

# plan 12

AUSBAU DER A10 / A24  
BERLIN  
DIGI-V  
WIESBADEN  
AUTOBAHNDREIECK FUNKTUM  
BERLIN  
STADTAUTOBAHN A111  
BERLIN  
WESTENDBRÜCKE  
BERLIN  
BUS-CARPORTS UND  
LADEINFRASTRUKTUR  
KÖLN  
U-BAHN-LINIE U5 MITTE  
HAMBURG  
PILOTPROJEKT TENNET  
WAHLE-MECKLAR  
ZWEITE S-BAHN STAMMSTRECKE  
MÜNCHEN

# ambit 4.0

DIGITALISIERUNG  
UND  
PLANUNG  
DER  
INFRASTRUKTUR

## MOBILITÄT 4.0 – DIGITALISIERUNG DER VERKEHRSINFRASTRUKTUR



Haben Sie, sehr geehrte Leserinnen und Leser, erahnen können, dass nach Einführung des Smartphones im Jahre 2007 heute jährlich rd. 1,5 Mrd. dieser Mobiltelefone verkauft werden? Oder dass Sie heute in Nürnberg in eine führerlose U-Bahn einsteigen und sicher Ihr Ziel erreichen? Ein Auto, das ohne Eingreifen des Fahrers autonom einparken kann, gehörte noch vor wenigen Jahren zu den phantasiervollen Vorstellungen der Autoindustrie. Und heute spricht man bereits über Korridore für Drohnen, die uns unsere über das Internet getätigten Bestellungen ins Haus liefern und über 5G, die kommende fünfte Generation drahtloser Breitbandtechnologie, die gegenüber dem heutigen Standard die Datenübertragung um das 100-fache beschleunigen wird.

Wir erleben momentan eine weltweite digitale Revolution, deren Geschwindigkeit uns den Atem stocken lässt. Das 21. Jahrhundert steht im Zeichen eines massiven Datenwachstums. Die zunehmende Digitalisierung bestimmt dabei nicht nur unser persönliches Verhalten, denkt man beispielsweise an den Umgang mit dem Internet. Sie wird in einem heute kaum vorstellbaren Maße auch die Mobilitätslandschaft verändern.

Mobilität – ein Grundbedürfnis des Menschen – ist der Motor der Wirtschaft und Ausdruck der Freiheit, sie schafft Wohlstand und ist für einen reibungslosen Verkehr unverzichtbar. Die Anforderungen, die an die Mobilität von morgen gestellt werden, sind vielfältiger als noch in den vergangenen Jahrzehnten: Die Verkehrsinfrastruktur der Zukunft besteht dabei nicht mehr nur aus Schienen, Straßen, Wegen und Brücken. Zu ihr gehört außerdem eine digitale Infrastruktur und ein schnelles, flächendeckend verfügbares Internet.

„Mobilität 4.0“ umfasst somit die Nutzung und Integration von IT in Verkehrs- und Logistikprozesse sowie eine stärkere Vernetzung der unterschiedlichen Verkehrsträger untereinander. Digitalisierung und Mobilität sind untrennbar miteinander verbunden und werden unsere Zukunft verändern.

Diese Veränderung aktiv mitzugestalten, ist uns ein Anliegen. Das Entwickeln innovativer Konzepte, um dem stets wachsenden Verkehrsaufkommen gerecht zu werden, Städte und Umwelt für uns lebenswert

zu gestalten und zu erhalten und eine Senkung der Treibhausgas- und Lärmemissionen im Verkehrssektor herbeizuführen, dies ist unser Anliegen und unser Anspruch an unsere Ingenieurleistungen.

Planen und Bauen zukunftsfähiger Infrastruktur, die auch eine Veränderung des Modal Split zugunsten des ÖPNV ermöglicht und das alles in kürzest möglicher Realisierungszeit, sollte keine Utopie bleiben. Während in Deutschland über Dieselfahrverbote und Luftverschmutzung gestritten wird, geht man anderswo mit offenen Augen in Richtung Zukunft. Im chinesischen Shandong wurde die allererste Solar-Autobahn der Welt eröffnet. Die Straße ist mit Solarzellen ausgestattet und lädt Elektrofahrzeuge während der Fahrt auf. In Singapur rollen schon führerlose LKW auf speziellen Fahrbahnen von A nach B. Selbstfahrende U-Bahnen wie in Nürnberg oder Paris werden keine Seltenheit mehr sein.

In unseren Unternehmen ist die Transformation der Prozesse in ein digitales Zeitalter schon weit fortgeschritten; sie geht über den Einsatz von Building Information Modeling (BIM) und das parametrische Entwerfen weit hinaus. Diese Ausgabe unseres Unternehmensmagazins soll verdeutlichen, dass wir einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung der Mobilität auch in der Zukunft leisten können. Dass wir mit unseren Bemühungen nicht alleine dastehen, zeigen die vielen interessanten Beiträge!

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre und bleiben Sie „mobil“!

Ihr

Bernd Wagenbach

Mobilität ist eines der wichtigsten Zukunftsthemen und damit für die wirtschaftliche Entwicklung Deutschlands wie auch für seine Bürger und Bürgerinnen von elementarer Bedeutung. Die Anforderungen an die Mobilität sind jedoch vielfältiger als noch vor wenigen Jahrzehnten. Die zunehmend angespannte Verkehrssituation und die erhöhte Schadstoffbelastung verlangen nach Lösungen, die langfristig in einem kommunen und Länder übergreifenden Zielkonzept für die gesamte Verkehrsinfrastruktur münden. Die Verkehrsinfrastruktur der Zukunft besteht dabei nicht mehr nur aus Verkehrsmitteln und -wegen, sondern braucht eine digitale Infrastruktur und flächendeckend verfügbares Internet. Die Zukunft der Mobilität ist untrennbar mit der Digitalisierung unseres Alltags verbunden.



Gastaur Ulrich Homburg, ehemaliges Mitglied des Vorstands der DB AG, verweist in seinem Beitrag auf die Notwendigkeit einer ganzheitlichen Strategie für eine digital vernetzte Mobilität für Menschen und Güter.

#### STRATEGIE FÜR GANZHEITLICHE VERKEHRSKONZEPTE

Der Verkehrssektor ist der einzige Wirtschaftsbereich, der seit 1990 keine Reduzierung der Schadstoffemissionen erreicht hat. Vielmehr haben die Schadstoffemissionen in dem Zeitraum noch zugenommen. Durch verbindliche gesetzliche Grenzwerte ergibt sich ein enormer Handlungsdruck für Politik und Branche. Außerdem drohen massive Eingriffe in den Mobilitätssektor durch gerichtlich angeordnete Fahrverbote. Gleichzeitig ist der stetige Bevölkerungszuwachs in den urbanen Ballungsräumen zu Lasten der ländlichen Siedlungsräume ungebrochen. Diese Entwicklung führt zwangsläufig zu einer weiteren Schadstoffbelastung in den Ballungsräumen einhergehend mit der Zunahme des Verkehrsaufkommens. Die Verkehrssituation ist dadurch sowohl im motorisierten Individualverkehr als auch im öffentlichen Verkehr zunehmend äußerst angespannt bis zu dauerhaft überlastet. Die Sicherstellung von qualitativ guter und entsprechend verfügbarer Mobilität ist für die Lebens- und Zukunftsfähigkeit nicht nur der Ballungsräume, sondern auch für ganz Deutschland und damit für alle Bürgerinnen und Bürger und die gesamte Wirtschaft von elementarer Bedeutung. Deutschland braucht eine ganzheitliche Strategie, die alle Verkehrsträger (Schiene, Straße, Wasserstraße und Luftverkehr) unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen Stärken und der ökologischen und ökonomischen Faktoren und der Internalisierung externer Kosten einbezieht. Aus dieser Strategie ergibt sich ein Zielkonzept für die gesamte Verkehrsinfrastruktur unabhängig von Kreis- und Ländergrenzen. Die konsequente Realisierung erfordert eine auch langfristig gesicherte Finanzierung des Infrastrukturausbaus, entkoppelt von Legislaturperioden. Das ist die Grundlage für eine schnellstmögliche Zielerreichung und ermöglicht der Wirtschaft, die dafür notwendigen Planungs- und Baukapazitäten vorzuhalten.

#### VOLLAUTOMATISIERUNG AUF SCHIENE UND STRASSE

Unabhängig von der Verfügbarkeit entsprechender Planungs- und Baukapazitäten sowie der korrespondierenden Finanzierung ist offensichtlich, dass dem Ausbau von Infrastruktur insbesondere in Ballungsräumen auf Grund fehlender Flächen und der gesellschaftlichen Akzeptanz erhebliche Grenzen gesetzt sind. Daher ist die konsequente Digitalisierung der Infrastruktur eine *conditio sine qua non*, um die nutzbare Kapazität deutlich zu erhöhen. Hier ist eine Vorreiterrolle der Schiene gegeben, da durch die vollständige Digitalisierung, die im Endausbau eine Steuerung des Verkehrs auf der Schiene in Echtzeit unabhängig von ortsfesten Signalen ermöglicht, eine signifikante Steigerung der Leistungsfähigkeit/Kapazität erreicht wird. Zudem lässt sich vollautomatisiertes Fahren aufgrund der geringeren Freiheitsgrade technisch schneller als im Straßenverkehr realisieren.

Grundsätzlich lässt sich auch im motorisierten Individualverkehr durch den Einsatz entsprechender digitaler Technologien die Leistungsfähigkeit/Kapazität steigern. Dazu sind aber vollautonomes Fahren und die dazu erforderlichen leistungsfähigen mobilen Datennetze und hochkomplexe Verkehrsleitsysteme eine unabdingbare Voraussetzung. Nach bisherigen Erkenntnissen ergeben sich nennenswerte Kapazitätssteigerungen erst, wenn mehr als 75 % der Fahrzeuge vollautonom fahren können. Dessen ungeachtet ist auch die Straßeninfrastruktur digital auszurüsten, um Verkehrsaufkommen in Echtzeit erfassen und auch lenken zu können. Im Zielzustand ist eine verkehrsträgerübergreifende Steuerung des Verkehrs in Ballungsräumen möglich. Damit sind Mobilität und Lebensfähigkeit unter den Aspekten Verkehrsvermeidung, Auslastungsoptimierung und Schadstoff- und Lärmminimierung sichergestellt.

#### SENKUNG DER SCHADSTOFFEMISSIONEN

Für die Mobilität der Zukunft ist der Ausbau und die digitale Ausrüstung der Infrastruktur auf der Basis einer verkehrsträgerübergreifenden Strategie eine Grundvoraussetzung. Ein weiterer wichtiger Baustein für die Mobilität der Zukunft ist eine deutliche Senkung der Schadstoffemissionen. Neben der zwingend erforderlichen Einhaltung von gesetzlichen Grenzwerten ist die Sicherung der Lebensqualität von großer Bedeutung. Hier kommt dem öffentlichen Verkehr eine entscheidende Rolle zu, da nur im öffentlichen Verkehr relativ zeitnah drastische Emissionsreduzierungen bis hin zu Zero-Emission möglich sind. Einerseits sind nahezu alle Schienenverkehrssysteme bereits heute elektrifiziert und andererseits sind andere öffentliche Verkehrsmittel (Bus, Taxi, Car-Sharing etc.) durch regional abgegrenzte Einsatzräume schneller auf alternative Antriebstechnik umzustellen, inklusive der dazu notwendigen Infrastruktur. Selbstverständlich muss auch der motorisierte Individualverkehr einen erheblichen Beitrag zur Reduzierung der Schadstoffbelastung liefern. Die dazu notwendige Elektrifizierung der Fahrzeuge oder der Einsatz synthetischer Kraftstoffe wird unabhängig von der einzusetzenden Technologie aber deutlich längere Zeiträume in Anspruch nehmen, um signifikante Emissionsreduzierungen zu realisieren. Dabei wird unterstellt, dass regulatorische Eingriffe in das Privateigentum der Bürger (Pkw) politisch nicht konsensfähig sind.

#### EFFIZIENZSTEIGERUNG IM VERKEHRSANGEBOT

Für die Mobilität der Zukunft ist neben einer leistungsfähigen Infrastruktur und modernster Fahrzeugtechnologie sowie deren digitaler Vernetzung, sozusagen der „Hardware“, die Schnittstelle zum Kunden/Nutzer der entscheidende Erfolgsfaktor. Der ungebrochene Trend des weiteren Wachstums der Ballungsräume einhergehend mit der Zunahme an Mobilitätsnachfrage bei gleichzeitig erheblich limitiertem, konventionellem Ausbau der Infrastruktur sowohl für öffentliche Verkehrsträger als auch für den Individualverkehr führt auf den ersten Blick zu einem klassischen Dilemma. Eine Auflösung dieses Dilemmas kann nur durch eine erhebliche Steigerung der Effizienz gelingen. Neben den vorab skizzierten Potentialen bei der „Hardware“ wird die Effizienzsteigerung bei der Nutzung vorhandener und neuer Mobilitätsangebote ein wesentlicher Erfolgsfaktor sein. Die größten Potentiale für eine schnelle und nachhaltige Steigerung der Effizienz sind in den öffentlichen Verkehrsangeboten zu finden. Dazu ist es erforderlich, diese Mobilitätsangebote multimodal und intermodal online zu vernetzen und darüber hinaus die Information bis hin zur Buchung der Zugangsberechtigung in einem Single-Sign-on Verfahren auf einer digitalen Plattform zu realisieren. Wenn dies gelingt, dann führt das nicht nur zu einer erheblichen Steigerung der Effizienz, sondern auch zu einer deutlichen Verbesserung der Angebotsqualität.

Die einfache digitale Verknüpfung von einzelnen Mobilitätsangeboten (Schiene, U-Bahn, Tram, Bus, Taxi, Mietwagen, Bike-Sharing, Car-Sharing etc.) zu attraktiven intermodalen Mobilitätsketten und deren Steuerung in Abhängigkeit des Gesamtsystems sind ein wesentliches Element der Mobilität der Zukunft. Die Verknüpfung der Informationen der Infrastruktur und der Fahrzeuge über Auslastung und ggfs. Störungen mit der digitalen Kundenschnittstelle bietet erstmals die Möglichkeit, den Verkehrsteilnehmer/Nutzer in Echtzeit gesichert während seiner Reise zu begleiten und im Störfall verlässliche Informationen und Alternativen zur sicheren Zielerreichung zur Verfügung zu stellen. Aus heutiger Sicht ist dies im Verkehrssektor eine geradezu revolutionäre Weiterentwicklung. Neben aller Euphorie über die Möglichkeiten der Mobilität der Zukunft darf jedoch nicht übersehen werden, dass unsere heutigen Strukturen und Regularien in Deutschland allenfalls eingeschränkt geeignet sind, um eine schnelle und frictionsfreie Realisierung der digital vernetzten Mobilität der Zukunft zu erreichen. Das gilt für die Mobilität von Personen und Waren gleichermaßen.

#### FAZIT

In einem ersten Schritt ist für den notwendigen Ausbau der Infrastruktur ein ganzheitliches Verkehrskonzept für Personen- und Warenverkehr mit bundesweit abgestimmter Ausbauplanung und langfristig gesicherter Finanzierung unabhängig von Legislaturperioden aufzustellen und politisch zu beschließen. Auch die Zukunftsfähigkeit der heutigen Förder- und Finanzierungsregularien (Nutzen-/Kostenuntersuchung etc.) ist dabei kritisch zu hinterfragen. Parallel dazu ist eine bundesweite multimodale/intermodale Mobilitätsplattform zu realisieren. Auch hier sind im Interesse einer ganzheitlichen Lösung die Ressourcen (Finanzen, Know-how) unabhängig von Partikularinteressen und Egoismen zu bündeln, um zeitnah Fortschritte und Erfolge möglich zu machen. Andernfalls kann nicht ausgeschlossen werden, dass Unternehmen aus anderen Wirtschaftsbereichen mit anderen Geschäftsinteressen Teile aus einem ganzheitlichen Lösungsansatz herausbrechen. Für die Mobilität der Zukunft bedarf es sicherlich erheblicher Anstrengungen. Die Herausforderungen liegen dabei weniger im Bereich Finanzierung und Technologie, sondern in den heutigen Strukturen und Regularien im Verkehrsmarkt und in der Verkehrspolitik. Die digital vernetzte Mobilität für Menschen und Güter ist die Voraussetzung, um die nachhaltige Lebensfähigkeit der Ballungsräume in ökologischer und ökonomischer Sicht zu sichern und die Attraktivität und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands auch in der Zukunft zu erhalten.

## BIS ZUR ECHTEN VERKEHRSWENDE IST ES EIN WEITER WEG

Mobilität 4.0, die Mobilität von morgen, bedeutet die zunehmende digitale Vernetzung von Fahrzeugen und verschiedenen Verkehrsmitteln untereinander mit der vorhandenen Verkehrsinfrastruktur. Verkehrspolitik sollte verschiedenste Verkehrsmittel so vernetzen, dass sie sicher und möglichst ohne Stau ans Ziel kommen. Gerade in Ballungsräumen ist der Druck auf den Mobilitätswandel immens groß. Wir sprachen mit dem Stadtrat Klaus Oesterling, Dezernat VI – Verkehr, Frankfurt am Main, und mit Volker Sparmann, Mobilitätsbeauftragter des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (HMWEVW), über die Konzepte zur Mobilität 4.0 in der Metropolregion Frankfurt-Rhein-Main, darüber, mit welchem Aufwand und welchen Zielen die Vernetzung aller Verkehrsmittel verbunden ist.

Das Gespräch führte Burkhard Fröhlich, ehem. Chefredakteur der DBZ Deutsche BauZeitschrift am 1. März 2019 in Frankfurt



Stadtrat Klaus Oesterling, Dezernat VI – Verkehr, Frankfurt am Main

### Herr Oesterling, Herr Sparmann, wie lautet Ihr Credo für die Mobilität der Zukunft?

**KLAUS OESTERLING** – Die Stadt Frankfurt wächst jedes Jahr um 3 %, in den vergangenen zehn Jahren um 100.000 Einwohner. Das Verkehrsnetz dagegen ist ungefähr das Gleiche geblieben. Infolgedessen nehmen die Engpässe zu und es wird unsere Aufgabe sein, zwar nicht das staufreie Frankfurt zu versprechen, aber zumindest die Probleme abzubauen. Das geht nicht ohne den Ausbau des ÖPNV.

**VOLKER SPARMANN** – Mobilität bedeutet für uns die Erhöhung der Lebensqualität in den Städten und in den Regionen. Wichtig ist, dass wir die Verkehrsnetze verbinden und mit weniger Verkehrsmitteln ein besseres Verkehrsangebot liefern können. Damit schaffen wir mehr Raum für die Stadtentwicklung, mehr Pünktlichkeit und mehr Berechenbarkeit für das Reisen.

### Was sind die Schlüsselfaktoren für die Mobilität der Zukunft und welche Verkehrsträger beziehen Sie in diese Vernetzung ein?

**KLAUS OESTERLING** – Hier würde ich den Schwerpunkt anders setzen. Klassisch ist die Notwendigkeit der Investition in die „Hardware“: Wir brauchen neue Strecken, neue Verbindungen, neue Gleise, tangentielle Verbindungen und die Entmischung von Nahverkehr, Fernverkehr und Güterverkehr. Das kostet natürlich Milliarden. Das läuft mit den neuen Ausbauprojekten besser als vor zehn Jahren, z. B. dem 4-gleisigen Ausbau der S-Bahn Frankfurt-Bad Vilbel oder Gateway Gardens. Mit der Regionaltangente West, die im Rhein-Main-Gebiet erstmals zumindest einen Teilring um den Kern bietet, sind wir auf dem richtigen, aber auf einem beschwerlichen Weg. Mobilität 4.0 oder Auskunftssysteme sind aus meiner Sicht das Surplus über der Hardware.

**VOLKER SPARMANN** – Das ist völlig richtig. Ohne die notwendige „Hardware“ bekommt man die geforderten Kapazitäten gar nicht durch. Der ÖPNV wächst in ganz Deutschland jedes Jahr um mindestens 5 %. Die Politik hat längst erkannt, dass Mobilität ohne ÖPNV auf Dauer nicht funktioniert. Für die Zukunft ist eine Mobilitäts-

plattform wichtig, die aus unserer Sicht von der Öffentlichen Hand angeboten werden sollte. Auf dieser Plattform stehen alle Verkehrsmittel, die man für einen Weg von A nach B benötigt, zur Verfügung und zwar so abgestimmt, dass bei der Buchung nur eine Rechnung anfällt. Das ist Mobilität 4.0 für den Kunden.

### Herr Oesterling, Ihr Dezernat entwickelt Konzepte zum gesamten städtischen Verkehrsgeschehen. Wann und wie werden die Planer in diese Konzepte bzw. Prozesse eingebunden?

**KLAUS OESTERLING** – Bei der A661 waren es beispielsweise die Planer, die vor zehn Jahren mit der Idee für die Einhausung kamen. Das Projekt selbst hing dann lange in der Schwebe, vor allem wegen der Kosten. Dass solche Projekte jetzt weiter nach vorne drängen, hängt mit dem Ansteigen der Bevölkerungszahlen und dem politischen Druck zusammen. Unter diesen neuen Vorzeichen erscheinen solche Projekte wie die Einhausung der A661 oder zum Beispiel der Rückbau der Hochstraße Nord in Ludwigshafen rentabel. Dann wird die Fachebene beteiligt – in der Regel gibt es meist auch noch kontroverse Diskussionen im politischen Raum. In der Regel werden erst, wenn sich eine Realisierungschance abzeichnet, Machbarkeitsstudien an Planungsbüros vergeben.

*„Wir brauchen neue Strecken, neue Verbindungen, neue Gleise, tangentielle Verbindungen und die Entmischung von Nahverkehr, Fernverkehr und Güterverkehr.“*

### Mobilität 4.0 wird Auswirkungen haben auf die verkehrliche Situation wie auch auf stadtplanerische Vorhaben und Infrastrukturprojekte. Wie kann man sich den Prozess der Umsetzung vorstellen? In welchen zeitlichen Dimensionen erfolgt das?

**VOLKER SPARMANN** – Wenn wir heute an 2030 denken, müssen wir schon jetzt anfangen, etwas zu ändern. Die Idee zur S-Bahn-Anbindung Gateway Gardens, einem prosperierenden neuen Stadtteil von Frankfurt kam 2004 auf.

Bis zur Inbetriebnahme wird es 2020 werden. Das ist zwar im nationalen Vergleich der schienengebundenen Infrastrukturprojekte schnell, aber in den Zeiten zunehmender Digitalisierung einfach viel zu lang. Wir müssen dringend die Zeiträume von der Kommunikation beginnend bis hin zur Umsetzung verkürzen. Dafür brauchen wir Leute, die das schnell und professionell umsetzen, wie Klaus Oesterling mit seinem Verkehrsdezernat.

**KLAUS OESTERLING** – Dazu passt das Beispiel der A661 sehr gut als wichtige Stadtautobahn in Frankfurt, die in den 1970er-Jahren gebaut worden ist. Wir haben eben jetzt einen großen Mangel an Bauland, gegen neue Siedlungen gibt es überall Widerstände – daher auch die Idee, die A661 auf mehr als 1 km zu überbauen. Damit schaffen wir eine Grünzone, die die Stadtteile Seckbach und Bornheim miteinander verbindet: ein tolles städtebauliches Projekt. Die Bewohner gehen spazieren, sehen und hören von der Autobahn aber nichts mehr. Ein weiterer Effekt der Projektidee: Wir können als Randbebauung Bereiche bebauen, die bisher wegen des großen Verkehrslärms



Volker Sparmann, Mobilitätsbeauftragter HMWEVW, Hessen

gar nicht bebaubar waren. Wir freuen uns sehr, dass dieses Projekt unter den maßgeblichen Parteien einstimmig verabschiedet worden ist. Bis zur Finanzierung ist es noch ein ganzes Stück Weg – denn das Projekt wird mit Sicherheit so 150 Mio.€ kosten. Wir könnten uns auch vorstellen, dass die Rosa-Luxemburg-Straße und der Miquel-Knoten einmal zurückgebaut werden und dass wir dort einen neuen Stadtteil für Tausende von Einwohnern errichten. Aber das ist noch ein bisschen hin.

### Es geht bei der Verkehrsplanung um städtische, um ländliche Bereiche und um Stadtteile – trotzdem müssen sie verbunden sein. Welche Unterschiede gilt es bei urbaner und ruraler Mobilität zu berücksichtigen?

**VOLKER SPARMANN** – Das verbindende Element ist immer die Mobilität, weil man ja von dem einen Bereich in den anderen will. Frankfurt ist eine der größten Pendlerstädte in Europa: Wir haben tagsüber doppelt so viele Menschen in der Stadt wie nachts. Wichtig ist, in den Ballungsräumen darauf zu achten, dass die Bewohner aus dem ländlichen Umland bereits im innerstädtischen Verkehrssystem

mitberücksichtigt werden. Denn es ist naheliegend, dass sie mit dem Auto in den Ballungsraum fahren werden, wenn sie schon mal im Auto sitzen. Für sie muss es ein System geben wie zum Beispiel „on-demand“: Man kann anrufen und wird aus dem ländlichen Raum zum Zubringer gebracht. Es ist sehr wichtig, dass wir immer das Gesamtsystem, den Gesamttraum berücksichtigen.

### Wie müssen sich Städte auf Mobilität 4.0 mit welchen Mobilitätsangeboten einstellen? Und andererseits: Sind auch die Verkehrsteilnehmer für eine veränderte Mobilität bereit?

**KLAUS OESTERLING** – Frankfurt am Main ist in Hessen die Großstadt mit dem höchsten ÖV-Anteil. Wir sind auch die Großstadt mit dem höchsten Anteil an Elektromobilität. 85 % des innerstädtischen Verkehrs werden in Frankfurt elektromobil bewältigt, U-Bahn, S-Bahn, Straßenbahn und E-Bus. Bis jetzt ist Frankfurt die erste und bisher einzige Stadt in Hessen, die eine komplette Buslinie auf Elektromo-

bil ist. Das ist ein Prozess, der nicht von heute auf morgen funktioniert. Aber wir haben die richtigen Wege schon eingeschlagen.

### Was müsste besser laufen? Was ist der Auftrag an die Politik?

**KLAUS OESTERLING** – Wir werden die Finanzierung des öffentlichen Nahverkehrs auf neue Beine stellen müssen. Da gibt es verschiedene Möglichkeiten von der Erhöhung der Gewerbesteuer über die Maut und Route Pricing bis zur Nutzerfinanzierung. Als Politiker

*„Die Menschen sind heute sehr viel differenzierter unterwegs als früher. Die Mobilität der Zukunft wird diese individuelle Mobilität auch berücksichtigen müssen.“*

muss man sich in der Regel für ein Modell entscheiden, das vielleicht sogar schon praktiziert wird. Ich halte das französische Modell der Nahverkehrsabgabe für absolut vorbildlich. Das ist eine Abgabe auf die Lohnsummensteuer von Betrieben mit acht Leuten und mehr. Ich glaube, da kommen 5 oder 6 Mrd. € zusammen, wenn ich das richtig im Kopf habe. In Frankreich wird bei Projekten aber nicht nur eine Straßenbahn gebaut, sondern auch innerstädtische Plätze usw. neugestaltet, urban und autofrei und durch diese Einnahmen finanziert. So etwas brauchen wir, wenn wir wirklich einen Sprung nach vorne machen wollen. Mit dem jetzigen Finanzierungskonzept kann man in den nächsten zehn Jahren nicht sehr viel mehr bauen als das, worüber jetzt diskutiert wird.

**VOLKER SPARMANN** – Wir finanzieren uns beispielsweise aus dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz. Nach der Grundgesetzänderung bekommen wir jetzt 1 Mrd.€. Allerdings können wir nicht alles für Neubauten aufwenden, denn es liegen natürlich Sanierungen und Erneuerungen an. Die U-Bahn ist mittlerweile in einem Alter, wo etwas gemacht werden muss – um diese Anerkennung kämpfen wir im Moment. Es gibt immer was zu tun. Als ich den Verkehrsbund übernommen habe, habe ich gesagt, ich mache jetzt mal einen schönen Fahrplan, dann habe ich mein ganzes Leben Ruhe. Hat man hier nicht. Wir sind nie denselben Fahrplan im Folgejahr gefahren. Denn Sicherstellung der Mobilität erfordert stetige Bereitschaft zur Veränderung!

### Herr Oesterling, Herr Sparmann, ich wünsche Ihnen für Ihre Pläne zur Mobilität 4.0 weiterhin viel Erfolg. Herzlichen Dank für das Gespräch.

bilität umgestellt hat. Man müsste diese Verkehrsmittel weiter bis ins Umland bauen, da stoßen wir jedoch überwiegend auf Widerstände. Viele Ideen scheitern zum Beispiel daran, dass Straßenbahnen in der Innenstadt nicht gewollt sind. Das wissenschaftliche Institut der Goethe-Universität hat eine Untersuchung über die Mobilität in Bornheim gemacht und nach den größten Mobilitätsproblemen in Bornheim gefragt. Die Bürger beschäftigen zwei große Probleme – die Fahrradwege sind zu schlecht und es gibt zu wenig Parkplätze. Auf dem Weg zu einer echten Verkehrswende ist noch viel mehr zu tun, als man glaubt; eben auch, was das Bewusstsein der Menschen angeht.

**VOLKER SPARMANN** – Die Menschen sind heute sehr viel differenzierter unterwegs als früher. Die Mobilität der Zukunft wird diese individuelle Mobilität auch berücksichtigen müssen. Es wollen nicht alle zum Hauptbahnhof oder zum Flughafen, sondern sie wollen die ganze Stadt und die Region besuchen. Da muss es ein integriertes Gesamtangebot geben. Der nächste Schritt für uns ist eine deutschlandweite App, in der alle Tarife enthalten sind. Wenn die entsprechende Infrastruktur vorhanden ist, könnte man auch günstigere Flatrates einführen. Das Bewusstsein für die Mobilität der Zukunft ist natürlich

## INGENIEURLEISTUNGEN FÜR MODERNE VERKEHRSNETZE

Bei der Planung von zukunfts-fähigen Verkehrssystemen stehen alle Prozessbeteiligten vor großen Herausforderungen. Der Ingenieurdienst-leister Schüßler-Plan ist mit seinem weitgefächerten Leistungsportfolio für diese Zukunftsaufgaben gut gerüstet. Von Beratungsleistungen und Machbarkeitsstudien bis hin zu allen für die Realisierung des jeweiligen Vorhabens notwendigen Planungs- und Managementleistungen stehen die Ingenieure und Ingenieurinnen von Schüßler-Plan für die unverwechselbare Kompetenz der Ingenieurgesellschaft: standort- und systemübergreifendes Know-how über alle Verkehrssysteme.

In der Mobilität zeichnen sich massive Veränderungen ab. Die Vorboten der mobilen Revolution sind nicht mehr zu übersehen. Drei Elemente sind dafür wesentlich: neue Kommunikationstechnologien, neue Energiequellen und neue Mobilitätsformen. Wir haben uns bislang auf einen Teil der „Hardware“, die ortsfesten Anlagen der Verkehrsinfrastruktur konzentriert. Doch die alleinige Ausrichtung auf Investitionen in Beton, Asphalt und Schienen ist nicht zukunftsfähig und sichert nicht die Mobilität von morgen. Die Digitalisierung beschleunigt die Entwicklung und drängt auf innovative Lösungen. Der Zukunftsforscher Matthias Horx bringt es auf den Punkt: „Wir fahren auf den Gleisen der Vergangenheit in die Zukunft ...“

#### WAS SIND DIE BAUSTEINE DER MOBILITÄT UND WAS KANN EINE INGENIEURGESELLSCHAFT IN DIESEM ZUSAMMENHANG LEISTEN?

Mobilität ist Ausdruck von Bewegung, Verkehr, Transport, Verbindungen und auch Lebensqualität. Ingenieure kennen die technischen Elemente, die sogenannte „Hardware“, die eine Mobilität gewährleistet. Diese sind

- Straßen
- Schienen
- Flughäfen
- Brücken
- Tunnel
- Wasserwege.

Alle diese Projekttypologien kann man unter „Anlagen der Infrastruktur“ zusammenfassen. Physische Mobilität wird durch Infrastrukturanlagen erst möglich. Ingenieure ermöglichen mit ihren Leistungen Mobilität, indem sie die Systeme der baulichen Infrastruktur entwerfen und deren Realisierung begleiten. Dabei machen sie sich auch Gedanken über die Nutzung der Anlagen. Jetzt stellen sich für Ingenieure und Planer neue Herausforderungen mit dem Entwerfen einer intelligenten und vernetzten Infrastrukturlandschaft, die den Fortschritt der Digitalisierung nutzt und auf Dauer zukunftsfähig ist! Denn eines muss klar sein, nicht nur das Auto wird „smart“ – Bauwerke werden es zukünftig auch sein.

Nicht nur durch die aktuell anhaltende Diskussion zum drohenden Fahrverbot von Dieselfahrzeugen werden heute gänzlich andere Anforderungen an die Verkehrsinfrastruktur gestellt. Umwelt- und ressourcenschonend sollen die Anlagen erstellt und betrieben werden. Schnell und für jeden erreichbar sollen die Verbindungen sein. Weg vom Hauptverkehrsmittel, dem geliebten eigenen Fahrzeug, und hin zu einer effizienten Verknüpfung verschiedener Verkehrssysteme. So lauten heute die Kernforderungen an eine zukunftsfähige Infrastruktur. Vor diesem Hintergrund und dem geänderten Mobilitätsverhalten der Bevölkerung, ändert sich auch die Aufgabenstellung für unsere Verkehrswissenschaftler und Planer.

Im Vordergrund von Mobilität 4.0 steht das intelligente Verknüpfen der unterschiedlichsten Verkehrssysteme und Infrastruktureinrichtungen zu einer gesamtheitlichen Infrastrukturlandschaft, die auf Veränderungen reagieren kann. Die heutige Infrastrukturlandschaft besteht aus den Systemkomponenten

- Motorisierter Individualverkehr
- Ruhender Verkehr (Parken)
- Bus
- Schienengebundene Nah-, Regional- und Fernverkehre
- Radverkehr
- Fußgänger und
- Flugverkehr.

Neue, innovative Systeme, wie beispielsweise die derzeit diskutierten Flugtaxis, werden in kurzer Zeit dazukommen.

Die Interaktion zwischen den einzelnen Systemkomponenten definiert heute die Randbedingungen für die Planung der Infrastruktur. Während in der Vergangenheit die Planung der Verkehrsinfrastruktur meist nur auf ein System bezogen war und die Ziele verfolgte, für den definierten Bedarf bzw. das prognostizierte Verkehrsaufkommen ausreichend dimensionierte Fahrwege anzubieten oder Schwachstellen zu beseitigen, lautet jetzt die Anforderung an die Planung, den optimierten Einsatz aller zur Verfügung stehenden Verkehrssysteme im Rahmen einer gesamtheitlichen Betrachtung zu entwickeln. Hierbei kann man sich auch die Frage stellen, was muss getan werden, um Verkehre von der Straße, die aus Gründen der Raumverträglichkeit oder genehmigungsrechtlichen Gründen nicht erweiterbar sind, auf andere Verkehrsmittel zu verlagern? Oder: Wie kann man ein Verkehrssystem attraktiver gestalten und damit ein anderes System entlasten?



#### SYSTEMÜBERGREIFENDE INGENIEURLEISTUNGEN AUS EINER HAND

Die Systeme der Infrastruktur greifen somit ineinander wie einzelne Zahnräder in einem funktionierenden Getriebe. Die Kunst des Planers besteht darin, die einzelnen „Zahnräder“ so aufeinander abzustimmen, oder um in der Sprache des Maschinenbaus zu bleiben, eine Synchronisation aller beweglichen Elemente herbeizuführen, dass der Verkehr unter effektiver Nutzung aller Komponenten „läuft“. Diese Planungsanforderung kann im Besonderen dann umgesetzt werden, wenn das Know-how über alle diese Elemente an einer gemeinsamen Stelle vorliegt. Schüßler-Plan hat dies frühzeitig erkannt und die Planungs- und Beratungsleistungen für die „Hardware“ aller Systemkomponenten in den Häusern ihrer Ingenieurgesellschaft implementiert.

Bereits bei der Bedarfskonzeption kann Schüßler-Plan seine Auftraggeber hinsichtlich der sinnvollen Vernetzung der Verkehrssysteme zur Erfüllung der verkehrlichen und betrieblichen Aufgabenstellung beraten. Ein aktuelles Beispiel der integrierten Betrachtung verfügbarer und neu zu schaffender Verkehrssysteme ist die Entwicklung von Gateway Gardens, einem in der Entstehung befindlichen innovativen neuen Stadtteil von Frankfurt am Main. Rückgrat der verkehrlichen Erschließung des neuen Stadtteils ist die Anbindung von Gateway Gardens an den schienengebundenen Personennahverkehr. Die hierzu erforderliche bauliche Infrastruktur, eine zweigleisige, unterirdische Gleisanlage der S-Bahn und eine ebenfalls unterirdisch angeordnete S-Bahn-Station, befindet sich derzeit im Bau, die Inbetriebnahme ist für Ende 2019 vorgesehen. Mit dem Verständnis einer zwingenden Vernetzung der Verkehrssysteme wurde die Planung der Infrastruktur auf die Ausbildung eines „Intermodalen Verkehrsknotens Gateway Gardens“ ausgerichtet. Die S-Bahn-Anbindung ist zwar das Herzstück dieses Verkehrsknotens, aber es gilt, weitere Komponenten im Gesamtkontext zu betrachten und zu einem integrierten Gesamtsystem zusammenzuführen.

Die Kernelemente der Intermodalität sind die Vernetzung von

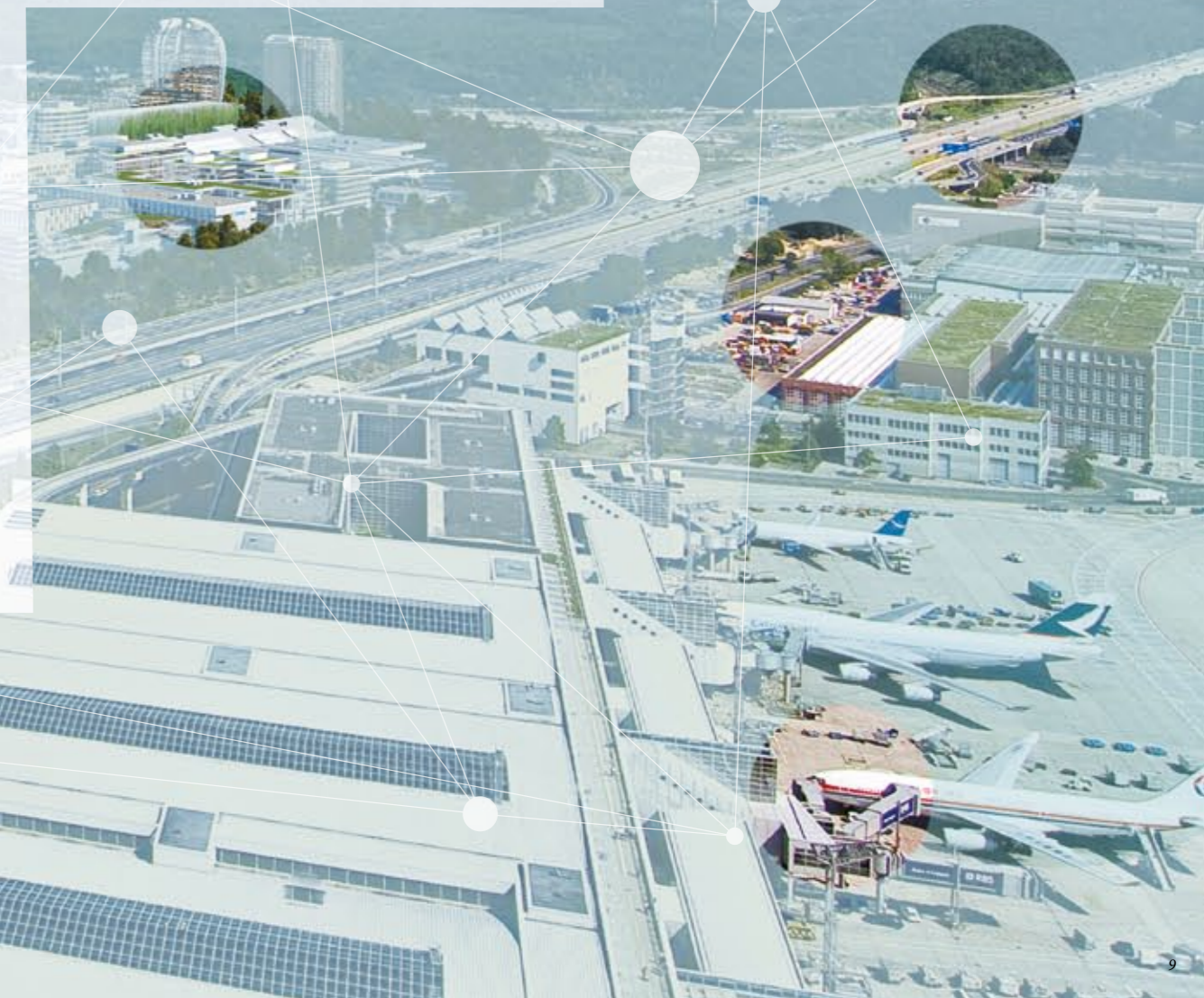
- S-Bahn – Bus
- MIV – S-Bahn
- MIV – Bus
- S-Bahn – Flughäfen
- S-Bahn – Fußgängerverkehre
- Ruhender Verkehr (Parken) – Flughäfen.

Eine attraktive Anbindung an den Flughafen Frankfurt/Main ist allein schon aufgrund des prognostizierten hohen Aufkommens an Reisenden, die mit der S-Bahn in Gateway Gardens ankommen und den Flughafen als Ziel haben, unerlässlich. Visionär wurde eine direkte fußläufige Verknüpfung zwischen Flughafen, S-Bahn und den konzipierten Parkhäusern in Gateway Gardens betrachtet. Dabei werden Passagiere auf einem Hochgeschwindigkeitslaufband, das sich mit ca. der 3-fachen Geschwindigkeit üblicher Laufbänder bewegt, bis in den Abflugbereich des Flughafens befördert. Planungsvarianten dazu beinhalten auch die Möglichkeit, sein Gepäck direkt am Ausgang der S-Bahn aufzugeben. Von dort wird es dann vollautomatisiert zum Flughafen befördert. Intelligenter und nutzerfreundlicher ist die Mobilität 4.0 kaum noch umzusetzen!

Weitere Beispiele der nachträglichen Vernetzung von verschiedenen Verkehrssystemen sind die Neubauten von Stadtbahntrassen sowie von Radschnellwegen mitten in vorhandener Infrastruktur. Durch die Implementierung dieser Verkehrssysteme ist es möglich, den motorisierten Individualverkehr zu entlasten und dabei gleichzeitig den Schadstoffausstoß zu verringern.

Ein sehr schönes Beispiel hierfür ist der Neubau der Citybahn Wiesbaden. Hier wird bereits vorhandene Straßen- und Schieneninfrastruktur genutzt, um mit der Implementierung eines weiteren Verkehrssystems zum einen eine Entlastung für den stark überlasteten motorisierten Individualverkehr zu schaffen und gleichzeitig die Mobilität der Einwohner der Landeshauptstadt zu verbessern. Schüßler-Plan erbringt bei diesem Vorhaben alle für die Realisierung des Vorhabens notwendigen Planungsleistungen und profitiert auch hier von systemübergreifenden Fachwissen seiner Ingenieure und Planer über alle Verkehrssysteme.

Ein weiteres aktuelles Beispiel ist der Bau einer Radschnellverbindung zwischen Heidelberg und Mannheim. Auf der knapp 20 km langen Strecke zwischen den beiden Städten existieren zwar sowohl mehrere Straßenverbindungen als auch eine Bahnverbindung, dennoch kommt es aber in Spitzenzeiten bei beiden Verkehrssystemen zu sehr hohen Aus- bzw. Überlastungen. Aus diesem Grund macht es auch an dieser Stelle Sinn, die vorhandenen Verkehrssysteme mit einem weiteren Verkehrssystem intelligent zu ergänzen und zu vernetzen. Gerade bei Distanzen bis zu 20 km eignen sich Radschnellwege hervorragend als ergänzendes Verkehrssystem. Schüßler-Plan ist bei diesem Vorhaben mit der Planung der Verkehrsanlage sowie den dazu notwendigen Verkehrsuntersuchungen beauftragt.



Im Vorgriff auf die Realisierung kann die verkehrliche Wirkung eines Systems nur annähernd erfasst werden. Aber genau die realitätsnahe Prognose der Wirkung und die Auswirkungen auf tangierende Verkehrssysteme sind entscheidend für die Konzeption. Um dem Vorhabenträger die Systemscheide frühzeitig zu erleichtern, führt Schüßler-Plan bereits im Rahmen von Machbarkeitsuntersuchungen verkehrliche und betriebliche Simulationen durch. Die in der Anwendung der hochkomplexen Softwaretools geübten Ingenieure der Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft können bereits vor Beginn der vertiefenden Planungen die Wirkung einer Infrastrukturmaßnahme mit der Genauigkeit eines Fahrplans simulieren und somit die Grundlage für einen Projektscheid liefern.

Die aktuellen Projektbeispiele zeigen sehr deutlich, dass das zuvor erwähnte Umdenken bei der Planung von einzelnen Verkehrssystemen bereits in vollem Gange ist. Auch die kommenden Projekte werden davon geprägt sein, dass die vorhandene Infrastruktur mit ihren Verkehrssystemen mit weiteren Verkehrssystemen vernetzt wird. Die Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft leistet hier mit ihrem Leistungsspektrum insbesondere für den Teil der „Hardware“ einen wertvollen Beitrag für die Mobilität von morgen!

Dipl.-Ing. Bernd Wagenbach

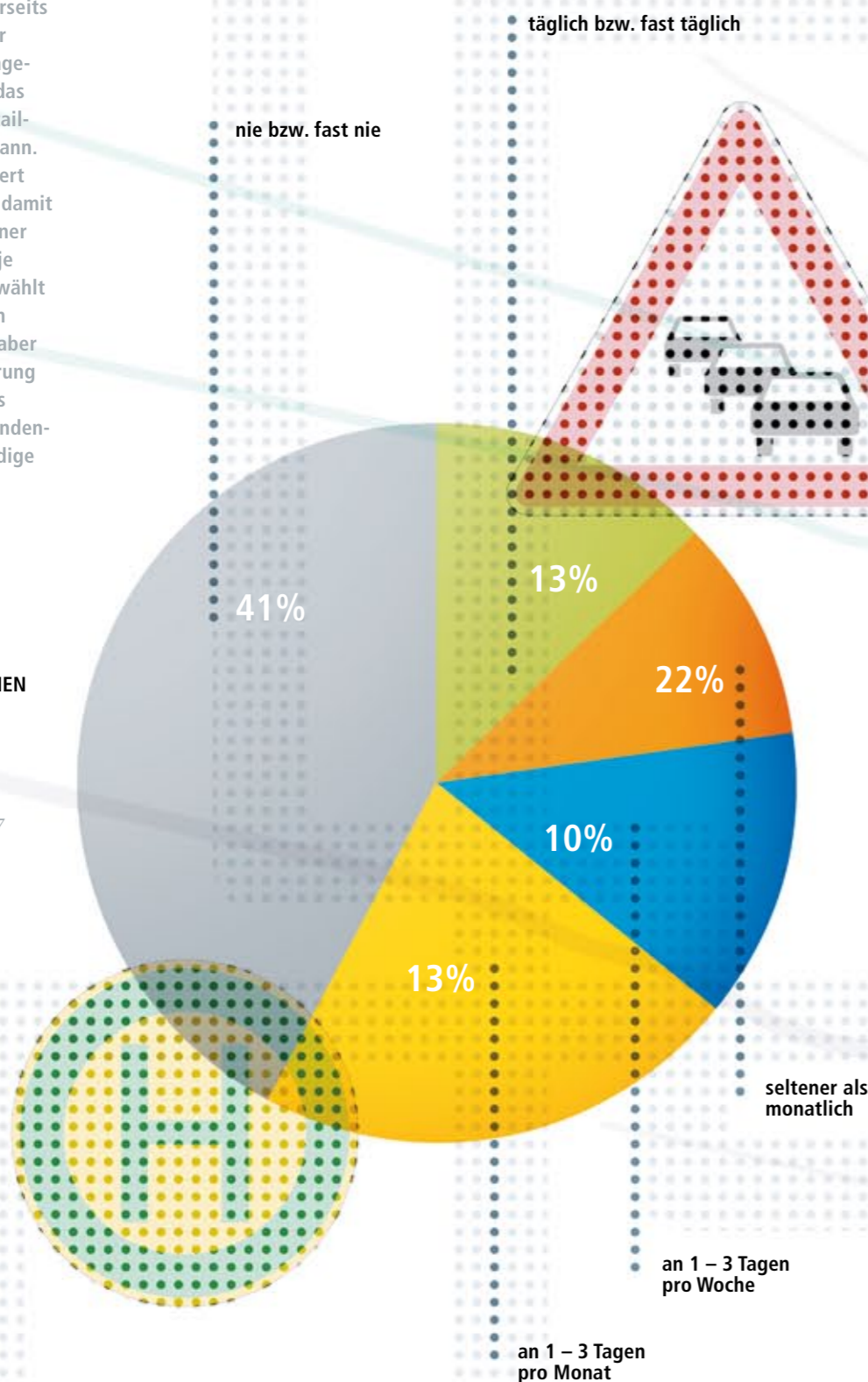


# MOBILITÄT MIT SYSTEM

Die Digitalisierung unseres Alltags macht vor Verkehr nicht halt. Ganz im Gegenteil sind bereits heute viele verkehrstypische Nutzungen nicht mehr aus dem Alltag wegzudenken, vom Navigationssystem bis zur App der Deutschen Bahn. Tatsächlich ist die Digitalisierung derzeit ein zentrales Thema der Verkehrsbranche, weil einerseits Angebote verschiedener Dienstleister zusammgeführt und andererseits das Mobilitätsverhalten detaillierter erfasst werden kann. Die Digitalisierung fördert die Multimodalität und damit die Nutzung verschiedener Verkehrsmittel, welche je nach Fahrtzweck ausgewählt oder kombiniert werden können. Sie erleichtert aber auch die Verkehrssteuerung und den Vertrieb, beides Instrumente, um das Kundenverhalten ohne aufwändige Erhebungen zu messen.

## ÜBLICHE NUTZUNG VON Bussen UND BAHNEN IN DER REGION (Personen ab 14 Jahre)

Quelle: *Mobilität in Deutschland, Mobilität in Tabellen 2017 (MiT 2017)*



Handy-Tickets und Verbindungsnachweise per APP aufs Smartphone

Es besteht kein Zweifel – in den letzten Jahren fand eine sehr starke Digitalisierung der Gesellschaft statt. Spätestens seitdem die ersten Smartphones und Tablets der breiten Masse zur Verfügung standen, spürt man die Digitalisierung. Es verwundert kaum noch jemanden, wenn bei Freunden im Garten ein kleiner Roboter den Rasen trimmt, sich das Licht im Wohnzimmer auf Zuruf herunterdimmt oder die Musik nicht aus dem Radio kommt, sondern hierfür ein Streamingdienst verwendet wird. Noch vor ein paar Jahren wären diese kleinen Aspekte unseres Alltags für einen Großteil der Bevölkerung undenkbar gewesen. Heute stellt sich für viele eher die Frage, wie man sich früher ohne Smartphone in einer fremden Stadt zurechtgefunden hat.

### DIGITALISIERUNGSTRENDS IN DER VERKEHRSBRANCHE

Womit wir schon beim Thema Digitalisierung von Verkehrssystemen angelangt sind. Die Digitalisierung hat generell einen großen Einfluss auf die Mobilität der Menschen. Mobilität ist ein Lebensbereich, der besonders gut digital unterstützt und ausgestaltet werden kann. Dies erkennen wir bei unserer Arbeit im Zentrum für integrierte Verkehrssysteme (ZIV) täglich und es beeinflusst somit auch uns. Die Digitalisierung zieht sich im Grunde durch all unsere Projekte. Dies fängt bereits bei der klassischen Verkehrszählung an. Wo früher direkt vor Ort an Knotenpunkten Autos gezählt und Strichlisten ausgefüllt wurden, werden heute Videos vom Knotenpunkt aufgezeichnet und die eigentliche Zählung kann im Büro direkt in die Auswertungstabelle eingegeben werden. Aber auch bei Befragungen sind unsere Erheber heutzutage mit Smartphones ausgestattet, so dass die Ergebnisse direkt digital vom Hintergrundsystem erfasst werden. Dies ermöglicht eine deutlich schnellere Bearbeitung. Befragungsergebnisse können noch unmittelbar nach Abschluss ausgewertet werden, ohne dass Befragungsbögen zunächst wieder ins Büro gebracht werden müssen.

Ein weiteres sehr gutes Beispiel für die Digitalisierung in der Verkehrsbranche sind Navigationssysteme in Smartphones. Bei der Nutzung von Smartphones hinterlassen die Kunden Daten. Diese werden von den Navigationssystemen genutzt, um eine bestmögliche Abschätzung der Reisezeit zu geben. So kommt es heutzutage durchaus vor, dass ein Stau bereits auf dem Navigationssystem angezeigt wird, noch bevor er im Radio durchgesagt wird. Nicht nur während der Fahrt beeinflussen diese digital erworbenen Informationen Entscheidungen der Verkehrsnutzer. Auch bereits vor der Fahrt kann dann auf diese Weise die Entscheidung der Menschen beeinflusst werden. Ist vor dem Fahrtantritt bekannt, dass es mit dem Auto aktuell länger dauert als normal, ist durchaus ein Wechsel des Verkehrsmittels vorstellbar. Im besten Fall werden dem Nutzer auch direkt Alternativen aufgezeigt. Eine Nutzung digitaler Daten zur Steuerung des Individualverkehrs findet an diversen Stellen im System statt. Beispielsweise spielt die Parkraumbewirtschaftung bei vielen unserer Projekte eine Rolle. Insbesondere bei Parkleitsystemen ist die Digitalisierung bereits weit fortgeschritten. Mittlerweile ist es gängige Praxis, dass Pkw schon frühzeitig beim Einfahren in die Stadt über digital gesteuerte Leittafeln die noch frei verfügbare Anzahl an Parkplätzen in verschiedenen Parkhäusern angezeigt bekommen. Somit findet eine möglichst frühzeitige Lenkung des Verkehrsflusses statt und Parksuchverkehre werden vermieden.

Zur Lenkung des Straßenverkehrs kommen zudem auch sogenannte Wechselverkehrszeichen zum Einsatz. Hierbei handelt es sich um Verkehrszeichen, die beispielsweise in Abhängigkeit äußerer Umstände, wie z. B. Nebel, unterschiedliche Tempolimit-Vorgaben machen. Gesteuert wird die Anzeige von einer Verkehrszentrale. Somit kann der Verkehr frühzeitig gelenkt werden. Hinzu können Wechselanzeiger Verkehrsteilnehmern auf Autobahnen frühzeitig über gewisse Bedingungen informieren. Auf diese Weise lässt sich ein Teil des Verkehrs beispielsweise von ausgelasteten Straßen auf andere Straßen lenken, die noch Kapazitäten aufnehmen können.

### DIGITALISIERUNGSTRENDS IM ÖFFENTLICHEN PERSONENVERKEHR

Aber nicht nur der Individualverkehr liegt im Fokus des ZIV. Ein wichtiger Bestandteil unserer Aufgaben stellt der Öffentliche Personenverkehr (ÖV) dar. Auch beim ÖV spielt die Information der Verkehrsteilnehmer eine ganz entscheidende Rolle. Wie eingangs schon erwähnt, sind wir auf dem Weg in ein digital vernetztes Verkehrssystem. Zweck dieses Netzes ist es, jeden Verkehrsteilnehmer jederzeit schnell und klimaschonend an seinen Wunschort zu bringen. Der ÖV wird dabei eine zentrale Rolle spielen. Digitale Anwendungen bieten vielfältige Möglichkeiten, ihn leistungsfähiger zu machen und intelligent zu vernetzen. Ein ganz entscheidender Faktor für den Erfolg des ÖV wird in der Information der Fahrgäste gesehen. Es ist immens wichtig, einem potentiellen Fahrgast bereits im Vorfeld einer möglichen Fahrt mit dem ÖV bestmögliche Informationen zu liefern. Je besser sich ein Fahrgast informiert fühlt, desto größer ist auch die Chance, dass er sich überhaupt oder erneut für den ÖV entscheidet. Am Beispiel Information des Fahrgastes können diverse Aspekte innerhalb des ÖV aufgezeigt werden, bei denen die Digitalisierung immer weiter voranschreitet. Beginnen wir mit dem Thema Echtzeitdaten: Der Fahrgast möchte – so gut es geht – über seine Fahrt informiert sein. Kundenbefragungen haben ergeben, dass eine längere Wartezeit eher akzeptiert wird, wenn man die Dauer im Vorhinein kennt. Steht beispielsweise ein Fahrgast an der Haltestelle ohne jegliche Echtzeitinformationen zu der Fahrt, bewertet er eine fünfminütige Wartezeit deutlich negativer, als wenn er schon vorher die Information erhalten hat, dass die Fahrt fünf Minuten später beginnt. Die Reise der Echtzeitdaten beginnt bereits in den Fahrzeugen. Diese sind mit RBL-Systemen (Rechnergestütztes Betriebsleitsystem) ausgestattet. Mit Hilfe eines RBL werden beispielsweise Liniennummer und Fahrtziel außen an den Bussen angezeigt. Zudem ermöglicht ein solches System, Echtzeitdaten der Fahrt in ein zentrales Hintergrundsystem zu senden. Auf diese Weise ist jederzeit bekannt, wo sich das Fahrzeug befindet und es können Prognosedaten für die Ankunft an einer bestimmten Haltestelle ermittelt werden. Diese können im Idealfall dem Kunden direkt vor Ort an den Haltestellen über einen dynamischen Fahrgastinformationsanzeiger (DFI) zur Verfügung gestellt werden. Neben der Anzeige von Fahrtinformationen können solche Anzeiger, je nach Ausführungsart, auch sehr gut zur Verbreitung von Informationen zu außerplanmäßigen Störungen, besonderen Ereignissen oder auch zur Anzeige von Werbeeinhalten verwendet werden. Bei unserer Arbeit mit Städten und Gemeinden ist klar zu erkennen, dass dynamische Fahrgastinformationen auch an kleineren Haltestellen auf dem Vormarsch sind. Hierfür gibt es auch immer mehr solarbetriebene Displays, die in die Haltestellenschilder integriert werden können.

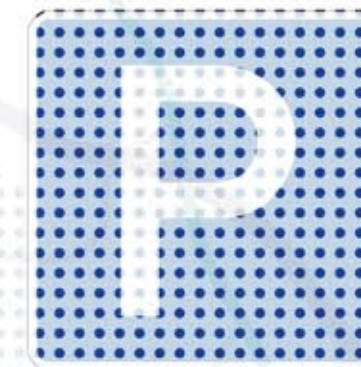
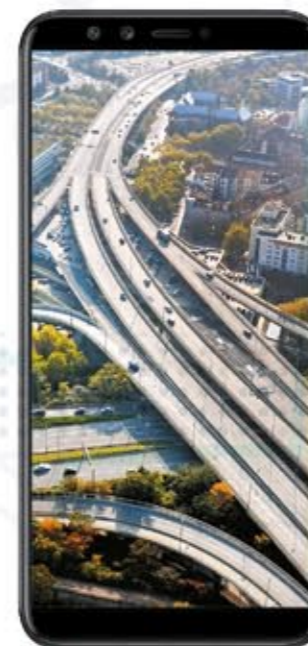
Die zweite Möglichkeit, Echtzeitdaten zur Verfügung zu stellen, geschieht bei bereits vielen Verkehrsverbänden nicht nur online über eine Internetseite, sondern auch über eine eigene App. Immer mehr Fahrgäste sind mit Smartphones unterwegs. Informationen über das gesamte Angebot können somit schnell an den Fahrgast herangebracht werden. Neben der reinen Informationsübermittlung von beispielsweise Verbindungen und Tarifen kann in vielen Regionen aber auch bereits über das Smartphone eine Fahrkarte gekauft werden. Der Fahrgast muss keinen Papierfahrchein mehr kaufen, sondern sein Smartphone dient als Fahrkarte und wird bei der Kontrolle vorgezeigt. Das ZIV begleitet z. B. den Rhein-Main-Verkehrsverbund (RMV) seit Start des RMV-HandyTickets diesbezüglich in allen Belangen. Neben Einzel- und Tagesfahrkarten können über die App zukünftig auch Wochen- und Monatskarten gekauft werden. Ein sehr aktuelles Thema ist zudem die Einbindung neuer digitaler Zahlungsmöglichkeiten in die App. Die Digitalisierung ist auch in diesem Bereich noch lange nicht abgeschlossen. Es gibt bereits diverse Forschungsprojekte, bei denen das Smartphone als Erkennungsmerkmal beim Ein- und Aussteigen aus dem Fahrzeug dient. Das System erkennt eigenständig, wann ein Fahrgast eine Fahrt beginnt und wann er diese wieder beendet. Bei einem sogenannten Be-in- / Be-out-System muss der Fahrgast keine Fahrkarte mehr kaufen, sondern bekommt im Nachgang, meist erst am Ende des Monats, die für ihn günstigste Fahrkarte abgerechnet.

### AUSBLICK

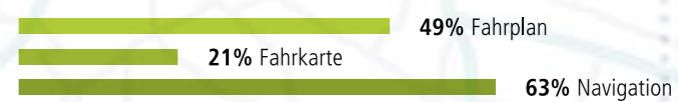
Abschließend lässt sich festhalten, dass die Digitalisierung derzeit eines der bestimmenden Themen in der Verkehrsbranche ist. Insbesondere das Smartphone wird der Schlüssel zur Mobilität. Mit der Nutzung des Smartphones hinterlässt der Kunde viele Daten, die zur Analyse der Kundenwünsche genutzt werden können. Somit eröffnet die Digitalisierung im Mobilitätssektor neue Möglichkeiten, um Angebote auszubauen, zu vernetzen und den Service weiter zu optimieren. Beispielsweise können Verkehrsbetriebe Kooperationen mit Car- oder Bike-Sharing-Anbietern eingehen, um den potentiellen ÖV-Fahrgästen zusätzliche Alternativen anbieten zu können. Die vernetzten Angebote sind dann wiederum digital über eine gemeinsame Plattform zur Verfügung zu stellen. Ein kurzer Ausblick in die Zukunft zeigt, dass die Digitalisierung lange noch nicht abgeschlossen ist: Autonome Fahrzeuge, E-Mobilität, Sharing- und On-demand-Angebote sind in der Entwicklung und im Test. Zu den Tests gehören auch autonom betriebene Busse im ÖV. Insbesondere im ländlichen Raum stellt in Bezug auf die Beförderung des Fahrgasts auf dem letzten Kilometer zu ihm nach Hause das autonome Fahren eine große Chance für den ÖV dar. Auch hierbei ist wiederum an die angesprochene Vernetzung der Angebote zu denken und es sollte möglich sein, solche Fahrten direkt online als Bestandteil der gesamten Reisekette zu buchen.

Dipl.-Ing. Matthias Auth, ZIV GmbH

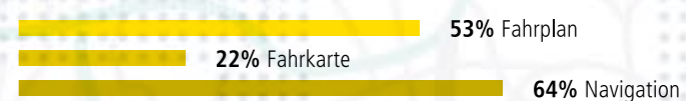
Das ZIV ist seit 2011 ein Tochterunternehmen von Schüßler-Plan.



### SMARTPHONE- / TABLET-NUTZUNG FÜR MOBILINFORMATIONEN HESSEN



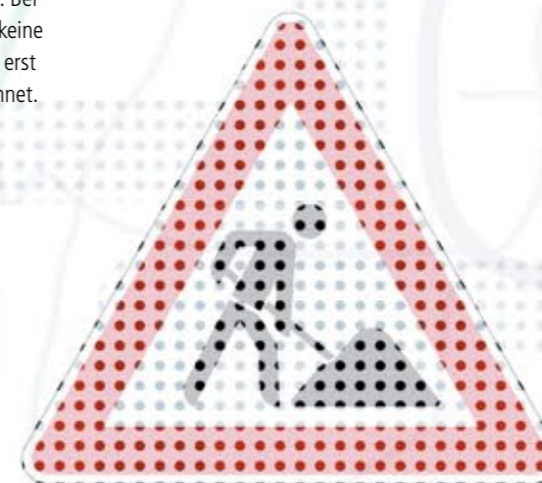
### RHEIN-MAIN



### STADTREGION METROPOLE



Quelle: *Mobilität in Deutschland, Mobilität in Tabellen 2017 (MiT 2017)*



# DIGITALISIERUNG DER STRASSENVERKEHRS-PLANUNG

Die Digitalisierung der Gesellschaft ist in aller Munde, doch was verbirgt sich dahinter? Welche Auswirkungen hat diese Entwicklung auf unsere Tätigkeit im Ingenieurdienstleistungsgeschäft? In verschiedensten Lebensbereichen wird man mit Neuerungen aus der Welt der Digitalisierung konfrontiert. Allerdings geschieht das meist erst, wenn es zur Marktreife gekommen ist. Etwas anders verhält sich dies im Baugewerbe. Hier geht es nicht um punktuelle Verbesserungen durch Digitalisierungsvorhaben, sondern die Digitalisierung umfasst an dieser Stelle die Modernisierung und Umstellung des Gesamtsystems. Während die Komplexität der Realisierung eines Bauprojekts allein schon eine besondere Herausforderung für alle handelnden Akteure darstellt, hebt die Digitalisierung des Planungs- und Realisierungsprozesses von Straßenprojekten, wie der B87n oder dem Ausbau der A10 / A24, die Ansprüche an den planenden Ingenieur auf ein höheres Niveau.

## BIM-STUFENPLAN DES BUNDES

Um die steigenden Ansprüche zu identifizieren und zu strukturieren, wurde im Auftrag des BMVI unter Mithilfe eines Expertenteams aus Auftraggebern, Dienstleistern und Bauunternehmen ein Konzeptpapier zur Einführung von Building Information Modeling (BIM) im Baugewerbe entwickelt. Im Inhalt des im Dezember 2015 vom damaligen Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt vorgestellten „BIM-Stufenplan“ geht es um die schrittweise Einführung der angestrebten Bearbeitungsmethoden für öffentlich finanzierte Projekte. Dabei ging es zunächst nur um einen zeitlichen Fahrplan und die daraus resultierenden Meilensteine. Auf Grund der bereits vorliegenden Erkenntnisse aus der Privatwirtschaft im In- und Ausland hat der Gesetzgeber sich verbindlich für die Umsetzung entschieden. Zum großen Teil kommen die Erfahrungen von privaten Investoren aus den Bereichen Wohnungs- und Wirtschaftsbau, da diese die BIM-Methode zur Verbesserung ihrer Unternehmensziele schon seit Jahren anwenden. Hierbei haben sich große Erfolge in der Planung, Realisierung und Betreiben von Hochbauprojekten ergeben. Messbare Schlüsseffekte in der digitalen Fabrikplanung waren die technische Schnittstellenoptimierung und die Kommunikationsverbesserung zwischen den Projektbeteiligten. Damit einhergehend wurde eine höhere Qualitäts- und Kostensicherheit in den Projekten festgestellt.

Die öffentliche Hand gilt als einer der größten Gesamtauftraggeber mit einem Auftragsvolumen von ca. 31,7 Mrd. € (2017) für das Bauhauptgewerbe. Daher liegt es nahe, dass man an den beschriebenen positiven Effekten partizipieren möchte, um letztendlich die Verwendung von Steuergeldern entscheidend zu verbessern. Aber auch für die direkten Anwender ergibt sich ein Benefit bei der Verwendung der BIM-Methode, was es für jeden Einzelnen attraktiv macht. Die große Fragestellung ist jedoch, wie genau zu verfahren ist. In Folge der Verschiedenartigkeit der Verkehrsträger Straße, Schiene, Wasserwege bzw. Hochbau ist eine parallele Adaption von bereits erprobten Mechanismen und Prozessen oft nicht ohne weiteres möglich. Daher ist im „BIM-Stufenplan“ des Bundes eine Methodik vorgesehen, um die Differenz zwischen gewünschtem Vorgehen und marktüblichen Möglichkeiten der BIM-Anwendungen zu überprüfen und gegebenenfalls Forschungsbereiche zu identifizieren. Zu diesem Zweck werden verschiedene Pilotprojekte bis 2020 durchgeführt und wissenschaftlich begleitet.

## BIM-PILOT – B87N

Für den Verkehrsträger Straße spielt die Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (DEGES) eine wichtige Rolle. Auf Grund ihrer Eigentümerstruktur und den seit 1991 gesammelten Projekterfahrungen im Straßenbau eröffnet sie dem Auftraggeber (Gesetzgeber) Testmöglichkeiten im Rahmen von DEGES-Projekten, die in einer Verwaltungsbehörde schwieriger umzusetzen wären. In diesem Zusammenhang gewann Schübler-Plan den Auftrag zur Umsetzung der Planung „BIM-Pilot – B87n Leistungsniveau 1“ für die Lph 1 und 2. Die Aufgabe in diesem ca. 15 km Bundesstraßenneubau umfassenden Straßenbauprojekts bestand in der Variantenuntersuchung mit der BIM-Methode. Seit Projektstart im Jahr 2016 wurde eine passende BIM-Methodik aufgestellt und permanent verbessert. Mit der Weiterentwicklung der Planungssoftware wurden wichtige und bis dato fehlende Programmfunktionen implementiert. Durch die Veröffentlichung einer Vielzahl von Programm-Upgrades wurde ein gewisser Koordinationsaufwand erforderlich, um alle Projektbeteiligten stets auf dem neuesten Stand zu halten. Die rasante Evolution der Software hat zum einen etwas mit der steigenden Nachfrage im Markt zu tun, zum anderen wurden Erfahrungen mit dem Umgang des bis dato Unbekannten gesammelt, die einen konkreten Bedarf an Funktionen aufgedeckt haben.

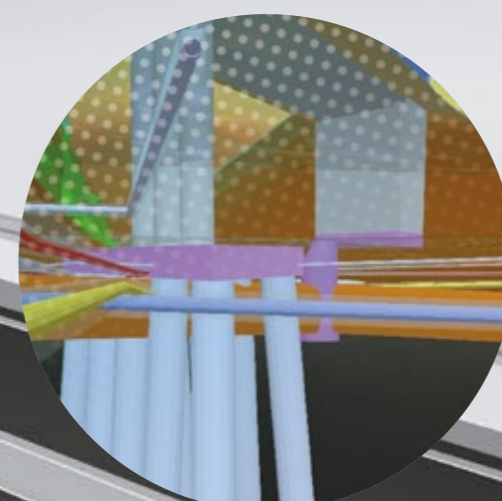


## MEHRWERT DER BIM-METHODE

Für die Erstellung eines 3D-Modells des Baukörpers ist aber immer noch die herkömmliche Arbeitsweise mit Achs- und Gradientenentwurf sowie der Querschnittsdefinition notwendig. Der große Mehrwert der BIM-Methodik ist allerdings, dass die Trassierungsergebnisse jetzt im dreidimensionalen Raum zur Verfügung stehen und dem Anwender die Möglichkeit zur optischen Kontrolle seiner Arbeit ermöglichen. Allerdings gibt es auf Grund des Stands der Technik gewisse Grenzen, die sich bei Querschnittübergängen und Einbindungsbereichen offenbaren. Hier stößt die Kombination aus „Gauß-Elling-Verfahren“ (Querprofilflächen erzeugen) mit „Lofing“ (Verbindung von gleichen Punkten der Querprofile) an seine Grenzen.

Dennoch haben die Erfahrungen gezeigt, dass mit Hilfe der BIM-Methode Automatisierungen für viele Arbeitsschritte möglich sind. Dabei haben sich die Beteiligten schnell an die neuen Möglichkeiten und Planungsgeschwindigkeiten bei der Variantenuntersuchung gewöhnt. Nur so war es möglich, eine Trassenschar von 21 Möglichkeiten aus vier Hauptvarianten in angemessener Zeit zu untersuchen. Mit Hilfe der so gewonnenen Planungstiefe erhöht sich die Planungssicherheit für Termin- und Kostenberechnung und auch die Akzeptanz der Bauvorhaben im Rahmen von Bürgerbeteiligungsverfahren. Eine Schwierigkeit besteht allerdings darin, die Diskrepanz zwischen Planungstiefe und Modelldarstellung zu vermitteln. Die Vorlage von realitätsnahen, in ihrer konkreten Ausgestaltung jedoch noch nicht endgültigen 3D-Modellen suggeriert oftmals eine größere Planungstiefe, als dies in der frühen Planungsphase der Fall sein kann. Diese Tatsache muss gegenüber den Projektbeteiligten unbedingt klar zum Ausdruck gebracht werden. Andererseits erleichtert die bildhafte Präsentation der technischen Ausarbeitung enorm die Kommunikation mit allen Projektpartnern, sodass Fehler in der Interpretation klassischer Pläne reduziert werden und jeder von den gleichen Grundlagen ausgehen kann.

Es überwiegt neben der Begeisterung für das Neue auch der Nutzen, der durch die Anwendung dieser zeitgemäßen Arbeitsweise entsteht. Daher ist es nicht verwunderlich, dass seit Beginn der Pilotphase des Stufenplans immer mehr Projekte von verschiedensten Auftraggebern ausgeschrieben und in Auftrag gegeben werden. Wie groß das Vertrauen in die BIM-Methode ist, zeigt das Projekt Autobahndreieck Funkturm in Berlin (siehe Seite 18). Diesem Projekt stellt sich Schübler-Plan als ARGE-Partner im Auftrag der DEGES.



## WEITERENTWICKLUNG DER METHODE

Ein entscheidender Unterschied zwischen dem eingangs beschriebenen Prozess der Digitalisierung und der Anwendung der BIM-Methode im Straßenbau ist darin zu sehen, dass auf Grund der fehlenden Standards im Bereich der Planung von Verkehrsinfrastruktur alle Vorgaben und Normen der Methode aus der täglichen Arbeit heraus abgeleitet werden müssen. Der Anwender ist sozusagen Entwickler, Normengeber, Prüfer und Nutzer in einem. Die ggfs. noch fehlenden Software- und Prozessfunktionen werden oft durch Erfindergeist und Initiative kompensiert. Das macht die Implementierung für alle Bereiche, vor allem bei der Verkehrsinfrastruktur, im Moment noch sehr schwierig.

Um den Entwicklungsprozess innerhalb der Unternehmung zu beschleunigen, hat sich eine Arbeitsweise mit Expertenrunden bewährt. So wird neben Fachwissen auch Anwendungs-Know-how ausgetauscht. Im Ergebnis können die Koordinatoren wichtige Erkenntnisse aus dem Bedarf heraus ermitteln und die Entwicklungsschritte konzentriert lenken. Neben den internen Koordinationsrunden beteiligt sich Schübler-Plan an verschiedenen Weiterentwicklungen zum Thema BIM.

In der Folge des Aufbruchs zur Digitalisierung ziehen sich die Veränderungen durch alle Lebensbereiche und somit eben auch durch das Berufsleben. Damit der angestrebte Strukturwandel erfolgreich verläuft, sind verschiedene Rahmenbedingungen notwendig. Hierzu wäre es wünschenswert, wenn die notwendige Standardisierung für Bauteilfamilien, Bauteile und Attribuierung möglichst schnell zur Verfügung stehen würden.

Da der Wandel ein Prozess ist und kein Ereignis, wird es noch einige Zeit brauchen, damit die gewünschten Ergebnisse sich flächendeckend einstellen. Zusammenfassend kann man schlussfolgern, dass

- BIM als kommende Planungsmethode nicht aufzuhalten ist,
- es den idealen Zeitpunkt für Veränderungen nicht gibt,
- das Tempo der Umsetzung durch die handelnden Akteure bestimmt wird.

Der aktuelle Stand der Pilotprojekte sowie die Möglichkeiten aus Software und Zusammenarbeit zeigen, dass bereits viele Schritte für die Umsetzung der BIM-Methode erfolgreich realisiert worden sind. Damit die Einführung bis 2020 gelingen kann, sind aber noch die beschriebenen offenen Standards zu definieren und Ingenieure und Planer entsprechend zu schulen. Dem Auftraggeber und Bürger stehen mit Hilfe der neuen planerischen Mittel schon jetzt neue Möglichkeiten der Mitgestaltung in Verkehrsinfrastrukturprojekten zur Verfügung. Man darf gespannt sein, was die Digitalisierung mit der 4. Stufe der Industrialisierung im Bereich Straßenverkehr noch bringen wird.

Dipl.-Ing. Dirk Stiehler

## > ÖPP-GROSSPROJEKT MIT BIM

# AUSBAU DER A10 / A24

Die Bundesautobahnen A10 und A24 im nördlichen Umland von Berlin zählen zu den wichtigsten transeuropäischen Autobahnverbindungen. Aufgrund des schlechten baulichen Zustandes und verkehrlicher Engpässe wurde durch die Bundesstraßenverwaltung schon seit längerem ein Ausbau vorbereitet. Die Baustrecke der A24 beträgt ca. 30 km und wird grundhaft 4-streifig mit temporärer Seitenstreifenfreigabe in einem Sonderquerschnitt (SQ 31\*) erneuert. Der A10-Abschnitt ist auch ca. 30 km lang und wird 4-streifig mit dem Regelquerschnitt (RQ 36) ausgebaut. Die Maßnahme umfasst drei Autobahndreiecke, neun Anschlussstellen, 53 Brückenbauwerke, fünf Rastanlagen, ca. 20 km Lärmschutzwände und diverse weitere Ingenieurbauwerke. Die Realisierung der Maßnahme erfolgt durch die DEGES im Rahmen einer Öffentlich-Privaten-Partnerschaft (ÖPP) als „Verfügbarkeitsmodell A10/A24 zwischen AD Pankow und AS Neuruppin“. Dieses Vorhaben ist das erste ÖPP-Großprojekt im Land Brandenburg, bei dem auch Building Information Modeling (BIM) für einen Teilabschnitt zur Anwendung kommt. Aufgrund der ÖPP wird die BIM-Methode hier nicht nur für die Errichtung der Verkehrsanlagen von Bedeutung sein, sondern auch deren Anwendung in Betrieb und Erhaltung der Autobahn durch die private Betriebsgesellschaft erprobt.



Projektbaustelle A10 / A24

Schübler-Plan ist schon seit vielen Jahren in die Vorbereitung und Realisierung eingebunden. So wurden u. a. für einige Bauabschnitte der A10 bereits die Vorentwürfe und Unterlagen zur Planfeststellung für die Straßenbauverwaltung im Land Brandenburg erarbeitet. Für die DEGES wurden die Referenzplanungen für Strecke und Ingenieurbauwerke sowie wesentliche Teile der technischen Vergabeunterlagen erarbeitet und das Vergabeverfahren bis hin zur Beauftragung begleitet. In der baulichen Umsetzung arbeitet Schübler-Plan federführend als Ingenieurgemeinschaft im Rahmen der Bauüberwachung und Planprüfung der Verkehrsanlagen sowie der Ingenieurbauwerke.

Dipl.-Ing. Lutz Pfeiffer

# DIGITALISIERUNG DER INFRASTRUKTUR WIESBADEN

Die verkehrliche Situation vieler Kommunen und Städte steht vor dem Kollaps. Das immer größer werdende Verkehrsaufkommen ist nicht nur hinsichtlich Luftemissionen und Lärmbelastung ein Problem, auch die Verkehrsführung, die Einbeziehung des ÖPNV und das Parkraummanagement stehen vor großen Herausforderungen. Die Stadt Wiesbaden geht hier mit ihrem zukunftsweisenden Projekt „Digitalisierung des Verkehrs der Landeshauptstadt Wiesbaden (DIGI-V)“ neue Wege. Für den Aufbau eines aktiven Verkehrsmanagements plant DIGI-V ein digitales System zur Datenerfassung von Umwelt- und Verkehrsinformationen. Alle Komponenten werden zu einem umfassenden Gesamtsystem vernetzt, das über eine Verkehrsleitzentrale die Steuerung des gesamten Verkehrsvolumens ermöglicht.

- Bad Schwalbach
- Taunusstein
- Anschluss Aartalbahn
- WI Hochschule Rhein Main
- WI Innenstadt
- WI Hauptbahnhof
- WI Biebrich
- Amöneberg
- Kastel
- MZ Münsterplatz
- MZ Hauptbahnhof West

Linienführung der zukünftigen Citybahn

## VERKEHRSRAUM MIT NEUEM CITYBAHN-NETZ

Die Zukunft unserer Mobilität hat nicht nur mit Elektroautos oder Wasserstoffantrieb zu tun. Wir wollen zu jeder Zeit und schnell unsere Reiseziele erreichen – und dies am liebsten mit unserem Auto. In unseren Ballungsräumen und innerstädtisch führt dies zu hohem Verkehrsaufkommen, in verkehrlichen Spitzenstunden droht der Verkehrsinfarkt.

In unseren Städten, also gerade dort, wo besonders viele Menschen leben und arbeiten, wird die Luft besonders durch Abgase belastet. Bundesweit wurde zuletzt in 70 Städten eine Überschreitung des Grenzwertes des Stickstoffdioxid-Jahresmittelwertes (NO<sub>2</sub>) festgestellt. Fahrverbote für Dieselfahrzeuge stehen im Raum oder wurden über gerichtliche Entscheidungen angeordnet. Nicht nur deswegen ergeben sich für Visionäre und Planer grundsätzliche Fragestellungen zur Art der Mobilität, zur Optimierung der Verkehrsabläufe und zur Reduktion der Luftverschmutzungen. Gesucht sind planerische Ansätze, wie sich die heutigen Verkehrs- und Umweltprobleme lösen lassen.

Während anderswo in Deutschland über Dieselfahrverbote und Luftverschmutzung ohne Aussicht auf Einigung gestritten wird, geht man in der Landeshauptstadt Wiesbaden mit offenen Augen in Richtung Zukunft.

Planerisch begleitet und unterstützt durch Schüßler-Plan wird in der Landeshauptstadt Wiesbaden ein gesamtes Maßnahmenpaket zur Neuordnung der Verkehrsräume und Digitalisierung der Infrastruktur auf den Weg gebracht. Ziel ist die Verbesserung der Mobilität sowie die Luftreinhaltung – und dies trotz bereits gesunkener Durchschnittswerte für NO<sub>2</sub>.

Ein wichtiges Element zur Sicherung der Zukunftsfähigkeit der Verkehre der Landeshauptstadt Wiesbaden ist das Projekt Citybahn Wiesbaden – die Erstellung einer neuen und schienengebundenen Nahverkehrslösung. Durch den Aufbau einer schienengebundenen Infrastruktur wird eine leistungsfähige Mobilitätsalternative zum Auto angeboten – und dies mit hoher Zuverlässigkeit und vor allem Nutzungsqualität. In den vergangenen beiden Jahren wurden unterschiedlichste Linienführungen einer neuen Stadtbahnstrecke erörtert und heute ist klar, dass der Bedarf nicht nur nach einer Linie, sondern nach einem modernen Stadtbahnnetz vorhanden ist. Vor dem Hintergrund der heutigen Auslastungssituation des Wiesbadener Straßennetzes hängt gar die Möglichkeit der Entwicklung neuer Stadtteile an einer schnellen Umsetzung der Citybahn.

Mit der Entwicklung eines Stadtbahnnetzes in Wiesbaden erfolgt eine Neuordnung der Verkehrsflächen in vielen Straßenzügen. Neben der grundsätzlichen Erneuerung der in Teilen in die Jahre gekommenen Asphalt-, Pflaster- und Grünflächen können die Verkehrsflächen moderner und zukunftsfähig aufgeteilt werden. Das viele Jahrzehnte alte verkehrsplanerische Prinzip einer Flächenaufteilung einzig nach der maximalen Leistungsfähigkeit für Kfz-Verkehre wird endlich aufgelöst.

Ziel ist eine ausgewogene Aufteilung der Verkehrsflächen für die Individualverkehre, die Citybahn und eine deutliche Verbesserung der Flächen für den Radverkehr. Wo immer möglich sollte zudem die Aufenthaltsqualität im Stadtraum verbessert werden. Durch die Neuordnung der Verkehrsräume ergeben sich damit große Chancen für die Landeshauptstadt Wiesbaden.

## DATENERFASSUNG UND NUTZERMODELLE

Ein weiteres wichtiges Element ist die Digitalisierung der Infrastruktur in der Landeshauptstadt Wiesbaden. Mit dem Maßnahmenbündel der Digitalisierung des Verkehrs (DIGI-V) erfolgt eine Erfassung und Vernetzung verschiedener Verkehrsdaten zu einem umfassenden Gesamtsystem. Unter Nutzung gesonderter Fördertöpfe vom Bund wird ein digitales System zur Erhebung, Bereitstellung und Nutzung von Mobilitäts-, Umwelt- und Meteorologiedaten aufgebaut. Dieses System ist Basis für ein aktives Verkehrsmanagementsystem mit einer Vielzahl an Steuerungsmöglichkeiten. Mobilitätsbedürfnisse werden festgestellt und gelenkt.

Durch eine kameragestützte Datenerfassung und Zählung wird die Zusammensetzung des Verkehrs bestimmt, die Bewegungsrichtung je Verkehrsträger (Links- und Rechtsabbieger etc.), Verkehrsfluss / Verkehrsgeschwindigkeit erfasst, Stauentwicklung und Stauauflösung ermittelt und die Verkehrsstärke/ -dichte gemessen. Aus den erhobenen Daten erfolgt eine Analyse der Bewegungsdaten und der Aufbau von Nutzermodellen. Zudem erfolgt ein Abgleich mit Nutzungsprofilen aus Smartphone-Apps sowie eine Auswertung des Verhaltens zur ÖPNV-Nutzung.

## KLIMAMODELLE UND VERKEHRSSTEUERUNG

Zur Erfassung der beschriebenen Datengrundlagen wird eine technische Infrastruktur zur flächendeckenden Verkehrserfassung installiert. Zudem erfolgt der Aufbau bzw. die umfassende Ausdehnung der Elemente der aktiven Verkehrssteuerung auf das gesamte Stadtgebiet der Landeshauptstadt Wiesbaden. Die Maßnahmen im Infrastrukturbereich umfassen den Kameraausbau bzw. die Errichtung und Inbetriebnahme von Kamerasystemen, die Installation und Inbetriebnahme von weiteren dynamischen Verkehrszeichenanlagen und die Implementierung eines Datennetzes. Neben einer Datenerfassung und Nutzermodellen werden zudem Klimamodelle erzeugt. Ziel ist es, eine sensitive, aktive Verkehrssteuerung auf Grundlage von Klimamodellen bzw. der gemessenen NO<sub>x</sub>-Emissionen zu ermöglichen. Hierfür wird eine Infrastruktur mit Sensoren zur Messung der NO<sub>x</sub> Immissionen aufgebaut. Mit den erfassten Daten erfolgt nach Konsolidierung die Entwicklung von Klimamodellen. Hieraus werden Vorgaben für die verkehrssteuernden, operativen Systeme abgeleitet. Als Ergebnis der Erfassung und Auswertung der Klimadaten lässt sich zukünftig ein möglicher Zusammenhang zwischen NO<sub>x</sub> und der Verkehrsbelastung aufzeigen.

Mit den beschriebenen Maßnahmen und erfassten Daten wird eine sensitive, aktive Verkehrssteuerung mit Messungen in Echtzeit und den darauf aufbauenden Schutzmechanismen für die Bevölkerung umgesetzt. Dies erfolgt durch Aufbau und Installation erweiterter Infrastruktur und flächendeckenden Steuergeräten an Lichtsignalanlagen sowie einer Leitzentrale, aus der abhängig von den erfassten Verkehrs- und Klimadaten aktive Verkehrssteuerung betrieben werden kann.

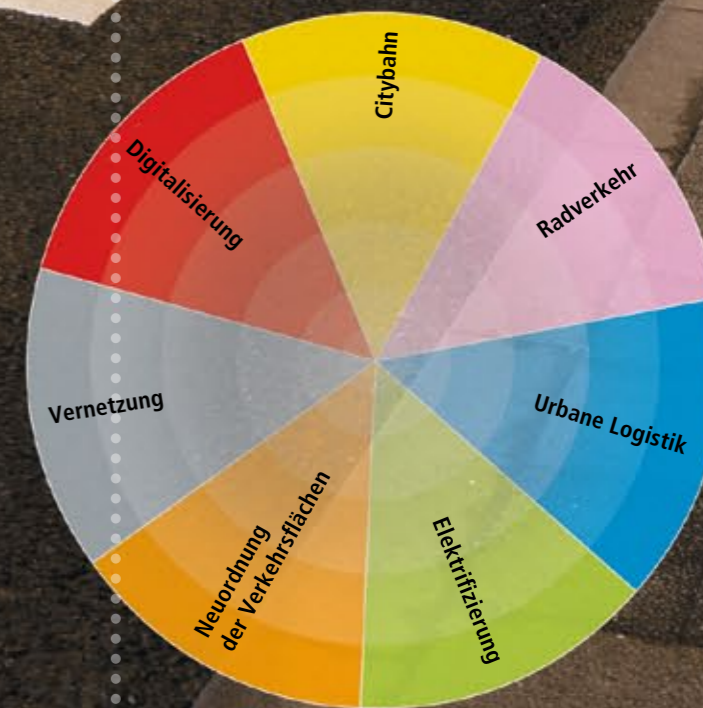
## URBANE MOBILITÄT FÜR EINE SMART CITY

In Kombination mit dem Streckennetz der Citybahn und der Neuordnung der Verkehrsflächen werden die Maßnahmen des DIGI-V zukünftig wesentliche Bausteine einer modernen Mobilität in Wiesbaden sein. Durch einen hohen Anteil an Echtzeit-Informationen wie die aktuelle Verkehrslage auf Wiesbadens Straßen, Pünktlichkeit und Verspätungen werden Bewohner und Pendler die Art ihrer Mobilität frei und spontan wählen können. Unterstützt durch ihre Smartphone-App werden die Nutzer dabei schneller ihr Reiseziel erreichen. Das Paket aus Maßnahmen des DIGI-V und Umsetzung der Citybahn ist Grundlage zur Gestaltung einer nachhaltigen, emissionsfreien, urbanen Mobilität in der Landeshauptstadt Wiesbaden.

Neben einer Reduktion von MIV-Fahrten und der Sicherstellung eines besseren Verkehrsflusses erfolgt eine Reduktion der Emissionen von NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Feinstäuben und Lärm. Damit erhöhen sich Attraktivität, Luftqualität, Aufenthalts- und Lebensqualität und es erfolgt eine nachhaltige Stadtentwicklung zu einer Smart City Wiesbaden – WI CONNECT.

Die Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft unterstützt nicht nur in Wiesbaden ihre Auftraggeber mit einer umfassenden Beratung und Expertise auf dem Weg zur Digitalisierung der Infrastruktur. Von der Beratung zu Förderungsmöglichkeiten, der technischen Umsetzung von Digitalisierungskonzepten bis zur volligitalen Planung in 3D und Building Information Modeling (BIM) mit direkten Ableitungen in die Bauunterhaltung bietet Schüßler-Plan ein breites und modernes Leistungsportfolio auf dem Weg in die Zukunft.

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. David Meyer



Schwerpunktbereiche einer zukunfts-gewandten Mobilität in Wiesbaden



# DIGITALISIERUNG DER SCHIENENVERKEHRS-PLANUNG

Digitalisierungsprozesse werden immer mehr vorangetrieben, so auch in der Schieneninfrastruktur. Sogenannte konzernweite Digitalisierungsoffensiven, wie z. B. bei der Deutschen Bahn, zielen auf eine Effizienzsteigerung von Prozessen in Unternehmen durch den zunehmenden Einsatz von digitalen Systemen ab. Unter dem Schlagwort „Mobilität 4.0“ wird der Schieneninfrastruktur eine Schlüsselrolle in der Digitalisierung vom Bund und der Bahnbranche zugesprochen.

## WAS BEDEUTET DIGITALISIERUNG IM SCHIENENVERKEHR?

Im Arbeitsalltag wird die Digitalisierung der Schienenverkehrsplanung bereits durch den Einsatz von Planmanagementsystemen, Kommunikationsplattformen und digitalen Unterlagensammlungen deutlich. Das papierlose Büro gewinnt immer stärker an Bedeutung. Im Rahmen verschiedener Beauftragungen für Projektsteuerungsleistungen in der Technischen Ausrüstung sowie in den Teilsystemen Infrastruktur (INF), Energie (ENE) und Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung (ZZS) hat Schüßler-Plan sich bereits seit einigen Jahren Kenntnisse und Erfahrungen im Umgang mit digitalen Ablagestrukturen und in der Handhabung von Planmanagementsystemen angeeignet. Seit längerer Zeit werden Besprechungen auch nicht mehr vorrangig an einem Ort durchgeführt, da die benötigten Experten oft deutschlandweit zu finden sind. Vielmehr werden verstärkt Telefon- und Webkonferenzen durchgeführt, da diese es technisch ermöglichen, Teilnehmer an verschiedenen Standorten miteinander zu verbinden. Wichtige Themen und Aufgabenbereiche im Rahmen der Digitalisierung des Schienenverkehrs sind beispielsweise der Bundesverkehrswegeplan (BVWP), Building Information Modeling (BIM), die Implementierung neuer Technologien (ETCS & DSTW) und die Digitalisierung im Verwaltungsprozess.

## BUNDESVERKEHRSWEGEPLAN (BVWP)

Unter Einbeziehung politischer Ziele und Vorgaben befasst sich der Bundesverkehrswegeplan (BVWP) mit Aus- und Neubauprojekten in Infrastrukturbereichen der Straße, Schiene und Schifffahrt. Hauptziele des aktuell gültigen BVWP 2030 sind neben der Erhaltung und Effizienzsteigerung des Bestandsnetzes auch Optimierungsmaßnahmen, wie z. B. der Deutschlandtakt, auf den Hauptbahnstrecken/Verkehrskorridoren und in den wichtigsten Verkehrsknotenpunkten. Die zu planende Schieneninfrastruktur im BVWP dient in diesen frühen Projektphasen letztendlich dem Zweck der Grundlagenermittlung, um einen wirtschaftlichen Verkehr zu gewährleisten. Die Prüfung der zu planenden Infrastruktur auf ihre Leistungsfähigkeit erfolgte in aller Regel als gesonderte Leistung. Eines dieser Projekte im frühen Planungsstadium befasst sich mit der Strecke zwischen Fulda und Gerstungen.

Der Ansatz von Schüßler-Plan besteht darin, die Leistungsfähigkeit der zu planenden Schieneninfrastruktur bereits in frühen Leistungsphasen interaktiv zur technischen Planung nachzuweisen. Dabei nähern sich die technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Zwangspunkte immer mehr einem Optimum für die geplante Schieneninfrastruktur an. Hierzu ist es erforderlich, mit einem 3D-Planungswerkzeug/-software technisch und ökologisch sinnvolle Trassen zu entwerfen, parallel dazu die Leistungsfähigkeitsberechnung mit spezieller Simulationssoftware zur Leistungsfähigkeitsberechnung vorzunehmen sowie mit Hilfe der gewonnenen Erkenntnisse die optimale Lösung für die Schieneninfrastrukturgestaltung immer weiter zu verfeinern.

Neben softwareseitigen Voraussetzungen für den Trassenentwurf sowie der Simulationssoftware zur betrieblichen Leistungsfähigkeitsberechnung sind für eine effektive Bearbeitung dieser iterativen Planungsprozesse Schnittstellen erforderlich. Die technische Planung (georeferenzierte Planung) wird mit der betrieblichen Simulation (Kantenmodelle) kombiniert. Für diesen Prozess gibt es momentan noch keine einheitliche Schnittstelle, wodurch die Bearbeitung stark verbessert würde.

Im Ergebnis dieser zwei Arbeitsschritte können dennoch schnell vergleichende Aussagen zu technischen, betrieblichen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten der zu untersuchende Trassierungsvarianten getroffen werden.

## BUILDING INFORMATION MODELING

Für die Umsetzungen von BIM gibt es gemäß des Stufenplans BMVI auch verschiedene BIM-Pilotprojekte. Hier hat Schüßler-Plan neben Verkehrsstationen und Einzelprojekten auch verschiedene Planfeststellungsabschnitte eines Großprojekts in Bearbeitung. Der Rhein-Ruhr-Express (RRX) z. B. zählt zu den komplexesten Großprojekten der Schieneninfrastruktur in Deutschland. Die Trasse durchläuft auf ca. 60 km das Ruhrgebiet mit dicht besiedelten Ortslagen. Aus vier durchgehenden Stammgleisen sollen bis zu sechs Gleise für den Nah- und Fernverkehr entstehen.

Die Bahn hat eine Vielzahl an Regulierungen und Bestimmungen. Eine Ursache ist das Baukastensystem von zugelassenen Bauteilen und Komponenten, die gesamtheitlich funktionieren müssen. Die Entwicklung von Bauteilen und Elementen ist ein sehr aufwendiger und kostspieliger Prozess bzw. obliegt dem Urheberrecht. Weiterhin gelten besondere Sicherheitsbestimmungen für den Eisenbahnbetrieb durch ein spurgeführtes System und Elektrifizierung, was das Gesamtsystem komplexer macht. Immer wieder ergeben sich Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern, die ihren eigenen Bestimmungen und Finanzierungsregeln unterliegen. Die rechtlichen Bestimmungen für die Verwendung von öffentlichen Geldern im Planungsprozess schreiben eine herstellerneutrale Darstellung vor.

Unter den zuvor genannten Rahmenbedingungen ist die Ausarbeitung einer BIM-Methode mit Definitionen von Bauteilen und Typen mit Attribuierung sehr schwierig. Hier würde es helfen, wenn der Auftraggeber schnellstmöglich Standards für verschiedene Projektcharakter auf den Markt bringt, um den Protagonisten im BIM-Prozess mehr Sicherheit zu geben.

## IMPLEMENTIERUNG NEUER TECHNOLOGIEN

Mithilfe neuester digitaler Technologien wie dem „European Train Control System“ (ETCS) und digitalen Stellwerken (DSTW) wird daran gearbeitet, die Kapazität und Sicherheit des Schienennetzes sowie die Effizienz im Bahnbetrieb zu erhöhen. Zu diesem Zweck führte die DB Netz AG die Initiative „Digitale Schiene Deutschland“ ein. Das europäische Zugbeeinflussungssystem ETCS ist ein grundlegender Bestandteil des geplanten einheitlichen europäischen Eisenbahnverkehrleitsystems ERTMS (European Rail Traffic Management System). ETCS ermöglicht das Fahren von Zügen mittels Funksignalen ohne zusätzlichen Einsatz von herkömmlichen Haupt- und Vorsignalen. Die digitalen Stellwerke (DSTW) gehören zur neuesten Generation von Stellwerken und zählen technologisch zu den Nachfolgern der elektronischen Stellwerke (ESTW). Während ESTW mit elektrischer Schalttechnik durch teils sehr große Kabelbündel die Stellbefehle an Weichen, Signale und Bahnübergänge senden, übermitteln DSTW die Stellbefehle über moderne Netzwerktechnik.

Das erste in Europa betriebene DSTW befindet sich in Annaberg-Buchholz und setzt einen Meilenstein in der Umsetzung der neuesten Stellwerkstechnologie.

Die durch Einsatz von ETCS- und DSTW-Technologien entstehenden Vorteile liegen in einer Standardisierung von Komponenten, einfacheren Instandhaltungsmaßnahmen, stabileren Datenleitungen und größeren Stellbezirken. Daher hat das Mitwirken an verschiedenen Projekten für Schüßler-Plan eine besondere Bedeutung und bietet Mitarbeitern eine große Möglichkeit, Teil des Umsetzungsprozesses zu sein.

## DIGITALISIERUNG IM VERWALTUNGSPROZESS

Verwaltungsprozesse von Schieneninfrastrukturprojekten befassen sich schon immer mit einer Vielzahl an Dokumenten aus Planung, Baugeschehen und Zulassungsprozessen. Im Rahmen der europäischen Umgestaltung des Eisenbahnrechts werden die Aufgaben der Dokumentenverwaltung immer stärker auf den Infrastrukturbetreiber ausgeweitet. Die Erfassung von Unterlagen zur Erstellung von Nachweisen zur technischen Spezifikation der Interoperabilität (TSI-Unterlagen), das Zusammenstellen von kompletten Inbetriebnahme-Unterlagen (z. B. IBN-Dossiers) sowie die Baudokumentation (nach Ril 809) sind daher die aktuellen Herausforderungen für die Digitalisierung im Verwaltungsprozess. Unter Einsatz von digitalen Ablagestrukturen sowie Spezialsoftware werden die unterschiedlichen Unterlagensammlungen verwaltet.

IBN-Dossiers enthalten alle zur Verfügung zu stellenden und für die Inbetriebnahme relevanten Unterlagen eines Projekts. Für die erfolgreiche Inbetriebnahme einer Schieneninfrastruktur sind die lückenlose Übergabe der Unterlagen und Informationen aus dem Inbetriebnahme-Prozess an den Betreiber bzw. das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) sicherzustellen. Unter anderem sind Nachweise zur Einhaltung der Verwaltungsvorschriften, Richtlinien und Regelwerke während des Planungs- und Baugeschehens sowie der eingesetzten Komponenten darin enthalten. Die Betreiber bauen mit ihren Angaben in Infrastrukturregistern sowie Instandhaltungskonzepten und -maßnahmen

auf den übergebenen Dokumenten und Informationen auf. Für eine erfolgreiche Projektentwicklung ist eine strukturierte und vollständige, qualitativ hochwertige sowie immer mehr digitale Ablage aller relevanten Projektunterlagen unabdingbar.

Schüßler-Plan ist seit vielen Jahren erfolgreich auf diesem Spezialgebiet der Steuerungsleistungen für Infrastrukturvorhaben tätig. Beauftragungen erfolgten u. a. für die Neubaustrecke Erfurt-Leipzig/Halle (Teilabschnitt des Verkehrsprojektes Deutsche Einheit Nr. 8, kurz: VDE 8) sowie für Projekte wie Knoten Halle oder Sachsen-Franken-Magistrale. Seit kurzem zählen auch Projekte wie die Inbetriebnahme-Koordination (inkl. Erstellung von Inbetriebnahme-Konzepten) des Umschlagbahnhofs für den kombinierten Verkehr MegaHub Lehrte (nahe Hannover) und die S-Bahn-Anbindung Gateway Gardens in Frankfurt am Main zu den beauftragten Leistungen von Schüßler-Plan.

Basierend auf diesen Grundlagen entstand die browserbasierte Inbetriebnahme-Software IBN-DOKU, die Dokumente und Informationen für die Inbetriebnahme-Genehmigung in einer Datenbank zentral sammelt. Der Grundstein wurde im Jahre 2012 mit der Beauftragung für Projektabschnitte des VDE 8 gelegt. Seither werden die jahrelang gesammelten Erfahrungen und Ideen zur Optimierung der Inbetriebnahme-Dokumentation stetig in das Produkt eingearbeitet. Das selbstgeschaffene Tool zur Bewältigung des Datenvolumens ermöglicht neben der Unterstützung bei der Projektsteuerung auch eine softwaregestützte Erstellung von Inbetriebnahme-Unterlagen. Technisch umsetzbar wäre auch, die IBN-Dokumentationen zukünftig papierlos und mit zusätzlichen Projektinformationen angereichert zwischen Antragstellern und Genehmigungsbehörden auszutauschen.

*Dr.-Ing. Thomas Schmiere, Nadja Braun, M. Sc.*



## AUTOBAHNDREIECK FUNKTURM BERLIN

### Projektdaten

#### Auftraggeber

DEGES

#### Technische Daten

18 Teilobjekte Verkehrsanlage  
7 Teilobjekte Entwässerung  
27 Ingenieurbauwerke (Brücken und Tunnel)  
22 Stützbauwerke  
Lärmschutzwände  
11 Temporäre Verkehrsanlagen und Ingenieurbauwerke  
43 Bauwerke Abbruch

#### Leistungen Schübler-Plan

Objektplanung Verkehrsanlagen  
Objekt- und Tragwerksplanung  
Ingenieurbauwerke  
Koordination der fachlich Beteiligten  
BIM Gesamtkoordination  
Lph 1 + 2  
Optional 3 – 6



Das Autobahndreieck Funkturm in Berlin verknüpft innerstädtisch die beiden Bundesautobahnen A100/115 und ist einer der am stärksten belastete Autobahnknoten mit einer durchschnittlichen Belastung von bis zu 230.000 Kfz/24 h in Deutschland. Ziel der Umbaumaßnahme sind die grundlegende Erneuerung, eine Optimierung zur Abwicklung der erheblichen Verkehrsmengen durch Entflechtung und die Verringerung der Anschlussstellen an das nachgeordnete innerstädtische Netz auf der A100. Aus der urbanen Lage mit dem Anschluss der Messe Berlin, benachbarten Bahnanlagen, Wohngebieten und Gartenanlagen, denkmalgeschützten Gebäuden und Bodendenkmalen ergibt sich eine Vielzahl an Betroffenheiten. Die bauzeitliche Verkehrsführung muss unter weitgehender Aufrechterhaltung des Verkehrs erfolgen. Für die Planung wurde mit dem Auftraggeber Big Open BIM als alleinige Planungsmethode vereinbart.

Ein grundlegender Anspruch des Projekts ist, die Planung verschiedener Fachdisziplinen in einem gemeinsamen Modell zusammenzuführen:

- Verkehrsanlage Straße
- Verkehrsanlage Schiene
- Brücken und weitere Ingenieurbauwerke
- Integration von ca. 20 Fachdisziplinen wie z.B.
  - Verkehrliche Leistungsfähigkeit
  - Umwelttechnische Planung
  - Schalltechnische Planung
  - Luftschadstoffe
  - Kampfmittelsondierung
  - architektonische Begleitung usw.

Die einzelnen Fachmodelle werden entweder als BIM-Modelle erstellt oder – was vielfach auf die Fachdisziplinen zutrifft – in BIM-Modelle überführt. Die IFC-Schnittstelle ist dazu wenig geeignet und es müssen andere Wege gefunden werden, die Planungen aus der jeweiligen Autorensoftware in BIM-Koordinationsmodellen zusammenzuführen. Eine zentrale Rolle spielt die CDE als gemeinsame Plattform für Modell-, Plan- und Dokumentenmanagement sowie für Workflows von Aufgaben, Prüf- und Genehmigungsprozessen. Als Software wurde das containerbasierte hausinterne Managementsystem Plan-it weiterentwickelt und etabliert.

Organisatorisch werden in der CDE 2 Bereiche unterschieden:

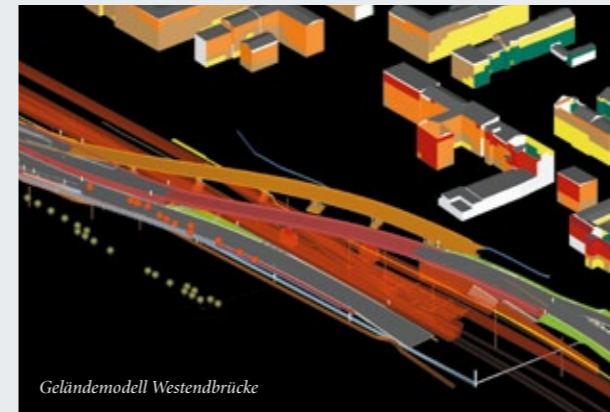
- Ordnerstruktur mit freier Dateneingabe, z.B. für Bestandsunterlagen, organisatorische Dateien wie Protokolle etc.
- Metadaten mit Namenskonventionen für Modelle, Planableitungen und Data Drops.

Insbesondere die Idee einer zentralen Aufgabenverwaltung wurde so umgesetzt, dass alle Aufgaben enthalten und übersichtlich dargestellt werden, u. a. „Offene-Punkte-Listen“, Redlining in PDF-Dokumenten sowie modellbezogene Aufgaben, die über eine interne Schnittstelle von der Koordinationssoftware DesiteMD an die CDE-Software Plan-it übergeben werden.

*Dipl.-Ing. Wolfgang Strobl*

## WESTENDBRÜCKE BERLIN

Der Ersatzneubau der Westendbrücke ist der Auftakt für zahlreiche Sanierungsmaßnahmen in einem hochverdichteten, innerstädtischen Umfeld. Insbesondere dieser Abschnitt ist geprägt von sehr beengten Platzverhältnissen, einer Querung von Fern- und S-Bahnstrecken sowie komplexen Verkehrsknoten.



Aufgrund von Tragfähigkeitsdefiziten wurde das Bestandsbauwerk mit einer Sofortmaßnahme provisorisch unterstützt und soll so schnell wie möglich durch einen Neubau ersetzt werden. Die Verkehrsstärkenkarte 2014 weist für diesen Abschnitt mit 178.000 Kfz/24 Std. eine der höchsten Belastungen in Deutschland aus. Die Minimierung der bauzeitlichen Verkehrseinschränkungen auf und unter dem Bauwerk (BAB A100, Bahn) hat demnach oberste Priorität.

Eine vorab durchgeführte Machbarkeitsstudie empfahl im Ergebnis einen Ersatzneubau in gleicher Lage. Im Rahmen der Vorplanung wurde eine optimierte Lösung entwickelt, die einen Ersatzneubau in paralleler Lage vorsieht. Hierzu waren bereits für den Variantenvergleich vertiefende Betrachtungen zur Verkehrsführung, der Herstellung sowie den wesentlichen Bauzuständen erforderlich. Zur Absicherung einer genehmigungsfähigen Lösung wurde ergänzend eine schalltechnische Untersuchung sowie eine schutzbezogene Bewertung durchgeführt.

Zur Lösung der komplexen Entwurfsaufgabe wurde die BIM-Planungsmethode vereinbart und gemeinsam mit dem AG folgende projektspezifische Anwendungsfälle festgelegt:

Bestand	Fachmodelle der Bestandsituation
Planung	Entwurfsplanung der Ingenieurbauwerke und der Verkehrsanlagen

- Abbruch und Bauzustände
- 4D-Bauablaufs simulation unter Berücksichtigung von Bauzuständen der Verkehrsanlage mit bauzeitlicher Verkehrsführung in Kombination mit den Bauzuständen der Brücke und den Stützbauwerken
- 5D-Mengen- und Kostenermittlung nach AKVS im Vergleich nach klassischer bzw. modellbasierter Kostenberechnung
- Abgabe eines IFC-Modells als plattformunabhängige Ausgangsbasis für die weiterführende Planung, d. h. der IFC Export der vereinbarten Attribute erfolgt mit IFC Property-Sets nach ASB-ING mit Erweiterung für Stützwände und Verkehrszeichenbrücken und nach ASB-SIB V2.03

Für das Projekt wurden folgende Fachmodelle erstellt:

- Digitales Geländemodell
- 3D-Stadtmodell
- Verkehrsanlage Bahn mit den Teilmodellen Schienen und OLA aus Vermessungsdaten, Kabelkanäle und Lichtträume
- Verkehrsanlage Straße (Bestand, Planung, Rückbau) mit den Teilmodellen Card/1 (Streckenplanung) und DesiteMD (Mengen, Kosten für 5D-Anwendung) sowie 4D-Bauablauf mit bauzeitlicher Verkehrsführung

### Die Visualisierung des Streckenabschnitts

Für eine optimierte Projektbearbeitung verwies das Team Bau zum Projektstart auf das durch die FISA-Systemtechnik GmbH entwickelte Fachinformationssystem für Straßenausstattung. Nach unverzüglicher Beauftragung durch die DEGES wurde mittels Kamera-Befahrungen der Ist-Zustand der Strecke inkl. des Anlagenbestands vollständig digital erfasst. Als effiziente Planungsgrundlage standen somit jederzeit verfügbare, virtuelle „Echtzeitbegehungen“ und metergenaue 360°-Perspektiven zur Verfügung: ein Gewinn, der sich insbesondere bei der Klärung von Details der Bestandsanlagen der Tunnelausstattung, der Überführungsbauwerke, der Lärmschutzverkleidungen und Fahrzeurückhaltesysteme positiv auswirkte. Die gleichzeitige Integration von Daten der Straßeninformationsbank (SIB), wie z. B. Längen- und Breitenmessungen, machte es den Streckenplanern möglich, vom Arbeitsplatz aus und ohne weitere zeit- und kostenintensive Aufwände überschlägige Mengen zu ermitteln.

- Ingenieurbauwerke (Bestand, Planung, Abbruch) mit 4D-Bauablauf
- Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen als attributierte Bohrprofile
- Flächenbelegung mit Biotoptypen
- Darstellung Schallpegel Tag / Nacht auf Gelände und Gebäudefassaden
- Darstellung von Emissionswerten auf Gelände und Gebäudefassaden

Das Zusammenführen der Fachmodelle zu einem Koordinationsmodell und die kombinierte 4D-Bauablaufs simulation erfolgt mit der Koordinationssoftware Navisworks.

*Shahin Shahsavari, M.Sc.*

### Projektdaten

#### Auftraggeber

DEGES

#### Technische Daten

Brückenbauwerk (BW 28):

- Querschnitt in Verbundbauweise mit geschlossenem Stahlhohlkasten und Stahlbeton-Fahrbahn
- 4-feldriger Durchlaufträger
- Gesamtstützweite: 157,5m
- Einzelstützweiten: 38,5m – 47,5m – 41,5m – 30,0m
- Nutzbreite: 14,5m
- Flachgründung der Widerlager (Achse 10 / 50)
- Tiefgründung der Pfeiler (Achse 20 / 30 / 40)

#### Leistungen Schübler-Plan

Entwurfsplanung mit Big Open BIM  
Objektplanung Verkehrsanlagen  
Objekt- und Tragwerksplanung Ingenieurbauwerke in ARGE  
BIM-Gesamtkoordination  
Umweltplanung  
Integration GIS Fachplanung

## STADTAUTOBAHN A111 BERLIN

Die durch die DEGES beauftragte Planungsleistung zur Erarbeitung des Anteils Bauwerksanalyse und Sanierungskonzepte innerhalb des integrierten Verkehrs- und Baukonzepts zur Grundsanierung der A111 soll Sanierungskonzepte für die Anlagen (Ingenieurbauwerke, Streckenabschnitte, Schutzanlagen, Entwässerungsanlagen) der Berliner Stadtautobahn A111, zwischen dem AD Charlottenburg und der Landesgrenze Berlin/Brandenburg, erstellen. Die Gemengelage der singular zu behandelnden Objekte stellte sich dabei nicht nur als äußerst umfangreich, sondern auch in sich als sehr komplex dar. Sie umfasste: vier Tunnel-, 12 Trog- und 40 Stützbauwerke sowie 33 Brücken und 162 sonstige Bauwerke. Weiterhin zu erarbeiten waren Konzepte für die Tunnelausstattung, die Entwässerungsanlagen sowie für die Strecke inkl. der Anschlussstellen und Fahrzeurückhaltesysteme. Ziel des integrierten Verkehrs- und Baukonzepts ist es, für die insgesamt 13 km lange innerstädtische Autobahnstrecke ein Sanierungskonzept zu erstellen, das den infrastrukturellen Anforderungen der kommenden 50 – 70 Jahre und vor allem dem bauzeitlichen Verkehrsbetrieb Rechnung trägt.

Für das aus Schübler-Plan, SSF und ibb Mangold bestehende sogenannte Team Bau erfolgte die Bereitstellung der Planungsgrundlagen durch den Auftraggeber mitunter durch zwei neuartige digitale Verfahren, die für Chancen und Möglichkeiten des Planens 4.0 beispielhaft sind:



○ A-BAUWERK  
○ Ü-BAUWERK

# BUS-CARPORTS UND LADEINFRASTRUKTUR KÖLN

Für ihre geplante Umstellung von Diesel- auf Elektrobusse planen die Kölner Verkehrs-Betriebe (KVB) die Umrüstung des bestehenden Betriebs-hofs, um die technische Infrastruktur für die Nachtbe-ladung (Overnight Charging oder Depot Charging) der E-Bus-Batterien zu errichten. Schüßler-Plan wurde seitens der KVB für dieses innovative Vorhaben als Generalplaner mit sämtlichen Planungs-leistungen beauftragt.

## Projektdatei

### Auftraggeber

Kölner Verkehrs-Betriebe AG (KVB)

### Technische Daten

Bus-Carports für ca. 50 Elektrobusse (1. BA)  
Bus-Carports für ca. 100 Elektrobusse (2. BA)  
Gebäude und Infrastruktur

### Leistungen Schüßler-Plan

Generalplanung Lph 1 – 9  
• Gebäude und Infrastruktur  
• Ingenieurbauwerke  
• Verkehrsanlagen  
• Tragwerksplanung  
• Technische Ausrüstung

## BETRIEBSHOF FÜR ELEKTROBUSSE

"Der Megatrend Urbanisierung ist weiterhin ungebrochen. Urbane Regionen müssen zukünftig vernetzter und umweltfreundlicher gestaltet sein, so dass die Lebensqualität in den Städten trotz der Zunahme der Bevölkerungsdichte gesteigert werden kann. Mit der Erhöhung der Bevölkerungsdichte in Großstädten wird auch der Straßenpersonen-verkehr mit Bussen weiter ansteigen, da Stadtbusse häufig die einzige Form des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) darstellen. In Deutschland entfallen ca. 80 Mrd. Personenkilometer auf den ÖPNV (inkl. Straßenbahnen und Stadtbahnen). Nahezu die Hälfte dieser Personenbeförderungsleistung wird mit Stadtbussen realisiert, die somit in urbanen Ballungsräumen einen großen Anteil am ÖPNV abdecken. Stadtbusse tragen so zur Luftverschmutzung sowie Lärm-belästigung bei und verursachen im Betrieb hohe Kraftstoffkosten. Insbesondere die Verkehrsbetriebe haben derzeit ein großes Interesse daran, Elektrobusse in ihre Flotten zu integrieren. Sie emittieren lokal weder Lärm noch Abgase und sind somit ein wichtiger Baustein, um in Großstädten die Luftqualität zu steigern und die Lärmbelastigung zu reduzieren."

Quelle: [https://www.elektromobilitaet.nrw.de/fileadmin/Daten/Download\\_Dokumente/E-Busse\\_II.pdf](https://www.elektromobilitaet.nrw.de/fileadmin/Daten/Download_Dokumente/E-Busse_II.pdf)

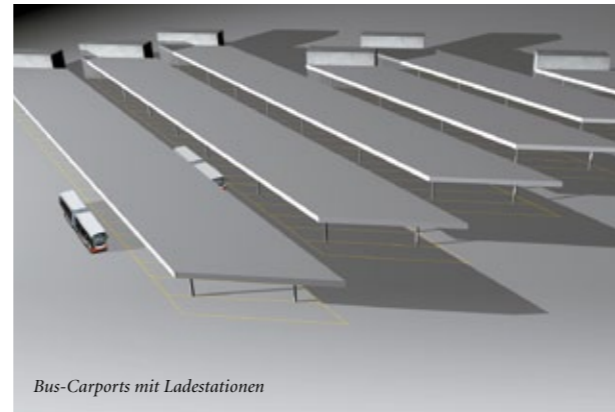
Die hierin liegende Verbesserung für die Stadt Köln wurde frühzeitig von den Kölner Verkehrs-Betrieben (KVB) erkannt. Die KVB gehört landesweit zu den Vorreitern im Bereich der Elektromobilität und hat bereits 2016 ihre Buslinie 133 (acht Elektrobusse) gänzlich auf Elektrobetrieb umgestellt. Bis 2030 will die KVB ihre gesamte Busflotte – bisher ca. 350 Dieselbusse – komplett auf Elektroantrieb umgestellt haben. Im ersten Schritt sollen ab Herbst 2020 ca. 50 weitere Elektrobusse eingesetzt werden.

Das Laden der Batterien der E-Busse erfolgt zum einen an den Haltestellen (mittels Schnellladestationen – Opportunity Charging), zum anderen über Nacht auf dem Betriebs-hof (mittels Depot Charging oder Overnight Charging). Das Depot Charging lädt die Batterien zu 100 % und verlängert die Lebensdauer der Batterien aufgrund der längeren Ladezeit. Eine wichtige Voraussetzung für den Betrieb der Busse ist daher ein Betriebs-hof, der die erforderliche technische Infrastruktur für das Depot Charging bereitstellt. Seitens der KVB ist geplant, den bestehenden Betriebs-hof Nord im laufenden Betrieb für Elektrobusse umzurüsten. Neben den entsprechenden Werkstätten, Lagern und Reinigungsanlagen stehen hier bisher Abstellplätze für ca. 250 Dieselbusse (Gelenkbusse und Solobusse) zur Verfügung. Nach der Umstellung auf Elektrobusse sollen dort im Endzustand 150 Elektrogelenkbusse abgestellt und geladen werden können. Seitens der KVB hat Schüßler-Plan den Auftrag erhalten, als Generalplaner sämtliche Planungsleistungen für dieses innovative Vorhaben durchzuführen.

In der Vergangenheit hat sich Schüßler-Plan als Generalplaner für die beiden wichtigsten hier in Kombination aufeinandertreffenden baulichen Anlagen ausgezeichnet:

- Planung von Betriebs-höfen kommunaler Versorgungsunternehmen (Gebäude und Verkehrswege)
- Planung von Umspannwerken (Gebäude und Leitungen)

Die Planung der technischen Ausrüstung erfolgt durch externe Spezialisten, die in das Schüßler-Plan Planungsteam eingebunden werden. Die Generalplanung der Gebäude und der Infrastruktur erfolgt mit Hilfe des Building Information Modeling (BIM). Für die Umstellung von Diesel- auf Elektromobilität werden auf dem Betriebs-hof Nord neue Gebäude und eine entsprechende Infrastruktur erforderlich. Aufgrund der durch den laufenden Betrieb beengten Verhältnisse und einer zu minimierenden Bauzeit wird grundsätzlich eine weitgehende Vorfertigung von Bauteilen angestrebt.



Bus-Carports mit Ladestationen

Die neuen Elektrobusse werden in freistehenden Dachkonstruktionen (Bus-Carports) abgestellt und geladen. Die dazugehörige Versorgung (Charger, Trafos, Niederspannungshauptverteilung) werden in eigenen Gebäuden, sogenannten ChargerUnits geschützt aufgestellt. Diese sind jeweils vor Kopf der Bus-Carports positioniert und in Betonfertigteiltbauweise ausgeführt. Um auf dem Betriebs-hof eine möglichst große Flexibilität für die Verkehrsführung zu gewährleisten und zudem möglichst viele Busse abstellen und laden zu können, ist für die Bus-Carports eine Aufstellung der Busse in Schrägaufstellung vorgesehen. Der Betriebs-hof befindet sich in einem Mischgebiet, so dass Schallschutzmaßnahmen vorzusehen sind. Weiter liegt der Betriebs-hof in einem hochwassergefährdeten Gebiet. Deshalb sind die zu errichtenden Gebäude hochwassersicher zu planen.

Die gesamte Energieversorgung wird neu errichtet. Hierzu werden Leitungstrassen auf dem Gelände sowie eine Übergabestation gebaut. Für die ab Herbst 2020 eingesetzten Elektrobusse ist ein Energiebedarf von 6 MW erforderlich. Dies entspricht in etwa dem Bedarf einer Kleinstadt von 10.000 Einwohnern. In der in Massivbauweise errichteten Übergabestation wird der Strom des Netzversorgers eingespeist und an die Bus-Carports verteilt. Die Bus-Carports werden als Stahlkonstruktion hergestellt. Mittels am Dach befestigter Ladehauben erfolgt die Stromversorgung der Elektrobusse durch Übernachtladung über deren Pantographen (Overnight Charging).

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Marko Bida,  
Dipl.-Ing. Arch. Ellen Rente

# U-BAHN-LINIE U5 HAMBURG

Die U-Bahn-Linie U5 ist Hamburgs Jahrhundertprojekt, mit dem entlang einer ca. 30 km langen Trasse Lücken im U-Bahn-Netz geschlossen werden. Das Herzstück der neuen Linie bildet der Abschnitt Mitte von City Nord über die Innenstadt bis Stellingen. Die U5 soll fahrerlos betrieben werden. Ergänzend zu den Streckengleisen werden zusätzliche Betriebsanlagen wie Kehr- und Abstellanlagen sowie Gleiswechsel benötigt. Je nach Abstand der Haltestellen sind auf der Strecke zwischen den Haltestellen Notausgänge vorgesehen.

Trassenplanung U5

Für die Vorentwurfsplanung des Abschnitts U5 Mitte hat die Hamburger Hochbahn AG die Ingenieurgesellschaft mbH, WTM Engineers und ISP Ziviltechniker GmbH, unter der Federführung von Schüßler-Plan beauftragt. Die Generalplanung für die U5 Mitte umfasst die Vorplanung der Verkehrsplanung, der Ingenieur- und Tunnelbauwerke, der Architektur sowie der technischen Anlagen auf einer Strecke von 13 – 17 km Länge. Umfangreiche besondere Leistungen, Fachgutachterleistungen und Beraterleistungen werden interdisziplinär erbracht.

## BIM BEREITS IN DER VORPLANUNG

Im Rahmen der Vorplanung werden erstmals in der frühen U-Bahnplanung umfangreiche Leistungen mittels BIM erbracht. Hierzu zählen insbesondere ein Grundmodell für eine detaillierte Darstellung der gesamten Bestandsstrasse sowie Detailmodelle dreier Haltestellen. Der Vorteil dieser detaillierten Ausarbeitung liegt in der Verifizierung der Planungsergebnisse. Darüber hinaus werden an den BIM-Modellen die Anwendungsfälle Planableitung, Bauablaufsimulationen sowie Kostenplanung dargestellt.

## TRASSE U5 MITTE

Der Abschnitt Mitte wird von der City Nord in Richtung Süden über Winterhude/Uhlenhorst und den Hauptbahnhof wieder gen Norden über den Stephansplatz an der Universität vorbei in Richtung Lokstedt und weiter bis zum S-Bahnhof Stellingen verlaufen. Insgesamt ist der Abschnitt Mitte 13 – 17 km lang und hat 14 bis 17 Haltestellen. Die Trasse verläuft ausschließlich unterirdisch und unterfährt zahlreiche Gebäude, Infrastrukturanlagen und die Binnenalster. Sie liegt vollständig im Grundwasser. Im Wesentlichen kommen drei grundsätzliche Bauweisen beim Bau der U-Bahn-Linie zur Anwendung: die offene Bauweise in Baugruben, maschineller und bergmännischer Tunnelvortrieb. Eine besondere Herausforderung bilden die großen und sehr tiefen Stationsbaugruben im Straßenraum. Hier erfolgt der Aushub vollständig unter Wasser und der Einbau der Steifen durch Taucher.

## HAUPTBAHNHOF

An der zentralen Haltestelle Hauptbahnhof Nord soll ein bahnsteiggleicher Umstieg zur U2/U4 geschaffen werden. Dazu muss an der bestehenden Haltestelle eine umfangreiche Baumaßnahme vorgenommen werden. Die Idee geht auf die Konzeption einer detaillierten Machbarkeitsstudie der Planungsgemeinschaft zurück. Zur Sicherstellung des uneingeschränkten Betriebs des Fern-, Regional- und S-Bahnverkehrs der DB oberhalb der bestehenden U-Bahnstation Hauptbahnhof während der Vortriebsarbeiten sind umfangreiche Sicherungsmaßnahmen erforderlich. Im Schutze einer großräumigen Verweisungsmaßnahme werden die vier Einzelröhren der Bestandsstrecke zu zwei größeren Haltestellenquerschnitten aufgeweitet. Zur Anbindung der Bahnsteige im Hauptbahnhof an die neuen Gleise der U5 werden zwei Eingleisstunnel in Richtung Hauptbahnhof Nord aufgeföhren.

## PROJEKTMANAGEMENT

Aufgrund der Größe des Gesamtprojekts ist ein hohes Maß an Projektmanagement erforderlich. Die Anforderungen, einen möglichst wirtschaftlichen, ökologischen und technisch sinnvollen Streckenverlauf der zukünftigen U5 Mitte zu ermitteln, bedingen die Entwicklung verschiedener Trassenvarianten sowie eine Bewertung jeder Lösungsvariante. Dieser iterative Prozess der Variantenuntersuchung erfordert sowohl den regelmäßigen Austausch mit dem Auftraggeber Hochbahn, als auch eine strukturierte Abwägung der einzelnen Varianten untereinander. Eigens für diesen Zweck entwickelte Werkzeuge helfen dabei, die geeigneteren Varianten zu priorisieren, herauszufiltern und sich somit einer optimalen Trasse zu nähern. Nur durch transparente und intensive Kommunikation kann trotz räumlicher Verteilung der einzelnen Planungsbüros in Hamburg, Düsseldorf und Wien ein interdisziplinärer Planungsprozess ermöglicht werden. Fest definierte Verantwortlichkeiten und Arbeitsabläufe vereinfachen die interne sowie externe Kommunikation. Ergänzt durch ein eigens eingerichtetes Dokumentenmanagementsystem ergibt sich ein effizientes Arbeitsumfeld, das neben einer optimalen Kommunikation auch die gemeinsame Bearbeitung der Planunterlagen ermöglicht und

so einen kontinuierlichen Informationsfluss sicherstellt. Zur internen Steuerung wird der Planungsprozess zudem monatlich über einen Soll-Ist-Vergleich des Planungsterminplans fortgeschrieben.

Dipl.-Ing. René Budde, Dipl.-Ing. Andreas Wuttig,  
Dipl.-Ing. Wencke Zingsheim

## Projektdatei

### Auftraggeber

Hamburger Hochbahn AG

### Technische Daten

13 – 17 km lange U-Bahnstrecke mit 14 – 17 unterirdischen Haltestellen

### Leistungen Schüßler-Plan

Technisch federführend in der Ingenieurgesellschaft U5 Mitte: Generalplanung der Infrastrukturanlagen inklusive der Vorplanung der Verkehrsplanung, der Ingenieur- und Tunnelbauwerke, der Architektur sowie der technischen Anlagen

### Besondere Leistungen

Interdisziplinäre Fachgutachterleistungen und Beraterleistungen  
Machbarkeitsstudie

## WIDENING OF A10 / A24 MOTORWAYS BERLIN

The A10 and A24 federal motorways on the northern outskirts of Berlin rate among the major trans-European motorway axes. The 4-lane section of the A24 is approx. 30 km long and was completely renovated with a special cross section comprising the temporary release of hard shoulders. The A10 section is also approx. 30 km long and was widened to 6 lanes with a standard cross section. These measures comprised three motorway interchanges (MI), nine motorway junctions (MJ), 53 bridge constructions, five service stations, approx. 20 km noise barriers and many other civil engineering structures. The measures were implemented by DEGEG under the project entitled "Availability model A10 / A24 between MI Pankow and MJ Neuruppin". The project was the first major public private partnership project in the State of Brandenburg for which the BIM method was applied. Schübler-Plan has already been involved in preparation and implementation for many years. Preliminary drafts and documents were already produced to obtain planning permission from the Brandenburg Highways Construction Administration. Schübler-Plan prepared the reference plans for section and civil engineering structures for DEGEG, produced significant parts of the technical tender documents and supported the procurement procedures through to contract award. During the construction implementation phase, Schübler-Plan acted as lead manager in an engineering consortium covering construction supervision, planning review of traffic facilities and engineering structures.

## DIGI-V PROJECT WIESBADEN



The City of Wiesbaden breaks new ground with this future-oriented project entitled Digitisation of traffic in the state capital of Wiesbaden (DIGI-V). DIGI-V is an active digital traffic management project for the acquisition, supply and use of mobility, environmental and meteorological data. All components are networked to form an extensive system providing control over the entire traffic volume from a traffic control centre. This system is based on an active traffic management system which comprises a large number of control options. The system detects and directs mobility demand. Firstly, the project intends to extend the infrastructure and control facilities to permit the networking and control of traffic flows and secondly, Wiesbaden is investing in the future Citybahn urban railway project, a new mass transit rail solution. In future, the Citybahn network will become a major component for alternative forms of mobility. Town residents and commuters will be able to freely choose their form of mobility spontaneously from a large supply of real-time information. Schübler-Plan Ingenieurgesellschaft supports its clients in Wiesbaden on their path to digitising the infrastructure with comprehensive consultation, expertise, advice on funding sources, the technical implementation of digitisation concepts through to the fully digital planning in 3D and Building Information Modelling (BIM) to derive direct solutions for building maintenance.

## FUNKTURM MOTORWAY INTERCHANGE BERLIN

The Funkturm (radio tower) motorway interchange in Berlin is an inner-urban hub linking the A100 / 115 federal motorways and is currently the busiest motorway hub in Germany with an average traffic volume of up to 230,000 vehicles/24 hrs. The aim of the reconstruction project is a complete refurbishment of the motorway node, optimisation of the flow of high traffic volumes by straightening out the hub and reduction in the number of junctions to the downstream inner-urban network. Traffic flow during the construction period must be maintained as far as possible. In detail, the overall project comprises 11 traffic facility structures, 7 drainage facilities, 11 civil engineering structures, 43 structures for demolition and a further 11 temporary structures for road works and bridge constructions.



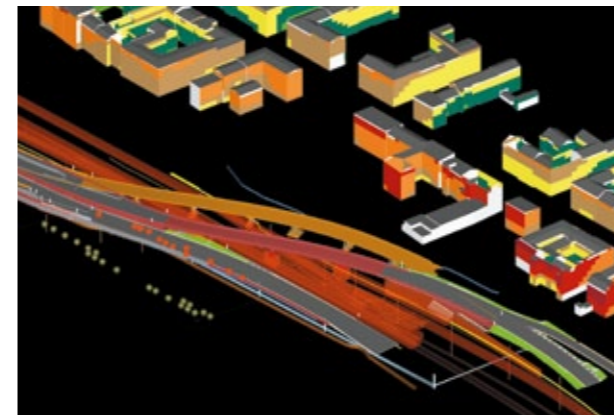
It was agreed to use BIM exclusively as the only planning tool. Each of the technical models are either produced as BIM models or transferred to BIM models. CDE plays a central role as a common platform for model, planning and document management and for work flows to manage tasks, tests and approval processes. The in-company management system Plan-it was further developed and used as the software. In particular, the concept of central task management was implemented to include and display all tasks in well-arranged views, e.g. outstanding item lists, red-lining in pdf documents and model-related tasks that are forwarded by the DesiteMD coordination software over an internal interface to the CDE software Plan-it.

## A111 URBAN MOTORWAY BERLIN

The planning services commissioned by DEGEG were intended to prepare part of the structural analysis and refurbishment concepts with the integrated traffic and construction concept for the complete refurbishment of the A111 motorway. These concepts covered facilities (civil engineering structures, motorway sections, safety barriers, drainage facilities) on the A111 Berlin urban motorway between the Charlottenburg motorway interchange and the state boundary between Berlin and Brandenburg. The diversity of the individual structures was not only extremely extensive but also proved to be highly complex. It comprised four tunnels, 12 trough structures, 40 support structures, 33 bridges and 162 other structures. Concepts were also produced for tunnel facilities, draining facilities and for the motorway section that included junctions and vehicle road restraint systems. The aim of the integrated traffic and construction concept was to produce a refurbishment concept for a total of 13 km inner-urban motorway section to meet the infrastructure requirements for the coming 50 to 70 years and in particular to maintain traffic flow during the construction period. The client provided the Construction Team composed of Schübler-Plan, SSF and ibb Mangold with planning specifications which included two new digital processes providing examples of the opportunities and possibilities of Planning 4.0, a visualisation of the motorway section by the FISA (technical information system for road facilities) and mobile laser scanning measurements for the motorway section.



## WESTEND BRIDGE BERLIN



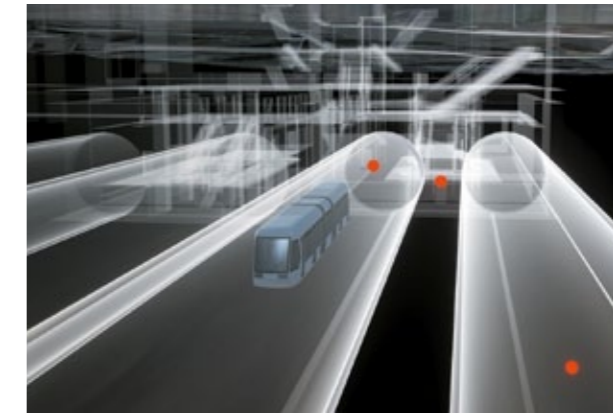
The new construction to replace the Westend bridge in Berlin represents the start of several refurbishment measures in a high-density inner-urban location. This motorway section in particular involves extremely restricted conditions, a railway and suburban railway (S-Bahn) crossing and complex traffic hubs. The 2014 road traffic intensity map shows one of the highest volumes in Germany for this section with a volume of 178,000 vehicles/24 hrs. Accordingly, the top priority was to minimise traffic restrictions during the construction period on and under the structure (A100 motorway, railway). The results of a previously conducted feasibility study recommended a replacement structure at the same location. An optimised solution was developed in the pre-planning phase. It provided a replacement structure parallel to the present structure. In-depth analyses of road traffic routing, construction and the main structural conditions were taken into consideration in a comparison of variants. In addition, a noise study and a protection evaluation were conducted to ensure that the solution would be approved by the authorities. It was agreed to use the BIM planning tool to obtain the best solution for the complex planning task and the specific project applications were defined jointly in the consortium. The Navisworks coordination software was used to combine technical models into a coordination model and to obtain the combined 4D construction sequence simulation.

## BUS CARPORTS AND CHARGING INFRASTRUCTURE COLOGNE

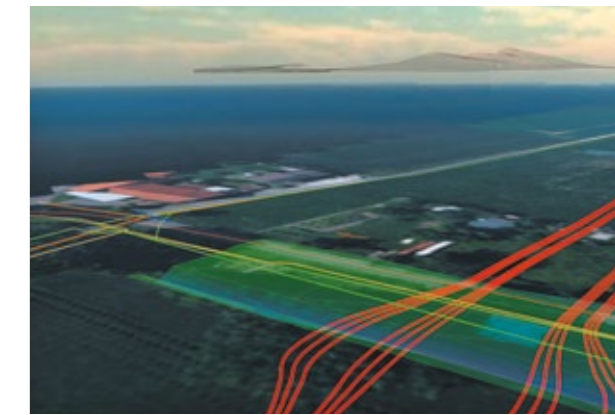
The Cologne public transport company (Kölner Verkehrs-Betriebe, KVB) plans to switch from diesel to electric-only buses and convert the existing bus depot to secure the infrastructure for the overnight charging (depot charging) of electric bus batteries. The KVB plans to re-equip the existing north depot for electric buses without interrupting normal operations. Besides the workshops, stores and cleaning facilities, the depot provides parking space for approx. 250 diesel buses (articulated and rigid buses). After conversion to electric buses, the depot will have capacity to park and charge a total of 150 electric articulated buses. The new electric buses will be parked and charged in separate roofed structures (bus carports). The required power supply (chargers, transformers, main low-voltage distributors) will be housed in separate protected buildings called charger units. The KVB awarded the execution contract for this innovative project to Schübler-Plan as general contractor for all planning services. The technical facilities were planned by external specialists who were included on the Schübler-Plan planning team. Building Information Modeling (BIM) was used for the overall planning of the buildings and infrastructure.

## U5 CENTRE HAMBURG

Hamburg's urban metro, U-Bahn line U5, is the city's centennial project to close gaps in the metro railway network on a section approx. 30 km long work on the first section in the east between Bramfeld and City Nord is scheduled to start in 2021. The preliminary planning for this section has already been completed. Variants are now under review for the west section. The U5 line will have driverless trains. In addition to the tracks, additional operating facilities are required such as reversing, depot and track changing facilities. The Hamburg Hochbahn AG awarded the preliminary planning contract for the U5 Mitte (centre) section to the engineering consortium IGUSM comprising Schübler-Plan Ingenieurgesellschaft, WTM Engineers, Hamburg, and ISP Ziviltechniker GmbH, Vienna, with Schübler-Plan as lead manager. General planning for the U5 Mitte comprises preliminary planning work for traffic operations, civil engineering and tunnel structures, architectural work and the technical facilities along a section measuring 13 to 17 km long. The extensive special services, expertise and consulting services are performed by interdisciplinary collaboration. The Hamburg Hochbahn AG awarded the contract to the U5 Mitte engineering consortium for planning the entire inner-urban route including 14 to 17 underground stations.



## TENNET PILOT PROJECT HAMBURG

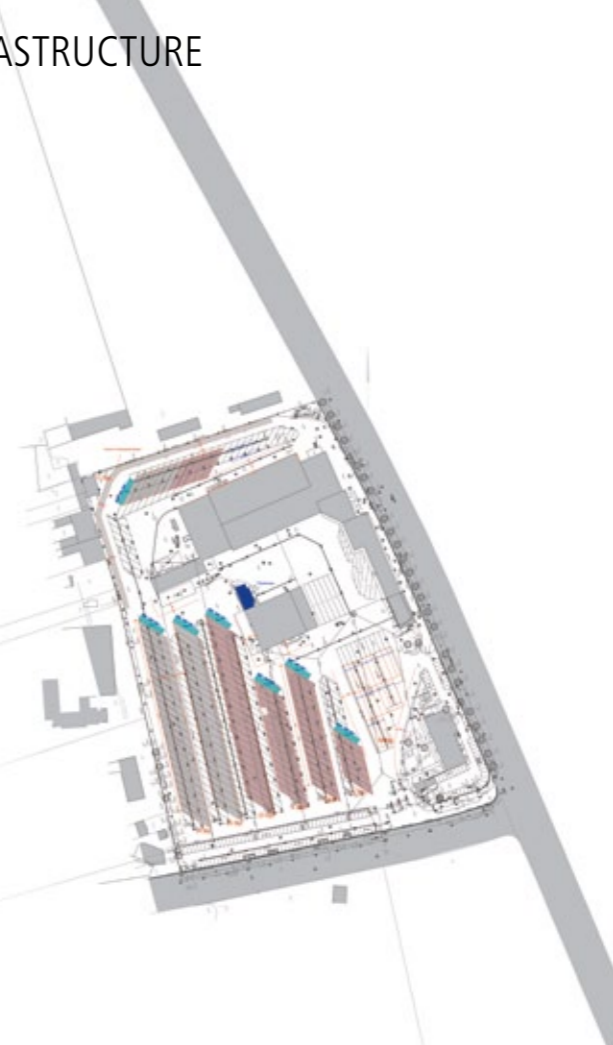


For the Wahle-Mecklar route, a section measuring 10 to 20 km long was selected as the pilot project for underground 380 kV 3-phase AC current cables. Schübler-Plan is a member of the INGE engineering consortium together with iwB Ingenieurgesellschaft commissioned with structural planning for civil engineering structures, traffic facilities and soil investigation. The dependencies of the position of underground cables in the soil were defined based on the TenneT TSO GmbH planning manual "Manual for Building and Erection". Planning was based on two parallel cable trenches each containing 6 underground cables. Since the specifications demanded complex dependencies with the topographic profile, the route was parameterised, programmed and implemented using the CARD 1 system. Parameters were taken into consideration for open construction and drill sections. Based on the DGM 5 of the State of Lower Saxony, this permitted planning to be implemented independent of the topography. As part of the INGE, Schübler-Plan supplied services for the routing, underground planning and the final design of the open construction underground route approx. 13 km long and approx. 50 m wide executed using the HDD drilling process. The route crossed pipeline routes, railway tracks, motorways, federal, state and district roads, paths, water courses, rough terrain and special protection zones etc.

## SUBURBAN RAILWAY MAIN LINE MUNICH

The second suburban railway Main Line Munich project is the basic precondition for introducing a 15-minute frequency along all suburban railway (S-Bahn) lines in the entire Munich public transport network as well as additional express S-Bahn lines with a 30-minute frequency. The project comprises the new construction of an electrified 2-track S-Bahn section between the Laim and Leuchtenbergring stations, two single-track tunnels 7 km long, three new underground stations and the reconstruction or extension or two surface stations. The tunnel tubes are excavated by tunnel boring machines. The underground stations are partly lined with diaphragm walls and partly using the shotcrete construction method. The supplementary network measures include track encounter sections on previously single-track sections, the modernisation of control command and signalling facilities and additional platforms or return loops. Schübler-Plan in a consortium with Baustein GmbH and ILF Consulting Engineers was commissioned with planning services and project management in project phases 1 to 5.

Ingenieurgesellschaft  
RZ 2. SBSS München

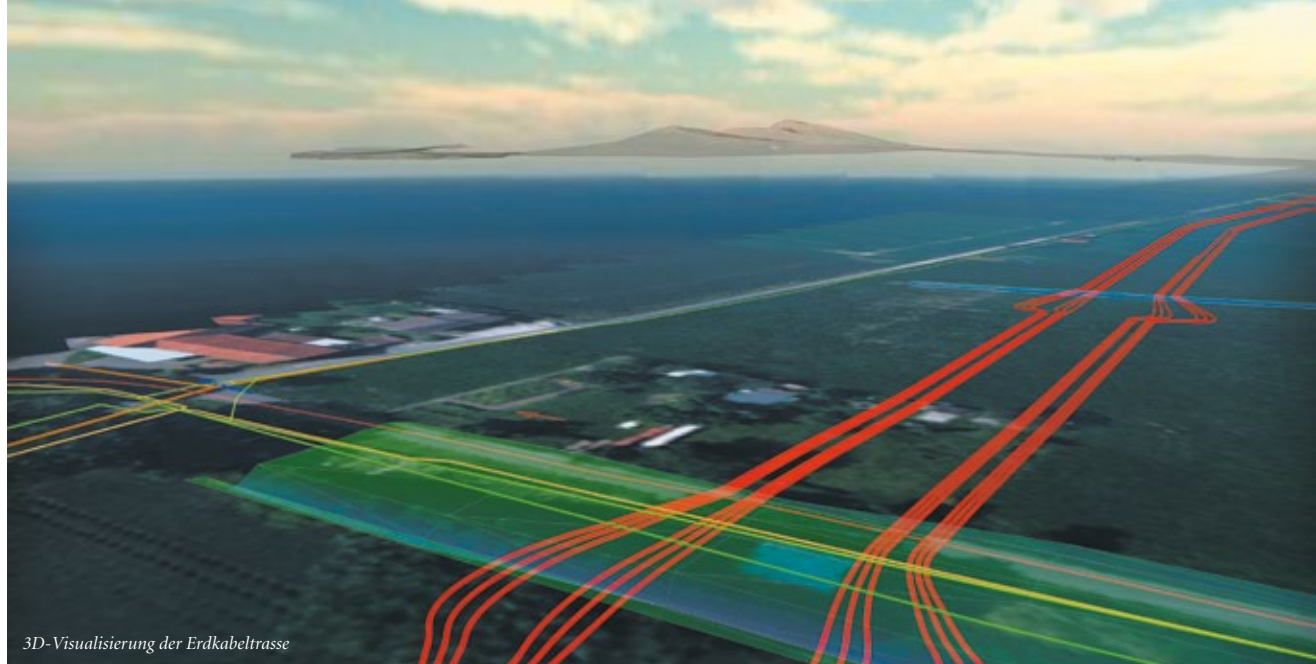


# PILOTPROJEKT TENNET

Im Rahmen des Energieleitungsausbaugesetzes (EnLAG) und des Bundesbedarfsplangesetzes (BBPlG) wurden Pilotprojekte für Erdverkabelungen im 380-kV-Drehstrombereich festgelegt mit dem Ziel, praktische Erfahrungen für die Auswirkung von Erdkabeln im Drehstromnetz auf das elektrische Übertragungssystem zu sammeln. Bei der Trasse Wahle-Mecklar wurde dafür ein 10 – 20 km langer Abschnitt ausgewählt. Schübler-Plan ist hier in Ingenieurgemeinschaft (INGE) mit der iwB Ingenieurgesellschaft mit der Objektplanung für Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen sowie mit der Baugrunderkundung beauftragt. Auf Basis des Planungshandbuchs „Handbuch Bauen und Errichten“ der Tennet TSO GmbH wurden die Abhängigkeiten der Lage der Erdkabel im Erdreich definiert. Zu planen waren zwei parallel verlaufende Kabelgräben für je sechs Erdkabel. Aufgrund der elektrotechnischen, elektromagnetischen und thermischen Vorgaben des Betreibers sind die Kabelabstände in Abhängigkeit der Verlegetiefe vorgegeben und strikt innerhalb der definierten Toleranzen zu planen. Da diese Vorgaben komplexe Abhängigkeiten mit dem Geländeprofil generierten, wurde die Trassierung mit dem System CARD 1 parametrisiert programmiert umgesetzt. Hierbei wurden die Parameter für die offene Bauweise und die Bohrabschnitte berücksichtigt. Somit konnte auf Basis des DGM 5 des Landes Niedersachsen eine geländeabhängige Planung umgesetzt werden. Im Zuge der vertiefenden Planungsphasen wurden alle Kreuzungspunkte terrestrisch vermessen und die Zwischenbereiche per Laserscan mit Drohnenflügen nachvermessen. Durch die Teilautomatisierung konnte die Planung in Lage und Höhe an das justierte DGM nachgeführt werden. Als Teil der INGE hat Schübler-Plan die Trassierung und tiefbautechnische Planungen bis zur Planfeststellungsreife der ca. 13 km langen und ca. 50 m breiten Erdkabeltrasse in offener Bauweise sowie mit HDD-Bohrverfahren erbracht (gequert werden u. a. Leitungstrassen, Bahntrassen, Autobahnen, Bundes-, Landes- und Kreisstraßen, Wege, Gewässer und unwegsames Gelände sowie besonders geschützte Gebiete).

Dipl.-Ing. Andreas Röder, CEng MIEI,

Dipl.-Ing. Taro Skunca



3D-Visualisierung der Erdkabeltrasse



Parametrische Trassierungsplanung

## S-BAHN STAMMSTRECKE MÜNCHEN

Das Projekt Zweite S-Bahn-Stammstrecke München ist Grundvoraussetzung für die Einführung des 15-Minuten-Grundtakts auf sämtlichen S-Bahn-Linien im Münchner Verkehrsnetz, mit zusätzlichen Express-S-Bahn-Linien im 30-Minuten-Takt.

### Ingenieurgemeinschaft RZ 2. SBSS München



Das Projekt umfasst den Neubau einer zweigleisigen elektrifizierten S-Bahn-Strecke zwischen den S-Bahnstationen Laim und Leuchtenbergring, zwei rund 7 km lange, eingleisige Tunnel, drei neue unterirdische Stationen sowie den Umbau bzw. die Erweiterung von zwei oberirdischen Stationen. In Zusammenhang mit der Erweiterung im Bahnhof Laim wird auch die sogenannte "Umweltverbundröhre" quer zu den Gleisen der Bahntrasse im Auftrag der Landeshauptstadt München mit errichtet.

Diese Unterführung soll neben Fußgängern und Radfahrern zunächst den Linienbusverkehr, in einer späteren Phase auch eine Trambahnlinie aufnehmen. Die Tunnelröhren werden überwiegend mit Tunnelvortriebsmaschinen aufgeföhren. Die unterirdischen Haltepunkte werden teils in Schlitzwand- und teils in Spritzbetonbauweise erstellt. Zu den „netzergänzenden Maßnahmen“ gehören Begegnungsabschnitte auf den bisher eingleisigen Streckenabschnitten, die Modernisierung der Leit- und Sicherungstechnik und zusätzliche Bahnsteige oder Wendegleise. Schübler-Plan ist in Arbeitsgemeinschaft mit Baustein GmbH und ILF Consulting Engineers mit der Planung und dem Projektmanagement in den Lph 1 – 5 beauftragt.

## POLIS CONVENTION 2019 DÜSSELDORF

Am 15. und 16. Mai findet die Messe für Stadt- und Projektentwicklung „polis“ statt. Schübler-Plan ist mit einem eigenen Messestand (C01.1) vor Ort und präsentiert unter anderem das innerstädtische Großprojekt „Kö-Bogen II“ – passgenau zum Messestadium „Zukunft der Innenstadt“. Die polis richtet sich an alle Akteure, die maßgeblich an der erfolgreichen und nachhaltigen Entwicklung von Städten beteiligt sind. Schirmherrin ist in diesem Jahr Ina Scharrenbach, Ministerin für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen.



## DB BIM-MESSE BERLIN



Zum zweiten Mal veranstaltet die Deutsche Bahn AG ihre DB BIM-Messe und bietet damit Planern, Bauunternehmern und Softwareentwicklern die Möglichkeit zum Austausch über ein zukunftsgerichtetes, partnerschaftliches Zusammenarbeiten mit BIM. Am 28. Mai ist Schübler-Plan Teil dieser besonderen Plattform und teilt ihr Know-how aus verschiedenen Infrastrukturprojekten.

## IMPRESSUM

HERAUSGEBER  
Schübler-Plan GmbH  
Grafenberger Allee 293  
40237 Düsseldorf  
www.schuessler-plan.de

Unternehmenskommunikation  
Sandra Heupel,  
Viola Otto  
Tel. 0211. 61 02-210  
Mail: sheupel@schuessler-plan.de

REDAKTION  
Bauverlag BV GmbH,  
Inga Schaefer

ÜBERSETZUNGEN  
Deman Übersetzungen

GESTALTUNG  
Lutz Menze Design

DRUCK  
Druckerei Hitzegrad

Stand April 2019  
Auflage: 2.500

## FOTOGRAFIE, VISUALISIERUNGEN

Deutsche Bahn AG: 16, 17  
Volker Emersleben: 16, 17  
Grundstücksgesellschaft Gateway Gardens GmbH: 8, 9  
Ulrich Homburg: 4  
ibb Mangold: 13  
Ingenieurgemeinschaft U5 Mitte: 21, 23  
Oliver Kessler (Getty Images): 14, 15, 22  
Ralph Richter: 3  
Schübler-Plan: 11, 12, 13, 18, 19, 20, 22, 23, 24  
Thomas Tratnik: 6, 7  
ZIV GmbH: 10