

Audit zur Betriebsqualitätsüberprüfung Stuttgart 21

Vorstellung des Schlussberichts,
Stuttgart, 29. Juli 2011

Vorstellung SMA und Partner AG

Ein kurzer Überblick

SMA und Partner AG ist ein unabhängiges Unternehmen, das seiner Neutralität und Objektivität seit über 20 Jahren verpflichtet ist.

Die Anteilseigner der Firma sind bis heute ausschließlich die Gründer und gleichzeitig in der Firma tätigen Mitarbeiter.

Verkehrs- und Betriebsplanung

Berater in der Welt des öffentlichen Verkehrs für Angebots- und Betriebsplanung, Betriebssimulation, Prozessanalysen und Bewertungen

Viriato – Das Fahrplansystem

Unser Planungstool VIRIATO, zur Fahrplanerstellung vom Konzept bis zum Betrieb, ist heute bei über 70 Kunden in 14 Ländern im Einsatz

IT-Dienstleistungen und Produkte

Fundiertes Wissen und umfangreiche Erfahrung für kundenspezifische Lösungen, Produkte und Serviceleistungen in der Bahn-Informatik

Kennzahlen

50 Mitarbeiter, 250 Kunden weltweit (davon mehr als 40 Eisenbahnen),
Umsatz 2010: ca. 10 Mio. CHF

Vorstellung SMA und Partner AG

Unsere internationale Erfahrung



- Landesweite Projekte
- Lokale Projekte
- Viriato-Lizenzen

Ausgewählte Referenzen

- Diverse Bundesländer in Deutschland: Konzeption von integralen Taktfahrplänen
- DB Regio AG / DB Fernverkehr AG: Interne betriebliche Qualitätsprojekte, Fernverkehrsfahrpläne 2003 und 2007
- DB Netz AG: Langfristfahrplan Güterverkehr 2015 und 2025
- SBB / Zürcher Verkehrsverbund: Fahrplankonzept Durchmesserlinie Zürich, neuer Tiefbahnhof Zürich
- Réseau Ferré de France: Neues Nationales Taktfahrplankonzept 2012 und zahlreiche regionale Studien
- RATP/SNCF: Simulation der RER-Linien A und B in Paris
- Bundesamt für Verkehr (Schweiz): Fahrplankonzept Bahn 2030
- Land Salzburg: Entwicklung eines Fahrplans für das Jahr 2014 („Salzburg-Takt“)
- Thalys International: Länderübergreifende Fahrplankoordination zur Inbetriebnahme der NBS in Belgien
- CP / REFER (Portugal): Fahrplan- und Infrastrukturplanungen seit 1988, Optimierung des HGV-Netzes
- RHK (Finnland): Prozessberatung für Fahrplan und Trassenanmeldung
- Infrabel (Belgien): Prozessoptimierung Pünktlichkeit

Auszüge aus der Leistungsbeschreibung für die Auditierung

Die Arbeit der SMA und Partner AG umfasst drei Module:

Modul 1: Erstellen und Überarbeiten des zu simulierenden Fahrplankonzeptes:

- Koordination des Fahrplans als Input für die dynamische Simulation
- Iterative Anpassungen des Fahrplankonzeptes, Einarbeiten der während der mikroskopischen Fahrplansimulation gewonnenen Erkenntnisse über Konfliktlösungen und Beförderungszeiten in den Konzeptfahrplan, Vollständigkeitskontrolle

Modul 2: Technisches Audit:

- Technische Auditierung des Modellaufbaus, der Simulationsprozesse (Arbeitsschritte und Prozessgestaltung) sowie Realisierung der Simulationen unter Einhaltung der Regeln des aktuellen Stands von Wissenschaft und Technik.

Modul 3: Fachliche Bewertung und Testierung:

- Fachliche Bewertung der Ergebnisse der Betriebssimulation inklusive eines Ergebnisberichts.

Vorwort / Unser Verständnis des Schlichterspruchs

*„Die Deutsche Bahn AG verpflichtet sich, einen Stresstest für den geplanten Bahnknoten Stuttgart 21 anhand einer Simulation durchzuführen. Sie muss dabei den Nachweis führen, dass ein Fahrplan mit 30 Prozent Leistungszuwachs in der Spitzenstunde mit guter Betriebsqualität möglich ist. Dabei müssen anerkannte Standards des Bahnverkehrs für Zugfolgen, Haltezeiten und Fahrzeiten zur Anwendung kommen. [...]“
(Auszug aus dem Schlichterspruch von Dr. Heiner Geißler)*

Am Ende der Schlichtergespräche zum Projekt Stuttgart 21 haben sich Befürworter und Gegner darauf verständigt, den von der DB Netz AG durchzuführenden Stresstest von SMA und Partner AG prüfen zu lassen.

Gemeinsame Auftraggeber dieses Audits sind das Land Baden-Württemberg und die DB Netz AG, wobei aus terminlichen und vergabe-rechtlichen Gründen ein Vertrag zwischen DB AG und SMA abgeschlossen wurde.

SMA hat ihren Auftrag zum Audit des Stresstestes im Geiste des Schlichters und zuhanden der Öffentlichkeit verstanden und bearbeitet.

Was ist ein eisenbahnbetriebswissenschaftlicher Stresstest?

Eine Simulation ist ein mit IT-Methoden programmierter Ablauf eines Eisenbahnbetriebs auf bestehenden oder neuen, heute noch nicht vorhandenen Anlagen.

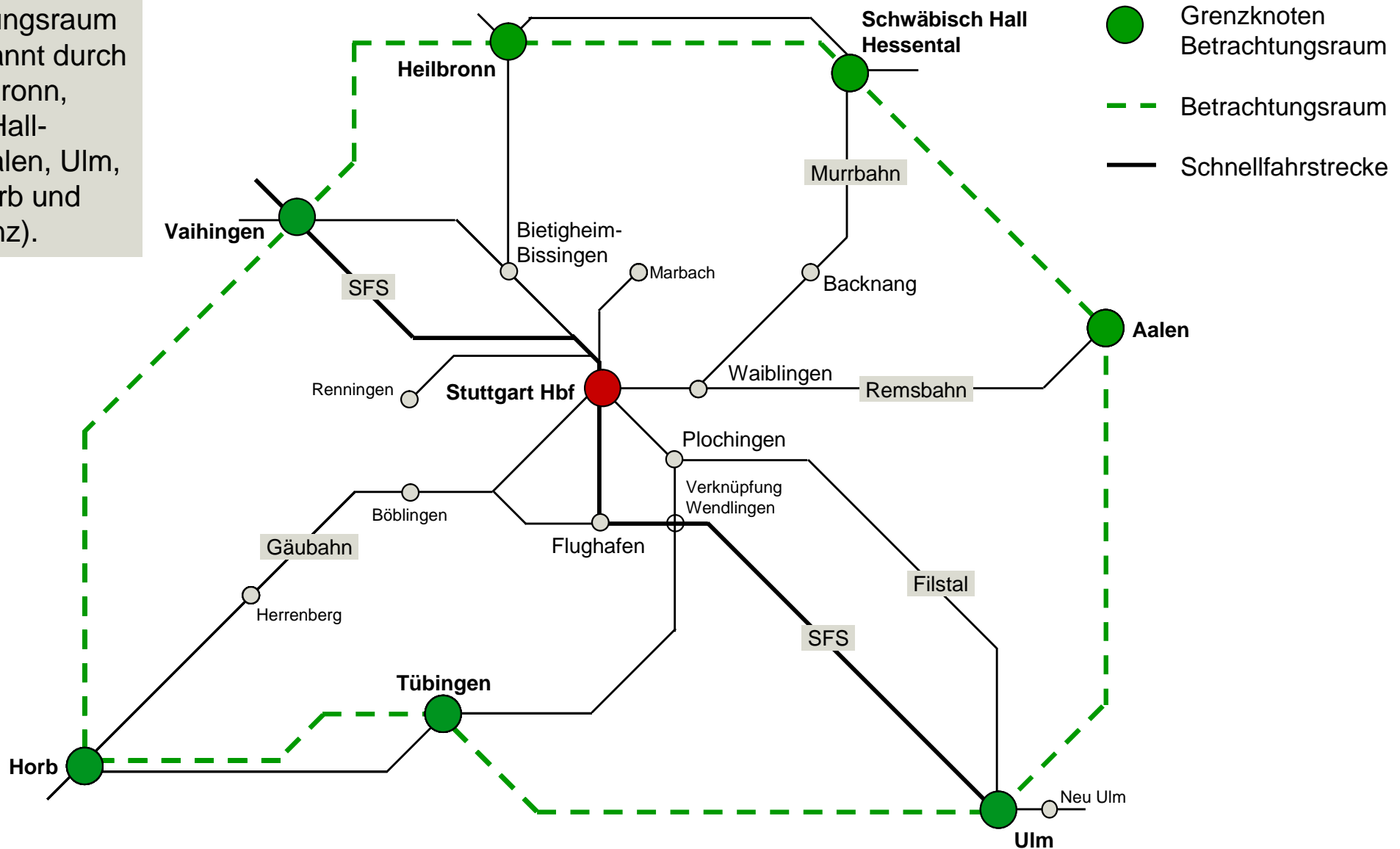
Weil der Eisenbahnbetrieb täglich kleinere bis mittlere Störungen erlebt, werden in einem Simulationsmodell auch Störungen eingegeben und damit die Robustheit des Fahrplangeschehens überprüft.

Die für Stuttgart eingesetzte synchrone Simulation arbeitet mit 100 Simulationsläufen und zufällig verteilten Störungseinflüssen beim „Eintritt“ der Züge in den modellierten Raum sowie mit Störungen an Halteorten, was jeweils zu verspäteten Abfahrten führt.

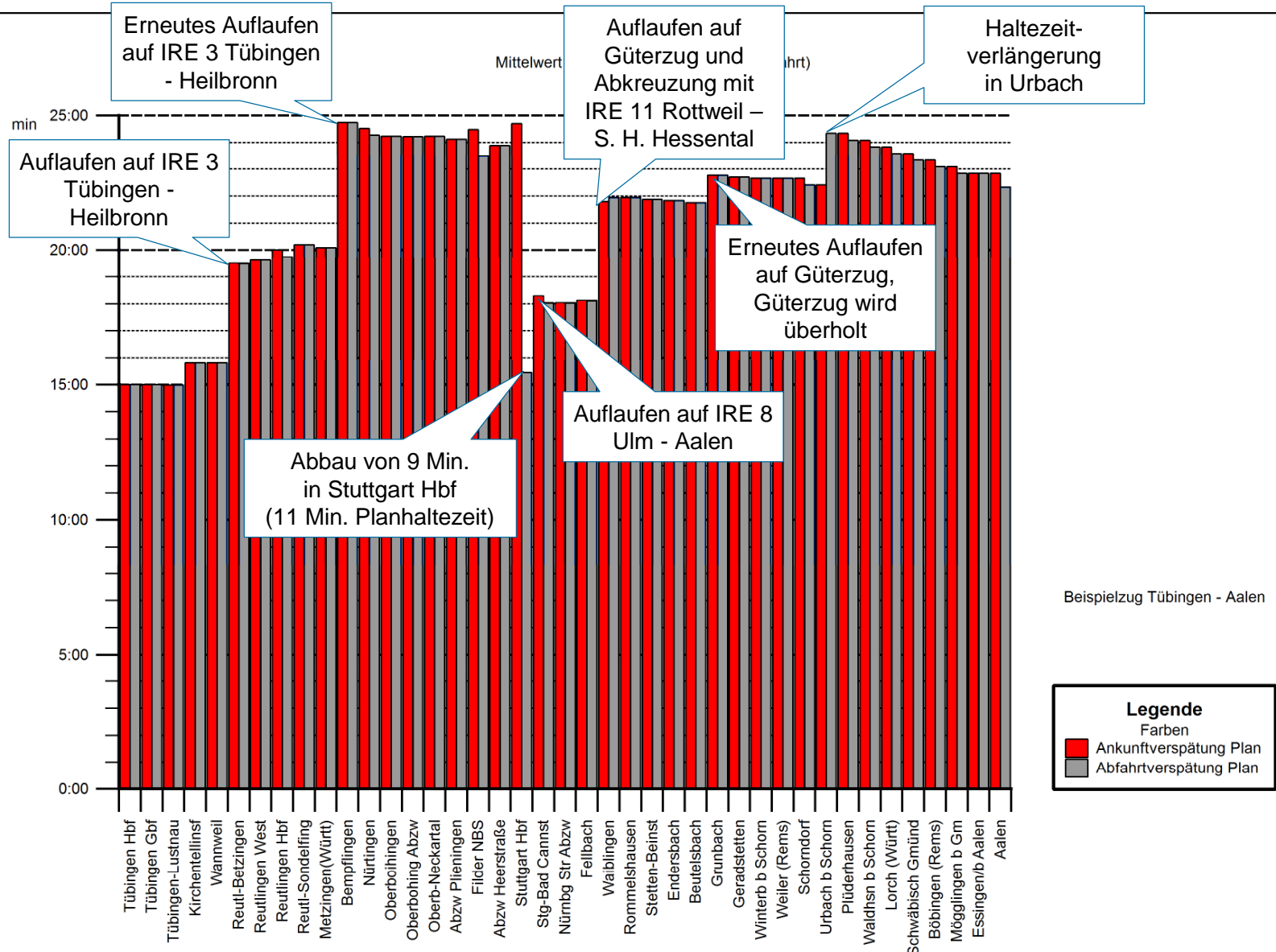
Das Modell kennt also gute und schlechte Tage, so wie sie in der Realität von den Fahrgästen erlebt werden.

Eingangsgrößen und Randbedingungen Simulationsbereich

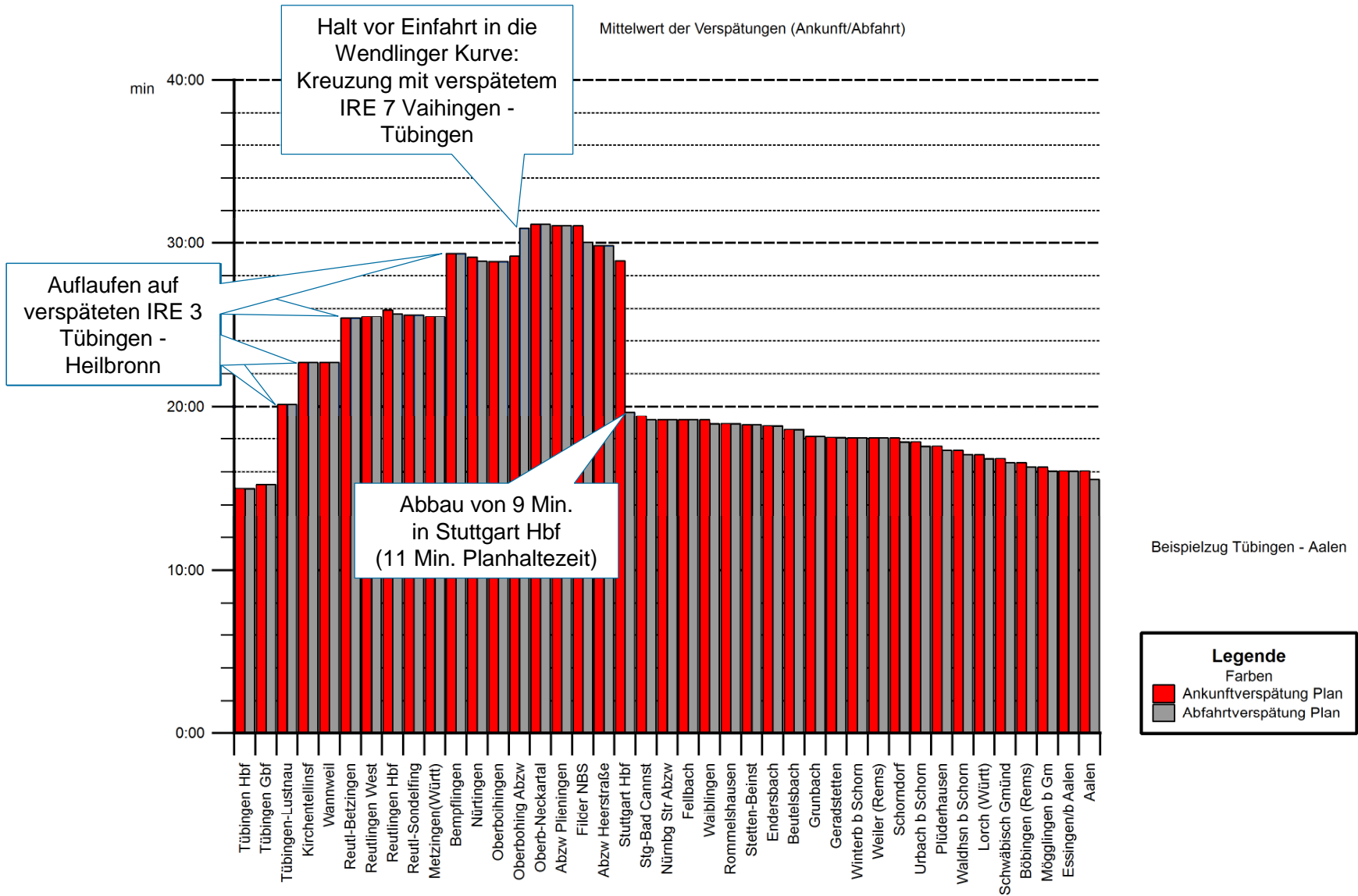
Der Betrachtungsraum wird aufgespannt durch die Orte Heilbronn, Schwäbisch Hall-Hessental, Aalen, Ulm, Tübingen, Horb und Vaihingen (Enz).



Eingangsgrößen und Randbedingungen Zug 40002 mit 15 Min. Einbruchsverspätung im Simulationslauf A



Eingangsgrößen und Randbedingungen Zug 40002 mit 15 Min. Einbruchsverspätung im Simulationslauf B



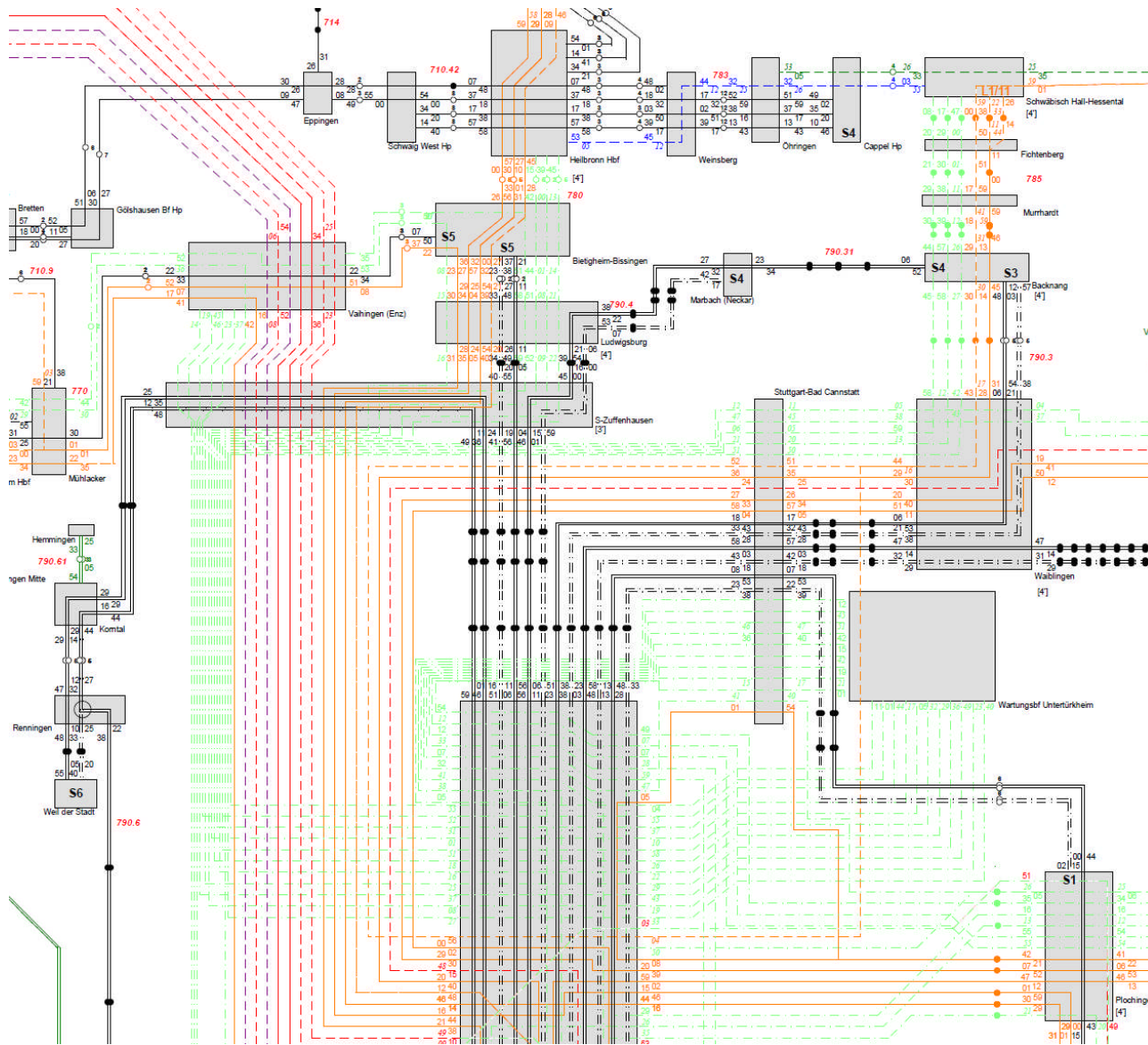
Infrastruktur

- 360 Stationen und Bahnhöfe
- 1800 Gleiskilometer
- 2500 Weichen, Kreuzungsweichen und Kreuzungen
- 5400 Haupt- und Vorsignale sowie LZB-Tafeln
- 7700 Blockabschnitte

Auswertemengengerüst Rollmaterial, Züge und Halte

- 20 unterschiedliche Typen von Rollmaterial (Fernverkehrs-, Nahverkehrszüge und S-Bahn sowie Güterverkehr)
- 760 Züge im Betrachtungszeitraum von 4 bis 13 Uhr, wobei um 7:30 Uhr mit über 160 gleichzeitig verkehrenden Zügen das Maximum zu verzeichnen ist.
- 9900 mit Mindest- und Planhaltezeit charakterisierte Haltevorgänge pro Simulationsdurchlauf

Eingangsgrößen und Randbedingungen Fahrplan (1/2)



Der Simulation vorgelagert ist ein Fahrplan-Koordinierungsprozess, dessen Resultat als Input in die Simulation eingeht.

Sowohl die Planer der Bestellergesellschaft für den Nahverkehr des Landes Baden-Württemberg (NVBW) als auch jene von DB Fernverkehr AG haben eine klare Vorstellung über die zukünftigen Bedürfnisse bezüglich Zahl und Qualität ihrer Züge.

Die Züge verkehren nach einem Fahrplan, wie er nach Eröffnung der Neubaustrecke Ulm – Wendlingen und des Projektes Stuttgart 21 mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zu erwarten ist. Dieser Fahrplan beinhaltet 26 Ankünfte in Stuttgart Hbf.

Darüber hinaus wird die Zahl der Züge bis auf die Zielgröße 49 Ankünfte in der am meist frequentierten Morgenstunde von 7 bis 8 Uhr gesteigert. Für diese zusätzlichen Züge hat das Land 5 Qualitätskriterien vorgegeben.

Die 5 Kriterien des Landes für die zusätzlichen Züge als „Leitplanken“ der Planung:

1. Der Fahrplan muss auf dem Konzept mit 26 Zügen je Stunde aufbauen. Die Linienverläufe, angefahrene Bahnhöfe und Anschlüsse sind zu übernehmen.
2. Ein Tausch von Linienverläufen oder Taktabweichungen in der Spitzenstunde sind zu vermeiden.
3. Die zusätzliche Züge sind gleichmäßig auf die Außenäste zu verteilen; die heutige Bedienungshäufigkeit darf nicht unterschritten werden.
4. Die zusätzlichen Züge sind zeitlich sinnvoll zwischen den Grundtaktzügen einzupassen, so dass sich eine gleichmäßige Zugfolge ergibt.
5. Zur Vermeidung unnötiger Zugkilometer müssen die zusätzlichen Züge in Stuttgart Hbf enden und in den Wartungsbahnhof überführt werden.

„Der Fahrplan muss auf dem Konzept mit 26 Zügen je Stunde aufbauen. Die Linienverläufe, angefahrene Bahnhöfe und Anschlüsse sind zu übernehmen.“

Umsetzung im Modell

- Abweichungen vom Mengengerüst bestehen bei zwei Linien, die den Betrachtungsraum am Rand befahren.
- Bei der Haltepolitik bestehen in 3 Fällen Abweichungen.
- Die Anschlüsse sind prinzipiell eingehalten.
Ausnahmen bilden Aalen und Vaihingen. So besteht beispielweise in Aalen von einem Regionalzug und einer ICE-Linie aus Stuttgart (fehlender NeiTech-Ausbau im Modell) kein Anschluss zur Brenzbahn. Darüber hinaus werden durch verschobene Lagen insbesondere des ICE Zürich – Nürnberg außerhalb des Betrachtungsbereichs mehrere Anschlüsse nicht hergestellt.

Schlussfolgerung und Empfehlungen

Kriterium 1 ist weitgehend erfüllt. Es gibt jedoch einige Ausnahmen, die in der Fahrplandetailplanung oder mit dem (im Ursprungskonzept unterstelltem) Neigetechnikausbau behebbar scheinen.

„Ein Tausch von Linienverläufen oder Taktabweichungen in der Spitzenstunde sind zu vermeiden.“

Umsetzung im Modell

- Die Linienverläufe sind in der Spitzenstunde vollumfänglich eingehalten.
- Bei den Taktlagen gibt es einzelne Abweichungen. Dabei beträgt die größte Abweichung für einen Regionalverkehrszug 6 Minuten.
- Die weiteren Abweichungen im Regionalverkehr bewegen sich im Bereich von bis zu 2 Minuten.

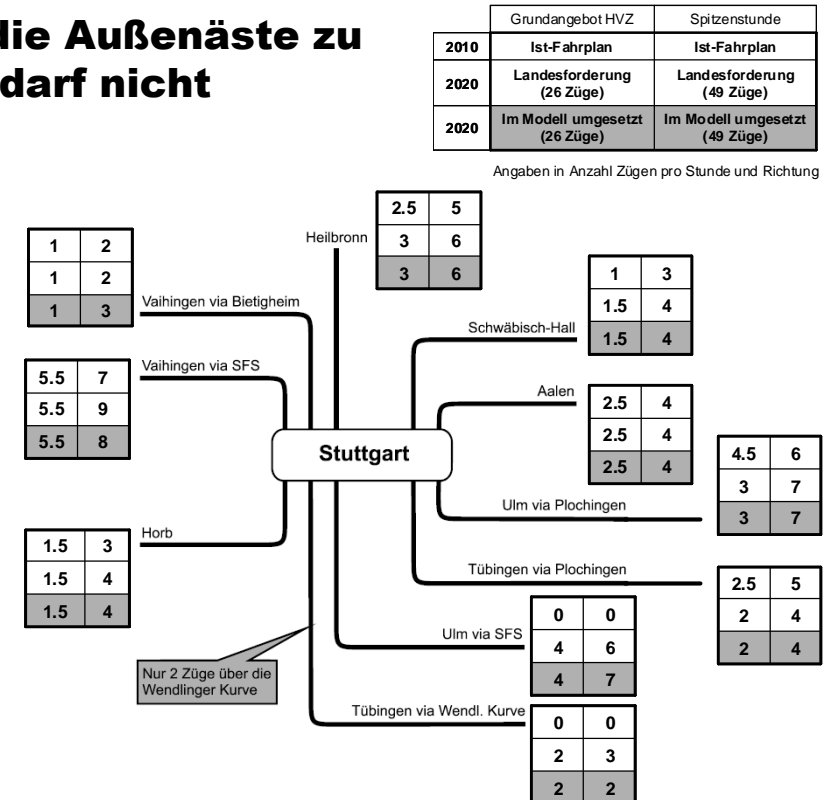
Schlussfolgerung und Empfehlungen

Kriterium 2 der Takttreue ist weitgehend erfüllt. Abweichungen sind durch die spätere Detailplanung behebbar.

„Die zusätzliche Züge sind gleichmäßig auf die Außenäste zu verteilen; die heutige Bedienungshäufigkeit darf nicht unterschritten werden.“

Umsetzung im Modell

- Auf dem Korridor von Vaihingen besteht ein Unterschied in der Verteilung zwischen Altbaustrecke und Schnellfahrstrecke (SFS). Ein Zug verkehrt von Vaihingen via Bietigheim statt via SFS. Die Anzahl der Züge im Zulauf von Zuffenhausen ist mengenmäßig eingehalten.
- Von Tübingen nach Stuttgart via Wendlinger Kurve ist ein Zug weniger als in der Landesforderung enthalten. Dafür verkehrt ein Zug zusätzlich von Ulm via SFS nach Stuttgart.



Schlussfolgerung und Empfehlungen

Der geänderte Zuglauf von Vaihingen nach Stuttgart über die SFS ist mit einer Anpassung verschiedener Fahrplanlagen verbunden. Dies erscheint jedoch prinzipiell möglich.

Ein zusätzliches Zugpaar von Tübingen über die SFS nach Stuttgart löst den Bau der „Großen Wendlinger Kurve“ aus.

„Die zusätzlichen Züge sind zeitlich sinnvoll zwischen den Grundtaktzügen einzupassen, so dass sich eine gleichmäßige Zugfolge ergibt.“

Umsetzung im Modell

Die Verteilung der Ankünfte von den Zulaufstrecken nach Stuttgart Hbf ist gut. Abweichungen sind mit einer unterschiedlichen Anzahl von Zwischenhalten erklärbar.

- Noch unbefriedigend ist der Zulauf von Vaihingen via Bietigheim. Eine Überarbeitung erscheint erfolversprechend.
- Im Filstal ist eine gleichzeitige Beibehaltung der geplanten Takte und Verdichtung der drei hier verkehrenden Züge nicht möglich.
- Die Verteilung der Züge aus Richtung Tübingen via Plochingen ist ungleichmäßig. Im Zusammenhang mit einer Neuplanung des Filstals sind auch die Züge von Tübingen via Plochingen nach Stuttgart zu überarbeiten.

Schlussfolgerung und Empfehlungen

Kriterium 4 ist weitgehend erfüllt. Eine Optimierung der noch nicht zufrieden stellenden Zuläufe scheint möglich.

„Zur Vermeidung unnötiger Zugkilometer müssen die zusätzlichen Züge in Stuttgart Hbf enden und in den Wartungsbahnhof überführt werden.“

Umsetzung im Modell

- 4 der 23 in Stuttgart endenden Zusatzzüge verkehren nicht in den Wartungsbahnhof.
- 3 der 4 genannten Züge könnten alternativ über die Abzweige Wangen und Bad Cannstatt in den Wartungsbahnhof geführt werden, ein Zug muss beim hier unterstellten Fahrplan den Hbf über die SFS verlassen.

Schlussfolgerung und Empfehlungen

Kriterium 5 ist weitestgehend erfüllbar. Ein einziger Regionalzug aus Richtung Vaihingen kann nicht im Wartungsbahnhof enden und muss über die SFS in Richtung Flughafen geführt werden.

Die Resultate sind in **27 Steckbriefen** dokumentiert, gruppiert in die drei Bereiche

- **Infrastruktur** – Prüfen der im Simulationsmodell erfassten Infrastrukturdaten bezüglich Ort und Funktion,
- **Fahrplan** – Prüfen aller Fahrplanelemente,
- **Simulation** – Prüfen der Simulationsmethodik, des Ablaufs und der Ergebnisse.

Jeder Steckbrief behandelt ein Objekt gefolgt von einer Diskussion und einer Schlussfolgerung.

Das Gerüst der Steckbriefe entstand zu Beginn der Auditierungsarbeiten und wurde entlang des fortschreitenden Prozesses laufend nachgeführt.

Bereich Infrastruktur

Nr.	Steckbrief
1.	IN-01 Arbeitsperimeter und Abstimmung der Systemgrenzen
2.	IN-02 Vorgehen und Umgang mit Infrastruktureingabe
3.	IN-03 Infrastruktur – Umsetzung im Arbeitsperimeter
4.	IN-04 Leit- und Sicherungstechnik – Grundsätze
5.	IN-05 Leit- und Sicherungstechnik – Umsetzung im Arbeitsperimeter
6.	IN-06 S-Bahn-Stammstrecke: Leit- und Sicherungstechnik
7.	IN-07 Betrachtung Stuttgart Hbf

Bereich Fahrplan

Nr.	Steckbrief
8.	FP-01 Auswahl Rollmaterial
9.	FP-02 Fahrplankonstruktion
10.	FP-03 Abbildung der Haltezeiten im System
11.	FP-04 Wendeverknüpfungen
12.	FP-05 Zuschläge
13.	FP-06 Umsetzung Fernverkehr im Simulationsmodell
14.	FP-07 Umsetzung Regionalverkehr im Simulationsmodell
15.	FP-08 Umsetzung S-Bahn im Simulationsmodell
16.	FP-09 Umsetzung Güterverkehr im Simulationsmodell
17.	FP-10 Umsetzung Landeskriterien
18.	FP-11 Umgang mit Anschlüssen
19.	FP-12 Gleisbelegungen

Bereich Simulation

Nr.	Steckbrief
20.	SI-01 Simulationsmethodik und -ergebnisse
21.	SI-02 Ablauf des Simulationsprojekts
22.	SI-03 Durchführen der Simulation
23.	SI-04 Verwendung der Reservezeiten zum Verspätungsabbau
24.	SI-05 Ur- und Einbruchsverspätungen
25.	SI-06 Datenübergabe
26.	SI-07 Schlussbericht DB Netz AG
27.	SI-08 Sensitivitätsbetrachtung Datenmodell 15. Juli

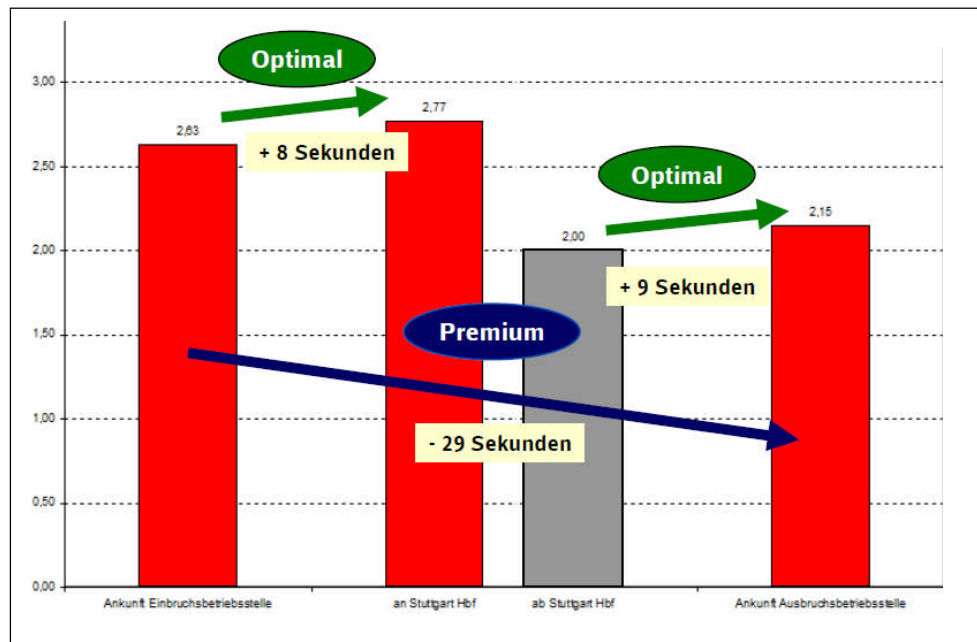
-
- Methodik und Prozess gemäß Präsentation der DB Netz AG.
 - SMA hat als Auditor den Prozess von Beginn an begleitet und entsprechend dem Zeitplan und Arbeitsfortschritt für Teilaspekte „grünes Licht“ gegeben.
 - Ein technischer Lenkungsreis mit Vertretern der beiden (formellen) Auftraggeber hat die Arbeiten ebenfalls begleitet und wo notwendig Zwischenentscheide gefällt.
 - Die Auditierung der Ergebnisse basiert auf der Übergabe der Modelldaten vom 21. Juni und dem Bericht der DB Netz AG vom 30. Juni 2011. Wenn die Anforderungen eines Steckbriefs nicht eingehalten waren, wurde die DB Netz AG zu weiteren Simulationsdurchläufen aufgefordert (Sensitivitätsanalysen); siehe nächste Folie.
 - Von besonderer Bedeutung war der Wechsel der Vertreter des Verkehrsministeriums nach den Wahlen vom 27. März 2011. Dabei kam es zu einer Modifikation der Anforderungen an den zu simulierenden Fahrplan.
 - Die Auditierung erforderte bis dato über 3000 Arbeitsstunden. Darin enthalten sind über 100 Arbeitstage für die Überprüfung von Daten, Simulationsvorgängen und Resultaten in Berlin und Stuttgart sowie die Teilnahme an Arbeits- und Lenkungsreisen.

Im übergebenen Datenmodell mit Stand vom 21. Juni 2011 sind Elemente identifiziert, die eine Bewertung des Gesamtergebnisses nicht zuließen. Diese Elemente wurden der DB Netz AG am 6. und 7. Juli mitgeteilt:

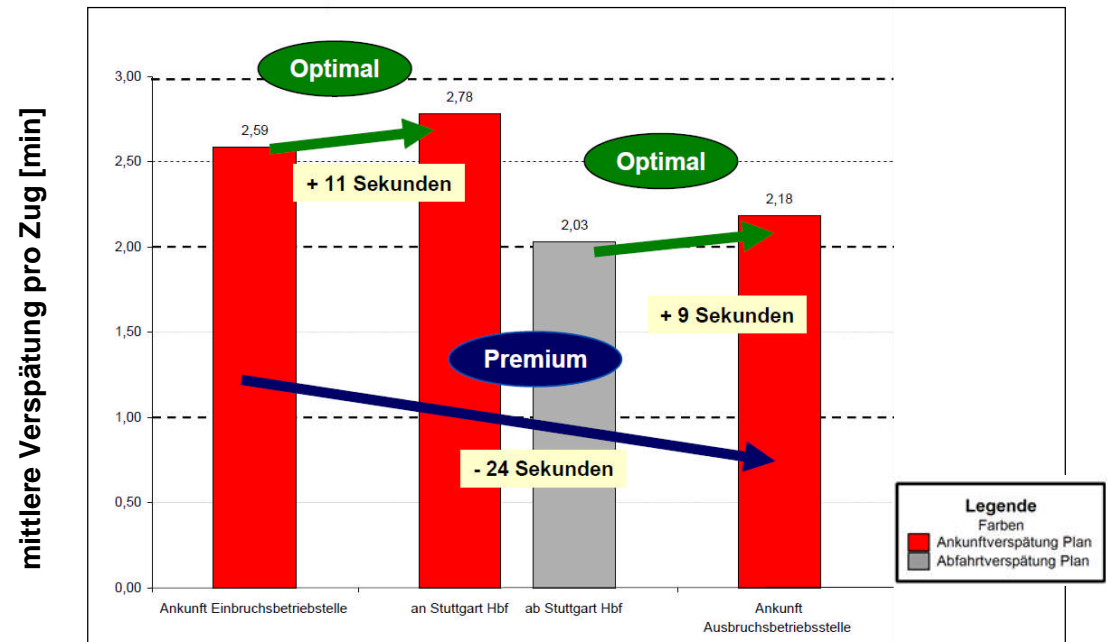
- Infrastrukturanpassungen Stuttgart Hbf
 - Fahrstraßenbilde- und -auflösezeit
 - Durchrutschwege
 - Einfahrt in besetztes Gleis
- Abweichungen von Haltezeitprämissen
- Fehlende Züge oder Halte
- Taktabweichungen im Grundtakt
- Fehlende Taktlagen am Morgen
- Gleisbelegungen
- Wendeverbindungen
- Gesonderte Ur- und Einbruchsverspätungen
- S-Bahn
- Ergebnis der Sensitivitätsbetrachtung

DB Netz hat daraufhin das Simulationsmodell angepasst und neue Simulationsläufe durchgeführt. SMA konnte die Ergebnisse am 15. Juli in Berlin sichten, diskutieren und in einem separaten Steckbrief zusammenfassen.

Grundvariante DB Netz AG vom 30. Juni 2011



Ergebnis der Sensitivitätsbetrachtung vom 15. Juli 2011



Nach der Sensitivitätsbetrachtung bleiben folgende Einschätzungen bestehen:

- „Premiumqualität“ zwischen Ankunft Einbruchsbetriebsstelle und Ankunft Ausbruchsbetriebsstelle.
- „wirtschaftlich optimal“ zwischen Ankunft Einbruchsbetriebsstelle und Ankunft Stuttgart Hbf.
- „wirtschaftlich optimal“ zwischen Abfahrt Stuttgart Hbf und Ankunft Ausbruchsbetriebsstelle.

Simulationsprozess

Die im Stresstest Stuttgart 21 angewandten Methoden entsprechen dem heutigen Stand der eisenbahnbetriebs-wissenschaftlichen Lehre. Der ganze Prozess und die darin ausgeführten Teilarbeiten zeugen von hoher Professionalität.

Die von den Auditoren gewünschten Kontrollen und selbstständigen Wiederholungen von Modelldurchläufen funktionierten reibungslos und mit voller Transparenz. Alle bekannten Regeln einer Simulation sind eingehalten worden.

In Anbetracht der enormen Datenmenge – insbesondere als Folge der zahlreichen Rückkoppelungen bis in die Fahrplankonstruktion – ist eine absolut fehlerfreie Simulation nicht möglich. Die vorgenommenen Prüfungen erlauben die Aussage, dass nirgends ein grober Systemfehler vorhanden ist, der das Ergebnis zum Kippen bringen könnte.

Bewertung des Prozesses und der Ergebnisse

Beurteilungsgrundlage

In Deutschland gelten gemäß dem seit 1. Januar 2008 geltenden Regelwerk RiL 405 der DB Netz AG die vier Qualitätsmerkmale

- Premium,
- wirtschaftlich optimaler Leistungsbereich,
- risikobehaftet und
- mangelhaft.

Der Begriff „gute Betriebsqualität“ kommt in keinem bestehenden Regelwerk vor. Vereinfacht formuliert heißt „Premium“, dass alle Systemelemente so zusammenwirken, dass sich ein Verspätungsabbau einstellt. „Wirtschaftlich optimal“ hat zur Folge, dass sich Verspätungen nicht abbauen, sondern gleich bleiben oder nur minimal erhöhen.

Über diese technisch-wirtschaftliche Vorgabe herrscht Konsens zwischen Eigentümer, Aufsichtsbehörden und der (wirtschaftlich verantwortlichen) Infrastruktur-Gesellschaft.

Es kann nicht Aufgabe eines Audits sein, die in Deutschland geltenden Normen in Zweifel zu ziehen. Dieses Thema gehört auf die politische Ebene und berührt die Frage, welche strategischen Vorgaben der Unternehmenseigner an die Unternehmensführung vorgibt.

Die geforderten 49 Ankünfte in Stuttgart Hbf in der am meisten belasteten Stunde und mit dem der Simulation unterstellten Fahrplan können mit wirtschaftlich optimaler Betriebsqualität abgewickelt werden. Die vom Schlichter geforderten anerkannten Standards des Eisenbahnwesens sind eingehalten.

Das Gesamtergebnis setzt sich aus drei Teilresultaten zusammen, nämlich den Betriebsqualitäts-Kennzahlen

- vom Eintritt in den Simulationsraum bis zur Ankunft im Hauptbahnhof Stuttgart,
- innerhalb des Hauptbahnhofs selber und
- vom Hauptbahnhof bis zum Austritt aus dem Simulationsraum.

Alle Durchläufe zeigen dasselbe Systemverhalten:

Es kommt zu einem leichten Verspätungsaufbau im Zulauf zum Hbf und anschließend auch wieder auf der Wegfahrt von Stuttgart nach außen. Die im Hbf eingeplanten Fahrplanreserven erlauben dagegen einen Verspätungsabbau, der größer als die beiden anderen Durchschnittswerte ist, woraus sich die Gesamteinstufung „wirtschaftlich optimal“ mit leicht abnehmender Verspätungstendenz ergibt.

Bewertung des Prozesses und der Ergebnisse

Teilergebnisse (1/3)

Ein Teilziel des Stresstests bestand in der Überprüfung, ob das vorgelegte Projekt Stuttgart 21 durch weitere Infrastruktur-Ausbauten auf den Zufahrten ergänzt werden muss.

In der Schlichtung genannte fünf Maßnahmen:

- Ausrüstung der neuen Strecken zusätzlich mit konventioneller Leit- und Sicherungstechnik
- Zweigleisige westliche Anbindung des Flughafens an die Neubaustrecke
- Anbindung der Ferngleise von Zuffenhausen in Feuerbach an den geplanten neuen Tunnel von Bad Cannstatt zum Hauptbahnhof (P-Option)
- Große Wendlinger Kurve (zweigleisige und kreuzungsfreie Anbindung der Strecke aus Tübingen an die NBS)
- Erweiterung des Tiefbahnhofs um ein 9. und 10. Gleis

Ausrüstung der neuen Strecken zusätzlich mit konventioneller Leit- und Sicherungstechnik

Eine solche Ausrüstung ist notwendig und unterstellt, damit auch Nahverkehrszüge ohne ETCS-Ausrüstung auf den neuen Anlagen verkehren können. Damit die konventionelle Signalausstattung den Kapazitätsanforderungen des Stresstests genügt, muss sie entsprechend den Annahmen im Simulationsmodell verdichtet werden.

Zweigleisige westliche Anbindung des Flughafens an die Neubaustrecke

Diese ist notwendig zum Erreichen des Qualitätsziels. Es kommt bei der Fahrplankonstruktion zu Zugkreuzungen auf der besagten Anbindung.

Anbindung der Ferngleise von Zuffenhausen in Feuerbach an den geplanten neuen Tunnel von Bad Cannstatt zum Hbf (P-Option)

Alle Simulationen wurden ohne diese Ergänzung durchgeführt. Das Gesamtergebnis bestätigt, dass bei der unterstellten Verteilung der Züge auf die beiden westlichen Zufahrten die Kapazität ausreichend ist.

Große Wendlinger Kurve (zweigleisige und kreuzungsfreie Anbindung der Strecke aus Tübingen an die NBS)

Die Untersuchungen zeigen, dass mit der vorgelegten vereinfachten Wendlinger Kurve zwei Züge pro Stunde und Richtung zulässig sind. Ein dritter, vom Land geforderter Zug in den Spitzenstunden ist die auslösende Ursache für einen kreuzungsfreien Ausbau, womit selbstredend zusätzliche Kapazität und Flexibilität für das ganze Projekt geschaffen wird.

Erweiterung des Tiefbahnhofs um ein 9. und 10. Gleis

Alle Simulationsdurchläufe erfolgten ohne die Unterstellung eines 9. und 10. Gleises. Die Fahrplankonstruktion nutzt die Möglichkeit, an den 400 m langen Bahnsteigen zwei Nahverkehrszüge hintereinander halten zu lassen. Kombiniert mit den im Fahrplan relativ langen Haltezeiten der meisten Nahverkehrszüge genügen die geplanten acht Gleise für einen stabilen Betrieb.

Die Detailanalysen der Verspätungsverlaufs-Diagramme zeigen, dass die beim unterstellten Fahrplan eingeplanten – teilweise langen – Haltezeiten in Stuttgart Hbf lokal zu einem Verspätungsabbau beitragen.

Beibehaltung Simulationsmodell

Es wird empfohlen, das erstellte Simulationsmodell als „Monitoring-Instrument“ beizubehalten und anfallende Projektänderungen auf ihre Verträglichkeit mit der Zielvereinbarung von 49 Zügen in der Spitzenstunde zu prüfen.

Signalisierung S-Bahn-Stammstrecke:

Im Modell ist eine Signalisierung unterstellt, die die 2,5-Minuten-Zugfolge auf der Stammstrecke zulässt. Das LST-Projekt zwischen Hauptbahnhof, dem neuen Haltepunkt Mitnachtstraße und der bestehenden Strecke muss diese Bedingungen erfüllen.

Ausbau Murrbahn

Um die dem Fahrplan mit 49 Zügen entsprechende Zugzahl auf der Murrbahn zu erreichen, ist ein Ausbau einzelner Bahnhöfe für gleichzeitige Einfahrten erforderlich.

Kleinere Infrastrukturoptimierungen

Wir empfehlen, Erkenntnisse aus den Resultaten der Simulation wie zu lange Blockteilungen oder Geschwindigkeitseinbrüche aufzunehmen.

Anpassungen gemäß Steckbriefen

Weiter empfehlen wir, die in den Steckbriefen beschriebenen Unstimmigkeiten und kleineren Fehler zu beheben und zur Bestätigung des Gesamtergebnisses einen weiteren Simulationslauf durchzuführen und zu veröffentlichen.