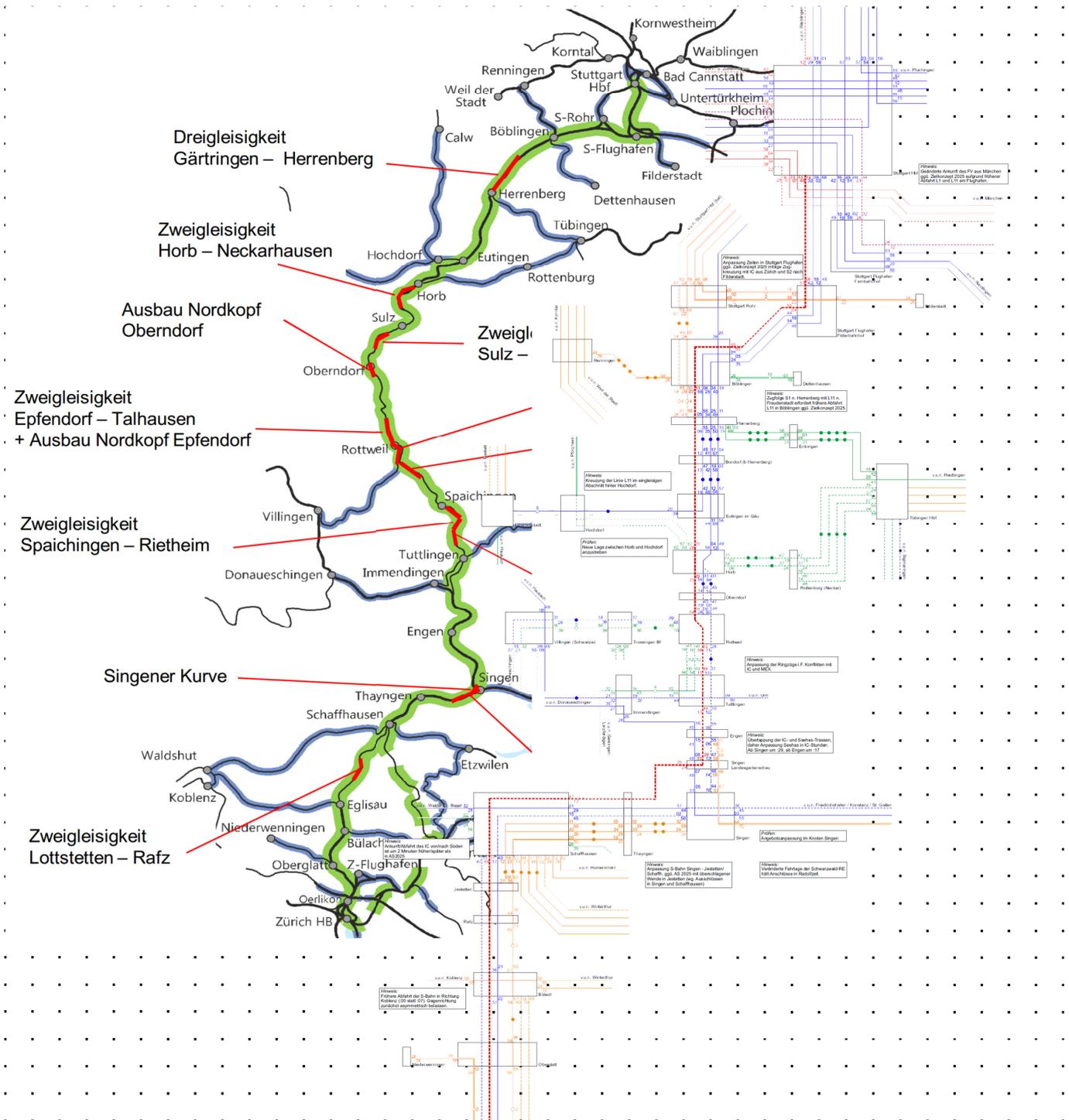


Gutachten zu Fahrzeitverkürzungen auf dem internationalen Korridor Stuttgart – Zürich

Schlussbericht vom 31.08.2016 mit Ergänzungen vom 09.09.2016



Projektteam

Dipl. Ing. Salem Blum, Projektleitung (EBP)

Dipl.-Ing. Torsten Brand (Sweco)

M. Eng. Sebastian Stahl (VIA-Con)

Dr.-Ing. Thorsten Büker (VIA-Con)

c/o

Ernst Basler + Partner AG

Mühlebachstrasse 11

8032 Zürich

Schweiz

Telefon +41 44 395 16 16

info@ebp.ch

www.ebp.ch

Kurzfassung

Ausgangslage	<p>Die Gäubahn ist Teil des internationalen Nord-Süd-Korridors Stuttgart-Zürich-Mailand. Während durchgehende, alpenquerende Verbindungen Süddeutschland-Italien aufgrund des intermodalen Wettbewerbs mit dem Flugzeug und dem Fernbus im Moment von der Bahn nicht mehr konkurrenzfähig angeboten werden können, könnte mit der Eröffnung der NEAT-Basistunnels am Gotthard und am Ceneri und der damit möglichen markanten Verkürzung der Reisezeiten um ca. eine Stunde wiederum mit der Aufnahme von durchgehenden Verbindungen auf der Schiene gerechnet werden. Allerdings sind auf dem nördlichen Abschnitt des Korridors von Stuttgart nach Zürich die heute von den konventionellen, lokbespannten IC-Zügen erreichten 2 Stunden und 56 Minuten im Vergleich zur Fahrzeit mit dem Auto über die Bundesautobahn A81 nicht konkurrenzfähig und deshalb sind hier ebenfalls Reisezeitverkürzungen anzustreben, zu welchen mit der Vereinbarung von Lugano auch seit längerem ein internationaler Konsens besteht.</p>
Zielfahrzeit gemäß Vereinbarung von Lugano: 2h15'	<p>Im September 1996 wurde zwischen dem Vorsteher des eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartements und dem Bundesminister für Verkehr der Bundesrepublik Deutschland zur Sicherung der Leistungsfähigkeit des Zulaufs zur neuen Eisenbahn-Alpentransversale (NEAT) in der Schweiz die Vereinbarung von Lugano unterzeichnet; diese sieht u.a. vor, die Reisezeit zwischen Stuttgart und Zürich durch Einsatz von Fahrzeugen mit Neigetechnik und punktuellen Linienverbesserungen auf 2h15' zu verkürzen. Um dies zu erreichen, haben die Schweiz und die Bundesrepublik Deutschland vereinbart, die Gäubahn von Stuttgart bis Singen und die daran anschließende Strecke (Singen-)Schaffhausen-Zürich via Bülach entsprechend auszubauen.</p>
Ziel der Untersuchung	<p>Das Ziel der Untersuchung besteht darin, im Hinblick auf den angestrebten Ausbau mögliche Fahrzeitreduktionen auf der Gäubahn bzw. auf dem gesamten Laufweg von Stuttgart nach Zürich in zwei Stufen auszuloten und die hierfür erforderlichen Infrastruktur-Ausbaumaßnahmen abzuleiten:</p> <ul style="list-style-type: none">• In der Stufe I wird eine Zielfahrzeit von 2 Stunden 30 Minuten (2h30') angestrebt.• In der Stufe II wird eine Zielfahrzeit von 2 Stunden 15 Minuten (2h15') angestrebt. <p>Die Untersuchungsziele korrespondieren mit der Zielsetzung aus dem Koalitionsvertrag zwischen Bündnis 90/Die Grünen und der CDU 2016 - 2021: „Bei der Verbindung Stuttgart - Zürich (Gäubahn) halten wir am Ziel einer deutlichen Fahrzeitverkürzung unter Einsatz von Neigetechnikzügen entsprechend der Verpflichtung aus der Vereinbarung von Lugano fest. Zur Umsetzung setzen wir uns für die entsprechende Einstufung des Projekts im Vordringlichen Bedarf des Bundesverkehrswegeplans 2030 ein. Der</p>

Zielvorgaben für die
Untersuchung

Ausbau muss zeitnah begonnen, weitere Planungen umgehend in Angriff genommen werden.“

Die erzielten Fahrzeitverkürzungen sollen sich wirkungsvoll in das bestehende Anschlussgefüge in den Knoten Stuttgart und Zürich einfügen und so z.B. den Halbstundensprung und gute Anschlüsse in Stuttgart in Richtung Norden ermöglichen. Gleichzeitig soll das die Gäubahn umgebende Nahverkehrsgefüge nicht allzu stark in Mitleidenschaft gezogen werden, wobei die Priorität auf der Herstellung der angestrebten Fahrzeitverkürzung liegt. Die erforderlichen Investitionen in den Infrastrukturausbau auf der Gäubahn sollen eine Größenordnung von 200 bis 250 Mio. € nicht überschreiten. Bei allfällig erforderlichen Ausbauten in der Schweiz wäre durch das Bundesamt für Verkehr (BAV) zu prüfen, ob diese in den Ausbauschnitt AS 2030/35 aufgenommen werden können. Dies bedeutet auch, dass die angestrebten Zielfahrzeiten in den Stufen I und II nur die Richtung vorgeben, die effektiv erreichten Fahrzeiten bzw. Fahrzeitverkürzungen jedoch davon abweichen können.

Ausarbeitung von Lösungen im Planungsdreieck Angebot – Fahrzeug – Infrastruktur

Variantenbildung und
Randbedingungen für die
Fahrplankonstruktion

In der Stufe I mit dem Fahrzeitziel 2h30' für den Fernverkehr auf der Gäubahn werden zwei Hauptvarianten betrachtet:

- Variante A.0 (ohne Singener Kurve)
- Variante B.0 (mit Singener Kurve)

und hierfür jeweils ein Fahrplan unter Beachtung der folgenden Randbedingungen konstruiert:

- Der Fernverkehr ist in Stuttgart nullsymmetrisch in den Knoten zur Minute 30 eingebunden. Die Ankunft erfolgt in der ungeraden Stunde zur Minute 14 und die Abfahrt erfolgt in der geraden Stunde zur Minute 46.
- Der Fernverkehr bedient Stuttgart Hbf, Stuttgart Flughafenbahnhof, Böblingen, Horb, Rottweil, Tuttlingen, Singen, Schaffhausen und Zürich HB.
- Der Fernverkehr muss mit einer guten Betriebsqualität von Süden her in den Bereich Horb-Stuttgart einfahren, um die Fahrplanstabilität im Raum Stuttgart (insbesondere S-Bahn) nicht negativ zu beeinflussen.
- Für die Bodenseegürtelbahn gelten die Festlegungen aus dem „Zielkonzept 2025 Bodenseegürtelbahn“.

- Auf der Hochrheinstrecke wird die Elektrifizierung unterstellt. Die Fahrplanzzeiten basieren auf dem „Zielkonzept +“ der Studie „Elektrifizierung Hochrheinstrecke und Bodenseegürtelbahn“¹⁾
- Für den Nahverkehr zwischen Singen – Schaffhausen – Zürich dienen der „Ausbauschritt AS 2025“ [3] sowie die „Variante 3 (Zeithorizont 2018) – Aggloprogramm 2. Etappe – der Studie zum Agglomerationsprogramm Schaffhausen“ aus dem Jahr 2011 als Basis.
- Für die Stuttgarter S-Bahn sind grundsätzlich die Zeiten des Status Quo des Jahresfahrplans 2016 zu übernehmen. Anpassungen an den Fahrlagen sind in den Varianten A.0 und B.0 nicht zulässig.
- Für den Regionalverkehr zwischen Stuttgart Hbf und Horb werden die Fahrlagen des Zielkonzeptes ITF BW 2025 mit der Bedarfsplaninfrastruktur im Großraum Stuttgart entsprechend dem MEX-Konzept mit Stand Ende 2015 unterstellt.
- Für den zu unterstellenden Güterverkehr werden die Zugzahlen aus dem Jahresfahrplan 2014/2015 als Grundlage angenommen.

Ergebnisse und Würdigung

Ergebnisse der
Fahrplankonstruktion

Es gelingt für beide Hauptvarianten A.0 und B.0 einen konfliktfreien Fahrplan auf der Gäubahn mit einer merklichen **Verkürzung der Planfahrzeit** um **19 Minuten** gegenüber dem Referenzfall zu konstruieren. Die hierfür erforderlichen Investitionen in den Infrastrukturausbau bewegen sich in der geforderten Größenordnung von 200 bis 250 Mio. €. Voraussetzung hierfür ist, dass für den Fernverkehr Neigetechnikfahrzeuge zum Einsatz kommen. Es hat sich im Verlauf der Untersuchung gezeigt, dass die erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen zur Umsetzung der angestrebten Planfahrzeit stufenweise umgesetzt werden können und so bereits unabhängig von der Umsetzung aller Maßnahmen in Teilabschnitten der Gäubahn Nutzen stiften.

Sinnvolle und nutzenstiftende
Paketbildungen zur Etappierung
des Infrastrukturausbaus auf der
Gäubahn

Ohne detaillierte Untersuchungen zu fahrplantechnischen Wirkungen ist vorstellbar, dass folgende Paketbildungen einen Nutzen für alle Verkehrsarten (Fernverkehr, Nahverkehr und Güterverkehr), insbesondere für den Fernverkehr und die Erhöhung der Fahrplanstabilität erzielen könnten:

- **Paket 1:** Die kleineren Maßnahmen zur Optimierung des VzG entlang des gesamten Korridors entsprechend dem Infrastrukturmaßnahmenbündel I2 entfalten auch unabhängig von den übrigen Maßnahmen ihre Wirkung.
Die Investitionen in den Infrastrukturausbau für das Paket 1 belaufen sich auf rund **65 Mio. €**.

1) Der hierbei unterstellte Halbstundentakt der IRE-Verbindung steht unter der finanziellen Verantwortung der Schweiz.

- **Paket 2:** Die Ausbauten Horb-Neckarhausen (lang) und im Bahnhof Oberndorf dienen auch unabhängig von der weiteren Realisierung von Maßnahmen südlich von Rottweil der Verbesserung des Nahverkehrs zwischen Stuttgart und Rottweil.
Die Investitionen in den Infrastrukturausbau für das Paket 2 belaufen sich auf rund **30 Mio. €**.
- **Paket 3:** Die Blockverdichtung Singen – Gottmadingen entfaltet unabhängig vom Fernverkehrsangebot für die flexible Ausgestaltung des Nahverkehrs zwischen Singen und Schaffhausen einen Nutzen.
Die Investitionen in den Infrastrukturausbau für das Paket 3 belaufen sich auf rund **1 Mio. €**.
- **Paket 4:** Die Ausbauten Rottweil-Neufra und Spaichingen-Wurmlingen entfalten ihren Nutzen hauptsächlich mit der Einführung des neuen Fernverkehrsangebots mit/ohne Singener Kurve entsprechend den Varianten A.0 und B.0. Zusätzlich muss aber bei der Variante A.0 auch die Dreigleisigkeit Herrenberg – Gärtringen, die Zweigleisigkeit Neufra-Aldingen und der Ausbau des Bahnhofs Aldingen realisiert werden, um das vorgesehene Angebotskonzept mit der gewünschten Fahrplanstabilität umsetzen zu können.
Die Investitionen in den Infrastrukturausbau für das Paket 4 belaufen sich für die **Variante A.0** auf rund **190 Mio. €** und für die **Variante B.0** auf rund **125 Mio. €**.

Zusammenstellung Infrastruktur-
Ausbaumaßnahmen für die
Varianten A.0 und B.0

Zusammenfassend stellen sich die Infrastruktur-Ausbaumaßnahmen und deren Investitionskosten für die Hauptvarianten A.0 und B.0 wie folgt dar:

- **Variante A.0 (ohne Singener Kurve):** Infrastrukturmaßnahmenbündel I2 ergänzt um die Dreigleisigkeit Gärtringen-Herrenberg, Zweigleisigkeit Horb-Neckarhausen, Ausbau Oberndorf, Zweigleisigkeit Rottweil-Neufra mit Ausbau Nordkopf Neufra, Zweigleisigkeit Neufra-Aldingen, Ausbau Aldingen, Zweigleisigkeit Spaichingen-Rietheim, Zweigleisigkeit Rietheim-Wurmlingen, **Blockverdichtung Gottmadingen**, **Zweigleisigkeit Grenze D/CH bei Lottstetten bis Rafz**.
Der Infrastrukturinvestitionsbedarf für die Variante A.0 beläuft sich auf insgesamt **285 Mio. €**.
- **Variante B.0 (mit Singener Kurve):** Infrastrukturmaßnahmenbündel I2 ergänzt um die Zweigleisigkeit Horb-Neckarhausen, Ausbau Oberndorf, Zweigleisigkeit Rottweil-Neufra mit Ausbau Nordkopf Neufra, Zweigleisigkeit Spaichingen-Rietheim, Zweigleisigkeit Rietheim-Wurmlingen, Singener Kurve, **Blockverdichtung Gottmadingen**, Zweigleisigkeit Grenze D/CH bei **Lottstetten bis Rafz**.
Der Infrastrukturinvestitionsbedarf für die Variante B.0 beläuft sich auf insgesamt **220 Mio. €**.

Kostendifferenz Varianten A.0 und B.0

Die Differenz des Infrastrukturinvestitionsbedarfs beläuft sich auf rund 65 Mio. €. Dies sind die Maßnahmen Dreigleisigkeit Herrenberg – Gärtringen, Zweigleisigkeit Neufra-Aldingen und der Ausbau des Bahnhofs Aldingen, welche in der Variante A.0 zusätzlich errichtet werden müssen, abzüglich der Singener Kurve, welche in der Variante A.0 nicht unterstellt ist.

Die Infrastrukturmaßnahmen der Varianten A.0 und B.0 und deren Kosten sind in der Tabelle I zusammengefasst.

Tabelle I:
Zusammenstellung der Varianten A.0 und B.0, ihrer Kosten, sowie der Infrastruktur-Pakete 1-4

Erläuterung:
Fahrplan Konstr.: Maßnahmen, welche aus der Fahrplankonstruktion erforderlich werden (Vermeidung von Kreuzungs- oder Zugfolgekonflikten)

Fahrplan Stab.: Maßnahmen, welche der Anhebung der Fahrplanstabilität dienen

Baukasten Infrastrukturmaßnahmen Gäubahn		Kosten [Mio. €]	Varianten		Fahrplan Konstr./Stab.		Pakete			
			A.0	B.0	A.0	B.0	1	2	3	4
Optimierung des VZG zwischen Stuttgart und Singen (vgl. Abschnitt 5.2.1)	Stuttgart-Rohr - Böblingen Goldberg (1)	3.3	x	x	Fahrzeitverkürzung (Konstruktion und Stabilität)	A.0/B.0				
	Stuttgart-Rohr - Böblingen Goldberg (2)	3.9	x	x		A.0/B.0				
	Böblingen - Böblingen Hulb	0.8	x	x		A.0/B.0				
	Ehringen (bei Böblingen) - Gärtringen	8.1	x	x		A.0/B.0				
	Bondorf (bei Herrenberg) - Ergenzingen	12.6	x	x		A.0/B.0				
	Eutingen im Gäu - Horb (1)	2.6	x	x		A.0/B.0				
	Eutingen im Gäu - Horb (2)	0.6	x	x		A.0/B.0				
	Horb - Neckarhausen (bei Horb)	6.7	x	x		A.0/B.0				
	Grünholz - Oberndorf (Neckar)	3.3	x	x		A.0/B.0				
	Neufra (bei Rottweil) - Aldingen (bei Spaichingen)	4.1	x	x		A.0/B.0				
	Spaichingen - Rietheim (Württ)	3.6	x	x		A.0/B.0				
	Gottmadingen - Singen (Hohentwiel)	8.6	x	x		A.0/B.0				
	Engen - Mühlhausen (bei Engen)	5.7	x	x		A.0/B.0				
	Abschnittsweise Streckenausbauten (vgl. Abschnitt 5.2.2)	Dreigleisigkeit Gärtringen - Herrenberg	69.6	x			Kon.			
Zweigleisigkeit Horb - Neckarhausen (lang)		26.4	x	x	Kon.	Kon.		A.0/B.0		
Ausbau Nordkopf Oberndorf		1.8	x	x	Stab.	Stab.		A.0/B.0		
Zweigleisigkeit Rottweil - Neufra und		23.7	x	x	Kon.	Kon.				A.0/B.0
Ausbau Nordkopf Neufra										
Zweigleisigkeit Neufra - Aldingen		32.3	x		Kon.					A.0
Ausbau Bahnhof Aldingen		2.8	x		Kon.					A.0
Zweigleisigkeit Spaichingen - Rietheim		24.8	x	x	Kon.	Kon.				A.0/B.0
Zweigleisigkeit Rietheim - Wurmlingen		22.9	x	x	Kon.	Kon.				A.0/B.0
Neubau Singener Kurve		40.0				Stab.				B.0
Blockverdichtung Singen - Gottmadingen		0.8	x	x	Stab.	Stab.			A.0/B.0	
Zweigleisigkeit Lottstetten Landesgrenze bis Rafz	15	x	x	Kon.	Kon.				A.0/B.0	
Summe	Mio. €	284	219				64	28	1	125-190

Würdigung der Ergebnisse

Angesichts der bestehenden Situation mit einer intermodal nicht konkurrenzfähigen Fahrzeit Stuttgart-Zürich von rund drei Stunden und vor dem Hintergrund der Vereinbarung von Lugano ist der Ausbaubedarf auf der Gäubahn gegeben. Die beiden untersuchten Hauptvarianten A.0 und B.0 bieten dank dem vorgeschlagenen Infrastrukturausbau in der Größenordnung von 200 bis 250 Mio. € und dem Einsatz von Neigetechnikfahrzeugen beide eine Verkürzung der Planfahrzeit um rund 20 Minuten auf zwei Stunden und 37 Minuten, was sowohl in Stuttgart als auch in Zürich eine Einbindung in den jeweiligen Anschlussknoten ermöglicht. Eine weitere Verkürzung der Planfahrzeit auf zwei Stunden und 15 Minuten erfordert längere Neubauabschnitte (Stufe II), wobei die Kosten für entsprechende Pakete weit über 1 Mrd. € liegen und gegenüber den Hauptvarianten A.0 und B.0 auch verlorene Investitionen z.B. zwischen Horb und Rottweil entstehen.

Die Kosten für die erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen in den Hauptvarianten A.0 und B.0 liegen preisbereinigt in etwa in derselben Größenordnung wie im Bundesverkehrswegeplan 2003 für den Ausbau der Gäubahn vorgesehen. Hingegen fallen die zu erwartenden Nutzen aufgrund der

Diskussion mit/ohne Singener Kurve noch zu führen	<p>Fahrzeitverkürzung im Fernverkehr und den zusätzlich vorgesehenen Nahverkehrsangeboten grösser als im Bundesverkehrswegeplan 2003.</p> <p>Es bleibt in der politischen Diskussion im Land zu entscheiden, ob mit der Variante A.0 eine Variante ohne Singener Kurve und einem dadurch höheren Infrastrukturausbaubedarf sowie einer schlechteren Betriebsqualität auf der übrigen Strecke umgesetzt werden soll oder mit der Variante B.0 die Vorteile einer Singener Kurve neben dem Güterverkehr auch für den Fernverkehr Stuttgart-Zürich genutzt werden sollen.</p> <p>Mit der vorgeschlagenen Paketbildung können die Varianten A.0 und B.0 beide etappenweise in bis zu vier Paketen (1-4) umgesetzt werden und damit der Ausbau den jeweiligen finanziellen Möglichkeiten der Projektpartner (Bund und Land) angepasst werden.</p>
Bezug zur Gäubahn-Studie 2005	<p>Bei Betrachtung der vorliegenden Ergebnisse vor dem Hintergrund der Gäubahn-Studie 2005 [7] und den Untersuchungen zum Planfall „Gäubahn 3“ [12] und [13] aus 2006/2007 ist zu beachten, dass in den damaligen Studien nur Regelfahrzeiten zugrunde gelegt worden sind. Eine Ermittlung von Planfahrzeiten oder eine Betriebssimulation entsprechend den Vorgaben der DB Netz ist nicht erfolgt. Entsprechend wurde der erzielbare Fahrzeitgewinn in den damaligen Studien systematisch über- und der stabilitätsbedingte Infrastrukturbedarf unterschätzt. Es kommt hinzu, dass das damals unterstellte Mengengerüst im SPNV im Nordabschnitt deutlich geringer war als in der vorliegenden Untersuchung²⁾.</p>
Stresstest zum Projekt Stuttgart 21 aus 2011	<p>Bei Betrachtung der vorliegenden Ergebnisse vor dem Hintergrund des Stresstest zum Projekt Stuttgart 21 aus 2011 [8] ist zu beachten, dass im Audit zur Betriebsqualität von Stuttgart 21 einerseits nur der Bereich bis Horb simuliert worden ist und damit die mehrheitlich eingleisigen Streckenabschnitte südlich Horb nicht berücksichtigt worden sind und andererseits auch hier ein deutlich geringeres Mengengerüst im SPNV im Nordabschnitt unterstellt worden ist³⁾.</p>

Empfehlungen

Stufen- bzw. paketweiser Ausbau der Gäubahn der Nachfrage folgend

Mit dem Ziel die Fahrzeiten auf der Gäubahn und auf der internationalen Verbindung Stuttgart-Zürich zu reduzieren, um den Verpflichtungen aus der Vereinbarung von Lugano zumindest teilweise nachzukommen, sollte unabhängig von der Frage der Singener Kurve ein etappenweiser Ausbau der Gäubahn, wie in den vier Paketen 1-4 aufskizziert, angegangen werden. So können die Investitionen von Norden nach Süden zunächst dort Nutzen entfalten, wo auf dem deutschen Streckenabschnitt die größte Nachfrage besteht und für die hauptsächlich politisch zu klärende Frage,

2) Keine MEX-Verkehre Stuttgart-Rottweil/Singen (stündlich) und Stuttgart-Horb (halbstündlich)

3) Kein MEX-Verkehr Stuttgart-Rottweil/Singen (stündlich) und Stuttgart-Horb nur stündlich statt halbstündlich

ob der Fernverkehr Stuttgart-Zürich über die Singener Kurve geführt werden soll, bleibt genügend Zeit, da diese erst vor der Umsetzung des Pakets 4 angegangen werden muss, ohne dass Investitionen getätigt werden müssen, welche später obsolet würden.

Anzustrebende Fahrzeitreduktion von rund 20 Minuten mit Einsatz von Neigetechnikfahrzeugen

Die vorgestellten Varianten A.0 und B.0 ermöglichen beide eine Fahrzeitreduktion von rund 20 Minuten und dank einer vorteilhaften Einbindung in die Knoten Stuttgart und Zürich teilweise auch den Halbstundensprung auf Verbindungen von Zürich über Stuttgart hinaus und umgekehrt. Die Betriebsqualität bewegt sich im wirtschaftlich optimalen Bereich (vgl. Ausführungen zur Definition des Qualitätsmaßes im Anhang A1). Für den beabsichtigten Einsatz von Neigetechnikfahrzeugen sind schnellstmöglich direkte Gespräche der deutschen und der Schweizer Seite inkl. der jeweiligen Infrastrukturbetreiber anzustreben.

Mit der Einbindung der IC-Züge in Zürich in den Knoten zur Minute 30 entsprechend den Vorgaben des AS 2025 mit Wahrung des guten Übergangs in Richtung Italien ist für die Fahrplankonstruktion auf der Gäubahn die insgesamt unvorteilhaftere Randbedingung gewählt worden als die alternativ ebenfalls mögliche Einbindung der IC-Züge in den Nullknoten in Zürich. In der Tendenz lässt eine Drehung der IC-Züge auf der Gäubahn um 30 Minuten bei gleicher Größenordnung der Infrastrukturinvestitionen eine einfachere Fahrplankonstruktion und weniger Konflikte erkennen.

Optionen für eine Durchbindung über Stuttgart hinaus

Für die langfristig vorgesehene Durchbindung der Gäubahn über Stuttgart hinaus bis Nürnberg ist ebenfalls ein zweistufiges Verfahren anzustreben:

- Ausbaustufe I: Realisierung der Fahrzeitverkürzung auf der Gäubahn mit Neigetechnik entsprechend den Varianten A.0 oder B.0.
- Ausbaustufe II: Prüfung einer Drehung der IC-Züge auf der Gäubahn um 30 Minuten und/oder zusätzliche Ertüchtigung der Remsbahn für Neigetechnik, um den Anschlussknoten in Nürnberg zu erreichen.

Es wird empfohlen, im nächsten Schritt eine vollständige Bewertung des angestrebten Angebotsausbaus im SPFV und SPNV auf der Gäubahn entsprechend den Vorgaben des BVWP inkl. Nachfrageermittlung und -prognose anzugehen. Gleichzeitig empfehlen wir, für die Ausbaupakete 1-4 entsprechend aufeinander abgestimmte, stufenweise Angebotskonzepte auszuarbeiten.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	I
Inhaltsverzeichnis.....	1
1 Ausgangslage und Ziel der Untersuchung	3
1.1 Entwicklung der Rahmenbedingungen auf der Gäubahn	3
1.2 Ausbauplanungen für die Schweiz.....	4
1.3 Vereinbarung von Lugano	5
1.4 Politische Rahmenbedingungen für den Ausbau der Gäubahn	5
1.5 Ziel der Untersuchung	6
2 Auftrag, Untersuchungsmethodik und Abgrenzung	7
2.1 Auftrag und Vorgehen	7
2.2 Abgrenzung der Untersuchung.....	9
3 Analyse der bestehenden Infrastruktur	12
3.1 Analyse des Fahrtverlaufs und der auftretenden Verluste	12
3.2 Analyse der Trassierung.....	15
4 Analyse der aktuellen Fahrzeugsituation.....	16
4.1 Überblick Neigetechnik-Fahrzeuge	16
4.2 Betrachtete Fahrzeugtypen	17
4.3 Zwischenfazit	18
5 Baukasten mit möglichen Infrastrukturausbaumaßnahmen	19
5.1 Prinzip Entwicklung Baukasten	19
5.2 Infrastrukturausbaumaßnahmen und Kosten.....	19
5.2.1 Infrastrukturausbauten zur Anhebung der zulässigen Geschwindigkeit.....	20
5.2.2 Abschnittsweise Streckenausbauten	27
5.2.3 Neubaustreckenabschnitte	36
5.3 Infrastrukturmaßnahmenbündel	40
6 Untersuchte Varianten und Ergebnisse	44
6.1 Einbindung in die Knoten Stuttgart und Zürich.....	44
6.2 Variantenbildung	45
6.3 Betrachtung von Regelfahrzeiten	45
6.4 Stufe I: Fahrplankonstruktion und Betriebssimulation.....	46
6.5 Stufe I (2015): Varianten mit Nahverkehrskonzept MEX kurz/lang	46
6.6 Stufe I (2016): Varianten mit Nahverkehrskonzept MEX L1, L11 und L12	48
6.6.1 Variantenbildung und Fahrplankonstruktion	48
6.6.2 Auswertung der Betriebssimulationen Varianten A.0 und B.0.....	57

6.7	Exkurse zu Stufe I: Varianten mit Nahverkehrskonzept MEX L1, L11 und L12	64
6.7.1	Variation der Gleisbelegung im Filderbahnhof	64
6.7.2	Symmetrie der IC zur Minute 30	65
6.7.3	Einbindung in den Nullknoten in Zürich	66
6.7.4	Verdichtung IC zum Stundentakt	66
6.7.5	Varianten ohne Neigetchnik	67
6.8	Stufe II	67
7	Bewertung der Varianten	69
7.1	Bewertungsprinzip	69
7.2	Ausprägung der Indikatoren	70
7.3	Stärken und Schwächen der Varianten und relativer Vergleich	74
7.4	Ergebnisse der Bewertung	75
8	Fazit und Empfehlungen	78
8.1	Stufenweiser Infrastrukturausbau	78
8.2	Würdigung der Ergebnisse und Bezug zu älteren Studien	80
8.3	Empfehlungen	81
	Anhänge	I
A1	Erläuterung Simulationsablauf und Interpretationshilfe Ergebnisse	II
A1.1.	Systematik und Begriffsdefinition	II
A1.2.	Grundlagen und Regelwerke	IV
A2	Genutzte Eingangsdaten	V
A3	Infrastrukturmaßnahmen Lagepläne	VI
A4	Infrastrukturmaßnahmen Kostenabschätzungen	VII
A5	Netzgrafiken und Bildfahrpläne	VIII
A6	Literatur- und Quellenverzeichnis	IX

1 Ausgangslage und Ziel der Untersuchung

Ausgangslage Die Gäubahn ist Teil des internationalen Nord-Süd-Korridors Stuttgart-Zürich-Mailand. Während durchgehende, alpenquerende Verbindungen Süddeutschland-Italien aufgrund des intermodalen Wettbewerbs mit dem Flugzeug und dem Fernbus im Moment von der Bahn nicht mehr konkurrenzfähig angeboten werden können, könnte mit der Eröffnung der NEAT-Basistunnels am Gotthard und am Ceneri und der damit möglichen markanten Verkürzung der Reisezeiten⁴⁾ um ca. eine Stunde wiederum mit der Aufnahme von durchgehenden Verbindungen auf der Schiene gerechnet werden. Allerdings sind auf dem nördlichen Abschnitt des Korridors von Stuttgart nach Zürich die heute von den konventionellen, lokbespannten IC-Zügen erreichten 2 Stunden und 56 Minuten im Vergleich zur Fahrzeit mit dem Auto über die Bundesautobahn A81⁵⁾ nicht konkurrenzfähig und deshalb sind hier ebenfalls Reisezeitverkürzungen anzustreben, zu welchen mit der Vereinbarung von Lugano auch seit längerem ein internationaler Konsens besteht.

1.1 Entwicklung der Rahmenbedingungen auf der Gäubahn

Auf und ab im Einsatz von Neigetechnik-Fahrzeugen auf der Gäubahn

Auf der Gäubahn verkehrten bereits ab Ende der 1990er Jahre Neigetechnik-Fahrzeuge⁶⁾. Ab 1998 verband der neunteilige ETR 470 von Cisalpino bzw. SBB/FS Trenitalia die Landeshauptstadt Stuttgart via Zürich direkt mit Milano und ab 1999 wurden diese Fahrzeuge durch die fünfteiligen, neu abgelieferten ICE-T der DB zwischen Stuttgart und Zürich ergänzt. Die Fahrzeit der mit Neigetechnik-Fahrzeugen geführten Züge war mit 2 Stunden 43 Minuten (Jahresfahrplan 2004⁷⁾) ca. 15 Minuten kürzer als die Fahrzeit der heute eingesetzten lokbespannten IC-Züge mit EC-Wagen der SBB aus den 1990er Jahren.

4) Zürich-Milano: Verkürzung der Reisezeit gegenüber heute um rund 60 Minuten, Reisezeitziel: unter 3 Stunden
5) Berechnete Fahrzeit des Routenplaners maps.google.ch: 2 Stunden 20 Minuten
6) Einsatzbeginn auf der Gäubahn: ETR 470 ab 1998, ICE-T ab 1999
7) z.B. CIS 157 Stuttgart ab 16:04, Zürich an 18:47, Jahresfahrplan 2004 (gültig vom 14.12.2003 bis 11.12.2004)

Entwicklung der
Rahmenbedingungen über die
Zeit

In den vergangenen fünfzehn Jahren haben sich die Rahmenbedingungen wie folgt geändert:

- Die anfängliche Euphorie zum Betrieb von Neigetechnik-Fahrzeugen hat bei den beteiligten Eisenbahnverkehrsunternehmen weitgehend einer nüchternen betriebswirtschaftlichen Betrachtung mit Favorisierung von Triebzügen ohne Neigeeinrichtung Platz gemacht.
- Die ICE-T dürfen seit 2008 deutschlandweit auf Verfügung des Eisenbahn-Bundesamtes (EBA) nicht mehr bogenschnell verkehren. Seither wurde in Deutschland kein anderer elektrischer Triebzug mit Neigetechnik für bogenschnelles Fahren ohne Einschränkungen mehr zugelassen. In der Schweiz und in Italien wurden die ETR 610 2009 bzw. 2010 für bogenschnelles Fahren zugelassen und werden kommerziell eingesetzt.
- Die intermodale Konkurrenz hat mit der Liberalisierung des Fernbusmarktes auch auf den klassischen Fernverkehrsstrecken der Bahn mit Fahrzeiten bis zu vier Stunden spürbar zugenommen.
- Die bestehenden S-Bahnsysteme an beiden Endpunkten der Strecke Stuttgart-Zürich schränken die Freiheit der Fahrplangestaltung durch laufende Angebotsausbauten (beispielsweise „4. TE“ und „S-Bahn 2G“ in Zürich sowie Ausweitung des 15'-Takt der S-Bahn Stuttgart und die neue Führung der Gäubahn-Züge über den Filderbereich) merklich ein. Zusätzlich wurde in der Zwischenzeit mit der S-Bahn Schaffhausen ein weiteres S-Bahnsystem mit sehr dichtem Takt in Betrieb genommen.
- Mit dem Jahresfahrplan 2016 wurde eine neue Trassenlage für die IC-Züge festgelegt, welche eine Drehung der Trassenlagen um 30 Minuten sowie eine Verkürzung der Fahrzeit auf 2h55' vorsieht.
- Mit dem Jahresfahrplan 2017 soll mit den neuen IC2-Doppelstockkompositionen der DB auf dem Abschnitt Stuttgart-Singen ein ungefährender Stundentakt eingeführt werden. Ursprünglich war vorgesehen, die Züge stündlich bis Zürich durchzubinden. Aufgrund von Schwierigkeiten bei der Zulassung der IC2-Doppelstockkompositionen in der Schweiz verkehren die lokbespannten IC-Züge Stuttgart-Zürich mit SBB-Material vorerst weiter. Dieses sogenannte Interimskonzept mit der stündlichen Bedienung Stuttgart-Singen hat eine Laufzeit vom 10.12.2017 bis zum Fahrplanwechsel 14.12.2025.

1.2 Ausbauplanungen für die Schweiz

Ausbauschritte AS 2025
und AS 2030

Die Fahrpläne der Schweiz werden in einem strukturierten Verfahren in Fünfjahresschritten vom schweizerischen Bundesamt für Verkehr (BAV) und der SBB entwickelt. Der Entwurf für den Ausbauschritt 2025 (AS 2025) wurde im Sommer 2014 zum ersten Mal vom BAV publiziert und wird seit-

her in Jahresschritten nachgeführt. Der Ausbauschnitt 2030 (AS 2030) befindet sich in Entwicklung und dürfte im Herbst 2018 vom schweizerischen Parlament verabschiedet werden. Der Fokus der beiden Ausbauschnitte liegt dabei auf der Sicherstellung der zukünftig erforderlichen Sitzplatzkapazitäten entsprechend den Nachfrageprognosen im nationalen und internationalen Fern- und Regionalverkehr sowie im Güterverkehr. Auf dem für die Gäubahn relevanten Abschnitt Zürich-Schaffhausen sind keine weiteren Fahrzeitverkürzungen vorgesehen.

1.3 Vereinbarung von Lugano

Zielfahrzeit gemäß Vereinbarung von Lugano: 2h15'

Im September 1996 wurde zwischen dem Vorsteher des eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartements und dem Bundesminister für Verkehr der Bundesrepublik Deutschland zur Sicherung der Leistungsfähigkeit des Zulaufs zur neuen Eisenbahn-Alpentransversale (NEAT) in der Schweiz die Vereinbarung von Lugano unterzeichnet; diese sieht u.a. vor, die Reisezeit zwischen Stuttgart und Zürich durch Einsatz von Fahrzeugen mit Neigetechnik und punktuellen Linienverbesserungen auf 2h15' zu verkürzen. Um dies zu erreichen, haben die Schweiz und die Bundesrepublik Deutschland vereinbart, die Gäubahn von Stuttgart bis Singen und die daran anschließende Strecke (Singen-)Schaffhausen-Zürich via Bülach entsprechend auszubauen.

1.4 Politische Rahmenbedingungen für den Ausbau der Gäubahn

Politische Rahmenbedingungen

Der Ausbau der Gäubahn bzw. eine Fahrzeitverkürzung zwischen Stuttgart, Singen und Zürich wird aktuell auf verschiedenen politischen Ebenen in Deutschland diskutiert.

Ausbau Gäubahn im Entwurf zum BVWP 2030

Auf Bundesebene sieht der Bundesverkehrswegeplan (BVWP) für das Jahr 2030, welcher am 3. August 2016 vom Bundeskabinett verabschiedet worden ist, unter dem Titel „2-040-V01 ABS Stuttgart - Singen - Grenze D/CH (Gäubahn)“ ein Projekt des potentiellen Bedarfs zum Ausbau der Gäubahn vor. Dieses Projekt beinhaltet die folgenden Teilmaßnahmen:

- ABS Stuttgart – Singen (Beschleunigung und Neigetechnik-Ausrüstung)
- ABS Horb – Neckarhausen (2-gleisiger Ausbau)
- ABS Rottweil – Neufra (2-gleisiger Ausbau)
- ABS Rietheim – Wurmlingen (2-gleisiger Ausbau)
- NBS Verbindungskurve Singen (1-gleisig, nur für den SGV)

Ziel des im Entwurf zum BVWP 2030 enthaltenen Projekts ist die Verkürzung der Fahrzeiten im Schienenpersonenfernverkehr zwischen Stuttgart,

Verankerung des Ausbaus der
Gäubahn auf Landesebene

Singen und Zürich sowie die Erweiterung der Streckenkapazität für Personen- und Güterverkehre.

Auf Landesebene in Baden-Württemberg ist das politische Ziel eines Ausbaus der Gäubahn im aktuell gültigen Koalitionsvertrag für die Jahre 2016 bis 2021 zwischen Bündnis 90/Die Grünen und der CDU verankert. Dabei wird auf politischer Ebene darauf hingearbeitet, dass das oben genannte Projekt im BVWP 2030, welcher am 3. August 2016 vom Bundeskabinett verabschiedet worden ist, vom potentiellen Bedarf in den vordringlichen Bedarf hochgestuft und gleichzeitig mit dem Ausbau zeitnah begonnen wird.

1.5 Ziel der Untersuchung

Ziel der Untersuchung

Das Ziel der Untersuchung besteht darin, im Hinblick auf den angestrebten Ausbau mögliche Fahrzeitreduktionen auf der Gäubahn bzw. auf dem gesamten Laufweg von Stuttgart nach Zürich in zwei Stufen auszuloten und die hierfür erforderlichen Infrastruktur-Ausbaumaßnahmen abzuleiten:

- In der Stufe I wird eine Zielfahrzeit von 2 Stunden 30 Minuten (2h30') angestrebt.
- In der Stufe II wird eine Zielfahrzeit von 2 Stunden 15 Minuten (2h15') angestrebt.

Die Untersuchungsziele korrespondieren mit der Zielsetzung aus dem Koalitionsvertrag zwischen Bündnis 90/Die Grünen und der CDU 2016 - 2021: „Bei der Verbindung Stuttgart - Zürich (Gäubahn) halten wir am Ziel einer deutlichen Fahrzeitverkürzung unter Einsatz von Neigetechnikzügen entsprechend der Verpflichtung aus der Vereinbarung von Lugano fest. Zur Umsetzung setzen wir uns für die entsprechende Einstufung des Projekts im Vordringlichen Bedarf des Bundesverkehrswegeplans 2030 ein. Der Ausbau muss zeitnah begonnen, weitere Planungen umgehend in Angriff genommen werden.“

Zielvorgaben für die
Untersuchung

Die erzielten Fahrzeitverkürzungen sollen sich wirkungsvoll in das bestehende Anschlussgefüge in den Knoten Stuttgart und Zürich einfügen und so z.B. den Halbstundensprung und gute Anschlüsse in Stuttgart in Richtung Norden ermöglichen. Gleichzeitig soll das die Gäubahn umgebende Nahverkehrsgefüge nicht allzu stark in Mitleidenschaft gezogen werden, wobei die Priorität auf der Herstellung der angestrebten Fahrzeitverkürzung liegt. Die erforderlichen Investitionen in den Infrastrukturausbau auf der Gäubahn sollen eine Größenordnung von 200 bis 250 Mio. € nicht überschreiten. Bei allfällig erforderlichen Ausbauten in der Schweiz wäre durch das Bundesamt für Verkehr (BAV) zu prüfen, ob diese in den Ausbauschnitt AS 2030/35 aufgenommen werden können. Dies bedeutet auch, dass die angestrebten Zielfahrzeiten in den Stufen I und II nur die Richtung vorgeben, die effektiv erreichten Fahrzeiten bzw. Fahrzeitverkürzungen jedoch davon abweichen können.

2 Auftrag, Untersuchungsmethodik und Abgrenzung

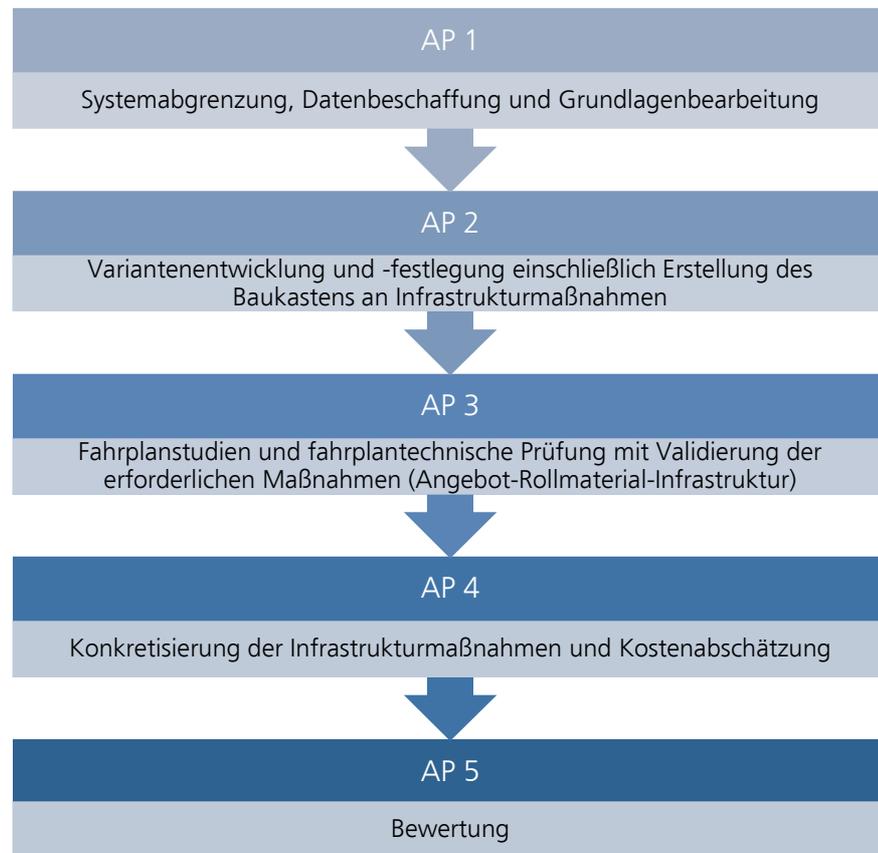
2.1 Auftrag und Vorgehen

Auftrag Das Ministerium für Verkehr (VM) Baden-Württemberg hat die Arbeitsgemeinschaft bestehend aus Ernst Basler und Partner AG, Zürich (EBP, Federführung), Sweco GmbH, Frankfurt (SW), und VIA Consulting & Development GmbH, Aachen (VIA-Con), beauftragt, Maßnahmen zwischen Stuttgart und Zürich zu identifizieren, die Zielfahrzeiten von 2h30' (Stufe I) bzw. 2h15' (Stufe II) ermöglichen. Dabei sind im Planungsdreieck Fahrplangestaltung – Rollmaterial – Infrastruktur Varianten zu erarbeiten, welche einen robusten, zuverlässigen und kostengünstigen Betrieb unter Optimierung des Einsatzes wirtschaftlicher Mittel für die Infrastruktur auf der Gäubahn erwarten lassen.

Die Maßnahmen zur Erreichung der Fahrzeitziele werden in allen drei Dimensionen des Planungsdreiecks „Angebot bzw. Fahrplangestaltung – Rollmaterial – Infrastruktur“ gesucht. Aufgrund der bisherigen Entwicklungen ist bereits klar, dass mit der isolierten Betrachtung nur einer Dimension die gewünschten Zielfahrzeiten unter Aufrechterhaltung des angestrebten Angebots im Nahverkehr nicht bzw. nur zu sehr hohen Kosten erreicht werden können. Zur Zielerreichung ist daher die Bildung von Varianten im Sinne von Maßnahmenbündeln aus allen Bereichen des genannten Planungsdreiecks vorgesehen. Die Varianten werden mittels Fahrplanstudien und Infrastrukturuntersuchungen auf ihre Machbarkeit sowie betriebliche Qualität hin überprüft.

Vorgehen Die Bearbeitung der Aufgabenstellung erfolgt in fünf Arbeitspaketen (AP 1 bis AP 5), wie die Abbildung 1 zeigt.

Abbildung 1:
Gliederung der
Aufgabenstellung in
Arbeitspakete



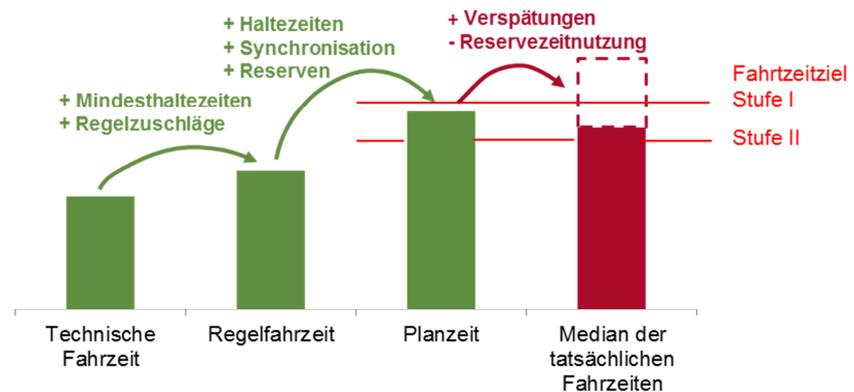
Arbeitspakete und Verweise auf
die nachfolgenden Kapitel

Für die im AP 1 getroffene Festlegung der Systemabgrenzung wird auf das nachfolgende Kapitel 2.2 verwiesen.

Die Variantenentwicklung im AP 2 folgt den Fahrzeitvorgaben der Stufen I und II. Die Varianten beinhalten immer Maßnahmen aus allen drei Dimensionen Angebot bzw. Fahrplangestaltung – Rollmaterial – Infrastruktur. Für diejenigen Varianten, welche die Fahrzeitvorgaben im Prinzip erfüllen, werden im AP 3 Fahrplanstudien zur Verifizierung der Betriebsqualität durchgeführt. Der im AP 4 erarbeitete und den Varianten zugrunde gelegte Baukasten an Infrastrukturmaßnahmen wird im Kapitel 5 ausführlich inkl. der Kostenschätzung für die Einzelmaßnahmen dargelegt. Die erarbeiteten und geprüften Varianten werden im Kapitel 6 erläutert. Als Ergebnis der Variantenbetrachtung ergeben sich Aussagen zur Betriebsqualität und allfälliger zusätzlich erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen zu deren Steigerung bzw. Stabilisierung, welche im Kapitel 6 dargelegt werden.

Nachstehende Abbildung 2 illustriert das stufenweise Vorgehen zur Ermittlung der Fahrzeiten zur Erreichung der Untersuchungsziele:

Abbildung 2:
Stufenweises Vorgehen zur
Ermittlung der Fahrzeiten unter
Berücksichtigung der
entsprechenden Zuschläge,
weitere Ausführung vgl. Anhang
A1



Das Kapitel 7 fasst die Ergebnisse der durchgeführten Bewertung aus AP 5 und die Kosten für alle Varianten zusammen. Die Empfehlungen finden sich sodann im Kapitel 8.

Arbeitsaufteilung Innerhalb der Arbeitsgemeinschaft sind die Arbeiten schwerpunktmäßig wie folgt aufgeteilt worden:

- Fahrplan und Betriebsqualität: VIA-Con
- Infrastrukturmaßnahmen und Kostenabschätzung: SW
- Fahrzeugaspekte und Bewertung: EBP
- Gesamtprojektleitung: EBP

Ende 2015 wurden in Zusammenhang mit der Konkretisierung des Metro-polexpress-Konzepts („MEX“) für den Großraum Stuttgart die Vorgaben für den SPNV im deutschen Teil während der Bearbeitung des Gutachtens einer nennenswerten Anpassung unterzogen. Daraus resultierte eine neuerliche Ausarbeitung der Angebotskonzepte mit Berücksichtigung des neuesten Stands der SPNV-Planung. Die in der Konsequenz verworfenen Varianten sind in diesem Bericht nur in Kürze vorgestellt.

2.2 Abgrenzung der Untersuchung

Wahl der zeitlichen Systemabgrenzung

Für die vorliegende Untersuchung wird die zeitliche Abgrenzung wie folgt gewählt: Es wird ein Zustand nach 2025 betrachtet, in welchem unterstellt wird, dass das Projekt Stuttgart 21 vollständig in Betrieb genommen worden ist und die Ausbauten zum Ausbauschnitt 2025 (AS 2025) in der Schweiz gemäß [2] und [3] ebenfalls vollständig umgesetzt worden sind.

Gewählte Abgrenzung Untersuchungsraum

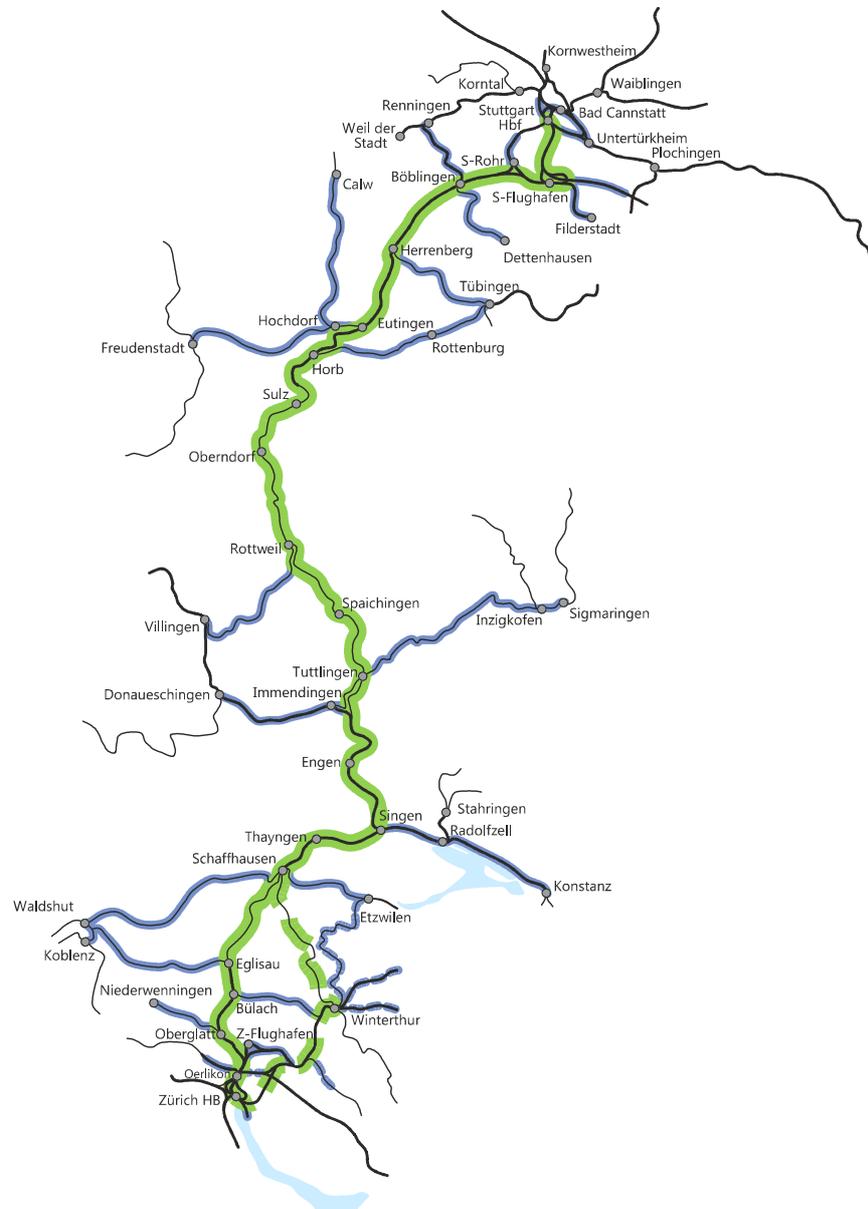
Der betrachtete Untersuchungsraum folgt dem unmittelbaren Streckenverlauf Stuttgart – Singen – Schaffhausen – Bülach – Zürich. Der weitere Betrachtungsraum bindet die zuführenden Strecken bis zu den nächsten Knoten so weit ein, dass etwaige Randbedingungen in der Fahrplankonstrukti-

on sowie in der Betriebssimulation in ausreichendem Maße betrachtet werden. Abbildung 3 stellt die gewählten Netzbereiche dar:

- Im Bereich von Stuttgart entspricht die Infrastruktur der Situation nach Inbetriebnahme von Stuttgart 21⁸⁾. Es wird die Führung der Züge der Gäubahn über den Flughafenbahnhof unterstellt. Die Bestandsstrecke via Stuttgart West wird im Sinne des Zielzustandes für die Führung der Fernverkehrszüge nicht mehr in Betracht gezogen. Der Zustand umfasst u.a. die Rohrer Kurve und weitere Ausbauten zwischen der Station Terminal und Berghau. Die NBS in Richtung Ulm wird in der Simulation nur vereinfacht abgebildet.
- Die Abbildungsgenauigkeit der zu- und abführenden Strecken um den Hauptbahnhof in Tieflage ist so gewählt, dass etwaige Fahrtenausschlüsse in den Bahnhofsköpfen ausreichend berücksichtigt werden. Darüber hinaus sind die Strecken von/nach Untertürkheim enthalten, um Zuführungen und Abstellungen der Züge entlang des betrachteten Korridors abbilden zu können.
- **Ferner ist die elektrifizierte Hochrheinstraße auf der Relation Waldshut – Konstanz enthalten, um Interaktionen mit diesem kreuzenden Korridor abzubilden.**
- **Im Abschnitt Singen – Schaffhausen werden die geplante Kapazitätssteigerung und die Erneuerung des Bahnhofs Thayngen mit Inbetriebnahme ESTW unterstellt.**
- Für den Schweizer Teil wird davon ausgegangen, dass die Führung der Züge von der Gäubahn ausschließlich via Bülach erfolgt, da im Taktsystem des Züricher Verkehrsverbundes eine Führung via Winterthur beinahe unmöglich scheint. In der Abbildung 3 ist die ehemalige Linienführung der Fernverkehrszüge via Winterthur nebst dem dann korrespondierenden Betrachtungsraum gestrichelt dargestellt.
- Für die Führung der Züge zwischen Oerlikon und Zürich HB werden alle drei heute bestehenden Varianten (via Zürich Hardbrücke, via Zürich Wipkingen oder über die Durchmesserlinie) grundsätzlich offen gehalten.
- In Zürich HB wird die Einbindung der Züge weitestgehend disjunkt betrachtet, da die meisten zuführenden Strecken über niveaufreie Einbindungen in die Bahnhofshalle verfügen. Dies wird auch für etwaige Fahrten in die Abstellanlage Zürich Herdern unterstellt.

8) Gemäß Planungsstand Juni 2015, inkl. Filderbahnhof; Rohrer Kurve gemäß Planungsstand Mai 2016. Für die Zwecke der Studie wird unterstellt, dass auf den Tunnelabschnitten von Stuttgart 21 eine Zugfolgezeit von 3 Minuten mit ETCS Level 2 möglich ist.

Abbildung 3:
Betrachtete Netzbereiche (grün
markiert) inkl. Zulaufstrecken
(blau markiert)



Wahl der sachlichen
Systemabgrenzung

Wenngleich der Fokus der Betrachtung auf dem schnellen Fernverkehr (IC) Stuttgart-Zürich liegt, werden im Untersuchungs- und weiteren Betrachtungsraum alle relevanten Zugkategorien berücksichtigt. Etwaige Kapazitätssteigerungen für den Güterverkehr⁹⁾ als NEAT-Zulaufstrecke sind allerdings nicht Gegenstand des Auftrags.

9) Trassen des Güterverkehrs werden im Umfang des Jahresfahrplans 2014/2015 bei der Erarbeitung des Betriebskonzepts berücksichtigt.

3 Analyse der bestehenden Infrastruktur

Ausbaustand der heutigen Infrastruktur

Die Gäubahn ist Teil des internationalen Eisenbahnkorridors Stuttgart – Zürich. Ursprünglich war diese auf deutschem Gebiet zweigleisig, wurde aber nach dem zweiten Weltkrieg zwischen Horb und Tuttlingen/Hattingen auf ein Gleis zurückgebaut und in den siebziger Jahren elektrifiziert. In der weiteren Fortsetzung ist die Strecke zwischen Singen und Schaffhausen zweigleisig, weist in der Folge bis nach Eglisau hingegen einige eingleisige Abschnitte auf. Die neue Doppelspurinsel im Bereich Jestetten wird für die Kreuzung von S-Bahn-Zügen genutzt, hat aber keine unmittelbare Auswirkung auf mögliche Fahrzeitverkürzungen auf der Gäubahn. In den Knoten Zürich ist die Strecke komplett zweigleisig eingebunden, sie ist jedoch heute schon mit Fahrplantrassen von S-Bahnen- und anderen Fernverkehrszügen stark ausgelastet.

3.1 Analyse des Fahrtverlaufs und der auftretenden Verluste

Analyse Fahrtverlauf

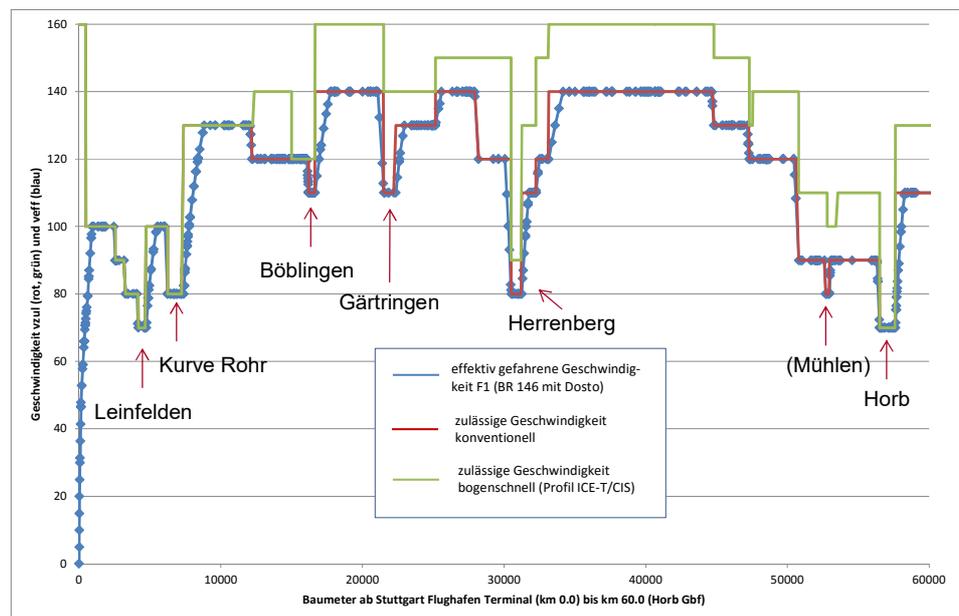
Die nachfolgenden Abbildungen 3 bis 5 zeigen das heutige Geschwindigkeitsprofil konventionell und für Neigetechnik auf der Gäubahn von Stuttgart Flughafen bis Singen in fortlaufender Kilometrierung. Es fällt auf, dass sowohl im konventionellen Profil als auch im Geschwindigkeitsprofil für Neigetechnikzüge relativ viele Geschwindigkeitseinbrüche mit lokalen Beschränkungen auf 70 oder 80 km/h vorhanden sind, welche sich aus Zwangspunkten der Trassierung (v.a. Radien und (Bogen-)weichen) ergeben. Solche Geschwindigkeitseinbrüche haben stets relativ große Fahrzeitverluste zur Folge, wenn wie z.B. in Herrenberg von 150 km/h auf 80 km/h heruntergebremst werden muss, nur um anschließend wieder auf 160 km/h beschleunigen zu können. Im gleichen Masse erhöht sich auch der Energieverbrauch für das Wiederbeschleunigen nach jedem einzelnen Geschwindigkeitseinbruch. In der nachfolgenden Ausarbeitung von Infrastrukturmaßnahmen ist das Erkennen und die Beseitigung dieser Geschwindigkeitseinbrüche ein wichtiger Hebel zur gezielten und fahrzeitwirksamen Anhebung der örtlich zulässigen Geschwindigkeit.

Die maßgeblichen Geschwindigkeitseinbrüche im VzG (VzG: Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeit) zwischen Stuttgart und Horb¹⁰⁾ befinden sich in (vgl. Abbildung 4):

10) Auf der Strecke Nr. 4861, Abschnitt Leinfelden – Stuttgart Flughafen (km 20,6 – km 24,7) ist für die einzusetzenden Schienenfahrzeuge gemäß Bescheid für den PFA 1.3 (Schreiben des BMVBS vom 18.06.2010 – LA 15/32.31.01/17 DB 10–) eine technisch abgeschaltete Neigeeinrichtung notwendig. Daher wird im Rahmen des Gutachtens für den Betrieb zwischen Rohrer Kurve und

- Leinfelden: lokale Beschränkung auf 70 km/h
- Rohrer Kurve: lokale Beschränkung auf 80 km/h
- Böblingen: lokale Beschränkung auf 110 km/h
- Gärtringen: lokale Beschränkung auf 110 km/h
- Herrenberg: lokale Beschränkung auf 80 km/h
- Horb: lokale Beschränkung auf 70 km/h

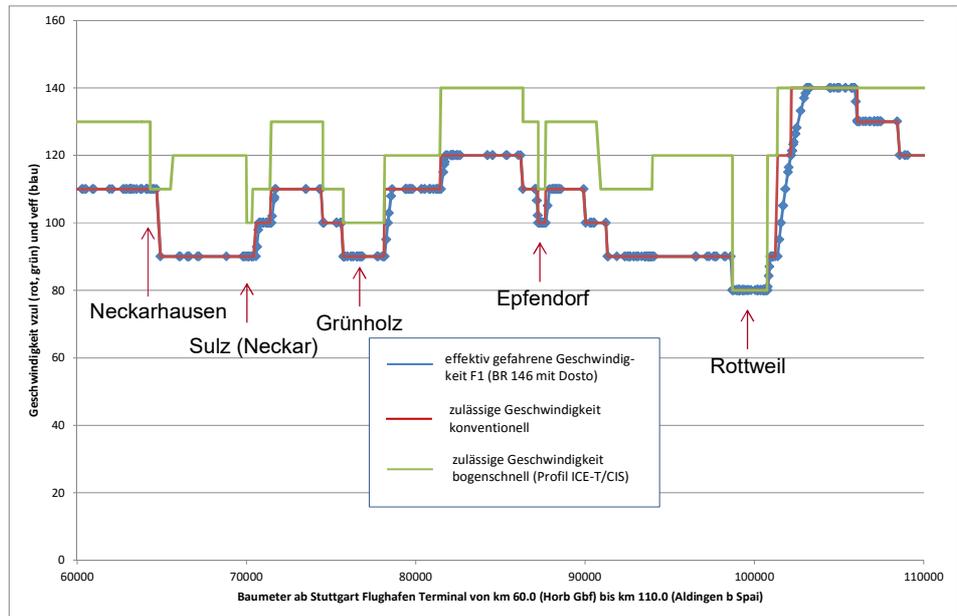
Abbildung 4:
 Fahrtafel für eine
 konventionelle Komposition BR
 146 mit Doppelstockwagen:
 Geschwindigkeiten und
 Geschwindigkeitseinschränkungen
 auf dem Streckenabschnitt
 Stuttgart-Flughafen – Horb



Die maßgeblichen Geschwindigkeitseinbrüche im VzG auf dem Streckenabschnitt Horb – Aldingen befinden sich in (vgl. Abbildung 5):

- Neckarhausen-Sulz: lokale Beschränkung auf 90 km/h
- Grünholz: lokale Beschränkung auf 90 km/h
- Epfendorf: lokale Beschränkung auf 100 km/h
- Rottweil: lokale Beschränkung auf 80 km/h
- Aldingen: lokale Beschränkung auf 110 km/h

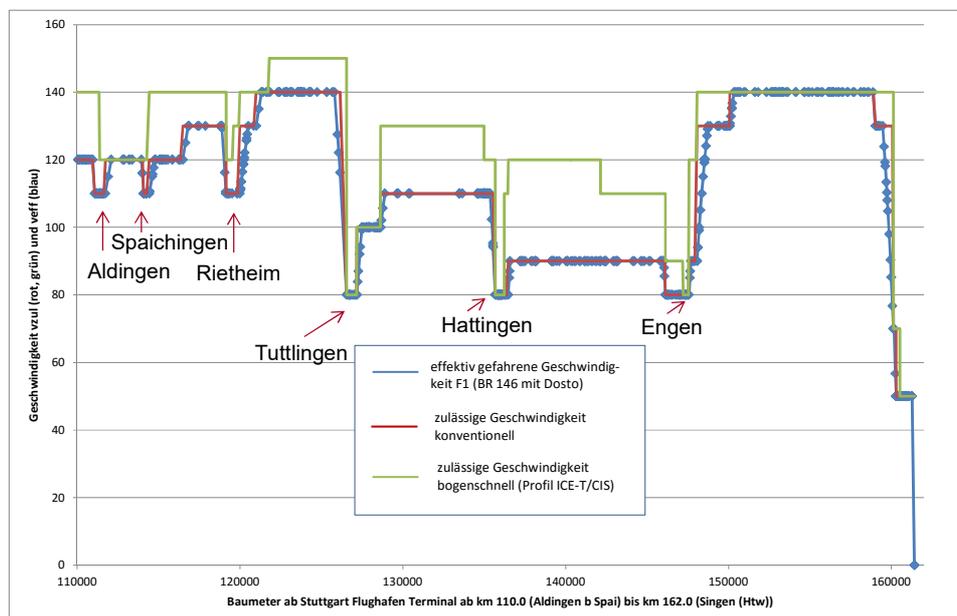
Abbildung 5:
 Fahrtafel für eine
 konventionelle Komposition BR
 146 mit Doppelstockwagen:
 Geschwindigkeiten und
 Geschwindigkeitseinschränkungen
 auf dem Streckenabschnitt
 Horb – Aldingen



Die maßgeblichen Geschwindigkeitseinbrüche im VzG auf dem Streckenabschnitt Aldingen– Singen befinden sich in (vgl. Abbildung 6):

- Spaichingen: lokale Beschränkung auf 110 km/h
- Rietheim: lokale Beschränkung auf 110 km/h
- Tuttlingen: lokale Beschränkung auf 80 km/h
- Hattingen: lokale Beschränkung auf 80 km/h
- Engen: lokale Beschränkung auf 80 km/h

Abbildung 6:
 Fahrtafel für eine
 konventionelle Komposition BR
 146 mit Doppelstockwagen:
 Geschwindigkeiten und
 Geschwindigkeitseinschränkungen
 auf dem Streckenabschnitt
 Aldingen– Singen



Gäubahn weist abschnittsweise einen sehr kurvenreichen Verlauf auf

3.2 Analyse der Trassierung

Die Gäubahn unterteilt sich im Bereich der DB Netz AG zwischen Stuttgart und Schaffhausen in mehrere Streckenabschnitte mit unterschiedlichen Streckennummern und Charakteristiken:

- Strecke 4860 Stuttgart – Horb
- Strecke 4600 Horb – Tuttlingen
- Strecke 4661 Tuttlingen – Hattingen
- Strecke 4250 Hattingen – Singen
- Strecke 4000 Singen – Schaffhausen

Die Gesamtstrecke ist generell durch einen kurvenreichen Verlauf geprägt mit teilweise engen Radien und großen Überhöhungen. Die Strecke 4860 beispielsweise weist Mindestradien von 340 m auf, die bei einer Überhöhung von 135 mm konventionell in diesen Abschnitten mit 80 km/h (Überhöhungsfehlbetrag: 87,12 mm) und mit Neigetechnik mit 110 km/h (Überhöhungsfehlbetrag: 284,94 mm) befahren werden können. Auch die anderen Streckenabschnitte weisen vergleichbare geringe Gleisradien bzw. Überhöhungen mit Werten bis teilweise 160 mm auf. Insbesondere auf dem **Abschnitt Horb – Engen ist die Kurvigkeit sehr hoch und die zulässige Geschwindigkeit für konventionelle Züge übersteigt kaum je 100 km/h.** Die Überhöhungswerte¹¹⁾ zeigen, dass die vorhandene Trassierung bereits die zulässigen Regelwerte gemäß Trassierungsrichtlinien der DB Netz AG ausnutzt. Dennoch wurde die Strecke durchgehend analysiert, inwieweit zumindest abschnittsweise weitere Geschwindigkeitserhöhungen ohne Änderung der Gleisradien und Überhöhungen sowie der zugehörigen Übergangsbögen und Überhöhungsrampen unter vollständiger Ausnutzung der zulässigen Grenzwerte möglich sind. Es hat sich gezeigt, dass hierdurch nur in wenigen Abschnitten und außerdem nur sehr geringfügige Erhöhungen der zulässigen Geschwindigkeiten möglich wären. Dies liegt nicht zuletzt auch an den zahlreichen Bogenweichen in den Kreuzungsbahnhöfen auf den eingleisigen Streckenabschnitten, da in den Bogenweichen die zulässigen Werte der Überhöhungen und Überhöhungsfehlbeträge zusätzlich begrenzt sind.

11) Eingebaute Überhöhung und Überhöhungsfehlbeträge in Abhängigkeit der zulässigen Geschwindigkeit

4 Analyse der aktuellen Fahrzeugsituation

Aktueller Fahrzeugeinsatz

Zurzeit wird der schnelle Fernverkehr auf der Gäubahn mit konventionellen, lokbespannten Zuggarnituren abgewickelt¹²⁾. Beim Fahrtrichtungswechsel in Singen findet der Wechsel vom DB- zum SBB-Triebfahrzeug und umgekehrt statt. Damit kann ein zeitraubendes Umfahren des Triebfahrzeugs in Singen vermieden werden. Das jeweilige Triebfahrzeug kehrt meistens direkt mit dem Gegenzug wieder zurück.

4.1 Überblick Neigetechnik-Fahrzeuge

Überblick Neigetechnik-Fahrzeuge

Die nachfolgenden Abbildung 7 und Abbildung 8 zeigen einen Überblick zu heute sich im Einsatz befindlichen Neigetechnik-Fahrzeugen und eine Einschätzung zu deren Einsetzbarkeit auf der Gäubahn.

Abbildung 7:
Übersicht Neigetechnik-Fahrzeuge Teil 1

Zug	ICN	ICE-T	Pendolino ETR 460 / 470 / Sm3	Pendolino ETR 610
				
Angaben	CH 44 Stück Neigung 8° Bj. 1999-2005	D 61 Stück Neigung 8° Bj. 1996-2006	CH / I / FI Total 37 Stück Neigung 8° Bj. 1993-2006	CH / I 19 Stück (SBB) Neigung 8° Bj. 2007-2016
Bemerkungen	Für CH ausgelegt, keine Ausrüstung für D, Derivat auch in UK (Class 390 virgin Pendolino)	wegen techn. Probleme (Achswelle) keine Zulassung für bogenschnelles Fahren mehr	Hatte Zulassung in D, Züge der SBB wurden verschrottet	Konventioneller und bogenschneller Einsatz in D durch SBB angestrebt / EBA-Zulassung vorhanden
Einschätzung betreffend bogenschnellen Fahrens auf der Gäubahn	Neuzulassung in D erfordert Neukonstruktion aufgrund Anforderungen TSI, praktisch ausgeschlossen	Sehr unwahrscheinlich, keine Planungen hierfür bekannt	Sehr unwahrscheinlich, verbleibende Züge von Trenitalia werden ausschliesslich im Binnenverkehr eingesetzt	Einsatz möglich

12) Eine typische Komposition besteht aus einer Lok der Baureihe 101 oder 120, einem 1. Klasse-Wagen und vier 2. Klasse-Wagen

Abbildung 8:
Übersicht Neigetechnik-
Fahrzeuge Teil 2

Zug	TWINDEXX WAKO	Talgo pendular	Hitachi TEMU100	X2000
				
Angaben	CH 50 Stück Neigung 2° Bj. 2012-2019	E (bogenschnell) Div. Neigung 3.5° Bj. Diverse	Taiwan 64 Stück Neigung 8° Bj. 2006-2017	S 44 Stück Neigung 8° Bj. 1989-1998
Bemerkungen	Für CH ausgelegt, Einsatz D von Seiten SBB im Gespräch für die Strecke Zürich-München	Wagenzug möglich, keine Lokomotive mit 15kV für bogenschnelles Fahren vorhanden	Schmalspurzug (1067 mm), anderes Stromsystem	Nicht mehr Stand der Technik, Studie Nachfolgemodell „Green Train“
Einschätzung betreffend bogen-schnellen Fahrens auf der Gäubahn	Eingeschränkte Möglichkeiten für bogenschnelles Fahren; Einsatz prinzipiell denkbar	Sehr unwahrscheinlich, Neukonstruktion für Lok erforderlich	Sehr unwahrscheinlich, Neukonstruktion für 1435 mm erforderlich	Unwahrscheinlich, Neuzulassung oder Neuentwicklung erforderlich

Wie in den Abbildung 7 und Abbildung 8 dargelegt, kommen für einen zukünftigen Einsatz von Neigetechnikfahrzeugen auf der Gäubahn einzig der ETR 610¹³⁾ (als Fahrzeugtyp F4) und der TWINDEXX WAKO (als Fahrzeugtyp F3) in Frage.

4.2 Betrachtete Fahrzeugtypen

Betrachtete Fahrzeugtypen

Entsprechend den durchgeführten Abklärungen ist in den nächsten fünf bis zehn Jahren neben den heute eingesetzten konventionellen lokbespannten Zuggarnituren der Einsatz folgender Fahrzeugtypen auf der Gäubahn denkbar:

- F1: Fernverkehrsdoublestockzug lokbespannt, aber mit Steuerwagen (DB IC2)
- F2: Fernverkehrsdoublestocktriebzug (z.B. Stadler KISS für SBB oder Westbahn)
- F3: WAKO-Triebzug (Wankkompensation, reduzierte Neigetechnik, z.B. Bombardier TWINDEXX für die SBB)
- F4: Neigetechnik-Triebzug (z.B. ETR 610¹⁴⁾ von SBB/FS Trenitalia)

13) Für die 2. Bauserie der ETR 610 erwartet Alstom nach Auskunft vom 15. Juni 2016 die Zulassung durch das EBA im September 2016. Ebenfalls nach Auskunft von Alstom finden aktuell Gespräche zwischen SBB und DB Netz statt, die Achslastbegrenzung für die Strecke Singen-Stuttgart von 16.8 auf 17.3 t/Achse anzuheben, um ein bogenschnelles Fahren mit den ETR 610 zu ermöglichen.

14) Für den ETR 610 wird im Betrieb eine maximale, unausgeglichene Seitenbeschleunigung von 1.6 bis 1.8 m/s² unterstellt.

4.3 Zwischenfazit

Zwischenfazit zum
Fahrzeugeinsatz

Vor dem Hintergrund der angestrebten Zielfahrzeiten, welche deutlich unter den heute realisierten Fahrzeiten liegen, und aufgrund der kurvenreichen Streckenführung der Gäubahn, ist der Einsatz von Neigetechnikfahrzeugen (wieder) in Betracht zu ziehen. Die durchgeführten Abklärungen im Verlauf der Studie haben gezeigt, dass geeignete Neigetechnik-Fahrzeuge für den Fernverkehr vorhanden sind und im Falle des ETR 610 über die erforderlichen Zulassungen für einen Einsatz in Deutschland verfügen. Für die spezifische Situation am zukünftigen Flughafenbahnhof Terminal verfügt der ETR 610 dank seiner Hochflur-Bauweise zusätzlich über den Vorteil, dass auch ein Ein- und Aussteigen an den 96cm-Bahnsteigen der S-Bahn möglich ist¹⁵⁾.

15) Gemäß Auskunft des Herstellers Alstom vom 4. Dezember 2015 ist ein Ein- und Aussteigen auch von einem 96cm-Bahnsteig aus möglich. Dies ist insbesondere für die Freizügigkeit der Gleisbelegung im zukünftigen Flughafenbahnhof Station Terminal von Relevanz, da hier für die S-Bahn zwei Gleise mit einer Bahnsteighöhe von 96cm ausgerüstet werden.

5 Baukasten mit möglichen Infrastrukturausbaumaßnahmen

5.1 Prinzip Entwicklung Baukasten

Baukasten aus verschiedenen Infrastrukturausbaumaßnahmen

In Abstimmung mit den Anforderungen aus der Fahrplangestaltung und den verfügbaren Fahrzeugtypen wurden Bündel von Infrastrukturmaßnahmen mit dem Ziel entwickelt, die Reisezeiten über den gesamten Korridor von Stuttgart bis Zürich zu senken. Diese Maßnahmenbündel setzen sich aus verschiedenen Infrastrukturausbaumaßnahmen zusammen. Die Infrastrukturausbaumaßnahmen umfassen Maßnahmen wie Kurvenstreckungen, Umgestaltung von Bahnhöfen, Verlängerungen von bestehenden Zweigleisabschnitten, Blockverdichtungen und Dreigleisabschnitte.

Investitionskosten der Maßnahmenbündel

Die ermittelten Investitionskosten der Maßnahmenbündel setzen sich aus den entsprechenden Investitionskosten der einzelnen Infrastrukturmaßnahmen zusammen, welche wiederum über die Gewerke bzw. Anlagenteile Oberbau, Bahnkörper, Ingenieurbau, Hochbau / Bahnsteige, Bahnübergänge, Leit- und Sicherungstechnik, Bahnenergieversorgung, Stromversorgung 50 Hz, Telekommunikationsanlagen, Umwelt / Schallschutz, Grunderwerb und Rückbau ermittelt worden sind. Die verwendeten Wertgerüste für die einzelnen Anlagenteile orientieren sich an Standardwerten, welche auch für die Erarbeitung von Kostenschätzungen für Maßnahmen aus dem BVWP Verwendung finden sowie an den Einheitspreisen gemäß Kostenermittlungsbuch bzw. dem Kostenkennwertekatalog (DB Richtlinie 808.0210).

Wo nicht anders vermerkt, bewegt sich die Genauigkeit der vorliegenden Kostenabschätzungen in der Größenordnung +/- 30%. Die MwSt. ist nicht eingerechnet. Die Planungskosten sind mit 18% in der Kostenabschätzung eingerechnet. Weitere Details sind der Anlage A4 zu entnehmen.

5.2 Infrastrukturausbaumaßnahmen und Kosten

Einteilung in Gruppen

Die einzelnen Infrastrukturausbaumaßnahmen lassen sich grob in drei Gruppen unterteilen:

- Infrastrukturausbauten zur Anhebung der zulässigen Geschwindigkeit (vgl. 5.2.1)
- Abschnittsweise Streckenausbauten (vgl. 5.2.2)
- Neubaustreckenabschnitte (vgl. 5.2.3)

Bei den Infrastrukturausbauten zur Anhebung der zulässigen Geschwindigkeit wurde darauf geachtet, dass diese im Rahmen der „30-Sekunden-

Regel“¹⁶⁾ auch tatsächlich einen Nutzen entfalten. Eine eigentliche Prüfung diesbezüglich erfolgte jedoch nicht.

Infrastrukturausbauten zur Anhebung der zulässigen Geschwindigkeit können zusätzlich auch dort sinnvoll sein, wo sie für bogenschnelles Fahren keine Verbesserung bringen, da eine Beschleunigung der mit konventionellen Fahrzeugen geführten Zügen die Gefahr des Auflaufens der mit Neigetechnik verkehrenden Fernverkehrszüge auf vorausfahrende Züge reduziert.

Verwendete Grundlagen für die
Planung der
Infrastrukturausbauten

Die Planung der Infrastrukturausbauten zur Anhebung der zulässigen Geschwindigkeit sowie der abschnittswisen Streckenausbauten erfolgte auf Grundlage der seitens DB Netz AG im März 2015 zur Verfügung gestellten Lagepläne M 1:1000 (IVL-Pläne) und Trassen- bzw. Gleisvermarkungspläne (IVMG-Pläne). Die eigentliche Trassierung erfolgte mit Hilfe der ebenfalls seitens DB Netz AG zur Verfügung gestellten digitalen Trassendaten (Achsdaten in Lage und Höhe) mit Stand 15.02.2015. Für die Neubaustreckenabschnitte außerhalb der Bestandsstrecken wurden topografische Karten sowie digitale Geländemodelle als Grundlage verwendet, die über das Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg beschafft worden sind (Stand: Juni 2015).

Die Lagepläne der ausgearbeiteten Infrastrukturmaßnahmen sind im Anhang A3 wiedergegeben. Die dazugehörigen Kostenschätzungen finden sich im Anhang A4.

5.2.1 Infrastrukturausbauten zur Anhebung der zulässigen Geschwindigkeit

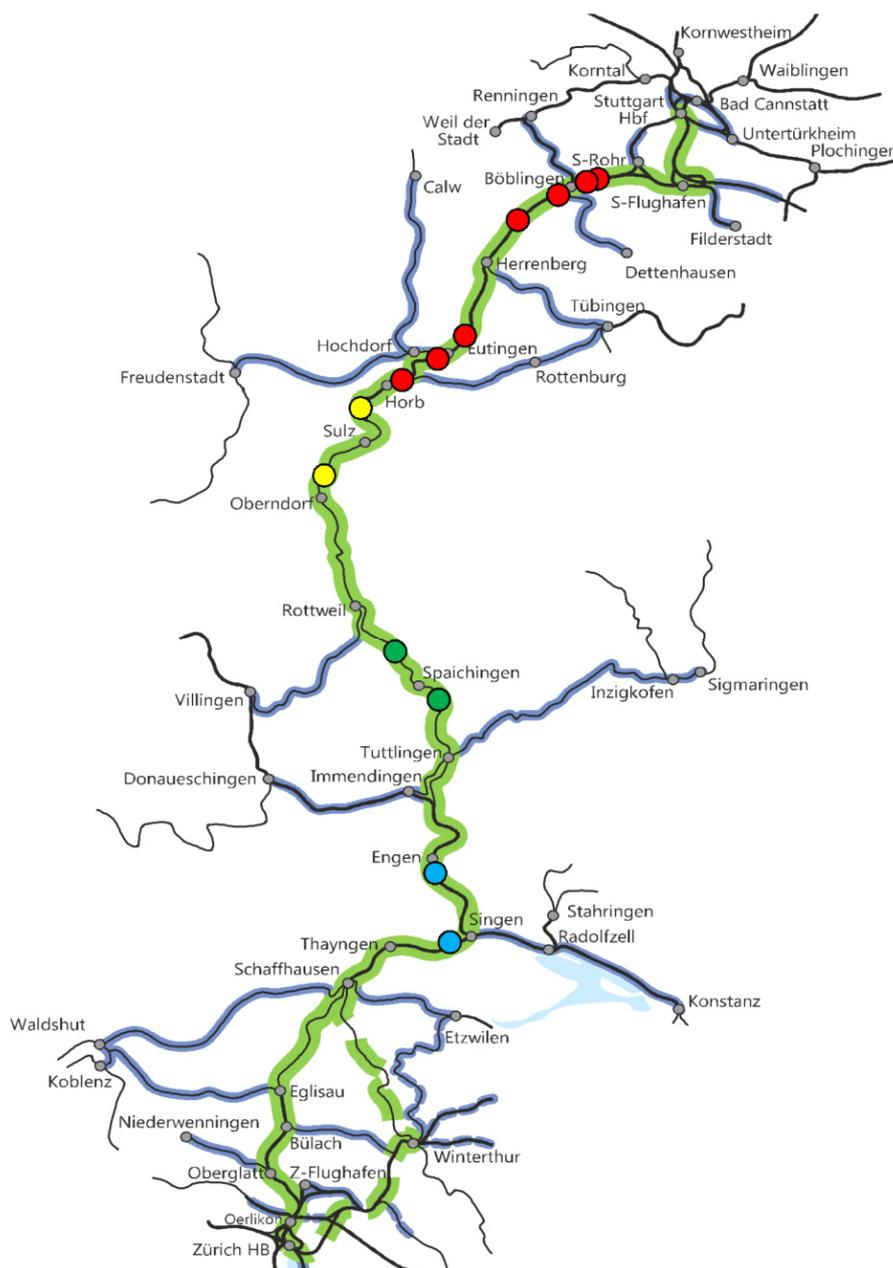
Streckenbereiche

Die Infrastrukturausbauten zur Anhebung der zulässigen Geschwindigkeit gemäß VzG (vgl. Abbildung 9) befinden sich in den folgenden vier Streckenbereichen:

- Stuttgart – Horb (siehe rote Markierung)
- Horb – Rottweil (siehe gelbe Markierung)
- Rottweil – Tuttlingen (siehe grüne Markierung)
- Tuttlingen – Singen – Schaffhausen (siehe blaue Markierung)

16) Die 30-Sekunden-Regel besagt, dass nach einem Geschwindigkeitswechsel die neue Geschwindigkeit für mindestens 30 Sekunden gehalten werden sollte, bevor ein nächster Geschwindigkeitswechsel folgt. Die Auswertung der Bestandsinfrastruktur zwischen Stuttgart und Schaffhausen hat gezeigt, dass die „30-Sekunden-Regel“ in der aktuellen Trassierung nicht konsequent eingehalten wird.

Abbildung 9: Übersicht
Infrastrukturausbauten zur
Anhebung VzG



Stuttgart – Horb (Strecke 4860)

Linienerweiterungen auf dem
Abschnitt Stuttgart – Horb

Auf der Strecke 4860 von Stuttgart nach Horb werden in sieben Streckenabschnitten Linienerweiterungen zur Geschwindigkeitsanhebung vorgenommen:

- Stuttgart-Rohr – Böblingen Goldberg (1)
- Stuttgart-Rohr – Böblingen Goldberg (2)
- Böblingen – Böblingen Hulb
- Ehningen (bei Böblingen) – Gärtringen

- Bondorf (bei Herrenberg) – Ergenzingen
- Eutingen im Gäu – Horb (1)
- Eutingen im Gäu – Horb (2)

Streckenabschnitt: Stuttgart-Rohr - Böblingen Goldberg (1)

Die Trassierungselemente der zweigleisigen Bestandsstrecke werden im Bogen von km 22,400 bis km 23,000 auf einer Länge von ca. 0,600 km für eine Geschwindigkeitsanhebung von 120 km/h auf 130 km/h angepasst (Neigetechnik unverändert 140 km/h).

Die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern geringfügige Erdbauarbeiten in Form von Abtragungen der Erdmassen im Böschungsbereich.

Bestehende Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 3,3 Mio. € abgeschätzt.

Streckenabschnitt: Stuttgart-Rohr - Böblingen Goldberg (2)

Die Trassierungselemente der zweigleisigen Bestandsstrecke werden im Bogen von km 23,850 bis km 24,200 auf einer Länge von ca. 0,350 km für eine Geschwindigkeitsanhebung von 120 km/h auf 130 km/h angepasst (Neigetechnik unverändert 140 km/h).

Die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern geringfügige Erdbauarbeiten in Form von Abtragungen der Erdmassen im Böschungsbereich.

Es sind Anpassungsmaßnahmen an einer bestehenden Eisenbahnüberführung erforderlich.

Bestehende Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 3,9 Mio. € abgeschätzt.

Streckenabschnitt: Böblingen – Böblingen Hulb

Die Trassierungselemente der Bestandsstrecke werden im Bogen von km 26,500 bis km 26,750 auf einer Länge von ca. 0,250 km für eine Geschwindigkeitsanhebung von 110 km/h auf 130 km/h angepasst (Neigetechnik von 120 km/h auf 140 km/h).

Bestehende Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 0,8 Mio. € abgeschätzt.

Streckenabschnitt: Ehningen (bei Böblingen) - Gärtringen

Die Trassierungselemente der zweigleisigen Bestandsstrecke werden in drei aufeinander folgenden Bögen von km 31,250 bis km 32,620 auf einer Länge von ca. 1,370 km für eine Geschwindigkeitsanhebung von 140 km/h auf 160 km/h angepasst (Neigetchnik unverändert 160 km/h).

Die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern geringfügige Erdbauarbeiten in Form von Abtragungen der Erdmassen im Böschungsbereich.

Bestehende Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden entsprechend angepasst.

Im bebauten Gebiet werden Schallschutzwände vorgesehen.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 8,1 Mio. € abgeschätzt.

Streckenabschnitt: Bondorf (bei Herrenberg) - Ergenzingen

Die Trassierungselemente der zweigleisigen Bestandsstrecke werden im Bogen von km 51,190 bis km 52,300 auf einer Länge von ca. 1,110 km für eine Geschwindigkeitsanhebung von 140 km/h auf 160 km/h angepasst (Neigetchnik unverändert 160 km/h).

Für die Wiederherstellung einer bestehenden Überleitverbindung zwischen den Bestandsgleisen sind zwei neue Weichen vorgesehen. Die Weichenformen werden so gewählt, dass ein zügiger Gleiswechsel möglich ist.

Die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern Erdbauarbeiten in Form von Abtragungen der Erdmassen im Böschungsbereich.

Es sind Anpassungsmaßnahmen an einer bestehenden Eisenbahnüberführung und einer bestehenden Straßenüberführung (B14) erforderlich.

Bestehende Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden entsprechend angepasst.

Im bebauten Gebiet werden Schallschutzwände vorgesehen.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 12,6 Mio. € abgeschätzt.

Streckenabschnitt: Eutingen im Gäu – Horb (1)

Die Trassierungselemente der zweigleisigen Bestandsstrecke werden im Bogen von km 58,420 bis km 58,890 auf einer Länge von ca. 0,470 km für eine Geschwindigkeitsanhebung von 120 km/h auf 130 km/h angepasst (Neigetchnik von 140 km/h auf 150 km/h).

Bestehende Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 2,6 Mio. € abgeschätzt. Mögliche Kosteneinsparungen bei gleichzeitiger Realisierung der abschnittsweisen Streckenausbauten Horb - Neckar-

hausen (kurz) oder (lang) gemäß Abschnitt 5.2.2 sind in der weiteren Planung zu konkretisieren.

Streckenabschnitt: Eutingen im Gäu – Horb (2)

Die Trassierungselemente der zweigleisigen Bestandsstrecke werden im Bogen von km 63,090 bis km 63,250 auf einer Länge von ca. 0,160 km für eine Geschwindigkeitsanhebung von 80 km/h auf 90 km/h angepasst (Neigetechnik unverändert 110 bzw. 100 km/h).

Bestehende Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 0,6 Mio. € abgeschätzt. Mögliche Kosteneinsparungen bei gleichzeitiger Realisierung der abschnittswisen Streckenausbauten Horb - Neckarhausen (kurz) oder (lang) gemäß Abschnitt 5.2.2 sind in der weiteren Planung zu konkretisieren.

Horb – Rottweil (Strecke 4600)

Linienverbesserungen auf dem Abschnitt Horb – Rottweil

Auf der Strecke 4600 von Horb nach Rottweil werden in zwei Abschnitten Linienverbesserungen zur Geschwindigkeitsanhebung vorgenommen:

- Horb – Neckarhausen (bei Horb)
- Grünholz – Oberndorf (Neckar)

Streckenabschnitt: Horb - Neckarhausen (bei Horb)

Die Trassierungselemente der eingleisigen Bestandsstrecke werden in mehreren Bögen von km 82,650 bis km 85,700 auf einer Länge von ca. 3,050 km für eine Geschwindigkeitsanhebung von 110 km/h auf 120 km/h angepasst (Neigetechnik von 130 km/h auf 140 km/h).

Die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern Erdbauarbeiten in Form Dammaufschüttungen.

Bestehende Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 6,7 Mio. € abgeschätzt.

Die hier beschriebene Linienverbesserung wurde unabhängig von der durch die DB AG geplanten Zweigleisigkeit Horb – Neckarhausen untersucht. Im weiteren Abstimmungsprozess wäre zu prüfen, inwieweit die in dieser Untersuchung vorgesehene Geschwindigkeitsanhebung auch im Rahmen der Zweigleisigkeit umzusetzen wäre.

Streckenabschnitt: Grünholz -
Oberndorf (Neckar)

Die Trassierungselemente der eingleisigen Bestandsstrecke werden im Bogen von km 100,790 bis km 101,600 auf einer Länge von ca. 0,810 km für eine Geschwindigkeitsanhebung von 90 km/h auf 100 km/h angepasst (Neigetechnik von 100 km/h auf 120 km/h).

Die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern Erdbauarbeiten in Form von Abtragungen der Erdmassen im Böschungsbereich.

Bestehende Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden entsprechend angepasst.

Im bebauten Gebiet werden Schallschutzwände vorgesehen.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 3,3 Mio. € abgeschätzt.

Rottweil – Tuttlingen (Strecke 4600)

Linienverbesserungen auf dem
Abschnitt Rottweil – Tuttlingen

Auf der Strecke 4600 von Rottweil nach Tuttlingen werden in zwei Abschnitten Linienverbesserungen zur Geschwindigkeitsanhebung vorgenommen:

- Neufra (bei Rottweil) – Aldingen (bei Spaichingen)
- Spaichingen – Rietheim (Württ)

Streckenabschnitt: Neufra (bei
Rottweil) – Aldingen (bei
Spaichingen)

Die Trassierungselemente der eingleisigen Bestandsstrecke werden im Bogen von km 131,050 bis km 131,720 auf einer Länge von ca. 0,670 km für eine Geschwindigkeitsanhebung von 120 km/h auf 140 km/h angepasst.

Es sind Anpassungsmaßnahmen an einer bestehenden Eisenbahnüberführung erforderlich.

Bestehende Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 4,1 Mio. € abgeschätzt.

Streckenabschnitt: Spaichingen -
Rietheim (Württ)

Die Trassierungselemente der eingleisigen Bestandsstrecke werden im Bogen von km 139,400 bis km 139,990 auf einer Länge von ca. 0,590 km für eine Geschwindigkeitsanhebung von 130 km/h auf 140 km/h angepasst (Neigetechnik unverändert 140 km/h).

Die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern Erdbauarbeiten in Form Dammaufschüttungen.

Es sind Anpassungsmaßnahmen an einer bestehenden Eisenbahnüberführung erforderlich.

Bestehende Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 3,6 Mio. € abgeschätzt.

Tuttlingen – Singen – Schaffhausen (Strecken 4661, 4250 und 4000)

Linienverbesserung auf dem
Abschnitt Tuttlingen – Singen –
Schaffhausen

Auf den Strecken von Tuttlingen nach Singen bzw. Schaffhausen (Strecke 4661 Tuttlingen – Hattingen; Strecke 4250 Hattingen – Singen; Strecke 4000 Singen – Schaffhausen) werden in zwei Abschnitten Linienverbesserungen zur Geschwindigkeitsanhebung vorgenommen:

- Auf der Strecke 4000: Gottmadingen – Singen (Htw)
- Auf der Strecke 4250: Engen – Mühlhausen (bei Engen)

Streckenabschnitt:
Gottmadingen - Singen (Htw)

Die Trassierungselemente der zweigleisigen Bestandsstrecke 4000 werden im Bogen von km 378,450 bis km 378,980 auf einer Länge von ca. 0,530 km für eine Geschwindigkeitsanhebung von 120 bzw. 140 km/h auf 160 km/h angepasst (Neigetchnik unverändert 160 km/h).

Die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern Erdbauarbeiten in Form von Dammaufschüttungen.

Es sind Anpassungsmaßnahmen an zwei bestehenden Eisenbahnüberführungen erforderlich.

Im Bf. Gottmadingen muss der Außenbahnsteig am Gleis 2 angepasst werden.

Bestehende Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden entsprechend angepasst.

Im bebauten Gebiet werden Schallschutzwände vorgesehen.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 8,6 Mio. € abgeschätzt.

Streckenabschnitt: Engen -
Mühlhausen (bei Engen)

Die Trassierungselemente der zweigleisigen Bestandsstrecke 4250 werden im Bogen von km 136,800 bis km 137,850 auf einer Länge von ca. 1,050 km für eine Geschwindigkeitsanhebung von 130 km/h auf 140 km/h angepasst (Neigetchnik unverändert 140 km/h).

Bestehende Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden entsprechend angepasst.

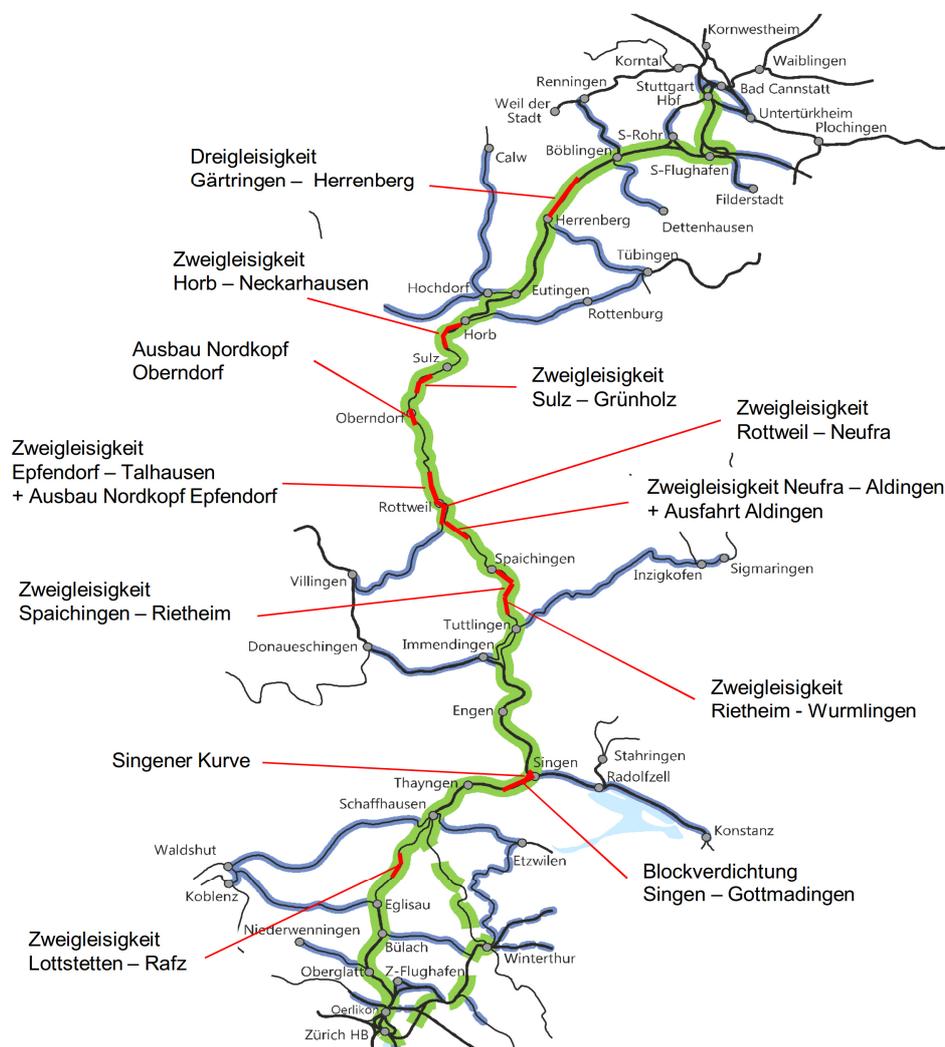
Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 5,7 Mio. € abgeschätzt.

5.2.2 Abschnittsweise Streckenausbauten

Abschnittsweise
Infrastrukturmaßnahmen zur
Erhöhung der Streckenkapazität

Zusätzlich zu den vorstehend beschriebenen Maßnahmen zur Geschwindigkeitserhöhung werden abschnittsweise Infrastrukturmaßnahmen zur Erhöhung der Streckenkapazität untersucht (vgl. Abbildung 10). Zu diesen Maßnahmen gehören die Verlängerung vorhandener zweigleisiger Abschnitte, zusätzliche zweigleisige Abschnitte und signaltechnische Maßnahmen zur Blockverdichtung. Nicht alle Maßnahmen werden in allen Maßnahmenbündeln unterstellt.

Abbildung 10:
Übersicht abschnittsweise
Infrastrukturmaßnahmen



Gärtringen - Herrenberg

Dreigleisigkeit
Gärtringen - Herrenberg

Der bestehende zweigleisige Abschnitt der Strecke 4860 wird von km 34,900 bis km 41,600 auf einer Länge von ca. 6,700 km um ein drittes Gleis ergänzt. Die Trassierungselemente der Bestandsstrecke werden abschnittsweise für eine Geschwindigkeitsanhebung von 130 km/h auf 140

km/h (Neigetechnik von 140 km/h auf 150 km/h) u.a. durch Vergrößerung der Bogenparameter angepasst.

Für den Anschluss des neuen Gleises an die Bestandsgleise sowie die Herstellung neuer Überleitverbindungen zwischen den Bestandsgleisen werden insgesamt sechs neue Weichen vorgesehen. Die Weichenformen werden so gewählt, dass ein zügiger Gleiswechsel möglich ist.

Der Neubau des zusätzlichen Gleises sowie die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern Erdbauarbeiten in Form von abschnittswisen Abtragungen der Erdmassen im Böschungsbereich und Dammaufschüttungen.

Es sind Anpassungsmaßnahmen an insgesamt 10 bestehenden Eisenbahnüberführungen und drei bestehenden Straßenüberführungen (u.a. K1079) durch das neue Gleis erforderlich.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden auf dem Ausbauabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Im bebauten Gebiet werden Schallschutzwände vorgesehen.

Der Bf. Nufringen muss für die Umsetzung dieser Infrastrukturmaßnahme umgestaltet werden, u.a. ist dafür ein neuer Außenbahnsteig mit den dazugehörigen Anpassungsmaßnahmen der örtlichen Infrastrukturanlagen erforderlich.

Zudem sind durch diese Maßnahme erhebliche bauliche Maßnahmen in der Ortslage Nufringen notwendig, u.a. der Abriss von Gebäuden.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 69,6 Mio. € abgeschätzt.

Horb - Neckarhausen (kurz)

Zweigleisigkeit
Horb – Neckarhausen (kurz)

Der bestehende eingleisige Abschnitt der Strecke 4600 wird von km 81,100 bis km 85,600 auf einer Länge von ca. 4,500 km um ein zweites Gleis ergänzt. Dies entspricht im Prinzip der bisherigen BVWP-Maßnahme und den Planungen der DB Netz AG für den Ausbau dieses Abschnitts. Die Trassierungselemente der Bestandsstrecke werden abschnittsweise für eine Geschwindigkeitsanhebung von 110 km/h auf 120 km/h (Neigetechnik von 130 km/h auf 140 km/h) u.a. durch Vergrößerung der Bogenparameter angepasst.

Für den Anschluss des neuen Gleises an das Bestandsgleis sowie die Herstellung neuer Überleitverbindungen werden insgesamt vier neue Weichen vorgesehen. Die Weichenformen werden so gewählt, dass ein zügiger Gleiswechsel möglich ist.

Der Neubau des zusätzlichen Gleises sowie die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern Erdbauarbeiten in Form von abschnittswisen Abtragungen der Erdmassen im Böschungsbereich und Dammaufschüttungen.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden auf dem Ausbauabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 15,3 Mio. € abgeschätzt.

Horb - Neckarhausen (lang)

Zweigleisigkeit
Horb – Neckarhausen (lang)

Der bestehende eingleisige Abschnitt der Strecke 4600 wird von km 81,580 bis km 87,670 auf einer Länge von ca. 6,090 km um ein zweites Gleis ergänzt. Die Trassierungselemente der Bestandsstrecke werden abschnittsweise für eine Geschwindigkeitsanhebung von 110 km/h auf 120 km/h (Neigetchnik von 130 km/h auf 140 km/h) u.a. durch Vergrößerung der Bogenparameter angepasst.

Für den Anschluss des neuen Gleises an das Bestandsgleis wird eine neue Weiche vorgesehen. Die Weichenform wird so gewählt, dass ein zügiger Gleiswechsel möglich ist.

Der Neubau des zusätzlichen Gleises sowie die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern geringfügige Erdbauarbeiten in Form von abschnittswisen Abtragungen der Erdmassen im Böschungsbereich und Dammaufschüttungen.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden auf dem Ausbauabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Im bebauten Gebiet werden Schallschutzwände vorgesehen.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 26,4 Mio. € abgeschätzt.

Die Infrastrukturmaßnahme wurde unabhängig von der BVWP-Maßnahme geplant. Von einer Kompatibilität ist grundsätzlich auszugehen. Im weiteren Planungsprozess ist ein Abgleich der Maßnahmen notwendig.

Sulz - Grünholz

Zweigleisigkeit Sulz – Grünholz
südlich Tunnel

Der bestehende eingleisige Abschnitt der Strecke 4600 wird von km 95,250 bis km 100,000 auf einer Länge von ca. 4,750 km um ein zweites Gleis ergänzt. Die Trassierungselemente der Bestandsstrecke werden abschnittsweise für eine Geschwindigkeitsanhebung von 90 km/h auf 100

km/h (Neigetechnik von 130 km/h auf 140 km/h bzw. 100/110 km/h auf 120 km/h) u.a. durch Vergrößerung der Bogenparameter angepasst.

Für den Anschluss des neuen Gleises an die Bestandsgleise werden insgesamt zwei neue Weichen vorgesehen. Die Weichenformen werden so gewählt, dass ein zügiger Gleiswechsel möglich ist.

Der Neubau des zusätzlichen Gleises sowie die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern geringfügige Erdbauarbeiten in Form von abschnittswisen Abtragungen der Erdmassen im Böschungsbereich und Dammaufschüttungen.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden auf dem Ausbauabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Im bebauten Gebiet werden Schallschutzwände vorgesehen.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 17,3 Mio. € abgeschätzt.

Oberndorf

Ausbau Nordkopf Oberndorf

Auf dem bestehenden Abschnitt der Strecke 4600 von km 104,420 bis km 104,850 wird eine bestehende Weiche zurückgebaut und durch eine neue Weiche ersetzt. Zur Vermeidung von Fahrausschlüssen unter Berücksichtigung der Durchrutschwege (Schutzstrecken) wird die Weiche ca. 200 m vorher eingebaut und dadurch der Bahnhof um diesen Betrag verlängert. Die Weichenform wird so gewählt, dass ein zügigerer Gleiswechsel möglich ist. Dafür werden Trassierungselemente der Bestandsstrecke abschnittsweise angepasst.

Die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern Erdbauarbeiten in Form von abschnittswisen Dammaufschüttungen.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden auf dem Ausbauabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 1,8 Mio. € abgeschätzt.

Epfendorf

Ausbau Nordkopf Epfendorf mit schnelleren Weichen

Der bestehende eingleisige Abschnitt der Strecke 4600 wird von km 109,540 bis km 111,060 auf einer Länge von ca. 1,520 km um ein zweites Gleis ergänzt. Die Trassierungselemente der Bestandsstrecke müssen hierzu abschnittsweise ohne Änderung der zulässigen Geschwindigkeit angepasst werden.

Für den Anschluss des neuen Gleises an das Bestandsgleis sowie die Herstellung neuer Überleitverbindungen zwischen den Gleisen, werden insgesamt drei neue Weichen vorgesehen. Die Weichenformen werden so gewählt, dass ein zügiger Gleiswechsel möglich ist.

Der Neubau des zusätzlichen Gleises sowie die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern Erdbauarbeiten in Form von abschnittswisen Abtragungen der Erdmassen im Böschungsbereich.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden auf dem Ausbauabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 5,7 Mio. € abgeschätzt.

Epfendorf - Talhausen

Zweigleisigkeit
Epfendorf – Talhausen

Der bestehende streckenweise ein- bzw. zweigleisige Abschnitt der Strecke 4600 wird von km 109,550 bis km 117,300 auf einer Länge von ca. 7,750 km durchgehend zweigleisig ausgebaut. Die Trassierungselemente der Bestandsstrecke werden abschnittsweise für eine Geschwindigkeitsanhebung von 110 km/h auf 120 km/h (Neigetchnik von 110 km/h auf 120 km/h bzw. 130 km/h auf 140 km/h) u.a. durch Vergrößerung der Bogenparameter angepasst.

Für den Anschluss des neuen Gleises an die Bestandsgleise sowie die Herstellung neuer Überleitverbindungen zwischen den Bestandsgleisen, werden insgesamt vier neue Weichen vorgesehen. Die Weichenformen werden so gewählt, dass ein zügiger Gleiswechsel möglich ist.

Der Neubau des zusätzlichen Gleises sowie die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern geringfügige Erdbauarbeiten in Form von abschnittswisen Abtragungen der Erdmassen im Böschungsbereich und Dammaufschüttungen.

Es sind Anpassungsmaßnahmen an einem bestehenden Bahnübergang durch das zusätzliche Gleis erforderlich.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden auf dem Ausbauabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Im bebauten Gebiet werden Schallschutzwände vorgesehen.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 28,1 Mio. € abgeschätzt.

Zweigleisigkeit Rottweil – Neufra
inkl. Ausbau Nordkopf Neufra

Rottweil – Neufra mit Ausbau Nordkopf Neufra

Der bestehende eingleisige Abschnitt der Strecke 4600 wird von km 126,400 (Rottweil) bis km 130,500 (einschl. Nordkopf Neufra) auf einer Länge von ca. 4,100 km aus betrieblichen Gründen um ein zweites Gleis ergänzt. Die Trassierungselemente der Bestandsstrecke müssen hierzu abschnittsweise ohne Änderung der zulässigen Geschwindigkeit angepasst werden.

Für den Anschluss des neuen Gleises an das Bestandsgleis wird eine neue Weiche vorgesehen. Die Weichenform wird so gewählt, dass ein zügiger Gleiswechsel möglich ist.

Der Neubau des zusätzlichen Gleises sowie die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern Erdbauarbeiten in Form von abschnittswisen Dammaufschüttungen.

Es sind Anpassungsmaßnahmen an insgesamt vier bestehenden Eisenbahnüberführungen durch das neue Gleis erforderlich.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden auf dem Ausbauabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Im bebauten Gebiet werden Schallschutzwände vorgesehen.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 23,7 Mio. € abgeschätzt.

Die Infrastrukturmaßnahme wurde unabhängig von der BVWP-Maßnahme geplant. Von einer Kompatibilität ist grundsätzlich auszugehen. Im weiteren Planungsprozess ist ein Abgleich der Maßnahmen notwendig.

Neufra – Aldingen

Zweigleisigkeit Neufra –
Aldingen

Der bestehende eingleisige Abschnitt der Strecke 4600 wird von km 130,580 (Betriebsbahnhof Neufra) bis km 134,100 (Aldingen) auf einer Länge von ca. 3,520 km aus betrieblichen Gründen um ein zweites Gleis ergänzt. Die Trassierungselemente der Bestandsstrecke müssen hierzu abschnittsweise ohne Änderung der zulässigen Geschwindigkeit angepasst werden.

Für den Anschluss des neuen Gleises an das Bestandsgleis sowie die Herstellung neuer Überleitverbindungen zwischen den Gleisen werden vier neue Weichen vorgesehen. Die Weichenform wird so gewählt, dass ein zügiger Gleiswechsel möglich ist.

Der Neubau des zusätzlichen Gleises sowie die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern Erdbauarbeiten in Form von abschnittswisen Dammaufschüttungen.

Es sind Anpassungsmaßnahmen an drei bestehenden Eisenbahnüberführungen durch das neue Gleis erforderlich.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden auf dem Ausbauabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Im bebauten Gebiet werden Schallschutzwände vorgesehen.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 32,3 Mio. € abgeschätzt.

Aldingen

Ausbau Bahnhof Aldingen

Im Bahnhof Aldingen werden im Nordkopf die Trassierungselemente des Gleises 801 (Bestandsstrecke 4600) im Bogen von km 134,300 bis km 135,000 auf einer Länge von ca. 0,700 km angepasst. Hierdurch kann die auf 80 km/h reduzierte Geschwindigkeit auf 100 km/h angehoben werden, wodurch die Ausfahrt aus Aldingen entsprechend beschleunigt werden kann.

Die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern Erdbauarbeiten in Form Dammaufschüttungen.

Es sind Anpassungsmaßnahmen an einer bestehenden Eisenbahnüberführung erforderlich.

Bestehende Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 2,8 Mio. € abgeschätzt.

Spaichingen - Rietheim

Zweigleisigkeit Spaichingen –
Rietheim

Der bestehende eingleisige Abschnitt der Strecke 4600 wird von km 138,800 bis km 143,160 auf einer Länge von ca. 4,360 km um ein zweites Gleis ergänzt. Die Trassierungselemente der Bestandsstrecke werden abschnittsweise für eine Geschwindigkeitsanhebung von 130 km/h auf 140 km/h (Neigetechnik unverändert) u.a. durch Vergrößerung der Bogenparameter angepasst.

Für den Anschluss des neuen Gleises an das Bestandsgleis werden insgesamt zwei neue Weichen vorgesehen. Die Weichenformen werden so gewählt, dass ein zügiger Gleiswechsel möglich ist. Bestehende Weichenverbindungen bleiben erhalten.

Der Neubau des zusätzlichen Gleises sowie die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern Erdbauarbeiten in Form von abschnittweisen Dammaufschüttungen.

Es sind Anpassungsmaßnahmen an insgesamt zwei bestehenden Eisenbahnüberführungen und an einem bestehenden Bahnübergang durch das neue Gleis erforderlich.

Die Bahnhöfe Spaichingen und Rietheim bleiben grundsätzlich erhalten.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden auf dem Ausbauabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Im bebauten Gebiet werden Schallschutzwände vorgesehen.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 24,8 Mio. € abgeschätzt.

Rietheim - Wurmlingen

Zweigleisigkeit Rietheim –
Wurmlingen

Der bestehende eingleisige Abschnitt der Strecke 4600 wird von km 143,700 bis km 146,750 auf einer Länge von ca. 3,050 km um ein zweites Gleis ergänzt. Die Trassierungselemente der Bestandsstrecke müssen hierzu abschnittsweise ohne Änderung der zulässigen Geschwindigkeit angepasst werden, bestehende Weichenverbindungen bleiben dabei erhalten.

Der Neubau des zusätzlichen Gleises sowie die Anpassungsmaßnahmen der Trassierungselemente erfordern geringfügige Erdbauarbeiten in Form von abschnittswisen Dammaufschüttungen.

Es sind Anpassungsmaßnahmen an insgesamt drei bestehenden Eisenbahnüberführungen durch das neue Gleis erforderlich.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden auf dem Ausbauabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Der Haltepunkt Rietheim-Weilheim muss für die Umsetzung dieser Infrastrukturmaßnahme umgestaltet werden, u.a. ist dafür die Verlegung des bestehenden Bahnsteigs mit den dazugehörigen Anpassungsmaßnahmen der örtlichen Infrastrukturanlagen erforderlich.

Im Bahnhof Rietheim werden die beiden Streckengleise im südlichen Bahnhofskopf an die Bahnhofsgleise angebunden. Zusätzliche Weichenverbindungen für einen Gleiswechsel sind in der dargestellten Variante im südlichen Bahnhofskopf nicht vorgesehen, jedoch grundsätzlich mit geänderter Trassierung denkbar. Der nördliche Bahnhofskopf bleibt unverändert.

Im bebauten Gebiet werden Schallschutzwände vorgesehen.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 22,9 Mio. € abgeschätzt.

Die Infrastrukturmaßnahme wurde unabhängig von der BVWP-Maßnahme geplant. Von einer Kompatibilität ist grundsätzlich auszugehen. Im weiteren Planungsprozess ist ein Abgleich der Maßnahmen notwendig.

Singen

Neubau Singener Kurve

Zwischen dem bestehenden zweigleisigen Abschnitt der Strecke 4250 und dem zweigleisigen Abschnitt der Strecke 4000 wird eine eingleisige Verbindungskurve hergestellt. Die Verbindungskurve ermöglicht eine direkte Durchfahrt in Richtung Schaffhausen, ohne Einfahrt in den Bahnhof Singen (Htw) und der dort erforderlichen Wendefahrt (vgl. auch [14]). Die Trassierungselemente des neuen Streckenabschnitts werden für eine Geschwindigkeit von 80 km/h ausgelegt.

Für den Anschluss des neuen Streckenabschnitts an die Bestandsstrecken sowie die Herstellung neuer Überleitverbindungen zwischen den Gleisen der Bestandsstrecken werden insgesamt sechs neue Weichen vorgesehen. Die Weichenformen werden so gewählt, dass ein zügiger Gleiswechsel möglich ist.

Für den neuen Streckenabschnitt sind Erdbauarbeiten in Form von abschnittswisen Abtragungen der Erdmassen in Böschungsbereichen und Dammaufschüttungen erforderlich.

Die Verbindungskurve erfordert den Neubau einiger Straßen- bzw. Eisenbahnüberführungen.

Die Publikumsanlagen des bestehenden Haltepunkts Singen Landesgartenschau werden für den zukünftigen Fernverkehrshalt angepasst.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden für den neuen Streckenabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Im bebauten Gebiet werden Schallschutzwände vorgesehen.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 40,0 Mio. € abgeschätzt.

Singen - Gottmadingen

Blockverdichtung Singen –
Gottmadingen

Der bestehende zweigleisige Abschnitt der Strecke 4000 wird zwischen den Bahnhöfen Singen und Gottmadingen mit zusätzlicher Leit- und Sicherungstechnik ausgestattet, damit die vorhandenen Blockabstände verkürzt werden können.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 0,7 Mio. € abgeschätzt.

Lottstetten - Rafz

Partielle Zweigleisigkeit
Lottstetten – Rafz
CH bis Landesgrenze D/CH

Die partielle Zweigleisigkeit Lottstetten – Rafz beginnt unmittelbar nach der Landesgrenze D/CH am Ende der Rechtskurve ca. bei km 29,000 und führt bis in den Bahnhof Rafz (ca. km 27,400) hinein. Die Strecke verläuft auf diesem Abschnitt à Niveau oder in leichter Dammlage.

Neben der Verbreiterung des Damms müssen als ingenieurtechnische Bauwerke eine neue Querung des landwirtschaftlich genutzten Wegs beim Pflegeheim Peteracker, eine Querung des Solgernerwägs und eine Querung des Lachewägs erstellt werden. Die Eisenbahnüberführung über die Rüdlingerstrasse in der nördlichen Bahnhofseinfahrt von Rafz ist bereits für einen zweigleisigen Ausbau vorbereitet worden und muss daher nicht angepasst werden.

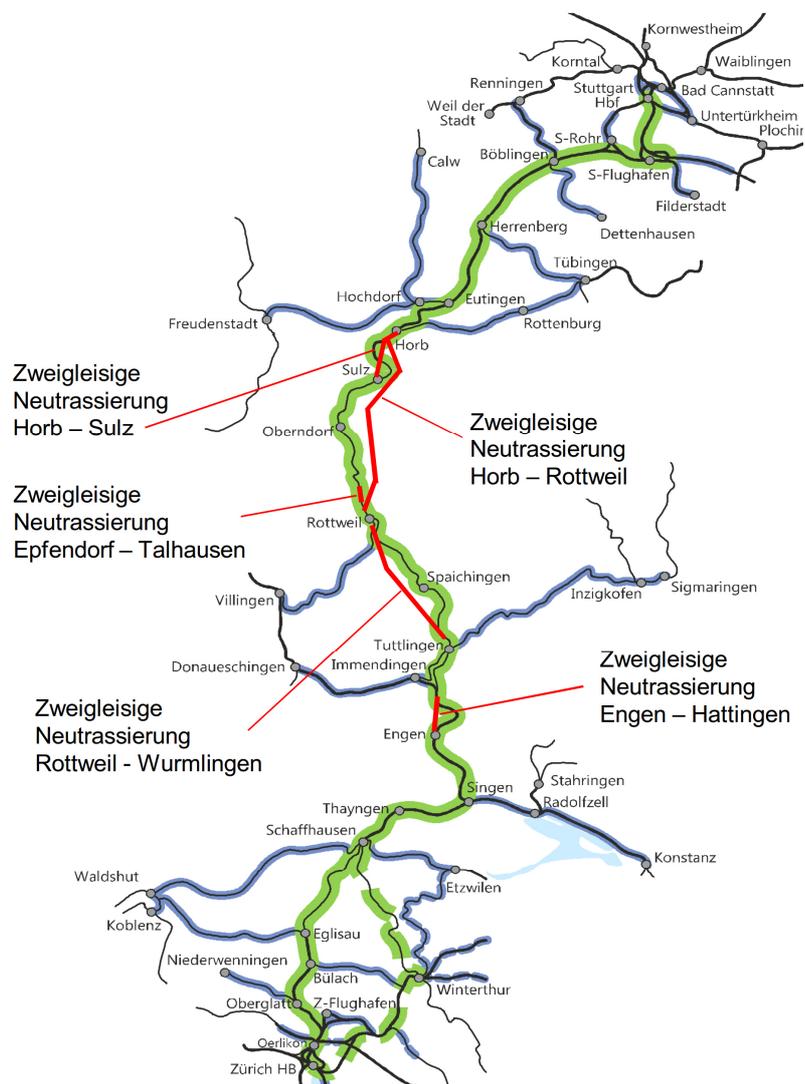
Für diese Infrastrukturmaßnahme wird eine Grobkostenvermutung mit einer Kostengenauigkeit von +/- 50% in Höhe von ca. 15 Mio. € abgegeben.

5.2.3 Neubaustreckenabschnitte

Neubaustreckenabschnitte

Zusätzlich zu den Maßnahmen zur Geschwindigkeitserhöhung und den abschnittswisen Infrastrukturmaßnahmen zur Erhöhung der Streckenkapazität werden Neubaustreckenabschnitte dort untersucht, wo sich mit Blick auf die angestrebte Fahrzeit von 2h15' aus der Vereinbarung von Lugano (entsprechend der Stufe II in der vorliegenden Untersuchung) und aufgrund der Trassierung im Bestand die größten Fahrzeiteinsparungen realisieren lassen. (vgl. Abbildung 11).

Abbildung 11:
Übersicht
Neubaustreckenabschnitte



Horb - Rottweil

Zweigleisige Neutrassierung
Horb - Rottweil

Ergänzend zu dem bestehenden eingleisigen Abschnitt der Strecke 4600 wird ab km 81,800 zur Verkürzung der Streckenlänge ein neuer ca. 31,910 km langer Streckenabschnitt erstellt. Dieser wird zweigleisig ausgeführt und verläuft auf einem ca. 2,000 km langen Abschnitt westlich parallel zur BAB A81, quert diese und verläuft dann auf einem ca. 16,000 km langen Abschnitt östlich parallel zur BAB A81. Bei Bestands-km 121,500 fädelt die neue Trasse wieder in die Bestandsstrecke ein. Die Trassierungselemente des neuen Streckenabschnitts werden für eine Geschwindigkeit von 200 km/h ausgelegt.

Für den Anschluss des neuen Streckenabschnitts an die Bestandsstrecke werden insgesamt vier neue Weichen vorgesehen. Die Weichenformen werden so gewählt, dass ein zügiger Gleiswechsel möglich ist.

Für die neue Trasse sind umfangreiche Erdbauarbeiten in Form von abschnittswisen Abtragungen der Erdmassen im Böschungsbereich und Dammaufschüttungen erforderlich.

Die abschnittsweise zu querende freie Fläche weist teilweise erhebliche Höhenunterschiede auf. Daher sind bei dieser Infrastrukturmaßnahme voraussichtlich eine Vielzahl aufwändiger Bauwerke in Form von Tunneln bzw. Talbrücken sowie Straßen- und Eisenbahnüberführungen erforderlich.

Zudem erfordert die neue Trasse durch die geplante Querung der BAB A81 Umbaumaßnahmen an Anschlussstellen der Autobahn und den dazugehörigen Bauwerken.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden auf dem Neubauabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 712,2 Mio. € abgeschätzt.

Horb - Sulz

Zweigleisige Neutrassierung
Horb - Sulz

Ergänzend zu dem bestehenden eingleisigen Abschnitt der Strecke 4600 wird zur Verkürzung der Streckenlänge ein neuer ca. 7,300 km langer, zweigleisiger Streckenabschnitt erstellt. Der neue Streckenabschnitt wird zweigleisig ausgeführt und die Trassierungselemente des neuen Streckenabschnitts für eine Geschwindigkeit von 160 km/h ausgelegt. Die Bestandsstrecke ermöglicht aktuell nur eine Geschwindigkeit zwischen 90 km/h und 100 km/h.

Für den Anschluss des neuen Streckenabschnitts an die Bestandsstrecke werden insgesamt vier neue Weichen vorgesehen. Die Weichenformen werden so gewählt, dass ein zügiger Gleiswechsel möglich ist.

Für die neue Trasse ist die Erstellung von zwei Tunneln (Länge ca. 3,600 km und 2,900 km) sowie einer Brücke (Länge ca. 350 m) notwendig. Dafür sind erhebliche Erdbauarbeiten in Form von Abtragungen der Erdmassen und Dammaufschüttungen erforderlich.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden auf dem Neubauabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 324,5 Mio. € abgeschätzt.

Epfendorf - Talhausen

Zweigleisige Neutrassierung
Epfendorf - Talhausen

Als Ersatz für den bestehenden eingleisigen Abschnitt der Strecke 4600 wird zur Verkürzung der Streckenlänge ein neuer ca. 2,500 km langer Streckenabschnitt erstellt. Der neue Streckenabschnitt wird zweigleisig ausgeführt und die Trassierungselemente für eine Geschwindigkeit von 140 km/h ausgelegt. Die Bestandsstrecke ermöglicht aktuell nur eine Geschwindigkeit zwischen 90 km/h und 100 km/h.

Für den Anschluss des neuen Streckenabschnitts an die Bestandsstrecke werden insgesamt zwei neue Weichen vorgesehen. Die Weichenformen werden so gewählt, dass ein zügiger Gleiswechsel möglich ist.

Für die neue Trasse ist die Erstellung von zwei Tunneln (Länge ca. 800 m und 600 m) sowie zwei Brücken (Länge ca. 100 m und 150 m) notwendig. Dafür sind Erdbauarbeiten in Form von Abtragungen der Erdmassen und Dammaufschüttungen erforderlich.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden auf dem Neubauabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 108,9 Mio. € abgeschätzt.

Rottweil - Wurmlingen

Zweigleisige Neutrassierung
Rottweil - Wurmlingen

Ergänzend zu dem bestehenden eingleisigen Abschnitt der Strecke 4600 wird ca. ab Bestands-km 126,900 zur Verkürzung der Streckenlänge ein neuer ca. 17,800 km langer Streckenabschnitt hergestellt. Der neue Streckenabschnitt wird zweigleisig ausgeführt und die Trassierungselemente des neuen Streckenabschnitts für eine Geschwindigkeit von 200 km/h ausgelegt. Die Bestandsstrecke ermöglicht aktuell nur eine Geschwindigkeit zwischen 120 km/h und 150 km/h. Bei Bestands-km 147,900 fädelt die neue Trasse wieder in die Bestandsstrecke ein.

Für den Anschluss des neuen Streckenabschnitts an die Bestandsstrecke werden insgesamt vier neue Weichen vorgesehen. Die Weichenformen werden so gewählt, dass ein zügiger Gleiswechsel möglich ist.

Für die neue Trasse sind Erdbauarbeiten in Form von abschnittswisen Abtragungen der Erdmassen im Böschungsbereich und Dammaufschüttungen erforderlich.

Die abschnittsweise zu querende freie Fläche weist teilweise erhebliche Höhenunterschiede auf. Daher sind bei dieser Infrastrukturmaßnahme voraussichtlich eine Vielzahl aufwändiger Bauwerke in Form von Tunneln bzw. Talbrücken sowie Straßen- und Eisenbahnüberführungen erforderlich.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden auf dem Neubauabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 494,0 Mio. € abgeschätzt.

Hattingen - Engen

Zweigleisige Neutrassierung
Hattingen - Engen

Als Ersatz der bestehenden zweigleisigen Rampe auf der Strecke 4600 wird zur Verkürzung der Streckenlänge ein neuer ca. 7,660 km langer Streckenabschnitt **zwischen Hattingen und Engen erstellt. Der neue Streckenabschnitt wird zweigleisig ausgeführt** und die Trassierungselemente des neuen Streckenabschnitts für eine Geschwindigkeit von 160 km/h ausgelegt. Die Bestandsstrecke ermöglicht aktuell nur eine Geschwindigkeit von 90 km/h. Ähnliche Überlegungen wurden bereits in [15] und [16] angesprochen. Von einem Neubauabschnitt Hattingen - Engen profitiert nicht nur der Verkehr in Richtung Gäubahn, **sondern auch die Züge der Schwarzwaldbahn in Richtung Immendingen und Donaueschingen.**

Für die Ausfädelung der Strecke 4661 in Hattingen und den Anschluss an die Bestandsstrecke 4600 werden insgesamt vier neue Weichen vorgesehen. Die Weichenformen werden so gewählt, dass ein zügiger Gleiswechsel möglich ist.

Für die neue Trasse ist die Erstellung eines Tunnels (Länge ca. 7,000 km) sowie einer Brücke (Länge ca. 150 m) notwendig. Dafür sind erhebliche Erdbauarbeiten in Form von Abtragungen der Erdmassen und Dammaufschüttungen erforderlich.

Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Telekommunikationsanlagen werden auf dem Neubauabschnitt ergänzt und die bestehenden Anlagen entsprechend angepasst.

Für diese Infrastrukturmaßnahme werden Investitionskosten in Höhe von ca. 321,6 Mio. € abgeschätzt.

5.3 Infrastrukturmaßnahmenbündel

Entwicklung von
Maßnahmenbündeln auf der
Grundlage der erarbeiteten
Infrastrukturausbaumaßnahmen

Aus den betrachteten Infrastrukturausbaumaßnahmen werden Infrastrukturmaßnahmenbündel in Iteration mit der Fahrplankonzeption und Betriebssimulationen so zusammengestellt, dass Möglichkeiten für einen stufenweisen Ausbau der Infrastruktur entlang der Gäubahn aufgezeigt werden.

Hieraus ergeben sich die folgenden aufeinander aufbauenden Maßnahmenbündel:

-
- **I1:** Bestandsinfrastruktur mit Maßnahmen, welche in Zusammenhang mit dem Projekt Stuttgart 21 (S21) ohnehin umgesetzt werden. Dies betrifft namentlich den Ausbau des Filderbahnhofs (= Flughafenbahnhof Station Terminal), eine Blockverdichtung zwischen eine der Station Terminal und Berghau, eine zusätzliche Weichenverbindung bei Leinfelden und die Rohrer Kurve.
Aus dem Maßnahmenbündel resultiert kein zusätzlicher Infrastrukturinvestitionsbedarf.
 - **I2:** I1 mit Anhebung VzG auf den Abschnitten Stuttgart-Horb (auf 4,310 km Streckenlänge), Horb-Rottweil (auf 2,710 km Streckenlänge), Rottweil-Tuttlingen (auf 1,260 km Streckenlänge) und Tuttlingen-Schaffhausen (auf 1,580 km Streckenlänge).
Der zusätzliche Infrastrukturinvestitionsbedarf für das Maßnahmenbündel I2 beläuft sich auf rund **65 Mio. €**.
 - **I3:** I2 ergänzt um eine Reihe von punktuellen Ausbaumaßnahmen in Abhängigkeit des hinterlegten Nahverkehrskonzepts: Dreigleisigkeit Gärtringen-Herrenberg, Zweigleisigkeit Horb-Neckarhausen (lang), Ausbau Oberndorf, Zweigleisigkeit Rottweil-Neufra, Zweigleisigkeit Spaichingen-Rietheim, Zweigleisigkeit Rietheim-Wurmlingen, Blockverdichtung Gottmadingen, Zweigleisigkeit Grenze D/CH bei Lottstetten bis Rafz.
Der zusätzliche Infrastrukturinvestitionsbedarf für das Maßnahmenbündel I3 bewegt sich in Abhängigkeit des hinterlegten Nahverkehrskonzepts **zwischen 125 Mio. € und 300 Mio. €**.
 - **I4:** I3 ergänzt um drei größere Ausbaumaßnahmen, welche teilweise die punktuellen Maßnahmen ersetzen: Zweigleisige Neutrassierung Horb-Sulz, zweigleisige Neutrassierung Epfendorf-Talhausen und zweigleisige Neutrassierung Hattingen-Engen
Der zusätzliche Infrastrukturinvestitionsbedarf für das Maßnahmenbündel I4 bewegt sich in Abhängigkeit des hinterlegten Nahverkehrskonzepts **zwischen 980 Mio. € und 1 Mrd. €**.
 - **I5:** I3 ergänzt um die zweigleisige Neutrassierung Horb-Sulz, welche den zweigleisigen Ausbau Horb-Neckarhausen ersetzt.
Der zusätzliche Infrastrukturinvestitionsbedarf für das Maßnahmenbündel I5 bewegt sich in Abhängigkeit des hinterlegten Nahverkehrskonzepts **zwischen 465 Mio. € und 530 Mio. €**.
 - **I6:** I3 ergänzt um drei große Ausbaumaßnahmen, welche teilweise die punktuellen Maßnahmen ersetzen: zweigleisige Neutrassierung Horb-Rottweil, zweigleisige Neutrassierung Rottweil-Wurmlingen und zweigleisige Neutrassierung Hattingen-Engen sowie die Singener Kurve.
Der zusätzliche Infrastrukturinvestitionsbedarf für das Maßnahmenbündel I6 bewegt sich bei ca. **1,65 Mrd. €**.

Sinnvolle Maßnahmenbündel mit
Begrenzung des
Infrastrukturinvestitionsbedarfs
auf 200 bis 250 Mio. €

Mit Fokus auf die **Begrenzung** des erforderlichen Infrastrukturinvestitionsbedarfs auf **200 bis 250 Mio. €** wurden zwei weitere Maßnahmenbündel entwickelt, welche sich im Grundsatz an I3 mit einer Reihe von punktuellen Ausbaumaßnahmen anlehnen:

- **I.A:** I2 ergänzt um die Dreigleisigkeit Gärtringen-Herrenberg, Zweigleisigkeit Horb-Neckarhausen (lang), Ausbau Oberndorf, Zweigleisigkeit Rottweil-Neufra mit Ausbau Nordkopf Neufra, Zweigleisigkeit Neufra-Aldingen, Ausbau Aldingen, Zweigleisigkeit Spaichingen-Rietheim, Zweigleisigkeit Rietheim-Wurmlingen, Blockverdichtung Gottmadingen, Zweigleisigkeit Grenze D/CH bei Lottstetten bis Rafz.
Der zusätzliche Infrastrukturinvestitionsbedarf für das Maßnahmenbündel I.A beläuft sich auf **285 Mio. €**.
- **I.B:** I2 ergänzt um die Zweigleisigkeit Horb-Neckarhausen (lang), Ausbau Oberndorf, Zweigleisigkeit Rottweil-Neufra mit Ausbau Nordkopf Neufra, Zweigleisigkeit Spaichingen-Rietheim, Zweigleisigkeit Rietheim-Wurmlingen, Singener Kurve, Blockverdichtung Gottmadingen, Zweigleisigkeit Grenze D/CH bei Lottstetten bis Rafz.
Der zusätzliche Infrastrukturinvestitionsbedarf für das Maßnahmenbündel I.B beläuft sich auf **220 Mio. €**.

Im Maßnahmenbündel I.B kann aufgrund der zusätzlich vorgesehenen Singener Kurve auf den dreigleisigen Ausbau Gärtringen-Herrenberg, die Zweigleisigkeit Neufra-Aldingen und den Ausbau des Bahnhofs Aldingen verzichtet werden. Die Differenz des Infrastrukturinvestitionsbedarfs beläuft sich auf ca. **65 Mio. €**.

Die Tabelle 1 zeigt für die Maßnahmenbündel I.A und I.B die Aufstellung der berücksichtigten Maßnahmen aus dem im Abschnitt 5.2 beschriebenen Baukasten von Infrastrukturmaßnahmen.

Tabelle 1:
Zusammenstellung der
Infrastrukturmaßnahmen für die
Maßnahmenbündel I.A und I.B

Baukasten Infrastrukturmaßnahmen Gäubahn		Kosten der Massnahme [Mio. €]	Maßnahmen- bündel	
			I.A	I.B
Optimierung des VzG zwischen Stuttgart und Singen (vgl. Abschnitt 5.2.1)	Stuttgart-Rohr - Böblingen Goldberg (1)	3.3	x	x
	Stuttgart-Rohr - Böblingen Goldberg (2)	3.9	x	x
	Böblingen - Böblingen Hulb	0.8	x	x
	Ehringen (bei Böblingen) - Gärtringen	8.1	x	x
	Bondorf (bei Herrenberg) - Ergenzingen	12.6	x	x
	Eutingen im Gäu - Horb (1)	2.6	x	x
	Eutingen im Gäu - Horb (2)	0.6	x	x
	Horb - Neckarhausen (bei Horb)	6.7	x	x
	Grünholz - Oberndorf (Neckar)	3.3	x	x
	Neufra (bei Rottweil) - Aldingen (bei Spaichingen)	4.1	x	x
	Spaichingen - Rietheim (Württ)	3.6	x	x
	Gottmadingen - Singen (Hohentwiel)	8.6	x	x
	Engen - Mühlhausen (bei Engen)	5.7	x	x
Abschnittsweise Streckenausbauten (vgl. Abschnitt 5.2.2)	Dreigleisigkeit Gärtringen - Herrenberg	69.6	x	
	Zweigleisigkeit Horb - Neckarhausen (kurz)	15.3		
	Zweigleisigkeit Horb - Neckarhausen (lang)	26.4	x	x
	Zweigleisigkeit Sulz - Grünholz	17.3		
	Ausbau Nordkopf Oberndorf	1.8	x	x
	Ausbau Nordkopf Epfendorf	5.7		
	Zweigleisigkeit Epfendorf - Talhausen	28.1		
	Zweigleisigkeit Rottweil - Neufra mit	23.7	x	x
	Ausbau Nordkopf Neufra			
	Zweigleisigkeit Neufra - Aldingen	32.3	x	
	Ausbau Bahnhof Aldingen	2.8	x	
	Zweigleisigkeit Spaichingen - Rietheim	24.8	x	x
	Zweigleisigkeit Rietheim - Wurmlingen	22.9	x	x
Neubau Singener Kurve	40.0		x	
Blockverdichtung Singen - Gottmadingen	0.7	x	x	
Zweigleisigkeit Lottstetten Landesgrenze bis Rafz	15.0	x	x	
Neubaustreck enabschnitte (vgl. Abschnitt 5.2.3)	Neutrassierung Horb - Rottweil	712.2		
	Neutrassierung Horb - Sulz	324.5		
	Neutrassierung Epfendorf - Talhausen	108.9		
	Neutrassierung Rottweil - Wurmlingen	494.0		
	Neutrassierung Hattingen - Engen	321.6		
Summe	Mio. €	284	219	

6 Untersuchte Varianten und Ergebnisse

Aufbau des nachfolgenden Kapitels

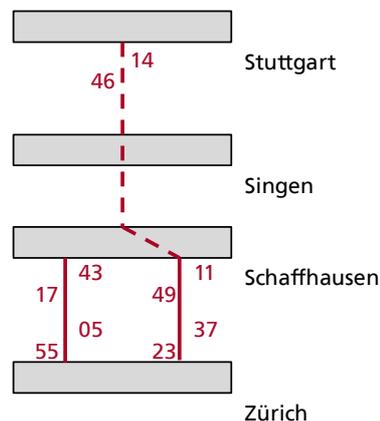
Im nachfolgenden Kapitel werden für die beiden untersuchten Stufen I und II die Variantenbildung und -auswertung dargestellt und die Erkenntnisse aus den Betriebssimulationen erläutert. Anschließend folgen Überlegungen zu alternativen Fahrplankonzepten, weiteren Infrastrukturmaßnahmen sowie Hinweise zu Unstimmigkeiten in den vorliegenden Eingangsdaten. Erläuterungen zur Berechnungsmethodik und den nachfolgend verwendeten Fachbegriffen aus der Fahrplanplanung finden sich im Anhang A1.

6.1 Einbindung in die Knoten Stuttgart und Zürich

Von der Zielfahrzeit zur Planfahrzeit

Die Einbindung in die bestehenden bzw. geplanten Knoten in Stuttgart und Zürich lässt eine Zielfahrzeit von 2h30', welche in der Stufe I angestrebt wird, nicht als sinnvoll erscheinen. Anstelle dessen wird eine Planfahrzeit von 2h37' angestrebt, was – wie in Abbildung 12 gezeigt – mit den vorgesehenen Trassenlagen für die IC-Züge Stuttgart-Zürich in den beiden Knoten gemäß Zielkonzept 2025 in Baden-Württemberg [5] (mit nachstehender Anpassung) und AS 2025 in der Schweiz [2] und [3] kompatibel ist.

Abbildung 12:
Trassenlagen der IC-Züge
Stuttgart-Zürich in den beiden
Knoten Stuttgart und Zürich
gemäß Zielkonzept 2025 in
Baden-Württemberg und AS
2025 in der Schweiz



Konstruktion des IC aus Zürich
heraus zur Herstellung des
Anschlusses in Richtung Mailand

Die zugrunde gelegten Fahrplankonzepte des SPFV und SPNV für den deutschen Teil gemäß [5] und den Schweizer Teil gemäß [2] und [3] unterstellen widersprüchliche Trassen für den schnellen Fernverkehr auf der Gäubahn. Die Trassen sind um etwa 30 Minuten zueinander versetzt. Auf der deutschen Seite geht die Trassenlage des SPFV von einem Nullknoten in Zürich HB aus. Aufgrund der aktuellen Entwicklungen auf Seiten der Schweiz mit den Vorgaben zum AS 2025, wird die Einbindung des IC in den Knoten zur Minute 30 in Zürich (Ankunft zur Minute :23 und Abfahrt zur Minute :37)

als relevant angenommen und weiterverfolgt, da im Knoten Zürich zur Minute 30 u.a. ein schneller Übergang v/n Mailand (Ankunft zur Minute :28 und Abfahrt zur Minute :32) besteht.

6.2 Variantenbildung

Variantenbildung in zwei Stufen

Die Variantenbildung folgt den Fahrzeitvorgaben der Stufen I und II. Für die beiden Stufen werden jedoch unterschiedliche Prämissen betrachtet:

- In der Stufe I werden vorwiegend moderate Infrastrukturmaßnahmen betrachtet, welche sich überwiegend auf die Anhebung des VzG sowie kürzere Ausbauabschnitte oder Doppelspurinseln mit einem Fahrzeitziel von 2h37' beschränken. Dabei wurden der Betrachtung 2015 und 2016 unterschiedliche Nahverkehrskonzepte für den Abschnitt Stuttgart-Singen als Basis zugrunde gelegt. Ebenfalls wurde 2016 mit 200 - 250 Mio. € eine Größenordnung für die zu unterstellenden Infrastrukturinvestitionen festgelegt.
- In der Stufe II werden auch größere Infrastrukturmaßnahmen betrachtet, die zum einen mit konventionellem Rollmaterial eine Planfahrzeit von 2h37' ermöglichen. Gleichzeitig erlauben diese Maßnahmen bei Einsatz von Neigetechnik eine Planfahrzeit von 2h16' und entsprechen somit dem Fahrzeitziel der Stufe II.

6.3 Betrachtung von Regelfahrzeiten

Fahrzeitrechnung in
Abhängigkeit des eingesetzten
Fahrzeugtyps

Zunächst wird mittels reiner Fahrzeitrechnung zwischen Stuttgart und Zürich für die Infrastruktur-Maßnahmenbündel I1 bis I3 überprüft, welche der im Kapitel 4 erwähnten Fahrzeugtypen in der Lage sind, die angestrebte Planfahrzeit der Stufe I von 2h37' einzuhalten. Dies erlaubt, im Ausschlussverfahren jene Kombinationen zu eliminieren, bei welchen bereits im Extremfall ohne Berücksichtigung von Zwängen aus dem Fahrplangefüge und ohne Biegezuschläge zur Stabilisierung der Betriebsqualität das Ziel nicht erreicht wird. Die Regelfahrzeiten werden mit Mindesthaltezeiten bestimmt. Ferner wird ein Fahrtrichtungswechsel in Singen unterstellt.

Fahrzeugtypen F1 und F2 in
Stufe I

Dabei zeigt sich, dass die Regelfahrzeiten der konventionellen Fahrzeugtypen F1 und F2 auf der Bestandsinfrastruktur I1 die vorgesehene Planfahrzeit bereits überschreiten. Die Regelfahrzeit für den Fahrzeugtyp F1 beträgt in Richtung Süden 2h39', nach Norden 2h41'. Der Fahrzeugtyp F2 ist rund 90 Sekunden schneller. Ein Fahrplan gemäß der Zeitvorgabe ist daher mit diesen Fahrzeugen und ohne Infrastrukturausbau nicht zu konstruieren.

Die Infrastruktur I2 bringt beiden Fahrzeugtypen einen Zeitgewinn von rund zwei Minuten. Da in der Regelfahrzeit noch keine Fahrzeitreserven enthalten sind, ist mit diesen Varianten ebenfalls kein stabiler Betrieb möglich. Deshalb werden diese Varianten nicht weiterverfolgt.

Fahrzeugtypen F3 und F4 in
Stufe I

Lediglich der Fahrzeugtyp F4 mit Neigetechnik¹⁷⁾ bietet mit einer Regelfahrzeit von 2h28' ausreichend Reserven, um die angestrebte Planfahrzeit von 2h37' in einem Fahrplangefüge herstellen zu können. Im Vorgriff auf nachstehende Abschnitte ist festzuhalten, dass eine Regelfahrzeit von 2h28' im Minimum notwendig ist, um die angestrebte Betriebsqualität zu erreichen. Da der Fahrzeugtyp F3 mit Wankkompensation langsamer als ein bogenschnell verkehrendes Fahrzeug mit maximaler unausgeglichener Seitenbeschleunigung (Fahrzeugtyp F4) ist, ist nicht damit zu rechnen, dass mit dem Fahrzeugtyp F3 das Ziel erreicht werden kann. Daher wird der Fahrzeugtyp F3 nicht weiter betrachtet.

6.4 Stufe I: Fahrplankonstruktion und Betriebssimulation

Auswertung mittels
Beförderungszeitquotienten,
Verspätungsentwicklung und
infrastrukturbezogener
Behinderungen

Für verbleibende Kombinationen aus Infrastruktur und Fahrzeug werden Fahrpläne auskonstruiert und einer Überprüfung per Betriebssimulation unterzogen. Dabei werden die Bündel von Infrastrukturmaßnahmen sukzessive so geschnürt, dass die angestrebten Planfahrzeiten und Betriebsqualitäten mit möglichst geringem Ausbaubedarf erreicht werden (vgl. auch Kapitel 5.3).

Angestrebt wird dabei eine optimale Betriebsqualität, welche mittels zwei Indikatoren quantifiziert wird:

- Beförderungszeitquotient Betrieb für die IC-Verbindung Stuttgart-Zürich
- Abschnittsweiser Verspätungszuwachs zwischen Stuttgart und Zürich für alle Züge mit Ausnahme des Güterverkehrs

Als weitere Kenngröße werden die infrastrukturbezogenen Behinderungen an ausgewählten Elementen ausgewertet. Details zu den genutzten Kenngrößen und deren Interpretation sind im Anhang A1 wiedergegeben.

6.5 Stufe I (2015): Varianten mit Nahverkehrskonzept MEX kurz/lang

Varianten 2015

Wie in Abschnitt 2.1 beschrieben unterlagen die angestrebten Angebotskonzepte des SPNV während der Bearbeitung des Gutachtens einer wesentlichen Änderung (insb. Anpassung und Ergänzung des MEX-Konzepts). Nachstehender Variantenspiegel gibt eine Übersicht der 2015 untersuchten Varianten (vgl. Tabelle 2). Ein „+“ im Index steht für das Auflassen des Halts in Böblingen durch den IC, wenn dies zur Stabilisierung des Betriebs zwingend erforderlich ist. Die aufgelisteten Varianten basieren im deut-

17) Vergleichsrechnungen zeigen, dass der betrachtete ETR610 aufgrund des besseren Beschleunigungsvermögens etwas geringere Fahrzeiten als die Züge der Baureihen 411/415 erlaubt.

schen Teil auf der Netzgrafik aus dem Stresstest S21 [1] und im Schweizer Teil auf dem Ausbauschnitt AS2025 [2] und [3]. Um einen möglichst geringen Fahrzeugbedarf zu erzielen, verkehren die IC symmetrisch zur Minute :30.

Tabelle 2:
Variantenspiegel 2015 mit den
für Stufe I untersuchten
Varianten aus Infrastruktur,
Fahrzeug, Nahverkehrskonzept
und der resultierenden Fahrzeit

Stu- fe	Vari- ante	Fahr- zeug	Infra- struk- tur	SPNV- Konzept	Fahrzeit- ziel	Regel- fahrzeit	Plan- fahrzeit	Medi- an- Ist- Fahr- zeit	Fahr- plan stabil fahr- bar	
	Ref	Interimskonzept					2h44'	2h56'	-	-
I	1.a	F1	I1	-	-	2h39'	-	-	-	
I	1.b	F2	I1	-	2h37'	2h37'	-	-	-	
I	1.c	F4	I1	-	2h37'	2h29'	-	-	-	
I	2.a	F1	I2	S21	2h37'	2h38'	-	-	-	
I	2.b	F2	I3	S21	2h37'	2h36'	-	-	-	
I	3.a	F4	I3	S21	2h37'	2h28'	2h38'	2h43'	Ja	
I	3.b	F4	I3	S21+ MEX	2h37'	2h28'	2h37'	2h53'	Nein	
I	3.b+	F4	I3	S21+ MEX	2h37'	2h25'	2h37'	2h51'	Nein	
I	3.d	F4	I3	S21+ MEX	2h37'	2h28'	2h37'	2h40'	Ja	
I	3.d+	F4	I3	S21+ MEX	2h37'	2h25'	2h37'	2h40'	Ja	
I	4.a	F2	I4	S21+ MEX	2h37'	2h27'	2h37'	-	Nein	
I	4.b	F2	I4	S21+ MEX	2h37'	2h27'	2h37'	-	Nein	
I	4.b+	F2	I4	S21+ MEX	2h37'	2h24'	2h37'	2h38'	Ja	
I	5.a	F4	I5	S21+ MEX	2h37'	2h25'	-	-	Nein	
I	5.b	F4	I5	S21+ MEX	2h37'	2h25'	2h37'	-	Nein	
I	5.b+	F4	I5	S21+ MEX	2h37'	2h23'	2h47'	2h41'	Ja	

Erläuterungen zur Tabelle 2:

- Zeiten sind für den IC und die Fahrtrichtung nach Süden dargestellt.
- Stufe: Angestrebtes Fahrzeitziel gemäß Ausführungen in Kapitel 1.5
- Varianten: Bezeichnung der Variante (gemäß Nomenklatur 2015)
- Fahrzeug: unterstellter Fahrzeugtyp gemäß Ausführungen in Kapitel 4
- Infrastruktur: Infrastrukturmaßnahmenbündel gemäß Ausführungen in Kapitel 5.3 in Kombination mit Planungsstand Juni 2015 (statt Mai 2016) für Filderbahnhof und Rohrer Kurve, d. h. mit zusätzlichen Überleitverbindungen
- SPNV-Konzept: unterstelltes Grundkonzept des SPNV nach S21-Netzgrafik mit/ohne Ergänzungen um MEX-Verkehre (das ursprüngliche

SPNV-Konzept wies wesentlich weniger Leistungen auf als das MEX-Konzept)

- Fahrzeitziel: unterstellte Vorgabe für die Fahrzeit für den schnellen SPFV auf der Gäubahn
- Regelfahrzeit: rechnerisch ermittelte Fahrzeit für den schnellen SPFV auf der Gäubahn inkl. der zu berücksichtigenden Regelfahrzeitzuschläge
- Planfahrzeit: Fahrzeit für den schnellen SPFV auf der Gäubahn unter Berücksichtigung der vorgegebenen Zuschläge aus der Fahrplankonstruktion (über die Regelfahrzeit hinaus)
- Ist-Fahrzeit: Mittelwert über die in den durchgeführten Simulationsläufen ermittelten Fahrzeiten des schnellen SPFV auf der Gäubahn

Weiterentwicklung der betrachteten Varianten 2015->2016

Aufgrund der im Verlauf der Untersuchung fortgeschriebenen Entwicklung des SPNV-Konzepts (insbesondere in Bezug auf die MEX-Verkehre) und mit Blick auf die angestrebte Begrenzung der erforderlichen Infrastrukturinvestitionen auf eine Größenordnung von 200 bis 250 Mio. € werden die Varianten 2015 nicht weiterverfolgt. Stattdessen sind 2016 unter Berücksichtigung des aktuellen SPNV-Konzepts die nachstehenden Varianten ausgearbeitet worden.

6.6 Stufe I (2016): Varianten mit Nahverkehrskonzept MEX L1, L11 und L12

6.6.1 Variantenbildung und Fahrplankonstruktion

Ausarbeitung der Varianten A.0 und B.0 ohne/mit Singener Kurve

Basierend auf den aktuellsten Planungen zum SPNV-Angebotskonzept zwischen Stuttgart und Singen für den Betrachtungshorizont 2025 [5] werden zwei Hauptvarianten

- „A.0“ ohne Singener Kurve basierend auf der Infrastruktur I.A und
- „B.0“ mit Singener Kurve basierend auf der Infrastruktur I.B

untersucht. Diese vergleichsweise geringe Anzahl von Varianten resultiert daraus, dass die Erkenntnisse aus den zunächst untersuchten Varianten 1.a bis 7.a (siehe oben) des Variantenspiegels 2015 bei der Entwicklung der Varianten A.0 und B.0 vollständig berücksichtigt werden konnten.

Der SPNV in der Netzgrafik zum Planungshorizont 2025 [5] geht von einer um 30 Minuten getauschten IC-Lage gegenüber den Planungen aus AS 2025 [3] aus.

Unterstellte Randbedingungen für die Fahrplankonstruktion

Für den zu konstruierenden Fahrplan gelten dabei die folgenden Randbedingungen:

- Die IC-Linie ist in Stuttgart nullsymmetrisch in den Knoten zur Minute 30 eingebunden. Die Ankunft erfolgt in der ungeraden Stunde zur Minute 14 und die Abfahrt erfolgt in der geraden Stunde zur Minute 46.

Es kommt zu einer Wendezeit von ca. 90 Minuten, in der die Züge nach Bad Cannstatt bzw. in den Abstellbahnhof zu führen sind.

- Der Fernverkehr muss in Stuttgart Hbf, Stuttgart Flughafenbahnhof, Böblingen, Horb, Rottweil, Tuttlingen, Singen, Schaffhausen und Zürich HB halten. Die Mindesthaltezeiten werden für den Fernverkehr auf zwei Minuten in Fahrplankonstruktion und in der Betriebssimulation festgelegt.
- Durch die um 30 Minute gegenüber [5] gedrehte Lage gelingt die Durchbindung von/nach Nürnberg in den dortigen 00'-Knoten nicht unmittelbar, da ursprünglich eine Abfahrt in der ungerade Stunde zur Minute 48 vorgesehen war. Ferner besteht eine Trasse in der geraden Stunde zur Minute 04. In einer weiteren Ausbaustufe müsste daher durch den Ausbau der Remsbahn für Neigetchnik ein nennenswerter Fahrzeitgewinn erzielt werden, um die Fahrlagen zu verknüpfen.
- Der Ringzug zwischen Bräunlingen und Blumberg-Zollhaus orientiert sich an den Fahrlagen des 2016er Fahrplans, kann aber bei Konflikten mit IC oder MEX entlang der Gäubahn angepasst werden. Die Fahrlagen außerhalb der Gäubahn bleiben erhalten. Einzelfahrlagen des Schülerverkehrs werden nicht explizit beachtet.
- Für die Bodenseegürtelbahn gelten die Festlegungen aus dem „Zielkonzept 2025 Bodenseegürtelbahn“ [4]. Hierbei wird eine Elektrifizierung der Bodenseegürtelbahn unterstellt. Anpassungen an der RB und am Seehas zur Konfliktlösung mit IC sind entlang der Gäubahn zulässig. Für die IRE-Verbindung der Bodenseegürtelbahn sind die im Zielkonzept dargestellten Knotenzeiten / Fahrlagen zu beachten.
- Für den Schwarzwaldexpress sind für den relevanten Bereich Konstanz - Villingen (Schwarzwald) die Zeiten aus der Studie zur Bodenseegürtelbahn, soweit möglich, übernommen. Kernelement ist insbesondere der Knoten Immendingen. Zudem ist in Variante B.0 ein Halt des RE in Singen Landesgartenschau als Anschluss an den Fernverkehr vorgesehen.
- Auf der Hochrheinstrecke wird die Elektrifizierung unterstellt. Die Fahrplanzeiten basieren auf dem „Zielkonzept +“ der Studie „Elektrifizierung Hochrheinstrecke und Bodenseegürtelbahn“ [9].¹⁸⁾
- Für den Nahverkehr zwischen Singen – Schaffhausen – Zürich dienen der „Ausbauschritt AS 2025“ [3] sowie die „Variante 3 (Zeithorizont 2018) – Aggloprogramm 2. Etappe – der Studie zum Agglomerationsprogramm Schaffhausen“ aus dem Jahr 2011 als Basis [10].
- Für die Ammertalbahn gelten die Angaben aus der Zielkonzeption 2025 [5].

18) Der hierbei unterstellte Halbstundentakt der IRE-Verbindung steht unter der finanziellen Verantwortung der Schweiz.

- Der Nahverkehr zwischen Hochdorf und Horb bzw. Eutingen im Gäu und Freudenstadt wird an den Status Quo des Jahresfahrplans 2016 angelehnt. Anpassungen zur Konfliktlösung mit IC und MEX sind zulässig.
- Für die Stuttgarter S-Bahn sind grundsätzlich die Zeiten des Status Quo des Jahresfahrplans 2016 zu übernehmen. Anpassungen an den Fahrlagen sind in den Varianten A.0 und B.0 nicht zulässig.
- Für den Regionalverkehr zwischen Stuttgart Hbf und Horb werden die Fahrlagen des Zielkonzeptes ITF BW 2025 [5] mit der Bedarfsplaninfrastruktur im Ausschnitt Großraum Stuttgart eingehalten. Für die Einbindung des Fernverkehrs sind auch die übrigen Fahrlagen in Stuttgart Hbf und zwischen Stuttgart Hbf und Flughafenbahnhof zu beachten.
- Für den zu unterstellenden Güterverkehr werden die Zugzahlen aus dem Jahresfahrplan 2014/2015 als Grundlage angenommen.

Unterstellte Randbedingungen
für das Rollmaterial

Für die Fahrzeitrechnung und Betriebssimulation wird folgendes Rollmaterial unterstellt:

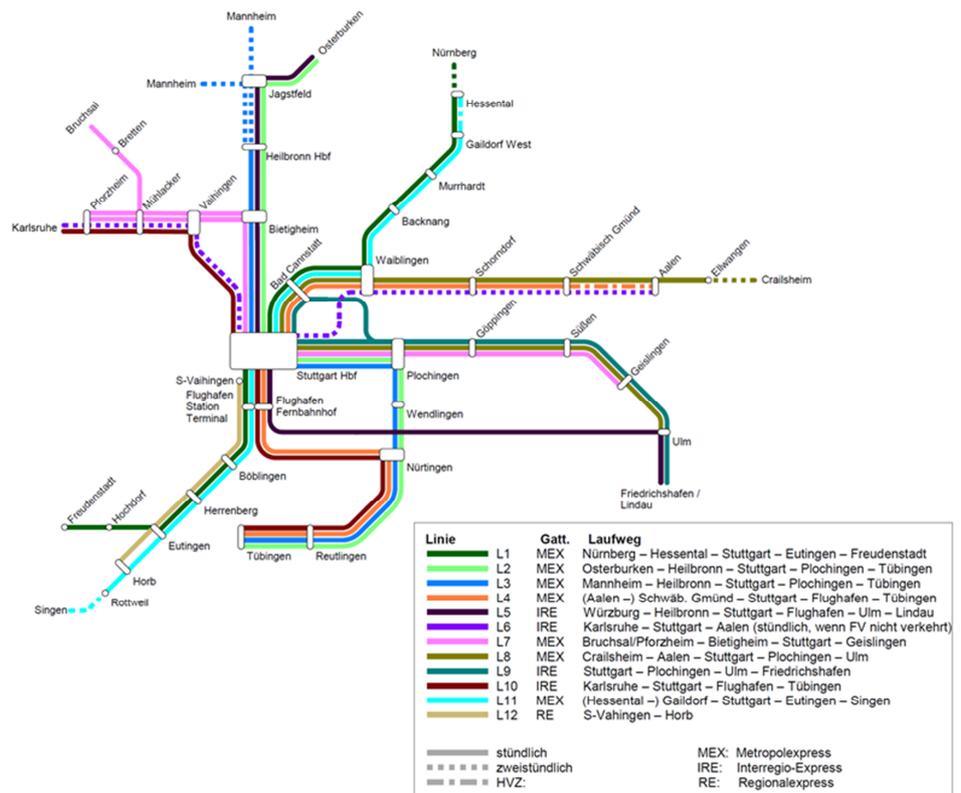
- IC: ETR 610
- MEX L1/L11: Doppeltraktion BR 442.2
- MEX L12: BR 146.2 mit 5 Doppelstockwagen
- Hochrheinstrecke: vierteiliger FLIRT
- Ringzüge: BR 650
- Schwarzwaldexpress: BR 146.2 mit 5 Doppelstockwagen
- Seehas: vierteiliger FLIRT

Konflikte zwischen den
Fahrlagen IC und MEX

Wie eingangs erwähnt, geht der SPNV in der Netzgrafik zum Planungshorizont 2025 [5] von einer um 30 Minuten getauschten IC-Lage gegenüber den Planungen aus AS 2025 gemäß [2] und [3] aus. Daraus resultieren die folgenden Konflikte zwischen den MEX L1, L11 und L12 und dem IC von und nach Singen (vgl. Liniennetzplan MEX in Abbildung 13):

- Auflaufen des IC nach Süden auf den MEX L11 nach Süden/Singen südlich von Eutingen im Gäu
- Auflaufen des IC nach Norden auf den MEX L12 nach Norden hinter Bondorf bei Herrenberg

Abbildung 13: Liniennetzplan
MEX-Konzept, Stand Dezember
2015, Quelle: NVBW



Lösung der Konflikte durch
Anpassungen im MEX-Konzept

Diese Konflikte erfordern einen Linientausch zwischen dem MEX L1 und L11 sowie eine Drehung des MEX L12 um 30 Minuten ggü. des Zielkonzeptes 2025: Der MEX L1 nach Freudenstadt mit Abfahrt in Stuttgart um :02 fährt nun im Wechsel zweistündlich nach Rottweil und Singen. Dafür bedient der MEX L11 mit Abfahrt in Stuttgart um :32 die Strecke v/n Freudenstadt. Der MEX L1 nach Norden, nun beginnend in Singen und Rottweil hat eine Abfahrt im jeweiligen Startbahnhof um :16 bzw. :23. (In diesem Bedienungsmuster verbleibt keine Möglichkeit, auf dem südlichen Streckenabschnitt einen Stundentakt aus MEX L1 und IC herzustellen. Es resultiert in etwa ein 45'-75'-Takt zwischen beiden Zügen.) Für den „kurzen“ MEX ergibt sich zwangsläufig eine lange Wendezeit von rund einer Stunde in Rottweil, da die unmittelbare Gegenleistung vom „langen“ MEX bedient wird. Für den MEX L11 aus Freudenstadt ist die Abfahrt in Eutingen im Gäu um :42. Das Muster der halbstündlichen Bedienung nördlich von Eutingen im Gäu durch die MEX L1 und L11 bleibt weiterhin erhalten. Abbildung 14 und Abbildung 15 zeigen die Anpassungen am MEX-Konzept:

Abbildung 14: Liniennetzplan
Stuttgarter Linien (Quelle:
NVBW)

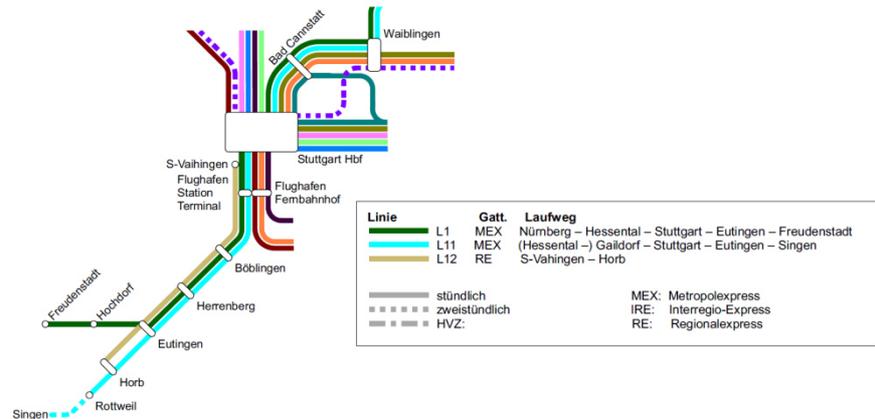
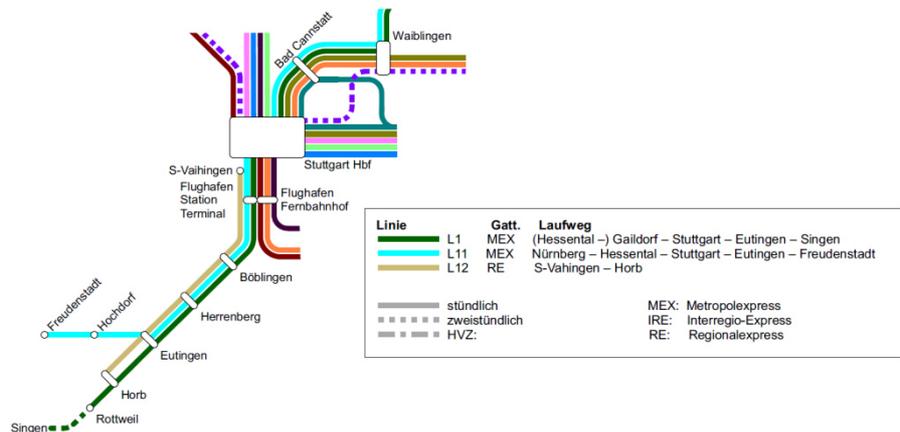


Abbildung 15: Liniennetzplan
Stuttgarter Linien mit
Modifizierung MEX (Quelle:
NVBW mit eigenen
Anpassungen)



Eutingen im Gäu bis
Freudenstadt

Der Abschnitt zwischen Eutingen im Gäu und Freudenstadt muss einer genaueren Prüfung unterzogen werden. Mit den Abfahrtszeiten des MEX in Eutingen im Gäu um :20/:50 in Richtung Freudenstadt und einer Ankunftszeit in Eutingen im Gäu um :39/:19 aus Richtung Freudenstadt ergibt sich eine Kreuzung beider Züge in Hochdorf. Aufgrund der unterstellten Zuglänge des MEX (144 m, Talent II) steht in Hochdorf nur eine Bahnsteigkante zur Verfügung, sodass bei der derzeitigen Infrastruktur dort nicht konfliktfrei gekreuzt werden kann. Gemäß Vereinbarung mit dem Auftraggeber wird jedoch zum Zwecke der Betriebssimulation unterstellt, dass eine Kreuzung von Doppeltraktionen Talent II in Hochdorf möglich sei.

Gleisbelegung Filderbahnhof

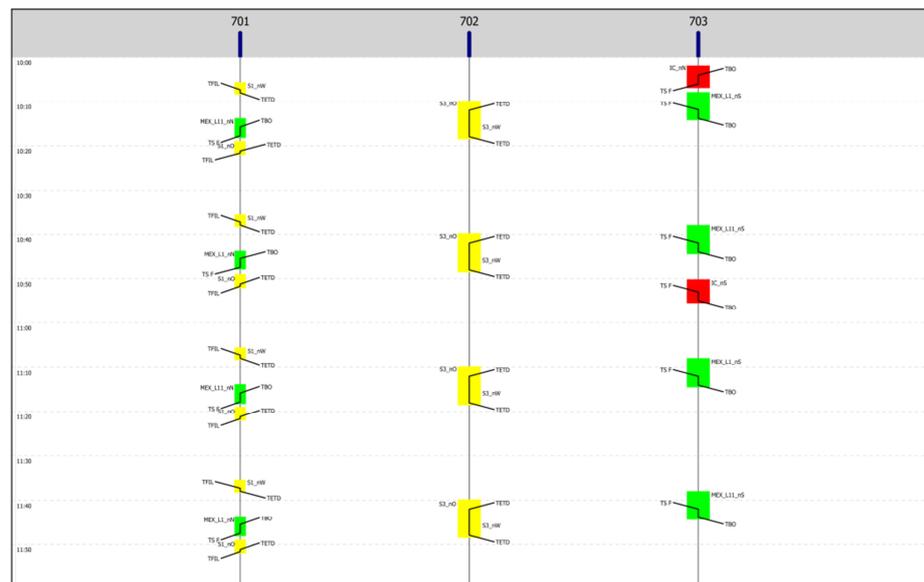
Für die Untersuchung wird unterstellt, dass der Filderbahnhof gemäß PfA 1.3 (Planungsstand 15.04.2015) dreigleisig ausgeführt wird und der Fernverkehr ausschließlich den neu zu errichtenden Bahnsteig 3 anfährt. Das im Filderbahnhof eingesetzte Rollmaterial des MEX mit einer Einstiegshöhe von 76 cm muss wegen der vorgesehenen Durchbindung Richtung Murrbahn für Halte an 96 cm hohen Bahnsteigkanten tauglich sein. Aus diesem

Grund wird für die Untersuchung angenommen, dass der MEX im Flughafenbahnhof auch am Bahnsteig 1 halten kann¹⁹⁾. Unter den eingangs des Kapitels genannten Randbedingungen zur Fahrplankonstruktion ist dies auch fahrplanerisch notwendig, da ein Halt von IC und MEX nur an Gleis 3 des Filderbahnhofs zu Kreuzungskonflikten im Zu- und Ablauf führt. Es ergibt sich im Filderbahnhof die folgende geplante Gleisbelegung:

- Gleis 1:
 - Durchfahrende S-Bahn v/n Filderstadt
 - MEX L1/L11 nach Norden
- Gleis 2:
 - Kopfmachende S-Bahn
- Gleis 3:
 - IC in beide Richtungen
 - MEX L1/L11 nach Süden

Die nachstehende Abbildung 16 zeigt die Gleisbelegung im Flughafenbahnhof aus der Fahrplankonstruktion:

Abbildung 16:
Gleisbelegungsplan
Flughafenbahnhof



Eine Variante A.1 mit alternierender Gleisbelegung am Filderbahnhof wird gesondert in Abschnitt 6.7.1 beschrieben.

Grundsätze der
Hauptvarianten A.0 und B.0

Die beiden Hauptvarianten A.0 und B.0 unterscheiden sich durch die Singener Kurve:

19) Gleisnutzung gemäß Festlegungen vom 20.05.2015 und 02.09.2015.

- In der Variante A.0 (ohne Singener Kurve) zeigt sich, dass unter Berücksichtigung von Fahrplanrestriktionen (insbesondere die Kreuzung mit dem MEX in Oberndorf) die früheste mögliche Abfahrt des IC nach Norden in Horb um :32 sein kann. Die Fahrzeit bis Herrenberg reicht nicht aus, um regelkonform vor der S-Bahn der Linie S1 in Herrenberg durchzufahren. Dieser Zugfolgefall ist von besonderem Interesse, da eine etwaige Verspätung des IC unmittelbar in das Stuttgarter S-Bahn-Netz getragen wird. Bei Einhaltung notwendiger Fahrzeitreserven und Mindesthaltezeiten²⁰⁾ entlang der Gäubahn fehlen dem IC ca. 45 Sekunden, um ohne Pufferzeitkonflikt vor der S-Bahn in Herrenberg einzutreffen (die zulässige Pufferzeit für aufeinanderfolgende Züge liegt gem. Ril 402²¹⁾ bei 60 Sekunden). Daraus resultiert die Notwendigkeit eines dreigleisigen Ausbaus zwischen Herrenberg und Gärtringen. Das zusätzliche dritte Gleis wird durch den IC genutzt, um konfliktfrei in Herrenberg passieren zu können, während die S-Bahn weiterhin das Bestandsgleis nutzt.
- Für die Variante B.0 (mit Singener Kurve) ist der Halt des IC in Singen Landesgartenschau vorgesehen. Der durch diese Maßnahme erreichte Zeitgewinn von ca. vier Minuten Regelfahrzeit kommt in erster Linie einem stabileren Fahrplan zu Gute. Gleichzeitig erreicht der IC eine Fahrlage, durch welche er konfliktfrei die S-Bahn in Herrenberg passieren kann. Zur Wahrung der Anbindung des SPNV an den Fernverkehr halten zusätzlich zum Seehas auch der MEX sowie der RE der Schwarzwaldbahn neu auch in Singen Landesgartenschau.

Maßgeblich für die Pufferzeit zwischen IC und S-Bahn in Herrenberg ist unter anderem die zulässige Geschwindigkeit im abzweigenden Ast der Weichenverbindung in Neckarhausen. Zur weiteren Stabilisierung des Betriebs ist, jenseits der hier unterstellten Ausführung für 60 km/h, eine Abzweiggeschwindigkeit von 100 km/h anzustreben. (In Kombination mit einer geringeren Mindesthaltezeit des IC in Horb könnte in Variante A.0 dann ggfs. auf die Dreigleisigkeit Herrenberg – Gärtringen verzichtet werden.)

Anpassungen der Ringzüge

In beiden Varianten werden die Fahrlagen der Ringzüge zwischen Rottweil und Tuttlingen im Minutenbereich angepasst. Die Anpassungen umfassen in erster Linie Veränderungen der Haltezeiten in Rottweil und Tuttlingen und das Ausnutzen von Fahrzeitreserven. Auf den Zubringerlinien zur Gäubahn von/nach Bräunlingen und Blumberg können die Zeiten aus dem Fahrplan 2016 beibehalten werden.

20) Zwei Minuten Mindesthaltezeit gemäß Richtlinie 402 der DB Netz AG

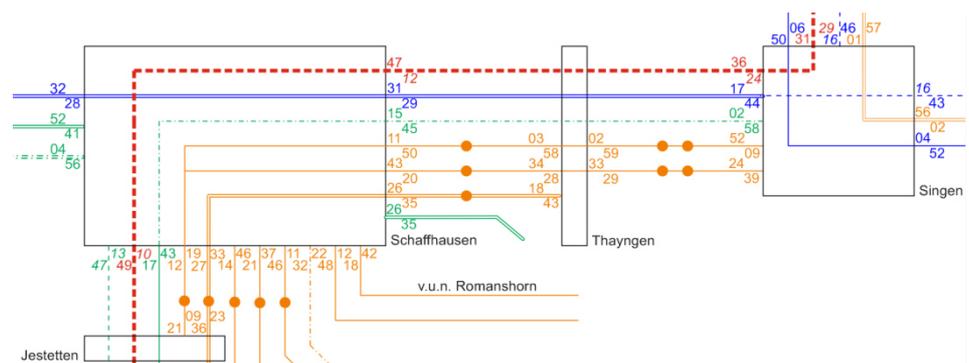
21) Richtlinie 402 DB „Bahnbetrieb; Trassenmanagement“

Abschnitt Singen – Schaffhausen – Zürich

Die Fahrlage des IC ist im Knoten Schaffhausen zur Beschleunigung gegenüber AS 2025 um 2 bzw. 3 Minuten verschoben. Daraus resultiert ein Konflikt des nach Süden ausfahrenden IC mit der S-Bahn Jestetten – Singen. Dieser bedingt, die Leistung um :39 ab Jestetten auf einen Laufweg ab Schaffhausen einzukürzen. Zugleich schließt sich die Abfahrt der Linie um :22 ab Singen mit dem IC aus und muss auf :24 verschoben werden. In der Konsequenz gelingt auch nach Nutzung aller Reservezeiten keine Durchbindung via Schaffhausen bis Jestetten. Es ist eine Wende :43 auf :50 in Schaffhausen sowie eine überschlagene Wende :21 auf :09 in Jestetten vorgesehen (vgl. Abbildung 17).

Ferner ist die vorgegebene S-Bahn Trasse zwischen Singen und Jestetten aus AS 2025 bereits durch den halbstündlichen Nahverkehr zwischen Singen und Basel belegt, sodass für die S-Bahn die Zeiten gem. Variante 3 des Agglomerationsprogramms Schaffhausen [10] angenommen werden.

Abbildung 17: Anpassung
S-Bahn Singen - Jestetten



Die planmäßige Abfahrt in Bülach der S-Bahn aus Winterthur in Richtung Koblenz zur Minute :07 führt zu einem Kreuzungskonflikt mit dem IC in Richtung Süden. Daher wird für die S-Bahn in Bülach bereits eine Abfahrt zur Minute :00 unterstellt. Die dadurch entstehende Asymmetrie zur Gegenrichtung wird zunächst belassen.

Anpassung Seehas

In der Variante A.0 schließen sich die Fahrlagen von IC und Seehas auf dem Abschnitt Singen – Engen aus. Unter Erhalt der bestehenden Fahrlagen zwischen Singen und Konstanz resultiert die Notwendigkeit, bei jeder vierten Fahrlage die Standzeit in Singen (auf Abfahrt um :37) bzw. in Engen (auf Abfahrt um :28) um zehn Minuten zu verlängern. Der Übergang von Seehas auf den MEX bzw. auf den RE in Engen wird jedoch hergestellt.

Die aufgebrochenen Kurzwenden in Engen führen zu einem Fahrzeugmehrabbedarf. Die Fahrlagen des MEX in der jeweils anderen Stunde verhindern, dass dieser Fahrzeugmehrabbedarf genutzt werden kann, um zwischen Singen und Engen einen sauberen 20-Minuten-Takt herzustellen. Es verbleibt einzig ein Konzept, in welchem jede zweite Stunde ein Fahrzeug in Singen abgestellt wird.

Unter Lockerung der einleitend beschriebenen Randbedingungen können folgende Überlegungen angestellt werden: Wird die Fahrplage des Seehas gesamthaft um 15 Minuten gedreht, so ist diese in den Stunden des IC konfliktfrei auf dem Abschnitt Singen - Engen. In den Stunden des MEX ist diese jedoch konfliktbehaftet. Zur Konfliktlösung wäre es notwendig, die Fahrzeit der MEX um rund acht Minuten zu verlängern. Alternativ ist denkbar, nebst Drehung um 15 Minuten die Wendezeit des Seehas in Engen so zu verlängern, dass in beiden Stunden die Konflikte mit IC und MEX aufgelöst werden.

In der Variante B.0 verkehren IC und Seehas auf dem Abschnitt Singen-Landesgartenschau – Engen in unmittelbarer Folge. Hier genügt es, die Fahrplagen des Seehas im Minutenbereich anzupassen.

Anpassung
Schwarzwaldexpress

Zur Herstellung eines Anschlusses ist in Variante B.0 der Halt des Schwarzwaldexpress in Singen-Landesgartenschau in den Fahrplan zu integrieren. Bei Erhalt der Knotenzeiten in Immendingen bedeutet dies, dass die An- und Abfahrtszeiten in Singen um eine Minute auf :03 bzw. :53 zu verlegen sind. Der Anschlussknoten in Radolfzell wird jedoch trotzdem erreicht.

Vorhandene Pufferzeitkonflikte

Trotz der infrastrukturellen und betrieblichen Maßnahmen bleiben folgende Pufferzeitkonflikte (d. h. Pufferzeiten kleiner als 60 Sekunden bei Zugfolgen bzw. 120 Sekunden bei Kreuzungen) in den zu simulierenden Fahrplänen bestehen.

- Böblingen: Zugfolge S-Bahn/MEX L1/11 (< 20 s.)
- Rohr: Zugfolge/Kreuzung S-Bahn/MEX L12 (< 20 s.)
- Oberndorf: Kreuzung IC/MEX L11 (< 10 s.)

Mögliche Lösungen zur
Behebung der vorhandenen
Pufferzeitkonflikte sehr
aufwändig

Die verbleibenden Pufferzeitkonflikte werden für die zu simulierenden Fahrpläne akzeptiert, da sie das Ergebnis nicht nennenswert verfälschen und zu ihrer Lösung erhebliche Abweichungen von den Prämissen erforderlich wären:

- Zur Lösung der Konflikte in Böblingen wäre eine zusätzliche Überleitverbindung zwischen Oberaichen und Rohrer Kurve denkbar (Länge ca. 1,3 km), damit der MEX nach Süden die haltende S-Bahn in Oberaichen im Gegengleis überholen und dadurch früher in Böblingen einfahren kann²²⁾. Alternativ ist zu prüfen, ob Fahrplage der S-Bahn um eine Minute nach vorne verschoben werden können.
- Durch eine zusätzliche Weichenverbindung zwischen Berghau und Stuttgart Rohr könnten der MEX und die S-Bahn nach Vaihingen bereits vor Stuttgart Rohr voneinander getrennt werden und konfliktfrei in Vaihingen einfahren.

22) Die Planungen zur Rohrer Kurve bis zur Modifikation gemäß [11] wären aufgrund der Lage ihrer Überleitverbindungen besser für die Trennung der Verkehrsströme nach Vaihingen und Böblingen geeignet gewesen

- Da ein zweigleisiger Ausbau im Zulauf auf Oberndorf aufgrund von Bebauungen in Gleisnähe nicht möglich ist, könnte der Pufferzeitkonflikt südlich von Oberndorf durch eine Reduzierung der Haltezeit des MEX in Rottweil auf unter 60 Sekunden gelöst werden. So wäre in Richtung Norden eine frühere Ankunft und in Richtung Süden eine spätere Abfahrt in Oberndorf möglich.

Güterverkehr Durch die Verdichtung der SPNV-Leistungen auf der Gäubahn entsteht insbesondere nördlich von Herrenberg die Situation, dass allein eine „gute“ Güterverkehrsstrasse je Richtung pro zwei Stunden besteht. Dies ist jeweils der Fall, wenn kein IC verkehrt. Südlich von Herrenberg ist diese Trasse grundsätzlich in das SPV-Gefüge hinein konstruierbar, empfehlenswert ist jedoch die Durchführung kleinerer Infrastrukturmaßnahmen, für den Fall, dass die Anzahl Trassenanmeldungen für Güterverkehr längerfristig die zur Verfügung stehende Trassenkapazität übersteigen sollte. Diese Infrastrukturmaßnahmen wären z.B. Erhöhung der Nutzlänge der Kreuzungsgleise in Grünholz oder ähnliche Maßnahmen. Insgesamt kann der unterstellte Jahresfahrplan 2014/15 für den Güterverkehr umgesetzt werden. Eine weitere Steigerung der GV-Mengen ist durch vermehrte Nachtfahrten oder außerhalb der HVZ bzw. den 15-Minuten-Takten der S-Bahn möglich.

6.6.2 Auswertung der Betriebssimulationen Varianten A.0 und B.0

Auswertung
Betriebssimulationen

Die Simulationsergebnisse werden unter Anwendung der in Kapitel 6.4 eingeführten Kenngrößen ausgewertet. In der Tabelle 3 dargestellt sind der IC sowie die „langen“ Fahrlagen des MEX bis Singen. Es zeigt sich, dass beide Varianten die Zielsetzung für Stufe I erreichen, wenngleich in unterschiedlicher Ausprägung:

Tabelle 3:
Beförderungszeitquotienten der
Hauptvarianten A.0 und B.0

		Nach Süden		Nach Norden	
		A.0	B.0	A.0	B.0
IC	BFQ Mittel	107,0 %	102,7 %	104,9 %	102,4 %
	BFQ Median²³⁾	104,9 %	100,6 %	102,8 %	100,2 %
MEX	BFQ Mittel	104,8 %	103,9 %	102,0 %	100,5 %
	BFQ Median ²³⁾	103,4 %	102,2 %	100,3 %	100,0 %

23) Neben dem arithmetischen Mittelwert gibt es noch ein weiteres häufig verwendetes Maß, den Median. Der Median ist derjenige Wert der sortierten Stichprobe, der genau in der Mitte liegt. Er teilt die Stichprobe also in zwei gleich große Hälften. Für weitere Erläuterungen wird auf Anhang A.1.1 verwiesen.

Simulationsergebnis
Hauptvariante A.0

In der Hauptvariante A.0 unterschreitet der IC nach Süden den angestrebten Median des Beförderungszeitquotienten (BFQ) von 105 % um 0,1 Prozentpunkte. Maßgeblich für die Betriebsqualität ist unter anderem die Kreuzung mit dem MEX in Oberndorf. Nördlich und südlich von dieser Kreuzungsstelle ist kein zweigleisiger Ausbau möglich. (Die hohe Verspätung des MEX nach Norden resultiert in erster Linie aus der knappen Eigenkreuzung in Rottweil und dem zuvor passierten kritischen Abschnitt zwischen Tuttlingen und Rottweil.) Zudem verhindern vor allem das enge Fahrplangefüge von IC und Ringzug zwischen Rottweil und Tuttlingen, die dichte Zugfolge im Zulauf auf Singen sowie die geringen Fahrplanreserven einen ausreichenden Verspätungsabbau des IC. Die Eigenkreuzung der IC nördlich von Aldingen ist hinsichtlich der Verspätungszuwächse weniger wichtig, da der IC nach Süden in der Regel stärker verspätet ist und als planmäßig – zweiter Zug die Eingleisigkeit Aldingen – Spaichingen befährt.

Der BFQ des IC nach Norden liegt mit 102,8 % unterhalb des angestrebten Schwellwertes. Der Verspätungsaufbau ist im Vergleich zum IC nach Süden weniger punktuell verteilt. Die Abschnitte mit dem größten Verspätungsaufbau sind der Zulauf auf Rottweil und der Zulauf auf Oberndorf. Im ersten Fall besteht ein anspruchsvolles Betriebskonzept mit fliegender Überholung und häufig verspäteter Eigenkreuzung. Im zweiten Fall findet die Kreuzung mit dem MEX statt, welcher just vorher ohne anschließende Fahrzeitreserven seinen Gegenzug in Neckarhausen kreuzen musste. Ein Verspätungsabbau des IC ist auch nach Norden aufgrund der geringen Fahrzeitreserven nicht möglich. Erst im Zulauf auf Stuttgart verhelfen die großen Fahrzeitreserven zu einem Verspätungsabbau.

Die Beförderungszeitquotienten der MEX L1 Stuttgart – Singen liegen mit 103,4 % bzw. 100,3 % in der angestrebten Größenordnung. Gliedert man den Korridor von Stuttgart bis Zürich in acht Abschnitte und wertet die Verspätungsentwicklungen des Personenverkehrs aus, so beträgt der mittlere Verspätungszuwachs je Abschnitt 31 s nach Süden und 14 s nach Norden. Die im Mittel höchsten Verspätungszuwächse treten dabei nach Süden zwischen Horb und Rottweil und nach Norden zwischen Singen und Tuttlingen einerseits sowie zwischen Tuttlingen und Rottweil andererseits auf.

Simulationsergebnis
Hauptvariante B.0

In Hauptvariante B.0 beträgt der Median des BFQ des IC nach Süden 100,6 %. Ähnlich wie in Variante A.0 erfährt der IC bis Rottweil einen kontinuierlichen Verspätungszuwachs. Auch ist analog die Kreuzung mit dem MEX in Oberndorf auffällig. Die höheren Fahrzeitreserven ermöglichen jedoch einen ausreichenden Verspätungsabbau, so dass eine wesentlich bessere Betriebsqualität ggü. Variante A.0 erreicht werden kann. Selbst im anspruchsvollen Abschnitt südlich von Rottweil kann der IC nach Süden mit konstanter Verspätung verkehren bzw. diese sogar geringfügig verringern. In der Konsequenz treten nur selten weitere Folgeverspätungen auf.

Der IC nach Norden erreicht aufgrund der großen planmäßigen Fahrzeitreiserven eine ähnliche Betriebsqualität und es stellt sich ein BFQ von 100,2 % ein. Kritisch ist auch in Variante B.0 die Kreuzung mit dem MEX in Rottweil.

Die „langen“ MEX erzielen BFQ von 100,2 % bzw. von 100,0 % und erfüllen damit das gesetzte Qualitätsziel. Bezogen auf den gesamten Personenverkehr verhält sich die Verspätungsentwicklung je Abschnitt besser als in Variante A.0, der mittlere Verspätungszuwachs beträgt 14 s bzw. -2 s. Analog Variante A.0 sind Horb – Rottweil und Tuttlingen – Rottweil die kritischsten Abschnitte.

In Abbildung 18 und Abbildung 19 sind die Verspätungsentwicklungen je Abschnitt graphisch aufgetragen. Differenziert wird dabei zwischen allen Zügen (des Personenverkehrs) und den IC.

Abbildung 18:
Verspätungsentwicklung je
Abschnitt nach Süden

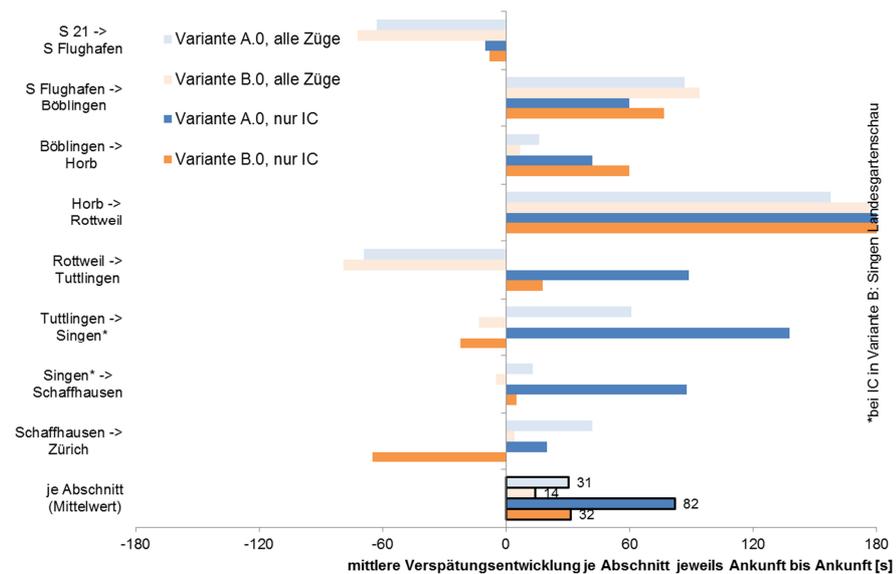
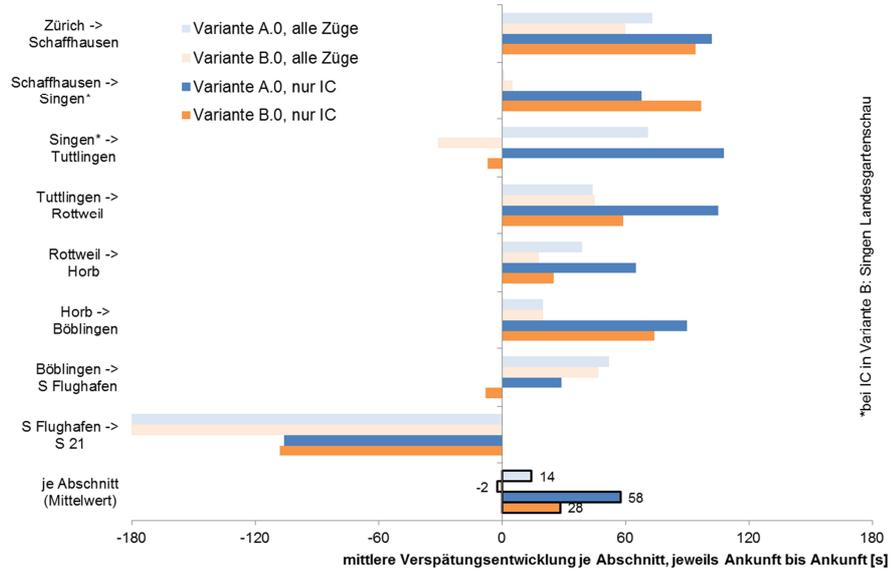


Abbildung 19:
Verspätungsentwicklung je
Abschnitt nach Norden



Die gleichen Kennzahlen sind in Tabelle 4 und Tabelle 5 nochmals aufgetragen:

Tabelle 4:
Verspätungsentwicklung je
Abschnitt nach Süden
Angaben in [s]

	IC Mittel (Median)		Alle Züge Mittel (Median)	
	A.0	B.0	A.0	B.0
	S21 -> S Flughafen	-10 (0)	-8 (0)	-63 (-34)
S Flughafen -> Böblingen	60 (0)	77 (3)	87 (2)	94 (12)
Böblingen -> Horb	42 (0)	60 (0)	16 (0)	7 (-4)
Horb -> Rottweil	230 (66)	188 (2)	158 (110)	177 (67)
Rottweil -> Tuttlingen	89 (-25)	18 (-49)	-69 (-26)	-79 (-84)
Tuttlingen -> Singen	138 (1)	-22 (-68)	51 (0)	-13 (-74)
Singen -> Schaffhausen	88 (-2)	5 (-69)	13 (-2)	-5 (-15)
Schaffhausen -> Zürich	20 (-92)	-65 (-85)	42 (-6)	4 (-12)
Je Abschnitt (Mittelwert)	82	32	31	14

Tabelle 5:
Verspätungsentwicklung je
Abschnitt nach Norden
Angaben in [s]

	IC Mittel (Median)		Alle Züge Mittel (Median)	
	A.0	B.0	A.0	B.0
Zürich -> Schaffhausen	102 (27)	94 (0)	73 (0)	60 (0)
Schaffhausen -> Singen	68 (0)	97 (1)	1 (-4)	5 (0)
Singen -> Tuttlingen	108 (0)	-7 (-34)	71 (0)	-31 (-34)
Tuttlingen -> Rottweil	105 (0)	59 (0)	44 (0)	45 (0)
Rottweil -> Horb	65 (-32)	25 (-14)	39 (0)	18 (-1)
Horb -> Böblingen	90 (-33)	74 (0)	22 (-34)	20 (-28)
Böblingen -> S Flughafen	29 (0)	-8 (-33)	52 (0)	47 (-10)
S Flughafen -> S21	-106 (-155)	-108 (-157)	-185 (-156)	-183 (-157)
Je Abschnitt (Mittelwert)	58	28	14	-2

Nachstehende Diagramme in Abbildung 20 und Abbildung 21 verdeutlichen die Verspätungsentwicklungen der IC über ihren Laufweg von Stuttgart nach Zürich resp. von Zürich nach Stuttgart:

Abbildung 20:
Verspätungsentwicklung der IC
über Laufweg nach Süden mit
einer unterstellten, mittleren
Abgangsverspätung in Stuttgart
Hbf von rund 150 Sekunden

Zur weiteren Interpretation der
Abbildung vgl. nachfolgende
Erläuterungen

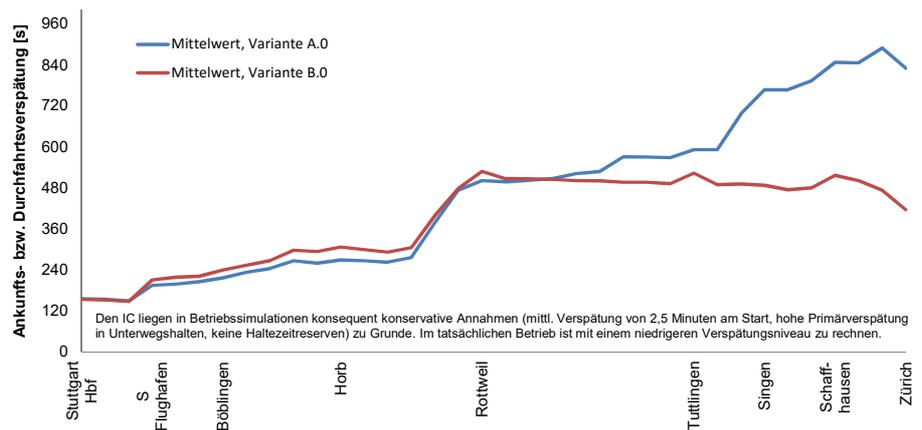
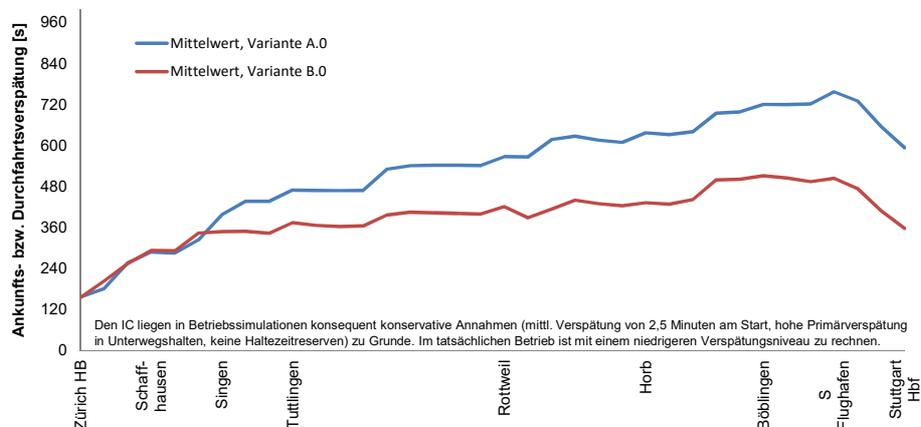


Abbildung 21:
Verspätungsentwicklung der IC
über Laufweg nach Norden mit
einer unterstellten, mittleren
Abgangsverspätung in Zürich HB
von rund 150 Sekunden

Zur weiteren Interpretation der
Abbildung vgl. nachfolgende
Erläuterungen



Durch die Diagramme wird abermals bestätigt, dass sich die Fahrtrichtung nach Norden gesamthaft vorteilhafter als nach Süden verhält. Die weniger anspruchsvollen Fahrlagen der IC in Variante B.0 führen im Vergleich zu A.0 dazu, dass auch der Umfang der übertragenen Folgeverspätung geringer ist.

Beiden Varianten und beiden Fahrtrichtungen ist gemein, dass erhebliche Fahrzeitreserven zwischen Stuttgart Hbf und dem Filderbahnhof bestehen. (Die Belegung des Fildertunnels wurde vollständig modelliert.)

Im Vergleich zwischen beiden Varianten ist der Abschnitt Singen – Tuttlingen von Interesse. Hier zeigt sich, dass sich die zwangsläufige Anpassung des Seehas von/nach Engen (siehe oben) nachteilig auf die Betriebsqualität auswirkt.

Im südlichsten Abschnitt zeigen die Varianten in der Fahrtrichtung nach Zürich eine voneinander abweichende Tendenz. Ursächlich dafür ist, dass in Variante A.0 der IC häufig so verspätet ab Schaffhausen verkehrt, dass die Eigenkreuzung in die Eingleisigkeit nördlich von Rafz fällt.

Maßnahmen zur Steigerung der
Betriebsqualität

Den größten Hebel zu einer weiteren Steigerung der Betriebsqualität bietet eine Entspannung der Zugfolgen IC nach Süden – MEX nach Norden – MEX nach Süden – IC nach Norden auf dem eingleisigen Abschnitt Neckarhausen – Oberndorf. Dazu ist – in dieser Reihenfolge – eine möglichst „schnelle“ Weichenverbindung in Neckarhausen, oder eine Fortsetzung der Doppelspur bis Sulz oder eine kurze NBS (vgl. Abschnitt 6.8) denkbar.

Für Variante A.0 gilt darüber hinaus die bereits im Rahmen der Fahrplan-konstruktion getroffene Empfehlung, bei Verfolgung dieser Variante das Konzept des Seehas ganzheitlich zu überplanen, wie bereits oben skizziert wurde.

Zusammenfassend ergeben sich für die Hauptvarianten A.0 und B.0 die in der nachstehenden Tabelle 6 dargestellten Regelfahrzeiten, Planfahrzeiten sowie im Betrieb realisierten Fahrzeiten. Zur Einhaltung des zulässigen BFQ

von 105 % darf eine tatsächliche Fahrzeit von 2h45' nicht überschritten werden, was bei Betrachtung der Median-Fahrzeit in allen Varianten und Richtungen der Fall ist. Der Mittelwert der Fahrzeiten hingegen übersteigt in Variante A.0 in Fahrtrichtung Süden die zulässige tatsächliche Fahrzeit.

Tabelle 6:
Fahrzeiten der Hauptvarianten
A.0 und B.0

		Nach Süden		Nach Norden	
		A.0	B.0	A.0	B.0
IC	Regelfahrzeit	2h29'	2h24'	2h29'	2h25'
	Planfahrzeit	2h37'	2h37'	2h37'	2h37'
	Mittl. Fahrzeit	2h48'	2h41'	2h45'	2h41'
	Median Fahrzeit	2h45'	2h38'	2h41'	2h37'

Legende zur Tabelle 6, vgl. auch weitere Details im Anhang A1:

- Regelfahrzeit: rechnerisch ermittelte Fahrzeit inkl. der zu berücksichtigenden Regelfahrzeitzuschläge
- Planfahrzeit: Fahrzeit unter Berücksichtigung der Biegezuschläge aus der Fahrplankonstruktion (über die Regelfahrzeit hinaus)
- Mittl. Fahrzeit: Mittelwert über die in den durchgeführten Simulationsläufen ermittelten Fahrzeiten
- Median Fahrzeit: Median über die in den durchgeführten Simulationsläufen ermittelten Fahrzeiten

Interpretationshilfe zu den
Abbildungen 20 und 21 sowie
zur Tabelle 6

Zur Interpretation der Abbildungen 20 und 21 sowie der Tabelle 6 ist anzumerken, dass die in den Simulationsläufen ermittelten Ist-Fahrzeiten nach Maßgabe des Regelwerks der DB Netz AG durchwegs auf konservativen Annahmen beruhen, welche in dieser Kombination so im tatsächlichen Betrieb nicht eintreten werden:

- Für alle Halte sind beim IC in der Simulation Mindesthaltezeiten von zwei Minuten unterstellt. Aufgrund des begrenzten Fahrgastaufkommens kann zumindest in Rottweil und Tuttlingen von einem reduzierten Haltezeitbedarf ausgegangen werden.
- Als minimale Fahrzeit wird in der Simulation für alle Zuggattungen die Regelfahrzeit unterstellt. Die Differenz zur technischen Fahrzeit wird auch im Verspätungsfall nicht ausgenutzt und verbleibt als stille Reserve im System.
- Die Zugvorbereitung bzw. Bereitstellung in Zürich HB und Stuttgart Hbf bzw. in den jeweiligen Abstellanlagen erfolgt aktuell sehr zuverlässig.

Die gemäß Regelwerk unterstellte mittlere Abgangsverspätung von rund 150 Sekunden wird aktuell bei Weitem unterschritten.

Aus diesen Gründen ist davon auszugehen, dass sich die effektiv realisierbaren Fahrzeiten auf der Gäubahn im tatsächlichen Betrieb besser darstellen werden, als die ausgewiesenen Zahlen in der Tabelle 6 sowie in den oben genannten Abbildungen vermuten lassen.

6.7 Exkurse zu Stufe I: Varianten mit Nahverkehrskonzept MEX L1, L11 und L12

Untersuchung von weiteren Varianten

Nachstehend wird in Form von vier Exkursen dargelegt, welche Auswirkungen Anpassungen der Hauptvarianten A.0 und B.0 hinsichtlich der Gleisbelegung im Filderbahnhof, Fahrplankonzept, Symmetriezeit und Angebotshäufigkeit des IC sowie hinsichtlich des Fahrzeugeinsatzes mit oder ohne Neigetechnik haben.

6.7.1 Variation der Gleisbelegung im Filderbahnhof

Änderung der Gleisbelegung im Filderbahnhof

Die Hauptvariante A.0 unterstellt, dass die MEX die Bahnsteigkanten 1 und 3 im Filderbahnhof nutzen. Unter Anpassung der Fahrlagen der S-Bahn ist ein Fahrplan konstruierbar, in welchem auch die MEX ausschließlich an der neuen Bahnsteigkante 3 verkehren. Dies wird als Variante A.1 betrachtet.

Um diesen Fahrplan konfliktfrei zu konstruieren, sind die Fahrlagen der S-Bahn zwischen Stuttgart Rohr und dem Filderbahnhof so mit Biegezuschlägen zu attributieren, dass die heutige Kurzwende in Filderstadt nicht mehr gelingt. (Angesichts der bereits zukünftig geplanten überschlagenen Wende der S-Bahnen in Filderstadt und der ebenfalls angedachten Verlängerung der S-Bahn bis Neuhausen auf den Fildern wird dies akzeptiert²⁴⁾.)

Durch die alleinige Nutzung einer Bahnsteigkante mit fünf Zügen je Stunde wird die Betriebsqualität erheblich beeinflusst. Nachstehende Tabelle 7 zeigt die resultierenden Beförderungszeitquotienten.

24) Durch die seit Juli 2016 eingesetzten zusätzlichen neuen S-Bahn-Fahrzeuge besteht aufgrund des Fahrzeugbestands nun die Möglichkeit für „überschlagene Wenden“ in Filderstadt. Dadurch wird ein zeitlicher Puffer für mehr Pünktlichkeit geschaffen.

Tabelle 7:
Beförderungszeitquotienten der
Variante A.0 und A.1

		Nach Süden		Nach Norden	
		A.0	A.1	A.0	A.1
IC	BFQ Mittel	107,0 %	108,4 %	104,9 %	106,2 %
	BFQ Median	104,9 %	107,1 %	102,8 %	103,6 %
MEX	BFQ Mittel	104,8 %	105,6 %	102,0 %	101,9 %
	BFQ Median	103,4 %	103,8 %	100,3 %	100,4 %

Auswirkungen der geänderten
Gleisbelegung

Es ist ersichtlich, dass beim IC nun in beide Richtungen das angestrebte Qualitätsziel verfehlt wird. Jeweils im Zulauf auf den Filderbahnhof werden im Vergleich zu Variante A.0 wesentlich mehr Verspätungen aufgebaut.

Der Grund hierfür ist insbesondere, dass die Zugfolge MEX L11 nach Süden – MEX L1 nach Norden (bislang an Gleis 1) – IC nach Süden mit Mindestpufferzeiten konstruiert werden muss. Daraus nimmt der IC zusätzliche Verspätung mit, welche über die nach Rottweil verschobene Eigenkreuzung der IC zurück nach Norden gespielt wird. Hier ist der IC dann der erste Zug im Triple aus IC und zwei MEX an Gleis 3. Die Verspätung wird direkt wieder nach Süden weitergegeben.

Dementsprechend überschreitet beim MEX nach Süden der Beförderungszeitquotient ebenfalls den Zielwert von 105 %. Neben der just geschilderten Zugfolge am Flughafen überträgt im Vergleich zu Variante A.0 der stärker verspätete IC nach Norden im eingleisigen Abschnitt Oberndorf – Rottweil auch zusätzliche Verspätung auf den MEX nach Süden. Diese führt schließlich zum nicht intuitiven Ergebnis, dass der MEX nach Norden eine etwas bessere Betriebsqualität aufweist. Diese Veränderung ist allein auf die südlichen Abschnitte der Gäubahn zurückzuführen, auf denen es wegen stärker verspäteter Gegenzüge in Tuttlingen (MEX) und Oberndorf (IC) häufiger zum Reihenfolgetausch kommt.

MEX sollte richtungsbezogen die
Bahnsteige 1 und 3 nutzen

Eine Einschränkung der Gleisnutzung am Filderbahnhof ist bahnbetrieblich nicht zu empfehlen. Aufgrund der zusätzlichen Fahrtenausschlüsse (nebst geringen Pufferzeiten) wächst die Verspätungsübertragung entlang der Gäubahn wesentlich an.

6.7.2 Symmetrie der IC zur Minute 30

Beachtung einer geänderten
Symmetriezeit für den IC

Die Fahrpläne der Varianten A.0, B.0 und A.1 sehen eine Nullsymmetrie der IC mit Ankunft in Stuttgart in der ungeraden Stunde sowie Abfahrt in Stuttgart in der geraden Stunde vor. Es resultieren Eigenkreuzungen der IC bei Stuttgart Rohr und bei Aldingen. Zur Herstellung letzterer Kreuzung ist ein Infrastrukturausbau erforderlich. Es gelingt keine Kurzwende in Bad Cannstatt, so dass mindestens vier Zugkompositionen erforderlich werden.

Das Fahrplankonzept in Zürich lässt Abfahrten in jeder Stunde zu. Die Anschlussbeziehungen in Stuttgart sind gemäß [5] weitestgehend sowohl in geraden als auch in ungeraden Stunden möglich. Jene zweistündlich variierenden Anschlussbeziehungen sind bei Ankunft zur Minute 14 in beiden Stunden gleichwertig. (Der Übergang in der Eckbeziehung nach München kann ggf. an den Flughafenbahnhöfen erfolgen.) Wird letztere Randbedingung vor jenem Hintergrund gelockert, so resultiert Folgendes:

- Es entsteht eine Symmetrie zur Minute 30.
- Die Linie Stuttgart-Zürich kann mit drei Garnituren betrieben werden.
- Die Eigenkreuzungen erfolgen südlich von Horb sowie nördlich von Singen. Der Ausbau zwischen Neufra und Aldingen kann entfallen.
- Es ist aufgrund der höheren Pufferzeiten mit einer etwas besseren Betriebsqualität²⁵⁾ zu rechnen.

Abweichende Symmetrie bietet betriebliche Vorteile

Es wird empfohlen, diesen Ansatz – je nach weiterer Entwicklung der Anschlüsse im Knoten Stuttgart – ggf. nochmals aufzugreifen.

6.7.3 Einbindung in den Nullknoten in Zürich

Wie oben erläutert liegt der Abfahrt in Zürich HB in der Fahrlage zur Minute :37 die Überlegung zu Grunde, eine Verknüpfung mit der schnellen Fahrlage nach Italien herzustellen. Lockert man diese Randbedingung, so kann alternativ die Trasse mit Abfahrt zur Minute :05 in Zürich (ggf. ohne den zusätzlichen Halt in Bülach) gewählt werden. Bleibt die Symmetrie zur Minute :00 erhalten, so treten folgende Effekte ein:

- Die Durchbindung über die Remsbahn nach Nürnberg wird möglich, da die Abfahrt zur Minute :48 in Stuttgart Hbf erreicht wird.
- Analog zu den Überlegungen in Abschnitt 6.7.2 verschieben sich die Eigenkreuzungen der IC auf der Gäubahn in Bereiche, welche längere zweigleisige Abschnitte aufweisen.
- Basierend auf den Erkenntnissen aus dem Abschnitt 6.5 erläuterten Varianten ist damit zu rechnen, dass bei gleichem Infrastrukturausbau mit etwas besserer Betriebsqualität zu rechnen ist.
- Das Linienkonzept des MEX kann an die ursprüngliche Planung angelehnt werden.

In der weiteren Entscheidungsfindung ist eine Vertiefung dieses Ansatzes durchaus in Erwähnung zu ziehen.

6.7.4 Verdichtung IC zum Stundentakt

Taktverdichtung beim IC möglich

25) Die Aussage beruht auf Betrachtungen im Rahmen der in Abschnitt 6.5 untersuchten Varianten.

In einer Zusatzbetrachtung wird überschlägig die Machbarkeit einer stündlichen IC-Verbindung zwischen Stuttgart und Singen untersucht. Dabei wird nur eine vereinfachte Fahrplankonstruktion durchgeführt, d. h. es wird keine vollständige Konfliktlösung angestrebt. Darüber hinaus wird keine Betriebssimulation durchgeführt. Denkbar ist auch eine weitere Führung des IC bis Schaffhausen oder Zürich. Diese Trasse ist ohnehin stündlich vorhanden und wird heute schon genutzt. Alternativ hierzu wäre auch eine Fortführung des zweiten IC bis Konstanz ein mögliches Szenario.

Ein stündlicher IC ist für Variante A.0 augenscheinlich möglich, denn es stellt sich jene Situation ein, welche in Abschnitt 6.7.2 beschrieben wird. Entstehende Konflikte zwischen IC und MEX können durch eine Fahrzeitverlängerung der MEX von wenigen Minuten gelöst werden. Eine Verdichtung des FV-Angebots auf der Gäubahn verursacht darüber hinaus weitere Anpassungen an Ringzug und Seehas.

Die gegenüber Variante A.0 leicht geänderte Lage des IC in Variante B.0 ermöglicht einen sauberen Stundentakt des FV auf der Gäubahn. Auch in dieser Variante müsste die Fahrzeit des MEX aufgrund der Kreuzung mit dem IC um einige Minuten verlängert werden. Ringzug und Seehas wären wie schon in Variante A.0 anzupassen.

Da bei einem Stundentakt des IC die Infrastruktur der Gäubahn noch stärker als in den Varianten A.0 und B.0 ausgelastet wird, ist zu empfehlen, zusätzliche punktuelle Infrastrukturmaßnahmen umzusetzen, auch wenn diese nicht zur Fahrplankonstruktion erforderlich sind. In der Regel wird es sich dabei um verlängerte zweigleisige Abschnitte handeln, welche das Risiko einer Verspätungsfortpflanzung reduzieren.

6.7.5 Varianten ohne Neigetechnik

Hohe Investitionskosten bei
Verzicht auf Neigetechnik

Die Erreichung des Fahrzeitziels der Stufe I sind bei Einsatz des konventionellen Fahrzeugtypen F2 nur durch den Bau drei kurzer Neubauabschnitte möglich. Diese befinden sich auf den Abschnitten Horb – Sulz, Epfendorf – Talhausen und Engen – Hattingen. Mit diesen Maßnahmen ergibt sich für das konventionelle Fahrzeug eine ähnliche Fahrlage wie für ein Fahrzeug mit Neigetechnik. Neben den drei genannten Neubauabschnitten sind zusätzlich Verbesserungen am VzG sowie mehrere kurze Doppelspurinseln notwendig.

Die Kosten für diese Maßnahmen belaufen sich auf rd. 1 Mrd. €. Da die Vorgabe des Auftraggebers zur Kostengrößenordnung von 200 bis 250 Mio. € überschritten wird, wurden diese nicht weiter vertieft.

6.8 Stufe II

Hohe Investitionskosten für die
Fahrzeitstufe II

Zur Erreichung des Fahrzeitziels der Stufe II sind größere Neubauabschnitte zwischen Horb – Rottweil, Rottweil – Wurmlingen und Engen – Hattingen notwendig. Daneben ist zwingend der Bau und die Nutzung der Singener

Kurve für den Fernverkehr (analog zur Variante B.0) zu unterstellen. Der Neubauabschnitt Horb – Rottweil verläuft nach Erreichen des Plateaus weitgehend parallel zur BAB 81. In Vöhringen/Sulz könnte ein neuer Regionalbahnhof mit P+R vorgesehen werden, um die Anbindung der Region zu verbessern. Dieser würde vom MEX von/nach Singen bedient.

Die Neigetechnik bietet aufgrund von Zwangspunkten im Fahrplangefüge und aufgrund der weitgehenden Neutrassierungen in gestreckter Linienführung in der Stufe II keinen weiteren Vorteil gegenüber konventionellen Fahrzeugen, da die Trassierung der längeren Neubauabschnitte für konventionelle Fahrzeuge das gleiche Geschwindigkeitsprofil wie für Neigetechnikfahrzeuge vorsieht. Die Regelfahrzeit eines konventionellen Fahrzeuges beträgt 2:09 h nach Norden bzw. 2:08 h nach Süden. Das sind jeweils drei Minuten mehr als bei einem Neigetechnikfahrzeug.

Einbindung in den Knoten
Stuttgart

Um die Zielfahrzeit als Planfahrzeit realisieren zu können, ist das Netz der S-Bahn Stuttgart anzupassen. Die Linienäste südlich von Rohr werden abgetauscht, um die notwendigen Freiräume für die Trassen des IC schaffen zu können. Die geschaffenen Freiräume sind jedoch so gering, dass auf einen Halt des IC in Böblingen verzichtet werden muss.

Die nachstehende Tabelle 8 fasst die Kennwerte zu Varianten der Stufe II zusammen. Diese beruhen auf den in Abschnitt 6.5 geschilderten Randbedingungen (auch Infrastruktur im Bereich Filderbahnhof sowie Rohrer Kurve), sind jedoch grundsätzlich auf die Randbedingungen gemäß Abschnitt 6.6 übertragbar.

Tabelle 8:
Variantenspiegel 2015 mit den
für Stufe II untersuchten
Varianten aus Infrastruktur,
Fahrzeug, Nahverkehrskonzept
und der resultierenden Fahrzeit

Stufe	Variante	Fahrzeug	Infrastruktur	SPNV-Konzept	Fahrzeitziel	Regelfahrzeit	Planfahrzeit	Median-Ist-Fahrzeit	Fahrplan stabil fahrbar
II	6.a	F2	I6	S21+MEX	2h16'	2h08'	2h16'	2h16'	Ja
II	7.a	F4	I6	S21+MEX	2h16'	2h05'	2h16'	2h16'	Ja

Die aus der reduzierten Planfahrzeit resultierende Ankunftszeit zur Minute :53 in Stuttgart genügt nicht, um die in [5] vorgesehene Abfahrtszeit in Richtung Nürnberg zu erreichen. Für eine Durchbindung zwischen Gäu- und Remsbahn sind daher weitere fahrzeitverkürzende Maßnahmen notwendig. Dies könnte eine Ertüchtigung der Remsbahn für Neigetechnik sein, so dass allein Variante 7.a verbliebe.

Die Kosten für die erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen zur Erreichung des Fahrzeitziels der Stufe II werden auf rd. 1,7 Mrd. € geschätzt. Da die angestrebte Kostengrößenordnung von 200 bis 250 Mio. € sehr deutlich überschritten wird, werden diese Varianten nicht weiter betrachtet.

7 Bewertung der Varianten

7.1 Bewertungsprinzip

Bewertungsprinzip und
Definition Referenzfall

Die beiden untersuchten Varianten A.0 und B.0 werden in einer qualitativen Bewertung dem Referenzfall gegenübergestellt, welcher dem heutigen Zustand (Fahrplan 2016) entspricht. Die Bewertung erfolgt in einem Punktesystem auf der Skala von +2 bis -2, welche die Größe der Abweichung gegenüber dem Referenzfall darstellen, wobei dieser per Definition immer 0 Punkte erhält.

Der Bewertung wird dabei das in der nachfolgenden Tabelle 9 gezeigte Ziel- und Indikatorensystem mit 6 Teilzielen resp. 16 Messgrößen für die Bereiche Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft zugrunde gelegt. Das Ziel- und Indikatorensystem orientiert sich an den üblichen Zielen einer Nutzen-Kosten-Analyse und ist in einem zweistufigen Prozess mit dem Auftraggeber abgestimmt worden.

Tabelle 9:
Ziel- und Indikatorensystem mit
dem Maßstab für die
Punktevergabe in der Bewertung

Bereich	Teilziel	Indikator/Messgröße	Maßstab für Punktevergabe [-2 bis +2]
Umwelt	Lärmbelastung in Siedlungen senken	IU.1 Länge der Streckenabschnitte in Ortslage/Siedlungsgebiet in m	Ref. = 0: -2 mehr Streckenlänge in Ortslage, +2 weniger Streckenlänge in Ortslage
		IU.2 Länge der zusätzlichen offenen Linienführung in m	Ref. = 0: -2 mehr Streckenlänge offene Linienführung, +2 weniger Streckenlänge offene Linienführung
	Belastung von Landschaften und Lebensräumen senken (Naturschutz)	IU.3 Länge der zusätzlichen offenen Linienführung durch Landschaftsschutzgebiete in m	Ref. = 0: -2 mehr Streckenlänge durch Landschaftsschutzgebiete, +2 weniger Streckenlänge durch Landschaftsschutzgebiete
		IU.4 Länge der aufgelassenen, offenen Linienführung der Bestandsstrecke in m, z.B. durch neue Tunnelstrecken	Ref. = 0: -2 weniger aufgelassene Bestandsstrecke, +2 mehr aufgelassene Bestandsstrecke
Gesellschaft	Veränderungen der Verkehrssicherheit auf der Bahn	IG.1 Jährliche Unfallkosten in Abhängigkeit Zugkm [Mio. EUR/a]	Ref. = 0: -2 mehr Unfälle, +2 weniger Unfälle
Wirtschaft	Direkte Kosten des Vorhabens minimieren	IW.1 Investitionskosten Infrastruktur (Unterbau, Oberbau, Oberleitung, Tunnel, Kunstbauten, Entwässerung, Sicherungsanlagen) [Mio. EUR]	Ref. = 0: -2 höhere Kosten, +2 tiefere Kosten
		IW.2 Investitionskosten Fahrzeuge IC (Beschaffung) [Mio. EUR]	Ref. = 0: -2 höhere Kosten, +2 tiefere Kosten
		IW.3 Instandhaltung und Erneuerung Infrastruktur [Mio. EUR/a]	Ref. = 0: -2 höhere Kosten, +2 tiefere Kosten
		IW.4 Unterhaltungs-/Instandhaltungskosten Fahrzeuge IC [Mio. EUR/a]	Ref. = 0: -2 höhere Kosten, +2 tiefere Kosten
	Direkte Nutzen des Vorhabens maximieren	IW.5 Fahrzeit Stuttgart-Zürich in Minuten bzw. Fahrzeitgewinn Planfahrzeit für IC	Ref. = 0: -2 mehr Planfahrzeit, +2 weniger Planfahrzeit
		IW.6 Angebotene Anzahl Sitzplatzkm pro Tag (nur IC, Zugkm des Referenzfalls unterstellt)	Ref. = 0: -2 weniger Sitzplatzkm, +2 mehr Sitzplatzkm
		IW.7 Anschlusssicherung: gutachterliche Einschätzung der Zuverlässigkeit der eingesetzten Fahrzeuge	Ref. = 0: -2 mehr Verspätungsminuten, +2 weniger Verspätungsminuten
		IW.8 Einbindung in den Knoten Zürich [ja/nein]	Ref. = 0: ja = 0 Punkte, nein = -2 Punkte
	Regionale Erreichbarkeit verbessern / erschließbares Fahrgastpotenzial	IW.9 Einbindung in den Knoten Stuttgart [ja/nein]	Ref. = 0, ja = 2 Punkte
		IW.10 Potenzial IC = Summe Ein-/Aussteiger-Potential an bedienten Haltepunkten (Anm. Annahme: Singen Landesgartenschau erschließt gegenüber Singen Htw. nur 75% des Potentials von Singen)	Ref. = 0: -2 [weniger Potential], +2 [mehr Potential]

Prinzip der Punktevergabe und
Maßstab

Neben den Zielen und deren Messgrößen ist in der obigen Tabelle 9 auch der Maßstab für die Punktevergabe von -2 bis +2 wiedergegeben. Die Ermittlung des Punktwerts erfolgt proportional zur effektiv aufgetretenen

Ausprägung des Indikators. Das setzt voraus, dass die Extremwerte (größte oder kleinste Ausprägung) jeweils die maximale Punktzahl -2 oder +2 zugewiesen erhalten.

7.2 Ausprägung der Indikatoren

Ausprägungen der Indikatoren

Die effektive Ausprägung der Indikatoren für die 16 betrachteten Messgrößen in den Bereichen Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft ist für den Referenzfall und die Hauptvarianten A.0 und B.0 in der nachfolgenden Tabelle 10 dargestellt. Wo immer möglich, wurde für die Ermittlung der Indikatoren auf Annahmen und Wertgerüste aus der Bewertung BVWP 2030 [6] zurückgegriffen. Die Ermittlung der angebotsbedingten Nutzen und Kosten fokussiert dabei auftragsgemäß auf die Fernverkehrszüge der Relation Stuttgart-Zürich. Eine vollständige Erhebung der Nutzen und Kosten für das Gesamtsystem ebenso wie eine Nachfrageermittlung bzw. -prognose ist im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht durchgeführt worden.

Tabelle 10:
Ausprägungen der Indikatoren
für Referenzfall, Variante A.0
und Variante B.0

Bereich	Teilziel	Indikator/Messgröße	Referenzfall	Variante A.0	Variante B.0
Umwelt	Lärmbelastung in Siedlungen senken Belastung von Landschaften und Lebensräumen senken (Naturschutz)	IU.1 Länge der Streckenabschnitte in Ortslage/Siedlungsgebiet in m	71'249	71'249	72'049
		IU.2 Länge der zusätzlichen offenen Linienführung in m	0	0	330
		IU.3 Länge der zusätzlichen offenen Linienführung durch Landschaftsschutzgebiete in m	0	0	70
		IU.4 Länge der aufgelassenen, offenen Linienführung der Bestandsstrecke in m, z.B. durch neue Tunnelstrecken	0	0	0
Gesellschaft	Veränderungen der Verkehrssicherheit auf der Bahn	IG.1 Jährliche Unfallkosten in Abhängigkeit Zugkm [Mio. EUR/a]	0.4	0.4	0.4
Wirtschaft	Direkte Kosten des Vorhabens minimieren	IW.1 Investitionskosten Infrastruktur (Unterbau, Oberbau, Oberleitung, Tunnel, Kunstbauten, Entwässerung, Sicherungsanlagen) [Mio. EUR]	0	284	219
		IW.2 Investitionskosten Fahrzeuge IC (Beschaffung) [Mio. EUR]	40	120	120
		IW.3 Instandhaltung und Erneuerung Infrastruktur [Mio. EUR/a]	0	14.1	10.4
		IW.4 Unterhaltungs-/Instandhaltungskosten Fahrzeuge IC [Mio. EUR/a]	4.0	5.8	5.8
	Direkte Nutzen des Vorhabens maximieren	IW.5 Fahrzeit Stuttgart-Zürich in Minuten bzw. Fahrzeitgewinn Planfahrzeit für IC	0	19	19
		IW.6 Angebotene Anzahl Sitzplätze pro Tag (nur IC, Zugkm des Referenzfalls unterstellt)	1'600'000	1'376'000	1'376'000
		IW.7 Anschlussicherung: gutachterliche Einschätzung der Zuverlässigkeit der eingesetzten Fahrzeuge	0	0	0
		IW.8 Einbindung in den Knoten Zürich [ja/nein]	ja	ja	ja
	Regionale Erreichbarkeit verbessern / erschließbares Fahrgastpotenzial	IW.9 Einbindung in den Knoten Stuttgart [ja/nein]	nein	ja	ja
		IW.10 Potenzial IC = Summe Ein-/Aussteiger-Potential an bedienten Haltepunkten (Anm. Annahme: Singen Landesgartenschau erschließt gegenüber Singen Htw. nur 75% des Potentials von Singen)	283'416	283'416	264'922

Erläuterung zur Ermittlung der Indikatoren

Erläuterung zur Berechnung bzw. Ermittlung der betrachteten Indikatoren und der hierfür erforderlichen Annahmen:

- **IU.1:** Länge der Streckenabschnitte in Ortslage/Siedlungsgebiet in m
Die Ermittlung erfolgt durch Ausmessen der entsprechenden Streckenlänge in Ortslage in den Plangrundlagen.
- **IU.2:** Länge der zusätzlichen offenen Linienführung in m
Die Ermittlung erfolgt durch Ausmessen der entsprechenden Streckenlänge für neue/zusätzliche Streckenabschnitte (z.B. Neutrassierungen) in den Plangrundlagen.
- **IU.3:** Länge der zusätzlichen offenen Linienführung durch Landschaftsschutzgebiete in m
Die Ermittlung erfolgt durch Ausmessen der entsprechenden Streckenlänge für neue/zusätzliche Streckenabschnitte (z.B. Neutrassierungen) in den Plangrundlagen.
- **IU.4:** Länge der aufgelassenen, offenen Linienführung der Bestandsstrecke in m, z.B. durch neue Tunnelstrecken
Die Ermittlung erfolgt durch Ausmessen der entsprechenden aufgelassenen Streckenlänge offene Linienführung in den Plangrundlagen.
- **IG.1:** Jährliche Unfallkosten in Abhängigkeit Zugkm [Mio. €/a]
Die Ermittlung erfolgt durch Ausmultiplikation der Zugkm mit den Schadenskostenraten für Getötete, Schwerverletzte, Leichtverletzte und Sachschäden aufgrund von Bahnunfällen aus dem Endbericht zur Überprüfung der NKA des BVWP 2030.
- **IW.1:** Investitionskosten Infrastruktur (Unterbau, Oberbau, Oberleitung, Tunnel, Kunstbauten, Entwässerung, Sicherungsanlagen) [Mio. €]
Die Ermittlung basiert auf den Kostenschätzungen für die in den Varianten enthaltenen Infrastrukturmaßnahmen entsprechend den Angaben im Kapitel 5.
- **IW.2:** Investitionskosten Fahrzeuge IC (Beschaffung) [Mio. €]
Die Ermittlung erfolgt über die Anzahl der für das SPfV-Angebot erforderlichen Kompositionen um den Umlauf Stuttgart-Zürich-Stuttgart im 2h-Takt abzudecken. Dabei werden die folgenden Annahmen angelehnt an die Definition der Modellfahrzeugtypen aus dem Endbericht zur Überprüfung der NKA des BVWP 2030 zugrunde gelegt: Dosto-Komposition im Referenzfall: 10 Mio. €, FV-Triebzug konventionell: 18 Mio. €, FV-Neigezug: 30 Mio. €.
- **IW.3:** Instandhaltung und Erneuerung Infrastruktur [Mio. €/a]
Die Ermittlung basiert auf den Kosten je Anlagenteil für die in den Varianten enthaltenen Infrastrukturmaßnahmen²⁶⁾ entsprechend den Angaben im Kapitel 5. Je Anlagenteil erfolgt die Ermittlung der Kosten über Instandhaltungskosten und Annuitätenfaktoren für die Erneue-

26) Für die Infrastrukturmaßnahme zweigleisiger Ausbau Lottstetten Grenze CH/D – Rafz wurden keine Instandhaltung und Erneuerung Infrastruktur ermittelt, da dieser Abschnitt von den SBB betrieben, unterhalten und Instand gehalten wird.

rung der Infrastruktur entsprechend den Angaben aus dem Endbericht zur Überprüfung der NKA des BVWP 2030. Dabei werden für die Ermittlung der Kosten je Anlagenteil die folgenden Faktoren über die Rechnung [€ Investitionskosten des Anlagenteils * Faktor] berücksichtigt:

- Bahnkörper (Faktor 1/41.3a)
 - Stützmauern (Faktor 1/41.3a)
 - Tunnel (Faktor 1/41.3a)
 - Kreuzungsbauwerke/Brücken (Faktor 1/38.9a)
 - Schallschutz (Faktor 1/20a)
 - Oberbau/Gleise/Weichen (Faktor 1/15.5a)
 - Bauliche Anlagen (Faktor 1/32.9a)
 - Signalanlagen (Faktor 1/13.4a)
 - Kommunikation (Faktor 1/8.1a)
 - Bahnstromversorgung/Unterwerke (Faktor 1/15.5a)
 - Fahrleitungen (Faktor 1/15.5a)
- **IW.4:** Unterhaltungs-/Instandhaltungskosten Fahrzeuge IC [Mio. €/a]
Die Ermittlung erfolgt über die Anzahl Zugkm/a. Dabei werden die folgenden Annahmen angelehnt an die Definition der Modellfahrzeugtypen aus dem Endbericht zur Überprüfung der NKA des BVWP 2030 zugrunde gelegt: FV-Triebzug konventionell: 3.4 €/Zugkm, FV-Neigezug: 5 €/Zugkm.
 - **IW.5:** Fahrzeit Stuttgart-Zürich in Minuten (Fahrzeitgewinn für Planfahrzeit für IC)
Die Ermittlung basiert auf den Angaben aus dem Kapitel 6 für die entsprechenden Varianten.
 - **IW.6:** Angebotene Anzahl Sitzplatzkm pro Tag (nur IC, Zugkm des Referenzfalls unterstellt)
Die Ermittlung erfolgt über die Anzahl angebotene Sitzplätze pro Zug. Dabei werden die folgenden Annahmen angelehnt an die Definition der Modellfahrzeugtypen aus dem Endbericht zur Überprüfung der NKA des BVWP 2030 zugrunde gelegt: Dosto-Komposition im Referenzfall: 500 Sitzplätze, FV-Triebzug konventionell: 430 Sitzplätze, FV-Neigezug: 500 Sitzplätze.
 - **IW.7:** Anschlusssicherung: gutachterliche Einschätzung der Zuverlässigkeit der eingesetzten Fahrzeuge
Die Ermittlung basiert auf einer gutachterlichen Einschätzung zur Zuverlässigkeit der eingesetzten Fahrzeugtypen und der hierzu zu erwartenden Verspätungsminuten.

- **IW.8:** Einbindung in den Knoten Zürich [ja/nein]
Die Ermittlung basiert auf den Angaben aus dem Kapitel 6 für die entsprechenden Varianten.
- **IW.9:** Einbindung in den Knoten Stuttgart [ja/nein]
Die Ermittlung basiert auf den Angaben aus dem Kapitel 6 für die entsprechenden Varianten.
- **IW.10:** Potenzial IC = Summe des Ein-/Aussteiger-Potentials an bedienten Haltepunkten
Die Ermittlung basiert auf einer Einschätzung der Einzugsbereiche der potentiellen SPFV-Halte unter Berücksichtigung der Anzahl Einwohner des Ortes, seines näheren Umfelds (Nutzung Bus, P+R, K+R etc.) und möglicher Umsteigebeziehungen im SPNV mit entsprechender Abstufung. Die nachfolgenden Angaben sind mit dem Verkehrsministerium, der NVBW und der IG Gäubahn²⁷⁾ abgestimmt worden:
 - Rechnerisches Fahrgastpotential eines Halts in Böblingen mit 47'000 EW: 64'854
 - Rechnerisches Fahrgastpotential eines Halts in Herrenberg mit 30'000 EW: 53'983
 - Rechnerisches Fahrgastpotential eines Halts in Gäufelden mit 9'000 EW: 4'950
 - Rechnerisches Fahrgastpotential eines Halts in Bondorf 6'000 EW: 17'243
 - Rechnerisches Fahrgastpotential eines Halts in Eutingen im Gäu 6'000 EW: 15'068
 - Rechnerisches Fahrgastpotential eines Halts in Horb mit 24'000 EW: 35'249
 - Rechnerisches Fahrgastpotential eines Halts in Sulz(Neckar) mit 12'000 EW: 15'206
 - Rechnerisches Fahrgastpotential eines Halts in Oberndorf(Neckar) mit 14'000 EW: 21'991
 - Rechnerisches Fahrgastpotential eines Halts in Rottweil mit 24'000 EW: 64'775
 - Rechnerisches Fahrgastpotential eines Halts in Spaichingen mit 12'000 EW: 14'879
 - Rechnerisches Fahrgastpotential eines Halts in Tuttlingen mit 33'000 EW: 44'561
 - Rechnerisches Fahrgastpotential eines Halts in Engen mit 10'000 EW: 7'106
 - Rechnerisches Fahrgastpotential eines Halts in Singen mit 46'000 EW: 73'977
Annahme zum Halt in Singen Landesgartenschau: Potential von Singen um 25% reduziert.

27) Schriftwechsel im März und April 2015 zwischen der IG Gäubahn (Hr. Grosse), NVBW, Verkehrsministerium und den Gutachtern

7.3 Stärken und Schwächen der Varianten und relativer Vergleich

Vorteile beider Varianten	Die beiden Varianten A.0 und B.0 unterscheiden sich hauptsächlich durch die Singener Kurve, welche fester Bestandteil der Variante B.0, jedoch in der Variante A.0 nicht vorgesehen ist. Die Planfahrzeit der IC-Züge Stuttgart-Singen verkürzt sich dank den vorgesehenen Infrastrukturmaßnahmen gegenüber dem Referenzfall in beiden Varianten um 19 Minuten auf 2h37'. Die Betriebsqualität bzw. die Fahrplanstabilität erfüllt entsprechend den Ausführungen in Kapitel 6 in beiden Varianten die Vorgaben der DB Netz an eine wirtschaftlich optimale Betriebsqualität.
Relativer Vergleich der Varianten A.0 und B.0	Die relativen Stärken und Schwächen der beiden Varianten im Vergleich zueinander werden nachfolgend qualitativ erläutert:
Relative Stärken der Variante A.0	Die Variante A.0 ohne die Singener Kurve weist gegenüber der Variante B.0 in der Bedienung der Stadt Singen und für die Umsteigebeziehungen in Richtung Friedrichshafen-Ulm eine bessere verkehrliche Wirkung auf, da alle Züge den Bahnhof Singen (Htw) bedienen und dort alle Umsteigebeziehungen realisiert werden können.
Relative Schwächen der Variante A.0	<p>Demgegenüber stehen aber um rund 65 Mio. € höhere Investitionskosten, da in der Variante A.0 zusätzlich die Dreigleisigkeit Herrenberg – Gärtringen, die Zweigleisigkeit Neufra-Aldingen und der Ausbau des Bahnhofs Aldingen errichtet werden müssen, wenn die Umsetzung der Singener Kurve nicht unterstellt wird.</p> <p>Eine weitere relative Schwäche der Variante A.0 ist die reduzierte Fahrplanstabilität aller Züge und insbesondere auch der IC-Züge, da diese in der Variante A.0 weniger Fahrzeitreserven als in der Variante B.0 aufweisen, was sich möglicherweise auch nachteilig auf das bereits verspätungsanfällige Gesamtsystem des Großraums Stuttgart auswirken könnte. Die Fahrplanstabilität bewegt sich jedoch immer noch am Rande der von DB-Netz festgelegten Stabilitätskriterien. Auf die Ausgestaltung des SPNV im Raum Singen-Engen hat die Variante A.0 ebenfalls negative Auswirkungen, da das sehr schlanke Seehas-Konzept mit Kurzwenden in Engen aufgrund der Trassenlagen der IC-Züge in der Variante A.0 nicht umgesetzt werden kann, in der Folge die Trassenlagen der Seehas-Züge angepasst werden müssen und ein zusätzlicher Fahrzeugbedarf entsteht.</p>
Relative Stärken der Variante B.0	<p>Die Variante B.0 mit der Singener Kurve weist folgende relative Stärken gegenüber der Variante A.0 auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gegenüber der Variante A.0 eine höhere Fahrplanstabilität mit größeren Fahrzeitreserven für den IC (vgl. detaillierte Angaben im Kapitel 6.6). • Um rund 65 Mio. € tiefere Investitionskosten als bei Variante A.0, da auf die Dreigleisigkeit Herrenberg – Gärtringen, die Zweigleisigkeit

Neufra-Aldingen und den Ausbau des Bahnhofs Aldingen verzichtet werden kann.

- Umsetzung des ursprünglichen Konzepts für den Seehas ohne Abstriche möglich.
- Chance für eine zusätzliche städtebauliche Entwicklung der Stadt Singen im Umfeld des neuen Fernverkehrshalts Singen Landesgartenschau.
- Vorteile für den Güterverkehr, welcher den Bahnhof Singen ohne Fahrtrichtungswechsel umfahren kann. Die Transportzeiteinsparung für den Güterverkehr beträgt so im Minimum 45 Minuten.
- Vorteile für die Anwohner in der Nähe des Bahnhofs Singen (Htw), welche vom Lärm des Güterverkehrs entlastet werden.

Relative Schwächen der Variante
B.0

Demgegenüber stehen Schwächen der Variante B.0 in folgenden Bereichen:

- Die verkehrliche Erschließung der Stadt Singen und die Ausgestaltung der Umsteigebeziehungen ist aufgrund der Situation mit den beiden Bahnhöfen Singen Landesgartenschau und Singen (Htw) anspruchsvoller.
- Im Grundsatz eine anspruchsvollere Umsteigesituation in Singen, wobei die Anschlüsse von der Gäubahn in Richtung Schwarzwaldbahn, Radolfzell und Konstanz können in gleicher Qualität auch in Singen Landesgartenschau hergestellt werden. **Die Anschlüsse von der Gäubahn in Richtung Hochrhein werden in Schaffhausen hergestellt.** Einzig die Umsteigebeziehungen von der Gäubahn in Richtung Friedrichshafen-Ulm erfordern ein zweimaliges Umsteigen in Singen Landesgartenschau und in Singen (Htw) oder Radolfzell.

7.4 Ergebnisse der Bewertung

Bewertung gegenüber dem
Referenzfall

Die Tabelle 11 zeigt die Bewertung der Varianten A.0 und B.0 gegenüber dem Referenzfall mit dem Punktemaßstab -2 bis +2, wobei wie im Abschnitt 7.1 erläutert, die Extremwerte (größte oder kleinste Ausprägung) jeweils immer die maximale Punktzahl -2 oder +2 zugewiesen erhalten.

Tabelle 11:
Bewertung der Varianten A.0
und B.0 gegenüber dem
Referenzfall

Bereich	Teilziel	Indikator/Messgröße	Referenzfall	Variante A.0	Variante B.0
Umwelt	Lärmbelastung in Siedlungen senken	IU.1 Länge der Streckenabschnitte in Ortslage/Siedlungsgebiet in m	0	0.0	-2.0
		IU.2 Länge der zusätzlichen offenen Linienführung in m	0	0.0	-2.0
	Belastung von Landschaften und Lebensräumen senken (Naturschutz)	IU.3 Länge der zusätzlichen offenen Linienführung durch Landschaftsschutzgebiete in m	0	0.0	-2.0
		IU.4 Länge der aufgelassenen, offenen Linienführung der Bestandsstrecke in m, z.B. durch neue Tunnelstrecken	0	0.0	0.0
Gesellschaft	Veränderungen der Verkehrssicherheit auf der Bahn	IG.1 Jährliche Unfallkosten in Abhängigkeit Zugkm [Mio. EUR/a]	0	0.0	0.0
Wirtschaft	Direkte Kosten des Vorhabens minimieren	IW.1 Investitionskosten Infrastruktur (Unterbau, Oberbau, Oberleitung, Tunnel, Kunstbauten, Entwässerung, Sicherungsanlagen) [Mio. EUR]	0	-2.0	-1.5
		IW.2 Investitionskosten Fahrzeuge IC (Beschaffung) [Mio. EUR]	0	-2.0	-2.0
		IW.3 Instandhaltung und Erneuerung Infrastruktur [Mio. EUR/a]	0	-2.0	-1.5
		IW.4 Unterhaltungs-/Instandhaltungskosten Fahrzeuge IC [Mio. EUR/a]	0	-2.0	-2.0
	Direkte Nutzen des Vorhabens maximieren	IW.5 Fahrzeit Stuttgart-Zürich in Minuten bzw. Fahrzeitgewinn Planfahrzeit für IC	0	2.0	2.0
		IW.6 Angebotene Anzahl Sitzplatzkm pro Tag (nur IC, Zugkm des Referenzfalls unterstellt)	0	-2.0	-2.0
		IW.7 Anschlussicherung: gutachterliche Einschätzung der Zuverlässigkeit der eingesetzten Fahrzeuge	0	0.0	0.0
		IW.8 Einbindung in den Knoten Zürich [ja/nein]	0	0.0	0.0
	Regionale Erreichbarkeit verbessern / erschließbares Fahrgastpotenzial	IW.9 Einbindung in den Knoten Stuttgart [ja/nein]	0	2.0	2.0
		IW.10 Potenzial IC = Summe Ein-/Aussteiger-Potential an bedienten Haltepunkten (Anm. Annahme: Singen Landesgartenschau erschließt gegenüber Singen Htw. nur 75% des Potentials von Singen)	0	0.0	-2.0

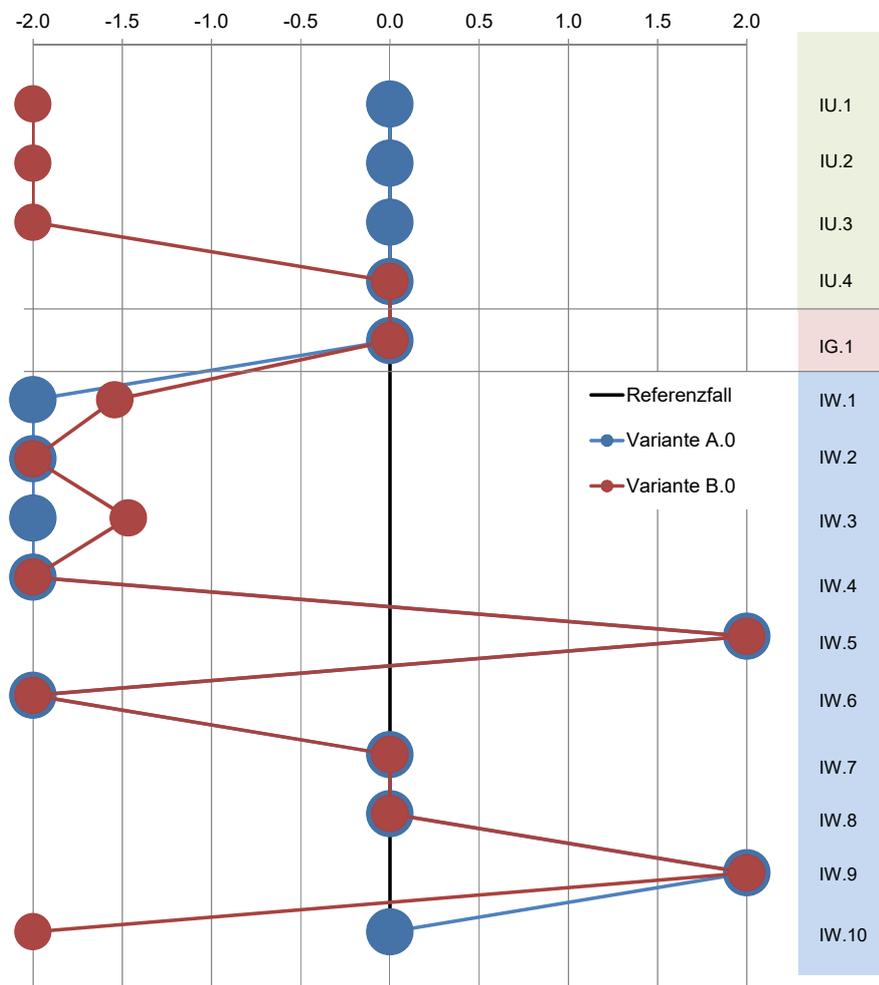
Interpretation der Ergebnisse der
Bewertung

Die wesentlichen Erkenntnisse aus dem relativen Vergleich der Varianten zeigen sich auch in der Bewertung gegenüber dem Referenzfall:

- Stärkere negative Umweltwirkung der Variante B.0 aufgrund der Neuerrichtung der Singener Kurve (Landverbrauch, Lärm)
- Keine Veränderung im Bereich Gesellschaft, da keine Veränderung der Zugkm auf der Relation Stuttgart-Zürich unterstellt.
- Negative Auswirkungen beider Varianten im Bereich Wirtschaft aufgrund der erforderlichen Investitionen in Infrastruktur und Fahrzeuge, dabei stärkere negative Auswirkungen der Variante A.0 aufgrund der höheren Kosten für den Infrastrukturausbau und die Instandhaltung.
- Positive Auswirkungen beider Varianten im Kriterium Fahrzeitverkürzung gegenüber dem Referenzfall.
- Bei der Stabilität des Betriebsprogramms weist die Variante B.0 mit der Singener Kurve klare Vorteile gegenüber der Variante A.0 ohne Singener Kurve auf.
- Negative Auswirkung der Variante B.0 auf die erschlossenen Fahrgastpotentiale durch die Bedienung von Singen Landesgartenschau anstelle von Singen (Htw).

Die Abbildung 22 zeigt die Ergebnisse der Bewertung nochmals grafisch aufbereitet in einem Punkte-Diagramm.

Abbildung 22:
Bepunktung der Varianten A.0
und B.0 gegenüber dem
Referenzfall



8 Fazit und Empfehlungen

8.1 Stufenweiser Infrastrukturausbau

Stufenweiser Infrastrukturausbau
in Maßnahmenbündel bzw.
Infrastrukturausbau-Paketen

Beide Hauptvarianten A.0 und B.0 führen zu einer merklichen Verkürzung der Planfahrzeit der IC-Züge Stuttgart-Zürich um 19 Minuten gegenüber dem Referenzfall und durch die Einbindung der IC-Züge in die Fernverkehrsknoten Stuttgart und Zürich verkürzt sich insgesamt die Reisezeit im Fernverkehr über diese beiden Knoten hinaus teilweise um mindestens 30 Minuten.

Es hat sich im Verlauf der Untersuchung gezeigt, dass die erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen zur Umsetzung der angestrebten Planfahrzeit stufenweise umgesetzt werden können und so bereits unabhängig von der Umsetzung aller Maßnahmen in Teilabschnitten der Gäubahn Nutzen stiften.

Sinnvolle und nutzenstiftende
Paketbildungen zur Etappierung
des Infrastrukturausbaus auf der
Gäubahn

Ohne detaillierte Untersuchungen zu fahrplantechnischen Wirkungen ist vorstellbar, dass folgende Paketbildungen einen Nutzen für alle Verkehrsarten (Fernverkehr, Nahverkehr und Güterverkehr), insbesondere für den Fernverkehr und die Erhöhung der Fahrplanstabilität erzielen könnten:

- **Paket 1:** Die kleineren Maßnahmen zur Optimierung des VzG entlang des gesamten Korridors entsprechend dem Infrastrukturmaßnahmenbündel I2 entfalten auch unabhängig von den übrigen Maßnahmen ihre Wirkung.
Die Investitionen in den Infrastrukturausbau für das Paket 1 belaufen sich auf rund **65 Mio. €**.
- **Paket 2:** Die Ausbauten Horb-Neckarhausen (lang) und im Bahnhof Oberndorf dienen auch unabhängig von der weiteren Realisierung von Maßnahmen südlich von Rottweil der Verbesserung des Nahverkehrs zwischen Stuttgart und Rottweil.
Die Investitionen in den Infrastrukturausbau für das Paket 2 belaufen sich auf rund **30 Mio. €**.
- **Paket 3:** Die Blockverdichtung Singen – Gottmadingen entfaltet unabhängig vom Fernverkehrsangebot für die flexible Ausgestaltung des Nahverkehrs zwischen Singen und Schaffhausen einen Nutzen.
Die Investitionen in den Infrastrukturausbau für das Paket 3 belaufen sich auf rund **1 Mio. €**.
- **Paket 4:** Die Ausbauten Rottweil-Neufra und Spaichingen-Wurmlingen entfalten ihren Nutzen hauptsächlich mit der Einführung des neuen Fernverkehrsangebots mit/ohne Singener Kurve entsprechend den Varianten A.0 und B.0. Zusätzlich muss aber bei der Variante A.0 auch die Dreigleisigkeit Herrenberg – Gärtringen, die Zweigleisigkeit Neufra-Aldingen und der Ausbau des Bahnhofs Aldingen realisiert werden, um

das vorgesehene Angebotskonzept mit der gewünschten Fahrplanstabilität umsetzen zu können.

Die Investitionen in den Infrastrukturausbau für das Paket 4 belaufen sich für die **Variante A.0** auf rund **190 Mio. €** und für die **Variante B.0** auf rund **125 Mio. €**.

Zusammenstellung Infrastruktur-
Ausbaumaßnahmen für die
Varianten A.0 und B.0

Zusammenfassend stellen sich die Infrastruktur-Ausbaumaßnahmen und deren Investitionskosten für die Hauptvarianten A.0 und B.0 gesamthaft wie folgt dar:

- **Variante A.0 (ohne Singener Kurve):** Infrastrukturmaßnahmenbündel I2 ergänzt um die Dreigleisigkeit Gärtringen-Herrenberg, Zweigleisigkeit Horb-Neckarhausen, Ausbau Oberndorf, Zweigleisigkeit Rottweil-Neufra mit Ausbau Nordkopf Neufra, Zweigleisigkeit Neufra-Aldingen, Ausbau Aldingen, Zweigleisigkeit Spaichingen-Rietheim, Zweigleisigkeit Rietheim-Wurmlingen, Blockverdichtung Gottmadingen, Zweigleisigkeit Grenze D/CH bei Lottstetten bis Rafz.
Der Infrastrukturinvestitionsbedarf für die Variante A.0 beläuft sich auf insgesamt **285 Mio. €**.
- **Variante B.0 (mit Singener Kurve):** Infrastrukturmaßnahmenbündel I2 ergänzt um die Zweigleisigkeit Horb-Neckarhausen, Ausbau Oberndorf, Zweigleisigkeit Rottweil-Neufra mit Ausbau Nordkopf Neufra, Zweigleisigkeit Spaichingen-Rietheim, Zweigleisigkeit Rietheim-Wurmlingen, Singener Kurve, Blockverdichtung Gottmadingen, Zweigleisigkeit Grenze D/CH bei Lottstetten bis Rafz.
Der Infrastrukturinvestitionsbedarf für die Variante B.0 beläuft sich auf insgesamt **220 Mio. €**.

Kostendifferenz Varianten A.0
und B.0

Die Differenz des Infrastrukturinvestitionsbedarfs beläuft sich auf rund 65 Mio. €. Dies sind die Maßnahmen Dreigleisigkeit Herrenberg – Gärtringen, Zweigleisigkeit Neufra-Aldingen und der Ausbau des Bahnhofs Aldingen, welche in der Variante A.0 zusätzlich errichtet werden müssen, abzüglich der Singener Kurve, welche in der Variante A.0 nicht unterstellt ist.

Die Infrastrukturmaßnahmen der Varianten A.0 und B.0 und deren Kosten sind in der Tabelle 12 zusammengefasst.

Tabelle 12:
Zusammenstellung der Varianten
A.0 und B.0, deren Kosten sowie
der Infrastruktur-Pakete 1-4

Erläuterung:
Fahrplan Konstr.: Maßnahmen,
welche aus der
Fahrplankonstruktion
erforderlich werden (Vermeidung
von Kreuzungs- oder
Zugfolgekonflikten)

Fahrplan Stab.: Maßnahmen,
welche der Anhebung der
Fahrplanstabilität dienen

Baukasten Infrastrukturmaßnahmen Gäubahn		Kosten [Mio. €]	Varianten		Fahrplan Konstr./Stab.		Pakete				
			A.0	B.0	A.0	B.0	1	2	3	4	
Optimierung des VzG zwischen Stuttgart und Singen (vgl. Abschnitt 5.2.1)	Stuttgart-Rohr - Böblingen Goldberg (1)	3.3	x	x	Fahrzeitverkürzung (Konstruktion und Stabilität)	A.0/B.0					
	Stuttgart-Rohr - Böblingen Goldberg (2)	3.9	x	x		A.0/B.0					
	Böblingen - Böblingen Hulb	0.8	x	x		A.0/B.0					
	Ehringen (bei Böblingen) - Gärtringen	8.1	x	x		A.0/B.0					
	Bondorf (bei Herrenberg) - Ergenzingen	12.6	x	x		A.0/B.0					
	Eutingen im Gäu - Horb (1)	2.6	x	x		A.0/B.0					
	Eutingen im Gäu - Horb (2)	0.6	x	x		A.0/B.0					
	Horb - Neckarhausen (bei Horb)	6.7	x	x		A.0/B.0					
	Grünholz - Oberndorf (Neckar)	3.3	x	x		A.0/B.0					
	Neufra (bei Rottweil) - Aldingen (bei Spaichingen)	4.1	x	x		A.0/B.0					
	Spaichingen - Rietheim (Württ)	3.6	x	x		A.0/B.0					
	Gottmadingen - Singen (Hohentwiel)	8.6	x	x		A.0/B.0					
	Engen - Mühlhausen (bei Engen)	5.7	x	x		A.0/B.0					
	Abschnittsweise Streckenausbauten (vgl. Abschnitt 5.2.2)	Dreigleisigkeit Gärtringen - Herrenberg	69.6	x			Kon.				
Zweigleisigkeit Horb - Neckarhausen (lang)		26.4	x	x	Kon.	Kon.			A.0/B.0		
Ausbau Nordkopf Oberndorf		1.8	x	x	Stab.	Stab.			A.0/B.0		
Zweigleisigkeit Rottweil - Neufra und Ausbau Nordkopf Neufra		23.7	x	x	Kon.	Kon.					A.0/B.0
Zweigleisigkeit Neufra - Aldingen		32.3	x		Kon.						A.0
Ausbau Bahnhof Aldingen		2.8	x		Kon.						A.0
Zweigleisigkeit Spaichingen - Rietheim		24.8	x	x	Kon.	Kon.					A.0/B.0
Zweigleisigkeit Rietheim - Wurmlingen		22.9	x	x	Kon.	Kon.					A.0/B.0
Neubau Singener Kurve		40.0		x		Stab.					B.0
Blockverdichtung Singen - Gottmadingen		0.8	x	x	Stab.	Stab.			A.0/B.0		
Zweigleisigkeit Lottstetten Landesgrenze bis Rafz	15	x	x	Kon.	Kon.					A.0/B.0	
Summe	Mio. €	284	219					64	28	1	125- 190

Überlegungen zur Wirksamkeit
der vorgeschlagenen
Infrastrukturinvestitionen

Die Varianten A.0 und B.0 ermöglichen beide für den IC einen Fahrzeitgewinn zwischen Stuttgart und Zürich von 19 Minuten gegenüber dem Referenzfall unter Einhaltung einer wirtschaftlich optimalen Betriebsqualität. Pro Minute Fahrzeitgewinn resultieren so in der Variante A.0 Investitionskosten von rund 15 Mio. €; bei der Variante B.0 müssen rund 11.5 Mio. € investiert werden.

8.2 Würdigung der Ergebnisse und Bezug zu älteren Studien

Würdigung der Ergebnisse

Angesichts der bestehenden Situation mit einer intermodal nicht konkurrenzfähigen Fahrzeit Stuttgart-Zürich von rund drei Stunden und vor dem Hintergrund der Vereinbarung von Lugano ist der Ausbaubedarf auf der Gäubahn gegeben. Die beiden untersuchten Hauptvarianten A.0 und B.0 bieten dank dem vorgeschlagenen Infrastrukturausbau in der Größenordnung von 200 bis 250 Mio. € und dem Einsatz von Neigetechnikfahrzeugen beide eine Verkürzung der Planfahrzeit um rund 20 Minuten auf zwei Stunden und 37 Minuten, was sowohl in Stuttgart als auch in Zürich eine Einbindung in den jeweiligen Anschlussknoten ermöglicht. Eine weitere Verkürzung der Planfahrzeit auf zwei Stunden und 15 Minuten erfordert längere Neubauabschnitte (vgl. 5.2.3), wobei die Kosten für entsprechende Pakete weit über 1 Mrd. € liegen und gegenüber den Hauptvarianten A.0 und B.0 auch verlorene Investitionen z.B. zwischen Horb und Rottweil entstehen.

Die Kosten für die erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen in den Hauptvarianten A.0 und B.0 liegen preisbereinigt in etwa in derselben Größenordnung wie im Bundesverkehrswegeplan 2003 für den Ausbau der Gäubahn

vorgesehen²⁸⁾. Hingegen fallen die zu erwartenden Nutzen aufgrund der Fahrzeitverkürzung im Fernverkehr und den zusätzlich vorgesehenen Nahverkehrsangeboten grösser aus als im Bundesverkehrswegeplan 2003.

Diskussion mit/ohne Singener
Kurve noch zu führen

Es bleibt in der politischen Diskussion im Land zu entscheiden, ob mit der Variante A.0 eine Variante ohne Singener Kurve und einem dadurch höheren Infrastrukturausbaubedarf sowie einer schlechteren Betriebsqualität auf der übrigen Strecke umgesetzt werden soll oder mit der Variante B.0 die Vorteile einer Singener Kurve neben dem Güterverkehr auch für den Fernverkehr Stuttgart-Zürich genutzt werden sollen.

Mit der vorgeschlagenen Paketbildung können die Varianten A.0 und B.0 beide etappenweise in bis zu vier Paketen (1-4) umgesetzt werden und damit der Ausbau den jeweiligen finanziellen Möglichkeiten der Projektpartner (Bund und Land) angepasst werden.

Bezug zur Gäubahn-Studie 2005

Bei Betrachtung der vorliegenden Ergebnisse vor dem Hintergrund der Gäubahn-Studie 2005 [7] und den Untersuchungen zum Planfall „Gäubahn 3“ [12] und [13] aus 2006/2007 ist zu beachten, dass in den damaligen Studien nur Regelfahrzeiten zugrunde gelegt worden sind. Eine Ermittlung von Planfahrzeiten oder eine Betriebssimulation entsprechend den Vorgaben der DB Netz ist nicht erfolgt. Entsprechend wurde der erzielbare Fahrzeitgewinn in den damaligen Studien systematisch über- und der stabilitätsbedingte Infrastrukturbedarf unterschätzt. Es kommt hinzu, dass das damals unterstellte Mengengerüst im SPNV im Nordabschnitt deutlich geringer war als in der vorliegenden Untersuchung²⁹⁾.

Stresstest zum Projekt Stuttgart
21 aus 2011

Bei Betrachtung der vorliegenden Ergebnisse vor dem Hintergrund des Stresstest zum Projekt Stuttgart 21 aus 2011 [8] ist zu beachten, dass im Audit zur Betriebsqualität von Stuttgart 21 einerseits nur der Bereich bis Horb simuliert worden ist und damit die mehrheitlich eingleisigen Streckenabschnitte südlich Horb nicht berücksichtigt worden sind und andererseits auch hier ein deutlich geringeres Mengengerüst im SPNV im Nordabschnitt unterstellt worden ist³⁰⁾.

8.3 Empfehlungen

Stufen- bzw. paketweiser
Ausbau der Gäubahn der
Nachfrage folgend

Mit dem Ziel die Fahrzeiten auf der Gäubahn und auf der internationalen Verbindung Stuttgart-Zürich zu reduzieren, um den Verpflichtungen aus der Vereinbarung von Lugano zumindest teilweise nachzukommen, sollte unabhängig von der Frage der Singener Kurve ein etappenweiser Ausbau

28) Die Investitionskosten für die Ausbaumaßnahmen auf der Gäubahn gemäß BVWP 2003 betragen 162 Mio. €. Die Preisbereinigung mit dem Baukostenindex Ingenieurbau Straße gemäß destatis (I/2003: 84.0 Punkte, I/2016: 111.7 Punkte) führt zu aktualisierten Investitionskosten für die damaligen Maßnahmen von 215.4 Mio. €.

29) Keine MEX-Verkehre Stuttgart-Rottweil/Singen (stündlich) und Stuttgart-Horb (halbstündlich)

30) Kein MEX-Verkehr Stuttgart-Rottweil/Singen (stündlich) und Stuttgart-Horb nur stündlich statt halbstündlich

der Gäubahn, wie in den vier Paketen 1-4 aufskizziert, angegangen werden. So können die Investitionen von Norden nach Süden zunächst dort Nutzen entfalten, wo auf dem deutschen Streckenabschnitt die größte Nachfrage besteht und für die hauptsächlich politisch zu klärende Frage, ob der Fernverkehr Stuttgart-Zürich über die Singener Kurve geführt werden soll, bleibt genügend Zeit, da diese erst vor der Umsetzung des Pakets 4 angegangen werden muss, ohne dass Investitionen getätigt werden müssen, welche später obsolet würden.

Anzustrebende Fahrzeitreduktion von rund 20 Minuten mit Einsatz von Neigetechnikfahrzeugen

Die vorgestellten Varianten A.0 und B.0 ermöglichen beide eine Fahrzeitreduktion von rund 20 Minuten und dank einer vorteilhaften Einbindung in die Knoten Stuttgart und Zürich teilweise auch den Halbstundensprung auf Verbindungen von Zürich über Stuttgart hinaus und umgekehrt. Die Betriebsqualität bewegt sich im wirtschaftlich optimalen Bereich (vgl. Ausführungen zur Definition des Qualitätsmaßes im Anhang A1). Für den beabsichtigten Einsatz von Neigetechnikfahrzeugen sind schnellstmöglich direkte Gespräche der deutschen und der Schweizer Seite inkl. der jeweiligen Infrastrukturbetreiber anzustreben.

Mit der Einbindung der IC-Züge in Zürich in den Knoten zur Minute 30 entsprechend den Vorgaben des AS 2025 mit Wahrung des guten Übergangs in Richtung Italien ist für die Fahrplankonstruktion auf der Gäubahn die insgesamt unvorteilhaftere Randbedingung gewählt worden als die alternativ ebenfalls mögliche Einbindung der IC-Züge in den Nullknoten in Zürich. In der Tendenz lässt eine Drehung der IC-Züge auf der Gäubahn um 30 Minuten bei gleicher Größenordnung der Infrastrukturinvestitionen eine einfachere Fahrplankonstruktion und weniger Konflikte erkennen.

Optionen für eine Durchbindung über Stuttgart hinaus

Für die langfristig vorgesehene Durchbindung der Gäubahn über Stuttgart hinaus bis Nürnberg ist ebenfalls ein zweistufiges Verfahren anzustreben:

- Ausbaustufe I: Realisierung der Fahrzeitverkürzung auf der Gäubahn mit Neigetechnik entsprechend den Varianten A.0 oder B.0.
- Ausbaustufe II: Prüfung einer Drehung der IC-Züge auf der Gäubahn um 30 Minuten und/oder zusätzliche Ertüchtigung der Remsbahn für Neigetechnik, um den Anschlussknoten in Nürnberg zu erreichen.

Empfehlung nächste Schritte

Es wird empfohlen, im nächsten Schritt eine vollständige Bewertung des angestrebten Angebotsausbaus im SPFV und SPNV auf der Gäubahn entsprechend den Vorgaben des BVWP inkl. Nachfrageermittlung und -prognose anzugehen. Gleichzeitig empfehlen wir, für die Ausbaupakete 1 bis 4 entsprechend aufeinander abgestimmte, stufenweise Angebotskonzepte auszuarbeiten.

Anhänge

A1 Erläuterung Simulationsablauf und Interpretationshilfe Ergebnisse

A2 Genutzte Eingangsdaten

A3 Infrastrukturmaßnahmen Lagepläne

A4 Infrastrukturmaßnahmen Kostenschätzungen

A5 Netzgrafiken und Bildfahrpläne

A6 Literatur- und Quellenverzeichnis

A1 Erläuterung Simulationsablauf und Interpretationshilfe Ergebnisse

A1.1. Systematik und Begriffsdefinition

Erläuterung der verwendeten Begriffe

Alle Fahrzeitrechnungen, Fahrplankonstruktionen und Betriebssimulationen werden im Tool LUKS[®] durchgeführt. Dieses erlaubt mikroskopische (sperrzeitenscharfe) Modellierung unmittelbar auf den Daten der DB Netz AG.

Technische Fahrzeit

Die technische Fahrzeit ist die minimal mögliche Fahrzeit. Dabei wird die vollständige Ausnutzung des Geschwindigkeitsprofils und der Beschleunigung unterstellt.

Regelfahrzeit

Die Regelfahrzeit setzt sich aus der technischen Fahrzeit zuzüglich Regelzuschlag zusammen. Somit werden u.a. stochastische Einflüsse wie Wind oder das Verhalten des Triebfahrzeugführers berücksichtigt.

Planfahrzeit

In der Planfahrzeit werden Abhängigkeiten aus dem Fahrplan berücksichtigt. Abhängigkeiten i.F.v. Auflaufen oder Zugkreuzungen können zu Fahrzeitverlängerungen oder Betriebshalten führen. Daneben enthält die Planfahrzeit weitere Fahrzeitreserven zum Verspätungsabbau sowie Haltezeitzuschläge. Auch Bauzuschläge können Bestandteil der Planfahrzeit sein.

Betriebssimulation

Durch das Einspielen von Verspätungen auf Basis von Wahrscheinlichkeitsverteilungen werden die Zugfahrten eines Fahrplans gestört und es entstehen Konflikte, welche von LUKS-S automatisch gelöst werden. Wie im täglichen Betrieb muss durch geeignete Dispositionsmaßnahmen ein fahrbarer Fahrplan hergestellt werden. Anhand der durchgeführten Simulationen werden Rückschlüsse auf die Tauglichkeit der zugrundeliegenden Infrastruktur sowie auf die zu erwartende Betriebsqualität dieses Fahrplans gezogen.

Letztere hängt unter anderem von den im Fahrplan vorgesehenen Reservezeiten (zur Verspätungskompensation) und Pufferzeiten (zur Vermeidung der Verspätungsübertragung) ab. Etwaige Bauzuschläge dienen nicht dem Verspätungsabbau.

Um Varianten miteinander vergleichen zu können, werden die gleichen Sätze von Primärverspätungen für alle zu vergleichenden Varianten genutzt. Anschließend wird eine gemeinsame Schnittmenge über alle Simulationsserien ausgewertet. Da die Anzahl der durchgeführten Simulationen pro Variante ausreichend groß sein muss, um statistisch belastbare Ergeb-

nisse zu erhalten, werden pro Variante so viele Simulationsläufe durchgeführt, dass die Schnittmenge mindestens 100 Resultate umfasst.

Kenngrößen der Simulationsauswertung

Auszuwerten ist insbesondere die Betriebsqualität einer IC-Verbindung entlang des Laufwegs über zahlreiche Netzelemente. Deren Betriebsqualität soll gemäß Zielsetzung „optimal“ sein.

Während die DB Ril 405 für Leistungsfähigkeitsuntersuchungen gemäß Warteschlangentheorie exakte Zielgrößen und zugehörige Qualitätsmaßstäbe vorgibt, sind vergleichbare Zielgrößen für Simulationsuntersuchungen bislang nur teilweise definiert³¹. Zur Bewertung des Untersuchungsziels werden zwei potentielle Kennzahlen zur Bewertung gewählt und ausgewertet: Dies sind der Beförderungszeitquotient Betrieb für die IC-Verbindung (und ausgewählte Fahrlagen des MEX) und der Verspätungszuwachs aller Züge (außer Güterverkehr). Darüber hinaus werden punktuell die infrastrukturbezogenen Behinderungen betrachtet.

Der Beförderungszeitquotient Betrieb (BFQ) errechnet sich aus tatsächlicher Fahrzeit zu Planfahrzeit. Er gibt Auskunft darüber in welchem Umfang sich die tatsächliche Fahrzeit in Folge von Verspätungen oder Verfrühungen im Vergleich zur Planfahrzeit geändert hat. In die tatsächliche Zeit gehen Verspätungen am Einbruch nicht ein. Die spezifische Qualitätskenngröße BFQ hat den Vorteil, unabhängig von der Größe des Betrachtungs- und Auswerterraums zu sein.

In der DB Ril 405 werden allein Empfehlungen für den Zustand „Fahrplan“ gegeben. Diese betragen 1,05 (105 %) für den vertakteten SPFV und 1,07 (107 %) für den schnellen SPNV. In dieser Studie werden die identischen Schwellwertes für den untersuchten Zustand „Betrieb“ herangezogen und geben eine Indikation zur gesamthaften Betriebsqualität. Die Kennwerte werden über alle Simulationsläufe einer Variante zum Median aggregiert und als Indikator I.7 genutzt. (Da die Ril 405 keine Vorgabe zum Schwellwert gibt, lässt sie auch die Beschreibung der Zufallsgröße per Mittelwert oder Median offen, siehe auch Anmerkung weiter unten.)

Als weitere Kennzahl wird der abschnittsweise Verspätungszuwachs entlang des Korridors zwischen Schaffhausen und Filderbahnhof einmal separat für den IC und einmal für alle Züge mit Ausnahme des Güterverkehrs ermittelt. Im Optimum entsteht kein Verspätungszuwachs oder dieser wird in den angrenzenden Elementen kompensiert. In der Regel werden Verspätungsdifferenzen zur Auswertungen von Knotenstrukturen herangezogen. In diesem Gutachten wird die Verspätungsentwicklung hingegen über eine Strecke von mehreren Knoten betrachtet, um eine Aussage zur Betriebsqualität einer oder mehrerer Linien zu beurteilen.

³¹ Das BMVI hat ein F&E-Projekt zur diesbezüglichen Komplettierung des Regelwerks just ausgeschrieben.

Durch die infrastrukturbezogene Auswertung lassen sich hoch belastete Infrastrukturbereiche identifizieren. An diesen Stellen ist der Konfliktumfang infolge der Behinderungszeit besonders groß.

Die infrastrukturbezogenen Behinderungen weisen je Simulationslauf die Anzahl der Konflikte und die Konfliktauern je Belegungselement (z. B. Weiche, Block) aus. Jeder Konflikt bedingt eine Konfliktlösung. Die daraus resultierende Folgeverspätung ist in ihrer Höhe jedoch nicht äquivalent zur Konfliktdauer und auch der Ort der Konfliktlösung liegt in der Regel anderweitig. Durch die infrastrukturbezogenen Behinderungen lassen sich hoch belastete Infrastrukturbereiche identifizieren, welche zu zahlreichen Folgeverspätungen führen.

Hinweise zur Interpretation der Simulationsergebnisse

Absolute Größenordnung der angestrebten Verspätungen

Angestrebt wird, dass die realisierten Fahrlagen einen Beförderungszeitquotienten von 105 % nicht überschreiten. Bei der Interpretation gilt es zu beachten, dass es sich um eine relative Größe handelt. 5 % Überschreitung der planmäßigen Fahrzeit bedeutet bei einer planmäßigen Fahrzeit von 157 Minuten (2h37') einen zulässigen Verspätungszuwachs von bis zu sieben Minuten. Beachtet man, dass der Verspätungszuwachs ab Startbahnhof (beim hier betrachteten IC sind dies Stuttgart Hbf. bzw. Zürich HB) gewertet wird und der Zug dort ggf. bereits verspätet abfährt, so kann eine mittlere Ankunftsverspätung am Zielbahnhof von rund zehn Minuten noch zulässig sein. Insbesondere für die Fahrtrichtung nach Süden ist daher anzustreben, dass ein Median wesentlich kleiner als 5 % vorliegt.

Größenordnung der induzierten Verspätungen

Es werden die Standardwerte für Einbruchs- und Primärverspätungen genutzt, wie sie in den Regelwerken gemäß Abschnitt A 3.2 beschrieben werden. Es ist davon auszugehen, dass die Größenordnung der induzierten Verspätungen insbesondere für den Schweizer Abschnitt sowie für in Stuttgart beginnende IC zu hoch ist. Ist dies der Fall, so resultieren zu konservative Simulationsergebnisse.

Mittelwert vs. Median

Bei aggregierten Zufallsgrößen (insb. Verspätungen) werden im Rahmen dieser Untersuchung in der Regel sowohl Mittelwert als auch Median dargestellt. Ziel ist, eine zu starke Verfälschung von Aussagen zu vermeiden, wenn Ausreißer die Mittelwertbildung beeinflussen. Der konkrete Untersuchungsgegenstand ist diesbezüglich besonders sensibel, da die zahlreichen eingleisigen Abschnitte in der Konfliktlösung schnell zu Extremfällen („Reihenfolgetausch“) führen.

A1.2. Grundlagen und Regelwerke

Regelwerk DB Netz AG

DB Ril 402 „Trassenmanagement“ und DB Ril 405 „Fahrwegkapazität“

A2 Genutzte Eingangsdaten

Folgende Eingangsdaten werden genutzt:

- Mikroskopische Spurpläne im Format XML-ISS in D bzw. mikroskopische Streckenzüge im Format railML® in CH
- Fahrplandaten im Format XML-KSS in D
- Makroskopische Fahrplandaten aus Netzgrafiken in D:
 - Zielkonzept ITF BW 2025
 - Zielkonzept 2025 Bodenseegürtelbahn
 - Zielkonzept+ der Studie „Elektrifizierung Hochrheinstraße und Bodenseegürtelbahn
 - Variante 3 des Agglomerationsprogramms Schaffhausen
- Jahresplan 2016 insb. für Stuttgarter S-Bahn und Rinzüge
- Makroskopische Fahrplandaten aus Netzgrafiken in CH:
 - STEP AS 2025 (Stand 12.2015)
- Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten (VzG) in D bzw. RADN-Blätter in CH
- Signallagepläne mit verorteten Standorten der Haupt- und Vorsignale in D und CH
- Planunterlagen zu bereits geplanten bzw. derzeit in Bearbeitung befindlicher Maßnahmen zur Berücksichtigung und Einbeziehungen zukünftiger Entwicklungen sowie zur Gewährleistung der Aktualität des hier zu erstellenden Gutachtens
- analoge Planunterlagen für den Bereich der SBB

A3 Infrastrukturmaßnahmen Lagepläne

Die Planung der Infrastrukturausbauten zur Anhebung der zulässigen Geschwindigkeit sowie der abschnittswisen Streckenausbauten erfolgte auf Grundlage der seitens DB Netz AG im März 2015 zur Verfügung gestellten Lagepläne M 1:1000 (IVL-Pläne) und Trassen- bzw. Gleisvermarkungspläne (IVMG-Pläne). Die eigentliche Trassierung erfolgte mit Hilfe der ebenfalls seitens DB Netz AG zur Verfügung gestellten digitalen Trassendaten (Achsen- daten in Lage und Höhe) mit Stand 15.02.2015. Für die Neubaustrecken- abschnitte außerhalb der Bestandsstrecken wurden topografische Karten sowie digitale Geländemodelle als Grundlage verwendet, die über das Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg beschafft worden sind (Stand: Juni 2015).

A4 Infrastrukturmaßnahmen Kostenabschätzungen

Die ermittelten Investitionskosten der Maßnahmenbündel setzen sich aus den entsprechenden Investitionskosten der einzelnen Infrastrukturmaßnahmen zusammen, welche wiederum über die Gewerke bzw. Anlagenteile Oberbau, Bahnkörper, Ingenieurbau, Hochbau / Bahnsteige, Bahnübergänge, Leit- und Sicherungstechnik, Bahnenergieversorgung, 50 Hz, Telekommunikationsanlagen, Umwelt / Schallschutz, Grunderwerb und Rückbau ermittelt worden sind. Bei den Kosten der Infrastrukturmaßnahmen wurden zusätzlich Planungskosten in der Höhe von 18%³²⁾ und ein Prozentsatz für Risiko/Unvorhergesehenes berücksichtigt, dessen Höhe in Abhängigkeit der Bewertung und des Umfangs der jeweils geplanten Infrastrukturmaßnahmen abgeschätzt wurde. Die verwendeten Wertgerüste für die einzelnen Anlagenteile orientieren sich an Standardwerten, welche auch für die Erarbeitung von Kostenschätzungen für Maßnahmen aus dem BVWP Verwendung finden sowie an den Einheitspreisen gemäß Kostenermittlungsbuch bzw. dem Kostenkennwertekatalog (DB Richtlinie 808.0210).

Wo nicht anders vermerkt, bewegt sich die Genauigkeit der vorliegenden Kostenabschätzungen in der Größenordnung +/- 30%. Die MwSt. ist nicht eingerechnet.

Die Kostenabschätzungen gliedern sich entsprechend der Aufstellung in Kapitel 5.2 in:

A4.1 Infrastrukturausbauten zur Anhebung der zulässigen Geschwindigkeit

A4.2 Abschnittsweise Streckenausbauten

A4.3 Neubaustreckenabschnitte

³²⁾ In der Standardisierten Bewertung wird demgegenüber von einem Planungskostenansatz in der Höhe von 10% ausgegangen.

A5 Netzgrafiken und Bildfahrpläne

Netzgrafik Variante A.0

Netzgrafik Variante B.0

Bildfahrpläne Variante A.0

- Ausschnitt Stuttgart – Singen (Htw)
- Ausschnitt Stuttgart – Herrenberg
- Ausschnitt Rottweil – Tuttlingen
- Ausschnitt Tuttlingen – Singen (Htw)

Bildfahrpläne Variante B.0

- Ausschnitt Stuttgart – Singen (Htw)
- Ausschnitt Stuttgart – Herrenberg
- Ausschnitt Rottweil – Tuttlingen
- Ausschnitt Tuttlingen – Singen (Htw)

A6 Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Netzgrafik: Grundtaktfahrplan (26 Züge) mit Spitzenstundenzügen (49 Züge) gemäß Konstruktion von DB Netz „20111130-Liniennetzgrafik.pdf“
- [2] Bundesamt für Verkehr (BAV), Referenzkonzept 2025 - Umsetzungsplanung von ZEB und STEP AS 2025, Netzgrafik: ZEB und STEP AS 2025, Stand 08.2014 „STEP2025.pdf“
- [3] Bundesamt für Verkehr (BAV), Netzgrafik: Ausbauschnitt AS2025, Stand 12.2015 „Anhang 6 - Referenzkonzept+2025+Stand+12-15.pdf“
- [4] Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg (NVBW), Netzgrafik: Zielkonzept Bodenseegürtelbahn „Anhang 4 - Zielkonzept 2025 Bodenseegürtelbahn mit Angaben für Gutachten Gäubahn.pdf“
- [5] Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg (NVBW), Weiterentwicklung landesweiter ITF Baden-Württemberg, 2015, „Anhang 1 - 151223_Liniennetzplan Stuttgart Zielkonzept 2025 (2).pdf“, „Anhang 2 - Relevante Tabellenfahrpläne Zielkonzept ITF BW 2025.zip“ und Netzgrafik Zielkonzept ITF BW 2025 mit Bedarfsplaninfrastruktur, Ausschnitt Großraum Stuttgart „Anhang 3 - 151211 NG Zielkonzept 2025 mit Bedarfsplaninfrastruktur intern.pdf“ – *Ein Auszug der Unterlagen ist nachfolgend beigefügt.*
- [6] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung, Endbericht (FE-PROJEKTNR.: 960974/2011), Essen/Berlin/München, 24. März 2015
- [7] Interessenverband Gäu-Neckar-Bodensee-Bahn, Schweizerische Eidgenossenschaft, Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung, Vorschläge zum Ausbau der europäischen Bahnverbindung Stuttgart – Zürich – Milano, Villingen-Schwenningen, September 2005
- [8] DB Netz AG, Land Baden-Württemberg, Audit zur Betriebsqualitätsüberprüfung Stuttgart 21, Schlussbericht, Zürich, 21. Juli 2011
- [9] Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg, Kanton Schaffhausen, Elektrifizierung der Hochrheinstrecke und Bodensee-Gürtelbahn, 15. Dezember. 2009
- [10] Kanton Schaffhausen, Agglomerationsprogramm Schaffhausen, Schaffhausen, 1. Juni 2011
- [11] DB Projektbau Stuttgart-Ulm GmbH, Planfeststellungsabschnitte 1.3b, Ostkopf Station Terminal und Rohrer Kurve – Stellungnahme zu Modifikationen ggü. Zusatzfinanzierungsvereinbarung, Stuttgart, 9. Mai 2016
- [12] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bewertung von Investitionen zum Ausbau deutscher Eisenbahnstrecken im Zulauf zur NEAT, Schlussbericht, Freiburg/München, 2006

- [13] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bewertung von Investitionen zum Ausbau deutscher Eisenbahnstrecken im Zulauf zur NEAT, Ergänzungsuntersuchung zum Planfall „Gäubahn 3“ (FE-Vorhaben: 96.0892/2006), Freiburg/München/Zürich, 2007
- [14] Grosse, U., Aspekte einer Güterverkehrsumgehungskurve für Singen und die Gäubahn, Tübingen, 2007
- [15] Die badischen Eisenbahnen 1840-1940, Freiburg i Br, 1949
- [16] Die Schwarzwaldbahn, Freiburg i Br, 1991