

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 143 (2017)
Heft: 39: Performance Gap : können alle Häuser alles?

Rubrik: Panorama

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

19 ANEKDOTEN ZUM JUBILÄUM DER AIT

Coming Home

Text: Philipp Funke

Zum 125-jährigen Jubiläum der Zeitschrift AIT hat die Redaktion den zweiten Band der Reding-Brüder publiziert. Die Kolumnisten erfreuen mit ihren kurzweiligen Anekdoten rund um das Thema Wohnen (und manchmal auch abseits von diesem) allmonatlich die Leserschaft der AIT. Tief-sinnig, humorvoll, nachdenklich, ärgerlich, sinnstiftend oder schlicht unterhaltsam erzählen sie 19 Episoden aus ihrem Leben und dem der anderen. Sie eröffnen eine neue Blickweise auf plötzlich nicht mehr so alltäglich wirkende Situationen.

«Kann ein Haus etwas dafür, was hinter seinen Wänden geschieht?», lautet die rhetorische Frage von Dominik zum Artikel in der Berliner Presse am 6. Juni 2012

über einen Mord im Ungershaus an der Köthener Strasse 35 in Berlin. «Natürlich nicht. Oder doch? Wir haben diese Bauten gehasst, damals, im Architekturstudium Ende der 1980er-Jahre. Die ganze Postmoderne mit ihren Waschbetonsäulen, aufgeklebten Fensterkreuzen, Verblendklinker-Orgien und verschwurbelten Grundrissen voller «Loggien» und «Wintergärten», die sich bestenfalls zum Sperrmüll-Abstellen eigneten.»

Wenn ich die Geschichten lese, fällt es mir schwer, nicht direkt in eine Diskussion mit den Autoren einzusteigen. Man bekommt das Gefühl, als sei man dabei gewesen – und das in nur wenigen Absätzen.

Ich bin mir sicher, das Buch wird meinen Nachttisch so schnell nicht verlassen. •



Dominik und Benjamin Reding:
Coming Home.
Verlagsanstalt Alexander Koch,
2017, 208 S., 12 × 16.5 cm, gebunden,
ISBN 978-3-87422-001-9, 14.80 Euro



BÜCHER BESTELLEN
Schicken Sie Ihre Bestellung unter
Angabe Ihrer Postadresse an
leserservice@tec21.ch. Für Porto
und Verpackung werden pauschal
Fr. 8.50 in Rechnung gestellt.

MUSEUMSSUBVENTIONEN

Architekturvermittlung

Redaktion: Franziska Quandt

In der Vergangenheit unterstützte das Bundesamt für Kultur (BAK) sieben Museen mit jährlichen Betriebsbeiträgen. Darunter auch das einzige Architekturmuseum der Schweiz: das S AM. Im Frühjahr 2017 führte das BAK erstmals eine öffentliche Ausschreibung für diese Beiträge durch. Um sich für Fördergelder zu qualifizieren, müssen die Museen laut BAK eine gesamtschweizerisch bedeutende Ausstrahlung und Qualität aufweisen, über eine für das kulturelle Erbe der Schweiz bedeutsame und einzigartige Sammlung von hohem kulturellem Wert verfügen sowie eine innovative und breite Vermittlungsarbeit leisten. Ab 2019 bekommen viele Museen neu öffent-

liche Unterstützung, einige jedoch massiv weniger Geld oder werden gar nicht mehr unterstützt.

Auch das S AM steht nicht mehr auf der Liste der förderungswürdigen Museen. Andreas Ruby, Direktor des S AM, und Samuel Schultze, dessen Stiftungsratspräsident, sind sehr enttäuscht über den Entscheid des BAK. In ihrer Stellungnahme schreiben sie: «Dass ausgerechnet das einzige Architekturmuseum der Schweiz, das seine allgemein geschätzte Arbeit seit mehr als drei Jahrzehnten in privater Trägerschaft leistet, für eine öffentliche Kulturförderung des Bundes als verzichtbar betrachtet wird, trifft über das Museum hinaus die gesamte Baukultur in der



Weitere Informationen
finden Sie auf
www.espazium.ch/sam-kein-geld



Das S AM erhält ab 2019 keine Fördergelder mehr.

Schweiz.» Ab 2023 werden die Fördergelder wieder neu verteilt. Bleibt zu hoffen, dass das S AM dann wieder mit dabei ist und eine Lösung findet, den Zeitraum dazwischen zu überbrücken. •

BUILDING INFORMATION MODELLING

Wie können Planer von BIM profitieren?

In den letzten Jahren ist BIM vor allem als dreidimensionale Planungsmethode bekannt geworden. Die Methode geht aber weit über diesen Bereich hinaus, wie eine Analyse möglicher Anwendungen zeigt.

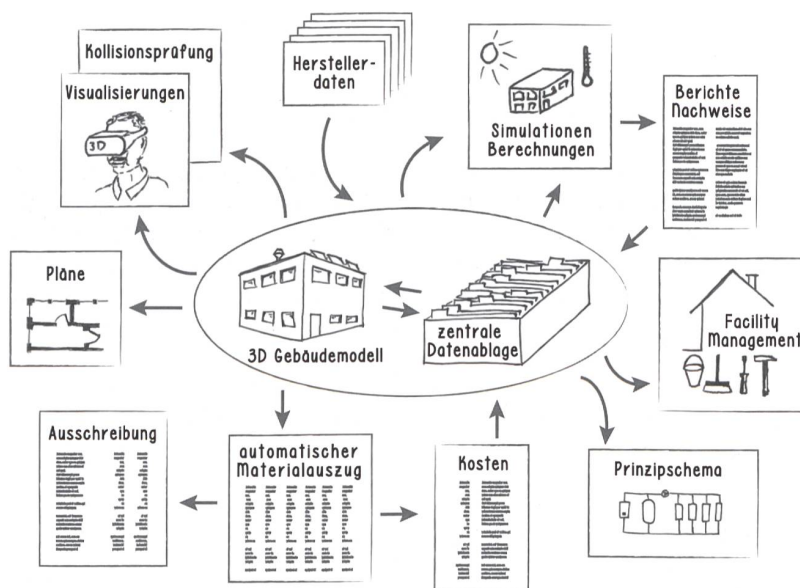
Text: Martin Aeberhard

Alle Planer im Hochbau sprechen heute von BIM, aber nur die wenigsten haben persönliche Erfahrungen, die über den Einsatz in der dreidimensionalen Planung von Projekten hinausgehen. Die folgende Analyse beleuchtet BIM in der ganzen Breite möglicher Anwendungen. Viele davon haben für Berufsfelder, die stark mit Berechnungen konfrontiert sind (z.B. Bauingenieure, Gebäudetechniker), zwar eine besondere Bedeutung. Mittelfristig werden aber sämtliche am Bau beteiligten Akteure mit den Auswirkungen konfrontiert sein.

Zeichnen/Modellieren

Das wichtigste Kommunikationsmittel im Baugewerbe sind nach wie vor Pläne, in der Regel Grundrisse, die zusammen mit Schnitten und Schemazeichnungen ein umfassendes Bild der geplanten Objekte abgeben. Pläne sind organisiert nach Bereichen, z.B. Stockwerke, und strukturiert in Schichten (Layer), die einzelne Teile und Anlagen des geplanten Bauwerks abbilden.

In den letzten Jahren wurde diese Darstellungsweise immer häufiger ergänzt durch räumliche Modelle, die mit perspektivischen, dreidimensionalen Abbildungen dargestellt werden können. Diese Art der Visualisierung hat den grossen Vorteil einer wirklichkeitsnahen Wiedergabe, die sowohl Laien als auch Profis einen intuitiven Zugang zum Projekt ermöglichen. Die zugrunde liegenden Modelle machen es möglich, dass sich die Betrachter virtuell im Gebäude bewegen und dabei die Planung prüfen können. Die Modelle werden ergänzt durch



Zukünftige BIM-Anwendung: erweitertes Informationsmodell und Formen der Datenverarbeitung und -darstellung.

Assistenten, die beispielsweise Kollisionen oder andere Fehler im Modell automatisch erkennen.

Mengen, Kosten, Termine

Die realistische Abbildung der einzelnen Bauteile ermöglicht es dem Planer, Bauelemente bestimmter Gewerke automatisch zusammenzuziehen. So erlauben es einige Programme, elektronisch verarbeitbare Listen von Elementen zu erstellen, wie sie für Mengenauszüge bei Ausschreibungen benötigt werden. Das bedingt freilich, dass sämtliche Elemente, die im Auszug erscheinen sollen, auch modelliert werden und die gewünschte Struktur der Ausschreibung bereits im Modell abgebildet wird. So lassen sich beispielsweise Lüftungskanäle nur dann in einem Auszug nach Anlagen ordnen,

wenn den einzelnen Kanalstücken bereits im Modell ein entsprechendes Attribut der jeweiligen Lüftungsanlage zugeordnet wird. Auch Informationen zum Zeitpunkt der Montage eines bestimmten Bauteils (4-D-BIM) oder zu den Kosten (5-D-BIM) lassen sich theoretisch bereits im Modell für die weitere Planung hinterlegen. Allerdings erlauben die meisten heute verfügbaren Zeichnungsprogramme das Erfassen solcher Informationen noch nicht. Als Zwischenlösung können die Kosten und Termine in einem Hilfsdokument gespeichert werden, in das der Zusammenzug der automatischen Auszüge abgefüllt wird.

Was weiter zu beachten ist: Das detaillierte Modellieren von Anlagen und das Abfüllen von Attributen (Eigenschaften) ist derzeit sehr zeitintensiv. Es gilt abzuwägen, ob

der generierte Nutzen diesen Aufwand rechtfertigt, zumal die Planung mit häufigen Projektänderungen verbunden ist und Modelle entsprechend mehrfach erstellt oder abgeändert werden müssen. In Zukunft dürften die verwendeten Programme aber zunehmend mit Hilfen zur Modellierung und zur vereinfachten Erfassung von Attributen ausgestattet sein.

Berechnungen/ Simulationen

Berechnungen und Simulationen für Komponentenauslegungen oder für behördliche Nachweise wurden früher mit einer Vielzahl unterschiedlicher Software-Tools durchgeführt, die selten vernetzt waren. Für jede Berechnung oder Simulation war die Erstellung eines neuen Modells erforderlich. Es gibt heute eine zunehmende Zahl von Berechnungen, die entweder bereits im Zeichnungsprogramm selbst durchgeführt werden oder mit Daten aus dem dreidimensionalen Modell über standardisierte Schnittstellen (IFC, gbXML) gespeist werden können. Dies sind zum Beispiel Raumtemperatursimulationen oder Energieberechnungen, Simulationen von Tages- oder Kunstlicht und vieles mehr. Zurzeit sind der Datenaustausch und die nötige Zuordnung von Eigenschaften je nach Aufgabe noch aufwendig. Auch in diesem Bereich ist aber damit zu rechnen, dass in Zukunft die Verwendungsmöglichkeiten und die Einfachheit der Schnittstellen und der Datenerfassung zunehmen werden.

Planungsunterstützung und Datenhaltung

Neben den rein geometrischen Informationen wie Dimensionen und Standort/Lage sind für viele Bauteile die technischen Daten oder die berechneten Einstell- oder Dimensionierungswerte von grosser Bedeutung. Dies können Angaben wie das Gewicht oder auch die verfügbare Heizleistung eines Heizkörpers sein. Diese Daten werden heute weitgehend unabhängig vom (dreidimensionalen) Modell bewirtschaftet und nur in gewissen Projektphasen in Plänen oder Schemata abgebildet. Die aktuell verfügbaren Programme und Datenschnittstellen sind nicht in der Lage, die grosse Zahl möglicher Informationen einheitlich zu hinterlegen und auszutauschen. Darüber hinaus sollen die Daten historische Veränderungen abbilden, um die Projektentwicklung zu dokumentieren. Die grossen Datenmengen haben zur Folge, dass eine Bewirtschaftung der Daten in den Zeichnungsprogrammen zu Problemen führt. Somit ist es sinnvoller, die Daten in externen Datenbanken zu bewirtschaften und von dort über Referenznummern mit den Projektmodellen zu verknüpfen. Hierzu gibt es erste Anwendungen auf dem Markt, die aber bisher nur mit bestimmten Zeichnungsprogrammen genutzt werden können. Der Datenstandard COBie (Construction Operations Building Information Exchange) wurde dazu entwickelt, nicht-geometrische Informationen zu Räumen und Anlagen für das Facility Management bereitzustellen.

In der Schweiz kaum bekannt, kommt der Standard bisher primär im angelsächsischen Raum und in den nordischen Ländern Europas zum Einsatz. Ein weiteres Thema ist der standardisierte Austausch von Herstellerinformationen zu Bauteilen, um den sich derzeit verschiedene nationale und internationale Normengremien bemühen.

Wie rasch sind diese Anwendungen umsetzbar?

Die genannten Beispiele fassen die aktuelle Herausforderung der Planungsbüros zum Thema BIM anschaulich zusammen: Viele spannende Anwendungen sind im Entstehen, Teile davon lassen sich heute bereits effizient nutzen – beides Gründe, die aktuelle Entwicklung sehr nah zu verfolgen und eigene Erfahrungen zu den verschiedenen beschriebenen Verwendungsmöglichkeiten zu sammeln.

Dabei ist der folgende Aspekt zu berücksichtigen: Die Anwendungen von BIM generieren Mehrwerte und einen Mehraufwand. Bei Projektbeginn muss mit dem Auftraggeber geklärt werden, ob er bereit ist, diese zu entschädigen. Im Planungsteam wiederum müssen die neuen Rollen und Verantwortlichkeiten geklärt werden. •

Martin Aeberhard,
BIM-Verantwortlicher bei Enerconom AG,
aeberhard@enerconom.ch



Wir setzen die Technik
von morgen bereits heute
täglich für Sie ein.

www.enerconom.ch
Bern | Solothurn

enerconom
Ingenieure für Gebäudetechnik

NEUBAU BÖZBERGTUNNEL

Bözbergtunnel in 3-D

Der Lockergesteinsvortrieb des neuen Bözbergtunnels wurde mithilfe parametrischer 3-D-Modelle geplant. Amberg Engineering und Implenia Schweiz wandten diese Vorstufe von BIM erfolgreich an.

Text: Eric Carrera und Karl Grossauer



Voreinschnitt Schinznach mit installierter Tunnelbohrmaschine vor dem Portal des neuen Bözbergtunnels. Links die rückverankerte Bohrpfehlwand.

Der neue, etwa 2.7 km lange Doppelspurtunnel am Bözberg ist derzeit das grösste Einzelprojekt der SBB auf dem 4-Meter-Korridor zwischen Basel und Chiasso. Er wird die bestehende Röhre ersetzen, die zukünftig als Dienst- und Rettungsstollen verwendet wird. Der Vortrieb der neuen Röhre begann im Herbst 2016, mittlerweile sind rund 1.5 km des Tunnels ausgebrochen. Die Einfachschild-Tunnelbohrmaschine mit einem Durchmesser von 12.36 m ist für einen Vortrieb im Fels ausgelegt, der jedoch nicht von Anfang an ansteht. Auf den ersten 175 m vom Südportal bei Schinznach treten quartäre Ablagerungen und stark verwitterter Fels mit lockergesteinsähnlichen Eigenschaften auf. Dieser Bereich wurde als Lockergesteinsvortrieb im Schutz eines

Rohrschirms auf Basis eines parametrischen 3-D-Modells projektiert und aufgeföhren.

Visualisierter 3-D-Vortrieb

Amberg modellierte den Voreinschnitt Schinznach mit seiner rückverankerten Bohrpfehlwand und der Portalwand, die als Nagelwand ausgebildet ist, sowie die 45 cm dicke Ausbruchsicherung aus Spritzbeton mit den darüber liegenden 12 m langen Rohrschirmetappen. Ausserdem bildete das Modell die Innenschale aus Ortbeton, das Abdichtungssystem mit einer druckhaltenden Vollabdichtung und zwei Lagen FPO-Folie und den kompletten Innenausbau mit Banketten, Leitungen, Kabelschutzrohren und Sohlauauffüllungen ab. Im 3-D-Modell konnten auch die später in der Aus-

föhhrung umgesetzten Ausbruchsequenzen des maschinenunterstützten Vortriebs im Lockergestein (Kalotten- und Strossenvortrieb mit einer Abschlagslänge von etwa 1 m), die Rohrschirmetappen und die Blockteilung visualisiert werden.

Zur Modellerstellung wurden zuerst die georeferenzierte Tunneltrasse importiert und die 2-D-Tunnelprofile mit einer BIM-Software gezeichnet. Das Positionieren und Ausrichten der Profile, die Erstellung der Volumenelemente sowie die Definition von Attributen und Familien erfolgten anschliessend in einer objektorientierten Programmierumgebung. Dadurch gelang es, Einschränkungen in der BIM-Software zu umgehen.

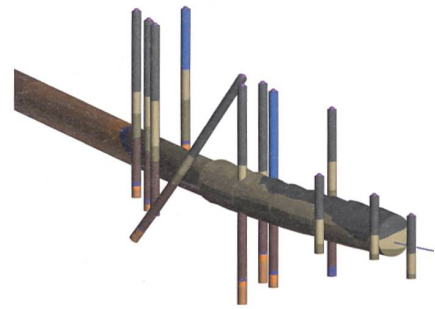
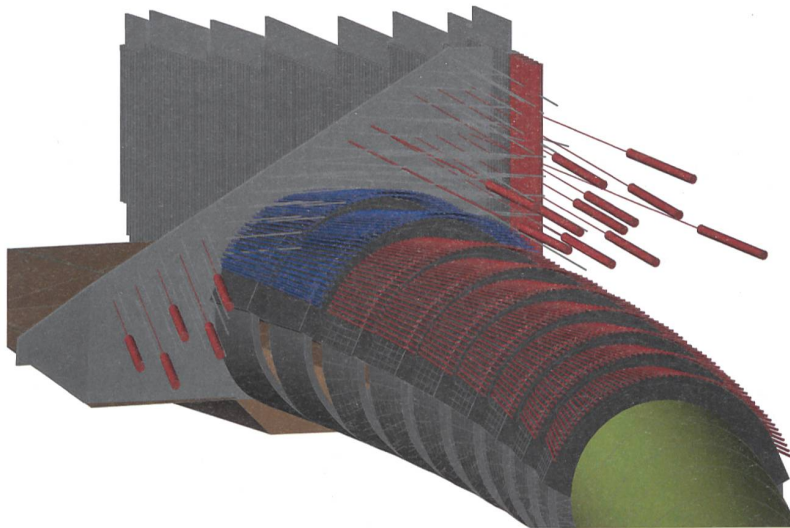
Das parametrische 3-D-Modell erlaubte es, geometrische Änderungen schnell umzusetzen und eventuelle Kollisionen zwischen den Bauhilfsmassnahmen (Rohrschirm) und den vorgespannten Ankern der Portalwand zu überprüfen. Die Verknüpfung mit dem Bauprogramm und dem Leistungsverzeichnis ermöglichte eine 4-D- respektive 5-D-Modellierung. Die Kabelföhhrungen im Bereich der Querschläge zwischen den beiden Röhren wurden in weiteren parametrischen 3-D-Modellen abgebildet.



Bauherrschaft
SBB

Generalunternehmung
Implenia

Ausführungsplanung
IG Bözberg Plus: Amberg Engineering,
Basler & Hofmann, F. Preisig, Heierli



Links: Parametrisches 3-D-Modell des Voreinschnitts Schinznach mit Lockergesteinsvortrieb und Rohrschirmetappen. Die Portalwand ist als Nagelwand ausgebildet und mit Vorspannankern gesichert. Hinten die rückverankerte Bohrpfehlwand.

Oben: 3-D-Geologiemodell.

Geologie in 3-D

Im südlichen Bereich der Tunnelstrecke befindet sich ein stark heterogener Übergang von Lockermaterial, bestehend aus unterschiedlich verwittertem Keuper, zu Fels. Die geologische Prognose aus dem Werkvertrag sowie der Befund während der Vortriebsarbeiten und zusätzliche Sondierbohrungen flossen georeferenziert in eine numerische 3-D-Modellierung der Geologie ein, deren Basis das parametrische Modell bildete. Die eingesetzte Software aktualisierte aufgrund der laufend eingegebenen Information den Verlauf der lithologischen Grenzen. Das 3-D-Modell visualisierte die örtlichen Verhältnisse im Tun-

nelnahbereich äusserst genau und führte bei Planern, Unternehmer und Bauherr zu einem übereinstimmenden Verständnis der vorliegenden geologischen Situation. So konnte frühzeitig die Startlage der Tunnelbohrmaschine im kompakten Fels bestimmt werden.

Weiterentwicklung ins BIM

Neben der Planung komplexer Geometrien und deren Berechnung erlauben parametrische 3-D-Modelle eine übersichtliche Darstellung der Schnittstellen und dienen durch die Visualisierung dem besseren Verständnis. Ferner sind, wie im Beispiel des 3-D-Geologiemodells, alle Informationen in einem einzigen

Modell vereinbart – single source of truth. Die Weiterentwicklung der 3-D-unterstützten Planung soll in Richtung eines konsolidierten Koordinationsmodells gehen. Dieses enthält Bauteilgeometrien, Attribute und Informationen und hat die Aufgabe, den Informationsaustausch aller Stakeholder (Bauherr, Unternehmer, Planer) zu gewährleisten, indem Informationen direkt eingefügt und auch abgerufen werden können. Dies wären die nächsten Schritte hin zu einem ganzheitlichen Building Information Modelling – BIM. •

Eric Carrera, Teilprojektleiter Bözbergtunnel bei Amberg Engineering

Karl Grossauer, Gesamtprojektleiter Bözbergtunnel bei Amberg Engineering



STEIGER BAUCONTROL AG

Bauimmissionsüberwachung

6000 Luzern

Tel. 041 249 93 93

mail@baucontrol.ch

- Überwachung und Bewertung von Erschütterungen nach Norm SN 640 312a
- Messungen unabhängig von Bauleitung und Projektverfasser

www.erschuetterung.ch



INNOVATIONSPREIS BAUDYNAMIK 2017

Für eine leisere Welt

Nicht nur Erdbeben, auch Erschütterungen aus Verkehr und Körperschall betreffen viele Menschen und das Fachgebiet der Baudynamik. Ein Experte, der die Welt ein Stück leiser macht, erhält nun eine Ehrung.

Text: Hugo Bachmann, Martin Koller

Der Innovationspreis Baudynamik der Stiftung für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen geht 2017 an Gérard Rutishauser. Damit wird sein entscheidender Beitrag zur Entwicklung des Fachgebiets «Schutz vor Körperschall und Erschütterungen» vor allem bei Grossprojekten des Schienenverkehrs im deutschsprachigen Raum gewürdigt.

Seit Beginn seiner beruflichen Laufbahn interessierte sich Gérard Rutishauser für Umweltfragen und Lärmakustik. Im Zusammenhang mit Lärmklagen bei der neuen Zürcher Flughafenlinie der

SBB und anschliessend bei der Planung der Zürcher S-Bahn wurde er erstmals auch mit Erschütterungsproblemen konfrontiert. Zu diesem Thema gab es damals weder fertige Modelle noch anerkannte Richtwerte. Kaum vorhandene Fachliteratur und fehlende. Möglichkeiten zur Ausbildung erschwerten das Thema zusätzlich. Gérard Rutishauser erarbeitete sich daher projektbezogen als Autodidakt die notwendigen Kenntnisse. So eignete er sich ein profundes physikalisches Verständnis baodynamischer Phänomene an. Besonders bei unterirdischen Verkehrsanlagen, vor allem innerstädtischen Eisenbahntunneln, machte sich der Preisträger als führender Experte einen Namen.

Mit seinem Team deckte er das ganze Spektrum von Körperschall und Erschütterungen ab: Prognose und Beurteilung, Massnahmenplanung, Überwachung der Umsetzung und Messung der Wirkung. Dank zahlreicher erfolgreicher Tätigkeiten auch in Deutschland und Österreich trug Gérard Rutishauser entscheidend dazu bei, den guten Ruf des Schweizer Ingenieurwesens im Ausland zu festigen. In späteren Jahren setzte sich



Gérard Rutishauser schloss sein Bauingenieurstudium an der ETH 1974 ab. 1991 gründete er das Ingenieurbüro Rutishauser für Bau, Verkehr und Umwelt, das er bis zu seiner Pensionierung im Jahr 2006 leitete. Zeitweise arbeitet Gérard Rutishauser noch freiberuflich als Experte für Fahr- bahntechnik im Schienenverkehr.

Gérard Rutishauser immer mehr mit Fragen der modernen Fahr- bahntechnik auseinander. So war er insbesondere beim Bau des Gotthardbasistunnels als Experte in diesem Bereich tätig. •

Hugo Bachmann, Prof. em. ETH
h.bachmann@ibk.baug.ethz.ch

Dr. Martin Koller, Präsident der
Stiftung für Baudynamik und Erd-
bebeningenieurwesen



INNOVATIONSPREIS BAUDYNAMIK

Mit dem Preis werden Persönlichkeiten ausgezeichnet, die sich durch hervorragende Leistungen und Innovationen um das Fachgebiet Baudynamik verdient gemacht haben. Entscheidend sind originelle und nachhaltige Entwicklungen in den Bereichen Wissenschaft, Technik, Recht oder Politik. Der mit 5000 Fr. dotierte Preis wird von der Stiftung für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen 2017 zum fünften Mal vergeben. Weitere Informationen und Preisträger auf www.baudyn.ch



Berlin Hauptbahnhof

Die Nord-Süd-Fernbahn Berlin stellt eines der bedeutendsten Projekte des innerstädtischen Bahnbaus hinsichtlich des Erschütterungsschutzes dar. Die Projektierung erfolgte ab etwa 1992, die Inbetriebsetzung am 28. Mai 2006. Im Auftrag der Deutschen Bahn AG war Gérard Rutishauser verantwortlich für die Erschütterungsprognosen, die Auslegung und Ausschreibung der erforder-

lichen Massnahmen, das Planfeststellungsverfahren und die Fachberatung der Oberbauleitung in der Ausführungsphase. Insgesamt wurden auf der Strecke zwischen Berlin Hauptbahnhof und dem Landwehrkanal über 8000 Gleis- meter Masse-Feder-Systeme verschiedenster Bauart verbaut.

Links: Berlin Hauptbahnhof, Nord-Süd-Tunnel. Die Weichen liegen auf einer durchgehenden, auf Einzellagern elastisch gelagerten Gleistragplatte mit einer Eigenfrequenz von 7 Hz.