

Zielgerichtete Infrastrukturdimensionierung durch eine netzweite Ermittlung der Kapazität

Die bereits vorhandenen hohen Auslastungen auf Teilen des deutschen Eisenbahnnetzes, der prognostizierte Zuwachs der Verkehrsleistung sowie lange Lebensdauern und hohe Investitionskosten der Infrastruktur stellen aktuelle Herausforderungen der Infrastrukturdimensionierung und Netzentwicklung im Eisenbahnwesen dar. Ein effektives Kapazitätsmanagement setzt dabei die Kenntnis des Leistungsverhaltens der Infrastruktur voraus. Mit Hilfe einer automatisierten und netzweiten Kapazitätsberechnung kann diese Grundlage geschaffen werden.

1. EINLEITUNG UND AUSGANGSLAGE

Die DB Netz AG betreibt in Deutschland mit einer Gesamtlänge von über 30 000 Kilometern eines der größten Eisenbahnnetze weltweit. Dieses Eisenbahnnetz ist bereits heutzutage auf einigen Streckenabschnitten sehr stark ausgelastet, wohingegen andere Bereiche noch Kapazitätsreserven aufweisen. Für die nächsten Jahre wird darüber hinaus ein weiterer Anstieg der Verkehrsleistung – insbesondere im Schienengüterverkehr – prognostiziert. Aus diesem Grund ist es für eine zielgerichtete Nutzung der vorhandenen Infrastruktur von entscheidender Bedeutung, Kenntnisse über die Auslastung sowie die zur Verfügung stehende Kapazität der Infrastrukturabschnitte zu erhalten. Die Kapazität beschreibt dabei die (wirtschaftlich) optimale Anzahl an Zugfahrten auf einem Infrastrukturabschnitt unter Beachtung eines Qualitätsmaßstabs [1]. Durch einen Abgleich der zur Verfügung stehenden Kapazitäten mit der prognostizierten Belastung lassen sich sowohl Kapazitätsengpässe aufzeigen als auch noch zur Verfügung stehende (Rest-) Kapazitäten bestimmen. Auf diese Weise können ein gezielter Mitteleinsatz und zielführende Investitionsentscheidungen realisiert werden.

Zu diesem Zwecke erstellt die DB Netz AG in Vorbereitung der Planung größerer Infrastrukturveränderungen sowie im Kontext von Stilllegungen und Planfeststellungen

jährlich mehrere eisenbahnbetriebswissenschaftliche Untersuchungen (EBWU), um Aussagen über die Kapazität der vorhandenen Infrastruktur – insbesondere in Bezug auf die Streckenkapazität, aber zunehmend auch für Knotenbereiche – treffen zu können. Besonders bei der Detektion „Überlasteter Schienenwege“ gegenüber der Bundesnetzagentur (BNetzA) sowie dem Eisenbahn-Bundesamt (EBA) muss die DB Netz AG mit Hilfe dieser Untersuchungen beispielsweise nachweisen, dass die im Eisenbahnregulierungsgesetz (ERegG) § 1 (17)

Ziel ist es, den Prozess der Kapazitätsermittlung und Fahrplanprüfung zu verbessern und zu beschleunigen sowie realitätsnähere Kapazitätswerte automatisiert für das gesamte Netz zu ermitteln.

geforderte „Schienenwegkapazität“ überschritten ist.

Die Ermittlung der Kapazität erfolgt dabei anhand anerkannter eisenbahnbetriebswissenschaftlicher Methoden. Um die Kapazität möglichst genau berechnen zu können, sind sowohl die zugrundeliegende Eisenbahninfrastruktur als auch das auf dieser Infrastruktur abgewickelte Betriebsprogramm (Zugfahrten) in einer mikroskopischen Sichtweise zu berücksichtigen. Derzeit sind derartige Untersuchungen wegen des erheblichen manuellen Umfangs bei der Bearbeitung i.d.R. nur auf einzelne Strecken bzw. Teilnetze beschränkt oder es wird ein vereinfachendes, makroskopisches Netz im Rahmen der strategischen Netzplanung verwendet.

Aus diesem Grund erarbeitet das Verkehrswissenschaftliche Institut der RWTH Aachen (VIA) gemeinsam mit der DB Netz AG (Abteilung Fahrwegkapazität und EBWU



Andreas Pfeifer, M. Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Verkehrswissenschaftliches Institut
der RWTH Aachen
pfeifer@via.rwth-aachen.de



Dipl.-Ing. Bastian Kogel
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Verkehrswissenschaftliches Institut
der RWTH Aachen
kogel@via.rwth-aachen.de



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nils Nießen
Institutsleiter
Verkehrswissenschaftliches Institut
der RWTH Aachen
niessen@via.rwth-aachen.de



Dr.-Ing. Stephan Kurby
Teamleiter Fahrwegkapazität
(IEBWU), Fahrplan und Kapazitätsmanagement (I.NMF), Fahrwegkapazität und EBWU (I.NMF 34),
DB Netz AG
stephan.kurby@deutschebahn.com



Dr.-Ing. Uwe Steinborn
Fachautor Richtlinie 405, Fahrplan und Kapazitätsmanagement (I.NMF), Fahrwegkapazität und EBWU (I.NMF 34), DB Netz AG
uwe.steinborn@deutschebahn.com

(I.NMF 34)) ein Verfahren zur „Industrialisierung“ von eisenbahnbetriebswissenschaftlichen Untersuchungen (IEBWU). Ziel ist es, »

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für RWTH Aachen /
Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten
genehmigt von DW Media Group, 2018.

den Prozess der Kapazitätsermittlung und Fahrplanprüfung zu verbessern und zu beschleunigen sowie realitätsnähere Kapazitätskennwerte automatisiert für das gesamte Netz zu ermitteln.

2. INDUSTRIALISIERUNG EBWU

Die Ausgabe von netzweiten Kapazitätskennwerten unterstellt, dass sämtliche Infrastrukturbereiche des Eisenbahnnetzes einer eisenbahnbetriebswissenschaftlichen Bewertung unterzogen werden. Das Eisenbahnnetz untergliedert sich dabei in Strecken und Knoten. Für beide Infrastrukturbereiche können Kapazitätskennwerte u. a. mit Hilfe analytischer Methoden ermittelt werden. Im Rahmen der Industrialisierung von EBWU soll durch die Umsetzung eines weitreichenden Automatisierungsgrades erstmalig eine netzweite Bestimmung von Kapazitätskennwerten auf analytischer Basis – sowohl für Strecken als auch Knoten – ermöglicht werden. Die erzielten Ergebnisse des gemeinsamen Forschungsprojektes des VIA und der DB Netz AG werden derzeit zweistufig umgesetzt. Zunächst erfolgt die Implementierung der automatisierten Kapazitätsberechnung von Strecken, bevor anschließend das Verfahren um die Kapazitätsberechnung von Knoten ergänzt wird, wobei hier noch eine Weiterentwicklung des Verfahrens erforderlich ist.

Die Kapazitätsberechnung für Strecken untergliedert sich in sequenzielle Prozessschritte, welche automatisiert und protokolliert ablaufen. Zunächst sind ein Import sowie eine Aufbereitung der Eingangsdaten (Infrastruktur- und Fahrplandaten) durchzuführen. Aus den enthaltenen Zugfahrten werden sogenannte Modellzüge generiert, welche die Berechnungsgrundlage der

anschließenden analytischen Kapazitätsberechnung darstellen. Die berechneten Kapazitätskennwerte der Strecken werden danach automatisiert in verschiedenen Darstellungsformen ausgegeben. Zudem ist durch den Vergleich mit Ergebnissen vorheriger Berechnungsperioden eine Ableitung von Veränderungen der Kennwerte möglich.

Für eine spätere Implementierung der Kapazitätsberechnung von Knoten wurden im Rahmen des Forschungsprojektes IEBWU bereits umfangreiche Vorarbeiten geleistet. Hierzu zählen insbesondere eine teilautomatisierte Infrastrukturabgrenzung (Betrachtungs- und Auswerteräume, Fahrstraßenknoten sowie Gleisgruppen), eine automatisierte Modellierung von Rangierfahrten sowie eine Anpassung der Zugfahrten des Netzfahrplans an einen tatsächlich produktiv umgesetzten Betriebstag. Insbesondere auf Güterverkehrsstrecken kann eine solche Anpassung der Zugfahrten des Netzfahrplans aufgrund des erhöhten Anteils an Gelegenheitsverkehren signifikante Einflüsse auf die Kapazitätsberechnung zur Folge haben [1]. Nachfolgend werden die einzelnen Prozessschritte der netzweiten Kapazitätsberechnung detailliert beschrieben.

2.1. DATENIMPORT UND -AUFBEREITUNG

Im Vorfeld des Importes der Eingangsdaten ist zunächst eine Segmentierung in Streckenabschnitte (sogenannte Betrachtungsräume) mit einem prinzipiell ähnlichen Betriebsprogramm vorzunehmen. Hierfür werden Strecken an Knoten getrennt, welche bspw. aufgrund ihrer Netzeinbindung eine maßgebende Betriebsprogrammänderung bedingen. Bevor die importierten Infrastruktur- (XML-ISS) und Fahrplandaten (XML-KSS) anschließend segmentweise die-

sen Streckenabschnitten zugeordnet werden, erfolgt eine automatisierte Datenaufbereitung.

Die Infrastrukturdaten werden vor der Berechnung einer Überprüfung und ggf. einer Aufbereitung unterzogen. Durch einen automatisierten Vergleich mit den betrieblichen Infrastrukturdaten der vorangegangenen Berechnungsperiode können potenziell leistungsbestimmende Abweichungen detektiert werden. Da im Rahmen von IEBWU ein mikroskopisches Infrastrukturmodell hinterlegt ist, können Infrastrukturänderungen die Sperrzeiten und damit auch den Kapazitätsverbrauch unmittelbar beeinflussen [1]. Die Kenntnis von relevanten Änderungen der Infrastruktur ist daher für den Bearbeiter von besonderer Bedeutung. Dieser kann durch den Hinweis einer Änderung mögliche Fehler der Infrastrukturdaten frühzeitig im Gesamtprozess erkennen und eine Behebung initiieren.

Hinsichtlich der Fahrplandaten werden u. a. Anpassungen der Haltepolitik und der Zuglängen durchgeführt, um eine korrekte Zuordnung von Einzelzügen zu sogenannten Modellzügen zu erzielen und eine netzweite Berechnung von Kapazitätskennwerten unter Einhaltung kurzer Rechenzeiten gewährleisten zu können [2]. Die Datenaufbereitung ermöglicht, dass unvollständige oder inkorrekte Fahrplandaten nicht in einer fehlerhaften Modellzuggruppierung münden. Stattdessen wird die Trennschärfe der Zuordnung erhöht und die Grundlage für die Berechnung realitätsnaher Kapazitätskennwerte gebildet.

2.2. NETZWEITE FAHRWEGKAPAZITÄTSBETRACHTUNG

Das vordergründige Ziel des Projektes IEB-

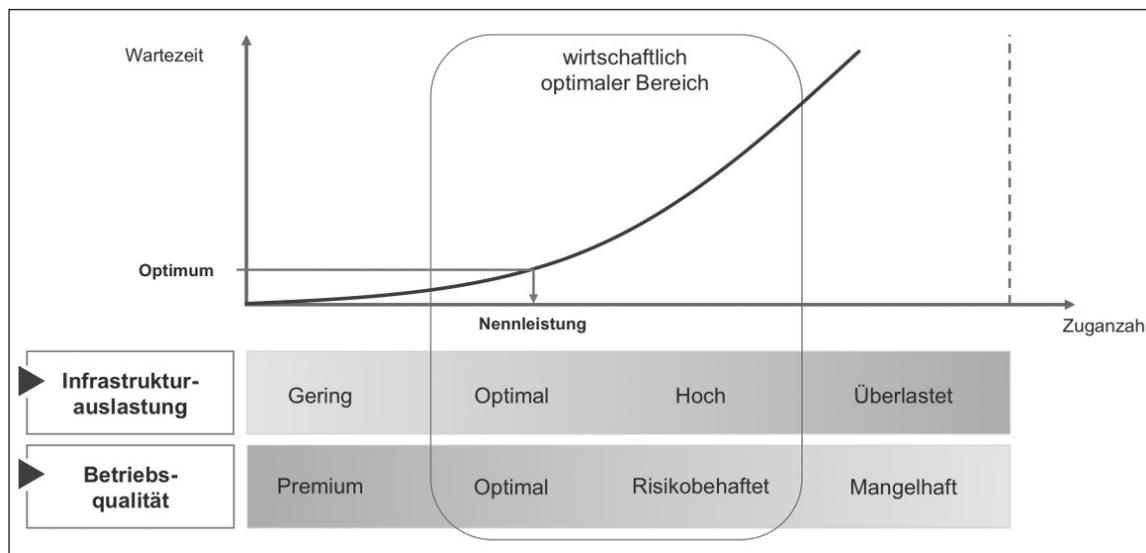


BILD 1: Zusammenhang zwischen der Zuganzahl und der Betriebsqualität nach [4]

WU stellt die automatisierte und netzweite Ermittlung von Kapazitätskennwerten dar. Im Anschluss an den Datenimport und die -aufbereitung werden diese mit dem am VIA entwickelten warteschlangenbasierten Verfahren analytisch berechnet. Durch Verwendung der sogenannten STRELE-Formel kann die Nennleistung (praktische Kapazität) streckenspezifisch ermittelt werden [3]. Die Nennleistung repräsentiert dabei die zulässige Zuganzahl, welche unter Berücksichtigung eines gegebenen Verspätungsniveaus eine Strecke, unter Einhaltung einer zufriedenstellenden Servicequalität, befahren kann (vgl. Bild 1).

Die Nennleistung ist maßgeblich von der betrieblichen Infrastruktur (Blocklängen, Geschwindigkeiten, etc.), den Zugfahrten (Zugcharakteristika und -mix, Prioritäten) sowie dem Verspätungsniveau (Einbruchsverspätungen in den Betrachtungsraum) abhängig. Die Gewährleistung einer zufriedenstellenden Servicequalität, d.h. im Regelfall einer optimalen Betriebsqualität, wird durch eine Begrenzung der außerplanmäßigen Wartezeiten auf ein marktgerechtes Maß erzielt. Durch die Vorgabe dieses sogenannten Level of Service kann ein wirtschaftlich optimaler Betrieb der Infrastruktur bei vertretbaren Wartezeiten gewährleistet werden.

2.3. ERGEBNISAUSGABE

Zur Veranschaulichung der Ergebnisse werden verschiedene Ausgabeformen bereitgestellt. Ein wesentliches Element der Ergebnisausgabe ist die grafische Netzdarstellung. Hierbei besteht die Möglichkeit, sowohl das Gesamtnetz als auch definierte Teilnetze auszugeben. Neben dem Ausgabebereich kann die grafische Netzdarstellung auch hinsichtlich der auszugebenden Leistungskennwerte (Nennleistung, Qualitätsfaktor, Auslastung, etc.) variiert werden. Die Netzdarstellung kann darüber hinaus optional durch Ausgabe zusätzlicher numerischer

Streckenuntersuchung für Netzfahrplan 2017 sowie 2018			
Leistungskennwerte		2017	2018
Anteil der Reisezüge	p_Rz	0.800	▼ 0.780
mittlere Mindestzugfolgezeit [min]			
für alle Zugfolgefälle	t_Zm	6.55	▲ 7.05
für gleichrangige Zugfolgefälle	t_Zgr	6.54	▲ 7.04
für verschiedenrangige Zugfolgefälle	t_Zvr	6.67	▲ 7.15
Wahrscheinlichkeit gleichrangiger Zugfolgefälle:	p_gr	0.888	▼ 0.825
vorhandene Summe der Folgeverspätungen			
im Bezugszeitraum [min / 16 h]		31	▲ 32
je Stunde [min / h]		1.96	▲ 2.00
zugehörige mittlere Pufferzeit [min]	t_P,m	12.65	▼ 12.24
Nennleistung (= optimale Zugzahl Betrieb)			
im Bezugszeitraum [Anzahl Züge / 16 h]	L_F	72	▼ 71
je Stunde [Anzahl Züge / h]		4.50	▼ 4.44
zugehörige mittlere Pufferzeit [min]	t_P,m	6.82	▼ 6.57
Nutzungsgrad		0.70	▲ 0.72
Qualitätsfaktor	q_0	0.36	▲ 0.42

BILD 2: Beispielhaftes vergleichendes Streckenprotokoll

Kennwerte, wie beispielsweise die Nennleistung, ergänzt werden. Der Nutzer kann so die Ausgabe interaktiv beeinflussen und erhält damit die Möglichkeit, diese individuell an seine eisenbahnbetriebswissenschaftliche Fragestellung anzupassen.

Die Ergebnisausgabe enthält weiterhin einen mit dem Eisenbahn-Bundesamt abgestimmten Standardbericht für alle untersuchten Strecken. Zudem kann eine statistische Auswertung von Kennwerten anhand einer netzweiten Gesamtliste erfolgen, in der für jeden bewerteten Infrastrukturbereich alle berechneten Kennwerte ersichtlich sind.

2.4. PERIODENÜBERGREIFENDER VERGLEICH

Die Kapazitätskennwerte sowie die dazugehörigen Eingangsdaten und Auswahlpara-

meter jeder durchgeführten Berechnung Anwendung werden streckenspezifisch gespeichert. Aus dem Vergleich aktueller Kennwerte mit denjenigen einer oder mehrerer vorangegangener Perioden können somit relevante eisenbahnbetriebswissenschaftliche Kenntnisse gewonnen werden. Die jeweiligen Ergebnisse werden in einer gemeinsamen Ergebnisausgabe dokumentiert, aus welcher die relative oder absolute Änderung eines Kennwertes ersichtlich wird. Sowohl die Streckenprotokolle als auch die Netzkarten verfügen dabei über Funktionen des periodenübergreifenden Vergleiches (vgl. Bild 2). Der periodenübergreifende Vergleich stellt somit die Basis für ein zielgerichtetes und nachhaltiges Kapazitätsmanagement dar.

Der automatisierte Vergleich wird dabei erst nach einer Plausibilisierung der gemeinsamen Datengrundlage durchgeführt. Es wird geprüft, ob die Eingangsdaten hinrei- »

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für RWTH Aachen / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DW Media Group, 2018.



Bleiben Sie in der Spur!

Mit dem Newsletter von

Eurail press

Jetzt anmelden!

www.eurailpress.de/anmeldung

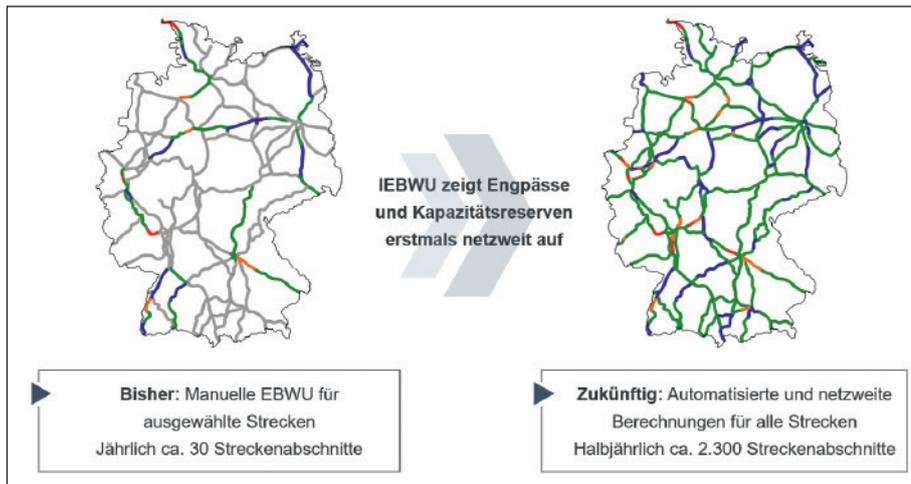


BILD 3: Zukünftige Entwicklung eisenbahnbetriebswissenschaftlicher Untersuchungen

chend ähnlich ausgestaltet sind, so dass ein Vergleich überhaupt zielgerichtet durchgeführt werden kann. Weichen die Eingangsdaten signifikant voneinander ab (bspw. im Rahmen von erheblichen Änderungen der betrieblichen Infrastruktur oder der Fahrplanstruktur), wird dem Bearbeiter ein Hinweis ausgegeben. Die Prüfung erfolgt für die Fahrplandaten anhand eines Kennzahlenvergleiches. So werden z. B. die Reisezuganteile der im Betriebsprogramm enthaltenen Einzel- und Modellzüge verglichen. Überschreitet die Abweichung einer Strecke ein zulässiges Maß, ist die automatisierte Ausgabe von Vergleichsergebnissen dieser Strecke zunächst manuell zu bestätigen.

2.5. ANWENDUNG

Zur Berücksichtigung unterjähriger Netzfahrplananpassungen wird angestrebt, die netzweite Berechnung zunächst halbjährlich durchzuführen. Sofern das Verfahren validiert und etabliert angewandt wird, kann eine verkürzte Abfolge der Berechnungen erfolgen, so dass kurzfristigere Aussagen über die Kapazitätsnutzung getroffen werden können. Derzeit werden die Forschungsergebnisse des Projektes implementiert, wobei der schrittweise operative Einsatz des Verfahrens ab dem Netzfahrplan 2020 vorgesehen ist. Die Ergebnisse der netzweiten Kapazitätsberechnung sollen bei der DB Netz AG dann dazu genutzt werden, Engpässe und Kapazitätsreserven deutschlandweit aufzuzeigen sowie Veränderungen der betrieblichen Infrastruktur und des Betriebsprogramms zu beurteilen (vgl. Bild 3). Zudem sollen in Ergänzung Aussagen zur Fahrplanstabilität sowie zur langfristigen Entwicklung von Infrastruktur und Betriebsprogramm bis hin zu einem Deutschlandtakt möglich sein. [5]

3. WEITERENTWICKLUNG ANALYTISCHER VERFAHREN

Bei einer zukünftigen automatisierten, netzweiten Ermittlung der Kapazitätskennwerte ist es aufgrund des erheblichen Umfangs bei deutschlandweit rund 2300 Streckenabschnitten nicht mehr möglich, die Ergebnisse im Einzelnen zu validieren, so dass bereits im Vorfeld eine ausreichende Güte der Berechnungsergebnisse sicherzustellen ist. Im Rahmen einer detaillierten Analyse des derzeitigen Vorgehens beim Einsatz von EBWU im Rahmen gesetzlicher Verfahren wurden relevante Themenfelder identifiziert, die derzeit noch nicht ausreichend gelöst sind und Handlungsbedarf aufweisen. Das VIA entwickelt derzeit die bisherigen analytischen Verfahren hinsichtlich der nachfolgend aufgeführten Themenfelder weiter.

3.1. ERMITTLUNG DER KAPAZITÄTSKENNWERTE AUF EINGLEISIGEN STRECKEN

Während die mit Hilfe analytischer Verfahren ermittelten Kapazitätskennwerte für zweigleisige Strecken den Stand der Technik darstellen, werden diejenigen eingleisiger Strecken aufgrund unterschiedlicher Herangehensweisen teilweise in Frage gestellt. Ziel ist es, ein abgestimmtes Vorgehen bei der Ermittlung von Kapazitätskennwerten auf eingleisigen Strecken zu erarbeiten und somit eine automatische, netzweite Bestimmung realitätsnaher Kapazitätskennwerte zu ermöglichen. Hierzu werden auch Mindestabstände für rein betriebliche Kreuzungen je Zugfolgefall abgeleitet, die bei der Kapazitätsermittlung eingleisiger Strecken anzusetzen sind.

3.2. EINFLUSS MEHRERER ÜBERHOLGLEISE AUF DIE STRECKENKAPAZITÄT

Im Rahmen analytischer Verfahren hat die Anzahl an Überholgleisen pro Bahnhof derzeit keinen Einfluss auf die Streckenkapazität. In Einzelfällen kann es aber im Betriebsablauf vorkommen, dass alle Überholgleise eines Bahnhofs belegt sind und eine Überholung in den nächsten Überholbahnhof verlegt werden muss. Die in einem solchen Fall resultierende erhöhte Mindestzugfolgezeit wird in dem derzeitigen Verfahren nicht berücksichtigt. Zukünftig wird der Anteil nicht nutzbarer Überholungen bestimmt und das Formelwerk um eine erhöhte Mindestzugfolgezeit für solche Fälle erweitert.

3.3. UMGANG MIT TUNNELBEGEGNUNGSVERBOTEN

Gemäß der Richtlinie „Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und den Betrieb von Eisenbahntunneln“ dürfen in zweigleisigen Tunneln fahrplanmäßige Begegnungen zwischen Reise- und Güterzügen nicht vorgesehen werden. Ein solches Tunnelbegegnungsverbot wird bei der Kapazitätsermittlung bislang nicht abgebildet. Hierzu wird ein neuer Algorithmus entwickelt, der die aufgrund des Tunnelbegegnungsverbot auftretenden Behinderungen über Zuschläge berücksichtigt. Aufgrund der aufgezählten Erweiterungen und Anpassung gelingt es, zukünftig ein mit dem EBA abgestimmtes Vorgehen anzuwenden, welches den händischen Eingriff und die Nachbereitung bei der Kapazitätsermittlung minimiert, die Basis für eine netzweite Berechnung liefert und gleichzeitig zu einer erhöhten Akzeptanz der Ergebnisse führt.

4. FAZIT UND AUSBLICK

Die Industrialisierung von EBWU ermöglicht vielfältige Anwendungsmöglichkeiten im Rahmen des Kapazitätsmanagements der DB Netz AG (vgl. Bild 4). Durch die automatisierte und netzweite Kapazitätsberechnung liegen erstmals für das gesamte deutsche Schienennetz – auch für bislang nicht betrachtete Strecken – Kapazitätskennwerte vor. Hieraus lassen sich wesentliche Erkenntnisse hinsichtlich der Engpassdetektion sowie der Auslastung ableiten. Durch eine nutzeradäquate grafische Ergebnisdarstellung lassen sich eisenbahnbetriebswissenschaftliche Fragestellungen innerhalb kurzer Rechenzeiten zielgerichtet beantworten. Die Berechnung folgt aufgrund des hohen Automatisierungs-

Homepage veröffentlicht unbefristet getrennt für IWT/H-Aachen /
 Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten
 genehmigt von DW Media Group, 2018.

Industrialisierung eisenbahnbetriebswissenschaftlicher Untersuchungen (IEBWU) – Grundlage für eine kapazitätsorientierte Infrastrukturdimensionierung und Netzentwicklung

Nutzen

- Netzweite Kapazitätskennwerte
- Hoher Automatisierungsgrad bei kurzen Rechenzeiten
- Verringerung von manuellen Eingriffen
- Standardisierung der Berechnung
- Protokollierung und Nachvollziehbarkeit

Anwendungsbereiche

- Detektion von Netzengpässen und Kapazitätsreserven
- Beurteilung von Infrastrukturveränderungen
- Bewertung der Fahrplanstabilität
- Bewertung der langfristigen Entwicklung der Betriebsprogramme und Infrastruktur

BILD 4: Nutzen und Anwendungsbereiche von IEBWU

grades einem standardisierten und protokollierten Vorgehen, so dass die Berechnungsergebnisse einem erhöhten Anspruch der Nachvollziehbarkeit genügen. Zudem kann der personal- und zeitintensive Erstellungsprozess, insbesondere durch eine Automatisierung der Dateneingabe und -aufbereitung, im Vergleich zur Erstellung herkömmlicher EBWU erheblich verkürzt werden. Die im Rahmen des Verfahrens streckenspezifisch erstellten Datenbanken können einzeln exportiert und anschließend hinsichtlich spezieller eisenbahnbetriebswissenschaftlicher Fragestellungen weiterverwendet werden. Somit ist es möglich, aufbauend auf den IEBWU-Ergebnissen eigenständige Detailuntersuchungen vorzunehmen.

Durch die Integration einer automatisierten eisenbahnbetriebswissenschaftlichen Knotenbewertung sowie die Umsetzung der aufgezeigten Weiterentwicklung analytischer Verfahren kann der Nutzen von IEBWU für das Kapazitätsmanagement zusätzlich

gesteigert werden. Bereits die netzweite Kapazitätsberechnung von Strecken stellt jedoch einen wesentlichen Meilenstein für eine kapazitätsorientierte Infrastrukturdimensionierung und Netzentwicklung dar. ◀

Literatur

[1] Andreas Pfeifer, Bastian Kogel, Stephan Kurby und Nils Nießen, „Deutschlandweite Kapazitätsermittlung von Strecken und Knoten“. International Railway Symposium Aachen, 29. November 2017.

[2] Andreas Pfeifer et al., „Automatisierte und netzweite Ermittlung der Fahrwegkapazität: Industrialisierung eisenbahnbetriebswissenschaftlicher Untersuchungen – Grundlage für eine kapazitätsorientierte Infrastrukturdimensionierung und Netzentwicklung“, Deutscher Eisenbahningenieur 08/2018.
 [3] Wulf Schwanhäuser, „Die Bemessung der Pufferzeiten im Fahrplangefüge der Eisenbahn“. Dissertation, Verkehrswissenschaftliches Institut der RWTH Aachen, 1974.
 [4] DB Netz AG, „Richtlinie 405 – Fahrwegkapazität“, 2009.
 [5] Uwe Steinborn, Nils Nießen, Ingolf Gast und David Janacek, „Analytische Verfahren für die Zukunft im Rahmen der IEBWU“. Tagungsband der 26. Verkehrswissenschaftlichen Tage (2018) Dresden, 14. März 2018.

► SUMMARY

Targeted infrastructure dimensioning by network-wide capacity calculation

Targeted infrastructure dimensioning and network development are the basis of an efficient capacity management but requires the knowledge of network-wide capacity coefficients. For the first time, the results of the IEBWU research project create the conditions for such an automated calculation of network-wide capacity coefficients using approved rail economical methods. So, IEBWU allows a nationwide and microscopical calculation of bottlenecks and spare capacities within short computing times.

PROGRAMMSYSTEM FÜR VERKEHRS- UND INFRASTRUKTURPLANUNG

INTERGEO FRANKFURT
 16. - 18.10.2018
 Halle 12.1, Stand 12.1C.001



BAHNPLANUNG

ProVI gehört zu den führenden Systemen im Bereich der Bahnplanung, weil es intuitive Bedienung und leichte Erlernbarkeit mit seinem Funktionsreichtum verbindet und zudem leicht an verschiedenste Projektvorgaben anpassbar ist. So können Sie ProVI bereits nach kurzer Einarbeitungszeit wirtschaftlich effizient einsetzen.

BIM

Planungen verschiedener Fachdisziplinen lassen sich auch bei großen Infrastrukturprojekten direkt in der zentralen ProVI-Datenbank organisieren oder über verschiedenste Schnittstellen mit anderen Systemen austauschen. So wird effizientes Arbeiten in Teams ermöglicht, selbst wenn diese von verschiedenen Standorten agieren.

OBERMEYER Planen + Beraten GmbH - ProVI - Postfach 201542 - 80015 München - provi@opb.de - www.provi-cad.de

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für RWTH Aachen / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DW Media Group, 2018.