

Personensimulationen bei Planung und Betrieb von Bahnanlagen

Durch die höhere Rechenkapazität können Simulationsmodelle nicht nur bei Planung und Bau, sondern auch beim Betrieb von Verkehrsanlagen eine Unterstützung sein.

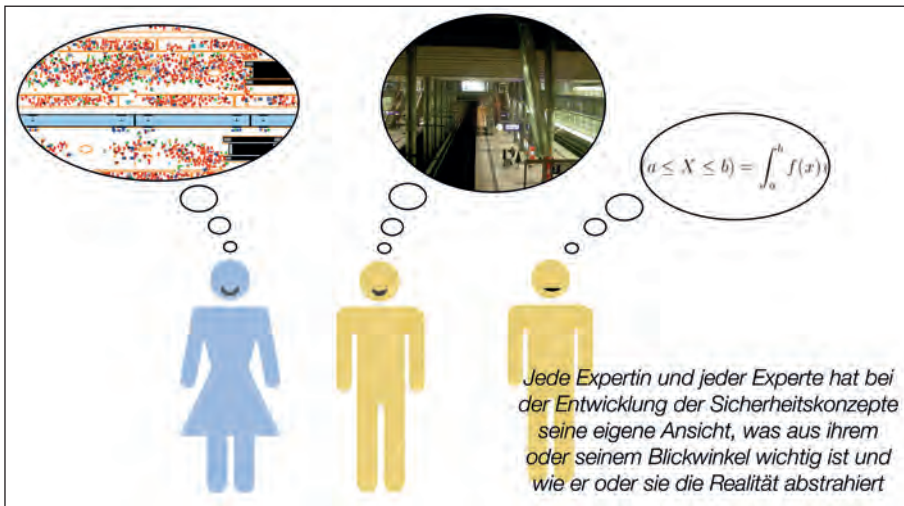


Abb. 1: Verschiedene Fachspezialisten haben individuelle Sichtweisen auf ein Bauwerk.

Quelle: [8]

Sascha Behnsen

Beim Bau von neuen Infrastrukturen stand man stets vor der Situation, dass sicherheitsrelevante Fragen, wie die Entfluchtung im Notfall, schlecht vor dem Bau bereits abgeschätzt werden konnten. Früh wurden deshalb Berechnungsverfahren auf der Basis von empirischen Untersuchungen entwickelt. Mit dem Aufkommen von erschwinglichen Computern mit hinreichender Rechenkapazität wurden auch Softwareprodukte entwickelt, die es Brandschutz- und Sicherheitsplanern ermöglichen, Entfluchtungsnachweise zu liefern oder Brände zu simulieren.

Die Rechnerleistung ist mittlerweile sehr hoch und selbst einfache Smartphones besitzen Mehrkernprozessoren. Simulationsmodelle bieten so erstmals die Chance, völlig neue Einblicke in die Planung von Verkehrsbauwerken zu geben, die eine ganzheitliche Betrachtung des Bauwerks während des gesamten Lebenszyklus ermöglichen. Dennoch stößt man auch heute noch an technische Grenzen bei der Modellierung, da Simulationen für einzelne spezielle Fragestellungen bei den Bahnen existieren, aber noch keine einheitlichen Austauschformate oder eine etablierte Plattform, über welche die Ergebnisse miteinander verknüpft werden können.

Die Basis für Simulationen bei der Eisenbahn

Rechtlich gibt es kein Gesetz, welches Personensimulationen bei der Eisenbahn vorschreibt. Allerdings ergibt sich aus § 4 AEG, dass ein Infrastrukturbetreiber einen sicheren Betrieb zu gewährleisten hat. Entsprechend haben sich anstatt Handrechenverfahren auch Brand- und Personenstromsimulationen bei der Errichtung oder dem Umbau von komplexen Verkehrsstationen als geeignete Mittel für Sicherheitsnachweise etabliert.

Für die bundeseigenen Eisenbahnen gibt es seitens der DB Station & Service AG Anmerkungen hierzu in den Richtlinien 81301 und 81302 [1] und ergänzende Handbücher [2, 3, 4], die umfassend und detailliert Anforderungen an Brandsimulationen oder an Personenstromanalysen erläutern.

Wiederum für die Gutachter selber gibt es einen Leitfaden des Vereins zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V. (vfdB) [5] zu Ingenieurmethoden sowie eine Richtlinie für mikroskopische Entfluchtungs-Analysen (RiMEA) des gleichnamigen Vereins [6].

Demgegenüber sind Simulationen von Entfluchtungen in Tunneln keine explizite Vorgabe seitens der DB Netz AG bzw. der Normen, wie der vom Eisenbahn-Bundesamt herausgegebenen Tunnelrichtlinie oder gar der Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI). Üblicherweise wird

von einer Selbstrettung in der nächsten Station ausgegangen.

Die Einsatzgebiete

Die Simulation von Personenströmen ist neben Handrechnungen bei zwei Fällen in Verkehrsstationen vorgesehen:

- Dimensionierungsnachweis einer Infrastruktur für den laufenden Betrieb für Haupt- und Nebenverkehrszeit sowie
- Entfluchtungsnachweis für eine maximale Personenzahl im Ereignisfall, wie einem Brand.

Die Brand- bzw. Verrauchungssimulationen finden technisch bedingt isoliert statt (nachstehend erläutert) und sollen Aufschluss darüber geben, wie lange die Bedingungen für Selbst- und Fremdrettung vorhanden sind. Zusätzlich werden anlassbezogen bei einzelnen Umbaumaßnahmen Personenstromsimulationen durchgeführt, wenn es sich um komplexe Bauwerke handelt.

Verschiedene Modelle Räumlich diskrete Modelle

Aufgrund der früher begrenzten Rechenkapazität, basierten die ersten Modelle auf einer Aufteilung des Raumes in regelmäßige Zellen, wie die eines Schachbrettes. Nach dem Prinzip „Zellulärer Automaten“ setzten sich sogenannte räumlich diskrete Individualmodelle durch, bei dem zwar einzelne Menschen abgebildet sind, diese sich aber in einem quadratischen Raster von 0,5 m, ähnlich Schachfiguren, bewegen (z. B. buildingExodus oder PedGo).

Der Vorteil ist heute noch eine sehr rasche Rechenzeit, selbst bei zehntausenden Personen, was die Modelle besonders für große Szenarien, wie Stadien oder Veranstaltungsorte, prädestiniert. Der Nachteil dieses Modells ist, dass mit den zellengebundenen Personen keine Maximalbelastung von mehr als 4 Personen/m² simuliert werden kann. Außerdem ist selbst in etablierten Programmen die explizite Darstellung von mobilitätseingeschränkten Personen nur indirekt über die Agilität oder Dimensionierung der Person gegeben. Gleiches gilt bei Parametern, wie Gepäck.

Die Dynamik von beweglichen Objekten ist erst seit einiger Zeit möglich. Nachteilig ist auch, dass Infrastrukturen dem Raster unterworfen sind und somit unpräzise modelliert werden müssen.

Räumlich kontinuierliche Modelle

Demgegenüber kamen mit der steigenden Rechenkapazität sogenannte räumlich kontinuierliche Modelle auf, die eine exakte Dimensionierung eines zu modellierenden Gebäudes ermöglichen und eine freie Beweglichkeit der simulierten Personen innerhalb des Simulationsraumes erlauben (z. B. ASERI, Simwalk und Vis-sim).

Man spricht bei beiden Modellen auch von mikroskopischen bzw. Mikrosimulationen, da sie eine feinteilige Sicht auf die einzelnen Individuen ermöglichen.

Während im räumlich diskreten Modell eine Treppe mit 70 cm Innenbreite nur einem Gehbereich von 50 cm oder 100 cm entsprechen könnte, bliebe dies im räumlich kontinuierlichen Modell eine mit 70 cm Breite.

Dieses Modell bietet auch mehr Begreifbarkeit für Nicht-Experten, da viele der Softwarewerkzeuge so fortgeschritten sind, dass sie fast alle 3D-Fähigkeiten besitzen und ähnlich komplexe visuelle Welten ermöglichen, wie sie aus Computerspielen bekannt sind. Mittlerweile gilt dies mit den spezifischen Einschränkungen auch für räumlich diskrete Modelle.

Bedingt durch die Alltäglichkeit von Animationen in den Medien, erwarten Kunden auch die realitätsnahe Simulation von dynamischen Objekten, wie Bussen, Zügen oder Straßenbahnen. Dies gilt auch für die Darstellung von Handicaps bei Menschen. Besonders bei Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung oder bei Betreibern mit hochbelasteten Infrastrukturen wird dies erwartet. Dies als vernachlässigbar zu betrachten, wird nicht mehr akzeptiert.

Ein auch von kbr-projekte genutztes Produkt ist explizit in der Lage, sämtliche Formen von Handicaps, sei es Gepäck, Fahrräder, Rollatoren oder Rollstühle, darzustellen.

Die Vor- und Nachteile der Modelle und die Vorteile von Simulationen zeigen sich erst bei den verschiedenen Aufgabenstellungen und sind somit auch in Zusammenhang mit Brandsimulationen zu setzen, denen bei der Planung einer Station eine besonders hohe Bedeutung zukommt.

Dimensionierungsnachweis

Die Bemessung der Bahnsteigzugangsbreite nach Reisendenaufkommen wird gemäß DS 813.0202A01 durchgeführt und wird dort anhand von empirisch ermittelten Werten berechnet.

Dieses Verfahren hat sich einerseits bewährt, andererseits zeigen gerade Mikrosimulationen, dass die Dimensionierung eines Zugangs in sich schlüssig und korrekt in Bezug zur Kapazität stimmen kann, aber nicht notwendigerweise im Gesamtspiel mit der Architektur. Kleinere Details oder spätere Bahnsteigebauten können die Leistungsfähigkeit einer Anlage nachhaltig stören oder sogar minimieren. Dies lässt sich nicht immer hinreichend mit Handrechnungen nachvollziehen.

Besonders bei großen Bahnhöfen oder unterirdischen Anlagen werden deshalb ergänzend Personenstromsimulationen durchgeführt.

Hieraus ergab sich die Frage, ob nicht ein Simulationsmodell bereits in der Entwurfsphase eines Bauwerks erstellt werden könnte, um verschiedene Aufgaben zu bewältigen, die im Folgenden beschrieben werden.

Die Vorteile lägen insofern auf der Hand, als dass es verschiedenen Fachleuten und auch Entscheidern für den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks zur Verfügung stehen könnte. Technisch gibt es Programme, die dies leisten könnten. Denn den Bauherren stehen von der Fachseite oft unterschiedliche Sichtweisen und Präferenzen bei Produkten gegenüber (Abb. 1).

Fehlen dann noch verbindliche Kriterien speziell für Bahnanlagen, um eine Vergleichbarkeit von Ergebnissen zu erreichen, wie z. B. zur Verkehrsqualität, wird es für Gutachter und Bauherren schwierig. Manche Gutachter greifen deshalb sogar auf Regelwerk aus dem Straßenverkehr zurück [7].



WIR STELLEN FÜR SIE DIE WEICHEN
DAMIT SIE NICHT DEN ANSCHLUSS VERPASSEN.



In sensiblen Bereichen, wie in öffentlichen Gebäuden und Einrichtungen oder Schienenfahrzeugen, sind die Anforderungen zum Schutz der allgemeinen Sicherheit sehr hoch. Alle diese Anforderungen vereinigen wir mit unserem eingetragenen Markennamen SABIX®.

Die SABIX® Rail-Leitungen erfüllen die höchsten Sicherheitsstandards nach DIN EN 45545-2.

Wir entwickeln kontinuierlich neue Lösungen für und mit unseren Kunden. Zukünftig auch mit Ihnen? Sprechen Sie uns direkt an und vereinbaren einen Termin mit uns!

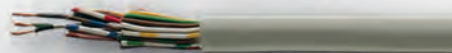
HALOGENFREIE
LEITUNGEN

DIN EN 45545-2
Ausgabe 2013

SABIX® R 660 FRNC CAT 5e / CAT 6



SABIX® R 605 FRNC



SABIX® R 615 FRNC



SABIX® R 645 FRNC TP



SABIX® A 156 FRNC



SABIX® R 600 FRNC



SABIX® R 638 FRNC



SABIX® A 285 FRNC X



SAB BRÖCKSKES GmbH & Co. KG
Grefrather Str. 204-212 b · 41749 Viersen
Telefon: 0 21 62 / 898-0
bahntechnik@sab-broeckskes.de
www.sab-worldwide.com

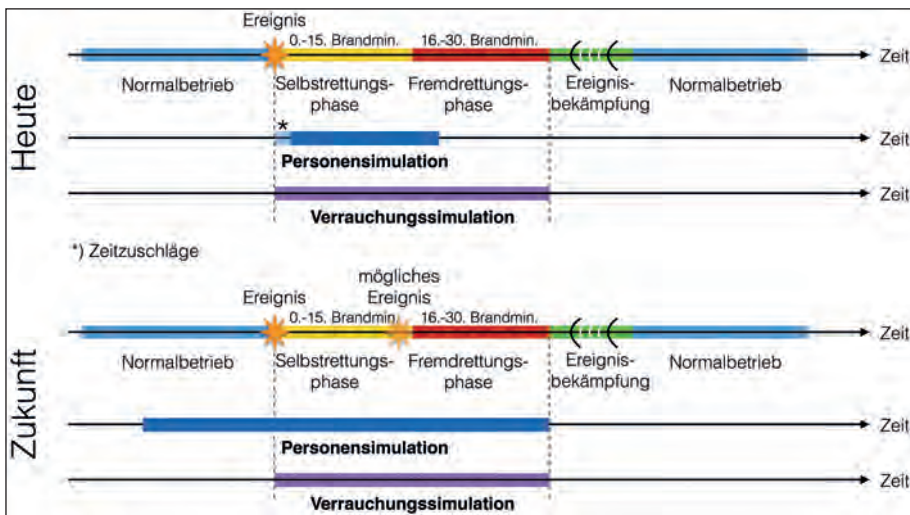


Abb. 2: Simulationszeiträume gemäß a. R. d. T. und wie sie durch aktuelle Softwareentwicklungen heute ausgedehnt werden könnten. Grafik: S. Behnsen unter Einbeziehung von [2]

Die Möglichkeiten von Simulationsprogrammen sind heute so vielfältig, dass sich daraus auch neue Einblicke ergeben, die für Bahninfrastruktur sehr wichtig sind und über Sicherheitsfragen hinaus gehen. Obwohl die Dynamik des Verkehrs in einer Station bereits simuliert werden kann, spielt der Aspekt im Eisenbahnsektor noch keine bedeutende Rolle. Die Wechselwirkung zwischen ein- und ausfahrenden Zügen, dem Fahrgastwechsel und dem Geschehen auf den Bahnsteigen, sorgt für lokal unterschiedliche Pulkbildungen, die besonders bei komplexen Verkehrsbauwerken zu problematischen Engpässen führen können. Daraus entstehende Verzögerungen im Betriebsablauf könnten sogar frühzeitig in die Betriebsplanung einfließen (hierauf wird später noch eingegangen).

Visualisierung

Die Vorstellung einer Planung vor Entscheidungsträgern oder der Öffentlichkeit erfordert heute häufig 3D-Visualisierungen. In den Produkten sind oft Im- und Export-Schnittstellen vorhanden. Damit können Simulationsdaten der Laufwege von Personen in 3D-Szenarien, die mit Spezialprogrammen auf der Grundlage der Architekturdaten der Planer erzeugt wurden, eingebunden und dargestellt werden. Da umgekehrt sehr hochwertige 3D-Module in manchen Simulationswerkzeugen existieren, ist auch ein Import von 3D-Objekten aus anderen Programmen in die Simulation möglich. Dabei sollte nicht die Tatsache außer Acht gelassen werden, dass neben der Optik auch das Rechenmodell dahinter hinreichend gut den Sachverhalt abbilden muss. Sprich: was bringt eine Software, die schöne Szenarien generiert, aber inhaltlich angreifbare Ergebnisse liefert?

Entfluchtungsnachweis

Aus den Regelwerken ergibt sich die Aufteilung in die Selbst- und in die Fremddret-

tungsphase ab dem Brandbeginn (vgl. auch [9] in Bezug auf unterirdische Personenverkehrsanlagen). Personensimulationen werden heute für den Nachweis einer vollständigen Entfluchtung aller Reisenden genutzt. Entweder wird das Einhalten der vorgegebenen Selbstrettungszeit untersucht oder die Zeit bis zum Erreichen einer bestimmten Raumdichte. Bis heute gibt es keine ganzheitliche Simulation, die Brandereignis und Personenströme zugleich berechnen kann. Vielmehr haben sich historisch und rechen-technisch bedingt, verschiedene spezialisierte Softwareprodukte entwickelt.

Die Brandsimulationsmodelle selber sind sehr komplex und berechnen räumlich Gasausbreitungen unter Berücksichtigung vielfältiger chemischer und thermodynamischer Prozesse (z.B. Feldmodell wie Kobra3D, Smartfire oder FDS). Hierzu wird der Raum in regelmäßige, dreidimensionale Zellen aufgeteilt.

Geschwungene Formen können somit nur als treppenförmige Struktur, abhängig von der Zellgröße, abgebildet werden. Je mehr Zellen aber ein solches Modell hat, desto komplexer und damit rechenaufwändiger wird es. Hier liegen Rechenwerte schnell im Bereich von Tagen oder bei großen Szenarien bei Wochen.

Es verwundert nicht, dass räumlich diskrete Personensimulationen perfekt mit dieser Zellenaufteilung harmonieren, da sie die Zellenstruktur selber nachbilden. Hierbei werden aus der Brandsimulation Parameter, wie z.B. die Konzentration von Brandgasen oder von Hitze, in Abhängigkeit von der Zeit ermittelt und in das Modell importiert. Diese Werte haben dann während der Personensimulation direkten Einfluss auf die Agenten. Ein Hersteller bietet eine räumlich kontinuierliche Mikrosimulation an, die auch auf die getrennt berechneten Branddaten zurückgreifen kann.

Grenzen beim Entfluchtungsnachweis

Obwohl räumlich diskrete Modelle detailliertere Abbildungen der Realität ermöglichen und auch hohe Rechnerkapazitäten zur Verfügung stehen, scheitert bis heute eine Verbindung von Brand- und Personensimulation in einem Modell.

Brandsimulationswerkzeuge bieten auch keine echte Dynamik von Objekten in der Simulation, außer „Vorhandensein“ oder nicht. Somit sind z. B. keine fahrenden Züge darstellbar, sondern nur einer, der steht. Eine Rauchsleppe kann so nur mit Abstrichen modelliert werden. Es ist einsichtig, dass solche Fragestellungen besonders bei der Eisenbahn von besonders großer Bedeutung wären.

Eine weitere Limitierung der bis heute etablierten Aufteilung in Fremd- und Selbstrettungsphase ist die Starrheit des Szenarienaufbaus. Der Beginn der Simulation liegt bisher stets innerhalb der Selbstrettungsphase. Das Szenario ist abgeschlossen, wenn die Reisenden in Sicherheit sind.

Technisch gibt es aber mit einem Produkt seit geraumer Zeit die Möglichkeit, nicht nur ein Ereignis in einer laufenden Simulation des Normalbetriebs beginnen zu lassen, sondern sogar weitere auszulösen. Dies ermöglicht einen fließenden Übergang zum Ereignisfall mit den folgenden Selbst- und Fremddrettungsphasen (Abb. 2).

Besonders in Ländern mit erhöhtem Terrorpotenzial wurde diese Funktion erfolgreich eingesetzt, da hier auch die Gefahr von sogenannten „Second Strikes“ gegeben ist. Damit sind Folgeereignisse, wie eine weitere Explosion, gemeint. Da das Produkt auch Handicaps vollständig abbildet, können damit detaillierte Szenarien modelliert werden.

Möglichkeiten bei Tunnelbauwerken

Bisher wird bei Tunneln sowohl von Infrastrukturbetreiberseite als auch seitens der Aufsichtsbehörde darauf verwiesen, dass eine Entfluchtung in einem Tunnel ein sehr unwahrscheinlicher Fall sei, weil üblicherweise Züge in Stationen geräumt werden sollen.

Doch können gerade mit Simulationen als unwahrscheinlich eingestufte Szenarien, wie die Räumung im Tunnel, modelliert werden. Auch wenn solche Fragen im ersten Augenblick eine Planung angreifbar erscheinen lassen, kann eine Simulation helfen, Kostenminimierungen bei gleichzeitiger Erhöhung der Sicherheit zu ermitteln.

Besonders in Bezug auf die Ausgestaltung von Querschlägen, bei zweiröhrenigen Tunneln, hatten Fallstudien bei kbr-projekte gezeigt, dass diese erheblichen Einfluss auf die Entfluchtungsdynamik haben können. Dies bedarf einer eigenen Darstellung.

Weitere Anwendungen im Lebenszyklus

Kommerzielle Nutzung vs. Sicherheit

Mikrosimulationen sind heute auch in der Lage, die Ausgestaltung von Verkaufs- und Serviceeinrichtungen mit abzubilden. Daraus können komplexe Fragestellungen im Spannungsfeld zwischen kommerziellen Aspekten und denen der Sicherheit abgeleitet werden; also zwischen Flächennutzung oder Raumaufteilung auf der einen Seite und Brandschutz- und Sicherheitsaspekten auf der anderen Seite.

Dies spielt vor allem dann eine Rolle, wenn im Laufe der Jahre neue Raumkonzepte oder Veranstaltungen geplant werden sollen und ihre Wechselwirkungen mit den Personenströmen zu untersuchen wären.

Verkehrsbauwerk im laufenden Betrieb

Wie vorstehend erwähnt, spielt die Simulation der Wechselwirkung zwischen der Betriebsabwicklung des Eisenbahnverkehrs in einer Station und die Auswirkungen auf die Wege in diesem Bauwerk faktisch keine Rolle bei den Eisenbahnen. Und dies, obwohl ein Produkt eine

Schnittstelle zum Austausch von Fahrplandaten mit Eisenbahnbetriebsimulationen anbietet. Damit können Wechselwirkungen zwischen Störungen im Eisenbahnnetz und dem Fahrgastwechsel in den Stationen in Bezug auf die Betriebsstabilität untersucht werden.

Dies bedeutet, dass in der Fahrplansimulation zusätzliche Verspätungen als Ergebnis aus der Personensimulation berücksichtigt werden können. Auf der anderen Seite kann in der Personensimulation der Verspätungsfahrplan und die daraus resultierenden speziellen Personenstromsituationen berücksichtigt werden.

Ziel: ein Modell für den gesamten Lebenszyklus

Simulationen können kein Abbild der Realität sein, sondern nur eine gewisse Realitätsnähe mit einer gewissen statistischen Wahrscheinlichkeit bieten. Dementsprechend spielt die Modellierung, die Wahl der Parameter und der Prämissen hier eine entscheidende Rolle, ebenso wie das dabei einfließende Expertenwissen.

Ziel sollte es deshalb sein, trotz verschiedener Produkte, einheitliche Standards für be-

stimmte Daten zu schaffen. Auch sollte die Berechenbarkeit des gleichen Szenarios mit verschiedenen Algorithmen möglich sein.

Anstatt mehrerer einzelner Modelle, sollte ein Modell für den gesamten Lebenszyklus auf der gemeinsamen Grundlage verschiedener beteiligter Experten entwickelt werden (Abb. 3). Besonderes Augenmerk sollte bei den Herstellern zukünftig auf der Verknüpfung von Brandsimulation und dem Personensimulationsmodell liegen.

Der zeitliche Aufwand für den Aufbau des Modells reduziert sich erheblich gegenüber der Erstellung vieler einzelner. Das Modell kann danach mit den Aufgabenstellungen mitwachsen. Gerade wenn es um kleinere, infrastrukturelle Varianten geht, kann die Anpassung und Neuberechnung schneller gehen, als die Anberaumung eines Meetings, um Varianten erst festzulegen. Bei der Kommunikation mit Externen (z. B. bei der Öffentlichkeitsbeteiligung) bedarf dies aber auch eines intensiven und selbstkritischen Austausches, um z. B. unwahrscheinliche, aber dennoch mögliche Ergebnisausgänge einzuordnen. Simulationen bieten damit aber auch die Chance, durch mehr Begreifbarkeit auch

Voraussetzung reine Luft – für die Sanierung von Gleisanlagen!

Von ganz unten bis weit nach oben: saubere Luft auf allen Ebenen!

Forschung und Entwicklung sowie jahrzehntelange Erfahrung im Tunnelbau und im Bergbau: Diese Voraussetzungen machen CFT Compact Filter Technic und Korfmann Lufttechnik zu führenden Anbietern für Entstaubungs- und Belüftungssysteme.

Engineering aus einer Hand:

- Beratung
- Planung
- Entwicklung
- Konstruktion
- Fertigung
- Montage
- Service

Die gefilterte Abluft ist reiner als die Umgebungsluft – mit mühelos erzielten Abscheidungsgraden von nahezu 100 %. Die Bauweise der Anlagen erlaubt kompakte und flexible Baugrößen und variable Leistungsauslegungen von 30 bis 3.000 m³ / min.



CFT GmbH
Compact Filter Technic

Beisenstraße 39-41
45964 Gladbeck • Germany
Tel. +49 (0) 20 43 / 48 11-0
Fax +49 (0) 20 43 / 48 11-20
E-Mail: mail@cft-gmbh.de
www.cft-gmbh.de



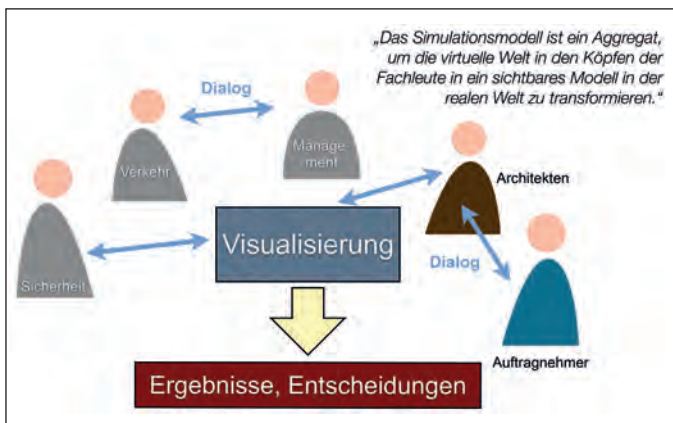


Abb. 3: Ein Simulationsmodell sollte die verschiedenen Blickwinkel von Fachleuten zusammenführen helfen und Entscheidungen erleichtern. Quelle: [8]

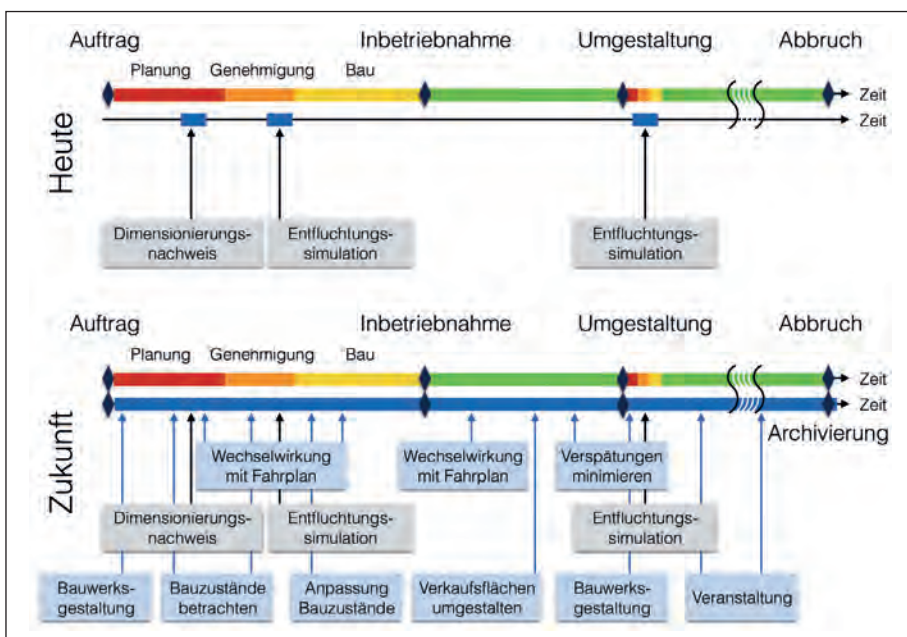


Abb. 4: Gegenüber heute könnte zukünftig ein Simulationsmodell den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks begleiten und weitere Themenkomplexe abdecken.

mehr Vertrauen in die Planung zu schaffen und dabei stets von neuen Sichtweisen zu profitieren. Mit BIM und der 5-D-Planung beginnen die Ansätze bereits bei den Plänen und Unterlagen. Simulationen können hier noch einen Beitrag leisten, weitere Synergien zu nutzen.

Fazit
Simulationen spielen heute eine immer größere Rolle, auch bei der Planung von Bahnanlagen. Allerdings gibt es zwischen den verschiedenen Programmen am Markt keine hinreichenden Standards zum Austausch von Daten, denn für verschiedene Fragestellungen

kommen oft verschiedene Produkte zum Einsatz. Ziel sollte es im Sinne eines ganzheitlichen Infrastruktur-Life-Cycle-Managements sein, dass ein Simulationsmodell bereits in der Konzeptphase aufgebaut wird und den ganzen Lebenszyklus begleitet. Wird das Modell auf der Basis verschiedener Fachleute aufgebaut, kann es diese nicht nur bei der Planung, sondern auch im laufenden Betrieb eines Bauwerks unterstützen (Abb. 4). Technisch und theoretisch ist man in der Bahnbranche dazu in der Lage. Es bedarf nun der Praxis, diesen Ansatz weiterzuentwickeln.

LITERATUR

- [1] Richtlinien 81301 und 81302 „Personenbahnhöfe planen und bauen – DB Station & Service AG, 01.05.2012
- [2] Bemessungsbrände für S-Bahnen und den Gemischten Reisezugverkehr – Anwenderhandbuch – DB Station & Service AG, 21.06.2010
- [3] Anforderungen der DB Station & Service AG an ganzheitliche Brandschutzkonzepte für Personenverkehrsanlagen, 01.06.2012
- [4] Planungsvorgaben für die brandschutztechnische Ausstattung unterirdischer Personenverkehrsanlagen (uPva) – DB Station & Service AG, 15.04.2011
- [5] Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V. (vfdB); Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB), Referat 4; Hosser, D. (Hrsg.): Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes, Technischer Bericht vfdB TB 04-01, 3., überarbeitete und ergänzte Auflage, Altenberge, Braunschweig, November 2013
- [6] RiMEA e.V.: Richtlinie für Mikroskopische Entfluchtungsanalysen – RiMEA, Version: 2.2.1 - 08. Juni 2009
- [7] Das HBS (Handbuch zur Bemessung von Straßenverkehrsanlagen) in der Fassung von 2001, ergänzt 2005, definiert eigene Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs. Es wurde z. B. bei Stuttgart 21 für die dortigen Dimensionierungsnachweise angewandt.
- [8] Behnsen, S.: Mikrosimulationen als Hilfsmittel zur Untersuchung von Räumungs- und Evakuierungsszenarien von Bahnhöfen und Flughäfen, Vortrag im 7. Arbeitskreis „Räumung und Evakuierung der ISA e.V., kbr-projekte – Arbeitsgruppe Schienenverkehr der B.A.U. GmbH, Esslingen, 13.07.2012
- [9] DB Station & Service AG: Planungsvorgaben für die brandschutztechnische Ausstattung unterirdischer Verkehrsanlagen (uPVA), Ausgabe 2.1., Berlin, 15.04.2011; Bild 1, S. 4



Dipl.-Inform., Dipl.-Geogr.
Sascha Behnsen

Leiter von kbr-projekte, der Arbeitsgruppe Schienenverkehr und Netze der B.A.U. GmbH, Schorndorf
behnsen@kbr-projekte.de

Zusammenfassung

Personensimulationen bei Planung und Betrieb von Bahnanlagen

Personenstromanalysen und Brandsimulationen werden heute für isolierte Fragestellungen im Eisenbahnsektor eingesetzt. Obwohl technisch möglich, ist es nicht üblich, ein ganzheitliches Simulationsmodell für den gesamten Lebenszyklus aufzubauen. Auch werden Simulationen noch nicht als Chance verstanden, selbst unwahrscheinlichere Szenarien zu untersuchen, um damit bereits früh in der Projektphase kritische Aspekte projektintern oder im Austausch mit Externen (Politik, Bürgerbeteiligung) zu berücksichtigen. Ein ganzheitliches Modell kann das Fachwissen aller Beteiligten, vom Centermanagement über die Sicherheitsfachleute bis hin zu den Fahrplangestaltern zu einem fächerübergreifenden Blick zusammenführen und bei der täglichen Arbeit unterstützen helfen.

Summary

Crowd movement simulations in planning and operation of railway installations

Crowd movement analyses and fire simulations are currently used for the solution of isolated questions in the railway sector. Although this is technically possible, it is not commonplace to build up a holistic simulation model for the complete life cycle. The chance that simulations offer in investigating even unlikely scenarios for the consideration of critical aspects within the project or in interaction with external partners (policy makers, participation of citizens) in an early project phase is not yet understood. A holistic model can network the specialist knowledge of all involved parties, from the centre management via the security experts through to the schedulers to achieve an interdisciplinary view and support them in their daily work.

Den Fortschritt erleben.



Air Cycle-Klimaanlagen von Liebherr-Transportation Systems haben sich als moderne und umweltschonende Alternative zur Klimatisierung von Schienenfahrzeugen im täglichen Betrieb bewährt. In den letzten acht Jahren ihres Einsatzes im Hochgeschwindigkeitszug ICE 3 hat die zukunftssichere Technologie aus dem Luftfahrtbereich von Liebherr bewiesen, dass sie herkömmlichen Vapour Cycle-Klimasystemen in puncto Umweltfreundlichkeit und Gesamtbetriebskosten überlegen ist.



© DB AG



Liebherr-Transportation Systems GmbH & Co KG
Liebherrstraße 1
2100 Korneuburg, Austria
Tel.: +43 2262 6020
E-Mail: info.lvf@liebherr.com
www.liebherr.com

LIEBHERR

Die Firmengruppe