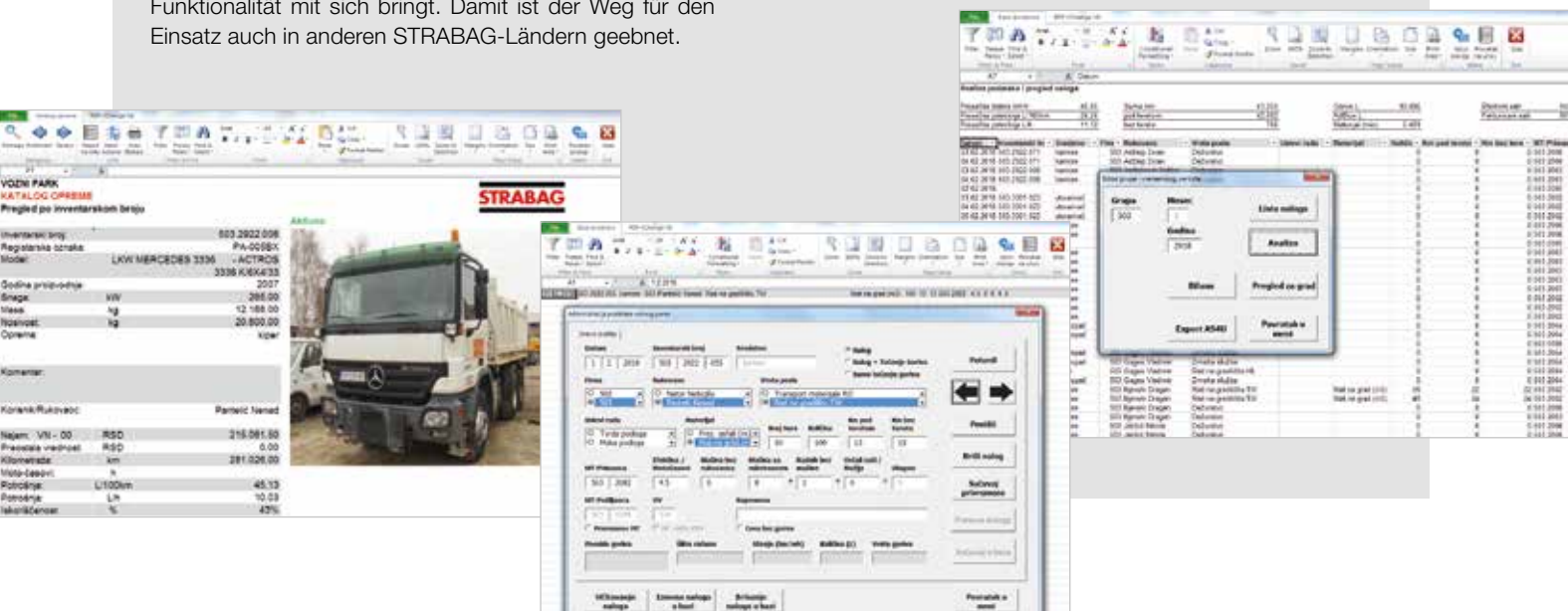
APPLIKATION FÜR DIGITALES FUHRPARKMANAGEMENT

In der Balkan-Region haben STRABAG-Firmen aufgrund zahlreicher, akut erforderlicher Straßeninstandhaltungsarbeiten einen schwer planbaren Bedarf an Fahrzeugen, Baumaschinen und Personal. Für das Fuhrparkmanagement bedeutet dies das ganze Jahr über einen hohen Administrationsaufwand: Einsatzdaten von Gerätschaft und Personal müssen täglich eingeholt werden. Anhand der gesammelten Daten müssen der Treibstoffverbrauch kontrolliert, die Effizienz geprüft, die notwendige Verrechnung der erbrachten Dienstleistungen durchgeführt und der Monatsbericht erstellt werden. Um den hohen Koordinationsaufwand zu verringern, entstand die Idee, eine übergreifende Applikation zu programmieren, die es ermöglicht, alle notwendigen Daten für einen leichten und schnellen Zugriff in einer Datenbank zu sammeln und zu sichern. Die Fahrerinnen und Fahrer sowie Geräteführerinnen und Geräteführer liefern täglich ihre Einsatzberichte, die von der Administration im Fuhrpark mittels eines Applikations-Formulars eingegeben und in der Datenbank abgelegt werden. Die Daten können anschließend schneller analysiert werden; die Berichterstellung erfolgt automatisiert. Bauleiterinnen und Bauleiter erhalten automatisch Berichte über den Geräteeinsatz auf ihren Baustellen und die zu erwartenden Kosten. Am Monatsende werden die Leistungen im ERP-System des Konzerns – ebenfalls automatisch – verrechnet: Der Export der Daten in Form von Verrechnungsscheinen wird über die Applikation erstellt und in das ERP-System importiert. Auch das Einbinden externer Daten ist bereits möglich: Treibstoffdaten können über eine Verbindung mit einem externen Treibstoff-Zapf-System aufgenommen werden. Darüber hinaus ist geplant, einen Datenimport aus dem Telematik-System der BMTI zu ermöglichen, um Treibstoffverbrauch und Betriebsstunden noch besser verfolgen zu können. Die Datenbank dient auch als aktuelle Datenbasis für den Geräte katalog. Die Applikation wurde auf Visual Basic Application-Basis in Excel entwickelt, wodurch sie ohne weitere Installation auf jedem Rechner nutzbar ist. Angewendet wird sie bislang in Serbien und Montenegro. Derzeit wird die Applikation für den Einsatz in Bulgarien weiterentwickelt, was eine Erweiterung mit mehrsprachiger Funktionalität mit sich bringt. Damit ist der Weg für den Einsatz auch in anderen STRABAG-Ländern geebnet.

APPLICATION FOR DIGITAL FLEET MANAGEMENT

In the Balkan region, STRABAG companies have an unpredictable need for vehicles, construction machinery and personnel due to the numerous, urgently required road maintenance work. For the department of fleet management, this means a high administrative effort all year round: operational data of equipment and personnel must be obtained daily. Based on the collected data, the fuel consumption and efficiency must be checked, the necessary billing of the services provided carried out and the monthly report prepared. In order to reduce the high coordination effort, the idea arose to program a comprehensive application that makes it possible to save all necessary data for easy and quick access in a database. The drivers as well as the operators of the equipment provide their operational reports daily, which are entered by the administration in the fleet by means of an application form and saved in the database. The data can then be analysed faster due to the automated report generation. The site supervisors automatically receive reports on the use of equipment on their construction sites as well as the expected costs. At the end of the month, the services are automatically billed in the ERP system of the group. The export of the data in the form of clearing notes is created by means of the application and imported into the ERP system. The integration of external data is already possible: fuel data can be recorded via a connection with an external fuel dispensing system. In addition, it is planned to enable the import of data from the BMTI's telematics system to better track fuel consumption and operating hours. The database also serves as the current database for the device catalogue. The application was developed on a Visual Basic Application basis in Excel, which makes it usable on any computer without further installation. So far, the application is used in Serbia and Montenegro. Currently, it is being further developed for use in Bulgaria, which brings an extension of the application with a multilingual functionality. The way is also paved for use in other STRABAG countries.

Ansprechperson: Sinisa Obradovic
UB SOE/UWT 3H: VWB RS/ME/MK/BG MG



EINWICKLUNG EINER AUGMENTED REALITY (AR) IM TECHNISCHEM FACILITY MANAGEMENT

Die Digitalisierung kommt nicht nur der Planung und dem Bauprozess zugute, sondern wird vor allem im Gebäudebetrieb eine Arbeitserleichterung darstellen. Denn nur ca. 20 % der Lebenszykluskosten eines Gebäudes werden für die Planung und den Bau aufgewendet, 80 % der Kosten entstehen während des Betriebs. Die Aufgaben des Facility Managements (FM) sind äußerst umfangreich und reichen vom Raum- und Umbaumanagement, über Gewährleistung, Dokumentation und Anlagenverwaltung bis hin zu Wartung und Störungsbehebung. Es ist bereits state-of-the-art die umfangreichen Daten in entsprechende computer-aided-Plattformen festzuschreiben, doch wird im technischen FM die Verortung der Anlagen und das Festschreiben von Protokollen noch immer in Papierform abgewickelt. Dies führt zu zeitintensiven Vorbereitungsmaßnahmen und Informationsverlusten. Genau hier liegt der Mehrwert der Verwendung eines digitalen Gebäudemodells. Gemeinsam mit dem STRABAG Property & Facility Management (SPFS) in Österreich und Deutschland und den Technikern des Objektes der STRABAG-Konzernzentrale in der Donau City in Wien entstand das Forschungs- und Entwicklungsprojekt „AR goes FM“. Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer Applikation für iOS- und Android-Geräte, die in der Lage ist, relevante Bauteile zu lokalisieren, darzustellen und die notwendigen Formulare direkt vor Ort zur Verfügung zu stellen. Verdeckte, wartungsrelevante Anlagen sollen durch die Applikation z. B. in einer abgehängten Decke sichtbar gemacht werden ohne diese dabei zu öffnen oder andere technische Geräte zu benutzen. Die Grundlage hierfür bietet die sogenannte Augmented Reality (AR), eine erweiterte Realität. Diese Applikation erweitert die reale um die visuelle Welt – die betrachtete Umgebung wird mit FM-Daten angereichert: Informationen wie „Position des Bauteils“, „Typ“, „zuletzt gewartet“, etc. sollen mithilfe von digitalen Formularen über das Tablet dem entsprechenden Bauteil angeheftet werden können. Die Formulare hierfür werden momentan händisch ausgefüllt und nachträglich in das FM-Tool eingetragen. In Zukunft kann die AR-App direkt vor Ort die notwendigen Formulare zur Verfügung stellen und mit einer Datenbank kommunizieren, das wird die entsprechenden Arbeitsabläufe deutlich vereinfachen. Ziel ist es, bis August 2018 für das 11. Obergeschoss des durch die SPFS betreuten STRABAG-Konzerngebäudes in Wien je eine funktionsfähige Applikation für iOS- und Android-Geräte bereitzustellen.

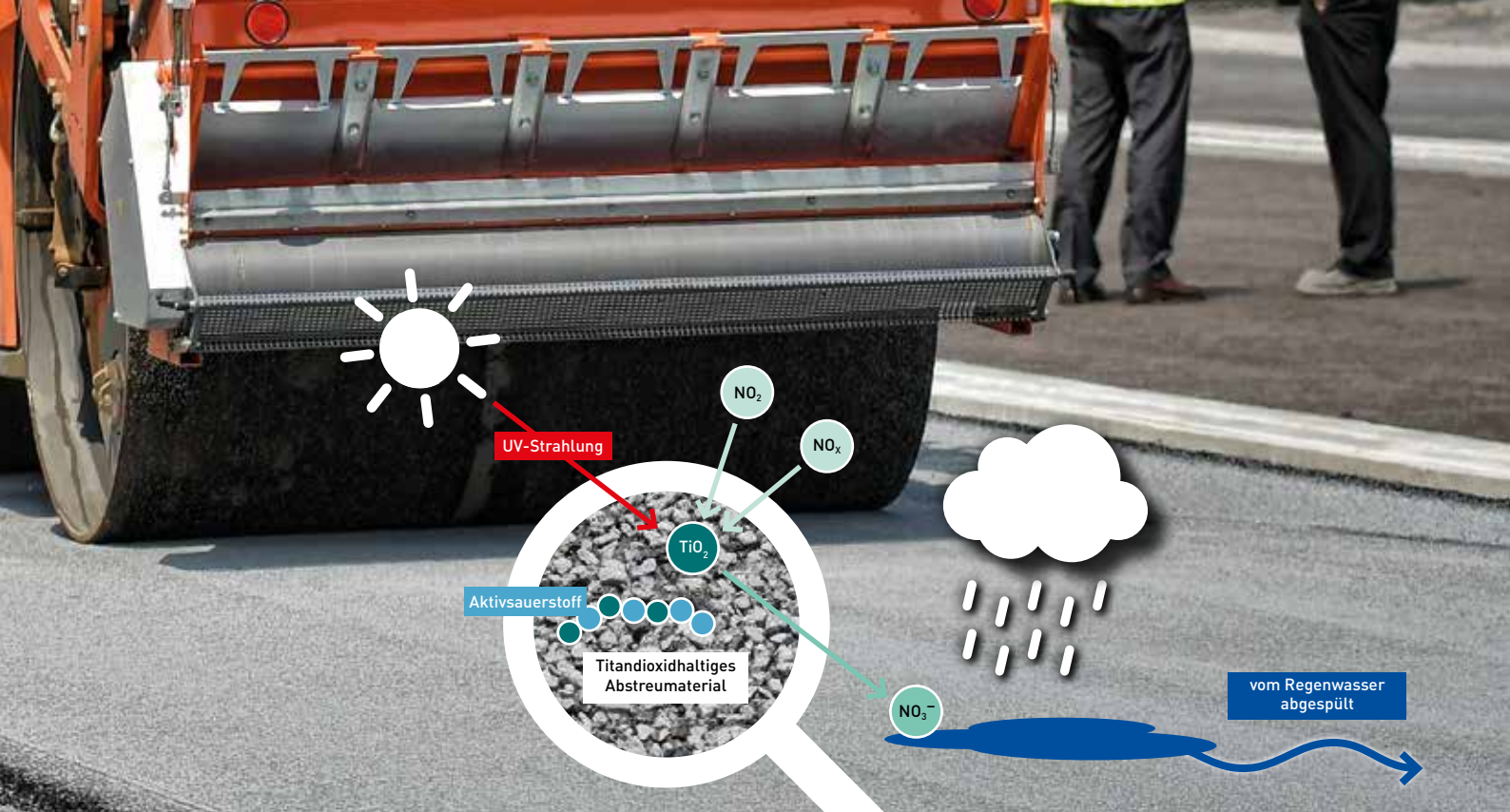
DEVELOPMENT OF AN AUGMENTED REALITY (AR) IN TECHNICAL FACILITY MANAGEMENT

Digitisation will not only foster the planning and construction process, but will also make work easier, especially in building operation. About 20 % of the life cycle costs of a building are spent on the planning and construction, whereas 80 % of the costs incurred during operation. The tasks of facility management (FM) are extremely extensive,

ranging from room and conversion management, to warranty, documentation and asset management, to maintenance and troubleshooting. It is already state-of-the-art to commit the extensive data to corresponding computer-aided platforms, but in the technical FM the location of the systems and the recording of protocols are still handled in paper form. This leads to time-consuming preparatory measures and information losses. This is precisely where the added value of using a digital building model lies. Together with the management of STRABAG Property & Facility Management (SPFS) in Austria and Germany and the technicians of the STRABAG Group headquarters building in Donau City in Vienna, the “AR goes FM” research and development project was established. The aim of the project is to develop an application for iOS and Android devices that is able to localise relevant components, present them and provide the necessary forms directly on site. Concealed, maintenance-relevant systems should be protected by the application e.g. be made visible in a suspended ceiling without opening it or to use other technical devices. The basis for this is provided by so-called Augmented Reality (AR). This application extends the real to the visual world: the environment is enriched with FM data offering information such as “position of the component”, “type”, “last serviced”, etc., using digital forms which can be attached to the corresponding component on the tablet. The forms for this are currently filled out manually and subsequently entered in the FM tool. In the future, the AR app can provide the necessary forms locally and communicate with a database, which will considerably simplify the corresponding workflows. The goal is to provide a functional application for iOS and Android devices for the 11th floor of the STRABAG Group building in Vienna by August 2018.

Ansprechperson: Nedžad Sabanovic
ZB Zentrale Technik 30: Digitalisierung und Software Engineering





Nachhaltiger HighTech-Asphalt: Schadstoff- und lärm mindernd – NaHiTAs
Sustainable HighTech-Asphalt: reducing noise and air pollutants – NaHiTAs

The objective of the NaHiTAs project is the development of a sustainable asphalt surface, through collaboration between large companies, small and medium enterprises (SMEs) as well as universities. The innovative project developments shall foremost enable the integration of photocatalytic properties into the road surface with the aim of reducing air pollution. Additionally, customised processing and monitoring techniques shall be developed, traffic related noise levels minimised and design durability optimised, further improving the asphalt surface. The new and innovative solutions developed within the scope of the NaHiTAs project shall optimise the construction quality while sustainably improving the quality of life in areas with heavily trafficked roads.

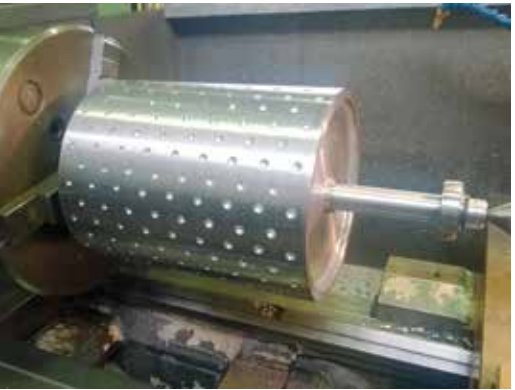
Hintergrund

In deutschen Städten wirken die stetig wachsenden Verkehrszahlen zunehmend belastend auf die Umwelt und die Gesundheit der Menschen. Zwei schwerwiegende Aspekte dieser Belastung sind die verkehrsbedingt hohen Stickoxidgehalte in der Luft und die starke Lärmentwicklung entlang der Straßen; an beiden Stellen soll das Forschungsprojekt NaHiTAs (Nachhaltiger High-Tech Asphalt) für Linderung sorgen: Das Ziel ist die Erarbeitung einer nachhaltigen Fahrbahnoberfläche aus Asphalt, die sowohl stickoxid- als auch lärm mindernde Eigenschaften aufweist.

Projekt

Wie zuletzt in der Konzernbrochure Research, Development, Innovation 2016/17 (S. 78/79) berichtet, soll auf die Oberfläche der Asphaltfahrbahn eine spezielle, synthetische Gesteinskörnung auf-

gebracht und dauerhaft in die Deckschicht eingebunden werden. Als Besonderheit enthält diese Gesteinskörnung Titandioxid (TiO₂), das als photokatalytisch aktives Material Stickoxide in der Luft abbauen kann. Weiterhin werden Konzepte und Methoden zur Erhaltung und Verbesserung lärm mindernder Eigenschaften bestehender dichter Deckschichten erarbeitet. Durch das Aufbringen der photokatalytisch aktiven Gesteinskörnung auf die Asphaltfahrbahn können die Stickoxide (Stickstoffmonoxid NO, Stickstoffdioxid NO₂) in der Luft in harmloses Nitrat umgewandelt werden. Über die natürliche Witterung (z.B. Regen) werden die Nitrate wieder von der Fahrbahn abgewaschen. Die Menge des gebildeten Nitrats liegt dabei merklich unterhalb der geltenden Grenzwerte, sodass keine negativen Umweltauswirkungen zu befürchten sind. Die lärm mindernden Eigenschaften der Fahrbahn sollen durch eine gezielte Anordnung der Gesteinskörner auf der Fahrbahn erreicht werden. Für die zielgerichtete Positionierung der Gesteinskörner wurde



► Konstruktion der Einzelkornablegeeinrichtung / Construction of the individual chip laying device



◀ Aufbringen des innovativen Abstreumaterials auf einer Untersuchungsstrecke / Applying the innovative chip material on a test road

► Straßencanyon: Testfeld zur Untersuchung der Photonen effizienz unter realitätsnahen Bedingungen / Road Canyon: Test area for determining the photocatalytic efficiency under conditions close to those expected in reality



eine Einzelkornablegeeinrichtung erarbeitet, mit der die Körner durch eine speziell geformte Walze an einer definierten Position abgelegt werden können. Darüber lässt sich eine definierte Oberflächentextur herstellen, die sowohl durchgehend lärm mindernd als auch dauerhaft ist. In Einbautests auf den Geländen von Projektpartnern wurde insbesondere die photokatalytische Aktivität der Fahrbahnoberfläche untersucht. Als Nachbildung einer natürlichen Straßenschlucht wurde zu diesem Zweck ein Straßen-

canyon mit zwei Teilbereichen errichtet, um photokatalytisch aktive und photokatalytisch inaktive Materialien miteinander vergleichen zu können. Mit diesem Versuchsaufbau lässt sich die stickoxidreduzierende Wirkung der Fahrbahnoberfläche unter realitätsnahen Bedingungen messen. Die Bewertung der photokatalytischen Aktivität erfolgt sowohl mithilfe des standardisierten Verfahrens nach DIN ISO 22197-1, als auch in speziellen Feldversuchen, in denen bereits mittlere Abbauraten der erarbeiteten Asphaltdeckschicht von 13,8 % für NO₂ (Maximalwert bei optimalen Witterungsbedingungen: 25,8 %) festgestellt werden konnten.

Ausblick

Im weiteren Verlauf soll der Einbauprozess grundsätzlich optimiert werden. Geplant ist die Einrichtung verschiedener Automatisierungs- und Überwachungsfunktionen um während des Einbaus über die kontinuierliche Rückkopplung zwischen Ist- und Soll-Zustand der Asphaltfahrbahn eine frühzeitige Fehlerkorrektur zu ermöglichen. Für das zweite Halbjahr 2018 ist zudem ein Demonstrationseinbau als Projektabschluss geplant.

Gefördert durch / Funded by



Bundesministerium für Bildung und Forschung

► Messgeräte zur Messung der Stickstoffdioxidkonzentrationen der aktiven und inaktiven Fläche / NO_x Analyzers for measuring the concentrations of nitrogen oxides from the active and inactive fields



NaHiTAs

Ergebnis

- titandioxidhaltiges Abstreumaterial (photokatalytisch aktiv) wandelt durch UV-Einstrahlung Stickoxide aus der Luft in harmloses Nitrat um
- gezielte Anordnung der Gesteinskörner führt zu lärm mindernden Fahrbahneigenschaften
- schadstoff- und lärm mindernder Asphalt

Mehrwert

- Abbau von Luftschadstoffen
- Reduzierung des Verkehrslärmpegels

Unternehmenseinheit

ZB TPA 04: DE/CH/NL/International; ZB BMTI 01: DE/BNL/DK; UB VWB Deutschland 6H

Projektlaufzeit

Juli 2015 bis Dezember 2018

Ansprechperson

Martin Muschalla

Bearbeitung

Sebastian Czaja, Kurt Graham, Martin Muschalla

Kooperation

TU Berlin, TH Köln, Universität Kassel; F. C. Nüdling Betonelemente GmbH und Co. KG; Asphalta Prüf- und Forschungslaboratorium GmbH; Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH und Co. KG; Müller-BBM GmbH, Bomag GmbH; MOBA Mobile Automation AG

AUF EINEN BLICK



◀ ZÜBLIN-Mooswände in Ludwigsburg / ZÜBLIN moss test panels at Ludwigsburg

► Graues Zackenmützenmoos (Racomitrium canescens) / Racomitrium moos

MoosTex Forschungsprojekt – Mit Mooswänden gegen Feinstaub

MoosTex – Moss wall system for particulate matter reduction

Particulate matter (pm) is a serious worldwide health issue to humans living in big densely populated cities. To reduce the pm hazard in cities ZUEBLIN developed an innovative moss panel system. A report about the modular system and its capabilities has already been published in the 2015/2016 Research, Development, Innovation brochure. To complete the development and for optimal exploitation of the moss system ZUEBLIN has started together with two partners the research project MoosTex. Contents of MoosTex are the cultivation of different moss species in combination with an intelligent watering system, verification of the pm absorption capacity and in situ system tests under realistic environmental conditions at different locations.

Hintergrund

Die gesetzlichen Grenzwerte des nachweislich gesundheitsschädlichen Feinstaubs werden in vielen Großstädten Deutschlands regelmäßig überschritten. Zu hohe Feinstaubkonzentrationen sind inzwischen aber zu einem weltweiten Problem in großen dichtbesiedelten Metropolen geworden. Eine innovative Möglichkeit, die Feinstaubbelastung zu verringern, bieten Wände mit Moosoberfläche. Über das von ZÜBLIN für Verkehrswege entwickelte Wandsystem mit Moosoberfläche wurde bereits in der 2015/2016 Ausgabe der Konzernbrochure Research, Development, Innovation berichtet.

MoosTex Forschungsprojekt

Um das Potential der Mooswände optimal auszuschöpfen und das System zur Serienreife fertig zu entwickeln, wurde im Frühjahr 2017 das Forschungsprojekt MoosTex gestartet. Projektpartner

der Ed. Züblin AG in dem auf drei Jahre ausgelegten Projekt sind das DITF – Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung und die Helix Pflanzen GmbH. MoosTex wird durch das Förderprogramm „ZIM – Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie gefördert. Projektziel ist es, ein mit Moosen besiedeltes, modulares Wandsystem zur Feinstaubbindung zu entwickeln, das in urbanen Räumen mit hoher Verkehrsbelastung flexibel und wirtschaftlich eingesetzt werden kann. Dabei reduzieren die Mooswände nicht nur den Feinstaubgehalt in der Luft, sondern tragen gleichzeitig zu Lärmschutz und Biodiversität bei. Im Projekt werden zur Sicherstellung einer optimalen Funktionalität der Moose verschiedene Moosarten und Bewässerungssysteme bei unterschiedlichen Umweltbedingungen getestet. Ein maßgeblicher Bestandteil ist hierbei auch die Entwicklung einer schnellen Anzuchtmethode für unterschiedliche Moosarten. Untersuchungen zur Verifizierung der Feinstaubaufnahme der Moose sind ebenfalls Teil des Projekts. Zur Erreichung dieser Ziele wurde das Forschungsprojekt in die folgenden Arbeitspakete untergliedert:

- Aufbau von Testwänden im Großraum Stuttgart und Erprobung der Module unter unterschiedlichen realen Witterungsbedingungen.
- Züchtung geeigneter Moose und Moosmischungen für unterschiedliche Himmelsausrichtungen und variable klimatische Bedingungen.
- Entwicklung und Durchführung einer Messmethodik zur Abschätzung der Feinstaubaufnahmekapazität.
- Entwicklung und Test geeigneter textiler Funktionsstrukturen.



- Besiedlung der textilen Strukturen mit den gezüchteten Moosen und Installation in die Panels.
- Entwicklung eines geeigneten Bewässerungskonzeptes für die Erhaltung der Vitalität der Moose.
- Konstruktive Optimierungsmaßnahmen am Wandsystem.
- Schalltechnische Bewertung des fertigentwickelten Systems.
- Entwicklung eines Pflegekonzeptes für die Feinstaubwände.

Aktueller Projektstand

Im April 2017 starteten die Entwicklungsarbeiten bei MoosTex. In der ersten Phase wurde die Anzucht verschiedener Moosorten im Labor erfolgreich durchgeführt. Parallel zur Anzucht im Labor erfolgten erste Versuche mit verschiedenen textilen Strukturen, die als Trägermaterial und zur Wasserverteilung für die Moose dienen. Bis Ende 2017 wurden insgesamt zehn Testwände mit jeweils vier übereinander angeordneten Feinstaubmodulen aufgebaut. Drei Testwände wurden auf dem Gelände des ADAC in Stuttgart am Neckartor errichtet, vier Wände in Ludwigsburg entlang der Bundesstraße B27 im Stadtteil Eglosheim sowie jeweils eine Wand auf dem Gelände der Projektpartner DITF und Helix. Die Ausrichtung



der Testwände erfolgte hierbei in unterschiedlichen Himmelsrichtungen. In der ersten Projektphase wurden die Module mit einer im Handel erhältlichen Moosorte bestückt und regelmäßig händisch mit einem Druckbestäuber bewässert.

Ausblick

Im weiteren Projektverlauf sollen die laborgezüchteten Moose auf den textilen Strukturen kultiviert und möglichst schnell flächenmäßig vermehrt werden. An den Testwänden werden dann Schritt für Schritt die Module mit verschiedenen gezüchteten Moosen eingesetzt. Die anschließende Testphase soll dann Erkenntnisse liefern, welche Moosorte bei welchen Witterungsbedingungen und mit welchem Bewässerungskonzept am besten funktioniert. In dieser Projektphase werden auch die Messungen zur Verifizierung der Feinstaubaufnahme und finale konstruktive Systemanpassungen durchgeführt.

Gefördert durch / Funded by



Bundesministerium für Wirtschaft und Energie



► ZÜBLIN-Feinstaubmodul / ZÜBLIN pm-panel



MOOSTEX FORSCHUNGSPROJEKT

Ergebnis

- modulares, mit Moosen besiedeltes neuartiges Wandsystem zur Feinstaubbindung und Lärmschutz

Mehrwert

- Wandsysteme entlang von Straßen- und Schienenwegen
- in Weiterentwicklung Anwendung im Fassadenbereich
- Mehrwert durch Kombination von Feinstaubbindung, Lärmschutz, Beitrag zur Biodiversität und hoher Systemflexibilität als Beitrag zur Luftverbesserung und Erhaltung der Mobilität in Großstädten

Unternehmenseinheit

UB H+I Deutschland 2C, ZB Zentrale Technik 30: E&I

Projektlaufzeit

April 2017 bis März 2020

Ansprechperson

Andreas Kugler

Bearbeitung

Dr. Frédéric Hilchenbach, Andreas Kugler

Kooperation

DITF Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung, Denkendorf; Helix Pflanzen GmbH

Patente

Patente in Europa und China angestrebt, Designschutz angemeldet

▼ Feinstaubalarm in Stuttgart / Particulate matter warning at Stuttgart



AUF EINEN BLICK



Reduktion der Asphaltmischguttemperatur sowie des CO₂-Ausstoßes mithilfe des Zusatzprodukts Sasobit Redux

Reduction of asphalt mix temperature and CO₂ emissions with the help of the additional product Sasobit Redux

Since 2005, the STRABAG subsidiary BHG Bitumenhandelsgesellschaft has been the distribution partner of Sasol Wax GmbH in Hamburg. Against the background of environmental and climate protection, the demands placed on asphalt mixing plants with regard to the reduction of CO₂ emissions and energy consumption continue to rise. In addition, the requirements for ageing resistance of asphalt and flexibility in production are also increasing. To counter these challenges, the distributors have jointly developed a new product within the Sasobit family: Sasobit Redux. By using this new product, the addition of reclaimed asphalt can be increased without increasing the temperature during both cold and hot additions. Likewise, the addition of Sasobit Redux has no negative impact on the binder properties.

Hintergrund

Seit 2005 ist die STRABAG-Tochter BHG Bitumenhandelsgesellschaft Vertriebspartner in Österreich, Tschechien und Ungarn der Sasol Wax GmbH aus Hamburg. Ein Produkt, das u. a. gemeinsam vertrieben wird, ist ein Fischer-Tropsch-Wachs mit der Handelsbezeichnung Sasobit. Dieses Produkt bietet den Vorteil, die Standfestigkeit von Asphalt signifikant zu erhöhen und die Einbautemperatur zu verringern, ohne dabei den Einbau zu erschweren. Einsatz findet es hauptsächlich bei Pistensanierungen an Flughäfen, Spezialflächen mit besonderen Beanspruchungen sowie Autobahnsanierungen. Der weltweit durch den Menschen verursachte, steigende

CO₂-Ausstoß ist eine Ursache für den Klimawandel. Vor diesem Hintergrund steigen die Anforderungen an die (Bau-)Industrie, Energie und CO₂ bei der Herstellung von Asphalt zu reduzieren. Gleichzeitig fordert das Kreislaufwirtschaftsgesetz die Wiederverwendung von Ausbauasphalt. Je mehr Ausbauasphalt dem Mischgut zugegeben wird, desto höher muss jedoch die Gesteinstemperatur erhöht werden. In der Folge führt das zu einem höheren Energiebedarf und erhöhten Emissionswerten. Neben den Anforderungen zur Wiederverwendung von Ausbauasphalt steigen auch die Anforderungen an die Alterungsbeständigkeit von Asphalt und an die Flexibilität bei der Produktion. Wenn Asphalt altert, steigt die Steifigkeit des Bindemittels und damit auch das Risiko der Rissbildung durch thermische Beanspruchung und Ermüdung. Bei einer Temperaturerhöhung von nur 10° C verdoppelt sich die Alterungsrate des Bindemittels.

Projektbeschreibung

Um diese Herausforderungen zu meistern, haben die Vertriebspartner gemeinsam ein neues Produkt innerhalb der Sasobit-Familie entwickelt: Sasobit Redux. Durch Einsatz dieses neuen Produkts kann die Zugabe an Ausbauasphalt ohne Temperaturerhöhung sowohl bei Kalt- als auch bei Warmzugabe gesteigert werden. Ebenso hat die Zugabe von Sasobit Redux keinen negativen Einfluss auf die Bindemiteleigenschaften. In umfangreichen Untersuchungsreihen wurden zunächst im Labor einige Varianten des neuen Produkts hinsichtlich seiner

Eigenschaftsänderungen getestet. Nach tiefgreifenden Materialuntersuchungen an der TU Braunschweig und bei der TPA wurden die Ergebnisse auf Praxistauglichkeit auf der Straße getestet. Auf einem Teilbereich der Strecke Tereschau über Biskoupka nach Wejwanow in Tschechien wurde eine Vergleichsuntersuchung zwischen einem Sasobit Redux modifizierten und einem durch Schaumbitumen veränderten Asphalt durchgeführt. Das fertig additivierte Bindemittel wurde von der firmeneigenen Modifizierungsanlage in Bruntal (Tschechien) hergestellt. Die Untersuchungen wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes der Universität in Prag durchgeführt. In Österreich wurden einige Probestrecken im Raum Fürstenfeld in der Steiermark nach Rücksprache mit der Einbaufirma sowie Verantwortlichen der Asphaltmischanlage im September 2017 realisiert. Bei den Baumaßnahmen in Österreich wurden 180 t des Asphaltmischguts „AC 16 Deck“ mit 20 % Recyclinganteil bei reduzierter Temperatur gemischt und eingebaut. Hierbei wurden Gasverbrauch und Mischtemperatur der Anlage gemessen. Des Weiteren wurden von der TPA zerstörungsfreie Raumdichtemessungen (sogenannte Troxlermessungen) durchgeführt, um die Verdichtung in der fertigen Asphalt-schicht zu messen. Aufgrund der festgestellten Daten wurden Berechnungen bezüglich Energieeinsparungen sowie CO₂-Reduktion bei unterschiedlichen Energieträgern sowie eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt.

Ergebnisse

Bei den Voruntersuchungen im Labor wurden die Misch- und Einbauqualitäten unter anderem mittels Walzsektorverdichtungsgerät überprüft. Die Resultate lassen darauf schließen, dass durch den Einsatz von Sasobit Redux die Verarbeitbarkeit bei reduzierter Temperatur von 30 °C gleich oder sogar verbessert wird. Wie bereits angeführt, hat eine höhere Mischtemperatur einen negativen Einfluss auf die Bindemittelqualität und dadurch auch auf die Dauerhaftigkeit des Asphalts. Durch eine Temperaturabsenkung von 30 °C reduziert sich die Kurzzeitalterung um ca. 7–11 % und die Langzeital-



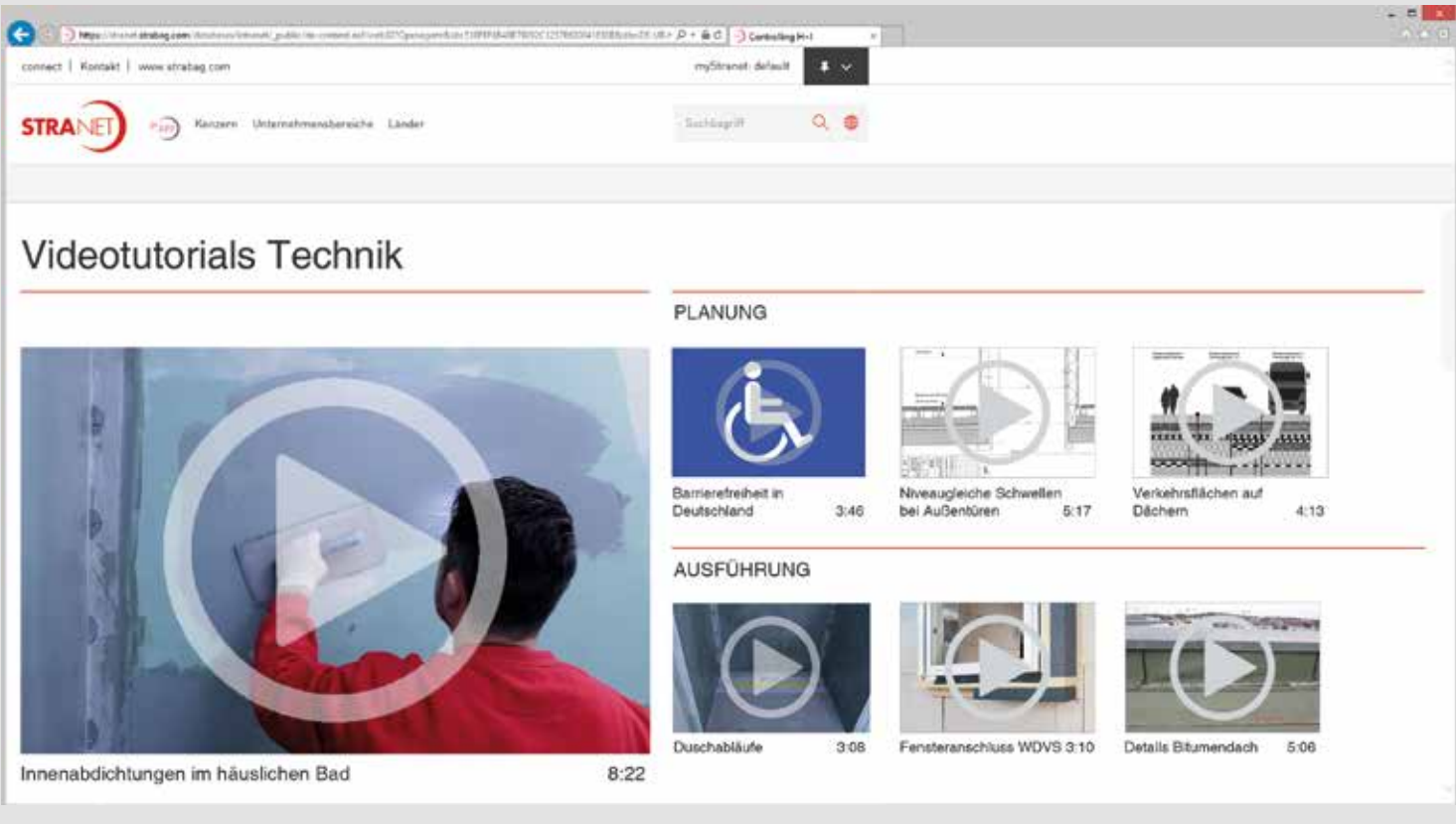
terung um ca. 5–7 %. Die Untersuchungen in Tschechien zeigen einen verbesserten Alterungsindex, eine geringere Wasserempfindlichkeit sowie eine gleichwertige Wärmestandfestigkeit im Vergleich zur Strecke, die mit Schaumbitumen hergestellt wurde. Bei der Baumaßnahme in Österreich konnte die Mischtemperatur um 14 °C reduziert werden. Bei der Mischanlage zeigten sich keine negativen Auffälligkeiten. Die Verdichtungswerte sowie der Hohlraumgehalt der fertigen Schichten wurden gemäß der Richtlinie RVS 08.97.05 (2010) erfüllt. Der Gasverbrauch konnte um rd. 19 % reduziert werden, die CO₂-Emissionsreduktion lag bei ca. 7 %. Die aus den vorliegenden Ergebnissen abzuleitenden Berechnungen ergeben, dass der kalkulierte Gasverbrauch bei 30 °C Temperaturabsenkung im fertigen Asphaltmischgut um bis zu 38 % reduziert werden kann. Die Mehrkosten durch das Produkt können durch Einsparungen bei den Energieträgern zum größten Teil substituiert werden.

Ausblick

Bei der Asphaltmischanlage der Deutschen Asphalt wird 2018 eine kontinuierliche Messung von CO₂-Emissionen installiert. Hier werden weitere Untersuchungen durchgeführt bzw. weitere Strecken eingebaut, um die bis jetzt sehr positiven Ergebnisse zu bestätigen.

CO₂-REDUZIERTES BITUMEN

Ergebnis	• Reduktion der CO₂-Emissionen an der Asphaltmischanlage • höhere Flexibilität bei den Recyclingquoten • reduzierte Bindemittelalterung
Mehrwert	• Einsparung von Energiekosten • höhere Asphaltalterungsbeständigkeit
Unternehmenseinheit	UB Baustoffe 6V: Dämmstoffe/Bitumenhandel, Bitumenhandelsgesellschaft GmbH & CO KG; UB VWB Deutschland 6H: Baustoffe DI; UB H+I/VWB Österreich 6C: Kärnten/Steiermark AC; ZB TPA 04
Projektlaufzeit	Januar 2015 bis Dezember 2017
Ansprechperson	Horst Mocker
Kooperation	Sasol Wax GmbH, Hamburg



E-learning Schulungsprogramm und Online-Videotutorials „Technische Grundlagen für Hochbauprojekte“

E-learning course and online video tutorials “Technical basics for building construction”

In this development project two pilot video tutorials and e-learning courses have been produced. The videos and e-learning courses are thematically linked. Due to the experiences in many building projects the topics “accessibility” and “waterproofing in domestic bathrooms” were chosen. The e-learning courses will be provided via the intranet in the Group’s Training Academy. The goal is to build up an e-learning course series and a video tutorial platform on the intranet.

Hintergrund
Die Abteilung Controlling UB 2C betreibt für den Konzern in Deutschland Wissensmanagement mit Schwerpunkt Hochbau. Dabei wird intern sowie extern gewonnenes Wissen über Bautechnik, Planung und Projektabwicklung strukturiert gesammelt, ausgewertet und verdichtet in Schulungen und Arbeitsmitteln den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern wieder zur Verfügung gestellt. Das bestehende Präsenz-

Schulungsprogramm wird um ein E-learning-Schulungsprogramm „SF-Basics“ erweitert, das auch Videotutorials umfasst. Im Intranet können dann E-learning-Kurse und Videotutorials jederzeit und von überall abgerufen werden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass bei Hochbauprojekten immer wieder ähnliche Fehler gemacht werden und insbesondere das Nichtbeachten von Grundlagen der allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) zu immer wiederkehren Mängeln führt. Die Behebung dieser Mängel zieht einen hohen personellen und somit finanziellen Aufwand im Konzern nach sich. Deshalb soll wesentliches Grundlagenwissen zur Bautechnik, aber auch zu einzelnen Prozessen im Schlüsselfertigbau vermittelt werden.

Projektbeschreibung
In den beiden Entwicklungsprojekten wurden jeweils zwei Pilot-Kurse bzw. Pilot-Videos erstellt, die thematisch verbunden sind. Es wurden folgende



► Videotutorial: Barriere-freies Bauen / Video tutorial accessibility of buildings
►► Videotutorial Innenab-dichtung im häuslichen Bad / Video tutorial waterproofing in domestic bathrooms



◀ Konzept einer Intranetseite für Videotutorials / Concept of an intranet-page for video tutorials

Themen ausgewählt, die immer wieder zu Problemen in Bauprojekten führen:
1. Barrierefreiheit in Deutschland
2. Innenabdichtung im häuslichen Bad
Mit Unterstützung der Bereiche BRVZ und Human Resources Development wurden die Inhalte in einer Software zur Erstellung von E-learning-Kursen zusammengestellt. Die Kurse sind jeweils so aufgebaut, dass im ersten Teil das technische Wissen zu den a. a. R. d. T. vermittelt wird. Hierbei werden verschiedene Wissensvermittlungsstrategien kombiniert: klassisch über Text und Grafiken, aber auch mittels Videotutorials und Frage-Antwort-Spielen. Im zweiten Teil folgt stets ein Multiple-Choice-Test, in dem das erlangte Wissen überprüft werden kann. Dabei wird darauf geachtet, dass zuvor erlangtes Wissen kombiniert angewandt werden muss. Die beiden Videotutorials wurden bewusst mit zwei verschiedenen Techniken erstellt, um möglichst viel Erfahrung zu den Möglichkeiten von Videos in der Wissensvermittlung zu erlangen. Das Videotutorial zur Barrierefreiheit ist im Comic-Stil animiert und lenkt anhand einer kleinen Geschichte den Blick auf die Hauptproblempunkte. Das zweite Video zeigt weitgehend die handwerkliche Ausführung von Innenabdichtungen. Es wurde auf der Baustelle gefilmt und um Grafiken und Texte ergänzt.

► Startbildschirm E-learning / Frontcover e-learning

Ergebnis
Der erste E-learning-Kurs „Barrierefreies Bauen in Deutschland“ ist inhaltlich fertiggestellt. Er beinhaltet auch das erste Videotutorial. Der Kurs wurde bereits durch zahlreiche Kolleginnen und Kollegen getestet, wobei das Feedback durchweg positiv ausfiel. Insbesondere der Lerneffekt durch die Didaktik in diesem Kurs wurde positiv bewertet. Der zweite E-learning-Kurs „Innenabdichtung im häuslichen Bad“ und das dazugehörige Videotutorial werden momentan fertiggestellt. Der E-learning-Kurs wird das eher handwerklich-praktische Video ergänzen, indem er auf die technischen Regeln zu diesem schadensträchtigen Thema eingeht. Auch dieser Kurs wird im Nachgang von Kolleginnen und Kollegen getestet werden, bevor er online zur Verfügung gestellt wird.



Ausblick
Die E-learning-Kurse werden nach der Einführung der neuen Plattform für das Kursbuch der Konzernakademie im Frühjahr 2018 über das Intranet nutzbar sein. Nach der Fertigstellung des zweiten E-learning-Kurses und des dazugehörigen Videotutorials werden die Ergebnisse und Erfahrungen dieser Entwicklungsprojekte mit den operativen Einheiten diskutiert. Dabei geht es insbesondere um die Frage, welche Themen zukünftig behandelt werden sollen und welche Lehrmittel hierfür am besten geeignet sind. Es wird angestrebt, das Projekt fortzuführen und zu einer E-learning-Kursreihe auszubauen.

E-LEARNING UND ONLINE VIDEOTUTORIALS

Ergebnis	• kompakte Wissensvermittlung Grundlagen SF-Bau jederzeit und überall digital und mobil für alle Endgeräte
Mehrwert	• Fehlervermeidung bei SF-Bauprojekten in Deutschland
Unternehmenseinheit	Controlling UB 2C
Projektlaufzeit	Januar 2017 bis Dezember 2017
Ansprechperson	Joachim Servos
Bearbeitung	Giovanni Di Gregorio, Joachim Servos



STRABAG IPR – Schutzrechte im Konzern

Intellectual property rights at STRABAG

IPR

To be able to compete successfully in international markets, companies need to turn their development results quickly and effectively into marketable products. Intellectual property(IP) and its protection is hereby of essential importance for industry and market success. There are different ways to protect intellectual property such as patents, utility models, trademarks and registered designs. The STRABAG IPR team offers comprehensive support in all questions around intellectual property rights.

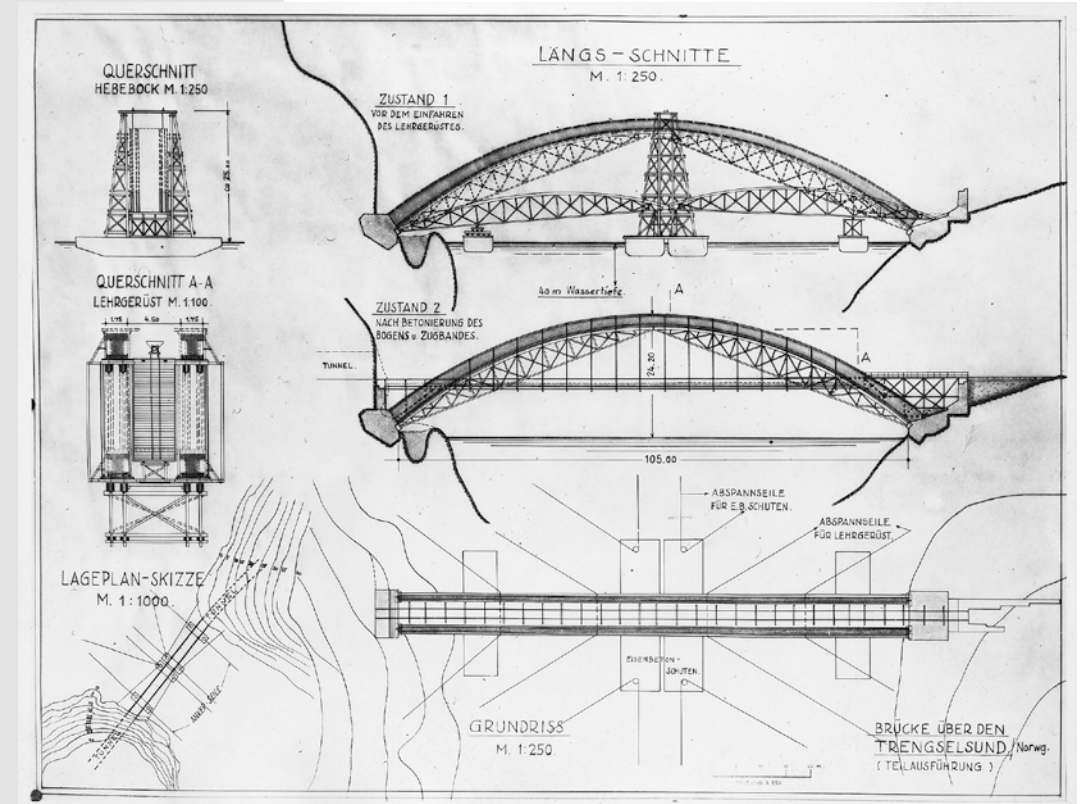
Was sind Schutzrechte?

Um im internationalen Wettbewerb mithalten zu können, müssen Unternehmen ihre Entwicklungen schnell und effektiv am Markt umsetzen. Der Schutz des geistigen Eigentums ist hierbei für die Industrie und wirtschaftlichen Erfolg von enormer Bedeutung. Es gibt verschiedene Wege, geistiges Eigentum schützen zu lassen. Für alle gewerblichen Schutzrechte wie Patente, Gebrauchsmuster, Designs und Marken entsteht ein Schutz durch aktives Handeln. Erst durch die Anmeldung und Eintragung bei Patent- und Markenämtern können wir unser geistiges Eigentum schützen. Dieses Schutzprinzip greift dann nahezu weltweit. Der Schutz gilt sowohl inhaltlich als auch territorial immer für den beantragten und erteilten Schutzbereich. International werden die Rechte am geistigen Eigentum als Intellectual Property Rights, kurz IPR, bezeichnet.

Patente, Gebrauchsmuster, eingetragene Designs und Marken

Innerhalb der gewerblichen Schutzrechte wird unterschieden zwischen Marken, eingetragenen Designs und technischen Schutzrechten (Patente und Gebrauchsmuster). Mit Patenten und Gebrauchsmustern werden technische Lösungen, die es bis dato nicht gab, geschützt – diese Lösungen werden als Erfindungen bezeichnet. Schutzfähig sind alle Erfindungen, die weltweit neu und gewerblich anwendbar sind. Maßgebend ist der Stand der Technik im Sinne des gewerblichen Rechtsschutzes. Dieser umfasst Vorträge, Publikationen, Einsätze auf Baustellen, Vorstellung von Prototypen, veröffentlichte Schutzrechtsanmeldungen usw. Jede Vorveröffentlichung oder Vorbenutzung ist schädlich für die Anmeldung eines Schutzrechts. Die maximale Schutzdauer beträgt bei Patenten 20 Jahre, bei Gebrauchsmustern maximal zehn Jahre. Zur Aufrechterhaltung der Schutzwirkung erteilter Patente müssen jährlich Gebühren an die zuständigen Patentämter gezahlt werden. Eingetragene Designs schützen die äußere Gestaltung von zwei- oder dreidimensionalen Gegenständen. Schutzfähig sind hierbei die Form und/oder die Farbgebung eines Gegenstandes. Designschutz entsteht nur, wenn das Design zum Zeitpunkt der Anmeldung neu- und eigenartig ist. Der Designschutz kann für maximal 25 Jahre aufrechterhalten werden. Marken sind Kennzeichen für

► Eisenbahnbrücke über den Trengsund in Norwegen, 1944 / Railway bridge over the Trengsund in Norway, 1944



Waren- und Dienstleistungen und dienen zur Unterscheidung gegenüber anderen Unternehmen. Als Marken können Wörter, bildliche Darstellungen, Kombinationen von Wort- und Bildelementen und sogar akustisch wahrnehmbare Kennzeichnungen eingetragen werden. Die Schutzdauer einer Marke beträgt zehn Jahre, kann aber beliebig oft um jeweils weitere zehn Jahre verlängert werden.

Konflikte vermeiden!

Gewerbliche Schutzrechte sind Verbotungsrechte. Niemand darf ohne Zustimmung des Schutzrechtinhabers oder der Schutzrechtinhaberin von der geschützten Sache Gebrauch machen. Ein Patent oder Gebrauchsmuster schützt in erster Linie Produkte und Verfahren vor Nachahmung. Während des Schutzzeitraums eines Patents ist die Konkurrenz von der Verwendung der Erfindung ausgeschlossen. Der Patentinhaber kann dadurch Konkurrenten den Eintritt in ein bestimmtes Marktsegment erschweren oder sogar verbauen. Er kann aber auch Lizenzen vergeben und den Lizenznehmern damit die Verwertung erlauben. Die Patent- und Markenämter veröffentlichen regelmäßig neu eingereichte Schutzrechtsanmeldungen. Für eigene Entwicklungen ist es vorteilhaft, über den Stand der Technik und neue technische Schutzrechtsanmeldungen informiert zu sein. So werden Doppelentwicklungen vermieden, Inspirationen für die eigenen Entwicklungen geliefert sowie wichtige Informationen über den Markt und Konkurrenzunternehmen bereitgestellt. Auch im operativen Bereich ist das Wissen um geschützte Techniken von Bedeutung – so kann bei der Ausführung vermieden werden, dass fremde Schutzrechte verletzt werden.

Das Team IPR bietet bei Fragen zu Patenten und Marken folgende Serviceleistungen an:

- Beratung zu technischen Schutzrechten und Marken
- Betreuung von Konzern-Schutzrechten von der Anmeldung bis zum Ende der Laufzeit
- Unterstützung
 - bei der Erlangung von Schutzrechten in allen Phasen
 - bei der Durchsetzung oder Verteidigung eigener Schutzrechte, wenn diese durch andere Firmen verletzt werden
 - bei der legalen Umgehung von Schutzrechten Dritter
- Überwachung der Fristen und Gebühren für die Aufrechterhaltung unserer Schutzrechte
- Einhaltung des Arbeitnehmererfinderrechts
- Information über neu veröffentlichte Schutzrechte
- Durchführung projektbezogener Recherchen in der Patentliteratur
- Überwachung von Neuentwicklungen bei Konkurrenzfirmen

Ansprechpersonen:

Dr. Stefan Brosig, Andreas Kugler



Dinge einfach machen – Stabsdirektion „Digitalisierung (GPM)“ gestaltet den digitalen Wandel

Adding value to construction projects – the unit “Digitalisation” is shaping the digital change

101011
011000
101101
0101CT

Ed. Züblin AG's unit Digital Transformation and Business Process Management enables and connects activities relating to the Digital Transformation. The team also explores and introduces new processes and tools, which allow an easier and more efficient way of working for the colleagues on the construction projects. The added value is created by a network of people, processes and technologies.

Mehrwert durch digitalen Wandel

Der digitale Wandel verändert zunehmend unser privates und berufliches Leben. Bei ZÜBLIN gestaltet die Stabsdirektion „Digitalisierung_Geschäftsprozessmanagement“ den digitalen Wandel zusammen mit den operativen Einheiten. Der Mehrwert entsteht dabei durch die Vernetzung von Werkzeugen, Prozessen und Menschen.

Werkzeuge

Die Direktion findet, entwickelt und testet digitale Werkzeuge, um das Bauen besser, effizienter und einfacher zu machen. Wenn die Testphase erfolgreich war, werden die Werkzeuge zusammen mit den Servicebetrieben des Konzerns in der Breite eingeführt.

Prozesse

Der Schwerpunkt liegt nicht nur auf den Werkzeugen, sondern auch auf dem Verstehen, Vereinfachen und Verbessern der Prozesse.

Menschen

Zudem werden Kolleginnen und Kollegen für eine etwas andere, neue Art des Arbeitens begeistert, bei dem Wandel eingebunden und Feedback als wichtige Grundlage für (Weiter-)Entwicklungen genutzt werden.

Zwei Schlaglichter aus dem letzten Jahr geben einen kleinen Einblick:

Beispiel aus dem Themenfeld „Menschen“ hack.ing

Bei den drei Hackathons „hack.ing“ im vergangenen Jahr trafen sich neugierige, IT-affine, gestaltende und querdenkende Kolleginnen und Kollegen aus unterschiedlichen Konzerneinheiten in einem Stuttgarter Co-Working- und Start-up-Space, um Ideen für den digitalen Wandel zu finden und umzusetzen. Bei diesem Veranstaltungsformat sind alle Themen gefragt, die den Kolleginnen und Kollegen auf den Baustellen und in Projekten die Arbeit erleichtern. Ziel ist, dadurch rasch Innovationen auf die Baustelle zu bringen. Diese neue Form der offenen Lösungsfindung brachte aber auch Menschen und deren Fähigkeiten und Begeisterung zusammen – neue Ideen und Lösungsansätze sowie eine neue Art des Zusammenarbeitens sind entstanden.

Beispiel aus dem „Themenfeld Werkzeuge“ Erweiterter Pilot „Digitale Checklisten“

Die Direktion „Digitalisierung_Geschäftsprozessmanagement“ hat zusammen mit operativen Direktionen und Baustellen der Ed. Züblin AG Apps für Baustellen-Checklisten und -Formulare, z. B. angelehnt an bestehende Zebra-Formulare, umgesetzt. Diese sind einfach mit Smartphone oder Tablet zu nutzen. Somit sind ausgewählte Formulare stets griffbereit – das Clipboard mit dem Papierformular wird digital. Zum effektiven Arbeiten können Funktionen wie z. B. das Hinzufügen von Fotos, Kommentaren oder Unterschriften etc. genutzt werden. Digitale Checklisten zu verwenden, führt zu einer deutlichen Zeitersparnis und zur Vermeidung des Nachbearbeitungsaufwands (abheften, Fotos einsortieren,

► Finden und Gehen neuer Wege / Finding solutions for the construction sites



scannen, richtig zuordnen) – ein bedeutender Vorteil gegenüber Papier und der bisherigen „analogen“ Arbeitsweise. Alle ausgefüllten Formulare sind einfach zugänglich und übersichtlich, zentral an einem Ort gespeichert, werden direkt per E-Mail und als pdf-Dokument an die Zuständigen, die PUMA-Akte und nach Wunsch auch an weitere relevante Empfängerkreise versandt. Im Pilot gibt es über 30 Baustellen-Checklisten, wie z. B. eine mobile Variante der Schalungs- und Bewehrungsprüfung. Für Führungskräfte ist eine mobile Begehung zum Thema Sicherheit, Gesundheit und Umwelt (SGU) in Deutschland, Österreich und Ungarn eingeführt. Eine internationale Version in Englisch ist verfügbar, weitere länderspezifische Varianten sind in der Umsetzung. Vier Monate nach Beginn des Piloten hatten konzernweit circa 70 Direktionen über 6.000 Berichte auf circa 1.150 Baustellen digital und mobil erstellt. Für Pilotbaustellen sind die Ergebnisse der Begehungen auch in einer einfach zu bearbeitenden Excel-Datei verfügbar. Damit wird das Verstehen der Ergebnisse und ein Filtern nach den Bedürfnissen des Baustellenteams einfach möglich. Mit dem gleichen Ziel, aber einer anderen technischen Umsetzung, sind die Ergebnisse der SGU-Begehungen für die Konzernstabsstelle Arbeitssicherheit in einem einfachen Cockpit aufbereitet.

► Entwicklung Nutzungszahlen der digitalen Checklisten / Usage of the digital checklists

Ansprechpersonen:

Dr.-Ing. Rainer Bareiß, Dr.-Ing. Jens-Peter Grunau



Seit Anfang des erweiterten Piloten

- 850 Nutzerinnen und Nutzer
- 6.000 Begehungen
- 1.150 Baustellen

Entwickelte und umgesetzte Checklisten, die zurzeit auf den Baustellen im Test sind:

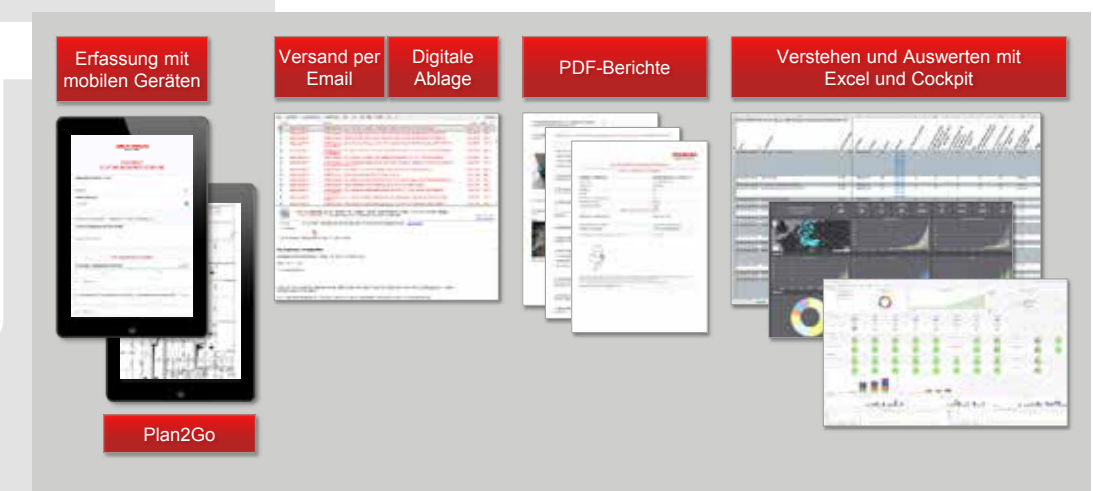
- Abdichtung erdbebergefährdeter Bauteile
- Abdichtung Flachdach
- Abdichtung Innenraum
- Außenanlagen
- Baustelleneinrichtung
- Bautagesbericht
- Blitzschutz
- DGNB-Zertifizierung
- Drainage
- Estrich
- FASi Checkliste (DE, AT)
- Fenster
- Fliesen und Platten
- Gerüste
- Grundleitung
- Gründungssohle
- Innenputz
- LEED-Zertifizierung
- Leerrohre
- Maurerarbeiten
- Pfahlgründung
- Sandstrahlen
- Schalung und Bewehrung (DE, NL)
- SGU FK Begehung (DE, AT, HU, Int.)
- Sonnenschutz
- Stahlbauarbeiten
- Stahlbetonfertigteile
- Steigschächte TGA
- Tätigkeitsbericht Maschinen
- Trockenbau
- Verbau
- WDVS
- Zimmererarbeiten

► Digitaler Wandel auf der Baustelle / Bringing digital change to the construction sites

► Start-up-Umgebung für „hack.ing 2018“ / “hack.ing 2018” – the third construction hack-a-thon



► Umsetzung für die Baustelle: Erfassung mit mobilen Geräten, Integration mit „Plan2Go“, Versand mit Email, Digitale Ablage, PDF-Berichte, Verstehen und Auswerten mit Excel und Cockpit / Implementation for the construction site: reporting with mobile devices, integration with “Plan2Go”, delivery by Email, automatic digital filing, PDF reports, understand and evaluate with Excel and Cockpits



iINNOVATIONSTAG 2017 in Bratislava

iINNOVATION DAY 2017 in Bratislava



► SE-Vorstandsmitglied Siegfried Wanker eröffnet als Schirmherr den iINNOVATIONSTAG / Board member Siegfried Wanker opening the iINNOVATIONDAY as patron

Von der Entwicklung zur Innovation

Entwicklungen werden erst dann zur Innovation, wenn sie auch wirtschaftlichen Erfolg bringen – beispielsweise durch den erfolgreichen Einsatz auf Baustellen. Damit dieser Schritt gelingt, trafen sich mehr als 300 Innovationsbegeisterte aus über 70 Direktionen bzw. 8 Ländern zum bereits zweiten iINNOVATIONSTAG – nach Wien im Jahr 2015 – diesmal in Bratislava. Interessierte aller Hierarchieebenen konnten dabei die Entwicklungen von über 30 angereisten Teams hautnah erleben, um die Praxistauglichkeit für eigene künftige Projekte zu testen. Auch das gesamte Vorstandsteam war anwesend und zeigte damit, wie wichtig es ist, nicht nur von Innovationen und digitaler Revolution zu sprechen, sondern auch den Mut aufzubringen, neue Ideen umzusetzen. Grundlage dafür ist das Entstehen guter Ideen. Auch dies wurde auf dem Event gefördert – einerseits durch die inspirierende Atmosphäre und zahlreiche persönliche Gespräche, aber auch ganz gezielt durch einen Ideenworkshop. Und möglicherweise kann ein Ergebnis daraus sogar auf dem nächsten iINNOVATIONSTAG 2019 in Pruszków bestaunt werden.

From Development to Innovation

Developments only become innovation when they bring economic success – for example through their successful use on construction sites. For this step to succeed, more than 300 innovation enthusiasts from over 70 subdivisions and 8 countries met for the second iINNOVATION DAY – after Vienna in 2015 – this time in Bratislava. Interested employees



of all hierarchical levels could experience first-hand the developments of more than 30 participating teams and test their practical suitability for their own future projects. The entire management board was also present, showing the importance of not only talking about innovation and the digital revolution, but also having the courage to implement new ideas. The basis for this is the emergence of good ideas. This was also promoted at the event – on the one hand by the inspiring atmosphere and numerous personal conversations, but also very specifically through an ideas workshop. And maybe one result of it can even be admired at the next iINNOVATION DAY 2019 in Pruszków.



INSPIRIEREN

Wie sieht die Zukunft aus und was davon ist jetzt schon möglich? Von Augmented und Virtual Reality über humanoide Roboter bis hin zum gedankengesteuerten Bagger konnten zukunftsweisende Technologien hautnah erlebt werden.

INSPIRING

What does the future look like and what is already possible? Pioneering technologies like augmented and virtual reality, humanoid robots or a thought-controlled excavator could be experienced first-hand.



VERNETZEN

Gute Ideen und Projekte entstehen durch Vernetzung und Austausch. Für die über 300 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus verschiedensten Ländern und Abteilungen bot der iINNOVATIONSTAG dafür den perfekten Rahmen. Entwicklerteams trafen auf Interessierte, sodass Neuheiten auch zum Einsatz kommen und künftige Entwicklungen angeregt werden.

CONNECTING

Good ideas and projects are created through networking and exchange. The iINNOVATION Day provided the perfect setting for the over 300 participants: R&D teams met with interested persons, so that new development also used and future developments are stimulated.



**INFORMIEREN**

Interessierte konnten über 30 neue und einsatzbereite Entwicklungen aus dem Konzern kennenlernen und mit den Entwicklerteams über die Möglichkeiten dieser diskutieren. Das Spektrum der vorgestellten Neuheiten war dabei genauso breit, wie das der Geschäftsfelder der STRABAG: Konstruktionen wie die „Erdbebenstütze“, Roboter zur Rohrreinigung, Haustechniksensoren und bildbasierte Verkehrsanalyse, feinstaub- und stickstoffbindende Systeme, digitale Werkzeuge und vieles mehr.

INFORMING

Interested persons were presented more than 30 ready-to-use developments. The range of innovations was just as broad as the business areas of STRABAG: constructions such as the "earthquake pillar", robots for pipe cleaning, building services sensors and image-based traffic analysis, particulate and nitrogen binding systems, digital tools and much more.



Für einen raschen Einblick und eine gute Übersicht sorgten 3-minütige Kurzvorträge. Dabei wurden die einzelnen Entwicklungen und deren Vorteile kurz und prägnant vorgestellt, um das Interesse für Entwicklungen zu wecken und zu anschließenden persönlichen Gesprächen einzuladen.

Elevator-Pitches provided a quick insight and a good overview: The developments and their advantages were briefly presented in order to arouse interest and invite to subsequent personal discussions.

**EXPERIMENTIEREN**

Wie entstehen Ideen für die großen Innovationen? Interessierte konnten in einem Workshop ein Problem aus der Praxis bearbeiten und mit Hilfe von Kreativitätstechniken Lösungen dazu entwickeln.

EXPERIMENTING

How do ideas for big innovations emerge? Interested persons had the opportunity to practice creativity techniques in an ideas workshop.

**iNOVATIONSTAG 2015 – WIEN****iNOVATIONSTAG 2017 – BRATISLAVA**

Datum	18. Oktober 2017
Ort	Bratislava, Slowakei
Teilnehmerinnen und Teilnehmer	339 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus dem STRABAG-Konzern – Innovationsbegeisterte sämtlicher Hierarchie-Ebenen aus zahlreichen Abteilungen und Ländern
Inhalt	• interaktive Präsentationsstände zu internen Entwicklungen: BIM.5D und Augmented / Virtual Reality, (Mobile) Anwendungen / Apps für Baustellen, Materialien und für besondere Anforderungen, Automatisierte Fertigung und Roboter, Systeme für nachhaltiges Bauen und viele mehr • 3-minütige Kurzvorträge zu den Entwicklungen • Ideenworkshop mit Kreativitätstechniken
Ansprechpersonen	Franz Klager, Rudolf Oesterreicher, Lucie Štoplová

iNOVATIONSTAG 2019 – PRUSZKÓW

AUF EINEN BLICK



Weitere Infos für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der STRABAG:

Anwendungsbereiche für Entwicklungsprojekte auf einen Blick

Application fields for development projects at a glance

[illegible]

Liste der Beteiligten – STRABAG Procurement Solution

List of participants – STRABAG Procurement Solution

Vorname	Nachname	Götz	Mohrlök
Michael	Alberg	Manuel	Moser
Oualid	Benabdallah	Alexander	Ortner
Inez-Maria	Busemann	Christian	Overbeck
Peter	Eder	André	Pflüger
Ralf	Engelberger	Verena	Pirker
Norbert	Gaberle	Peter	Reperich
Herbert	Gugl	Franz	Schamberger
Maritta	Hahn	Germo	Schroebl
Manfred	Hartlieb	Alexander	Schweiger
Dr. Martina	Hopfgartner-Novak	Natia	Sefz
Carsten	Kramer	Olaf	Sengstschmid
Martin	Kröner	Rami	Shehadeh
Malte	Krug	Thomas	Sixt
Christoph	Lagger	Christian	Steimer
Lukas	Lamprecht	Michael	Steinbrenner
Gerald	Malits	Karsten	Tellbach
Nicole	Mallia	Holger	Tumm
Jan	Marcinski	Olivier	Vandamme
Philipp	Mattes	Ingolf	Zepf
Patrick	Mink	Frank	Ziegler

Liste der Beteiligten – Konzeptionierung Einkaufen 4.0

List of participants – Conceptual design of procurement 4.0

Vorname	Nachname	Jürgen	Heller	Johannes	Schulz
Andreas	Andert	Sandra	Herkert	Germo	Schroebl
Ines	Angele	Annett	Höppner-Marx	Siegbert	Schweigert
Stefan	Augstein	Armin	Huber	Markus	Speitelsbach
Markus	Baumann	Michael	Klingenberg	Michael	Steinbrenner
Clemens	Bianchi	Thomas	Kretzschmar	Oliver	Storch
Huelya	Bilaloglu	Martin	Kröner	Jochen	Streib
Ringo	Böhme	Malte	Krug	Jan-Peter	Struck
Dirk	Braun	Peter	Lange	Jennifer	Tiede
Thomas	Bräuning	Kathrin	Lieb	Olivier	Vandamme
Silke	Breitschuh	Fabian	Mayer	Hauke	Wahlen
David	Brungs	Victor-Dan	Mironescu	Thorsten	Walter
Siegmar	Bührle	Götz	Mohrlök	Ingo	Wolff
Sebastian	Bullinger	Dilip	Mukherjee		
Oliver	Daum	Selma	Niederhoff		
Christian	Deuscher	Andreas	Ohlenschlegel		
Sergei	Dill	Dirk	Otterson		
Mathias	Ertingshausen	Steffen	Otto		
Dr. Karoline	Fath	Marcello	Padula		
Bernd	Fehrenbacher	Torsten	Pardun		
Alexander	Flach	Markus	Prystawik		
Jana	Franke-Otto	Nathaly	Rapp		
Michael	Frenz	Thomas	Reck		
Tim	Frommhold	Stefan	Rienecker		
Markus	Fußer	Frank	Ruf		
Dawit	Ghebrehiwet	Mark	Schepurek		
Alexander	Greb	Sven	Schirrmacher		
Yasmin	Hadj-Amor	Gunter	Schledt		
Andreas	Hage	Nicole	Schnieders		
		Johannes	Schulte-Kemna		



Hochschul-Abschlussarbeiten 2017/18

University / College Theses 2017/18



Baustofftechnologie / Construction Material Technologies

	Autor / Autorin	Hochschule	Begleitende Unternehmenseinheit
Nicht-witterungsbedingte Dunkelverfärbungen an Sichtbetonoberflächen	Manuel Queitzsch	HTWG Konstanz	ZB TPA 04: DE/CH/NL/International
The Design of a Reconstruction for the Grader in the Secondary Circuit of the Technological Line in a Quarry	Michal Zahel	Berghochschule Ostrava/CZ	UB Baustoffe 6V: Stein/Kies CZ/SK/PL/Int. (UA) RT
Verbundeigenschaften von Aufbetonplatten in Abhängigkeit von der Kontamination der Verbundebene	Peter Sudermann	Hochschule Koblenz	ZB TPA 04: DE/CH/NL/International
Vorschlag für die Modernisierung der Aufbereitungslinie zur Aufbereitung von Gestein im Steinbruch Orechov – im Abbauraum Orechov	Roman Camfrla	Berghochschule Ostrava/CZ	UB Baustoffe 6V: Stein/Kies CZ/SK/PL/Int. (UA) RT
Untersuchung des Austrocknungsverhaltens von Zementestrichen	Viet Tram Anh Nguye	Universität Stuttgart	ZB TPA 04: DE/CH/NL/International
Ermittlung der saisonalen Schwankungen der Qualität von polymermodifizierten Bitumen von verschiedenen Raffinerien und Provenienzen	Eva Binnenhey	Universität Duisburg-Essen	ZB TPA 04: DE/CH/NL/International



Planung und Baubetrieb / Design and Construction Site Management

	Autor / Autorin	Hochschule	Begleitende Unternehmenseinheit
Bauzeiten und Lean Management in der TGA	Anja Kelemen	HS Biberach	ZB Zentrale Technik 30: TGA
BIM-Schnittstellenqualifizierung für die TGA-Angebotsbearbeitung	Gina Gollhofer	Hochschule Esslingen	ZB Zentrale Technik 30: TGA
Schlüsselfertiger Holzbau Erfahrungsanalyse und Erstellung einer Checkliste für die Ausführung von Sonderbauten	Juliana Lindenfelder	HS Karlsruhe	UB H+I Deutschland 2C: Bayern DN
Einsatz von Visualisierungssoftware im Zuge der Angebotserstellung	Kerstin Schellhas	FH Aachen	Zentrale Technik 30: SF
Erarbeitung der Struktur eines Bauproduktionssystems in einem Bauunternehmen nach LEAN-Construction-Prinzipien	Natalie Auch	TU Braunschweig	ZB Zentrale Technik 30: BPM



Gebäude und Bauphysik / Buildings and Building Physics

	Autor / Autorin	Hochschule	Begleitende Unternehmenseinheit
Analyse von Betriebs- und Instandhaltungskosten in der TGA von Nichtwohngebäuden	Claus Aldinger	Hochschule Esslingen	ZB Zentrale Technik 30: TGA
Energieeffizienzanalyse von Serverräumlichkeiten am Telekom Standort in Ulm,	Thomas Stiebler	Hochschule für angewandte Wissenschaften München	STRABAG PFS
Planungsprozess heute und in Zukunft mit Schwerpunkt Gebäudetechnik	Tobias Hösel	Hochschule für angewandte Wissenschaften München	ZB Zentrale Technik 30: TGA
Qualitätssicherung Trinkwasser im Bauablauf	Hendrik Geiger	Hochschule Esslingen	ZB Zentrale Technik 30:TGA
Wirtschaftlicher Vergleich verschiedener Klimatisierungskonzepte für das Konzernhaus der STRABAG AG in Köln	Kilian Jürgens	Fachhochschule Münster	Zentrale Technik 30:TGA
Die Zinnen-Lösung zur Optimierung der Wärmedämmung	Ronja Fink	Hochschule Konstanz	ZB Zentrale Technik 30: TBK



Konstruktives / [Structural Engineering](#)

	Autor / Autorin	Hochschule	Begleitende Unternehmenseinheit
Copenhagen Gate – eine außergewöhnliche Fußgängerbrücke	Björn Felicetti	TU Hamburg-Harburg	ZB Zentrale Technik 30: TBK
Untersuchung verbundlos vorgespannter Stahlbetondecken mit quaderförmigen Hohlkörpern zur Begrenzung der Bauteilverformung und vergleichende Untersuchungen mit zugelassenen Systemlösungen	Daniel Rüttinger	HFT Stuttgart	ZB Zentrale Technik 30: TBK
Knotenpunkte aus Betonfertigteilen unter hohen Druckbeanspruchungen	Geronimo Düsterloh	TU Braunschweig	ZB Zentrale Technik 30: TBK
Auswirkungen der Bauverfahren Vorschubrüstung und Taktchiebeverfahren	Philipp Höcker	FH Münster	ZB Zentrale Technik 30: TBK
Werkstoffübergreifende und mehrschichtige Betrachtung und Bewertung einer dreidimensionalen Beton-Fertigteil-Element-Fassade – im Speziellen anhand der Außenhülle des Bauvorhabens Flare of Frankfurt	Anna-Maria Schröter	Hochschule Darmstadt	UB H+I Deutschland 2C: Stuttgart II EP
Bemessung und Befestigung von UHPC-Fassadenelementen	Sebastian Ortmeier	TU Braunschweig	ZB Zentrale Technik 30: TBK



Geotechnik und Tunnelbau / [Geotechnical Engineering and Tunnelling](#)

	Autor / Autorin	Hochschule	Begleitende Unternehmenseinheit
Senkungsprognosen für den Tunnelbau: Vergleich analytisches und numerisches Modell	Alba Galiano	Universität Stuttgart	ZB Zentrale Technik 30: TUB
Vereisungsstrategien bei strömendem Grundwasser am Beispiel des Tunnels Rastatt	Fabian Seidel	Universität Stuttgart	ZB Zentrale Technik 30: TUB
Anforderungen eines BIM-Modells im konventionellen Tunnelbau in Bezug auf die Daten- und Informationsverwaltung	Marlene Grad	Universität Stuttgart	ZB Zentrale Technik 30: TUB
Entwicklung und Konzeption eines verlängerbaren Vollverdrängergestänges zur Pfahlherstellung	Eric Jaster	TU Freiberg	ZB BMTI 01: International KPZ



Werkzeuge und Verfahren / [Tools and Methods](#)

	Autor / Autorin	Hochschule	Begleitende Unternehmenseinheit
Implementierung externer BIM Modelle in den ZÜBLIN Content zur Auswertung von Mengenermittlungen für den Ausschreibungsprozess	Tim Lata	FH Aachen	Zentrale Technik 30: SF
Die virtuelle Baugrube – Von der photogrammetrischen Geländeaufnahme bis zur digitalen Kalkulation	Nils Schnell	FH Aachen	Zentrale Technik 30: SF



Energie, Umwelt und Nachhaltigkeit / [Energy, Environment and Sustainability](#)

	Autor / Autorin	Hochschule	Begleitende Unternehmenseinheit
Entwickeln von Energiekonzepten für Nichtwohngebäude unter Berücksichtigung der zweiten Stufe der EnEV 2014	Pierre Paul	Hochschule Esslingen	ZB Zentrale Technik 30: TGA
Prozess- und Betriebskostenoptimierung anhand des Wärmeverbrauchs mittles komplexer Betriebsdatenerfassung	Sophie Fischer	TU Dresden	UB SOE/ UWT 3H: Umwelttechnik EI



Management und Organisation / [Management and Organisation](#)

	Autor / Autorin	Hochschule	Begleitende Unternehmenseinheit
Untersuchungen zum Leistungsbild des Generalplaners – Vorschlag für ein allgemein gültiges Leistungsbild	Mareike Oelerich	Hochschule Mainz	UB H+I Deutschland 2C: Karlsruhe EQ
Verbesserung der Organistation des betrieblichen Arbeitsschutz Managements des Unternehmens auf Grundlage psychischer Belastungen	Verena Rudolf	Hochschule RheinMain	UB H+I Deutschland 2C: Bauwerks-erhaltung EM

FuE+I Projekte 2017

RD+I Projects in 2017



Baustofftechnologie / Construction Materials Technology

Ermittlung saisonaler Qualitätsschwankungen von polymermodifiziertem Bitumen verschiedener Raffinerien und Provenienzen Influence of seasonal fluctuations of polymer modified bitumen with respect to provenience of bitumen
Systematische Erkennung der Qualität von polymermodifizierten Bitumen Systematic evaluation of the quality of polymer modified bitumen
1. Qualitätsprüfung und -lenkung / Quality check and guidance 1.1 Qualitätssicherung Sichtbeton / Quality assurance face concrete 1.2 Sonderthemen / Kleinprojekte / Special issues / small projects 1.3 Qualitätssteuerung Transportbetonproduktion / Quality control in the production of ready-mix concrete 1.4 Qualitätssicherung im Konzern/ Entwicklung und Schulungsmaßnahmen / Corporate quality assurance, development and training 1.5 Analyse von Baumängeln / Analysis of construction defects
2. Betontechnologie allgemein / General concrete technology 2.1 Zementgebundene Sonderbaustoffe / cementious special building materials 2.2 Ultra-High-Performance-Concrete / Ultra-high-performance concrete 2.3 Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) / Alkali-silica reaction 2.4 Hoher Frost- und Frosttausalzwidestand / High resistance to freeze-thaw with de-icing salt 2.5 Betone mit hohem Chlorideindringwiderstand / Concrete with high chloride-penetration-resistance 2.6 Brandschutz für Beton u. Verwendung von Zusatzstoffen / Fire protection for concrete and use of additives
3. Sonderbaustoffe für den Tief- und Tunnelbau / Special materials earthworks, foundation engineering and tunnelling 3.1 Stabile Betone für den Spezialtiefbau / Robust concrete for ground engineering works 3.2 Entwicklung von Musterbauteilen aus Sonderbetonen für den Tief- und Tunnelbau / Development of special concrete specimen components for civil engineering and tunnel construction
4. Beton für Weiße Wanne / Massenbeton / Waterproof concrete basement structure / mass concrete 4.1 Festigkeitsentwicklung Beton / Development of concrete stability
5. Numerische Verfahren in der Betontechnologie / Numerical methods for concrete technology 5.1 Erarbeitung interner Anwendungsregeln für KINTEMP u. KINFEST / Working out of application rules for KINTEMP and KINFEST software 5.2 FEM-Simulation instationärer Temperatur- u. Spannungsfelder / FEM simulations of unsteady temperatures and stress fields 5.3 Probabilistische Lebensdauerberechnung / Service life design
6. Zerstörungsfreie Prüfverfahren / Non-destructive test procedures 6.1 Monitoring des Werkstoffverhaltens / Neue Prüfverfahren / Monitoring of material performance / New test methods
7. Bauwerkserhaltung / Construction maintenance 7.1 Zementgebundene Baustoffe in der Bauwerkserhaltung / Cementious construction materials for repair or rehabilitation works 7.2 Elektrochemische Verfahren in der Bauwerkserhaltung / Electrochemical methods for repair or rehabilitation works
8. Neue Bauverfahren / New construction methods 8.1 3D-Druck-Produktion komplexer Bauteilgeometrien / Large-scale 3D-printing of complex geometric shapes in construction
9. Nichtmetallische Bewehrung / Metal-free reinforcement 9.1 Kunststofffasern zur Bewehrung im Tunnelbau / Macro-synthetic fiber-reinforced shotcrete in tunnel linings
Anwendung von Synthetik- und Mineral-Zusätzen zur Verbesserung der Eigenschaften von Asphaltschichten mit hohem Steifemodulwert / Application of various synthetic and mineral modifiers for the improved performance of antifatigue and high stiffness modulus of perpetual pavements
Entwicklung von beständigen und kostengünstigen Straßenkonstruktionen durch Anwendung innovativer Lösungen an halbstarren Asphaltdecken / Development of long-lasting and economically profitable pavement structures utilizing innovative materials for semi-rigid layers
Anwendung von Polyphosphorsäure bei der Modifizierung von Bindemitteln / Asphalt modified with polyphosphoric acid
Nutzungsdauer Asphaltstrassen / Lifecycle of asphalt roads
AKR Betonstraße / AKR concrete
Medienresistenter Asphalt für Industrieflächen, WHG Flächen und JGS-Anlagen / Media-resistant asphalt for industrial, living and storage areas for water-hazardous materials
Statiflex® BA-EP auf Stahlbrücken / Statiflex® BA-EP for steel bridges
Bitumenqualität am Markt / New methods to measure bitumen quality on the market
Umfassender Vergleich der Bitumenqualitäten der Jahre 2012 und 2016 / Comparison of bitumen quality 2012 – 2016
Einfluss von saisonalen Schwankungen der Bitumenqualität auf die Lebensdauer von Asphaltschichten / Influence of seasonal fluctuations of bitumen quality on the durability of asphalt layers



Alterungsverhalten von Bitumen von unterschiedlichen Raffinerien / Ageing behaviour of bitumen from different refineries
Griffigkeitsprognose mittels Prüfanlage nach Wehner/Schulze PWS / Grip forecast by means of a test system according to Wehner / Schulze PWS
Bestimmung der reaktiven Oberfläche von Gesteinskörnungen bzgl. einer Alkali-Kieselsäurereaktion / Determination of the reactive surface of aggregates with respect to an alkali-silicic acid reaction
Temperaturabgesenkter Walzasphalt / Temperature lowered rolled asphalt
Hochverdichtungsasphalt / High compaction asphalt
Wareneingangskontrolle von Fugenvergussmassen / Incoming inspection of grouting compounds
Verwendung von hochfesten Betonen in vorgefertigten Konstruktionen / Use of high-strength concretes in prefabricated constructions



Planung und Baubetrieb / Design and Construction Site Management

Digitale Prozessverfolgung für Elementfassaden / Digital process tracking for unitised curtain walls
Vernetzung und Automatisierung von Produktionsabläufen bei Gewinnung, Transport und Weiterverarbeitung mineralischer Rohstoffe – AutoProStoffe / Networking and automation of production processes in the extraction, transportation and processing of mineral resources – AutoProStoffe
Entwicklung eines effizienten Containermanagements / Development of an efficient container management
Ganzheitliche Integration energetisch aktiver Fassadenkomponenten in Bauprozesse – SolConPro / Holistic integration of energy generating facade components in construction processes – SolConPro
Evaluierung der Software DynaRoad für Logistikplanung bei Großprojekten / Evaluation of the DynaRoad software for logistics planning in major projects



Gebäude und Bauphysik / Buildings and Building Physics

Jahresprofile für den Gebäudeenergiebedarf / Annual profiles for the energy requirement of buildings
Demonstration von größenvariabler Photovoltaik in Gebäudehüllen – Construct PV / Demonstration of customised photovoltaic modules for building envelopes – Construct PV
Kollaboratives ganzheitliches Planungslabor und Methodik für energieeffiziente, in die Umgebung eingebettete Bauwerke – eeEmbedded / Collaborative holistic design laboratory and methodology for energy-efficient embedded buildings – eeEmbedded
Sensorgestützte Inbetriebnahme und Optimierung – PreComBo / Sensor-based commissioning and optimisation of building services – PreComBo
In-House E-Monitoring: Energiemonitoring als Dienstleistung der Zentralen Technik etablieren / In-house e-monitoring: establishing energy monitoring as a service of the Central Technique
In-House ICA: In-house MSR Programmierungen, Entwicklung und Inbetriebnahme als neue Dienstleistung der Zentralen Technik / In-house ICA: In-house MSR programming, development and commissioning as a new service of the Central Technique



Konstruktives / Structural Engineering

Sonderschalungen für Freiformflächen / Custom formwork for freeform constructions
Knotenpunkte von Stützen und Diagonalen auf Stahlbetonfertigteilen / Nodal structures using precast concrete elements
Entwicklung einer Hybridbauweise mit Holz und Beton / Development of a timber-concrete composite structural concept
Fassaden aus ultrahochfestem Beton / Ultra-high-performance voncrete in facade elements

Verwendung von Textilbeton im Parkhausbau / Use of textile reinforced concrete for car parks
Verformungen im Hochhausbau / Deformation of high-rise buildings
Modulares und digitales Bauen durch Baukastenmanagement / Modular and digital construction with building block principles
Betonfertigteilstützen / Precast concrete pillars
Bemessungstool für Textilbeton zur nachträglichen Bauteilverstärkung / Use of textile reinforced concrete for subsequent reinforcement of components
Stahlbrückenabdichtung / Sealing of steel bridges
Betonkriechen – Praxistaugliche Modelle für den Ansatz des Kriechens / Concrete creep – Practical models for a creep approach
Softwaregesteuerte Tragwerksplanung / Software controlled structural design
WU-Dächer / Waterproof roofs
Weiß-Wanne-Konzepte / White tank concepts
Wechsel-Hybrid-Fassade im Holz-Beton-Verbund / Interchangeable hybrid facade in wood-concrete composite



Geotechnik und Tunnelbau / Geotechnical Engineering and Tunnelling

Bodenverbesserung mit Bindemitteln Zement, mit Zement und Hydrophobierungsmittel sowie Braunkohlenflugasche / Soil improvement with binders cement, cement and water repellent and lignite fly ash
Sicherheitsmanagement- und Notfalleinsatzsystem für U-Bahn-Systeme – SenSE4Metro / Sensor based security and emergency management system for underground systems during disaster events – SenSE4Metro
Innovatives Verfahren im Micro-tunnelling eingesetzt bei komplexem Unterwasserprojekt in Russland / Innovative method in micro-tunnelling used in complex underwater project in Russia
Softwarebasierte Vorbemessung erforderlicher Tragschicht- bzw. Bodenaustauschdicken / Software-based pre-design of required base course or soil replacement thicknesses
Mikrobiell induzierte Stahlkorrosion / Microbiologically influenced corrosion (MIC)
Bodenverdichtung unter Wasser / Soil compaction under water
Frostbeständigkeit von Wasserbausteinen / Frost resistance of water blocks
Optimierung der Richtbohrtechnik für präzise Bohrungen / Optimisation of the directional drilling technique for precise drilling
Untersuchung bzgl. der Anwendung rechnerischer Ansätze oder einfacher Feldversuche zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit bei ungebundenen Tragschichten / Investigation with regard to the application of computational approaches or simple field tests to determine the water permeability of unbound base courses
Löseleistung beim Felsabtrag / Release performance during rock erosion



Straßenbau und Verkehr / Road Construction and Transport

Innovative Dreifach-Stein-Mastix-Asphalt- Schicht für schwer belastete Fahrbahnen / Innovative triple SMA layer for heavy duty pavements
Online-Sicherheits-Management für Brücken (OSIMAB) / Online security management for bridges (OSIMAB)
Entwicklung von Sensoren zur Erfassung des strukturellen Zustandes von Asphaltstraßen – SENSORIK / Development of sensors for detecting the structural conditions of asphalt roads – SENSORIK
Konzernprojekt: Die Vernetzte Baustelle / Corporate project: The Connected Construction Site



BIM im Verkehrswegebau / BIM in transportation infrastructure
Optimierung der Oberflächenstruktur von Verkehrsflächen in Asphaltbauweise – OBAS / Optimising the surface texture of asphalt road surfaces – OBAS
STRABAG Pavement Management / STRABAG pavement management
Leuchtende Straßendecken / Luminescent road surfaces
Straßenbahngleisbau / Development of the tramway track construction system RAILFLEX
Fahrbahndeckenbetoneinbau / Concrete paving of road surfaces
Entwicklung von beständigen und kostengünstigen Straßenkonstruktionen durch Anwendung innovativer Lösungen an halbstarren Asphaltdecken / Development of durable and cost-effective road constructions by applying innovative solutions on semi-rigid asphalt pavements
Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit der Unterlage auf den Schichtenverbund beim Asphalteinbau / Influence of the surface texture of the substrate on the layer composite during asphalt paving
Wiederverwendung erhöhter Asphaltgranulatsmengen / Reuse of increased quantities of asphalt granules
Gussasphalteinbau ohne Randstreifen / Cast asphalt installation without edge trim
Gummi-Asphalt-Granulierung im industriellen Maßstab und Anwendung von Gummi-Asphalt-Membranen vor Ort / Industrial scale rubber-asphalt pelletization and on-site application of rubber-asphalt membranes
Lärmreduzierung durch Gummigranulat und optimierter Oberflächentextur von Gussasphaltdeckschichten / Noise reduction due to rubber granules and optimized surface texture of mastic asphalt surface layers
Untersuchung zur Minimierung der Fehleranfälligkeit bei der monolithischen Pflasterbauweise und Prüfung von alternativen Einflüssen der Bitumenqualität auf die Nutzungsdauer von Asphaltstraßen / Investigation to minimise the susceptibility to failure of monolithic paving methods and tests of alternative influence of bitumen quality on the service life of asphalt roads
Weiterentwicklung des Fahrbahnübergangssystems aus Asphalt Strabajoint / Further development of the roadway crossing system made of asphalt Strabajoint



Werkzeuge und Verfahren / Tools and Methods

Modellbasierte Angebotsbearbeitung im Ingenieur- und Brückenbau / Model based bid processing in the engineering and bridge-building sector
Kontrollsystem für die digitale Vignette entwickelt und geliefert von EFKON / Control system for the digital vignette developed and supplied by EFKON
Moderne und innovative IT-Services – Design einer flexiblen Cloud-Architektur / Modern and innovative IT services – designing a flexible cloud architecture
Neues Baustoff- und Produktionsdesign für additive Fertigungsprozesse im Bauwesen – BauProAddi / New construction materials and product design for additive manufacturing processes in the construction industry – BauProAddi
Plattformunabhängige Datenhaltung für geometrische Informationen – das Forschungsprojekt SCOPE / Platform-independent data storage for geometrical information – the research project SCOPE
Einwicklung einer Augmented Reality (AR) im technischen Facility Management / Development of an augmented reality (AR) in technical facility management
Datenbankunterstütztes System Engineering / Database-supported System Engineering
Bauteilkatalog Holzbau als Grundlage für Kalkulation und Ausführung bei schlüsselfertigen Holzbauprojekten / Catalogue of building elements as basis for estimation and construction of turnkey timber projects
Lebenszyklusorientiertes Bauen in der Akquisitions- und Angebotsphase / Life-cycle orientated construction during the acquisition and tender phase
Fahrzeugklassifikation mit Hilfe von 3D Rekonstruktionen / Vehicle classification using 3D reconstructions
Flexibles Roadsite Enforcement System für die Aufstellung neben der Fahrbahn / Flexible roadsite enforcement system for installation beside the roadway
Mikrowellen. Mautsystemkomponenten. mit Electronic European Toll Service Kompatibilität / Microwaves. Toll system components. with Electronic European Toll Service compatibility
Infrarot basierte Mautsystemkomponente mit niedriger Stromaufnahme im Standby Betrieb / Infrared based toll collection system component with low power consumption in standby mode
Neue Methode zur Klassifizierung von Fahrzeugen durch Geometrie-Rekonstruktion / New method for classifying vehicles by geometry reconstruction

Entwicklung von Komponenten und Systemen der stationären Mautkontrolle / Development of components and systems of stationary toll control
Entwicklung eines µW-DSRC Transceivers für Mautsysteme / Development of a µW-DSRC transceiver for toll systems
Integration einer minimierten DSRC Antenne in einen Handheld Reader / Integration of a minimised DSRC antenna into a handheld reader
IN4CAD: Übertragung von Geometrie und Metainformationen aus Inventor an den BIM Viewer DeSite / IN4CAD: Transfer geometry and meta information from Inventor to the BIM Viewer DeSite
Digitun: Leitfaden für die Digitalisierung und Dokumentation im Tunnelbau / Digitun: Guide to digitisation and documentation in tunneling
Logikal Connector: digitale Integration einer Fenster- und Fassadensoftware für Plaung und Kalkulation in den Prozess Revit-iTWO / Logical Connector: digital integration of windows and facades Software for planning and calculation in the process Revit-iTWO
Datanorm Artikelaustausch: Konzeption und Entwicklung einer iTWO-DATANORM-Schnittstelle zum Austausch von Artikelstammdaten des Großhandels / Datanorm article exchange: Conception and development of an iTWO DATANORM interface for the exchange of article master data of the wholesale trade
DGNB 5D / BIM 2017: Integration von DGNB-spezifischen Nachhaltigkeitsanforderungen in BIM.5D / DGNB 5D / BIM 2017: Integration of DGNB-specific sustainability requirements in BIM.5D
DIGIRAB: Sicheres Arbeiten auf der digitalisierten Baustelle / DIGIRAB: Safe work on the digitised construction site
Applikation für digitales Fuhrparkmanagement / Application for digital fleet management



Energie, Umwelt und Nachhaltigkeit / [Energy, Environment and Sustainability](#)

Nachhaltiger Hightech-Asphalt: Schadstoff- und lärmmindernd – NaHiTas / Sustainable hightech-asphalt: reducing noise and air pollutants – NaHiTas
MoosTex – Mit Mooswänden gegen Feinstaub / MoosTex – Moss wall system for particulate matter reduction
Reduktion der Asphaltmischgutttemperatur sowie des CO ₂ -Ausstoßes mithilfe des Zusatzproduktes Sasobit Redux / Reduction of asphalt mix temperature and CO₂ emissions with the help of the additional product Sasobit Redux
Entwicklung eines Fahrbahnbelags mit Energiegewinnung / Development of energy harvesting road concepts
Engineeringvorhaben für die Errichtung der ersten Demonstrationsanlage zur adiabaten Druckluftspeichertechnik – ADELE-ING / Planning for the construction of the first demonstration of an adiabated compressed air energy storage – ADELE-ING
Kombiniertes ISCO / ISBR-Verfahren / Combined ISCO / ISBR process



Wissen und Kommunikation / [Knowledge and Communication](#)

SF-Basics Online – E-learning Schulungsprogramm „Technische Grundlagen für Hochbauprojekte“ / SF-Basics Online – E-learning training program “Technical basics for building construction projects”
Online video tutorials – Online-Videotutorials „Technik / Projektabwicklung“ / Online video tutorials – Online Vvdeo tutorials “Technology / Project Management”
STRABAG Innovationstag 2017 / STRABAG Innovation Day 2017



Danksagung

Ein herzliches Dankeschön an Prof. Karlheinz Bökeler, Martin Kröner, Patrick Mink, Prof. Manfred Nußbaumer und Germo Schroebl er für die Bereitschaft, ihr Wissen für die Erarbeitung des Vorwortes zu teilen.

Impressum

Konzeption, Redaktion

Ennis Daniel, Christian Harder, Leonie Hausmann, Dr. Manuela Jungmann, Franz Klager, Rudolf Oesterreicher, Maria Petrou, Dr. Norbert Pralle, Mascha Reineck, Germo Schroebl er

Illustrationen

Jörg Endrich, Tomislav Filipovic

Gestaltung, Graphik

Jörg Endrich

Druck

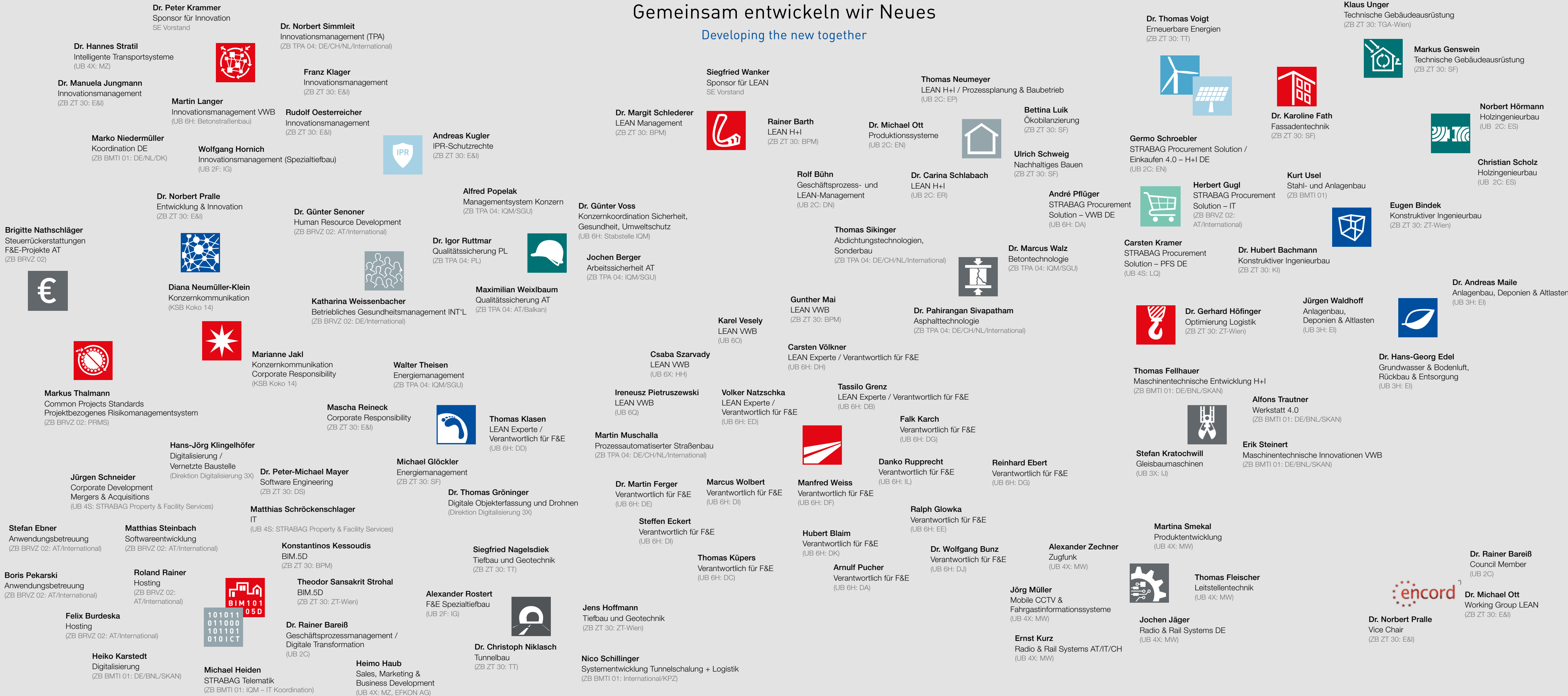
Druckerei Mack GmbH, Siemensstraße 15, 71101 Schönaich



Diese Konzernbroschüre ist auf umweltfreundlichem Papier gedruckt, das nach den Regeln des Forest Stewardship Council (FSC) zertifiziert ist.

Gemeinsam entwickeln wir Neues

Developing the new together





Digitale Exemplare dieser Schriftenreihe:



www.strabag.com

STRABAG BMTI

GmbH & Co. KG

Siegburger Str. 241, 50679 Köln, Deutschland

www.bmti.strabag.com

TPA

Gesellschaft für Qualitätssicherung und Innovation GmbH

Polgarstr. 30, 1220 Wien, Österreich

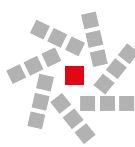
www.tpaqi.com

Zentrale Technik

Ed. Züblin AG, Albstadtweg 3, 70567 Stuttgart, Deutschland

www.zentrale-technik.com





**ZENTRALE
TECHNIK**

STRABAG
TEAMS WORK.