





FCP bewegt

Entwicklungstendenzen zur Optimierung des Straßenaufbaus

Günther Leykauf

1. Mobilität: Basis für Wirtschaftswachstum

Mobilität spielt eine tragende Rolle für die wirtschaftliche Entwicklung eines Landes. In Deutschland (ca. 13.000 km Autobahn, ca. 40.000 km Bundesfernstraßen) kommt der Straße mit einer Beförderungsleistung von über 80 % im Personenverkehr und rd. 70 % im Güterverkehr die mit Abstand größte Bedeutung unter allen Verkehrsträgern zu. Bezogen auf das Jahr 1997 war bis zum Jahr 2015 eine Zunahme des Personenverkehrs um das 1,2-fache, beim Güterverkehr um das 1,6-fache prognostiziert worden. Trotz globaler Wirtschaftskrise und Veränderungen im Individualverkehr wird nach neueren Untersuchungen insbesondere die für 2015 prognostizierte Güterverkehrsleistung deutlich überschritten werden. Hieraus resultiert die Forderung, dass die Verkehrsinfrastruktur unter Einhaltung der Umweltverträglichkeit unbedingt entsprechend ergänzt, erneuert und zielgerichtet erhalten werden muss.

Um Innovationspotenziale beim Bau von Straßen aufzuzeigen, genügt es nicht, sich auf die bautechnischen Möglichkeiten zu begrenzen, sondern es sollte fachübergreifend das Gesamtsystem Straßenverkehr betrachtet werden, was auch den Betrieb und die Fahrzeugtechnik mit ihren Auswirkungen einschließt.

2. Potenziale beim Betrieb

2.1 Querschnittsausbildung

Beim Betrieb gibt es Überlegungen des BMVBS, die Lkw-Maut nach der Tageszeit gestaffelt einzuführen, was allerdings der Forderung des Bestellers nach „just in time“ widerspricht. Auch Überlegungen, weitere Überholverbote für Lkw auf BAB (auf ca. 2.500 km) einzuführen, sind im Hinblick auf die Qualität

des Verkehrsablaufs bei Staubbildungen nicht erfolgversprechend. Demgegenüber ergeben sich durch verstärkten Einsatz von Telematik vielfältige Lösungen, wobei hier nur zwei angesprochen werden sollen, die Auswirkungen auf die konstruktive Querschnittsausbildung haben.

Die Leistungsfähigkeit und damit Verfügbarkeit der Infrastruktur wird erhöht, wenn mit einer entsprechenden Verkehrssteuerung ermöglicht wird, dass die Standstreifen temporär in Fahrstreifen umgewandelt werden, oder wenn im Bereich von stark belasteten Ausfahrten der Standstreifen ganz entfällt, um eine 2-streifige Ausfahrt für das gestiegene Verkehrsaufkommen bis zu dem erst später möglichen Vollausbau zu erreichen. Hierfür sind natürlich zusätzliche Parkbuchten für Notfälle erforderlich. Grundsätzlich möglich ist dies allerdings nur dann, wenn die Standstreifen den gleichen Konstruktionsaufbau aufweisen wie die Fahrstreifen, damit sie dem nur zeitweise oder auch auf kürzere Zeit auftretenden Schwerverkehr gewachsen sind. Mit den im Ausland heute teilweise noch üblichen und in Deutschland im Jahr 1975 für einige Jahre praktizierten Sparbauweisen (bei Betonfahrbahnen Standstreifen dünner in Asphalt befestigt) ist dies nicht möglich. Erforderlich sind gleiche Deckendicken über dem gesamten Straßenquerschnitt, bei der Betonbauweise vergleichbare Verdübelung der Quertugen im Standstreifen wie in den Fahrstreifen.

Mit dem zukünftigen 4-streifigen Standard-Querschnitt RQ 31 anstelle des RQ 29,5, bei dem die Standstreifenbreite von bisher 2,50 m auf 3,00 m vergrößert wird, wird auch eine temporäre Standstreifen-Nutzung erleichtert. Die neue Breite ergibt sich aus Gründen der Sicherheit bei einer 4 + 0-Verkehrsführung in Arbeitsstellen mit baulicher Trennung der ge-

genläufigen Fahrbahn (transportable Schutzeinrichtungen), wozu eine befestigte Breite der Richtungsfahrbahn von 12,0 m benötigt wird. Auch die Mittelstreifenbreite wird von 3,50 m auf 4,00 m verbreitert, um mehr Auswahl bei Schutzsystemen nach EN zu ermöglichen und Einbauten im Mittelstreifen zu erleichtern.

2.2 PPP-Projekte

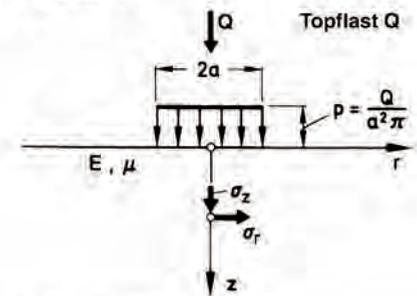
Im Gegensatz zu dem österreichischen Modell ASFINAG wird in Deutschland im Bundesfernstraßenbau zur Überwindung von Finanzierungsengpässen ein Betreibermodell angewandt. Hierbei erfolgt der 6-streifige Ausbau einer BAB privat von einem Konsortium (der Bund gibt eine Anschubfinanzierung) und wird für einen Zeitraum von 30 Jahren betrieben – einschließlich des Winterdienstes –, danach fällt die Strecke in einem vertraglich festgelegten Zustand an den Bund zurück. Die Finanzierung des Betriebes erfolgt dabei über die Maut für schwere Lkw über 12 t. Derzeit sind drei Projekte auf der A8, A4 und A1 im Bau, sechs weitere Projekte mit insgesamt ca. 370 km Autobahn (Bauvolumen ca. 1,4 Mrd. Euro) sollen nach Prüfung der Wirtschaftlichkeit in die Verantwortung von Firmenkonsortien übergeben werden. Als Hauptvorteil für den Bund ergibt sich, dass der Ausbau um mindestens fünf Jahre vorgezogen werden kann.

Der Bau und die Erhaltung einer Straße durch ein privates Konsortium im Rahmen eines PPP-Projektes (Betreiber-Modell) ist eigentlich nicht neu. Bereits 1926 wurde zur Verwirklichung der Autobahn-Idee von einigen Visionären die HAFRABA e.V. gegründet, ein Verein, dessen Ziel es war, die Hansestädte über Frankfurt nach Basel zu verbinden. Diese erste Autostraße in Deutschland sollte wie

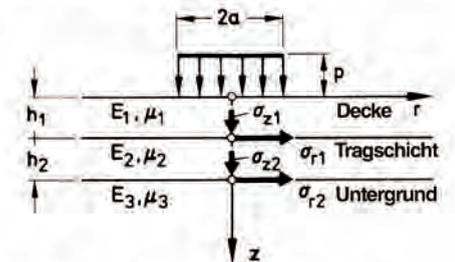
die ersten Bahnstrecken im 19. Jahrhundert privatwirtschaftlich errichtet und betrieben werden. Die Verwirklichung scheiterte an den Wirren der Weimarer Republik, wurde aber bis 1962 in großen Bereichen entsprechend diesen ursprünglichen Planungen mit der A7 und A5 vollendet.

Aus konstruktiver und bautechnischer Sicht ergibt sich bei den PPP-Projekten ein Innovationspotenzial, da der Konzessionär beim Aufbau der Straße durchaus von den standardisierten Bauweisen abweichen kann, wenn er vergleichbares Langzeitverhalten nachweist. Hierzu ist die Anwendung der Bemessungstheorie notwendig [1]. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die standardisierten Asphalt- und Betonbauweisen im Technischen Regelwerk unter Berücksichtigung der vorliegenden Langzeiterfahrungen, der baupraktischen und technologischen Erfahrungen (z. B. Schichtdicken) und von wissenschaftlichen Erkenntnissen laufend den neuen Randbedingungen angepasst wurden. Dabei wird weitgehend technische Gleichwertigkeit zwischen Asphalt- und Betonbauweisen in den einzelnen Bauklassen vorausgesetzt. Wenn die Gleichwertigkeit allein anhand der Bemessungstheorie nachgewiesen wird, wofür ausreichend Modelle zur Verfügung stehen (Abb. 1), besteht die große Gefahr, dass die Erfahrungen aus der Praxis zu kurz kommen. Die standardisierten Bauweisen wurden anhand der Modelle, die von idealisierten Randbedingungen ausgehen und anhand der mit den bisherigen nationalen Normen ermittelten Materialeigenschaften kalibriert. Die alleinige Anwendung der Bemessungstheorie – wobei i. d. R. die auftretenden Verformungen und Biegezugspannungen unter Verkehrslast in den einzelnen Schichten des Fahrbahnaufbaus berechnet und den zulässigen Werten gegenübergestellt werden –

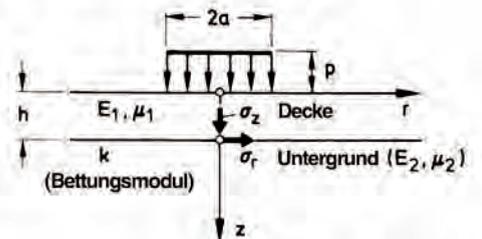
Halbraum



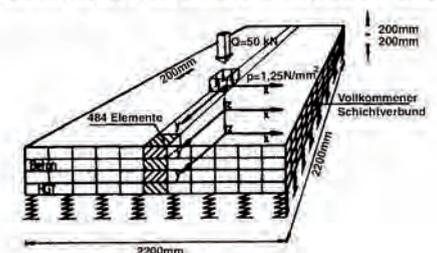
Mehrschichtensystem



Platte auf elastischer Unterlage

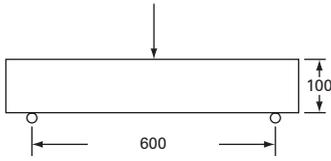


Dreidimensionales FE Modell (Platte)



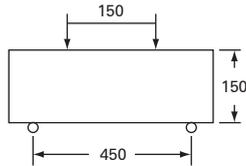
01 | Modelle zur Dimensionierung von Straßen

Biegezugfestigkeit nach ZTV Beton-StB 01



Beton B 35
Forderung: $\geq 5,5 \text{ N/mm}^2$ (28 Tg.)

Biegezugfestigkeit nach TL Beton-StB 07



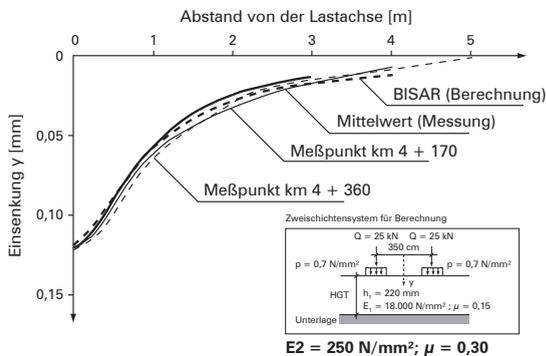
Beton C 30/37
Forderung: $\geq 4,5 \text{ N/mm}^2$ (28 Tg.)

- 02 |** Ermittlung der Biegezugfestigkeit von Beton nach verschiedenen Verfahren. FOLGERUNG: für Bemessung rechnerisch zulässig $5,5 \text{ N/mm}^2$



BAB A8 Deckschicht des Überholstreifens abgefräst

- 03 |** Einsenkungsmessungen zur Bestimmung der Resttragfähigkeit



- 04 |** Biegelinie: Vergleich Messung/Theorie

beinhaltet die Gefahr, dass aufgrund der in das nationale Regelwerk übernommenen neuen europäischen Normen, mit denen noch keine oder nur wenige Erfahrungen vorliegen, die Materialeigenschaften nicht richtig erfasst werden.

Als Beispiel hierfür sei die Biegezugfestigkeit des Betons angeführt (Abb. 2). Nach dem Technischen Regelwerk vor Einführung der EN wurde für den Straßenbeton B 35 eine Biegezugfestigkeit von $\geq 5,5 \text{ N/mm}^2$ an einem Balken mit den dargestellten Abmessungen und bei Prüfung mit Einzellast in Mitte gefordert. Nach den neuen TL Beton-StB 07 wird für den gleichwertigen Beton C30/37 die Biegezugfestigkeitsklasse F4,5 gefordert, wobei jedoch die Prüfanordnung und der Biegebalken wesentliche Änderungen aufweisen. Wenn die in der Literatur angegebenen mittleren Umrechnungsfaktoren für die geänderte Balkenhöhe und Belastungsanordnung (Doppelast, Stützweite) angesetzt werden, ergibt sich Übereinstimmung bei der geforderten Mindestbiegezugfestigkeit nach beiden Verfahren. Die vorliegenden Erfahrungen zeigen, dass bei der alten Prüfung mit Einzellast auf dem nur 10 cm hohen Biegebalken der wirkliche Beanspruchungszustand in einer Betondecke besser erfasst wird, was auch bei der Kalibrierung der Betonbauweisen mithilfe der Bemessungstheorie Eingang gefunden hat. Die Übernahme der Mindestwerte von $4,5 \text{ N/mm}^2$ nach der neuen Norm würde zu Ergebnissen führen, die nicht mit der Praxis übereinstimmen.

Weiterhin sollte für eine neu angebotene Bauweise immer eine vergleichende Bemessung zu einer vergleichbaren standardisierten Bauweise durchgeführt werden, womit die Auswirkungen von Imponderabilien begrenzt werden können.

Im Rahmen der PPP-Projekte mit 6-streifigem Ausbau stellt sich häufig auch die Frage, ob vorhandene Teile der Fahrbahnbefestigung (Abb. 3) im Straßenkörper verbleiben können und welche Tragfähigkeit man ihnen zuordnen kann. Hierzu sind quasi-statische Einsenkungsmessungen mit dem Benkelman-Balken hervorragend geeignet. Ein Vergleich der gemessenen Biegelinien (Abb. 4) mit den anhand der Mehrschichtentheorie berechneten Biegelinien ermöglicht eine eindeutige Zuordnung der vorhandenen Materialkennwerte

und Schichtdicken sowie das Auffinden von Schwachstellen, die einen Hocheinbau nicht zulassen. Im vorliegenden Beispiel wurde zerstörungsfrei der E-Modul einer speziellen HGT, deren mittlere Schichtdicke und die Tragfähigkeit der Unterlage bestimmt.

3. Potenziale in der Fahrzeugtechnik

Die Beanspruchung der Straßen wird wesentlich geprägt von der Häufigkeit der Überrollungen mit schweren Lkw, den dabei auftretenden Radlasten, der Achskonfiguration und der Reifenbauart, wobei das zulässige Gesamtgewicht 40 t beträgt, im KV ausnahmsweise 44 t (mit 6 Achsen). Die zulässige Achslast bei Einzelachsen beträgt in Deutschland 10 t, bei zwillingsbereiften Antriebsachsen 11,5 t. Nach Langzeituntersuchungen der BASt nahm in den letzten Jahren insbesondere der Anteil der 5-achsigen Sattelzüge stark zu. Die max. Länge von Lastzügen beträgt 18,75 m.

3.1 Lastzugentwicklung

Durch Innovationen bei der *Fahrzeugentwicklung* und bei der *Reifenbauart* kann die Nutzungsdauer der Straßen positiv beeinflusst werden. Schlagzeilen hat in letzter Zeit der sogenannte Giga-Liner mit einer Gesamtlänge von bis zu 26 m und einem Gesamtgewicht von 60 t gemacht. Dieses Fahrzeug, bestehend aus einer Zugmaschine + Sattelaufhänger mit insgesamt 40 t und einem zusätzlichen Anhänger mit 20 t, insgesamt 8 Achsen, ist in den Niederlanden auf speziellen Routen zu den Seehäfen und auch in Skandinavien (Schweden, Finnland) im Einsatz. In Deutschland laufen Pilotprojekte, die nach dem derzeitigen Stand allerdings nicht fortgeführt werden sollen. Aus der Sicht der Straßenbeanspruchung wären keine negativen Auswirkungen zu befürchten, solange die 60 t auf genügend viele Achsen verteilt sind, die derzeit zulässigen Radlasten nicht überschritten und die zulässigen Achsabstände nicht unterschritten werden. Damit müsste sich die Anzahl der Lkw auf unseren Straßen reduzieren (die Gütermenge von fünf Lastzügen kann von drei Giga-Linern transportiert werden), da das Ladevolumen dieser Fahrzeuge ja entsprechend größer ist. Außerdem bestehen ökologische Vorteile durch geringeren Spritverbrauch. Dem stehen jedoch Sicherheitsaspekte wie

die höhere kinetische Energie beim Anprall an konventionelle Schutzplanken sowie die Beanspruchung der Brücken gegenüber, und natürlich könnten entsprechende Fahrzeuge nur auf speziellen Routen ohne enge Radien (Wendekreis) eingesetzt werden. Allerdings besteht die Möglichkeit des Trennens (zwei Zugmaschinen) auf speziellen Umschlagflächen. Die jetzt schon zu geringe Anzahl von Rastplätzen an BAB und Autohöfen würde zu großen Problemen führen. Aus Sicht der DB würde damit auch eine Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene behindert werden.

Bekanntlich ist das häufigste Schadensbild an stark belasteten Asphaltstraßen die Spurrinnenausbildung, wobei kritische Beanspruchungen insbesondere aus langsamem, spurgeführtem Verkehr im Sommer resultieren. Ein interessanter Vorschlag, Fahrzeuge mit seitlich versetzter Reifenanordnung herzustellen, sollte weiterverfolgt werden.

3.2 Reifenentwicklung

Bei der Reifenentwicklung für Nutzfahrzeuge stehen die Interessen der Transportunternehmen mit großem Ladevolumen (kleiner Raddurchmesser) und möglichst der Verzicht auf Zwillingsreifen im Vordergrund, weniger die Interessen des Straßenbaus zur Minimierung der Spurrinnenbildung. Der Trend geht derzeit eindeutig in die Richtung von Niederquerschnittsreifen mit geringem Höhen-/Breiten-Verhältnis (Superbreitreifen). Infolge des geringeren Radgewichtes im Vergleich zur konventionellen Zwillingsbereifung und einem geringeren Rollwiderstand, zurückzuführen auf einen höheren Reifeninnendruck, ergeben sich wirtschaftliche Vorteile, die größere Seitenstabilität erhöht die Betriebssicherheit. Allerdings wird durch höhere Kontaktdrücke zwischen Reifen und Fahrbahn die Gefahr der Spurrinnenausbildung nach vorliegenden Erfahrungen erhöht. In einer wissenschaftlichen Untersuchung [2] konnte durch großmaßstäbliche Versuche im Rollprüfstand der TU München der Einfluss dieser neuartigen Bereifung auf die Spurrinnenbildung untersucht und in einer theoretischen Betrachtung am mehrschichtigen Modell nachvollzogen werden. Es zeigt sich, dass durch die unerwartete Form der Aufstandsfläche beim Supersingle (Abb. 5) und bei sinnvoller Anordnung der verschiede-

nen Typen an Lenk-, Antriebs- und Hängerachsen schwerer Lkw die straßenschädigende Wirkung des Schwerverkehrs bei Asphaltstraßen damit reduziert werden kann.

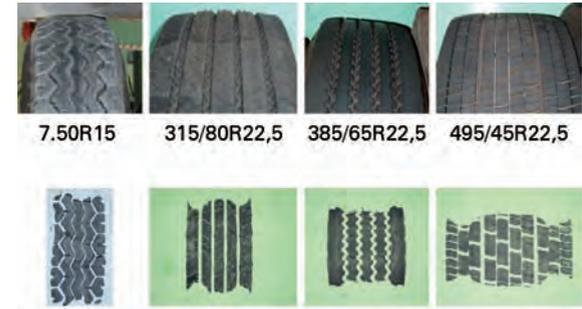
4. Potenziale bei Bau und Erhaltung

Die Zielgrößen für den Neubau und die Erhaltung von Straßen sind in Abbildung 6 aufgeführt.

4.1 Bewehrte Baustoffe

Zur Erhöhung der Tragfähigkeit werden insbesondere Bewehrungen im Baustoff Beton, aber auch im Asphalt eingesetzt. Damit kann auch der Ausbildung von Reflexionsrissen entgegengewirkt werden. Bis zur Anwendungsreife in der Praxis ist im Allgemeinen ein langer Weg von Laborversuchen über theoretische Betrachtungen mittels der Bemessungstheorie bis hin zur ersten Erfahrungssammlung unter den Randbedingungen in situ zurückzulegen. Daran muss sich ein Optimierungsprozess anschließen, der häufig aus wirtschaftlichen Gründen unvollendet bleibt. Dabei muss auch berücksichtigt werden, dass die Bereitschaft der Verwaltungsstellen, neue Produkte, für die noch keine Langzeiterfahrungen vorliegen, einzusetzen, begrenzt ist, denn bei einem vorzeitigen Scheitern stehen sie in der öffentlichen Kritik.

Beispiele für stark bewehrten Hochleistungsbeton sind „Ferroplan“ und „SIFCON“ [3]: Während bei konventionellem Stahlfaserbeton ca. 40–80 kg/m³ Stahlfasern dem Beton zugemischt werden können, wird bei SIFCON ein Stahlfaserbett auf die Unterlage ausgelegt (Abb. 7), in das dann ein spezieller Zementmörtel eingegossen wird. Damit ist es möglich, den Stahlfasergehalt auf nahezu 800 kg/m³ zu erhöhen. Die Druckfestigkeit beträgt 90–105 N/mm², die maximale Zugfestigkeit 18–30 N/mm². Eine in situ praktizierte Sanierungsmethode besteht darin, stark gerissene Betonplatten ca. 6 cm tief abzufräsen und mit einer dünnen Schicht aus SIFCON auch über mehrere hintereinander liegende Platten (bis zu 20 m) fugenlos zu überbauen. An den Plattenrändern muss über Anker ein Verbund hergestellt werden. Problematisch ist die fortschreitende Verschlechterung der Tragfähigkeit der Unterlage, wenn der Zutritt von Wasser an den sanierten Einzelfeldern nicht



05 | Einfluss der Bereifung auf die Beanspruchung des Straßenoberbaus

- Langzeitverhalten, Tragfähigkeit
- Sicherheit (Griffigkeit)
- Lärmemission
- Minimierung Verkehrsbehinderungen durch Baustellen
- Wirtschaftlichkeit
- Minimierung ökologischer Auswirkungen

06 | Zielgrößen beim Neubau und bei der Erhaltung von Straßen



07 | Einbau SIFCON an der A1 bei Vechta



08 | REFLEX: Stahlbewehrung in Binderschicht



09 | Durchgehend bewehrte Betondecke, Antwerpen 2007



10 | Betondecke mit durchgehender Bewehrung, A5 bei Darmstadt, 2004; Einbau des Unterbetons (20 cm von 24 cm)

ausgeschlossen werden kann. Die SIFCON-Schicht selbst ist in der Lage, die Risse und Fugen ohne Rissebildung zu überbrücken. Nicht bewährt hat sich die ca. 7 mm dicke Oberbetonschicht mit Textilfasern (Abplatzungen).

Eine Möglichkeit, das Langzeitverhalten von Asphaltstraßen zu verbessern, ist der Einbau von geeigneten Bewehrungseinlagen (Geogitter). Im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes REFLEX wurden gemeinsam mit Forschungspartnern aus Skandinavien und Italien spezielle Baustahlmatten zur Erhöhung der Tragfähigkeit an der Asphaltunterseite und zur Reduzierung der Spurrinnenbildung in der Binderschicht eingebaut [4]. In München wurde eine Bushaltestelle entsprechend ausgeführt. Es ergaben sich einige einbautechnische Probleme, wobei die Ausdehnung der Stahlmatten beim Aufbringen des Heißmischgutes eine kritische Rolle spielte (Abb. 8).

4.2 Tendenzen bei Betonbauweisen

Beim Betonstraßenbau in Deutschland hat sich die Ausführung mit kurzen, unbewehrten Platten zur Standardbauweise entwickelt. Demgegenüber kommen im Ausland, insbesondere in den USA, alternativ durchgehend bewehrte Betondecken mit freier Rissbildung (ohne Fugen) zum Einsatz (Abb. 9). Als Vorteil dieser Bauweise wird der geringere Erhaltungsaufwand (keine Fugenpflege erforderlich) angeführt sowie dass die höheren Investitionskosten durch Entfall der Fugenherstellung und eine mögliche Dickenreduzierung gegenüber der konventionellen Bauweise ausgeglichen werden können. Daneben ergibt sich bei dieser Bauweise die Möglichkeit einer Überbauung mit dünnen Asphaltbelägen zur Verminderung der Rollgeräusch-Emission oder zur Wiederherstellung anforderungsgerechter Griffigkeitsverhältnisse, da Reflexionsrisse im Asphalt durch die engen Rissbreiten und die hohe Querkraftübertragung im Bereich der Risse vermieden werden können. Im Rahmen eines Forschungsauftrages wurde diese Bauweise an der TUM wissenschaftlich untersucht [5] und auf der stark belasteten Autobahn BAB A5 bei Darmstadt 2004 auf einer Länge von 1,5 km (Abb. 10) ausgeführt [6]. In sehr großem Umfang kommt diese Bauweise bei den Hochgeschwindigkeitsstrecken der DB als Feste Fahrbahn zum Einsatz [7].

Als Innovationspotenzial unter der Zielgröße „Wirtschaftlichkeit“ (Abb. 6) lässt sich die Betonbauweise mit Schottertragschicht einordnen, für die eigentlich Erfahrungen seit über 20 Jahren vorliegen [1]. Aus Sicherheitsgründen wurde die Betondecke bereits damals mit 30 cm überdimensioniert, was für die heutigen Verkehrsbelastungen in der Bauklasse SV nach wie vor ausreichend ist. Diese große Deckendicke erlaubt eine Modifizierung der Plattenabmessungen: Infolge der reduzierten Wölbspannungen können bei quadratischen Plattenformen und einer optimierten Abstimmung auf die Fahrbahnmarkierungen größere Fugenabstände auch in Längsrichtung angestrebt werden (PPP-Projekte). Aufbauend auf den Erfahrungen an Versuchsstrecken, werden besondere Anforderungen bezüglich der Korngrößenverteilung der Schottertragschicht im Technischen Regelwerk ZTV/TL SoB-StB 04 gestellt, wobei einer guten Wasserdurchlässigkeit besondere Bedeutung zukommt. Neuere Forschungsarbeiten [8] zeigen, dass anstelle der ausschließlich gebrochenen Gesteinskörnung 0/32 mm durchaus auch modifizierte Kiestragschichten mit Zugabe von gebrochener Gesteinskörnung < 8 mm (Korngruppe 0/2 mm gewaschen) und einer gewissen Erweiterung des Sieblinienbereichs bei 2 mm gleiches Standfestigkeits- und Verformungsverhalten erwarten lassen. Damit lässt sich die Wirtschaftlichkeit der Betonbauweise in Regionen, in denen Moränekies ansteht, verbessern.

Das sogenannte „White topping“ (Abb. 11) stellt eine ideale Bauweise für die Erhaltung von verformten Asphaltstraßen dar. Dabei kommen relativ dünne Betondecken von 8 bis 15 cm auf der bestehenden gefrästen Asphaltkonstruktion zum Einsatz. Voraussetzungen für ein gutes Gebrauchsverhalten sind ein guter Verbund zur Unterlage sowie möglichst kleine Plattenabmessungen < 2,5 m zur Reduzierung der Temperaturspannungen. Die Oberfläche kann als Waschbeton ausgeführt werden, was heute bei Betondecken die Standardausführung ist, da damit im Gegensatz zur bisherigen Jutetuch-Strukturierung neben der geringen Lärmemission auch bessere Griffigkeiten erreicht werden (Zielgröße Sicherheit). Nach Auffassung des Autors wäre dies eine wirtschaftliche Bauweise zur Verbesserung der Parkplatzsituation für Lkw an Autobahnen.

Das BMVBS hat 11.000 Parkplätze an den Verkehrsanlagen des Bundes im Rahmen eines speziellen Ausbauprogramms in Planung.

4.3 Alternative Bindemittel

Durch Einsatz von Kunststoffen als Bindemittel anstelle von Bitumen oder als Zusatz zu Bitumen [9] können u. U. die Kosten für Mischgut aus Gesteinskörnung reduziert und gleichzeitig mit hohlräumreichen Deck- und Tragschichten ein Beitrag zur Umweltverträglichkeit von Verkehrsflächen geliefert werden. Hierzu ist es erforderlich, die Materialeigenschaften exakt zu erfassen. An der TU München liegen diesbezüglich langjährige Erfahrungen mit geeigneten Versuchseinrichtungen vor.

Wenn bei entsprechenden alternativen Baustoffen Viskoelastizität wie bei Asphalt gegeben ist, werden der Elastizitätsmodul und die Dauer- bzw. Zeitfestigkeit (stark abhängig von der Temperatur) über Schubversuche an Bohrkernen oder praxisingerecht verdichteten Probekörpern bestimmt (Abb. 12).

Thermisch induzierte Spannungen (kryogene Zugspannungen) werden mit einer speziellen Versuchseinrichtung ermittelt, die es ermöglicht, die Prüfkörperlänge während des Abkühlvorgangs exakt konstant zu halten und die dafür erforderliche Zugkraft zu messen. Aus Abbildung 13 ist das Kälteverhalten von Asphaltbeton mit unterschiedlichem Bitumen ersichtlich. Von den zusätzlichen Ergebnissen mit der Zugfestigkeit bei konstanter Temperatur ist abhängig, ob ein Material mit alternativem Bindemittel fugenlos eingebaut werden kann (Abb. 14). Die erforderlichen Schichtdicken werden im Rahmen einer Bemessung festgelegt.

Maximal zulässige Kontaktdrücke und Verschleißverhalten werden im Überroll-Prüfstand und durch Druckversuche ermittelt. Wasserdurchlässigkeit bedeutet natürlich, dass ökologische Auswirkungen zu überprüfen und an den Untergrund bzw. die Unterlage spezielle Anforderungen zu stellen sind. Derzeit bestehen Überlegungen, kunststoffgebundene Schichten wie bei einem zweischichtigen offenporigen Asphalt einzusetzen, womit eine Minimierung der Lärmemission erreicht werden kann. Zwischen den Labor-Untersuchungen und der Ausführung in situ (Abb. 14) sollten immer erst Erfahrungen bei kleinen Baumaßnahmen gesammelt werden, um die

Auswirkungen der in der Praxis vorliegenden Randbedingungen ausreichend erfassen zu können.

5. Ausblick

Die Entwicklungen zur Optimierung des Straßenaufbaus, die Einführung von innovativen Baustoffen oder neuer Bauverfahren im Straßenbau sind ein langwieriger Prozess. Dies hängt insbesondere damit zusammen, dass ein Langzeitverhalten von über drei Jahrzehnten angestrebt wird und dementsprechend häufig zum Teil auch berechnete Zurückhaltung bei der möglichen Übernahme von neuen Ideen herrscht. Unabdingbare Voraussetzung für die Umsetzung ist eine enge Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten aus Industrie, Unternehmungen, Forschungsinstituten, Ingenieurbüros und Infrastruktur-Verwaltungen.

Literatur

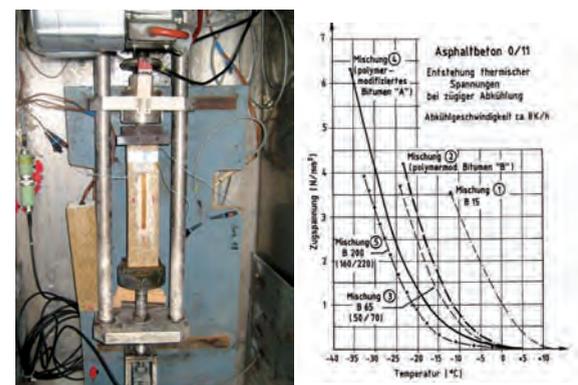
- [1] J. Eisenmann/G. Leykauf: „Verkehrsflächen aus Beton“, in: *Betonkalender 2007*.
- [2] Ch. Simon: „Einflüsse unterschiedlicher Bereifung der Achsen schwerer Lkw auf die Asphaltdeformation“, in: *Mitteilungen des Prüfamtes für Bau von Landverkehrswegen der TU München*, Heft 82, München 2007.
- [3] G. Leykauf/R. Breitenbücher: „Sanierung von Einzelplatten mit dünner Betondecke (SIFCON)“, in: *Deutscher Straßen- und Verkehrskongress Leipzig 1998* (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen), Bonn 2000, S. 75–78.
- [4] S. Neßlauer: „Untersuchungen zum Verformungs- und Tragverhalten bewehrter Asphaltstraßen“, in: *Mitteilungen des Prüfamtes für Bau von Landverkehrswegen der TU München*, Heft 78, München 2003.
- [5] S. Meier: „Durchgehend bewehrte Betondecke“, in: *Mitteilungen des Prüfamtes für Bau von Landverkehrswegen der TU München*, Heft 80, München 2005.
- [6] S. Höller: „Durchgehend bewehrte Betonfahrbahndecke in der Erprobung auf der BAB A5 bei Darmstadt“, in: *Griffing*, Heft 2/2007, hg. von der Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V.
- [7] J. Eisenmann/G. Leykauf: „Feste Fahr-



11 | Betonbauweise „White topping“: Autobahnmeisterei, Hohenbrunn 2008



12 | Schubprüfung an Bohrkernen viskoelastischer Baustoffe



13 | Kälteverhalten von Asphalt beim Abkühlversuch



U2/7 Donäustadtbrücke, Wien

bahn für Schienenbahnen“, in: *Betonkalendar 2000*.

- [8] G. Leykauf/D. Birmann/O. Weller: „Dicke Betondecke auf Schichten ohne Bindemittel (SoB/STSUB)“, in: *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen*, Heft S. 55, September 2008.
- [9] S. Ludwig: „Entwicklung von langlebigen Deckschichten aus Asphalt unter Verwendung von Epoxydharz“, in: *Schriftenreihe des Instituts Straßenbau und Verkehrswesen der Universität Duisburg Essen*, Heft 1, Essen 2009.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil.

Günther Leykauf

Technische Universität München

Lehrstuhl und Prüfamnt für Verkehrswegebau



14 | Einbau einer hohlräumreichen kunststoffgebundenen Tragschicht (Terra Elast)

Große Infrastrukturprojekte verbinden Europa: Der Brenner Basistunnel

Konrad Bergmeister

1. Einleitung

Vor 150 Jahren starb der Erbauer der Eisenbahnstrecke Verona–Bozen und Planer der Strecke Bozen–Innsbruck, der Ingenieur Alois Negrelli (1799–1858, Planer der ersten Eisenbahnstrecke über den Brenner gemeinsam mit Ing. Etzel) [6]. Er beschrieb damals die Grundsätze des Eisenbahnbaus zwischen Kufstein und Innsbruck wie folgt: „Die Bahnhöhe soll zwei Fuß (63 cm) über dem bekannten höchsten Wasserstand des Innstromes sein. An keiner Stelle soll das Niveau (Steigung) 1:200 (5 Promille) übersteigen. Die Kurven sind möglichst kurz zu halten, und ihr Halbmesser darf nicht weniger als 1500 Fuß (474 m) betragen. Der Unterbau wird durchgehend für eine Doppelbahn (zweigleisig) berechnet und ausgeführt.“

Diese technischen Erkenntnisse haben bis heute Gültigkeit, bedenkt man, dass die alpenquerenden Basistunnel Längsneigungen bis etwa 7,0 ‰ aufweisen. Die bestehenden Bahnen in Österreich weisen aber Steigungen über 20 ‰ auf.

- Semmeringbahn (A)
898 m ü. d. M./25,0 ‰
- Tauernbahn (A)
226 m ü. d. M./27,0 ‰
- Brenner
1.371 m ü. d. M./Nordrampe bis 26 ‰,
Südrampe bis 23 ‰

Die neuen alpenquerenden Eisenbahntunnel sind als Basistunnel konzipiert, um einerseits die Wegstrecke und andererseits den Energieaufwand ganz wesentlich zu reduzieren, da entsprechend geringere Traktionsleistungen notwendig sind.

2. Transeuropäische Infrastrukturen verbinden Europa

Die EU-Kommission verabschiedete 1990 den ersten Maßnahmenplan für das Konzept der Transeuropäischen Netzwerke (Verkehr, Energie, Telekommunikation). Wachstum, Beschäftigung, soziale Verbindungen, Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit sollten durch bessere Verbindungen ermöglicht werden.

Die politischen, institutionellen und finanziellen Fundamente wurden mit der Unterzeichnung des Vertrages von Maastricht am 7. Februar 1992 gestärkt und das Konzept der transeuropäischen Netze (TEN) eingeführt. Mit dem Inkrafttreten dieses Vertrages 1993 wurde die rechtliche Basis geschaffen. Eine speziell eingerichtete Arbeitsgruppe unter dem Vorsitz von Henning Christophersen erarbeitete 1993 eine Liste mit 34 prioritären Verkehrsprojekten. 1994 stimmte der Europäische Rat in Essen der Liste von Christophersen weitgehend zu. 1996 verabschiedete die Europäische Kommission Leitlinien, die Ziele und Prioritäten verschiedener TEN-Projekte definierten. 2001 wurden diese Richtlinien erweitert, um auch die Hafen-Infrastruktur (See- und Binnenhafen und intermodale Terminals) zu erfassen. Die Schaffung eines transeuropäischen Verkehrsnetzes soll dafür sorgen, dass alle Verkehrsmittel und -wege auf optimale Weise miteinander verbunden bzw. in allen Teilbereichen interoperabel sind, um den Personen- und Güterverkehr sicherzustellen. Karel Van Miert wurde von der EU-Kommission 2003 zum Leiter der Expertengruppe für das Transeuropäische Verkehrsnetz eingesetzt. Die Verlagerung des Verkehrs von der Straße auf die Schiene und auf andere alternative Verkehrsmittel war ein Schlüsselement des EU-Weißenbuches zur Zukunft der gemeinsa-

men Verkehrspolitik aus dem Jahr 2001. Diese wird auch weiterhin vorangetrieben, indem Investitionen vor allem in den Schienen- und Wasserverkehr getätigt werden.

Die EU-Kommission erstellte eine Liste mit 30 vorrangigen Projekten, die noch vor 2010 begonnen werden und die Umsetzung nachhaltiger, von gemeinsamen Interessen geprägter Mobilitätskonzepte gewährleisten und damit den Bau der grenzüberschreitenden Abschnitte beschleunigen sollten. Um die nationalen Bahnnetzwerke nördlich und südlich der Alpen zwischen Deutschland und Italien verbinden zu können, stellt der wichtigste Abschnitt die Strecke zwischen München und Verona mit dem Brenner Basistunnel dar.

Das grenzüberschreitende europäische Prioritätsprojekt – TEN-Projekt Nr. 1 – stellt eine etwa 2.200 km lange Eisenbahn-Hochleistungsstrecke zwischen Berlin und Palermo dar. Im Abschnitt zwischen Berlin und Neapel, auf einer Länge von über 1.600 km, sind drei Viertel in Bau oder bereits in Betrieb. Die letzten Abschnitte zwischen Verona und Neapel gingen im Dezember 2009 in Betrieb. In Österreich wird die 41 km lange Unterinntaltrasse zwischen Baumkirchen und Kundl im Jahre 2012 fertig gebaut sein. Dort beginnt dann mit der Umfahrung von Innsbruck der Brenner Basistunnel.

Zur politischen Unterstützung eines zeitgerechten Ausbaues und zur Durchsetzung der rahmenpolitischen Maßnahmen für eine Verkehrsverlagerung von der Straße auf die Schiene wurden von allen drei Mitgliedsstaaten beim Gipfel in Wien am 10. Juli 2007 und am 18. Mai 2009 in Rom jeweils Memoranden mit einem Aktionsprogramm unterschrieben, das von den drei Mitgliedsstaaten, den fünf betroffenen Regionen und den Bahnbetreibern zeitgerecht umgesetzt werden muss.

3. Brenner Basistunnel

3.1 Historische Entwicklung

Bereits 1847 gab es erste Ideen, den Brenner mit einem Tunnel für die Eisenbahn zu unterfahren. Weltweit entstand der erste Alpendurchstich durch den Gotthardtunnel im Jahre 1883; dort, wo heute zusätzlich noch ein Basistunnel gebaut wird.

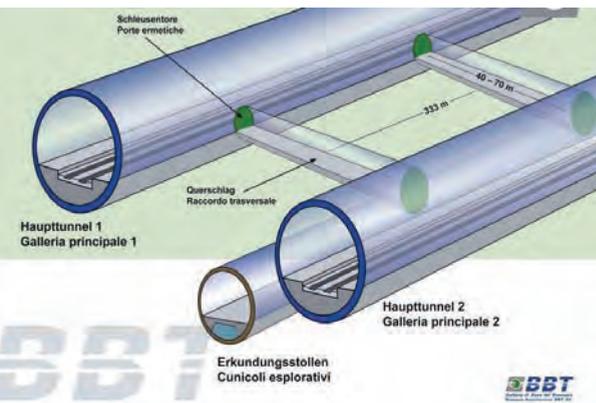
Seit 1947 wurde eine große Anzahl von Studien und Untersuchungen für den Brenner Basistunnel und die Zulaufstrecken durchgeführt.

Im Jahr 1986 gaben die Verkehrsminister Deutschlands, Italiens und Österreichs den Auftrag zur Erstellung einer Machbarkeitsstudie „Brenner Basistunnel“. Von der Planungsgesellschaft „Internationales Brenner-Konsortium IBK“ wurde diese Machbarkeitsstudie 1989 abgeschlossen und von den Verkehrsministern zur Grundlage aller weiteren Arbeiten erklärt.

In der Machbarkeitsstudie (1987–1989) wurde ein Doppelspurtunnel mit seitlich liegendem eingleisigem Dienststollen vorgesehen. Die lichte Querschnittsfläche des Haupttunnels betrug 83 m² und der Gleisabstand 4,7 m. Der Dienststollen war mit einer lichten Querschnittsfläche von 29 m² geplant. Der Haupttunnel und der Dienststollen wiesen einen Achsabstand von 30 m auf. Alle 250 m wurden diese mit einem Querstollen verbunden, welcher eine Querschnittsfläche von 7,4 m² aufwies. Zusätzlich waren alle 5 bis 7 km mit Schienenfahrzeugen befahrbare Verbindungsstollen vorgesehen, mit einer lichten Querschnittsfläche von 30 m². Als Oberbauart wurde ein schotterloser Oberbau vorgeschlagen. In den Jahren 1996/97 erfolgte eine technische und wirtschaftliche Optimierung des Projektes für die neue Bahnverbindung Mün-



01 | TEN-Achse Nr. 1 zwischen Berlin und Palermo



02 | Regelquerschnitt des Haupttunnels mit Erkundungsstollen

chen–Verona mit dem Brenner Basistunnel. Dort wirkte neben der Italferr aus Rom und der Lameyer International Frankfurt auch das Ingenieurbüro Fritsch–Chiari aus Wien mit. Der Autor fungierte dabei als technischer Koordinator und Bearbeiter, wodurch er das Potenzial dieser Ingenieurgesellschaft kennen und schätzen gelernt hat.

Im Jahr 2002 wurde das Vorprojekt erstellt und im März 2008 sowohl in Italien als auch in Österreich das Einreich- und UVP-Projekt den Behörden zur Genehmigung vorgelegt. Nach nur 16 Monaten war das Projekt in beiden Staaten genehmigt.

3.2 Wesentliche Kenndaten des Projektes

Mit der Umfahrung von Innsbruck wird der Brenner Basistunnel mit 62,7 km die längste unterirdische Eisenbahnverbindung der Welt darstellen. Er besteht aus nebeneinander liegenden Röhren mit einem Innendurchmesser von etwa 8 m und einem Abstand von 70 m. Unterhalb dieser Hauptröhren befindet sich der Erkundungsstollen mit kleinerem Durchmesser, der als Vorerkundung und später zur Entwässerung dient.

Die wichtigsten Kenndaten des Brenner Basistunnels sind:

- Länge: $55 + 6,5 = 62,5$ km
- Längsneigung: 5,0 ‰ bis 6,7 ‰
- Scheitelhöhe des Basistunnels: 795 m ü. d. M.
- Nettoquerschnitt der Hauptröhren: ca. 43 m²
- Abstand der Querschläge: 300 m

Zusätzlich wird ein um ca. 12 m tiefer liegender, in der Mitte der beiden Haupttunnelröhren verlaufender Erkundungsstollen gebaut. Dieser hat einen Innendurchmesser von etwa

5 m, der prioritär der geologischen Untersuchung entlang der gewählten Trasse dient. Später wird er als Entwässerungsstollen benutzt, was technisch durchaus Sinn macht, da die Erhaltung dieser Tunnelröhre ohne den Bahnbetrieb zu stören stets möglich ist.

Insgesamt sind drei sogenannte Multifunktionsstellen in einem Abstand von etwa 20 km vorgesehen, und zwar bei der Umfahrung Innsbruck, in St. Jodok (südlich von Steinach) und in Trens (nördlich von Mauls). Diese Multifunktionsstellen werden durch einen befahrbaren Zufahrtstunnel erschlossen.

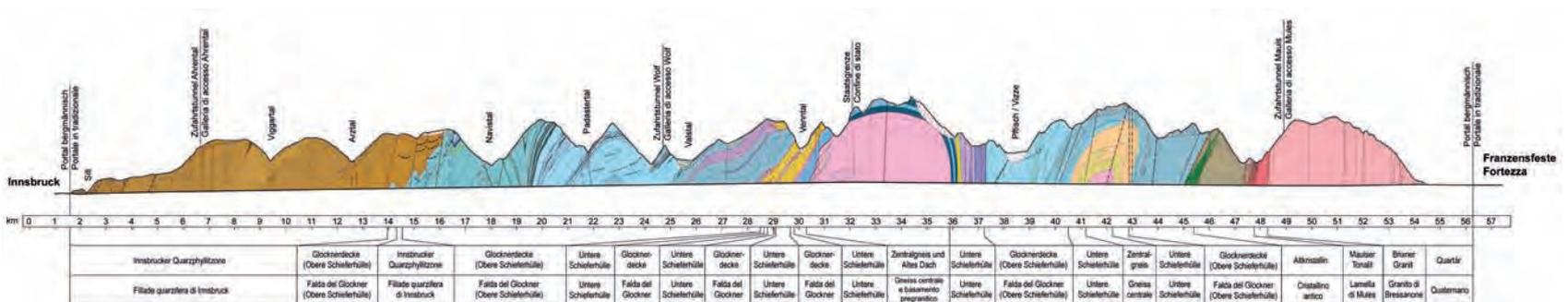
Im Brenner Basistunnel soll entsprechend der TSI-Richtlinie ein 25 kV/50 Hz-Traktionssystem installiert werden. Für den Brenner Basistunnel bzw. alle Neubauabschnitte der Brennerachse wurde als Zugsicherungssystem das ERTMS – Level 2 (European Rail Traffic Management System) entsprechend der TSI CCS festgelegt. Die Betriebsleitzentrale wird sich in Innsbruck befinden, eine Notzentrale in Verona oder Bologna.

3.3 Geologie – Hydrogeologie

Geologie

Der geplante Brenner Basistunnel führt in seiner Gesamtlänge geografisch durch den zentralen Bereich der Ostalpen, geologisch hingegen durch das emporgewölbte Zentrum der Kollisionszone der europäischen und adriatischen (afrikanischen) Platten, die in Form mehrerer übereinandergestapelter Decken vorliegen. Der Tunnel quert dabei das Tauernfenster, das infolge der angesprochenen Emporwölbung Einblick in den tieferen Krustenbereich der Ostalpen gewährt. Die großtektonischen Einheiten entlang der gesamten Tunneltrasse sind von Norden nach Süden das Unterostalpin, die penninischen Decken

03 | Geologischer Längsschnitt



des Tauernfensters, eine schmale Zone mit Oberostalpin und tertiären Intrusivgesteinen des Tauernfensters und das Südalpin.

Hydrogeologie

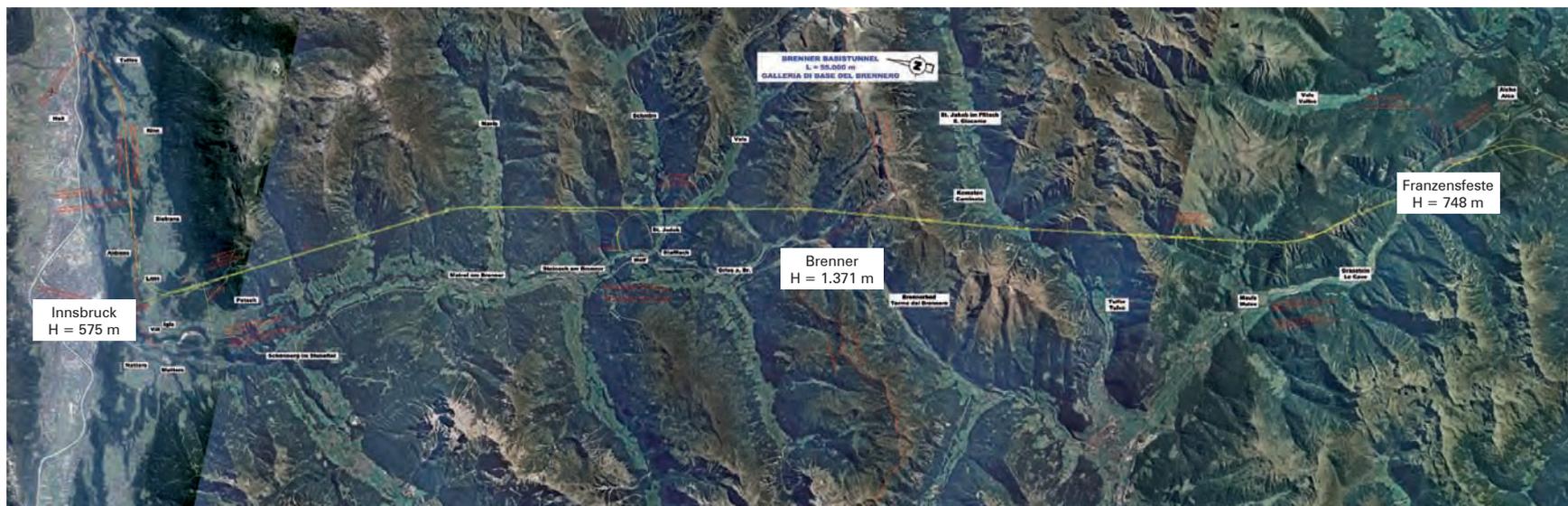
Hydrogeologisch tritt von Norden ausgehend zwischen Innsbruck (Inntal) und dem rechten Hang des Navistals die Innsbrucker Quarzphyllitdecke auf, in der kein bedeutendes Fließsystem existiert. Nur den Hauptstörungen, die den regionalen Systemen angehören, können höhere Durchlässigkeiten zugeschrieben werden, womit wenig bedeutende Fließsysteme verbunden sein können. Der Tunnel durchquert diese Einheit zwischen Innsbruck und dem Km 14+540.

Nach Süden geht die Innsbrucker Phyllitdecke durch einen hydrogeologisch unbedeutenden, duktilen tektonischen Kontakt in die Glocknerdecke über. Die Glocknerdecke (Km 14+540 bis ungefähr Km 28+215) besteht aus Bündnerschiefern. Die mit den kalkreichen Bündnerschiefern verbundenen Durchlässigkeiten sind bei der Abwesenheit von Lösungsphänomenen gering, können aber aufgrund der Entwicklung von Karsterscheinungen mittlere Werte erreichen. An den Hauptstörungen können die Durchlässigkeiten eine erhebliche Zunahme erfahren: Das erfolgt meistens in den kalkreichen Bündnerschiefern, in denen die *damage zone* eine bevorzugte Stelle für chemische Lösung bilden kann. Das Vorhandensein von bedeutenden Fließsystemen auf Tunnelniveau in der Zone der Durchquerung dieser Einheit kann ausgeschlossen werden,

mit der Ausnahme des südlichen Abschnittes. Nach Süden gehen die Bündnerschiefer der Glocknerdecke durch eine Schuppenzone in die Untere Schieferhülle über. Diese Einheit besteht, von oben nach unten, aus Gesteinen der sedimentären, permo-mesozoischen Bedeckung, die, verschieden verfaltet und verlagert, eine *multilayer*-Abfolge aus Schiefern, Metakarbonaten und untergeordnet evaporitischen Gesteinen und aus dem Zentralgneis bilden. Die sedimentären Bedeckungen weisen variable Durchlässigkeitseigenschaften auf. Mit dem Zentralgneis sind keine Fließsysteme verbunden, da seine Durchlässigkeit gering ist, außer an den Störungszonen, denen mittelhohe Durchlässigkeiten zugeschrieben werden können.

Zwischen der Staatgrenze und dem Pfitschertal beobachtet man eine Antiform aus Gneisen, die kein bedeutendes Fließsystem aufweisen; nur die stärker durchlässigen Störungen können Fließsysteme beherbergen. Südlich des Pfitschertals sind die hydrogeologischen Komplexe um die große Tulver-Senges-Antiform verfaltet. Die Abschnitte bestehen aus den Bündnerschiefern der Glocknerdecke, innerhalb derer das Vorhandensein von bedeutenden Fließsystemen nicht erwartet wird, mit Ausnahme eines NNO-SSW verlaufenden Störungssystems. Südlich der Antiform, innerhalb der ostalpinen Einheiten, rechnet man mit bedeutenden hydrogeologischen Zirkulationen, die in Zusammenhang mit dem Pustertaler Störungssystem und untergeordnet mit den Störungen

04 | Lageplan des Brenner Basistunnels



innerhalb des Brixner Granits stehen. Unter den untersuchten Quellen auf der österreichischen Seite zeigen 78,3 % kein Risiko, 16,8 % ein niedriges Risiko, 19 % ein mittleres Risiko, und keine einzige zeigt ein hohes Risiko. Auf der italienischen Seite zeigen 48 % kein Risiko, 39 % ein niedriges Risiko, 11 % ein mittleres Risiko und 2 % ein höheres Risiko. Durch die hydrogeologischen Untersuchungen wurde festgestellt, dass die hydraulische Durchlässigkeit mit der Tiefe stark abnimmt. Entlang der Strecke wurde mit wenigen Ausnahmen eine Durchlässigkeit kleiner als 1×10^{-8} m/s festgestellt, die als gering durchlässig bezeichnet wird. In Gesteinen mit diesen hydraulischen Durchlässigkeiten sind auch die zutretenden Wässer in den Tunnel gering.

3.4 Tunnelbau beim Brenner Basistunnel

Beim Brenner Basistunnel wird vorauseilend ein zwischen den beiden Hauptröhren etwa 12 m tiefer verlaufender Erkundungsstollen gebaut. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse fließen neben der Erfahrung in die Beurteilung der Ausbruch- und Sicherungsmethoden ein. Voraussichtlich kommen nachstehende Vortriebsmethoden- und Sicherungsmethoden zur Anwendung:

- Vollausbruch im Fräsverfahren mit offener Tunnelbohrmaschine mit Sicherung in Spritzbetonbauweise
- Vollausbruch im Fräsverfahren mit Schild- oder Doppelschild-Tunnelbohrmaschine mit Tübbingen als Sicherungssystem
- Voll- und Teilquerschnittausbruch im Sprengverfahren mit Sicherung in Spritzbetonbauweise (konventioneller Sprengvortrieb)
- In bestimmten Teilabschnitten ist auch ein Einsatz von Teilschnittfräsen für Voll- und Teilquerschnittausbrüche oder eine Kombination aus Spreng- und Baggervortriebsverfahren möglich. Die Sicherung wird dabei ebenfalls in Spritzbetonbauweise erfolgen.

Im Allgemeinen wird der Tunnelvortrieb je nach geotechnischer Klassifizierung sowohl maschinell als auch konventionell konzipiert. Beim Brenner Basistunnel hat man durch die sehr umfangreichen geologischen und hydrogeologischen Bohrungen im Umfang von

mehr als 25.000 m ein enormes Wissen erarbeitet. Zusätzlich werden diese Erkenntnisse durch die Ergebnisse des Erkundungsstollens noch bereichert werden.

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand werden beim Haupttunnel etwa zwei Drittel maschinell mit Tunnelbohrmaschinen und ein Drittel konventionell mit Sprengungen vorgetrieben. Die wirtschaftlichen Einsatzbedingungen der Tunnelvortriebsmaschinen im Vergleich zum Sprengvortrieb und zu maschinellen Abbauverfahren mittels TSM und Baggern können wie folgt abgeschätzt werden:

- Längere Baulose
- Weitgehend ähnliche Fels- oder Lockergesteinsformationen
- Hohe Anforderungen an geringe Oberflächensetzungen bzw. -erschütterungen
- Große Vortriebsleistungen

Bei der Auswahl des Tunnelvortriebsmaschinensystems bilden ökonomische, bauleistungs- und ökologische Aspekte wichtige Auswahlkriterien in Bezug auf die Maschinen- und Verfahrenstechnik. Tunnelbohrmaschinen werden im Felsgestein bei mittlerer bis hoher Standzeit eingesetzt. Sie eignen sich zum Ausbruch von Festgestein mit Festigkeiten zwischen 50 und 300 MN/m².

Bei Tunnelbohrmaschinen mit größeren Durchmessern werden diese vorzugsweise mit einem Schild ausgerüstet und die Sicherung mit Tübbingen bewerkstelligt. Bei den Tübbingen gewinnt die Bauart mit Faserbeton eine zunehmend wichtige Rolle. Faserbeton ist ein Konstruktionsbeton, dem bei der Herstellung zur Verbesserung des Riss- und Bruchverhaltens Fasern, vorzugsweise alkaliresistente Stahl-, alkaliresistente Glas- oder Kunststofffasern (Polymerfasern), zugesetzt werden. Dabei können komplizierte Bewehrungsführungen vermieden, die Rissverteilungen homogener und insgesamt das Bauwerk wirtschaftlicher gestaltet werden. Speziell geformte Stahlfasern im Ausmaß von 20 bis 40 kg und bei speziellen Anforderungen bis zu 60 kg Fasern pro 1 m³ können dem Beton beigemischt werden.

Gebirgsverbessernde Maßnahmen und Injektionen können sowohl vom Erkundungsstollen vorauseilend oder vom Haupttunnel aus durchgeführt werden. Dabei kann mittels

Hochdruckinjektionen mit Spezial-Zement-Suspensions-Lösungen das Gebirge verbessert und eventueller Wasserandrang reduziert werden [4]. Diese Techniken sind heute Stand der Technik und werden sowohl zur Sicherung der Ortsbrust während eines Werkzeugwechsels bei Tunnelbohrmaschinen als auch bei Tunnelabschnitten mit schlechterem Gebirge und höherem Wasserandrang eingesetzt. Solche Maßnahmen können auch beim Brenner Basistunnel in einigen Abschnitten (beispielsweise bei den Hochstegeener Kalken – Venntal) eingesetzt werden.

Die einzelnen Abfolgeschritte von solchen gebirgsverbessernden Maßnahmen können wie folgt zusammengefasst werden:

- Grobeingrenzung der Störzonen durch Reflexionsseismik
- Vorausbohrungen durch Kernbohrungen bzw. Schlagbohrungen eventuell im Schutze eines Preventers
- Reduktion der Wassereintritte durch Vorausinjektionen (Schirme) mit Überlappung
- Durchörterung der Störzone im Schutze des Schirmes

Im Falle eines maschinellen Vortriebes kann auch ein sogenannter *by-pass* gebaut und durch Umgehung der TBM die Injektionsarbeiten durchgeführt werden.

3.5 Ausbruchmaterial

Im Rahmen der baugelastischen Untersuchungen wurde das Ausbruchmaterial anhand der geologischen Untersuchungen prognostiziert und aus den durchgeführten Analysen die geotechnischen Eigenschaften abgeleitet. Dabei wurden insgesamt vier lithologische Klassen zusammengefasst.

Jede dieser vier Klassen wurde in entsprechende Verwertbarkeitsklassen unterteilt, und zwar in Material für Betonzuschlagstoffe, in Schüttmaterial und in nicht weiter verwertbares Ausbruchmaterial.

Folgende Verwertbarkeitsklassen wurden unterschieden:

- Verwertbarkeitsklasse A: hochwertiges Material, geeignet für Betonzuschlagstoffe
- Verwertbarkeitsklasse B: Material für

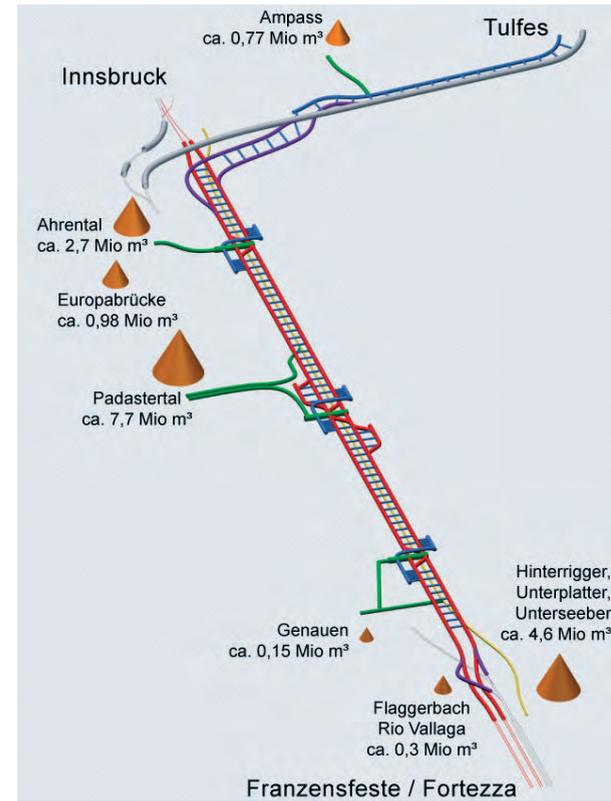
Dammschüttungen und Hinterfüllungen
 - Verwertbarkeitsklasse C: nicht wieder verwertbares und zur Endlagerung auf Deponien bestimmtes Material

Die Gesamtmenge des anfallenden Tunnelausbruchmaterials des Brenner Basistunnels, inklusive der Ausbruchmengen aus dem Erkundungsstollenprogramm, beträgt im verdichteten Zustand etwa 15,5 Mio m³.

Die Deponien werden unmittelbar bei den Fensterstollen angeordnet, die teils sogar, wie im Padastertal, mit einem eigenen Transporttunnel verbunden werden. Durch diese Optimierung können die Transportwege reduziert werden und der Abtransport des Materials ohne lange Wege auf öffentlichen Straßen erfolgen.

4. Schutz der Umwelt durch Verlagerung des Schwerverkehrs

Im Februar 2007 hat der Autor mit dem Koordinator Van Miert die Idee einer *Brenner Corridor Platform* besprochen. Am 22. Mai 2007 erfolgte die länderübergreifende Gründung dieser Organisation, wo erstmalig neben den fünf Bundesländern zwischen München und Verona, den drei Ministerien in Berlin, Wien und Rom auch die drei Bahnen DB, ÖBB und RFI mitarbeiten. Am 18. Juli 2007 wurde ein erstes Memorandum in Wien für den Brenner Basistunnel zwischen den Ländern und den Staaten Österreich und Italien unterschrieben. Dort wurden erstmalig bereits die Wege für rahmenpolitische Maßnahmen gelegt. In intensiver Arbeit mit zehn Arbeitsgruppen in engster Zusammenarbeit mit der Brenner Basistunnel Gesellschaft (BBT) konnte ein Aktionsprogramm 2009–2022 erarbeitet werden. Dazu wurde unter der Leitung des am 22. Juni 2009 verstorbenen EU-Koordinators Karel Van Miert am 18. Mai 2009 in Rom ein Memorandum mit einem detaillierten Aktionsprogramm für verkehrslenkende Maßnahmen, einem länderübergreifenden Umweltmonitoring, einer abgestimmten Bahnlogistik entlang des ganzen TEN 1-Korridors von Berlin nach Neapel, Bahnterminals und einem verpflichtenden Plan für den zeit- und bedarfsgerechten Ausbau der Zulaufstrecken sowie einer Unterstützung für den Brenner Basistunnel von den fünf Ländern, den Eisenbahnen und den drei



05 | Deponien entlang des Brenner Basistunnels



Feste Fahrbahn & Masse-Feder-System Unterinntal, Tirol

Ministern Österreichs, Italiens und Deutschlands unterschrieben. Das ist auch ein wichtiger Schritt hin zu einer Alpentransitbörse, wobei die Schweiz eingebunden werden muss.

5. Vernetzung von Wissenschaft und Praxis

Die BBT SE möchte mit diesem Infrastrukturbau auch einen wissenschaftlichen Mehrwert schaffen. Am 5. Juni 2009 wurde ein Rahmenvertrag mit sieben Universitäten abgeschlossen. Dabei sollen durch die Universitäten neue Technologien wissenschaftlich unterstützt sowie wirtschaftliche, soziale und ökologische Themen aufgegriffen und bearbeitet werden. Durch einen intensiven Austausch sollen die Erfahrungen der umliegenden Tunnelbauten eingebunden werden. Im unmittelbaren Nahbereich des Brenner Basistunnels werden derzeit die weltgrößten Tunnel gebaut. So wurde der 34 km lange Lötchbergtunnel im Jahre 1999 begonnen und 2007 bereits dem Betrieb übergeben.

Im Unterinntal werden mit neuesten Bautechniken 34 km unterirdische Tunnel und Galerien gebaut. Der 57 km lange Gotthardtunnel ist derzeit im Bau, und der Lötchbergtunnel wurde bereits erfolgreich in Betrieb genommen.

Beim Bau des Brenner Basistunnels kann daher auf die Erfahrungen bei diesen Nachbarprojekten zurückgegriffen werden. Deshalb wurden bereits jetzt Experten von den anderen Tunnelprojekten zur Mitarbeit und zur Beratung bei den Projektierungsarbeiten für den Brenner herangezogen.

Die Ingenieurgruppe Fritsch, Chiari & Partner hat immer die Verbindung mit den wissenschaftlichen Institutionen gesucht und diese unterstützt. So wurde auch der wissenschaftliche Förderungspreis „FCP-Preis“ etabliert, mit dem interessante Diplomarbeiten und Dissertationen unterstützt wurden. Ich danke der Ingenieurgruppe FCP für ihr verantwortliches Planen und Bauen und besonders auch im Namen der Universität für Bodenkultur für die Unterstützung des heranwachsenden wissenschaftlichen Nachwuchses!

Herzliche Gratulation zum 50-Jahres-Jubiläum, weiterhin viel Erfolg – Glück auf!

Literatur

- [1] K. Bergmeister: „Brenner Basistunnel“, in: *Beton- und Stahlbetonbau*, Heft 10, Oktober, Berlin 2008, S. 658–665.
- [2] K. Bergmeister: *Brenner Basistunnel – Lebensräume und Verkehrswege*, Innsbruck 2008.
- [3] K. Bergmeister: “Service Life Monitoring of Tunnels”, 1. Internat. Workshop of Underground Structures, Shanghai 10/2006.
- [4] G. Girmscheid: *Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau*, Berlin 2000.
- [5] W. Schubert/G. Vavrovsky/A. Goricki: „Geomechanische Planung für Untertagebauten“, in: *Betonkalender 2005*, S. 3–17.
- [6] A. Sollath/G. Stöbich/W. Stratowa: *Brennerbahn*, Festschrift der Österreichischen Bundesbahnen, Innsbruck 1967.

o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Dr.phil.

Konrad Bergmeister M.Sc.

Universität für Bodenkultur Wien

Institut für Konstruktiven Ingenieurbau

Brenner Basistunnel BBT SE

Mitglied des Vorstands

Moderne Brandschutzeinrichtungen für Eisenbahntunnel. Erfahrungsbericht am Beispiel des Lainzer Tunnels in Wien

Norbert Ostermann

1. Einleitung

Die Eisenbahn gilt seit ihrer Entstehung – insbesondere jedoch ab der Entwicklung des sie konkurrenzierenden Straßen- und Luftverkehrs – als besonders sicheres Verkehrsmittel. Als wichtigste der der Sicherheit dienenden Unterscheidungsmerkmale zum sonstigen Landverkehr, in erster Linie also zum Straßenverkehr, gelten

- die Spurführung und die damit ermöglichte Zugbildung,
- das Fahren im Raumabstand durch geeignete Sicherungseinrichtungen an Strecke und Fahrzeugen sowie
- der geplante Betriebsablauf, welcher sich durch geordneten Zugang zum Streckennetz und einen vorhandenen Fahrplan auszeichnet.

Dennoch sind im Zusammenhang mit Planung, Errichtung und Inbetriebnahme von Neu- und Ausbaustrecken Diskussionen darüber entstanden, ob und in welchem Ausmaß genügend Sicherheitseinrichtungen im Eisenbahnbetrieb vorgesehen sind, um eingetretene Unfälle und Schadensfolgen in vertretbaren Grenzen zu halten.

Der vorliegende Beitrag gibt einen Abriss über solche Diskussionen anhand eines konkreten Projektes und zeigt, welche Entwicklungspotenziale zur Erfüllung neu entstandener Ansprüche mobilisierbar sind.

2. Projektdarstellung Lainzer Tunnel

Der Lainzer Tunnel ist eine neue Verbindungsstrecke zwischen den wichtigsten Eisenbahnlinien, nämlich der Süd- und der Westbahn in Wien. Er ergänzt eine Bestandsstrecke aus

dem 19. Jahrhundert, die, damals als Umgehungsstrecke von Wien konzipiert, heute durch Wohngebiet führt und den gesamten Ost-West-Verkehr aufnimmt.

Die neue Strecke besteht im Wesentlichen aus einem zweigleisigen Tunnel, der im Westen in einen unterirdisch angeordneten Knoten (Verknüpfung Westbahn) sowohl an den Bestand als auch an die Neubaustrecke angeschlossen ist und sich im Süden an die Süd- und an die Donauländebahn verzweigt. Die Tunnelstrecken wurden unter Berücksichtigung auf Gleisgeometrie und Überdeckung zu etwa 65 % der Länge bergmännisch nach der Neuen Österreichischen Tunnelbauweise (NÖT) aufgeföhren bzw. zu etwa 35 % in offener Bauweise (Deckelbauweise) hergestellt.

Ziel und Zweck des Bauwerkes sind:

- die Schaffung einer leistungsfähigen und umweltfreundlichen Verbindungsstrecke für Mischbetrieb
- die Schaffung einer leistungsfähigen Einbindung der NBS Wien–St. Pölten
- die Schaffung von Reserven der Leistungsfähigkeit auf den entlasteten Bestandsabschnitten für innerstädtischen Personenverkehr.

3. Aspekte der Sicherheitsplanung

3.1 Grundsätzliches

Sicherheitsplanung hat zur Aufgabe, nachvollziehbare Entscheidungsgrundlagen für Projektwerber und Genehmigungsbehörden zu liefern sowie Vorschläge für wirtschaftlich vertretbare Maßnahmen zur Risikoreduktion zu enthalten. Methodisch gesehen hat sich ein quantitativ orientierter, probabilistischer Ansatz etabliert.

Dieser Ansatz enthält im Wesentlichen drei Fragen, nämlich

- Was kann passieren? (Risikoanalyse)
- Was darf passieren? (Risikobewertung)
- Was ist zu tun? (Maßnahmenplanung)

3.2 Risikoanalyse

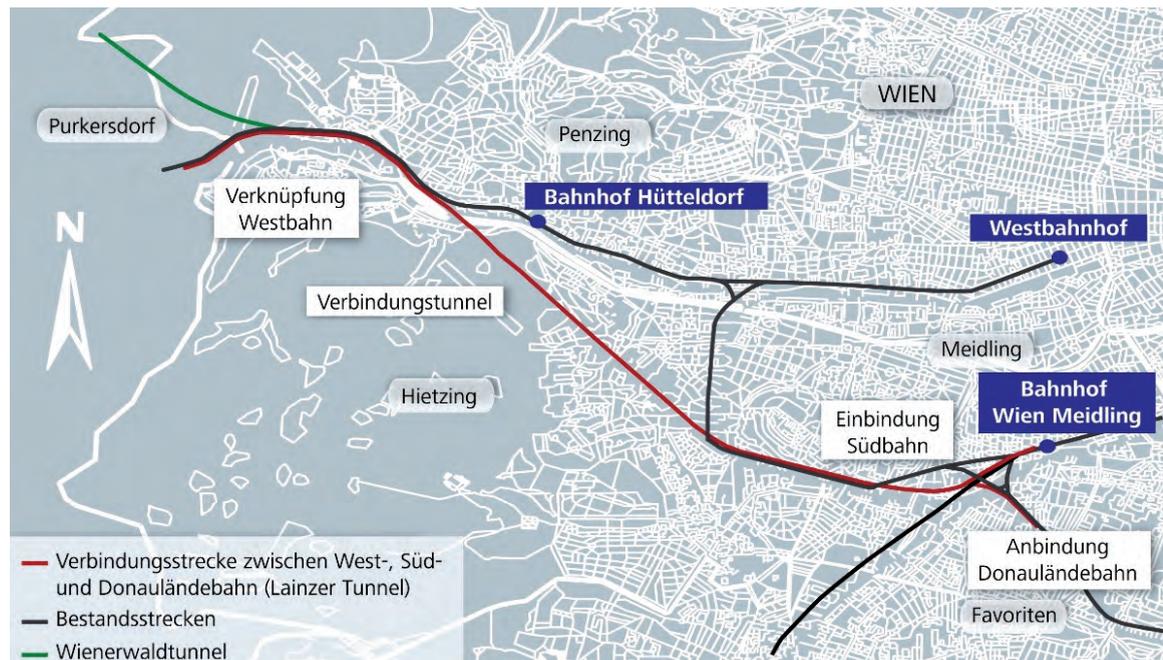
Zur Beschreibung des Sicherheitsniveaus eines Systems wie zum Beispiel des Eisenbahnbetriebes sind im Rahmen der Sicherheitsplanung drei Ansätze denkbar. Es sind dies

- empirische
- maßnahmenorientierte
- risikoorientierte Ansätze.

Der empirische Ansatz basiert weitgehend auf dem Prinzip von „trial and error“, er entwickelt das System sozusagen mit der laufenden Erfahrung bei der Benützung. Sinnvoll ist dieser Ansatz überall dort, wo aus häufigen Schadensfällen – die kleine Wirkung haben – Erfahrungen für notwendige Verbesserungen gewonnen werden können.

Maßnahmenorientierte Ansätze gehen einen anderen Weg. Hier wird die Frage nach den überhaupt möglichen und denkbaren Sicherheitsmaßnahmen gestellt. Das Ziel dieser Betrachtungsweise liegt darin, eine Anlage (den Betrieb) so sicher wie möglich zu machen. Die Gefahr, die daraus resultiert, ist meist die Unwirtschaftlichkeit, da weder Kosten noch Wirksamkeit der Maßnahmen in diese Betrachtungsweise einfließen.

Der risikoorientierte Ansatz hingegen stellt mit der Einbeziehung von Kosten und Wirksamkeit von geplanten Maßnahmen in die probabilistische Sicherheitsbeurteilung den modernsten und für Vergleichszwecke übersichtlichsten Weg dar. Alle Rechengrößen



01 | Übersichtsplan Lainzer Tunnel

sind dabei ingenieurmäßig erfassbar und miteinander verknüpft.

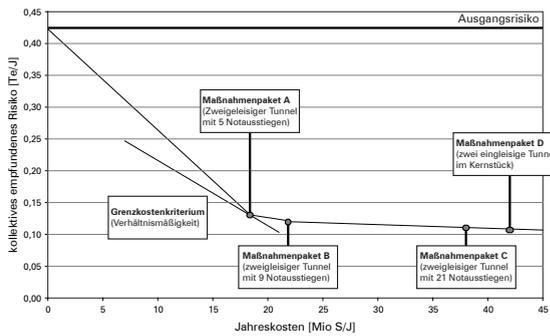
Wird also der Sicherheitsplanung ein risikoorientierter Ansatz zugrunde gelegt, so können hinsichtlich der Personenrisiken, die für Reisende, Unterhalts- und Fahrpersonal sowie für Anrainer gelten, zwei Risikogrößen unterschieden werden.

Individuelles Risiko für Personen

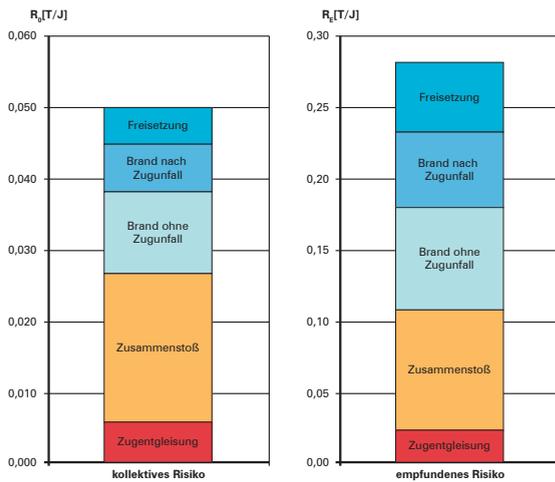
Dieses stellt ein Maß für die Gefährdung einer einzelnen betroffenen Person dar und gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit die betrachtete Person in einem bestimmten Zeitraum oder auf einer bestimmten Streckenlänge infolge von Stör- oder Unfällen getötet wird.

Kollektives Risiko für Personen

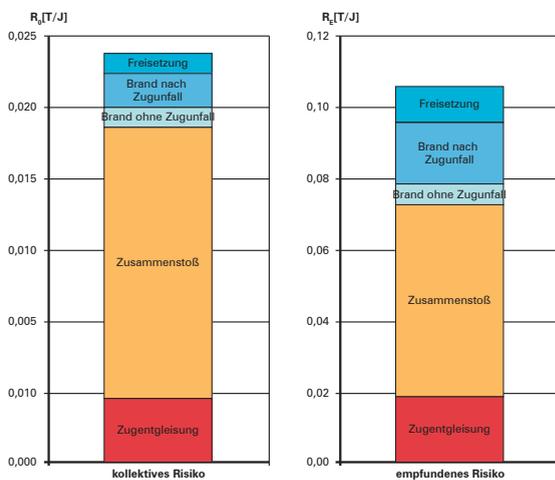
Das kollektive Risiko R_o entspricht der jährlich zu erwartenden Anzahl der tödlich verunfallten Personen im betrachteten System bezo-



02 | Risiko-Kosten-Diagramm (Beispiel)



03 | Kollektives und empfundenes Ausgangsrisiko



04 | Kollektives und empfundenes Risiko

gen auf die Transportleistung und ist für die Beurteilung der Sicherheit von Reisenden in Tunneln und der Anrainer erfahrungsgemäß die aussagekräftigste Größe.

Risiko für die Umwelt

Unfälle im Eisenbahnbetrieb können Gefährdungen für die Umwelt bedeuten. Eine Erfassung dieser potenziellen Gefährdungen wurde durch eine systematische Beschreibung des Begriffes Umwelt sowie durch die Definition von sogenannten Schutzziele möglich. Der Begriff Umwelt wird derzeit meist durch die Schutzgüter

- Wasser
- Boden
- Luft
- Flora und Fauna sowie
- Naturdenkmäler

bestimmt. Zur Beurteilung der Umweltkriterien werden bei der Bahn meist Messgrößen in Bezug auf die Kontaminierung von unter- und oberirdischen Gewässern stellvertretend für alle möglichen Umweltschäden herangezogen.

Bauwerksrisiko

Höhere Fahrgeschwindigkeiten, größere Zugmassen sowie höhere Zugdichten als bisher prägen den heutigen Eisenbahnverkehr. Unfallschwere und -häufigkeit müssen daher zukünftig auch in der Bemessung statisch konstruktiv wirksamer Bauteile (z. B. Brückenpfeiler) berücksichtigt werden. Auch der Brandfall stellt einen erst neuerdings zu berücksichtigenden, bisher nicht ausreichend untersuchten Lastfall – insbesondere in Tunnelanlagen – dar, obwohl gerade die Standsicherheit eines Tunnels ein geradezu symbolisches Charaktermerkmal für die Unerschütterlichkeit eines Verkehrssystems wie das der Eisenbahn darstellt.

3.3 Risikobewertung

Die Sicherheitsplanung für einen neuen Streckenabschnitt muss aus der Sicht der Infrastrukturerrichtungsgesellschaft – vor allem, wenn sie sich im Eigentum des Staates befindet – unter folgenden Prämissen stehen:

- a) Gewährleistung eines Gesamtsicherheitsniveaus, das in einem sinnvollen Verhältnis zu anderen Streckenabschnitten steht.

- b) Optimaler Einsatz der beschränkten Geldmittel, das heißt, dass die geplanten Maßnahmen zur Reduktion des Ausgangsrisikos ein sinnvolles Kosten-Wirksamkeits-Verhältnis aufweisen müssen.

- c) Ausgewogenheit der Maßnahmen in baulicher, eisenbahntechnischer und organisatorischer Hinsicht unter Berücksichtigung der Entwicklungsdynamik des sogenannten „Standes der Technik“. Diese Forderung ergibt sich aus den großen Zeiträumen, die zwischen der Planung eines Bauvorhabens, den Behördenverfahren und der Inbetriebnahme des Planungsgegenstandes liegen.

Dass gerade die unter b) genannte Optimierung in der Öffentlichkeit schwer argumentierbar ist, folgt aus dem Umstand, dass Grenzkosten festgelegt werden müssen, die auf Menschenleben Bezug nehmen. Diese Grenzkosten dokumentieren, welche Kosten maximal entstehen dürfen, um das Risiko (gemeint ist in Bezug auf Reisende und Anrainer das kollektive Risiko) um eine Einheit (in der Regel ist dies ein Todesopfer) zu senken. Dennoch wird gerade mit diesem Ansatz gewährleistet, dass mit den eingesetzten Geldmitteln insgesamt die größtmögliche Risikoreduktion erzielt wird. Die Anwendung des Grenzkostenkriteriums hat bisher plausible und gut nachvollziehbare Ergebnisse für Neubauabschnitte gebracht. Bei vergleichender Anwendung auf Bestandsstrecken zeigte sich stets die hohe Wirksamkeit der geplanten Sicherheitsmaßnahmen. Somit konnte mit dieser Methode der Nachweisführung auch das Kriterium der Verhältnismäßigkeit zu anderen Streckenabschnitten erfüllt werden.

Die der Analyse folgende Risikobewertung ist im Gegensatz zu dieser behaftet mit Wertvorstellungen der anthroposoph-egozentrischen Gesellschaft. Die individuelle Akzeptanz von Schädigung jedweder Art fällt mit steigenden Wohlstandsverhältnissen etwa ebenso, wie die Forderungen nach dem Einsatz öffentlicher Mittel zur Abwehr steigen. Wertungen sind also objektiv nicht herleitbar, sondern basieren letztendlich auf Entscheidungen der Projektwerber. Dazu kommen die in der Vergangenheit mehrfach festgestellten Aversionen gegenüber Großunfällen, die eine hohe Signalwirkung für unsere medial gesteuerte

Gesellschaft besitzen. Die Großunfälle in den Straßentunneln (!) in Frankreich und in Österreich zeigen dies deutlich. Daraus folgt oftmals die Bereitschaft von Unternehmen, für die Verhinderung folgeschwerer Ereignisse mehr aufzuwenden, als es deren statistische Relevanz insbesondere bei der Eisenbahn rechtfertigen würde. Das Ergebnis früherer Berechnungen des Ausgangsrisikos wird ohne Berücksichtigung der bisher geplanten Sicherheitsmaßnahmen in der Abbildung 3 dargestellt.

Das Ergebnis zeigt, dass den Risikokategorien Brand ohne bzw. nach Zugunfall mit insgesamt 45 % Anteil besondere Aufmerksamkeit in der Maßnahmenplanung zu schenken ist.

3.4 Maßnahmenplanung

Die Maßnahmenplanung erfolgt im Allgemeinen aus einem Spektrum bereits bekannter und erprobter Maßnahmen und wird üblicherweise als Matrix dargestellt, wobei die Spalten der Matrix den Wirkungsmechanismus und die Zeilen die Art der Maßnahmen zusammenfassen. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit wird eine solche Matrix beispielsweise wie folgt dargestellt (siehe Planungsmatrix). Werden nun jeder dieser Maßnahmen die jeweiligen erfahrungsgemäß abgeschätzten Anteile an der Verringerung des Ausgangsrisikos zugeordnet, so ergibt sich für das sogenannte Restrisiko unter Beibehaltung sonstiger Randbedingungen folgendes Bild (siehe Abbildung 4). Der Vergleich mit Abbildung 3 zeigt, dass die geplanten Maßnahmen das Ausgangsrisiko für beide Betrachtungsarten etwa halbieren und die Risikoanteile der Unfälle mit Brand auch relativ zu den anderen Unfalldaten senken.

4. Weitere Entwicklungen

4.1 Ereignisverhindernde Maßnahmen

Die Überwachung des fahrenden Zuges war von Anbeginn der Eisenbahn dem Streckenpersonal übertragen. Schrankenwärter, Blockposten und Fahrdienstleiter hatten neben ihren sonstigen Tätigkeiten auch die Aufgabe, vorbeifahrende Züge mithilfe ihrer menschlichen Fähigkeiten wie Sehen, Hören und Riechen zu überwachen. Mit dem weitgehenden Ersatz dieses Personals durch technische Einrichtungen ist auch die Notwendigkeit ent-

Wirkung	Ereignisverhindernd	Ausmaßmindernd	Rettungserleichternd	
			Selbstrettung	Fremdrettung
Baulich	Feste Fahrbahn	Löschleitung, Fluchtwege	Gehweg Handlauf Notausstiege	Rettungsplätze an Portalen
Technisch	Zugüberwachung Kombinierte Ortungsanlagen	Zugfunk Notbremsüberbrückung	Orientierungsbeleuchtung	Sektionales Ausschalten und Erden der Fahrleitung
Organisatorisch	Erfassung und Auswertung von Unregelmäßigkeiten im Eisenbahnbetrieb	Halt von Folge- und Gegenzügen vor dem Tunnel bei Unfällen	Ausbildung des Zugpersonals	Notfallübungen
...

standen, die menschliche Zugbeobachtung durch Sensoriken zu ersetzen.

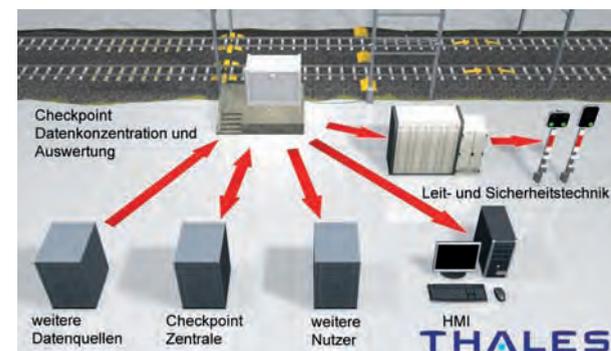
Dies geschieht in einem sogenannten Zuglaufcheckpoint (ZLCP), in dem bis zu sieben Sensoriken konzentriert sind, die in ihren Wirkungen ereignisverhindernd und ausmaßmindernd eingeteilt werden können.

Dazu gehören:

- Heißläufer- und Festbremsortungsanlage (HOA/FOA)
- Flachstellendetektoren (FLOA)
- Dynamische Gleiswaagen
- Entgleisungsdetektoren
- Lichtraumüberwachung (LR)
- Branderkennung

All diese Anlagen mit Produkt- oder Prototypenstatus sind in das technische Checkpoint-Konzept integriert. Der Datenkonzentrator, das Herzstück eines Checkpoints, erfasst die Daten aller Sensorsysteme und bildet eine Gesamtsicht des Zugstatus. Durch Datenverknüpfung ist eine höherwertige und zuverlässigere Fehlzustandserkennung zu erwarten als durch die Einzelsysteme. Weiters bietet der Checkpoint zahlreiche Schnittstellen, um auf erkannte Fehlzustände schnell reagieren zu können (die Möglichkeiten reichen von

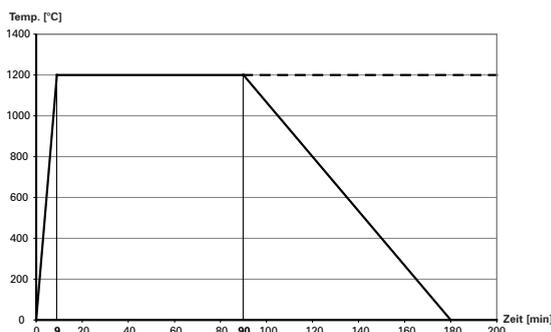
Tab 1 | Planungsmatrix



05 | Checkpoint-Systemübersicht



06 | Sensorensysteme an einem Checkpoint-Standort



07 | Temperatur-Zeit-Kurve

einer direkten Zugbeeinflussung durch Signalisierung bis zu einer Benachrichtigung von Servicezentralen). Das Konzept erlaubt durch modularen Aufbau eine einfache Integration von zukünftigen Sensorsystemen. Ebenso zeichnet sich Konfiguration der Verknüpfung und der auszulösenden Aktionen durch hohe Flexibilität aus, wodurch ein breites Einsatzfeld erschlossen wird.

4.2 Ausmaßmindernde Maßnahmen

Wie unter Punkt 2 gezeigt, ist der Lainzer Tunnel eine Eisenbahnverbindung in städtischem Gebiet. Wenngleich nur etwa 10 % der Tunnellänge unter Wohnbebauung verläuft, kommt diesen Abschnitten im Hinblick auf die relativ geringen Überdeckungen und die Bodenverhältnisse eine besondere Bedeutung zu. Diese Bedeutung wurde in den zurückliegenden Genehmigungsverfahren mit außerordentlichen Vorschriften betreffend die Standsicherheit des Tunnelbauwerkes manifest. Kern der besonderen Vorschriften für den technischen Brandschutz ist die Verschärfung der Bemessung der Standsicherheit des Bauwerkes zugrunde zu legenden „Temperatur-Zeit-Kurve“ gegenüber jener, die jüngst in der TSI-Tunnelsicherheit zur Vorschrift wurde. Die den Genehmigungsverfahren entsprungene Kurve (strichliert) berücksichtigt in den oben angeführten Abschnitten des Projektes auch jene „Sicherungszeiten“, die benötigt werden, um Personen (Anrainer) nicht nur aus den Eisenbahnanlagen, sondern auch aus Bauwerken Dritter evakuieren zu können. Die „Sicherungszeiten“ setzen sich aus der Branderkennungszeit, der Anfahr-, Räum- und Sperrzeit zusammen und berücksichtigen entsprechende zeitliche Sicherheitszuschläge. Diese Vorschrift hat zu bedeutenden Entwicklungen in der Herstellung und Verarbeitung von Spezialbetonen, etwa durch Beigabe von Polypropylenfasern, bzw. zur Weiterentwicklung von Brandschutzplatten oder Brandschutzputzen geführt.

4.3 Rettungserleichternde Maßnahmen

Die bisherigen Erfahrungen mit Bränden in Fahrzeugen, insbesondere in Güterwagen, zeigen, dass die Detektierbarkeit stark von der Brandphase sowie den Umgebungsbedingungen abhängt. So sind Entstehungsbrände bei Fahrt in geschlossenen Güterwagen unter der

Erde keinesfalls eindeutig feststellbar. Im Tunnel wären die analog zu den aus dem Hochbau bekannten Sensoriken wie Rauch- und Wärmemelder denkbar. Die meist große Länge der Tunnel sowie die großen elektromagnetischen Felder, die bei elektrischer Traktion auftreten, haben bisher zu keinen nennenswerten Anwendungen geführt.

Ein Konsortium, bestehend aus Fritsch, Chiari & Partner, der Technischen Universität Wien, den Österreichischen Bundesbahnen, Schreiner Consulting und Siemens hat innerhalb zweier, vom österreichischen Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie geförderter Forschungsprojekte ein zu den bisherigen Branderkennungsdetektoren alternatives System namens FibroLaser II als potenziell für den Eisenbahntunnel einsetzbar identifiziert. Bei diesem System handelt es sich um einen linearen Wärmemelder, welcher bereits seit Jahren erfolgreich zur Brandmeldung in Gebäuden und in Straßentunneln eingesetzt wird.

Der Lichtwellenleiter wird im Tunnel an der Decke und/oder den Seitenwänden verlegt und kann über eine Faserlänge von bis zu 4 km Temperaturerhöhungen von wenigen Kelvin rasch und zuverlässig detektieren. Das Messprinzip beruht auf der wärmebedingten Änderung der optischen Eigenschaften der Faser. Das System nutzt zur Auswertung sowohl die Raman- als auch die Rayleigh-Streuung und ist auch in der Lage, die Position der Erwärmungen anzuzeigen. Da der Sensor im Wesentlichen aus einem metallfreien, ummantelten Glasfaserkabel besteht, ist er unempfindlich gegenüber Verschmutzung und eignet sich daher besonders für raue und staubige Umgebungsbedingungen.

Zur Verifizierung der Praxistauglichkeit wurde ein Referenzsystem im St. Marxer-Tunnel in Wien installiert und über einen Zeitraum von einem Jahr getestet. Neben der Bewertung des Systemverhaltens im täglichen Betrieb wurden zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit verschiedene Versuche durchgeführt. Einerseits wurden Brandszenarien mit Brandlasten von bis zu 3,5 MW nachgestellt und bei unterschiedlichen Randbedingungen (Luftbewegung im Tunnel, Position des Brandes etc.) das Verhalten des Systems untersucht. Dies erlaubt eine Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Systems bei kleinen und mittelgroßen

Bränden. Andererseits liefert die Simulation ungünstiger Betriebszustände Informationen hinsichtlich der Zuverlässigkeit gegenüber fehlerhaften Alarmauslösungen. Konkret wurden hier Anfahrten von Diesel-Triebfahrzeugen mit hohen Anhängelasten auf Steigstrecken sowie Bremsungen bis zum Stillstand von schweren Zügen auf Gefällestrecken nachgebildet. Aus den Versuchsergebnissen werden Alarmlkriterien für den Anwendungsfall „Eisenbahntunnel“ abgeleitet und Schlussfolgerungen über den diesbezüglichen Einsatz gezogen.

Zusammenfassend haben die Untersuchungen gezeigt, dass das System in der Lage ist, offene Brände mittleren und größeren Ausmaßes bei Stillstand des entsprechenden Fahrzeuges zuverlässig zu erkennen.

Als vorteilhafte Systemfähigkeiten sind insbesondere folgende hervorzuheben:

- Schnelle Erkennung von Bränden (in liegen gebliebenen Güterzügen): Je rascher die Alarmierung der Rettungskräfte erfolgt, desto geringer ist im Allgemeinen die vorhandene Brandlast und desto geringer der verursachte Schaden.
- Lokalisierung von Bränden: Eine genaue Bestimmung des Brandorts unterstützt Brandbekämpfungssysteme während des Löschvorgangs (Einbringung des Löschmittels ausschließlich beim Brandherd etc.) und bei der Setzung von Rettungsmaßnahmen (Sektionierung durch Wassernebelvorhänge etc.).
- Optimierung von Brandbekämpfungsmaßnahmen: Durch Informationsverknüpfung mit der Position des liegen gebliebenen Zuges kann die Brandposition im Zugverband ermittelt werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit einer Zuordnung zum betroffenen Wagen und zu seinem Ladegut.
- Wirtschaftlichkeit durch geringe Systemkosten (Investitionen und Erhaltungskosten).

5. Zusammenfassung

Die gesamte Realisierungszeit (Planung, Bau, Inbetriebnahme in Teilabschnitten) für das Projekt „Lainzer Tunnel“ wird voraussichtlich 21 Jahre betragen. Verschiedene gesellschaft-

liche Entwicklungen, politisch wie rechtlich, führen während des Projektablaufes ständig zu neuen Anforderungen an das Projekt. Nur durch die genaue Beobachtung neuerer technischer Entwicklungen und das stetige Vordringen derselben können – wie zuvor gezeigt – die notwendigen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Inbetriebnahme der Strecke geschaffen werden.

Literatur

- [1] N. Ostermann/A. Schöbel: „Zur wirtschaftlichen Beurteilung infrastrukturseitiger Zuglaufüberwachung“, Vortrag anlässlich der 21. Verkehrswissenschaftlichen Tage Dresden, 24.–29.9.2007.
- [2] A. Schöbel/Th. Maly: „FIBROLASER II: Linearer Wärmemelder der neuesten Generation für die störungsfreie Brandüberwachung von Linienbauwerken („Eisenbahntunnel“)\", Vortrag anlässlich der III. Fachtagung Bahn-Brandschutz 2008, Sargans, 21. und 22.4.2008, in: E. Schulz (Hg.): *Internationale Expertentagung zum Brandschutz bei Schienenfahrzeugen und Bahn-Bauwerken*, IFV Bahntechnik e.V., *Bahntechnik aktuell*, Band 15, Sargans 2008, S. 71–86.
- [3] Th. Maly/M. Rumpler/H. Schweinzer/A. Schöbel: „New development of an overall train inspection system for increased operational safety“, Vortrag anlässlich der International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Wien, 13.–16.9.2005, in: *Proceedings of the 8th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*, Wien 2005, S. 269–274.
- [4] TSI, Sicherheit in Eisenbahntunneln im konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystem und im transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystem (2008/163/EG).

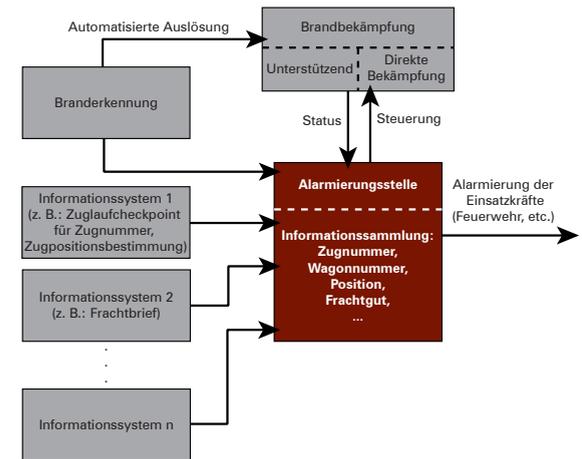
o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.

Norbert Ostermann

Technische Universität Wien

Institut für Verkehrswissenschaften

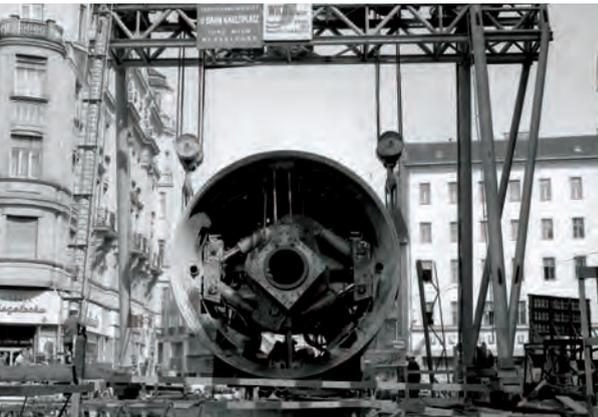
Institutsvorstand



08 | Mögliche Systemarchitektur FibroLaser II

40 Jahre U-Bahn-Bau in Wien

Günter Steinbauer



01 | So startete die U-Bahn: Am 3. November 1969 begannen am Karlsplatz die Arbeiten am aufwendigsten kommunalen Bauprojekt Wiens nach dem Wiederaufbau.

Am 3. November 1969 begannen die Arbeiten am aufwendigsten kommunalen Bauprojekt Wiens nach dem Wiederaufbau. Am Karlsplatz wurde der erste Spatenstich für die Errichtung eines umfassenden U-Bahn-Netzes gesetzt. Die Wiener Linien blicken damit auf 40 erfolgreiche U-Bahn-Baujahre zurück. Im Jahr 2009 umfasst das Wiener U-Bahn-Netz fünf Linien mit 95 Haltestellen und einer Betriebslänge von 69,5 km. Für den Bau der U-Bahn wurden von 1967 bis 2008 insgesamt 7,5 Mrd. Euro aufgewendet. Die stetig steigenden Fahrgastzahlen seit Inbetriebnahme der U-Bahn Ende der Siebzigerjahre bestätigten rasch den erfolgreichen Weg des Verkehrsmittels: Schon 1977 wurden 429,3 Mio. Fahrgäste verzeichnet, 2008 haben sich diese mit 803,6 Mio. fast verdoppelt. Die U-Bahn ist heute das Rückgrat des öffentlichen Verkehrs in Wien. Der kontinuierliche Ausbau seit 1969 hat dazu geführt, dass heute mehr als 1,3 Mio. Fahrgäste täglich die U-Bahn nutzen. Damit ist sie das beliebteste Verkehrsmittel in Wien, das durch schnelle Verbindungen sowie die stetige Verbesserung des Angebots punktet und so maßgeblich zur Lebensqualität in Wien beiträgt.

U-Bahn-Bau als Motor der Stadtentwicklung

Verkehrswege sind die wichtigsten Lebensadern für eine Stadt. Überall, wo die U-Bahn gebaut wurde, hat sich die Stadt urban und umweltfreundlich weiterentwickelt. Ganze neue Stadtteile und Siedlungen sind entstanden wie beispielsweise an der U6 nach Siebenhirten oder an der U3-Endstelle bei Ottakring und zuletzt an der U2-Achse zum Stadion.

Die Wiener U-Bahn befindet sich heute in der nunmehr vierten Ausbaustufe und wird in dieser um weitere 14 km verlängert. Die Realisierung erfolgt in drei Etappen: So wird die U2-

Nord bis zum Flughafen Aspern inklusive vier neuer Stationen im Jahr 2013 fertiggestellt. Die Eröffnung der U1-Süd nach Rothneusiedl mit sechs neuen Stationen ist für 2016 geplant. Und die Fertigstellung einer U2-Süd-Verlängerung in Richtung Arsenal mit voraussichtlich fünf neuen Stationen soll bis 2019 erfolgen. Die Linien erschließen so weitere bestehende und zukünftige Siedlungsschwerpunkte optimal mit dem hochrangigen öffentlichen Verkehrsmittel U-Bahn. Bund und Land haben dafür ein Paket von 1,85 Mrd. Euro geschnürt. Ganze 90 km wird das U-Bahn-Netz 2019 lang sein – das entspricht einer Entfernung von Wien bis zum Semmering.

Heute wie damals: U-Bahn ist wichtiger Wirtschaftsfaktor und sichert Arbeitsplätze

Durch den kontinuierlichen U-Bahn-Ausbau fährt nicht nur die Wiener Bevölkerung besser, sondern auch die heimische Wirtschaft kommt in Fahrt. Rund 1.000 Firmen aus Bauwirtschaft und Industrie profitierten davon und schafften rund 24.000 neue Arbeitsplätze. Von großen Bau- und Industriebetrieben bis hin zu kleinen Professionisten bekamen und bekommen unterschiedlichste Firmen beim Wiener U-Bahn-Bau Aufträge und haben z. B. zweieinhalb Cheopspyramiden ausgehoben (6 Mio. m³), 700 Riesenräder an Stahl verarbeitet (300.000 t) oder 2,7 Mio. m³ an Beton verwendet, der eine Betonmischerkolonne von Wien nach Madrid gefüllt hätte. Aktuell werden 5.000 bis 6.000 Arbeitsplätze pro Jahr in Österreich direkt oder indirekt durch den kontinuierlichen U-Bahn-Bau der Bundeshauptstadt gesichert. Im Rahmen des laufenden Betriebs sind bei den Wiener Linien selbst rund 900 Mitarbeiter/-innen im Fahrdienst, als Stationswarte und in der U-Bahn-Aufsicht beschäftigt.

Züge: Vom „Silberfeil“ zum neuen „V-Wagen“

Um die Fahrzeuge für die Kunden immer komfortabler und angenehmer zu machen, investieren die Wiener Linien kontinuierlich in die Erneuerung des Fuhrparks. So ist auf der Linie U6 inzwischen eine Ära zu Ende gegangen: Die älteren Garnituren der U-Bahn wurden in den letzten Jahren Schritt für Schritt durch neue Fahrzeuge ersetzt. Damit kommen auf dieser Linie seit Monaten nur mehr Niederflrigarnituren in neuem Design und neuer Ausstattung zum Einsatz. Sie ermöglichen ein komfortables, sicheres Einsteigen auf Bahnsteighöhe und damit einen schnelleren Fahrgastwechsel sowie kürzere Aufenthalte in den Stationen. Höchstgeschwindigkeiten von 80 statt 60 km/h auf den Abschnitten Siebenbrunn–Philadelphiabrücke und Spittelau–Floridsdorf garantieren zudem, dass man schneller von den Außenbezirken ins Zentrum und zurück gelangen kann.

Auch die bekannten „Silberpfeile“, die erstmals 1972 geliefert wurden und auf den Linien U1, U2, U3 und U4 unterwegs waren, sind mittlerweile durch neue, moderne Züge ersetzt worden. Nach Jahrzehnten im Dienst erfolgte 1996 die Planung der Umrüstung der Züge auf die neue Type „V“, die sowohl innen (durchgehender Innenraum durch den ganzen Zug) als auch außen (neues Design) neue Impulse für den Wiener U-Bahn-Betrieb setzt.

International vorbildlicher Wiener U-Bahn-Bau

Seit der Eröffnung des ersten Teilstücks der Linie U1 zwischen Karlsplatz und Reumannplatz im Jahr 1978 wurden 70 km U-Bahn mit 95 Stationen errichtet und in Betrieb ge-

nommen, das sind durchschnittlich 2,3 km U-Bahn-Strecke und drei Stationen pro Jahr. Eine Leistung, um die Wien international beneidet wird. Dabei handelte es sich zum Teil um äußerst komplizierte Tunnelbaustrecken, für die beispielsweise eine Unterführung des Donaukanals (U1), Donauüberquerungen (U1, U6) oder Kirchenunterführungen (U3/West, U3/Ost) nötig waren oder bei denen auf gewaltige Grundwasserströme Rücksicht genommen werden musste, wie bei der U6 im 20. und der U3 im 11. Bezirk.

Seit Beginn der Bauarbeiten waren die Techniker bemüht, technisch bedeutsame Neuentwicklungen beim U-Bahn-Bau einzusetzen. Viele Baumethoden begannen ihren Siegeszug im Rahmen des Wiener U-Bahn-Baus und setzten die österreichische Bauindustrie in die Lage, dieses Know-how in der ganzen Welt zu vermarkten.

So wurde die Vortriebsmethode im innerstädtischen Lockergestein nach der neuen österreichischen Tunnelbaumethode erstmals in Wien angewendet. Ebenso bei der zweiten Ausbauphase: Hier kamen erstmals weiße Wannens, d. h. Tunnel ohne Isolierungen nur mit Dichtbeton, zum Einsatz.

Erstmals wurden auch neuartige Masse-Feder-Systeme im Gleisoberbau angewendet, die es erst möglich machten, beispielsweise unter der Staatsoper oder nahe beim Musikverein eine Trasse zu verlegen.

Eine besondere Herausforderung war am Beginn des U-Bahn-Baus die Schutzwand zum Schutze des Stephansdomes, damals wohl die berühmteste Baugrube Europas.

Bei der 2006 in Betrieb genommenen U1-Verlängerung nach Leopoldau wurden erstmals in Österreich Unterwasserbetonsohlen verlegt, eine Methode, die danach mit Erfolg auch beim Bau der S1 angewendet wurde.



02 | Der kontinuierliche Ausbau seit 1969 hat dazu geführt, dass heute mehr als 1,3 Mio. Fahrgäste täglich die U-Bahn nutzen. Sie ist damit das beliebteste Verkehrsmittel in Wien.



03 | Der U-Bahn-Ausbau sichert Arbeitsplätze. 5.000 bis 6.000 Arbeitsplätze pro Jahr werden in Österreich direkt oder indirekt durch den kontinuierlichen U-Bahn-Bau der Bundeshauptstadt gesichert.



U1 Praterstern, Wien

Auch im Zuge der 2008 in Betrieb genommenen U2-Verlängerung galt es wieder, große technische Schwierigkeiten zu meistern. Die neue Station Schottenring liegt ja direkt unter dem Donaukanal.

Hier wurde vor den Bauarbeiten das Erdreich unter dem Flussbett vereist. Der Tunnelvortrieb erfolgte dann im trockenen und standfesten Bodenmaterial. Bei den Bauabschnitten Taborstraße und Praterstern hingegen musste das Grundwasser unter die Tunnelsohle abgesenkt werden, damit die Tunnelröhren im Trockenen aufgefahren werden konnten. Die U2-Abschnitte zwischen Schottenring und Praterstern gehören zu den technisch anspruchsvollsten U-Bahn-Bau-Projekten, die bisher in Wien in Angriff genommen wurden. Mit dem erstmaligen Einbau von Geothermieheizungen wurde dabei ebenfalls wiederum technisches Neuland beschritten.

Aber nicht nur bei der Bautechnik, auch bei der Streckenausrüstung wurden oftmals neue und unkonventionelle Wege beschritten. So war das Signalsystem bereits bei der ersten Bauphase seiner Zeit so weit voraus, dass es trotz des technischen Fortschrittes auch heute noch bei allen U-Bahnen, die automatisiert werden, in dieser Form eingesetzt wird.

Direktor Dipl.-Ing.

Günter Steinbauer

Wiener Linien GmbH & Co KG

Vorsitzender der Geschäftsführung

Geschäftsführer Technischer Bereich

Meilensteine auf einen Blick

- 1969 U-Bahn-Baubeginn am Karlsplatz
- 1976 Inbetriebnahme der ersten Teilstrecke der U-Bahn-Linie U4 zwischen Heiligenstadt und Friedensbrücke
- 1978 Inbetriebnahme der ersten Teilstrecke der U-Bahn-Linie U1 zwischen Reumannplatz und Karlsplatz
- 1980 Fertigstellung der U-Bahn-Linie U2
- 1981 Fertigstellung der U-Bahn-Linie U4
- 1982 Fertigstellung der U-Bahn-Linie U1, zugleich Fertigstellung des U-Bahn-Grundnetzes
- 1989 Fertigstellung der ersten Teilstrecke der U-Bahn-Linie U6 von Philadelphiabrücke bis Heiligenstadt
- 1991 Aufnahme des U-Bahn-Betriebes auf der ersten Teilstrecke der Linie U3 zwischen Volkstheater und Erdberg
- 1992 Einsatz von Niederflurwagen auf der U-Bahn-Linie U6
- 1996 Fertigstellung der U-Bahn-Linie U6
- 2000 Fertigstellung der U-Bahn-Linie U3, zugleich Fertigstellung des erweiterten U-Bahn-Grundnetzes, Einführung der Countdown-Anzeige in den U-Bahn-Stationen
- 2001 Probetrieb mit neuen, durchgehend begehbaren und klimatisierten U-Bahn Fahrzeugen, Baubeginn für die Verlängerung der U1 (Nord)
- 2005 Baubeginn für die zweite Teilstrecke der U2-Verlängerung vom Stadion bis zur Aspernstraße
- 2006 Fertigstellung der U1-Verlängerung von Kagran bis Leopoldau
- 2008 Eröffnung der U2-Strecke Schottenring bis Stadion
- 2010 Eröffnung der U2-Strecke Stadion bis Aspernstraße
- 2013 Eröffnung der U2-Strecke Aspernstraße bis Flughafen Aspern

Tab 1 | Infokasten



04 | Überall, wo die U-Bahn gebaut wurde, hat sich die Stadt urban und umweltfreundlich weiterentwickelt.

Straßenbahn im Spannungsfeld zwischen Betrieb und Umweltschutz

Paul Berger

Einleitung

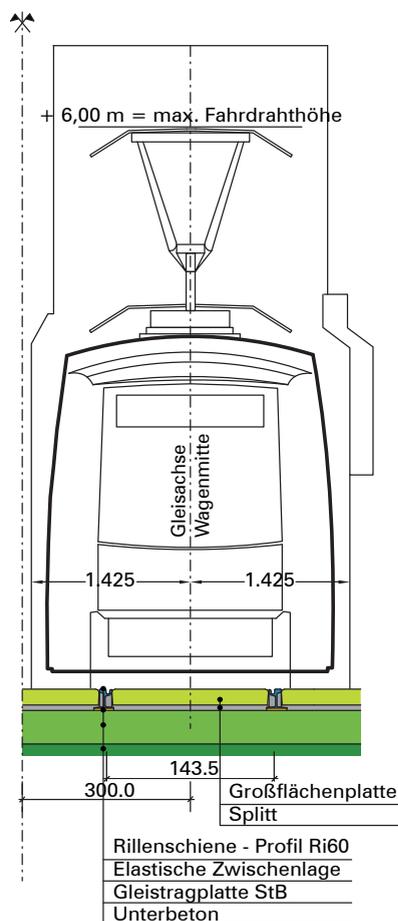
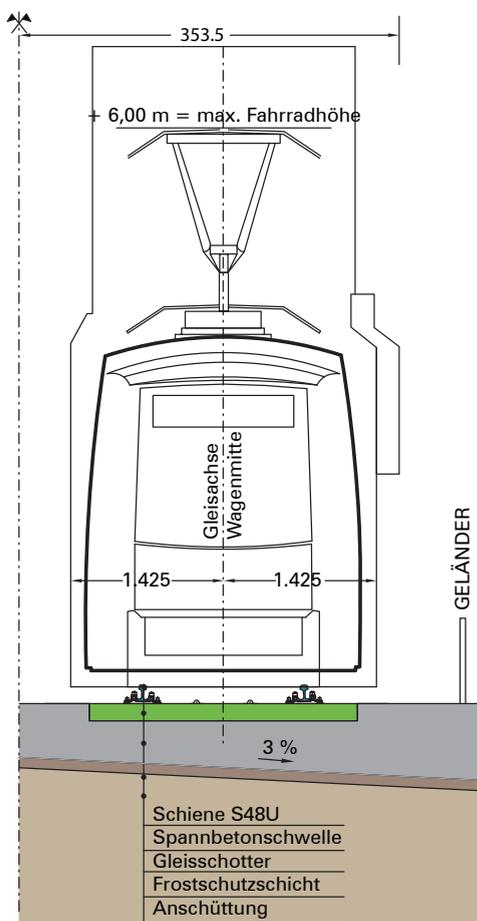
Die Wiener Linien betreiben eines der weltweit größten Straßenbahnnetze. Dieses Netz reicht in seinen Ursprüngen bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts zurück – als Pferdetramway wurde bereits im Jahr 1865 der Betrieb aufgenommen – und umfasst heute ca. 176 km Gleisanlagen. Die Straßenbahn wird in Wien jährlich von ca. 190,5 Mio. Kunden benutzt und ist damit nach der U-Bahn der zweitwichtigste öffentliche Verkehrsträger der Stadt. Die historisch gewachsene Substanz führt dazu, dass einzelne Linien bereichsweise sehr

nah an der Wohnbebauung liegen und diese zudem oftmals aus der Gründerzeit stammt oder sogar bis ins Mittelalter zurückgeht. Entsprechend finden sich in diesen Gebäuden fast ausschließlich Holztram- oder Dipelbaumdecken mit entsprechender Schwingungsanfälligkeit. Im Zusammenwirken mit den alten Fundierungen der Gebäude sind so erschütterungs- und sekundärschallempfindliche Bauwerke gegeben.

Straßenbahnbetrieb und Anrainerproblematik

Im Netz der Wiener Linien sind derzeit unterschiedliche Fahrzeuge in Betrieb, wobei der Anteil der neuen ULF-Garnituren entsprechend dem Beschaffungsprogramm laufend zunimmt. Letztere zeigen hinsichtlich Luftschallabstrahlung ein günstiges Verhalten, haben jedoch konstruktionsbedingt (Portalrahmen) sehr hohe Achslasten. Dadurch tritt die Erschütterungs- und Sekundärschallproblematik bei den Anrainerbeschwerden immer mehr in den Vordergrund. Insbesondere bei Anlagenbereichen (Weichen, Kreuzungen) kommt es durch die hohen Achslasten im Zusammenwirken mit den Unstetigkeiten des Gleises in diesen Bereichen zum Eintrag von Schwingungen in den Untergrund. Bei ungünstigen Untergrundverhältnissen und schwingungsanfälligen Wohngebäuden führt dies zu Immissionen, die in Einzelfällen die Anhaltswerte der ÖNORM S 9012 für ausreichenden Erschütterungs- und Sekundärschallschutz erreichen. Entsprechende Beschwerden können die Folge sein. Bei Nachmessungen zeigt sich zwar in einer Vielzahl von Fällen, dass die Beschwerden insofern unbegründet sind, als die ÖNORM-Anhaltswerte eingehalten werden. Dennoch sehen sich die Wiener Linien in

01 | Regelquerschnitt Vignolschienen und Rillenschienenoberbau



Einzelfällen auch gezwungen, entsprechende Verbesserungen durchzuführen.

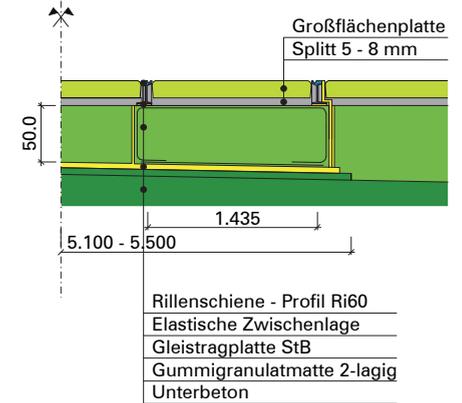
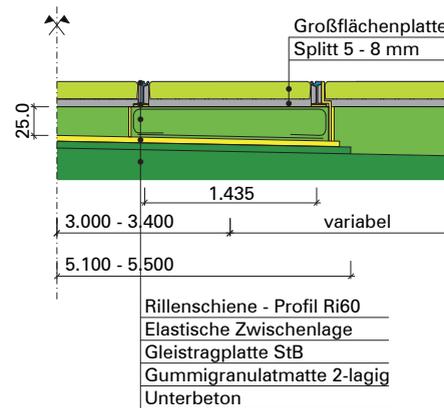
Lösungsmöglichkeiten

Grundsätzlich wird im Streckennetz der Wiener Straßenbahn sowohl Vignolschienenoberbau (im Regelfall als Schotteroberbau mit besohnten Spannbetonschwellen) als auch Rillenschienenoberbau (im Regelfall als Feste Fahrbahn mit Großflächenfertigteilplatten als Eindeckungssystem) eingesetzt.

Durch elastische Entkopplungen des Oberbaus von der Unterkonstruktion kann nunmehr eine entsprechend Reduktion der Schwingungen, die in den Untergrund eingeleitet werden, erzielt werden. Für den Rillenschienenoberbau wurden zwei unterschiedliche Typen, der sogenannte „schallgedämmte Oberbau“ und der „hochschallgedämmte Oberbau“, entwickelt. Beide Varianten sind flächig gelagerte Masse-Feder-Systeme im klassischen Sinn. Für den Schotteroberbau lassen sich geringfügige Verbesserungen durch den Einsatz von optimierten Schwellenbesohlungen erzielen. Dazu wurde seitens der Wiener Linien ein umfangreiches Forschungs- und Entwicklungsprogramm durchgeführt, das schlussendlich auch dazu geführt hat, dass ausschließlich besohlte Schwellen eingesetzt werden. Im Regelfall wird zur weiteren Verbesserung der Dämmwirkung auf Unterschottermatten zurückgegriffen.

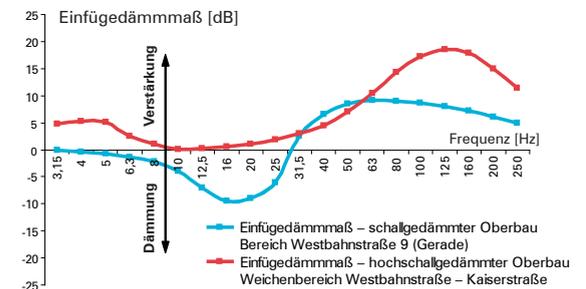
Sonderfälle

Wie erwähnt, sind insbesondere Weichenbereiche hinsichtlich Erschütterungen und Sekundärschall besonders kritisch. Ein als Masse-Feder-System modifizierter Rillenschienenoberbau ist unter anderem dadurch



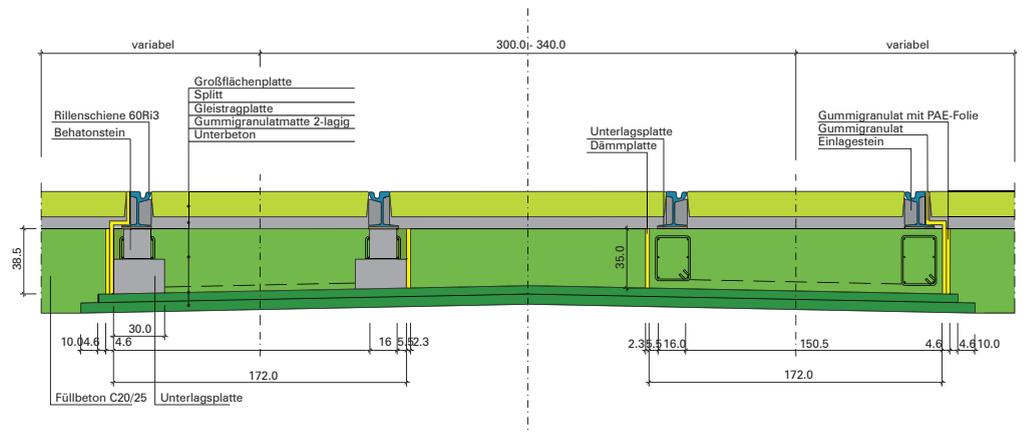
gekennzeichnet, dass die elastisch gelagerte Betonplatte, die das Gleissystem trägt, hohe Biegemomente aufnehmen muss. Dafür sind im Regelfall entsprechende Bewehrungskörbe erforderlich. Bei den sicherungstechnischen Einbauten zur Weichensteuerung kommt es zu Wechselwirkungen mit der Bewehrung, die zum Ausfall der elektronischen Bauteile führen kann. Daher wurde für diese Bereiche eine spezielle Konstruktion der Massenplatte entwickelt, bei der der Nahbereich der Steuerungseinheiten frei von Bewehrungen ist. Dies wird durch eine spezielle Bewehrungsführung in Kombination mit faserverstärktem Beton erreicht.

02 | Regelquerschnitte „schallgedämmter“ und „hochschallgedämmter Oberbau“



03 | Dämmleistungsvergleich Ausführungsbeispiel Westbahnstraße

04 | Systemquerschnitt Sperrkreisweichen





Weitere Entwicklungen

Rillenschienenummantelungen zur Verminderung von Schallabstrahlung und Reduktion von Erschütterungen und Körperschall wurden in den letzten Jahren umfangreichen Tests unterzogen. Dabei zeigten sich unterschiedliche Ergebnisse. Durch die neu entwickelten Ummantelungen ergeben sich einige herstellungs- und erhaltungstechnische Vorteile. In Zusammenhang mit diesen Systemen wurde auch der Seitenbereich, die sogenannten „Bandplatten“, umgestaltet: Entgegen den bisherigen Ausführungen mit großflächigen Fertigteilen werden nunmehr in Kombination mit den Ummantelungen diese Bereiche in Ortbeton ausgeführt. Messungen haben gezeigt, dass Reduktionen der zuvor genannten Emissionen mit derartigen Rillenschienenummantelungen nur in geringem Umfang zu erzielen sind. Die messtechnisch nachgewiesenen Verbesserungen bewegen sich in einem Bereich von 1 bis 3 dB.

Die Stadterweiterungsgebiete insbesondere in den nördlich der Donau gelegenen Wiener Bezirken erfordern eine Erschließung mit öffentlichen Verkehrsmitteln. Die Straßenbahn spielt dabei neben den U-Bahn-Verlängerungen eine wesentliche Rolle. Zur Erhöhung der Akzeptanz bei den Anrainern werden auch verstärkt Anstrengungen unternommen, um die bisher bestehenden Nachteile von Rasengleisen zu verringern.

Ein zentraler Teil der diesbezüglichen Untersuchungen widmet sich dem Bewuchs. Dieser soll einerseits – möglichst ohne künstliche Bewässerung – das erwartete Erscheinungsbild aufweisen und andererseits ohne zusätzliche Wartungsmaßnahmen (Mähen, Düngen, Nachsäen etc.) dauerhaft sein. Neben den bekannten bautechnischen Anforderungen hinsichtlich Lastabtragung und Spurführung sind auch die elektrotechnischen Anforderungen insbesondere hinsichtlich Streustromisolierung zu erfüllen.

Zusammenfassung

Die Straßenbahn ist in Wien nach wie vor einer der wichtigsten Verkehrsträger. In der langjährigen Geschichte der Wiener Straßenbahn wurden unterschiedlichste Oberbauformen entwickelt und eingesetzt. Insbesondere in den

letzten Jahren erfolgten zahlreiche Neuentwicklungen, wobei das Hauptaugenmerk – neben konstruktiven Optimierungen – auf die Verringerung von Schall- und Erschütterungsemissionen gelegt wurde.

Im Zuge der durchgeführten Arbeiten wurden auch die wesentlichen derzeit vorhandenen Bestandssysteme analysiert und katalogisiert. Die Wiener Linien verfügen damit nunmehr über ein Oberbauhandbuch mit allen im Streckennetz aktuell eingesetzten Oberbauarten, deren Konstruktionsdetails und insbesondere auch deren schall- und erschütterungstechnischen Eigenschaften.

Referenzen

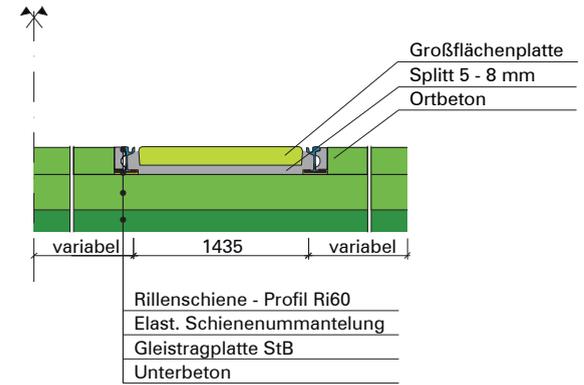
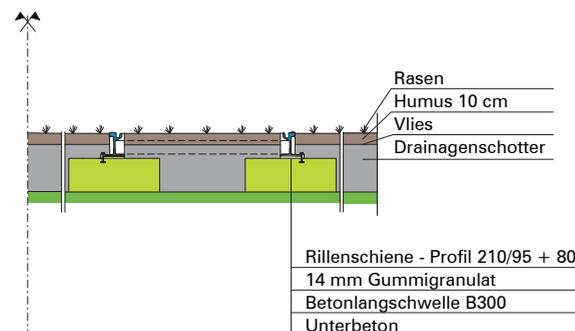
- [1] Wiener Linien/FCP: *Handbuch der Oberbauformen*, Wien 2009.
- [2] FCP: *Messungen an Rillenschienenummantelungen*, Wien 2007 und 2008.
- [3] FCP: *Messungen Westbahnstraße*, Wien 2007–2009.

Dipl.-Ing.

Paul Berger

Wiener Linien GmbH & Co KG

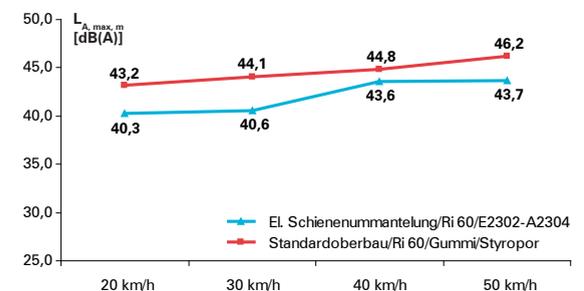
Leiter Technische Prüfstelle



05 | Regelquerschnitt Rillenschienenoberbau mit Ummantelung und Ortbetonband

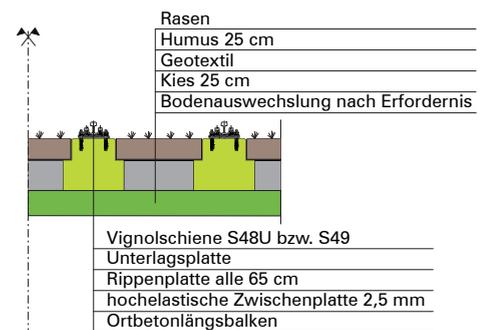


06 | Messungen Rillenschienenummantelung



07 | Vergleich Rillenschienenoberbau ohne und mit Ummantelung

08 | Rasengleisausführungsvarianten (hoch liegender/tief liegender Rasen)



Neubau und Ausbau des österreichischen Schienennetzes

Franz Bauer

Marktkonforme Bahninfrastruktur

Die Prioritäten der österreichischen Verkehrspolitik liegen mit Nachdruck beim Ausbau des öffentlichen und umweltfreundlichen Schienenverkehrs und dabei insbesondere bei der Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene.

Diese bahnfremde verkehrspolitische Haltung deckt sich mit jener der EU, welche mit einer europaweiten Vernetzung und Vereinheitlichung des Systems Bahn die Wettbewerbsfähigkeit des Schienenverkehrs gegenüber anderen Verkehrsträgern erhöhen und gleichzeitig die intermodale Netzwerke steigern will.

Eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Positionierung des Schienenverkehrs im Mobilitätsmarkt ist die Bereitstellung einer bedarfsgerechten und zuverlässigen Bahninfrastruktur. Bezogen auf das österreichische Schienennetz wird diese Aufgabe von der ÖBB Infrastruktur AG wahrgenommen, die durch ein lückenloses Zusammenspiel von Bau, Bereitstellung und Betrieb für ein attraktives und nachhaltiges System Schiene sorgt.

Die Investitionstätigkeiten der ÖBB Infrastruktur AG in das Schienennetz orientieren sich im Sinne der Marktkonformität auf die bestmögliche Bedienung der systemadäquaten Nachfrage im Personenfern-, -nah- und -regionalverkehr sowie im Güterverkehr.

Ziel dabei ist es, das Anlagenangebot dort zu verbessern, wo ein hohes Potenzial für eine nachhaltige Induzierung weiterer Verkehrsverlagerungen gegeben ist und die Wirtschaftlichkeit durch eine deutliche Erhöhung des Kostendeckungsgrades der Infrastrukturkosten gesteigert werden kann.

Gemäß diesen Zielsetzungen fokussieren sich die Investitionstätigkeiten entlang der Haupt-

verkehrsachsen und in den Ballungsräumen auf den Streckenaus- und Neubau zur Beseitigung von quantitativen und qualitativen infrastrukturellen Engpässen und zur Reduzierung von Fahrzeiten, auf die Modernisierung der am stärksten frequentierten Bahnhöfe zur Verbesserung des Zugangs zur Schiene im Personenverkehr und auf den Neubau bzw. die Erweiterung von Güterterminals zur nachhaltigen Verlagerung im Güterverkehr.

Nachholbedarf beim Bahnausbau

Die erforderlichen Maßnahmen zur Modernisierung der Bahninfrastruktur ergeben zusammen ein gewaltiges Investitionsvolumen; der diesbezügliche Nachholbedarf ist enorm.

Das erklärt sich vor allem daraus, dass wir heute noch großteils auf dem Schienennetz der Monarchie fahren. Der Bahnausbau ist in Österreich nach einer langen Phase des Stillstands erst wieder Ende der Achtzigerjahre in Schwung gekommen.

Seither sind die Investitionen sukzessive von ca. 500 Mio. Euro pro Jahr auf aktuell über 2 Mrd. Euro gestiegen. Wir bewegen uns damit derzeit auf einem Rekordniveau. Allein im sechsjährigen Betrachtungszeitraum von 2009 bis 2014 beträgt das Investitionsvolumen rd. 13,9 Mrd. Euro inklusive 700 Mio. Euro für konjunkturbelebende Maßnahmen.

Projektmanagement im Bahnbau

Sowohl die Umsetzung des enorm hohen und vielfältigen Projektvolumens mit den strikten Eigentümervorgaben hinsichtlich Kostenstabilität, Kosteneinsparungen und Realisierungszeiten als auch die Besonderheiten des Bahnbaues stellen das Projektmanagement vor große Herausforderungen.

Eisenbahnprojekte sind Projekte mit extrem hoher Komplexität. Komplexitätstreiber dabei sind die langen Projektdauern mit sich änderndem Umfeld und raschem Voranschreiten des Standes der Technik, die große Projektausdehnung und die hohe Anzahl an beteiligten Personen mit unterschiedlichen Interessenslagen, die starke interdisziplinäre Verflechtung im System Bahn mit technischen und betrieblichen Problemstellungen sowie mit Zielkonflikten beim Bauen unter laufendem Betrieb. In das Projektmanagement beim Bahnbau muss daher neben den eigentlichen Managementaufgaben auch vielfältiges technisches und rechtliches Spezialwissen sowie das Wissen über eisenbahntechnische Zusammenhänge und über bahnbetriebliche Anforderungen eingebracht und interdisziplinär verknüpft werden.

Ingenieurdienstleistungen von FCP beim Bahnbau

Für die Bewältigung aller dieser inhaltlichen Anforderungen in der Projektabwicklung und des großen Projektvolumens ist eine massive Unterstützung der bei der ÖBB Infrastruktur AG eingerichteten Projektorganisationen, welche sämtliche operative Bauherrenaufgaben und Projektmanagementaufgaben für Planung und Bau wahrnehmen, durch externe Ingenieurdienstleister unerlässlich.

Mit dem namhaften Ingenieurbüro FCP steht der ÖBB Infrastruktur AG ein kongenialer Partner für die Projektabwicklung der Neu- und Ausbauprojekte zur Verfügung. Dies hat mehrere Gründe. Zum einen bietet FCP Ingenieurdienstleistungen an, welche ein breites Spektrum der Bedürfnisse bei Eisenbahnprojekten abdecken. Dazu zählen vor allem Ingenieurleistungen in den Bereichen der

Verkehrsplanung, der Tragwerksplanung, der Planung von Oberbauanlagen, aber auch die Unterstützung im Projektmanagement, die Ausübung von Prüfindienstleistungen, örtliche Bauaufsicht, begleitende Projektkontrolle sowie Plankostenprüfungen.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist die Dynamik, mit der FCP auf sich ändernde Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Eisenbahnprojekten reagiert, aus denen neue Aufgaben für den Bauherrn und damit neue Einsatzfelder für Ingenieurdienstleistungen erwachsen. Beispielhaft zu nennen sind hier die Erfordernisse für die Baustellenkoordination sowie für die Prüfgutachten bei eisenbahnrechtlichen Bau- und Betriebsbewilligungen, aber auch für die fachliche Beurteilung der Interoperabilität gemäß den TSI durch Benannte Stellen.

Diese Vielfalt an qualifizierten Ingenieurdienstleistungen sowie die bereitgestellten personellen Kapazitäten sind ausschlaggebend dafür, dass die Fritsch, Chiari & Partner Ziviltotechniker GmbH an sehr vielen bedeutenden Eisenbahnprojekten österreichweit, wie z. B. beim Hauptbahnhof Wien, beim Lainzer Tunnel, beim Wienerwaldtunnel, bei der Tullner Donaubrücke, beim Hauptbahnhof Salzburg, beim Arlbergtunnel und vielen anderen mehr, mitwirkt.

Für diese hochprofessionelle Unterstützung bei der Projektumsetzung ist ein ganz besonderer Dank auszusprechen und zum Jubiläum „50 Jahre Fritsch, Chiari & Partner“ herzlich zu gratulieren. Die Rückschau auf 50 Jahre FCP spiegelt sowohl ihre Beständigkeit bei der Erbringung von Ingenieurleistungen auf höchstem Niveau und ihre Vorreiterrolle bei vielen technischen Entwicklungen als auch ihre Anpassungs- und Wandlungsfähigkeit in Bezug auf die Haupteinsatzbereiche im In- und Aus-



4

Wr. Neustadt Hbf.
Hält nicht in

18

land wider. Die ÖBB Infrastruktur AG ist daher überzeugt, dass die großen Herausforderungen der aktuellen Bahnbauära mit Partnern wie FCP erfolgreich gemeistert werden und damit dem österreichischen Schienenverkehr gemeinsam der Weg in eine vielversprechende Zukunft bereitet wird.

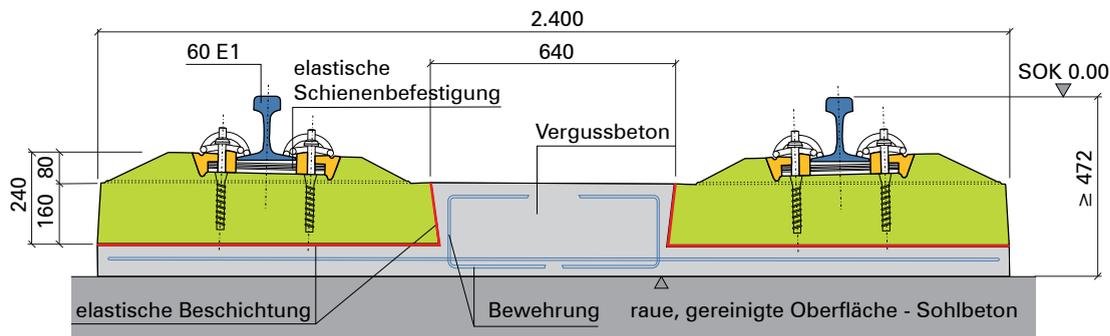
Dipl.-Ing.
Franz Bauer
ÖBB Infrastruktur AG
Geschäftsbereich Neu- und Ausbau
Geschäftsbereichsleiter Bau

Gleistragplatten für das Feste Fahrbahnsystem ÖBB/Porr

Rudolf Schilder, Dieter Pichler

Einleitung

Die ÖBB haben gemeinsam mit der Firma Porr in den Achtzigerjahren das Feste Fahrbahnsystem „elastisch gelagerte Gleistragplatte ÖBB/Porr“ entwickelt und im Jahr 1989 erstmals im Bereich Langenlebar auf einer Länge von ca. 260 m eingebaut. Seit dieser Zeit hat eine stetige Weiterentwicklung des Systems dazu geführt, dass diese Bauweise zur Regelbauweise für Feste Fahrbahnen bei den ÖBB wurde und auch im Ausland mehrfach erfolgreich eingebaut werden konnte.



01 | Regelquerschnitt FF-System ÖBB/Porr

Grundprinzip des FF-Systems ÖBB/Porr

Wesentliches Grundprinzip der Bauart sind die Modularität der Konstruktion sowie die Vorfertigung des größten Teils des Gesamtsystems abseits vom jeweiligen Bauabschnitt unabhängig von den Einflüssen der Baustelle.

Das Hauptelement der FF-Konstruktion ist eine schlaff bewehrte Betonfertigteilplatte, die das Gleis trägt. Jede Fertigteilplatte besitzt zwei rechteckige Mittelöffnungen, die konisch ausgeführt sind (die Öffnungsweite ist an der Sohle geringer als an der Oberseite). Wesentlich ist, dass an der Plattensohle ebenso wie an den Seitenflächen der rechteckigen Öffnungen eine elastische Trennschicht aufgebracht ist. Die Platte wird auf einen entsprechenden

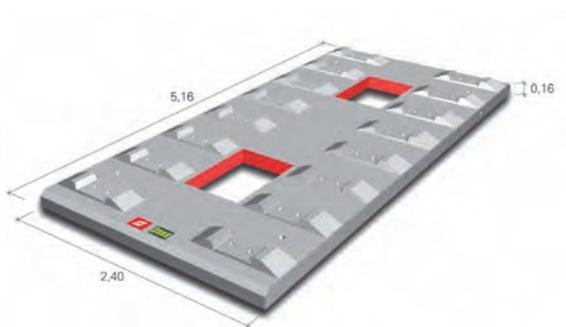
Untergrund aufgelegt und nach dem Feinrichten des Gleises mittels Füllbeton verfüllt und dadurch kraftschlüssig verbunden.

Die Fertigteilplatten haben im Regelfall eine Länge von 5,16 m und tragen acht Schienenbefestigungspaare im Abstand von 65 cm. Die Breite der Platten beträgt in der Regelausführung 2,40 m, die Mindestdicke 16 cm bzw. 24 cm im Bereich der Schienenbefestigungshöcker. Zusammen mit Fahrschienen 60 E1 ergibt sich eine Mindestbauhöhe des Gesamtsystems Feste Fahrbahn ÖBB/Porr von 432 mm bei Verwendung eines 4 cm dicken hochfesten unbewehrten Spezialvergussmörtels. Abbildung 1 zeigt einen Regelquerschnitt durch das Gesamtsystem mit bewehrtem Vergussbeton. Die hohe Flexibilität zeigt sich auch darin, dass die Plattenbreite bis auf 2,10 m reduziert werden kann und die Länge der Platten ebenfalls variabel gestaltbar ist. Weiters ist es möglich, die Platten mit Öffnungen, z. B. für Schächte etc., auszustatten.

Die Bemessung des Systems, wie es zurzeit im Streckennetz der ÖBB zum Einsatz kommt, ist derzeit auf Fahrzeuge mit 25-t-Achsen ausgelegt, wobei auch bereits – bei Beibehaltung der äußeren Abmessungen – eine Konstruktion für 30 t Achslast vorliegt.

Schnellfahrversuche und rechnerische Untersuchungen zeigen, dass Fahrgeschwindigkeiten bis zu 350 km/h möglich sind.

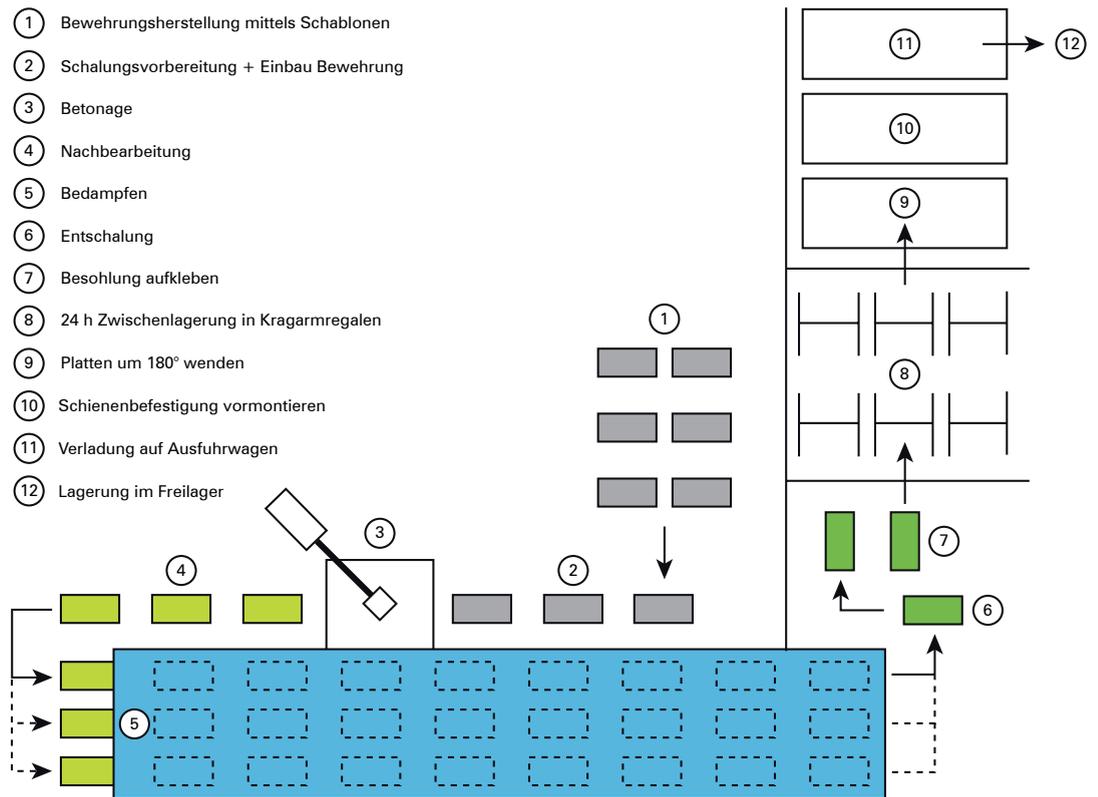
Die Lastabtragung ist so konzipiert, dass die Fahrzeuglasten über die Schienen in die hochelastischen Schienenstützpunkte vom Typ IOARV 300-1 eingeleitet werden, in denen das Hauptmaß der Verformungen auftritt. Nach der Verteilung der Stützpunktkräfte in der Fertigteilplatte gibt es eine zweite Feder bzw. Dämpfungsschicht, die Trennschicht. Deren Verformungsanteil ist relativ gering, er liegt je nach Einstellung bei ca. 10 % der Gesamt-



02 | Elastisch gelagerte Gleistragplatten ÖBB/Porr

verformung. Der Effekt dieser Trennschicht ist ein mehrfacher:

- Keine starre Kraftübertragung, Verteilung von Kraftspitzen, Verteilung der Verformungen (Lastfall Temperatur), Entkopplung hinsichtlich Schwingungen bzw. Sekundärschall.
- Über die Betonkörper in den rechteckigen Mittelöffnungen werden die Horizontalkräfte abgeleitet. Die konische Gestaltung der Randbereiche der rechteckigen Mittelöffnung verhindert ein Abheben infolge vertikaler Zugkräfte.
- Durch die Wahl verschiedener Steifigkeiten der Trennelemente an den Seitenflächen können unterschiedliche Verformungen in Abhängigkeiten zu den Lasten, z. B. horizontal längs und horizontal quer, eingestellt werden.
- Diese Bauart ist in der Regelausführung ein Masse-Feder-System mit einer Masse von 1 t/m.



Herstellverfahren für Gleistragplatten

Die Anforderungen an die Genauigkeit der Fahrbahn des ÖBB-Streckennetzes bedingt sehr hohe Anforderungen an die Fertigteilplatten ÖBB/Porr. So müssen die Stahlbetongleistragplatten innerhalb folgender Toleranzen hergestellt werden:

- Länge der Gleistragplatte: +/- 5 mm
- Breite der Gleistragplatte: +/- 5 mm
- Dicke der Gleistragplatte: + 5 mm/- 0 mm
- Abstand der Schienenstützpunkte: +/- 10 mm
- Abmessung der Vergussöffnungen: +/- 5 mm

- Äußeres Sickenmaß: +/- 0,5 mm
- Inneres Sickenmaß: + 0 mm/- 1 mm
- Stichmaß: +/- 0,5 mm
- Ebenheit der Gleistragplatte: +/- 0,5 mm
- Schienenneigung: 1:40 +/- 0,5 mm

Diese extremen Anforderungen an die Genauigkeit bedingen den zwingenden Einsatz von hochpräzisen Stahlschalungen. Zur Erzielung einer möglichst großen Dauerhaftigkeit muss die Oberfläche der Gleistragplatten, an die Sichtbetonanforderungen gestellt werden, sehr dicht und lunkefrei sein. In der Vergangenheit erfolgte die Herstellung der Gleistragplatten ausschließlich auf stationären Schalungselementen, wobei der Abbindeprozess des Betons ohne – wie in Fertig-

03 | Grundprinzip Umlaufanlage Chorherrn



Lainzer Tunnel, Verknüpfung Westbahn, Wien

teilwerken häufig üblich – beschleunigende Maßnahmen ablief.

Aufgrund der großen Längen von Festen Fahrbahnbereichen im Zuge der Neubaustrecke Wien–St. Pölten wurden für die Fertigung der Gleistragplatten für das Fahrbahnsystem ÖBB/Porr in der jüngsten Vergangenheit neue Wege beschritten. In Zusammenarbeit zwischen Porr Technobau, MABA Track Solutions, ÖBB und FCP wurde das stationäre Herstellverfahren durch ein Rotationsverfahren in einer Umlaufanlage analog der Herstellmethode für Tunnelübbringe ersetzt. Dabei wird erstmals für Gleistragplatten eine Dampferhärtung durchgeführt, um die entsprechenden Taktzeiten zu ermöglichen.

Dabei zeigte sich, dass – aufgrund der für Betonteile unüblich hohen Genauigkeitsanforderungen – eine entsprechend langwierige Optimierungsphase für alle Prozesse erforderlich ist. Insbesondere die fahrbaren Unterkonstruktionen für die Schalungen und das Zusammenwirken dieser mit den Schalungen stellten eine große Herausforderung dar. Bereits geringfügige Verformungen führen zu Überschreitungen bei den o. a. Toleranzwerten und damit zu Ausschussware. Ebenso sind eine optimale Abstimmung der Betonrezeptur, des Betoneinbring- und Verdichtungsvorgangs essenziell für die Qualität des Endprodukts. Im Zuge des Probetriebs zeigte sich, dass geringfügige Änderungen in einem der angeführten Prozesse zu erheblichen Verdichtungsproblemen führen und wiederum schlussendlich in Ausschussware münden.

Hinsichtlich der Dampferhärtung zeigt sich, dass der insgesamt zehn Stunden dauernde Prozess bei gleichzeitiger Überwachung der Betonoberflächen- und Betonkerntemperatur keine ungünstigen Auswirkungen auf die Qualität des Endprodukts (Genauigkeit der Geometrie, Rissfreiheit etc.) hat. Im Zuge der Dampferhärtung wird sichergestellt, dass die Betontemperatur nicht über 50° C ansteigt, wobei die Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und Kern sich immer in einer Größenordnung von nicht mehr als 5° C bewegt. Zur elastischen Beschichtung der Gleistragplatten wurden umfangreiche Versuche durchgeführt. Dadurch konnte nachgewiesen werden, dass unter den unterschiedlichen möglichen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen der Betonplatte eine den Anforderungen

entsprechende Verklebung der PUR-gebundenen Gummigranulatschicht mit der Betonoberfläche sichergestellt ist.

Insgesamt werden in der Umlaufanlage am Standort Chorherrn mehr als 10.000 Gleistragplatten gefertigt, die laufende Qualitätsüberwachung erfolgt einerseits durch die werkeigene Produktionskontrolle nach klar festgelegten Abläufen und Kriterien und andererseits durch eine stichprobenartige Fremdüberwachung seitens FCP.

Literatur

- [1] R. Schilder: "Experiences in ballast-less track gained on ÖBB", European Slab Track Symposium, Bruxelles, 22nd February 2005.
- [2] R. Schilder/D. Pichler: „Feste Fahrbahn und Masse-Feder-Systeme aus der Sicht des Betreibers und aus der Sicht des Planers“, in: *Porr Nachrichten* Nr. 140/2002, S. 7–22.

Dipl.-Ing. Dr.techn.

Rudolf Schilder

ÖBB Infrastruktur AG

Geschäftsbereich Anlagen Services

Geschäftsbereichsleiter

Dipl.-Ing. Dr.techn.

Dieter Pichler

FCP – Fritsch, Chiari & Partner ZT GmbH

Geschäftsführender Gesellschafter



04 | Schalung und Bewehrung vor dem Einbringen des Betons



05 | Schalung nach Betonage



06 | Beschichtung wird auf Gleistragplatte aufgebracht



07 | Vormontage IOARV 300-1

BCTen Bewertungsges.m.b.H.

Johanna Rammer-Wutte

Die europäische Integration führt auch im Bereich des Bauwesens zu einer Harmonisierung der nationalstaatlichen Regelungen. Dabei spielen sogenannte „notified bodies“ eine wesentliche Rolle. Derartige Organisationen sind gemäß Gemeinschaftsrecht dazu berechtigt, für den jeweiligen Bereich Überprüfungen hinsichtlich der Einhaltung von harmonisierten technischen Anforderungen durchzuführen und darüber Zertifikate auszustellen.

Die Notifizierung derartiger Stellen in Brüssel erfolgt auf Basis nationalstaatlicher Regelungen durch das jeweilige Mitgliedsland. Für Österreich gilt, dass ausschließlich akkreditierte Stellen in Brüssel notifiziert werden.

Daher haben sich die Zivilingenieurbüros Fritsch, Chiari & Partner, Schreiner Consulting und Spirk und Partner dazu entschlossen, eine akkreditierte Überwachungsstelle als eigenständiges Unternehmen ins Leben zu rufen.

So wurde im Jahr 2003 die Firma BCTen (Bahn Consult Transeuropäische Netze Bewertungsges.m.b.H.) gegründet und 2005 durch das BMWA akkreditiert und in der Folge als eine Benannte Stelle in Brüssel notifiziert. BCTen ist ein privatwirtschaftlich arbeitendes unabhängiges Unternehmen, welches Interoperabilitätsprüfungen sowie Begutachtungen und Prüfungen gemäß Eisenbahngesetz durchführt.

Was ist eine Interoperabilitätsprüfung?

Um ungehinderten Waren- und Personenverkehr im vereinten Europa nicht nur auf dem Papier stattfinden zu lassen, sondern auch in der Realität und im täglichen Leben möglichst ökologisch und ökonomisch wahr werden zu lassen, ist unbedingt ein europaweit einheitliches Eisenbahnnetz erforderlich. Österreich, im Zentrum der Europäischen Gemeinschaft,

fungiert dabei als Drehscheibe und damit als wichtiges Bindeglied in diesem grenzüberschreitenden Verkehrsnetz.

Die Fähigkeit der Züge, auf allen Abschnitten eines Eisenbahnnetzes durchgehend fahren und die unterschiedlichen Eisenbahnsysteme innerhalb der europäischen Union durchgängig nutzen zu können, nennt man Interoperabilität.

Um die Vision des grenzüberschreitenden Eisenbahnverkehrs ohne Zwischenhalt wahr werden lassen zu können, mussten einheitliche, europaweit verbindliche Standards für im Bahnbau verwendete „Komponenten“, die TSI – Technische Spezifikation Infrastruktur, entwickelt werden.

Die Gebrauchstauglichkeit bzw. Konformität wird durch den Hersteller bzw. Betreiber nach vorhergehender erfolgreicher Prüfung bescheinigt. Derartige „Gebrauchstauglichkeitsprüfungen“ übernehmen die Benannten Stellen für Interoperabilität.

Die Akkreditierung der BCTen erfolgte gemäß Bundesgesetzblatt Nr. 85/2002. Die Grundlagen für die Interoperabilität sind die entsprechenden Richtlinien der EWG und EG aus den Jahren 1993 bis 2004. Es ist dies insbesondere die Richtlinie 96/48/EG über die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems.

Die Richtlinien zielen darauf ab, die Interoperabilität des europäischen Hochgeschwindigkeitsbahnnetzes in den verschiedenen Phasen der Planung, des Baus, der schrittweisen Inbetriebnahme und des Betriebs zu verwirklichen. Die Harmonisierungsbestimmungen der Richtlinie betreffen die Kennwerte, Komponenten, Schnittstellen und Verfahren, die notwendig und ausreichend sind, um die Interoperabilität des Hochgeschwindigkeitsbahnnetzes sicherzustellen und zu gewährleisten.

Das Netz wird definiert als ein System, bestehend aus Infrastruktur, festen Anlagen, logistischen Einrichtungen und Fahrzeugen.

Die Richtlinien enthalten grundlegende Anforderungen bezüglich aller Voraussetzungen, die für die Interoperabilität des europäischen Hochgeschwindigkeitsbahnnetzes zu erfüllen sind. Die Mitgliedstaaten müssen diese grundlegenden Anforderungen erfüllen, damit die Interoperabilitätsziele in Europa erreicht werden können.

Aufgaben der BCTen

BCTen ist eine von drei derzeit in Österreich existierenden Benannten Stellen für Interoperabilität und wurde von der Europäischen Kommission in Österreich als „Benannte Stelle Interoperabilität“ (BI) mit der Aufgabe betraut, Eisenbahnkomponenten und Bahnstrecken zu prüfen.

Das Leistungsangebot der BCTen im akkreditierten Bereich umfasst die Tätigkeit als Inspektionsstelle (Überwachungsstelle) gemäß ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17030 Typ A (EN 45004).

Es werden die Fachgebiete und Teilbereiche der Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems wie folgt abgedeckt:

- Teilsystem Infrastruktur (INS)
- Teilsystem Energie (ENE)
- Teilsystem Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung (CCS)
- Teilbereich Sicherheit in Eisenbahntunneln (SRT)
- Teilbereich Zugänglichkeit für eingeschränkt mobile Personen (PRM)

Für das konventionelle transeuropäische Bahnsystem werden folgende Teilbereiche abgedeckt:

- Teilsystem Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung
- Teilbereich Sicherheit in Eisenbahntunneln
- Teilbereich Zugänglichkeit für eingeschränkt mobile Personen

Zusätzlich wird eine Vielzahl von Beratungsleistungen auch außerhalb des akkreditierten Bereichs angeboten, z. B. für die Umsetzung von EG-Richtlinien im Bereich Eisenbahnwesen.

Die Prüfung umfasst folgende Phasen bzw. Prüfungen:

- Prüfung technischer Unterlagen
- Einreichprojekt
- Ausführungspläne
- Unterlagen zur Betriebsbewilligung
- Durchführen von Inspektionen
- Inspektionen während des Baus
- Inspektion vor Inbetriebnahme
- Ausstellung des Technischen Dossiers und Infrastrukturregister
- EG-Prüfbescheinigung

An eine Benannte Stelle werden besonders hohe Qualitätskriterien gestellt, die Einhaltung dieser wird durch ein rigides Qualitätsmanagementsystem sowie durch umfangreiche Weiterbildung der Mitarbeiter sichergestellt. Parallel zur laufenden Weiterbildung der Mitarbeiter erfolgt die Mitarbeit im Rahmen von Fachnormen- und Arbeitsausschüssen.

Die BCTen ist zudem Mitglied der NB-Rail Group in Brüssel und dadurch im permanenten Erfahrungs- und Wissensaustausch mit

allen europäischen Benannten Stellen für Interoperabilitätsprüfungen.

Begutachtungstätigkeit

Die Lebensader jedes Unternehmens sind sowohl die Kunden als auch die Mitarbeiter. Um diese zufriedenzustellen bzw. deren Sicherheit gewährleisten zu können, ist es essenziell, die dafür notwendigen infrastrukturellen Instrumentarien dem letzten Stand der Technik entsprechend zu erhalten bzw. zu errichten.

Nur bei Anwendung des „Vieraugenprinzips“ (Planer-Gutachter) kann dies gewährleistet und eine technisch hochwertige, den Rechtsgrundlagen entsprechende und wirtschaftlich optimale Lösung entwickelt werden.

Begutachtungen gem. § 31a Eisenbahngesetz

Im Zuge der Novellierung des Eisenbahngesetzes 2006 wurde aus Kostengründen bzw. um eine Beschleunigung der eisenbahnrechtlichen Verfahren zu bewirken vom Gesetzgeber verfügt, dass der Projektwerber bei der Einreichung ein Gutachten gem. § 31a Eisenbahngesetz beizubringen hat.

Die nach § 31a geforderte Begutachtung ist mit dem Antrag auf eine eisenbahnrechtliche Baugenehmigung der Behörde vorzulegen.

Das Gutachten soll sicherstellen, dass ein Bauvorhaben dem Stand der Technik unter Berücksichtigung der Sicherheit und Ordnung des Betriebes der Eisenbahn, des Betriebes von Schienenfahrzeugen auf der Eisenbahn und des Verkehrs auf der Eisenbahn einschließlich der Anforderungen des Arbeitnehmerschutzes entspricht.

Abhängig von der Komplexität des Vorhabens sind nach derzeitiger Erfahrung bis zu 18 verschiedene Fachgebiete (u. a. Eisenbahnbautechnik, Eisenbahnbetrieb, Hochbau, Technische Gebäudeausrüstung, Lärmschutz, Geotechnik, Erschütterungen, Brandschutz, Signal-, Fernmelde- und Elektrobetriebstechnik etc.) abzudecken.

Der Begutachtungsprozess ist unter dem „neuen Eisenbahngesetz“ keine ausschließliche „Momentaufnahme“, sondern ein stetiger iterativer Entwicklungsprozess, welcher eine enge Zusammenarbeit von Planer, Gutachter und Projektwerber dringlich erfordert.

Die Gutachter werden im Idealfall bereits zu

einem sehr frühen Zeitpunkt in den Projektentwicklungsprozess einbezogen, um sicherzustellen, dass eine optimale, d. h. dem Stand der Technik sowie den Arbeitnehmerschutzbelangen entsprechende und die wirtschaftlichen Einschränkungen berücksichtigende Lösung, entwickelt wird und letztlich auch zur Ausführung gelangt.

Obwohl gesetzlich nicht vorgeschrieben, sind alle größeren Eisenbahnbetreiber dazu übergegangen, Projektmodifikationen bzw. Optimierungen, die sich im Zuge der Detailplanung bzw. der Baudurchführung ergeben, durch eine Begutachtung überprüfen zu lassen, um sicherzustellen, dass der Stand der Technik sowie die Arbeitnehmerschutzbelange gewährleistet sind und dem eisenbahnbaurechtlichen Bescheid entsprochen wird.

Die Begutachtungsprozesse, sei es im Zuge der eisenbahnrechtlichen Einreichung bzw. in einem späteren Stadium während der Detailplanung, erfordern nicht nur höchstes technisches Wissen und praktische, umfangreiche Erfahrung, sondern auch die Fähigkeit, interdisziplinäre Zusammenhänge zu erfassen und abzustimmen.

Insbesondere die Sicherstellung der interdisziplinären Kompatibilität sowie die Vollständigkeit der Gutachten ist eine der wichtigsten und anspruchvollsten Aufgaben der Benannten Stelle.

Eine Schlüsselfunktion bildet die Koordination der Sachverständigen der unterschiedlichen Fachgebiete, die auch die Brückenfunktion zur Planung sowie zum Auftraggeber bildet.

Technisches Verständnis, solides rechtliches Wissen und Feinfühligkeit im Umgang mit Menschen sind bei der Erfüllung der Koordinationstätigkeit unerlässliche Voraussetzungen.

Prüfung gem. § 34b Eisenbahngesetz

Am Ende jeder Bauphase und vor Beginn der Betriebsphase einer neuen Eisenbahnanlage ist eine Prüfung erforderlich, um die Erfüllung des eisenbahnrechtlichen Bescheides zu überprüfen und damit auch die Sicherheit der Kunden und der Mitarbeiter zu gewährleisten. Diese Prüfung wird § 34b-Prüfung genannt und resultiert in einer § 34b-Prüfbescheinigung.

Diese Prüfbescheinigung hat den gleichen Anforderungen wie das Gutachten bei der Einreichung zu entsprechen.

Es muss die Erfüllung des Bescheides wie auch die Einhaltung der Arbeitnehmerschutzbestimmungen bestätigen.

Analog zum Gutachten gem. § 31a Eisenbahngesetz umfasst diese Prüfbescheinigung im Regelfall verschiedenste Fachgebiete, wie z. B. Eisenbahnbautechnik, Eisenbahnbetrieb, Hochbau, Technische Gebäudeausrüstung, Lärmschutz, Geotechnik, Erschütterungen, Brandschutz, Signal-, Fernmelde- und Elektrobetriebstechnik etc.

Die Fertigstellungsphase eines Vorhabens ist besonders kritisch und stellt an alle Beteiligten höchste Ansprüche an technischer und interpersoneller Fähigkeit zur Zusammenarbeit.

Während die Arbeiten meist noch nicht zur Gänze fertiggestellt sind, stehen die zukünftigen Nutzer schon ungeduldig vor der Tür, und die Sachverständigen möchten auch noch sämtliche Abnahmen und Tests der Anlagen durchführen.

Diese Projektphase kann nur mit ausgeprägtem Verständnis der Sachverständigen der einzelnen Fachgebiete füreinander sowie für die ausführenden Firmen und den Betreiber gemeistert werden.

Die BCTen konnte bereits bei mehreren Großprojekten diese Aufgaben in Zusammenarbeit mit dem Bauherrn, den Planern, der Bauaufsicht, den Gutachtern und der Behörde erfolgreich zum Abschluss bringen.

Projekte der BCTen

Die BCTen kann auf umfangreiche Erfahrung in der Begutachtung und Prüfung von Großbauvorhaben verweisen.

Unter anderem war bzw. ist die BCTen an folgenden Projekten beteiligt:

Interoperabilitätsprüfung

- Hauptbahnhof Wien
- Umbau Bahnhof Matzleinsdorf
- Verkehrsbauwerk Südtiroler Platz
- Bahnhofscity Wien West
- Bahnhof Bruck an der Mur

§ 31a-Begutachtung

- Hauptbahnhof Wien
- Umbau Bahnhof Matzleinsdorf
- Verkehrsbauwerk Südtiroler Platz, NSTWS
- Bahnhofscity Wien West

- Hauptbahnhof Salzburg
- Bahnhof Bruck an der Mur
- U2-Nord
- Remise Inzerdorf
- Streckenabschnitt Taufkirchen–Schärding

§ 34b-Prüfung, begleitende Begutachtung

- Bahnhof Wien Praterstern
- Terminal Freudenau
- Hauptbahnhof Wien
- Umbau Bahnhof Matzleinsdorf
- Bahnhofscity Wien West
- Hauptbahnhof Salzburg
- Verkehrsbauwerk Südtiroler Platz, NSTWS

Erstellung von Prüfheften auf Basis der TSI (Technischen Spezifikation Interoperabilität)

- für das Projekt Lainzer Tunnel
- Allgemeines Prüfheft PRM
- Allgemeines Prüfheft SRT

Durchführung von Komponentenprüfungen

- Schwellentypen L1 und L2 der Maba Fertigteilindustrie GmbH – 60E1 Weichen-generationen der VAE

Dank der professionellen Mitarbeiter, die über tiefes theoretisches Fachwissen und praktische Erfahrung verfügen, konnte die BCTen die an sie als Benannte Stelle gestellten hohen Ansprüche erfüllen und zum Gelingen zahlreicher eisenbahnbautechnischer Projekte beitragen.

Es warten bereits weitere spannende Projekte und verschiedenste Herausforderungen, die wir im Sinne unserer Kunden erfolgreich zu meistern stets bemüht sein werden.

Johanna Rammer-Wutte BSc, BA, MA
BCTen Bewertungsges.m.B.H.

Ingenieurleistungen für das Land Niederösterreich

Wolfgang Talmann



01 | Melkbrücke Winden



02 | Unterspannungskonstruktion



03 | A4.Ü01 – Lamellenverstärkung an der Tragwerksuntersicht im Feld BC

Sigma oval – BRIMOS®-Untersuchungen und Maßnahmenprojektierungen

In den Neunzigerjahren wurden in der BRD zwei Schadensfälle betreffend Versagen von Hallenbindern bekannt, bei denen die Spannstähle Neptun 40 und Sigma oval zum Einsatz gekommen waren. Bei diesen beiden Produkten handelt es sich um Stähle der Festigkeitsklasse St145/160, bei deren Vergütungsvorgang es offenbar zu Mikroanrissen gekommen ist, woraus eine erhöhte Empfindlichkeit für die sogenannte Spannungsrissskorrosion resultiert.

In Niederösterreich wurde der Spannstahl Sigma oval bei der Errichtung von drei Brückenobjekten verwendet. Eine davon war die im Jahr 1958 errichtete Melkflussbrücke bei Winden im Zuge der A1 – Westautobahn.

Nachdem genauere Informationen über die beiden Spannstähle in Österreich vorlagen, ergab eine von FCP kurzfristig durchgeführte BRIMOS® (Bridge Monitoring System)-Messung für das Tragwerk der RFB Wien sehr schlechte, für das der RFB Linz schlechte Dämpfungswerte, sodass von einer Schädigung des Spannstahles in beiden Fällen, jedoch in unterschiedlichem Ausmaß, ausgegangen werden konnte.

FCP hat für das relativ „bessere“ Tragwerk sofort und kurzfristig ein Projekt zur Sicherung des Bestandes mit zusätzlicher uneingeschränkter Nutzung mit Gegenverkehr ausgearbeitet. Im Wesentlichen bestand dies aus Unterstellungen im Randfeld und einer Unterspannungskonstruktion mit je zwei Spanngliedern der Type VT-CMM 16-150 pro Hauptträger mit einem in Feldmitte an der TW-Unterkante angreifenden Umlenkbock.

Die große Herausforderung für FCP bestand darin, binnen kürzester Zeit in enger Zusam-

menarbeit mit den Ingenieuren der NÖ Brückenbauabteilung die Unterlagen für die Sicherungen (Unterspannung) und die Neuerrichtung des anderen Tragwerkes sukzessive so rechtzeitig zu liefern, dass die vom Land Niederösterreich vorgesehenen Arbeiten innerhalb von nur sechs Monaten projektiert, ausgeschrieben, vergeben und ausgeführt werden konnten.

Dafür gebührt dem ZT-Büro FCP hinsichtlich seiner technischen und wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit höchste Anerkennung.

Großbrücken

Hofrat Dipl.-Ing. Leopold Forkert

1976, im Jahr meines Arbeitsbeginnes bei der NÖ Brückenbauabteilung, war das große Thema in der Presse der Reichsbrückeneinsturz und „Wann und wo wird die Südbahn weitergebaut?“.

Die Entscheidung für den Weiterbau der A2 fiel damals vom Bautenministerium auf die Wechseltrasse, und es wurde mit dem Bau der Großbrücken im Abschnitt Seebenstein–Warth der A2 begonnen. Der größte Talübergang in diesem Abschnitt war der Talübergang Warth mit der Baubezeichnung N 87, einer Gesamtlänge von fast 500 m und einer Höhe von 40 m über dem Talboden. Als Firmenvariante kam eine Taktschiebebrücke der Fa. Rella, Graz, die dritte im Taktschiebeverfahren hergestellte Spannbetonbrücke in Österreich, zur Ausführung. Die Stützweiten der beiden getrennten Tragwerke mit 4 x 80 m und 2 x 68 m waren für einen Spannbetonhohlkasten zu dieser Zeit Weltrekord. Diese großen Stützweiten bedingten eine Spannbetonhohlkastenhöhe von 5 m, die vom Straßenbau vorgegebene Klotoide wurde in den 3 m breiten Kragplatten ausgeglichen. Das Taktschieben, die Brückentrag-

werksabschnitte wurden in einer Fabrikhalle vor Ort hergestellt, war nur entlang einem der Klotoide angenäherten Kreisbogen möglich. Für die Prüfung dieser innovativen und gewagten Brückenherstellungsmethode der Fa. Relia wurde das im Autobahnbrückenbau erfahrene Zivilingenieurbüro Baurat h.c. Dipl.-Ing. Kurt Wenzel ausgewählt. Die Prüfung der Statik und der Pläne sowie die Überwachung der schwierigen Bauarbeiten vor Ort, wie Spannen der Kabel und Freigabe zum Taktschieben, wurden von dem jungen Mitarbeiter des Zivilingenieurbüros Herrn Dipl.-Ing. Chiari durchgeführt.

Ein Jahr später wurde mit dem Bau der zweiten Taktschiebebrücke in diesem Autobahnabschnitt, dem 200 m langen Talübergang Scheiblingkirchen, Objekt N 86, begonnen. Mit der Planung und der Statik des zur Ausführung gelangten Amtsentwurfes wurde das von Linz nach Wien übersiedelte Zivilingenieurbüro Fritsch-Chiari beauftragt.

Die Pfeiler wurden diesmal nicht wie beim Objekt N 87 mit einer Gleitschalung, sondern abschnittsweise mit einer Klätterschalung hergestellt. Aufgrund der geringeren Stützweiten kam ein kürzerer Vorbauschubel zur Anwendung, auch die Bauhöhe des einzelligen Hohlkastens war mit 3,50 m geringer als die beim Objekt N 87.

Der Talübergang Höllgraben mit der Baubezeichnung N 85 wurde ebenfalls im Jahr 1977 begonnen. Zur Ausführung gelangte eine Firmenvariante der ARGE Stuchetz – Ilbau, deren Projektant ebenfalls das Zivilingenieurbüro Fritsch-Chiari war. Aus Kostengründen wurde das 7-feldrige Plattentragwerk mit den Stützen rahmenartig verbunden, um die teuren Lager einzusparen. Die einzelnen Spannvorgänge der mit Abschnitten hergestellten Tragwerke wurde von dem Mitarbeiter des Zivilingenieur-

büros Herrn Dipl.-Ing. Mayer überwacht. Das mehrfeldrige durchlaufende Rahmenspannsystem erwies sich im Laufe der Jahre als zu setzungsempfindlich, und im Jahr 1981 – die Brücke war bereits drei Jahre unter Verkehr – mussten aufgrund der gemessenen Setzungsdifferenz zwischen den Pfeilern von bis zu 30 mm Maßnahmen gesetzt werden. Vom Büro Fritsch-Chiari wurde ein kostengünstiger Sanierungsvorschlag ausgearbeitet. Dieser sah bei der Stützungsreihe C und D ein Durchtrennen der Pfeiler vor. Zwischenzeitlich wurde die Brücke auf seitlich angebrachten Stahlknaggen gelagert und höhenmäßig mittels hydraulischen Pressen eingerichtet. Anschließend wurden Elastomerlager in den in Bodennähe durchtrennten Stützen eingebaut. Diese Arbeiten wurden vom verbleibenden ARGE-Partner der Fa. Il Bau, später Strabag, durchgeführt und vom Büro Fritsch-Chiari überwacht.

A4.Ü01 – Überführung der Danubiastraße bei Mannswörth Hofrat Dipl.-Ing. Josef Klampfer

Im Zuge der Verbreiterung A4 – Ostautobahn zwischen Schwechat und Ausfahrt Flughafen auf drei Fahrstreifen je Fahrtrichtung wurde im Bereich Mannswörth die Zentralachse der Autobahn um ca. 3 m nach Süden verschoben. Die im Mittelstreifenbereich situierte Stützenachse der Überführung Danubiastraße (Landesstraße 2065), eine fünffeldrige Stahlbetonplattenbrücke über die Ostautobahn, musste daher entfernt werden. Zunächst wurde vom Büro FCP in einer Machbarkeitsstudie im Jahr 2004 eine mögliche Verschiebung der Stützenachse untersucht, um so eine kostengünstige Lösung mit Erhalten des bestehenden Tragwerkes zu finden. In



04 | Verstärkung des Tragwerksbereiches bei Stütze B



05 | Tragwerksabtrag – Freilegen der vorhandenen Bewehrung



06 | Fußgängersteg über dem Umbaubereich



Donaubrücke Traismauer, Niederösterreich

dieser Studie wurde der Einfluss auf das statische System untersucht und als Lösung ein Umbau der Brücke mit einem lokalen Abbruch und Neuherstellung des Tragwerkes und einer Verstärkung anliegender Tragwerksbereiche erarbeitet.

Durch die Verschiebung der Stütze in Achse C um 3,0 m wird die Stützweite des Feldes BC von 17,15 m auf 20,15 m erhöht und die Stützweite des Feldes CD von 22,00 m auf 19,00 m verkürzt, wodurch Veränderungen der Beanspruchung resultieren. Die Stützmomente in den Achsen B und C bzw. das Feldmoment im Feld BC werden erheblich vergrößert. Zusätzlich wird die Querkraftbeanspruchung im Bereich der Achse B und der neuen Achse C vergrößert.

Nach einer Umlegung des gesamten Verkehrs auf die RFB Bruck an der Leitha (Feld CD) erfolgte zunächst eine Verstärkung des Feldes BC mittels 13 CFK-Lamellen 150/2000 (Abb. 3). Auf der Seite zu Stütze C wurden die Lamellen mit einem Überstand geliefert, der später im neu betonierten und nach unten verstärkten Tragwerksteil eingebunden wurde.

Der Tragwerksbereich um die Stütze B wurde durch Aufbringen einer 22 cm dicken Spritzbetonschicht nach unten verstärkt (Abb. 4). Die Sicherung der Schubfuge erfolgte durch eingebohrte und geklebte Steckisen.

Die Sicherheit der Stütze B gegen Grundbruch konnte unter den erhöhten Lasten nachgewiesen werden.

Für den Abtrag des Tragwerkes über eine Länge von 6,13 m (Abb. 5) waren provisorische Tragwerksunterstellungen erforderlich. Nach Herstellung der neuen Stützen und des neuen Tragwerksteiles konnten die bestehenden Stützen C abgetragen werden.

Während der Bauarbeiten war die Brücke für den gesamten Kfz-Verkehr gesperrt. Für die Aufrechterhaltung des Fußgängerverkehrs musste für die Zeit der Abbrucharbeiten und der Herstellung des neuen Tragwerkes über dem Umbaubereich eine Behelfsbrücke errichtet werden.

„Hermann Graf Schaffgotsch“-Brücke Hofrat Dipl.-Ing. Franz Proidl

Bei der Brücke handelt es sich um eine der ersten Stahlbeton-Bogenbrücken in Niederösterreich.

Erbaut wurde die Brücke um die Jahrhundertwende 1900. Mit einer Stützweite von 35 m trägt ein flacher, schlanker Bogen die aufgeständerte Fahrbahntafel. Die Brückenprüfung ergab einen schlechten Bauzustand speziell der Fahrbahntafel und der Aufständigung.

Es stellte sich die Frage eines kompletten Neubaus oder einer Instandsetzung.

Um 1985 erfolgte die Projektierung durch das Zivilingenieurbüro Fritsch-Chiari, mit dem Resultat, dass aus wirtschaftlichen Gründen bei völliger Erhaltung des Bogens nur ein Teilabbruch der Brücke erfolgte.

So konnten die aufwendige Gerüstung über der Erlaufschlucht eingespart und zusätzlich das Brückendeck um 1,30 m verbreitert werden. Die Bereitschaft, erhaltungswürdige Baubestanden in die Planung mit einzubeziehen, gilt mehr denn je.

Sondertransporte Oberbaurat Dipl.-Ing. Peter Fath

Über Empfehlung der Abteilung Brückenbau wurde das ZT-Büro FCP bei verschiedenen schweren Sondertransporten zur Nachrechnung der Brückenobjekte auf der Route des Transportes von den Speditionen beauftragt. Besonders hervorzuheben ist der Transport des Gasreaktors für die Fa. Borealis vom Alberner Hafen zum Betriebsgelände nahe der Raffinerie Schwechat.

Besonders interessant aus brückenbautechnischer Sicht war dabei die Fahrt am 16. November 2004 über die Mannswörther Schwechatbrücke, die für den 585 t schweren Transport viermal unterstellt wurde. Die Bemessung, die Abnahme der Unterstellung und die Überwachung während der Überfahrt des Transportes wurden von FCP durchgeführt. Außerdem machte FCP vor und nach dem Transport eine Brückenprüfung als Beweissicherung, um feststellen zu können, ob durch den Transport irgendwelche Schäden entstanden waren. In diesem Fall verursachte der Sondertransport keine Schädigung des Brückenobjektes.

Hofrat Dipl.-Ing.
Wolfgang Talmann
Amt der Niederösterreichischen
Landesregierung
Leiter Abteilung Brückenbau



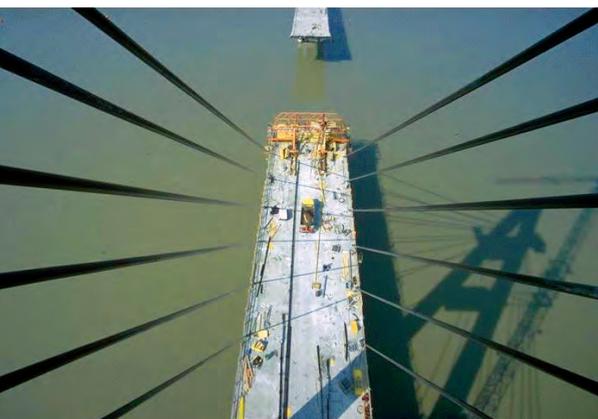
07 | Übernahme Gasreaktor im Alberner Hafen



08 | Transport Gasreaktor zur Raffinerie in Schwechat

Brücken verbinden

Günther Behon, Paul Ullmann, Ulrich Eder



01 | Donaubrücke Tulln (Rosenbrücke)



02 | Abgehängter Freivorbau

Viele Gemeinsamkeiten der Autoren führten zur Erstellung dieses Beitrages „unter einem Dach“. Trotzdem werden die persönlichen Sichtweisen und technischen Herausforderungen von jedem Autor individuell, verbunden durch die gemeinsam abgewickelten Projekte, dargestellt.

Kurzzusammenfassung von Dipl.-Ing. Ulrich Eder

Die Faszination des Brückenbaus hat mich persönlich schon relativ früh ergriffen. Besonders prägte mich der praxisnahe Unterricht an der Höheren Technischen Bundeslehranstalt in Krems, welcher immer wieder durch Exkursionen auf Baustellen ergänzt wurde. So war es im Jahr 1995, dass die Baustelle für die neue Donaubrücke Tulln (Rosenbrücke) besichtigt wurde. Die Baustellenführung wurde von dem schon damals wohl erfahrensten Fachmann im (Donau-)Brückenbau geleitet: Paul Ullmann.

Während des Studiums an der TU Wien bekam ich die Möglichkeit, im Rahmen eines Praktikums bei der STRABAG die Bauleitung für den Bau der Donaubrücke in Pöchlarn als Techniker zu unterstützen. Dabei traf ich erneut auf die Herren Paul Ullmann und Günther Behon, welche die Funktion der örtlichen Bauaufsicht, unterstützt durch Kollegen, eingenommen hatten. War es zu Beginn eine Zusammenarbeit unter Vertragspartnern, so entwickelte sich relativ schnell ein partner- und freundschaftliches Verhältnis.

Als ich nach Beendigung meines Studiums vor der Wahl eines Ingenieurbüros stand, gaben mir wiederum oben genannte Herren den Rat, mich doch bei der FCP ZT GmbH vorzustellen. Den Rest kann man sich denken.

Nach nunmehr rund acht Jahren bei FCP

möchte ich mich für die interessante und abwechslungsreiche Betätigung bedanken. Zu den interessantesten Projekten während dieser Zeit, an denen ich mitwirken durfte, zählen mit Sicherheit die Mainbrücke Dettelbach, die Almbrücke, P19 – Talübergang Lavanttal, S1-Brückenobjekte im Knoten Eibesbrunn, die Donaubrücke Traismauer und die neue Eisenbahnbrücke in Tulln. Auch bei internationalen Projekten konnten wir unser Know-how im Brückenbau einbringen.

Und auch auf die persönliche Weiterentwicklung wird seitens der Geschäftsführung geachtet. Da das wirtschaftliche Umfeld im Brückenbau immer schwieriger wird, ist eine kollegiale und vor allem gemeinschaftliche Zusammenarbeit meiner Meinung nach unumgänglich. Diese darf trotz zunehmenden Leistungsdrucks nicht zu kurz kommen! Die Aufgabengebiete werden immer komplexer und umfangreicher. Flexibilität zur Bewältigung der ständig wechselnden Randbedingungen wird vorausgesetzt.

Was ich neben der fachlichen Betätigung am Brückenbau schätze, sind die Kameradschaft und die Zusammenarbeit auf den Baustellen. Auch im Rahmen von Tagungen oder Seminaren trifft man immer wieder bekannte Gesichter unter den Brückenbauern.

Ich möchte mich an dieser Stelle bei den Herren Hofrat Dipl.-Ing. Günther Behon und Dipl.-HTL-Ing. Paul Ullmann für die vielen fachlichen Ratschläge, aber vor allem für die Kollegialität und Freundschaft aufrichtig bedanken. Ihr habt einen wesentlichen Einfluss auf meinen bisherigen Weg gehabt! Auch an Hans Keiblinger meinen aufrichtigen Dank für die „Basics“ und auch für die eine oder andere lustige Anekdote.

Kurzzusammenfassung von Baumaßnahmen von Dipl.-HTL-Ing. Paul Ullmann

B3c.01 – Donaubrücke Tulln (1992–1996)

Von FCP wurden die Projektprüfung für die Schrägkabel des einhüftigen Freivorbaues und die Begleitung bei der Baumsetzung durchgeführt.

Ganz besonders in Erinnerung geblieben ist folgende Begebenheit: Im Zuge der Tragwerksherstellung im abgespannten FVB kam es beim Vorspannen der Schrägkabel bei einem Kabel zu einem Litzenriss. Auf der durch das Ereignis schwer erschütterten, provisorischen Spann Bühne befand sich das Spannteam (Spannmeister der VT/Schedler/Ullmann), das mit dem Schrecken davonkam. Der Austausch der gerissenen Litze war die Folge. Bereits nach Baufertigstellung sowie zur Überprüfung der Tragwerksintegrität werden durch VCE laufend Kabelprüfungen mit BRIMOS® durchgeführt.

Im Zuge einer Baustellenexkursion der HTL Krems im Jahre 1995 befand sich auch ein sehr interessierter Schüler namens Ulrich Eder unter den Besuchern. Offensichtlich wurde er vom Großbrückenbau so beeindruckt, dass er mittlerweile als Brückenbauer bei FCP maßgeblich die Interessen wahrnimmt.

B209.08 – Vorlandbrücke zur Donaubrücke Pöchlarn (1999–2002)

Durch FCP wurde der Detailentwurf des mehrfeldrigen, mehrstegigen Spannbetonplattenbalkentragwerkes durchgeführt.

B209.S1 – Rad- und Gehwegrampe zur Donaubrücke Pöchlarn (2000/2001)

Der Detailentwurf einer Wendelkonstruktion

eines Ortbetonplattentragwerkes auf Fertigteilstützen wurde durch FCP erstellt.

A1.017 – Talübergang Grossram (2002/2003)

Beim Talübergang Großram wurden folgende Planungstätigkeiten durch FCP erstellt:

- Instandsetzungsentwurf und Tragwerksverstärkung für beide Richtungsfahrbahnen
- Detailprojekterstellung für die Generalinstandsetzung und für die Stahlkonstruktionsteile (Bedienungsstege entlang der Randbalken und auf den bis zu 70 m hohen Pfeilerköpfen)
- Erstellung der Verkehrsführungspläne 4+0 auf der Westautobahn A1 für die Instandsetzungsarbeiten des Talüberganges

A1.017 – Talübergang Gscheid (2002/2003)

Beim Talübergang Gscheid wurde die Erstellung des Ausschreibungsentwurfes und die Prüftätigkeit des Detailprojektes der kompletten Tragwerkserneuerung für beide Richtungsfahrbahnen von FCP durchgeführt.

S33.08 und S33.20 – Brücken der Kremser Schnellstraße (ca. 1980 bzw. 2005–2007)

Die Detailprojekte für beide Richtungsfahrbahnen, welche durch den späteren Vollausbau im Zeitabstand von mehr als 20 Jahren ausgeführt wurden, wurden jeweils von FCP erstellt. Die Schnellstraße zwischen Krems und St. Pölten (S33) wurde in den Achtzigerjahren gebaut (halbseitiger Aufbau). Rund 25 Jahre später wurde der Vollausbau in Angriff genommen.

Bei dem Objekt S33.08 handelt es sich um eine schlanke Rahmenbrücke mit rund 32 m Stützweite.



03 | B209.08 Vorlandbrücke zur Donaubrücke Pöchlarn



04 | B209.S1 Rad- und Gehwegrampe zur Donaubrücke Pöchlarn



05 | Talübergang Großram



06 | Donaubrücke Traismauer, Beginn Freivorbau



07 | Freivorbau Strompfeiler Nord

Die Donaubrücke Traismauer. Ein Erfahrungsbericht von Hofrat Dipl.-Ing. Günther Behon

Überblick

Im Auftrag der Asfinag übernahm die Gruppe Straße des Amtes der NÖ Landesregierung das Projekt der Verbindung der S33 mit der S5, das Gesamtbauloses „Donaubrücke Traismauer“, wobei die Abteilung Brückenbau mit der Planung und Ausschreibung von insgesamt 24 Brückenobjekten im Zuge dieses Bauloses betraut wurde.

Während die ersten Überlegungen in Richtung Gesamtausschreibung gingen, entschied sich die Asfinag letztlich für die Teilung des Gesamtbauloses in drei Einzelbaulose, wodurch sich nachfolgende Strukturierung der Ausschreibung ergab:

- Baulos Süd (im Wesentlichen der Bereich des Knotens Süd nahe Traismauer; von der S33 bis zur Vorlandbrücke Süd)
- Baulos Großbrücken (eigentliche Donauquerung „Strombrücke“ nebst Vorlandbrücken Süd und Nord)
- Baulos Nord (im Wesentlichen der Bereich des Knotens Nord nahe Grafenwörth; von der Vorlandbrücke Nord bis zur Einbindung in die S5)

Strombrücke technisch

Herzstück des Gesamtbauloses ist sicherlich die Strombrücke über die Donau, die zusammen mit dem Büro FCP, sowohl in der Ausschreibungsphase als Planer als auch in der Bauphase als Prüfer, abgewickelt wurde.

Der Entwurf der Strombrücke sieht je Richtungsfahrbahn die Errichtung von zwei voneinander unabhängigen Brückentragwerken, mit Stützweiten von 99,9 m, 156,20 m und 99,9 m, vor. Die Tragwerke bestehen aus je einem einzelligen vorgespannten Hohlkasten je Richtungsfahrbahn. Die Gesamtbreite beider Richtungsfahrbahnen beträgt 31,5 m, der Randstreifen 2,0 m. Der etwas breitere Randstreifen ergab sich aus Überlegungen, eine bessere Fluchtmöglichkeit bei Verkehrsunfällen zu schaffen, als dies bei einer Regelausführung von 1,25 m der Fall gewesen wäre. Die Fahrbahnbreiten bestehen aus Abstellstreifen und zwei Fahrstreifen mit einer Gesamtbreite von 12,50 m. Die Bauhöhe beträgt über

den Strompfeilern 8,20 m und reduziert sich bis in die Mitte des Tragwerkes auf 3,80 m. Die Behörden forderten für den Rad- und Fußgängerverkehr in den diversen Verfahren eine zusätzliche Verbindung zwischen den Erholungsgebieten nördlich und südlich der Donau. Im Bereich des Tragwerkes wird dieser Forderung mit einer unter der Kragplatte abgehängten Stahlkonstruktion nachgekommen, während der Auf- und Abstieg zum Geh- und Radweg über eine Betonwendel des Trennpfeilers realisiert wird. Aus Sicherheitsgründen wird der Geh- und Radweg in der Nacht beleuchtet.

Eine Kombination aus internen Spanngliedern mit nachträglichem Verbund und externen Spanngliedern ohne Verbund trägt die erforderlichen Vorspannkkräfte in das Tragwerk ein. Grob gesagt decken die internen, in der Fahrbahn liegenden Spannglieder – mit nachträglichem Verbund – die erforderlichen Vorspannkkräfte der Kragarme aus dem Freivorbau ab, während die externen Spannglieder – ohne Verbund – größtenteils die Momente aus den Ausbau- und Verkehrslasten übernehmen. Für die Planungsphase war die Überlegung wichtig, möglichst keine Spannglieder in den Stegen zu führen. Mit der Verwendung von externen Spanngliedern ergeben sich im Wesentlichen folgende Verbesserungen für den Auftraggeber:

- Kontrollmöglichkeit der Spannkkräfte der Spannkabel
- Austauschmöglichkeit der Kabel
- Nachträgliche Ertüchtigungsmöglichkeit durch Einziehen von zusätzlichen Spanngliedern (Vorkehrungen bzw. der erforderliche Platzbedarf ist planungstechnisch bereits berücksichtigt)
- Nachträgliche Befestigungsmöglichkeit von Konsolen etc. an den Stegen des Hohlkastens ohne Beschädigung von Spannkabeln
- Leichtere Betoneinbringung und Verdichtungsmöglichkeiten

Entwicklungsgeschichte

Beginn der Ausschreibung war das Jahr 2003, mit dem Auftrag, die Strombrücke Traismauer als Funktionalentwurf auszuschreiben. Die damaligen Vorgaben wurden primär in Hinblick auf die Zeitkomponente gemacht; schließlich

hat das Gesamtbaulos 24 Brückenobjekte, die alle ausschreibungsmäßig zu bearbeiten waren. Für die Strombrücke selbst waren seitens FCP die Herren Dipl.-Ing. Schedler, Denk und später Eder die Ansprechpartner für das Brückenbauteam Traismauer der Abteilung Brückenbau des Amtes der NÖ Landesregierung. Relativ schnell stellte sich heraus, dass die vorzugebenden Randbedingungen des Funktionalentwurfes weit umfangreicher waren, als ursprünglich angenommen. Mit dem Wechsel der Projektleitung vom Amt der NÖ Landesregierung an die Asfinag und mit Verzögerungen im Zuge der Behördenverfahren wurde von der Asfinag kurzfristig entschieden, den Funktionalentwurf in ein Ausschreibungsprojekt mit Massenermittlung „zu ändern“.

Diese Entscheidung hieß natürlich, zumindest teilweise, zurück an den Start. Allerdings darf bemerkt werden, und das nach Abschluss der Rohbauarbeiten, dass dies die richtige Entscheidung war und dass damit viele Details und Vorgaben bereits im Vorfeld bereinigt werden konnten und nicht erst im Zuge des Bauens. Auch hier übernahm FCP die statisch konstruktiven Arbeiten, während die Brückenbauabteilung die Ausschreibung im Detail erstellte. Schritt um Schritt wurde das Ausschreibungsprojekt im Schulterschluss bearbeitet, wobei immer wieder Änderungen aufgrund der parallel laufenden Behördenverfahren und der spezifischen Randbedingungen (Bodengutachten etc.) notwendig wurden.

Als wesentlicher Vorteil während der Bauausführung stellte sich die Entscheidung heraus, die Prüfung des Detailprojektes FCP zu übertragen. Die statische (teilweise mühevoll) Entwurfsgeschichte konnte in die Detailplanung einfließen, die ausschreibungsgemäß dem Auftragnehmer – in diesem Falle der Firma Alpine – übertragen worden ist.

Die Prüfstatik des Detailprojektes der Strombrücke wurde somit durch das Büro FCP durch Herrn Dipl.-Ing. Ulrich Eder durchgeführt.

In diesem Zusammenhang muss angemerkt werden, dass sich die Wege der NÖ Brückenbauabteilung und des jetzigen Mitarbeiters von FCP Herrn Dipl.-Ing. Ulrich Eder schon öfters „gekreuzt“ haben.

1995 besuchte Herr Dipl.-Ing. Eder mit dem damaligen Tiefbauprofessor der HTL Krems, Herrn Dipl.-Ing. Lederer (Mitarbeiter der Ab-

teilung Brückenbau), im Zuge einer Exkursion die Donaubrücke Tulln. Herr Eder blieb aber auch den anderen Donaubrücken des Landes NÖ „treu“ und war als Mitarbeiter der Firma Strabag bei der Donaubrücke Pöchlarn für den Unterbau und für das Messprogramm des Freivorbau verantwortlich. Als „logische Folgerung“ arbeiteten die Mitarbeiter der Brückenbauabteilung auch bei der Donaubrücke Traismauer mit ihm zusammen.

Wie bereits angemerkt, wurde gemeinsam mit den Herren Dipl.-Ing. Denk und Dipl.-Ing. Eder der vorerst geplante Funktionalentwurf und darauf folgend auch der Ausschreibungsentwurf der Donaubrücke Traismauer bearbeitet. Insbesondere wurden Überlegungen im Zusammenhang mit der Stützenteilung, den Spannsystemen (interne Vorspannung, externe Vorspannung) sowie der Vorbemessung der Fundierung der Strombrücke vorgenommen und umgesetzt, womit sich der Bogen zur Prüfung des Detailprojektes der Strombrücke schloss.

Wir wünschen FCP weiterhin viel Erfolg und Glück auf!

Hofrat Dipl.-Ing.
Günther Behon
Amt der Niederösterreichischen
Landesregierung
Abteilung Brückenbau

Dipl.-HTL-Ing.
Paul Ullmann
Amt der Niederösterreichischen
Landesregierung
Abteilung Brückenbau

Dipl.-Ing.
Ulrich Eder
FCP – Fritsch, Chiari & Partner ZT GmbH
Leiter Competence Center Brückenbau



08 | Freivorbau Gesamtansicht



09 | Fertigstellung Rohtragwerk

Der Wiener Gehsteig – eine unterschätzte Einrichtung

Gerhard Nestler



Pavement | *könnitee* | *acera* | *trottoir* | *stoepen*
 人行道 | *passeio* | *fortov* | 보도 | *trotuars* | راسط
kaldırım | *pločnik* | *járda* | τροτοαρ | *Pinggir*
marciapiede | *chodník* | Πεζοδρόμιο | *jalkakäytävä*
 (Auflösung am Ende des Artikels)

Einleitung

Die Gehsteige im Stadtgebiet von Wien umfassen eine Fläche von ca. 9,5 Mio. m² (von 415 Mio. m² Gesamtfläche). Die unterschiedlichen Nutzungen und Ansprüche bzw. gesetzlichen Auflagen stellen ein großes Spektrum an Anforderungen an diese wichtige Stadtfläche.

Geschichtlicher Abriss

Bereits bei den Etruskern und den Römern war der Gehsteig in einzelnen Fällen in der heute üblichen Form bekannt. Durch erhöhte Trittsteine in der Fahrbahn wurde der Übergang von der einen zur anderen Straßenseite erleichtert. Im östlichen Mittelmeerraum waren vom 4. bis zum 1. Jahrhundert vor Christi anstelle des Gehsteiges Säulenhallen längs der Hauptstraße angeordnet.

Im 17. und 18. Jahrhundert gab es nördlich der Alpen nur vereinzelt Gehsteige vor den Häusern, teilweise wurde die Gehfläche zur Straße mittels Pfosten oder gespannten Ketten abgetrennt. Allgemein üblich wurde der Gehsteig jedoch erst im 18. und 19. Jahrhundert. Anfänglich kennzeichnete man den Gehsteig durch größere Pflastersteine, doch blieb die Gehfläche noch niveaugleich und durfte in Notfällen befahren werden. Ein endgültiges Verbot gab es erst um 1880.

In Österreich wurde grundsätzlich links gefahren, ab 1819 allerdings dekretierte man die Rechtsfahrordnung für Wien und die Vor-

städte, während auf den Poststraßen 1824 die Linksfahrordnung erneuert wurde. 1852 wurde generell die Linksfahrordnung eingeführt. Erst 1938 ging man zur heutigen Rechtsfahrordnung über.

Mit der wachsenden Anzahl der Kraftfahrzeuge seit dem Zweiten Weltkrieg und dem Wunsch nach mehr Abstellmöglichkeiten entlang der Straße wurde auch der Raum für die Fußgänger immer mehr eingeschränkt. Insbesondere bei den bereits ausgebauten Gehsteigen wurde durch zusätzliche Nutzung (Kioske, Märkte etc.) oder durch neue Fortbewegungsmittel (Tretroller, Skateboards etc.) der effektiv nutzbare Raum immer mehr eingeengt.

Gesetzliche Grundlagen/Richtlinien

Österreichische Straßenverkehrsordnung

In der Straßenverkehrsordnung sind folgende Regelungen für die Gehsteige festgeschrieben:

Begriffsbestimmungen:

Gehsteig: ein für den Fußgängerverkehr bestimmter, von der Fahrbahn durch Randsteine, Bodenmarkierungen oder dgl. abgegrenzter Teil der Straße.

Gehweg: ein für den Fußgängerverkehr bestimmter und als solcher gekennzeichnet Weg.

Verordnungen, die Folgendes regeln:

das Verhalten von Radfahrern (§ 68), das Verhalten der Fußgänger (§ 76), das Verhalten auf Gehsteigen und Gehwegen in Ortsgebieten (§ 78), die Bewilligungspflicht (§ 82), die Prüfung des Vorhabens (§ 83), das Spielen auf Straßen (§ 88), das Rollschuhfahren (§ 88a), die Verunreinigung der Straße (§ 92) und die Pflichten der Anrainer (§ 93).

Bauordnung von Wien

Im § 54 wird die Gehsteigerherstellung beschrieben. Insbesondere wird die herzustellende Breite in Abhängigkeit der jeweiligen Bauklasse angeführt. Darüber hinaus regelt die Bauordnung die Befestigungsarten bzw. die Begrenzungen der Gehsteige. Außerdem werden die Ausführung von Grundstücksausfahrten und die Erhaltungspflichten beschrieben.

Festsetzungen im Rahmen des Flächenwidmungsplanes und des Bebauungsplanes

Hier werden entsprechend der Bauordnung für Wien auf Basis der Straßenbreiten Gehsteigmindestbreiten definiert.

Masterplan Verkehr Wien

Für den Fußgängerverkehr wurde im Rahmen des Masterplanes eine Gehsteigmindestbreite von 2,00 m definiert.

Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen

In diesem Regelwerk werden vor allem die Abmessungen bzw. Verkehrsräume definiert (Mindestbreite 2,00 m, mindeste lichte Höhe 2,50 m).

Vorschriften

Verboten:

- Das Tragen von scharfen oder spitzen Gegenständen, wenn andere Straßenteilnehmer gefährdet werden
- Das Tragen von unverhüllten blendenden Gegenständen
- Das Verstellen des Weges durch das Tragen von Reklametafeln etc.
- Spielen und das Befahren mit fahrzeugähnlichen Kinderspielzeugen, wenn der

Fußgängerverkehr gefährdet oder behindert wird

- Das Befahren in Längsrichtung von Fahrzeugen
- Das Befahren mit Fahrrädern von Kindern bis 10 Jahre ohne Beaufsichtigung und bis 12 ohne Radfahrausweis
- Das Verunreinigen von Gehsteigen (z. B. durch Hunde)

Erlaubt:

- Das Befahren von Gehsteigen mit Rollschuhen
- Das Befahren von Gehsteigen in Schrittgeschwindigkeit mit selbst fahrenden Rollschuhen
- Mit einer entsprechenden Bewilligung gewerbliche Tätigkeiten, das Aufstellen und Lagern von Sachen, die der Erhaltung der Straße dienen, und das Musizieren

Herstellung, Erhaltung, Ausführung und Wartung

Die Herstellung des Gehsteiges ist über die gesamte Länge der Baulinie vom Anrainer durchzuführen. Die Breite und Höhenlage wird von der MA 28 bekannt gegeben und richtet sich nach den Bauklassen der Wiener Bauordnung. Die bauliche Erhaltung der Gehsteige wird nach Herstellung drei Jahre lang vom Anrainer durchgeführt und anschließend von der Stadt Wien (MA 28) übernommen. Die Ausführung samt Randbegrenzung der Gehsteige wird von der MA 28 bekannt gegeben und kann folgende Befestigungen aufweisen: 2 cm dicker Gussasphalt auf 10 cm dickem Unterlagsbeton und 10 cm dicker, mechanisch stabilisierter Tragschicht bzw. 2,5 cm dicker Asphaltbeton auf einer 10 cm dicken bituminösen Kiestragschicht und einer 10 cm





dicken mechanisch stabilisierten Tragschicht. Außerdem können auch Natur- und Kunststeinerzeugnisse vorgeschrieben werden. Die Wartung der Gehsteigflächen innerhalb des Ortsgebietes ist von Anrainern durchzuführen (§ 93 der StVO). Dies gilt entlang der Baulinie auf einer Breite von max. 3,00 m. Die Reinigungspflicht gilt in der Zeit von 6 Uhr früh bis 22 Uhr abends, und zwar für jegliche Verunreinigung, aber auch für Schnee und Glatteis.

Nutzungen

Wirtschaftliche Nutzung

Die Aufstellung von Kiosken und Verkaufsständen ist eine zutiefst urbane Einrichtung. Neben den positiven Aspekten dieser Einrichtungen stellen sie auch aufgrund der Einschränkung der Nutzungsbreiten eine gewisse Problematik dar. Daher ist zum Erlangen der Genehmigung ein Vidierungsvorgang erforderlich. Bei der Aufstellung von Schanigärten gelten ähnliche Kriterien wie bei den Kiosken, und auch hier muss eine Restgehsteigbreite von mindestens 2,00 m erhalten bleiben. Die Aufstellung kann zwischen 1. März und 15. November erfolgen. Die Schanigärten unterliegen nicht der Bauordnung bzw. der StVO. Für die Aufstellung von Warenausräumungen sind ebenfalls entsprechende Bewilligungen erforderlich.

Gehsteigaufbauten

Die Bedeutung und Anzahl der Einrichtungen wächst mit dem Angebot des öffentlichen Raumes: Die Beleuchtung, Hydranten und Papierkörbe sind selbstverständlich, Verkehrszeichen und Wegweiser ebenfalls. Darüber hinaus werden Sitzgelegenheiten, Grünflächen, Fahrradbügel, Litfasssäulen, City-Lights, Warthallen, Telefonzellen und Schaltkästen gewünscht bzw. erforderlich sein.

Diesen vielen Einrichtungen gegenüber steht das Bedürfnis nach freiem Raum, Überschaubarkeit und einem „level of service“ für Fußgänger. Daher ist bei allen Planungen großes Augenmerk darauf zu legen, diese Einrichtungen so aufzustellen, dass allen individuellen Nutzungen der Fußgänger Rechnung getragen wird.

Gehsteigeinbauten

Für alle Einbauten im Bereich des Straßenrau-

mes – also auch im Gehsteig – gilt die Ö-Norm B 2533. Im Bereich der Gehsteigflächen liegen im Regelfall in Längsrichtung nur Leitungen von Fernmeldeanlagen, Energiekabelanlagen, Leitungen für die Verkehrslichtsignalanlagen bzw. Verkehrserfassung und der öffentlichen Beleuchtung. In Querrichtung, also normal zur Baurichtung, liegen im Bedarfsfall die Hausanschlüsse von Gas, Wasser, Fernwärme und Kanal.

Planungen

Die Abteilung Verkehrsplanung des Büros FCP hat in den letzten Jahren zahlreiche Straßenprojekte im Stadtraum geplant. Dabei war bei allen Projekten ein besonderes Augenmerk auf den Fußgängerverkehr zu legen und somit die Konzeption von Gehsteigflächen ein wichtiges Element des Gesamtprojektes.

Hier einige Beispiele von realisierten Projekten:

Vorplatz Schönbrunn

Hier war die Aufgabenstellung so definiert, dass der bestehende Parkplatz am Vorplatz ersatzlos gestrichen wird und eine Aufenthaltsfläche für die vielen Besucher des Schlosses eingerichtet werden soll. Durch unterschiedliche Materialwahl wurde eine Zonierung des neuen Vorplatzes geschaffen.

Kärntner Straße/Graben/Stock-im-Eisen-Platz

Bei diesem Projekt lautete die Aufgabenstellung, eine neue Struktur im bestehenden Fußgängerzonenbereich zu schaffen, sodass die Fußgänger genügend Raum und direkte Wege zu ihrem Ziel finden. Darüber hinaus wurden die Aufenthaltsflächen – Gastgärten – neu angeordnet und die Zufahrtswege angepasst. Um den Komfort der Fußgänger deutlich zu heben, wurden großflächige Granitplatten verlegt und ein taktiles Blindenleitsystem neu installiert.

Wagramer Straße/Zentrum Kagran

Rund um die neuen Stationen der verlängerten U-Bahn-Linie U1 wurden für die Nutzer des öffentlichen Verkehrs entsprechende Warteflächen und Gehwege eingerichtet. Bei den beiden U-Bahn-Stationen werden sowohl die Straßenbahn als auch eine große Anzahl von Autobuslinien angeleitet, sodass es zu er-

heblichen Umsteigevorgängen kommt. Daher mussten die einzelnen Zugänge entflochten bzw. strukturiert werden.

Englisch, Estnisch, Spanisch, Französisch, Niederländisch, Chinesisch, Portugiesisch, Dänisch, Koreanisch, Lettisch, Arabisch, Türkisch, Slowenisch, Ungarisch, Russisch, Indonesisch, Italienisch, Tschechisch, Griechisch, Finnisch

Ing.

Gerhard Nestler

FCP – Fritsch, Chiari & Partner ZT GmbH

Prokurist