

Infrastrukturdimensionierung im Bahnknoten Stuttgart 2040

**Dokumentation der Ergebnisse
Stuttgart / Frankfurt, März 2023**

**VWI: Stefan Tritschler, Moritz Biechele, Patrick Wernhardt
SMA: Marten Maier, Kilian Saenger**

Gliederung

- Konzeption einer erhöhten ÖV-Nachfrage im Nachfrageszenario Verkehrswende
- Zielstellungen für einen attraktiven ÖV im Bahnknoten Stuttgart 2040
- Betriebliche und verkehrliche Bewertung im Regelverkehr und Störfall eines Bahnknoten Stuttgart 2040 zur Dimensionierung der erforderlichen Infrastruktur:
 - Vorgehen und Methodik
 - Szenario 1: Referenzfall ohne weiteren Infrastrukturausbau im Kern
 - Szenario 2: Szenario 1 wird um eine Nahverkehrs-Ergänzungsstation ergänzt
 - Szenario 3: Szenario 1 wird um die Regional-T-Spange mit vollständigem Bau des Nordkreuzes ergänzt
 - Vergleich der Szenarien im Regelbetrieb
 - Betrachtung einer Störung der S-Bahn
 - Betrachtung einer Störung des Hauptbahnhofs
- Zusammenfassung der Ergebnisse und Handlungsempfehlungen

Gliederung

- Konzeption einer erhöhten ÖV-Nachfrage im Nachfrageszenario Verkehrswende
- Zielstellungen für einen attraktiven ÖV im Bahnknoten Stuttgart 2040
- Betriebliche und verkehrliche Bewertung im Regelverkehr und Störfall eines Bahnknoten Stuttgart 2040 zur Dimensionierung der erforderlichen Infrastruktur:
 - Vorgehen und Methodik
 - Szenario 1: Referenzfall ohne weiteren Infrastrukturausbau im Kern
 - Szenario 2: Szenario 1 wird um eine Nahverkehrs-Ergänzungsstation ergänzt
 - Szenario 3: Szenario 1 wird um die Regional-T-Spange mit vollständigem Bau des Nordkreuzes ergänzt
 - Vergleich der Szenarien im Regelbetrieb
 - Betrachtung einer Störung der S-Bahn
 - Betrachtung einer Störung des Hauptbahnhofs
- Zusammenfassung der Ergebnisse und Handlungsempfehlungen

Räumliche Erweiterung des VRS-Modells → REM

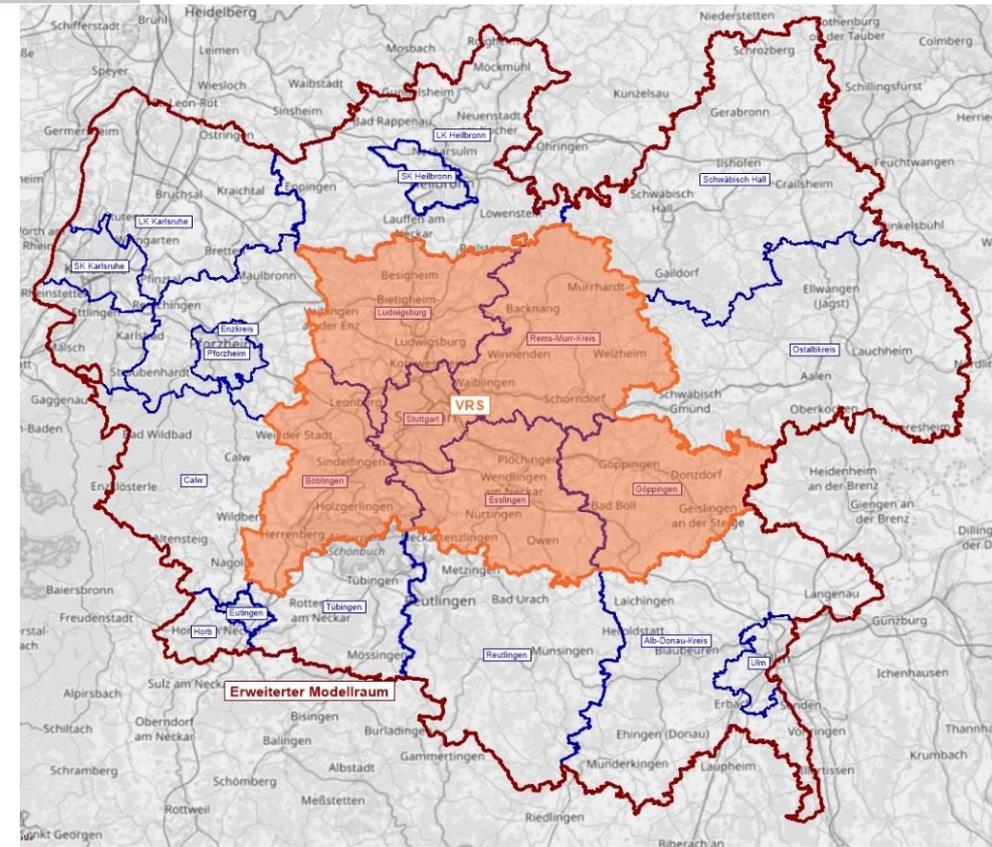
Basis der untersuchten Nachfragewirkungen ist das Verkehrsmodell der Region Stuttgart, das VRS-Modell.

Dieses Verkehrsmodell wurde räumlich erweitert, um Verkehrsbeziehungen auch über die Regionsgrenzen hinaus erfassen zu können. Der erweiterte Modellraum umfasst somit rund **6 Mio. Einwohner** und den Großteil der Europäischen Metropolregion Stuttgart.

Die räumliche Erweiterung ermöglicht nachfragereagible Berechnungen der Verkehrsströme des Modellraums, sodass die Verkehrsnachfrage in Abhängigkeit der Verkehrsangebots (Netze, Widerstände, Kosten usw.) berechnet werden kann.

Das räumlich erweiterte Modell (REM) hat ein Analysejahr 2010 und ein Prognosejahr 2030. Dieser Bezugsfall 2030 bildet den absehbaren verkehrlichen Bedarf ab und dient als Absprunghöhe für die Erstellung des Verkehrswendeszenarios mit geänderten Eingangsparametern.

Das REM bildet die **methodische Grundlage** zur Bewertung der Konzepte für den Knoten Stuttgart.



Ausgangslage und Aufgabenstellung – Szenario Verkehrswende

Grundfrage: Was bedeutet die angestrebte Verkehrswende für den Bahnknoten Stuttgart?

Grundlage ist das Nachfrageszenario

Verkehrswende:

- Langer Zeithorizont
- Geht über absehbaren verkehrlichen Bedarf hinaus



Maßnahmen

- **Zusätzliches ÖV-Angebot** im SPNV sowie auch bei Stadtbahnen und im Busverkehr
- **Weitere Attraktivierung des ÖV:** Halbierung der Fahrpreise
- **Autofahren wird unattraktiver:** CO₂-Preis, erhöhter Parkdruck, Ausdehnung Parkraummanagement, Geschwindigkeitsrestriktionen
- **Fuß- und Radverkehr wird attraktiver:** Knotenpunktpriorisierung, Schaffung kürzerer, attraktiver, sicherer, sauberer,... Wege, höherer E-Bike-Anteil

Szenario Verkehrswende – Zusätzliches ÖV-Angebot

Um die Ziele der Verkehrswende erfüllen zu können, wird bereits als Grundlage der Untersuchung ein zusätzliches Angebot im ÖPNV unterstellt.

Regionalverkehr

- Umsetzung der Maßnahmen des Deutschlandtakts
- Taktverdichtung der Stuttgarter Nebenbahnen und der Filstalbahn bis Ulm
- Zusätzliche MEX-Halte (Remstal, Heilbronn, Pforzheim)
- Optimierter Nordzulauf im Zuge des Deutschlandtakts (Angewendet für Fahrzeitverkürzung oder alternativ MEX-Halt Feuerbach)

S-Bahn

- Verdichtung außerhalb der Stammstrecke: S2 und S4 (HVZ), S60 15'-Takt bis Böblingen
- Verlängerungen: S5 Ehningen, Vaihingen (E), Kirchheim (N), S6 S.-Vaihingen, S4 Sulzbach, S2 Plüderhausen, S1 Bondorf
- + 4 Züge/h in der Stammstrecke: S62 Calw – Schwabstraße , S1 Geislingen – Schwabstraße

Szenario Verkehrswende – Zusätzliches ÖV-Angebot

Im Stadtbahn- und Busverkehr wurden ebenfalls zusätzliche Angebote unterstellt:

Stadtbahn

- Erweiterung des Netzes der Stadtbahn Stuttgart:
Eiermannareal, Bösental, Asemwald, Ditzingen Bf, Pattonville, Esslingen
- Zusätzliche Stadtbahnlinien außerhalb des Stuttgarter Netzes:
Stadtbahn Ludwigsburg, Zabergäubahn, Bottwartalbahn und Bollerbahn

Busverkehr

- Stuttgart: Taktverdichtung und Beschleunigung Innenstadt, neue Expressbuslinie, neue Ost-Tangente
- Taktverdichtung in HVZ und Stärkung von Zulaufbussen auf SPNV
- Stärkung von Linien in Esslingen, Ludwigsburg, Sindelfingen / Böblingen

Szenario Verkehrswende – Weitere Maßnahmen und Annahmen

Um die Verlagerungsziele der Verkehrswende im Modell zu erreichen, werden weitere Push/Pull-Maßnahmen unterstellt.

Weitere Attraktivierung des ÖV

- ÖV-Ticket-Preise sinken: **-50 %**

Autofahren wird unattraktiver

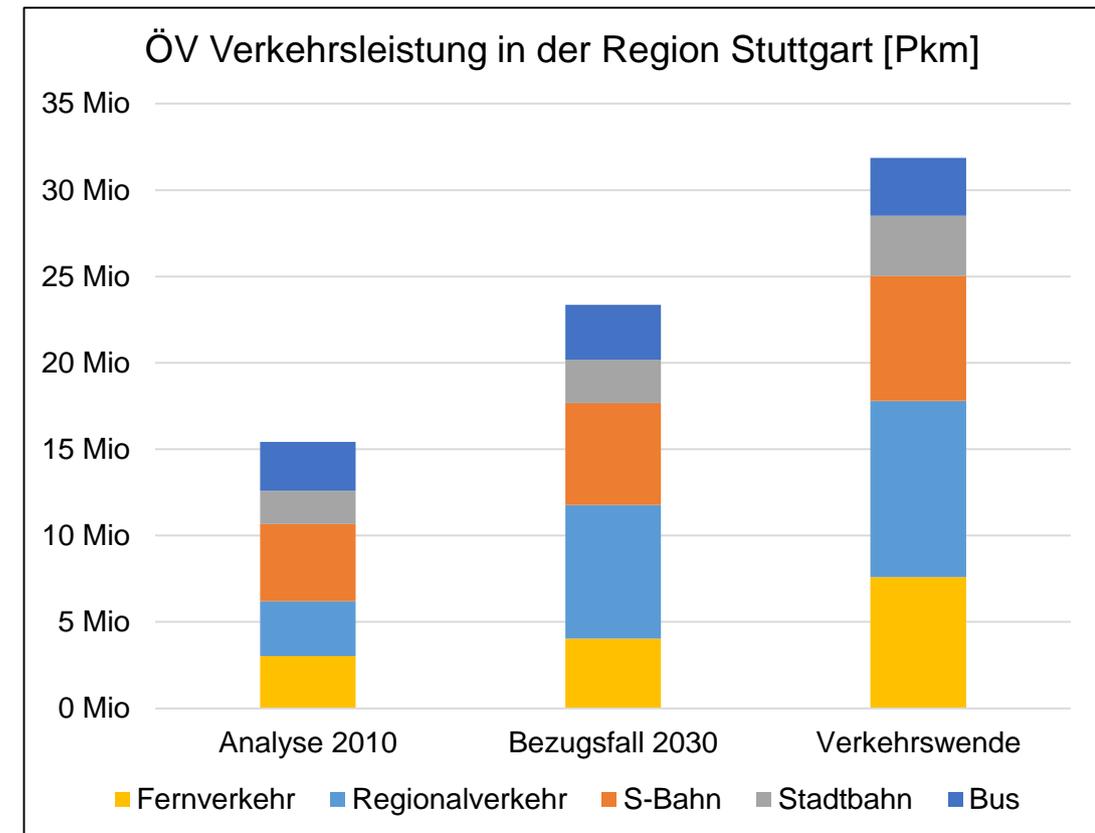
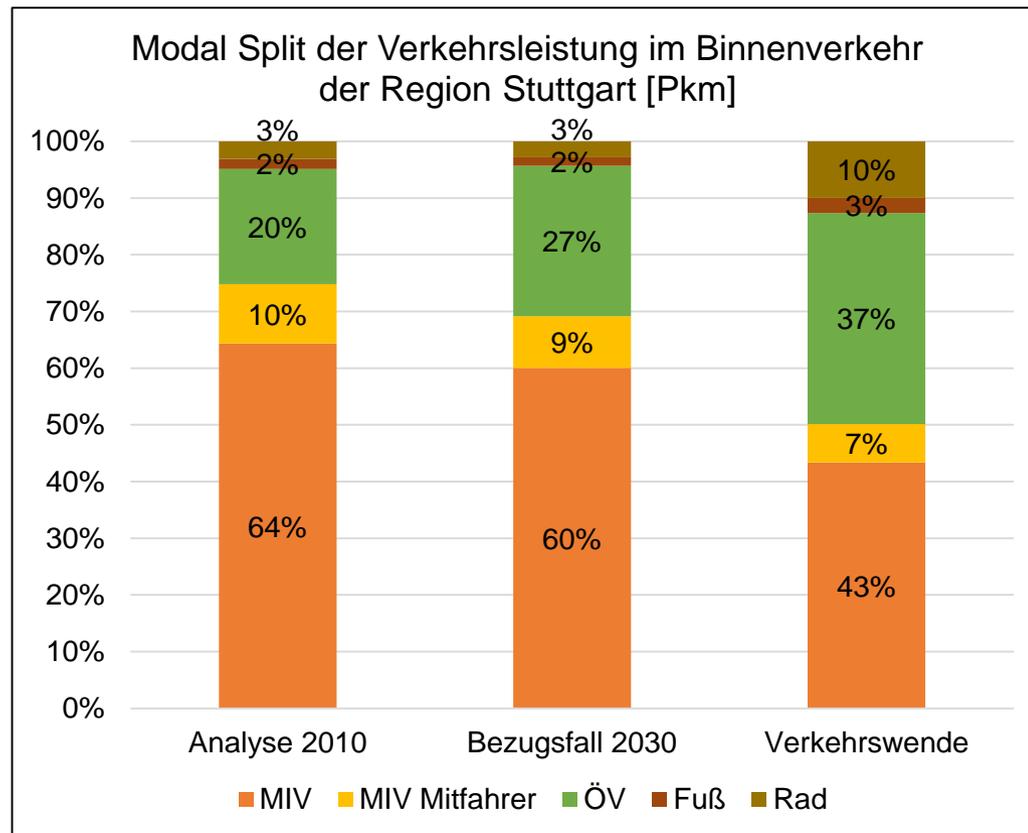
- Kraftstoffpreiserhöhung: **+54 %** (entspricht CO₂-Preis von 243 €/t)
- Ausdehnung des Parkraummanagements mit 10% höherem Parkdruck
- Erhöhung der Parkgebühren um 100 % in der LHS und den Innenstädten der Mittelzentren
- Geschwindigkeitsrestriktionen innerorts auf 40 km/h

Fuß- und Radverkehr wird attraktiver

- Reisezeitreduktion durch Knotenpunktpriorisierungen sowie Fuß- und Radwegausbau sowie vermehrter E-Bike-Nutzung: Beschleunigung Fußverkehr: **5 %**, Radverkehr: **15 %**
- Sicherere, sauberere und qualitativ hochwertigere Wege und Abstellmöglichkeiten machen Fuß- und Radverkehr attraktiver. Dies wird in der Modellierung durch Zeitboni abgebildet.

Szenario Verkehrswende – Ergebnisse

Im Ergebnis des Szenarios zeigt sich eine deutliche Verschiebung der Verkehrsmengen weg vom Pkw hin zum **Umweltverbund** (ÖV, Fuß, Rad). Die Zunahme im ÖV verteilt sich unterschiedlich auf die ÖV-Verkehrssysteme. Die größte Zunahme erfährt der **Regionalverkehr**, was u.a. durch die deutliche Attraktivierung des Systems durch die Inbetriebnahme von S21 (bereits großer Anstieg im Bezugsfall 2030) und andererseits durch die gesetzten Prämissen des Szenarios begründet ist (Push/Pull-Maßnahmen).



Szenario Verkehrswende im Vergleich zu 2010

Gebiet	Verkehrssystem	Betriebsleistung	Verkehrsleistung
VRS	Regionalverkehr	+92%	+221%
	S-Bahn	+111%	+62%
	Stadtbahn	+62%	+81%
	Fernverkehr	+207%	+152%
	Bus	+28%	+19%
	SPNV	+101%	+128%
	ÖV Gesamt o. FV	+45%	+96%
	ÖV Gesamt	+49%	+107%
	MIV Gesamt		-25%

Das Verkehrswendeszenario mit einer Verdoppelung der ÖPNV-Verkehrsleistung führt insb. zu einem deutlichen Anstieg auf **längeren Strecken**.

Somit ist vor allem von einer **starken Erhöhung des Regionalverkehrs** auszugehen, was gegenüber 2010 einer **Verdreifachung** entspricht.

ÖV-Querschnittsbelastung [P/Tag]



0 7500 15000 30000

≤ 0

> 0

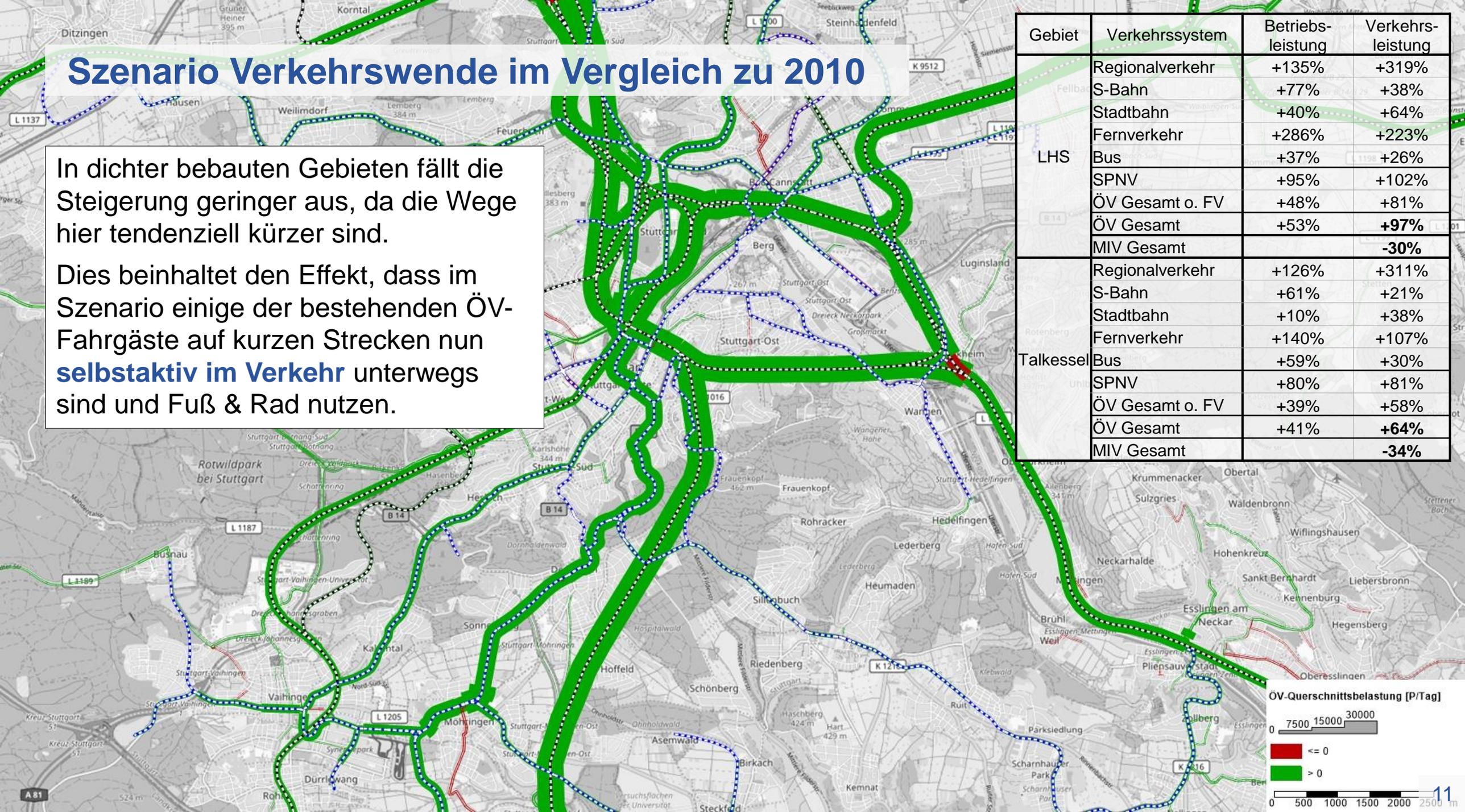
0 2 4 6 8 10 km

Szenario Verkehrswende im Vergleich zu 2010

In dichter bebauten Gebieten fällt die Steigerung geringer aus, da die Wege hier tendenziell kürzer sind.

Dies beinhaltet den Effekt, dass im Szenario einige der bestehenden ÖV-Fahrgäste auf kurzen Strecken nun **selbstaktiv im Verkehr** unterwegs sind und Fuß & Rad nutzen.

Gebiet	Verkehrssystem	Betriebsleistung	Verkehrsleistung
LHS	Regionalverkehr	+135%	+319%
	S-Bahn	+77%	+38%
	Stadtbahn	+40%	+64%
	Fernverkehr	+286%	+223%
	Bus	+37%	+26%
	SPNV	+95%	+102%
	ÖV Gesamt o. FV	+48%	+81%
	ÖV Gesamt	+53%	+97%
	MIV Gesamt		-30%
Talkessel	Regionalverkehr	+126%	+311%
	S-Bahn	+61%	+21%
	Stadtbahn	+10%	+38%
	Fernverkehr	+140%	+107%
	Bus	+59%	+30%
	SPNV	+80%	+81%
	ÖV Gesamt o. FV	+39%	+58%
	ÖV Gesamt	+41%	+64%
	MIV Gesamt		-34%



Gliederung

- Konzeption einer erhöhten ÖV-Nachfrage im Nachfrageszenario Verkehrswende
- **Zielstellungen für einen attraktiven ÖV im Bahnknoten Stuttgart 2040**
- Betriebliche und verkehrliche Bewertung im Regelverkehr und Störfall eines Bahnknoten Stuttgart 2040 zur Dimensionierung der erforderlichen Infrastruktur:
 - Vorgehen und Methodik
 - Szenario 1: Referenzfall ohne weiteren Infrastrukturausbau im Kern
 - Szenario 2: Szenario 1 wird um eine Nahverkehrs-Ergänzungsstation ergänzt
 - Szenario 3: Szenario 1 wird um die Regional-T-Spange mit vollständigem Bau des Nordkreuzes ergänzt
 - Vergleich der Szenarien im Regelbetrieb
 - Betrachtung einer Störung der S-Bahn
 - Betrachtung einer Störung des Hauptbahnhofs
- Zusammenfassung der Ergebnisse und Handlungsempfehlungen

Ausgangslage und Aufgabenstellung

Untersuchungsprämissen für die Angebotsplanung

- Die Nachfrage des Szenarios Verkehrswende soll ohne Überlastungen bewältigt werden.
- Basis ist das Angebotskonzept **Deutschlandtakt**, zur Erhöhung der Angebotskapazität werden verschiedene Lösungsansätze ausgearbeitet (Kombination aus **längeren** und **häufiger** verkehrenden Zügen).
- In enger Abstimmung zwischen Land, VWI und SMA werden ohne Denkverbote iterativ Angebotskonzepte für verschiedene grundlegende **Infrastrukturvarianten** entwickelt, um die Zielvorgabe zu erreichen.
- Dazu werden konfliktfreie Fahrplankonzepte für den Bahnknoten Stuttgart ausgearbeitet.
- Die zielführenden Varianten sind zu bewerten.

Parameter der Angebotsdimensionierung

Um die stark erhöhte Verkehrsnachfrage im regionalen Schienenverkehr bewältigen zu können, ist eine Ausweitung des Angebots erforderlich. Bei der **Dimensionierung der Angebotsausweitung** ist zu berücksichtigen, dass sich die Verkehrsnachfrage nicht gleichmäßig über die Stunden eines Tages, aber auch nicht gleichmäßig über die Tage einer Woche bzw. des Jahres verteilt:

- Die den Berechnungen zugrundeliegenden Verkehrsmodelle bilden die Nachfrage eines durchschnittlichen **Werktages** ab.
- Des Weiteren wird in den Modellen die Nachfrage in der morgendlichen **Spitzenstunde** abgebildet. In dieser Stunde sind die meisten Menschen unterwegs, sodass dieser Zeitraum bestimmend für die Angebotsplanung ist.
- Die **Spitzenstundenanteile** der Verkehrsnachfrage ergeben sich auf Basis empirischer Daten und unterscheiden sich z. B. zwischen dem ländlichen Raum (sehr hohe Spitzenstundenanteile) und dem Kern von Ballungsräumen (eher niedrige Spitzenstundenanteile).
- In der vorliegenden Untersuchung wurde davon ausgegangen, dass sich die Spitzenstundenanteile künftig nicht wesentlich verändern werden. Dies ist eine Annahme zur sicheren Seite, da es z. B. durch verstärktes Arbeiten im Home Office evtl. zu zeitlichen Verschiebungen der Nachfrage kommen könnte.

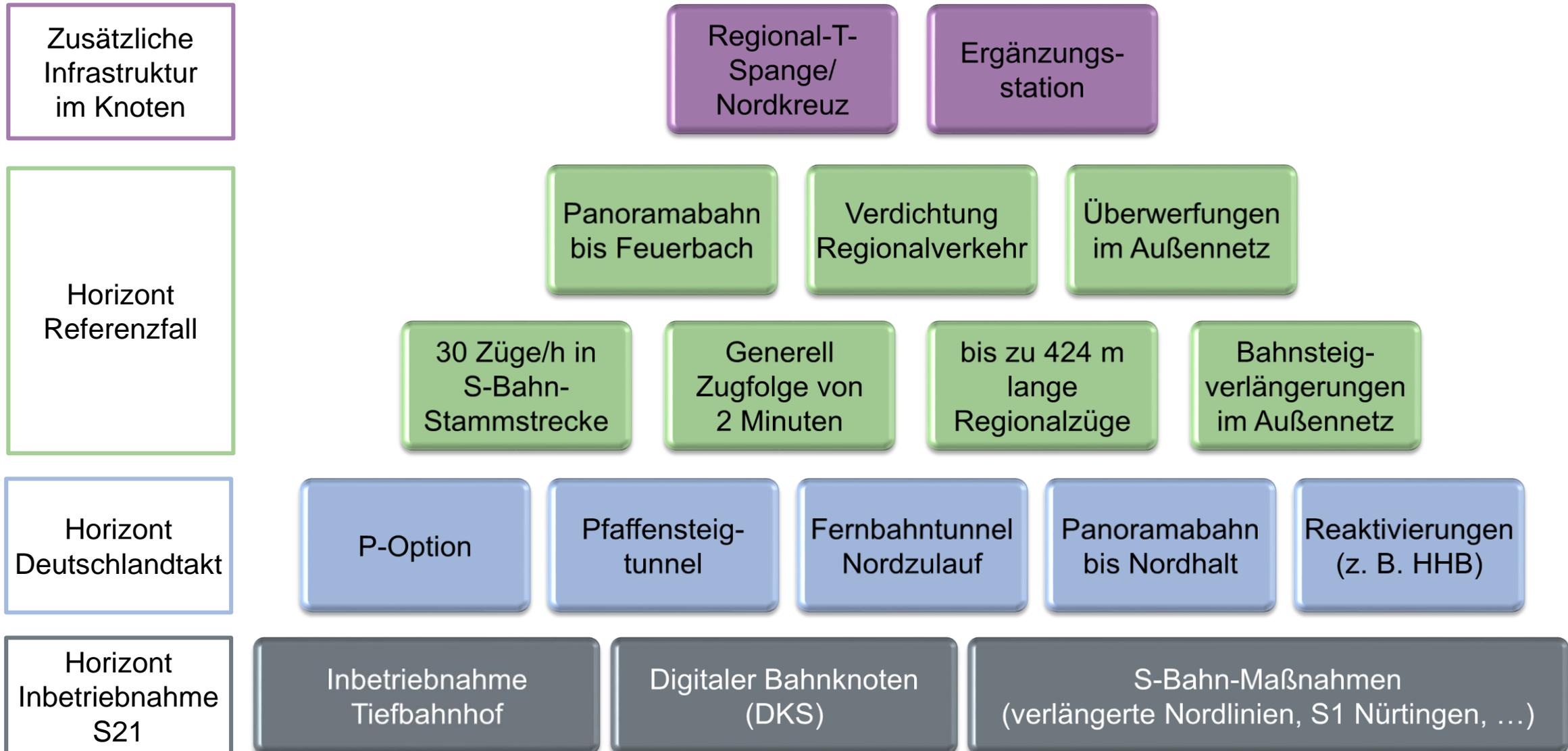
Parameter der Angebotsdimensionierung

Für die Dimensionierung des Angebots spielt neben der Nachfrage auch die gewünschte **Angebotsqualität** eine wichtige Rolle. Dafür gibt es gängige Kennwerte, so macht z. B. die Verfahrensanleitung der Standardisierten Bewertung folgende Vorgaben:

- Sind die Fahrgäste überwiegend unter 30 min im Fahrzeug unterwegs (z. B. bei innerstädtischen Stadtbahnlinien) soll die Auslastung maximal 65 % der Sitz- und Stehplätze betragen. Da die Zahl der Sitzplätze meist geringer als 65 % ist, wird somit bewusst in Kauf genommen, dass in der Spitzenstunde einzelne Fahrgäste stehen müssen.
- Sind die Fahrgäste überwiegend mehr als 30 min im Fahrzeug unterwegs (z. B. im Regionalverkehr) soll die Auslastung maximal 100 % der Sitzplätze betragen. Dadurch soll sichergestellt werden, dass grundsätzlich für alle Fahrgäste ein Sitzplatz zur Verfügung steht.

Das Land Baden-Württemberg möchte den öffentlichen Verkehr attraktiver gestalten und hat sich daher ein darüber hinausgehendes Ziel gesetzt: **In der Spitzenstunde sollen die Sitzplätze in den Regionalzügen zu maximal 80% ausgelastet sein.** Eine Angebotsdimensionierung mit dieser Zielvorgabe schafft so viel Kapazität, dass auch bei jahreszeitlichen Schwankungen der Nachfrage oder besonderen Ereignissen alle Fahrgäste qualitätsvoll befördert werden können.

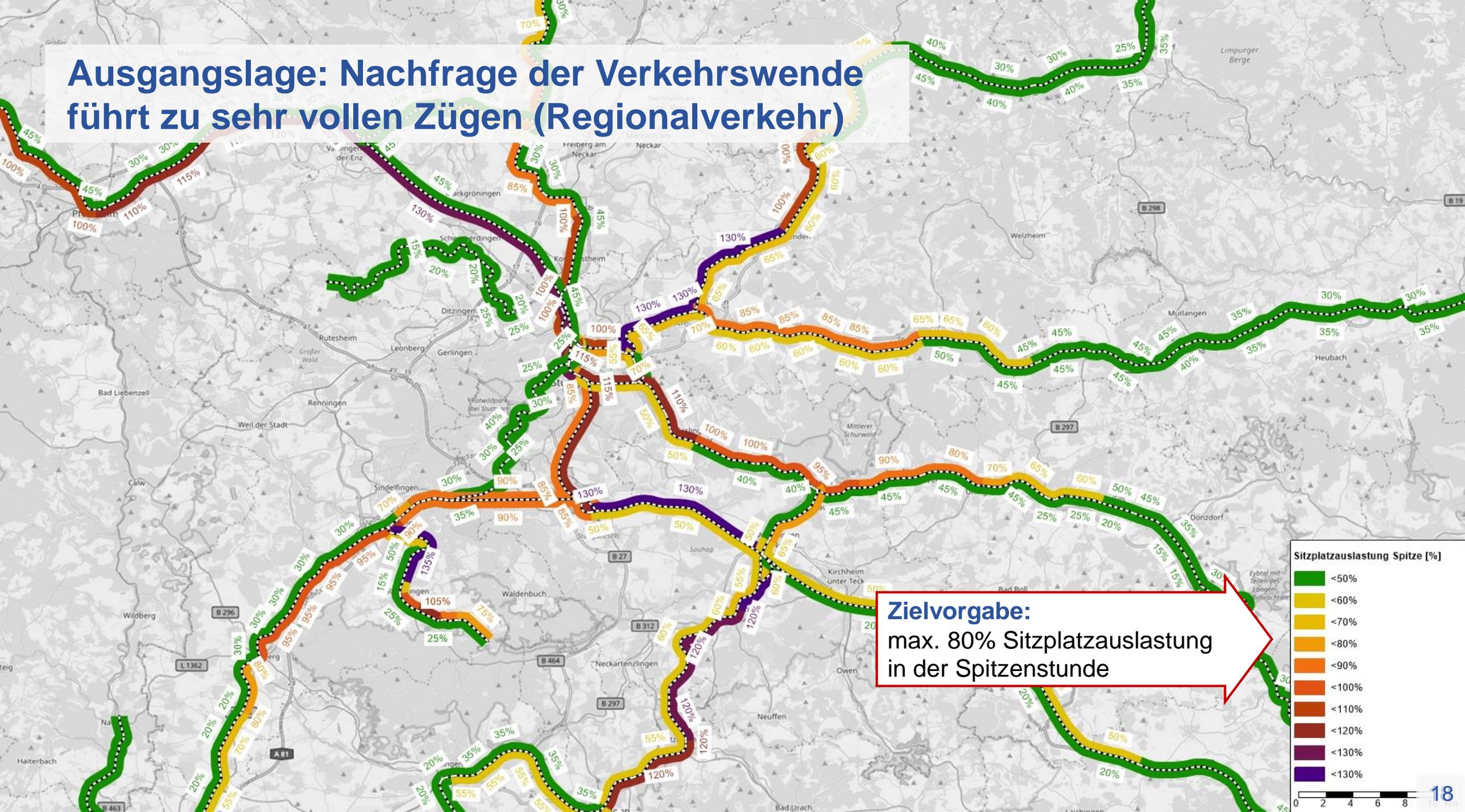
Stufen des iterativen Angebotsausbaus



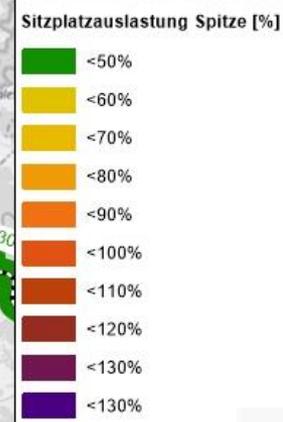
Infrastruktur Deutschlandtakt

- Im Zeithorizont des Deutschlandtakts sind durch die fahrplanbasiert abgeleiteten Ausbauten bereits zahlreiche Verbesserungen und Reisezeitverkürzungen in ganz Deutschland umgesetzt. Es verkehren bereits deutlich mehr Züge als heute.
- Besonders relevant für den Raum Stuttgart ist die Unterstellung bzw. Ableitung folgender großer Projekte aus dem Deutschlandtakt: NBS Rhein/Main – Rhein/Neckar, Nordzulauf Stuttgart, P-Option, Pfaffensteigtunnel, große Wendlinger Kurve sowie die NBS/ABS Ulm – Augsburg
- Neben diesen großen Maßnahmen sind weitere Maßnahmen, die eher im Regionalverkehr wirken, für den Horizont Deutschlandtakt unterstellt bzw. abgeleitet: Streckenreaktivierungen (Hermann-Hesse-Bahn, Zabergäubahn, Boller Bahn), kleinere Ausbaumaßnahmen auf der Murrbahn (Erhöhung der Geschwindigkeit in Waiblingen, gleichzeitige Einfahrten), Weichenverbindung in Bad Cannstatt, verschiedene SGV-Maßnahmen, zusätzliche Kreuzungsbahnhöfe (Ermstalbahn, Tälesbahn, Ammertalbahnhof), Ausbaumaßnahmen im Bereich der Regional-Stadtbahn Neckar-Alb)

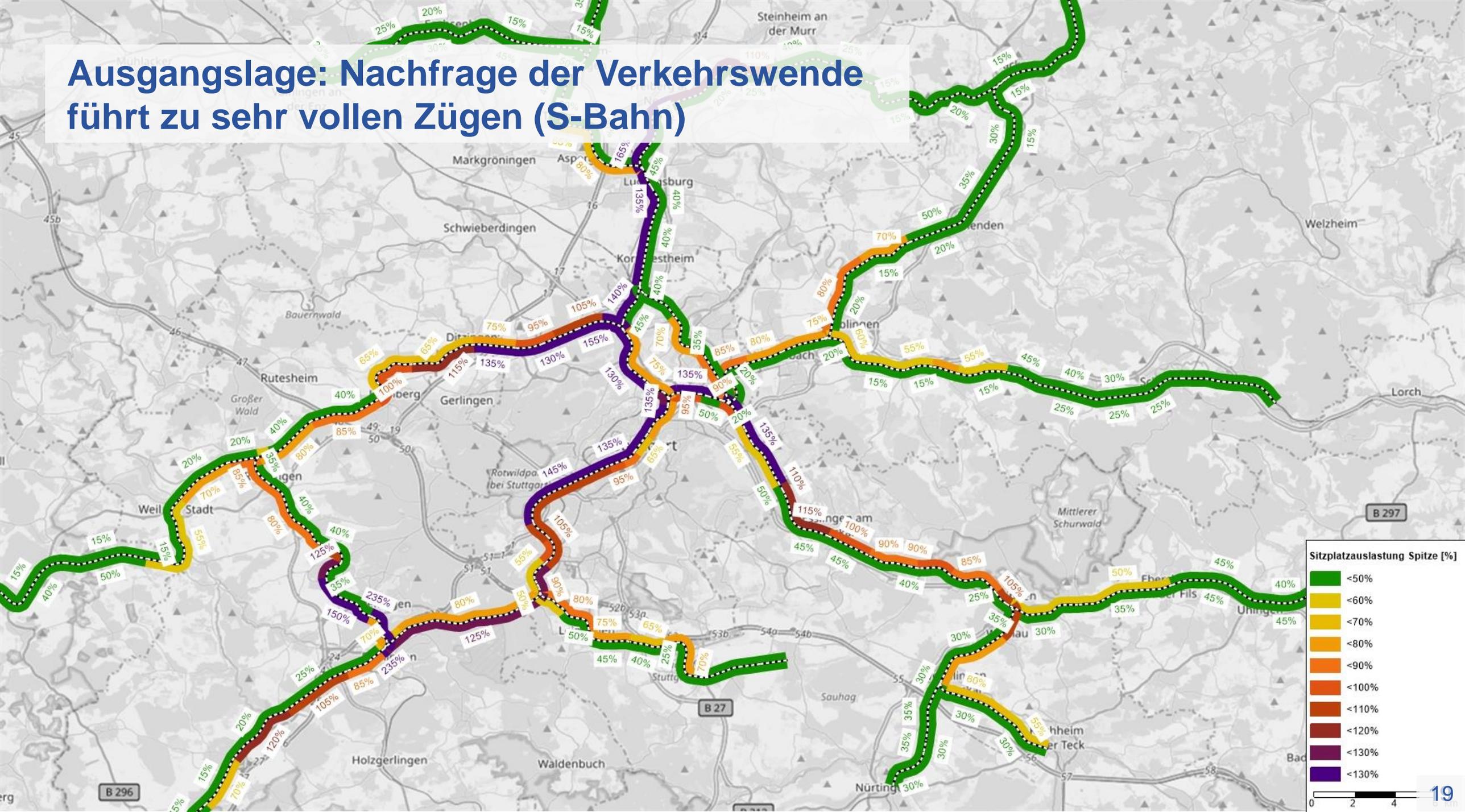
Ausgangslage: Nachfrage der Verkehrswende führt zu sehr vollen Zügen (Regionalverkehr)



Zielvorgabe:
max. 80% Sitzplatzauslastung
in der Spitzenstunde



Ausgangslage: Nachfrage der Verkehrswende führt zu sehr vollen Zügen (S-Bahn)



Gliederung

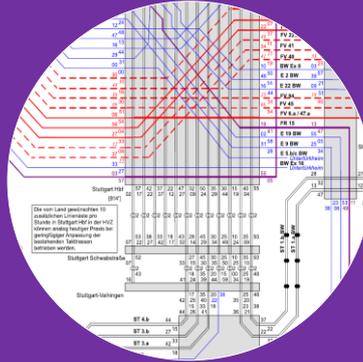
- Konzeption einer erhöhten ÖV-Nachfrage im Nachfrageszenario Verkehrswende
- Zielstellungen für einen attraktiven ÖV im Bahnknoten Stuttgart 2040
- **Betriebliche und verkehrliche Bewertung im Regelverkehr und Störfall eines Bahnknoten Stuttgart 2040 zur Dimensionierung der erforderlichen Infrastruktur:**
 - Vorgehen und Methodik
 - Szenario 1: Referenzfall ohne weiteren Infrastrukturausbau im Kern
 - Szenario 2: Szenario 1 wird um eine Nahverkehrs-Ergänzungsstation ergänzt
 - Szenario 3: Szenario 1 wird um die Regional-T-Spange mit vollständigem Bau des Nordkreuzes ergänzt
 - Vergleich der Szenarien im Regelbetrieb
 - Betrachtung einer Störung der S-Bahn
 - Betrachtung einer Störung des Hauptbahnhofs
- Zusammenfassung der Ergebnisse und Handlungsempfehlungen

Iteratives Vorgehen

Die Angebotserstellung wird in einem iterativen Verfahren gemeinsam mit der Nachfrageermittlung durchgeführt.

Die Fahrplankonzepte werden für alle Szenarien mehrfach iteriert, um die Fahrzeugauslastung sowie die verkehrlichen Wirkungen zu optimieren.

→ Optimale Nutzung der drei Infrastrukturvarianten.



**Erstellung der
Angebotskonzepte**
Erstellung von
Fahrplänen auf Basis der
Infrastrukturvarianten



**Ermittlung der
Nachfrage**
Simulation der Verkehre
im Verkehrsmodell mit
Erfassung von
Verkehrlichen Wirkungen
und Auslastungen



Analyse
Auswertung der
Ergebnisse und Iterative
Lösungssuche für
Verbesserungen



Voraussetzungen für die Ausarbeitung der Angebotskonzepte

- Es wird der **Zeithorizont des Deutschlandtakts** betrachtet, in dem viele Maßnahmen im Außenbereich umgesetzt sind und für die Kapazität und Knotenlagen benötigt werden.
- Auf der **S-Bahn-Stammstrecke** sind **30 Züge pro Stunde** (DKS) unterstellt. Die dort unterstellte Zugfolgezeit von 2 Minuten wird bei Bedarf auch im übrigen Netz angenommen. Die höhere Anzahl an S-Bahnen entlastet Stuttgart Hbf.
- Um die Angebotsausweitungen ohne darüberhinausgehende Infrastruktur (insbesondere 4-Gleisigkeiten im S-Bahn-Bereich) umsetzen zu können, muss die Angebotssystematik der S-Bahn modifiziert werden (z. B. andere Linienendpunkte, Express-S-Bahnen). Dadurch verschwimmen die Grenzen zwischen S-Bahn und Regionalverkehr.
- Analog zum Deutschlandtakt ist das Konzept nur mit im Vergleich zum Status quo **höherer Verfügbarkeit des Rollmaterials** (z. B. Verringerung von Türstörungen, Fahrmotorausfälle) **und der Infrastruktur** (z. B. Verringerung von Stellwerk- und Weichenausfälle) umsetzbar. Ansonsten ist wahrscheinlich keine akzeptable Betriebsqualität vorhanden.

Gliederung

- Konzeption einer erhöhten ÖV-Nachfrage im Nachfrageszenario Verkehrswende
- Zielstellungen für einen attraktiven ÖV im Bahnknoten Stuttgart 2040
- **Betriebliche und verkehrliche Bewertung im Regelverkehr und Störfall eines Bahnknoten Stuttgart 2040 zur Dimensionierung der erforderlichen Infrastruktur:**
 - Vorgehen und Methodik
 - **Szenario 1: Referenzfall ohne weiteren Infrastrukturausbau im Kern**
 - Szenario 2: Szenario 1 wird um eine Nahverkehrs-Ergänzungsstation ergänzt
 - Szenario 3: Szenario 1 wird um die Regional-T-Spange mit vollständigem Bau des Nordkreuzes ergänzt
 - Vergleich der Szenarien im Regelbetrieb
 - Betrachtung einer Störung der S-Bahn
 - Betrachtung einer Störung des Hauptbahnhofes
- Zusammenfassung der Ergebnisse und Handlungsempfehlungen

Angebotsausweitungen: Referenzfall im Vergleich zum Deutschlandtakt

Der Referenzfall beinhaltet eine großflächige Angebotsausweitung auf bestehenden Strecken. Ausgewählte Beispiele sind:

- Acht S-Bahnen/h nach Renningen
- StuKiX stündlich jeweils via Plochingen und Flughafen
- Zwei 30'-Takte über die Panoramabahn
- S-Bahn bis Metzingen, Horb, Geislingen, Schwäbisch Gmünd, Sulzbach, Lauffen und Mühlacker
- Hochwertige IRE-Linien mit Zuglängen von bis zu 424 m

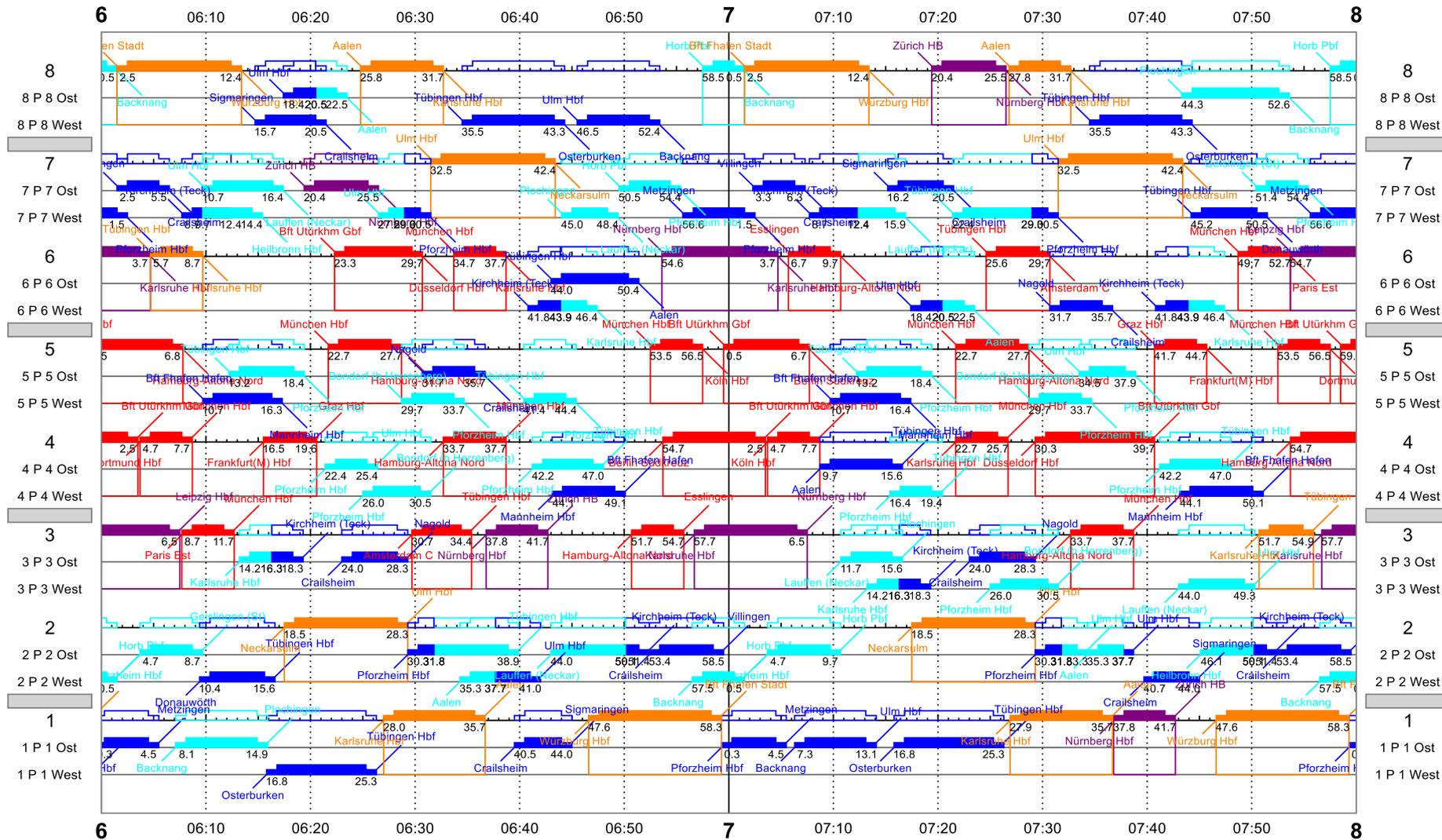
→ Daraus ergibt sich eine zusätzliche **Betriebsleistung** von rund 10 Mio. Zug-km/Jahr

Anzahl Fahrten am Tag [Z/d]

≤ 0

> 0

Gleisbelegung Regelbetrieb Stuttgart Hbf

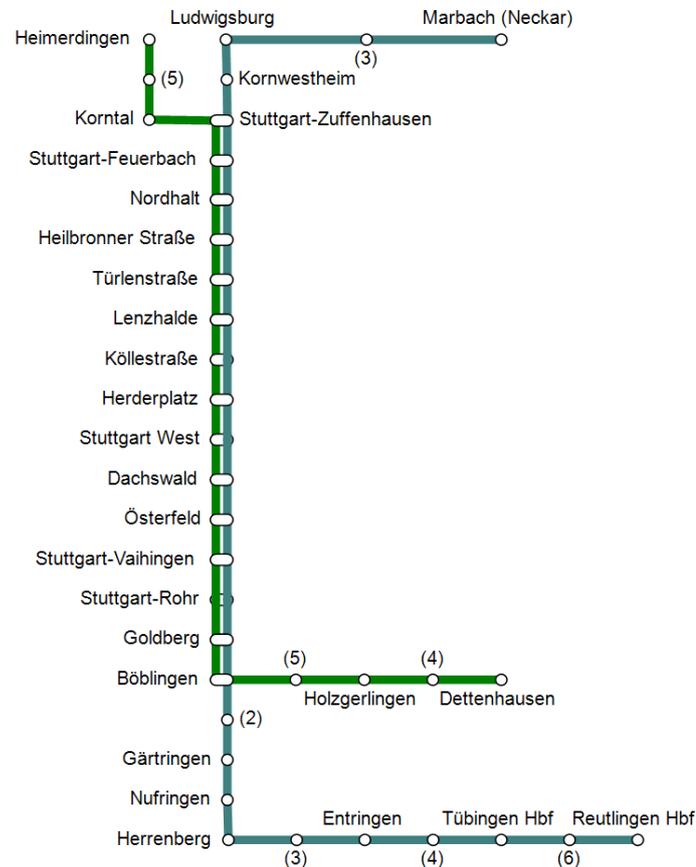


- Zwischen den verschiedenen Zuständen (Referenz, Ergänzungsstation, Regional-T-Spange/ Nordkreuz) bestehen nur geringe Unterschiede in der Gleisbelegung.
- Mit dem verkehrlich optimierten Konzept (z. B. Haltezeiten, kreuzende Fahrstraßen, endende Züge) ist die Kapazität des Bahnhofs nahezu ausgeschöpft.

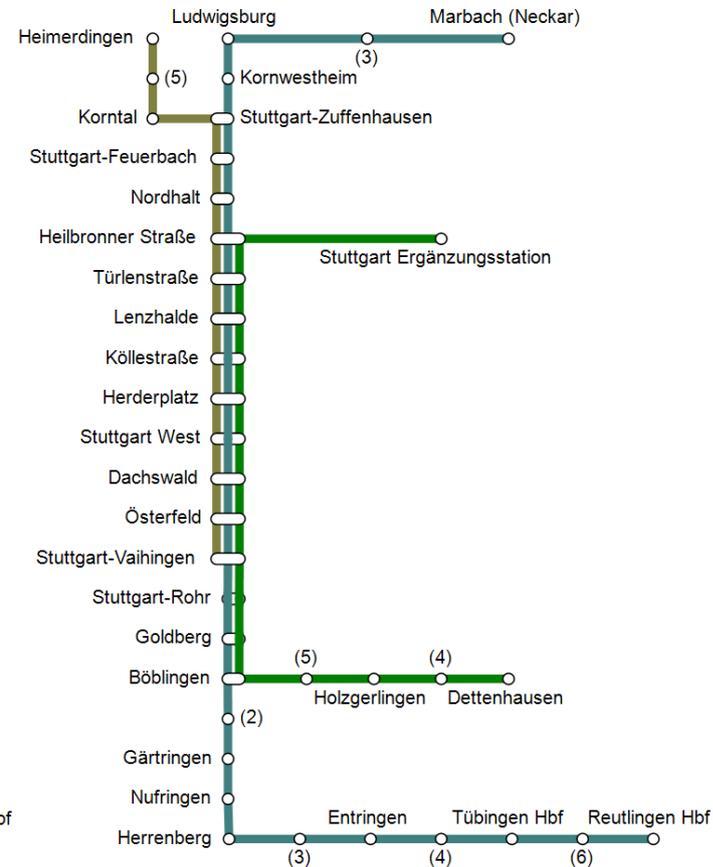
Integration der Panoramabahn

Für die Panoramabahn wird ein dichtes Angebot mit bis zu 6 Zügen/h angeboten. Die Halte der Ammertalbahn, Schönbuchbahn und Strohgäubahn erhalten so eine direkte Anbindung an Stuttgart.

Referenzfall



Ergänzungsstation



Regional-T-Spange/Nordkreuz



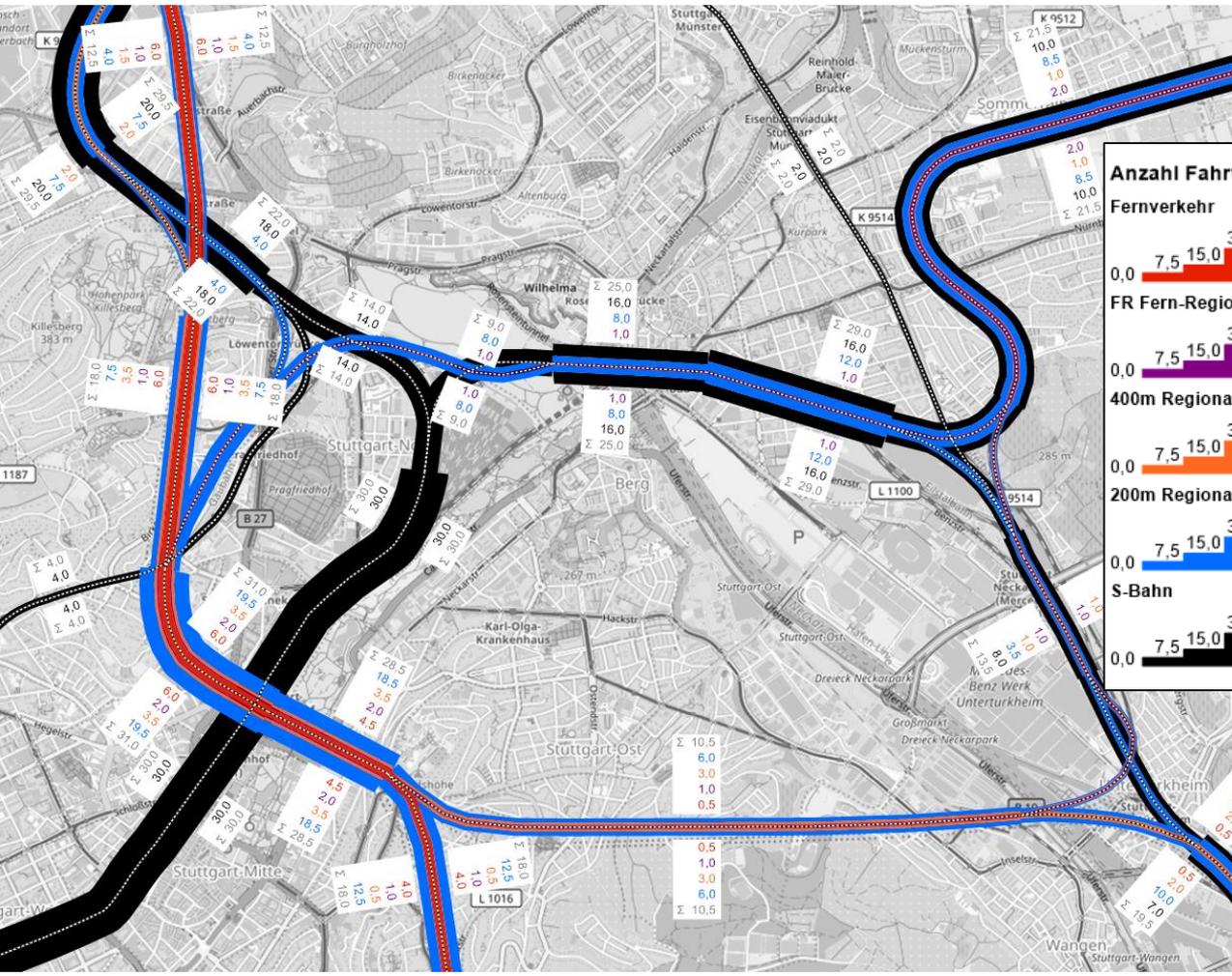
Legende

(x) Anzahl der Zwischenhalte
Eine Linie stellt 2 Züge/h dar.

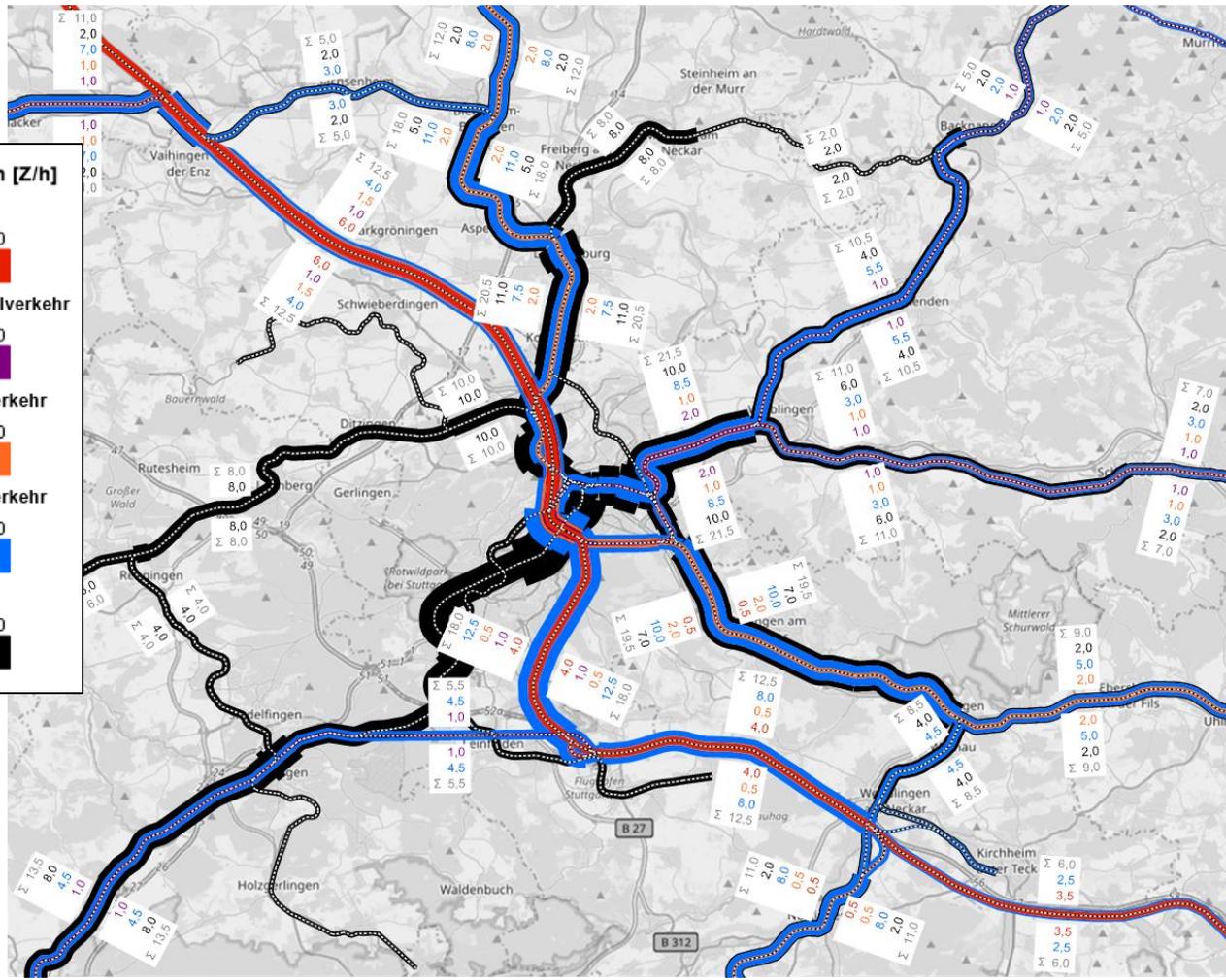
Die Panoramabahn ist an die S-Bahn nach Feuerbach angebunden.

Zugzahlen des Referenzfalls in der Spitzenstunde

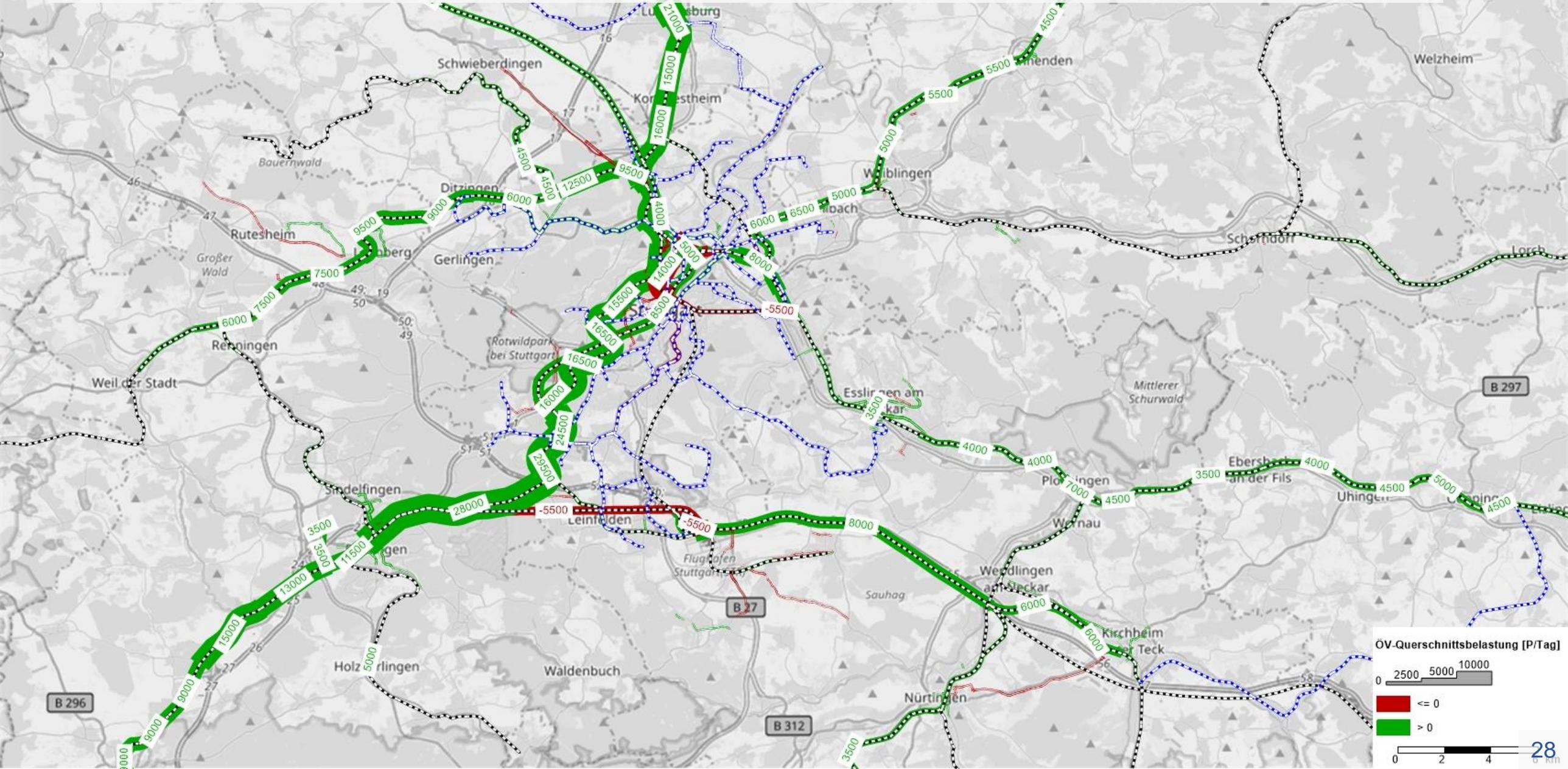
Fokus auf den Knoten



Fokus auf die Region



Verkehrliche Wirkungen: Referenzfall im Vergleich zum Deutschlandtakt



Dimensionierung: Fahrzeuglängen im Regionalverkehr

Das Land Baden-Württemberg hat 130 Fahrzeuge des Typs Coradia Stream HC mit jeweils 380 Sitzplätzen je Fahrzeug bestellt.

Bedarfsgemäße Anpassung der Fahrzeuglänge:

- Primärer Einsatz:
Doppeltraktion mit 212 m Länge und 760 Sitzplätzen.
 - Auf sehr nachfragestarken Linien:
Vierfachtraktion mit dann 424 m Zuglänge und 1.520 Sitzplätzen.
- Deutliche Ausweitung der Fahrzeugkapazitäten
- Anpassung der Infrastruktur auf Züge dieser Länge erforderlich



Grafik: Alstom-Advanced-Design-&-Styling

Ergebnis: Im Referenzfall erfüllen die Fahrzeugauslastungen die Zielvorgabe im Regionalverkehr



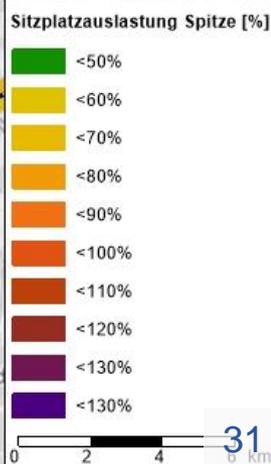
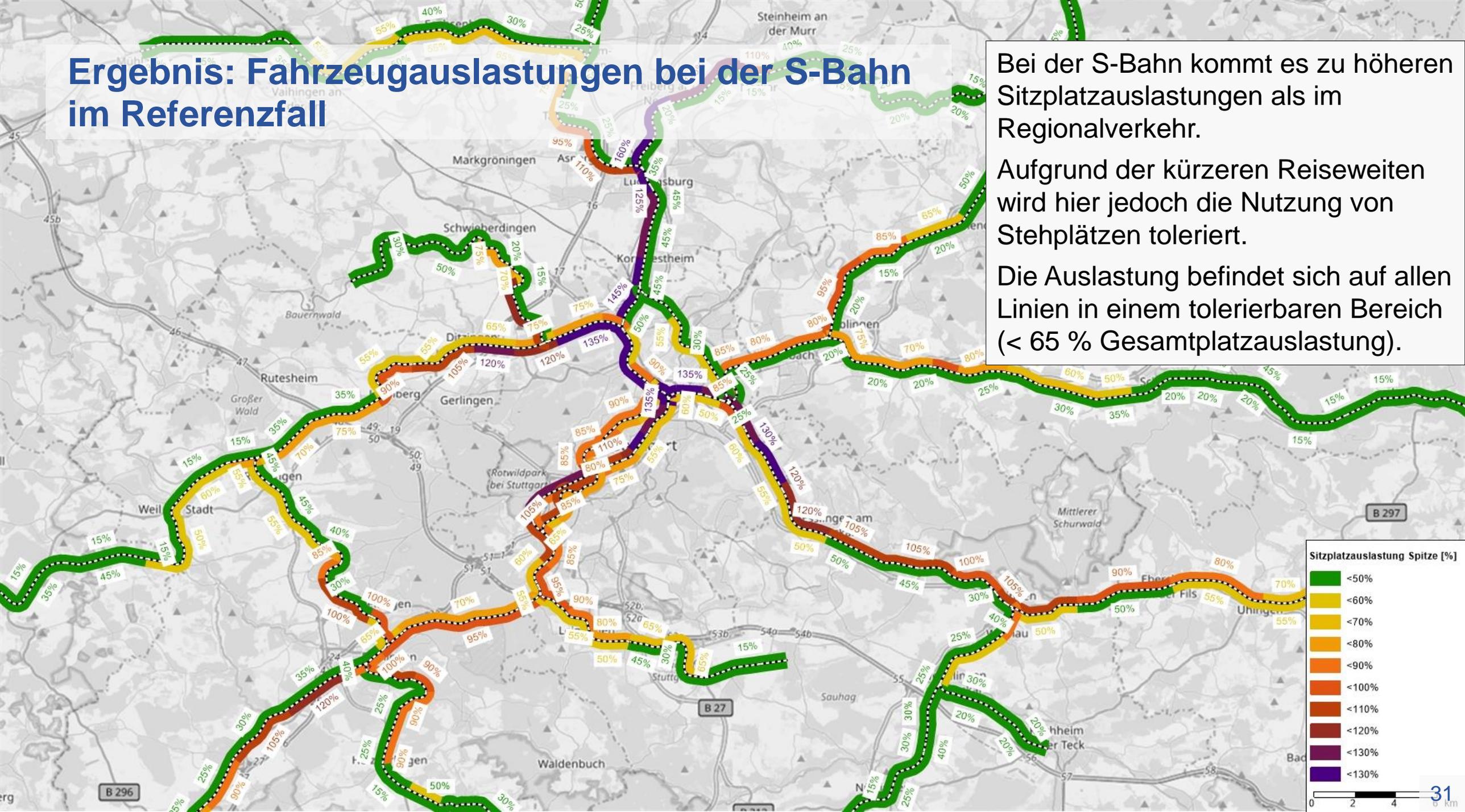
Zielvorgabe:
max. 80% Sitzplatzauslastung
in der Spitzenstunde

Ergebnis: Fahrzeugauslastungen bei der S-Bahn im Referenzfall

Bei der S-Bahn kommt es zu höheren Sitzplatzauslastungen als im Regionalverkehr.

Aufgrund der kürzeren Reiseweiten wird hier jedoch die Nutzung von Stehplätzen toleriert.

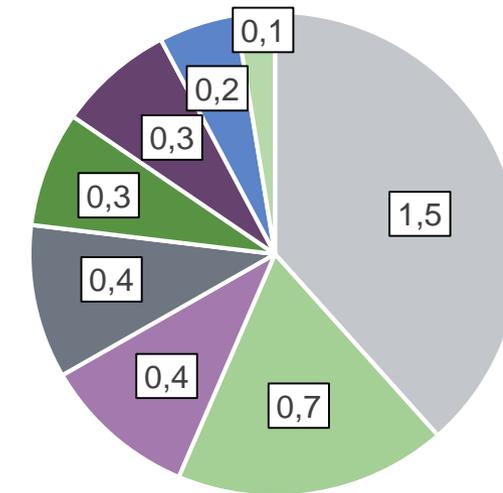
Die Auslastung befindet sich auf allen Linien in einem tolerierbaren Bereich (< 65 % Gesamtplatzauslastung).



Ergebnis Infrastruktur Referenzfall

- Es verkehren mehr und längere Züge als im Zeithorizont Deutschlandtakt. Dies bedingt zusätzlich zu den Kosten der Leit- und Sicherungstechnik **Infrastrukturinvestitionen im Außenbereich** in Summe von **mind. 3,9 Mrd. Euro** (Preisstand 2021).
- Größter Kostenblock bei den zusätzlich zum Horizont Deutschlandtakt benötigten Maßnahmen sind Überwerfungen um Abkreuzungskonflikte in Einmündungen zu Vermeiden und so die Leistungsfähigkeit der Zuläufe im Großraum Stuttgart zu steigern (z. B. in Bietigheim-Bissingen, Plochingen).

Kosten für Maßnahmen im Zeithorizont Referenzfall nach Art der Maßnahme [Mrd. €]

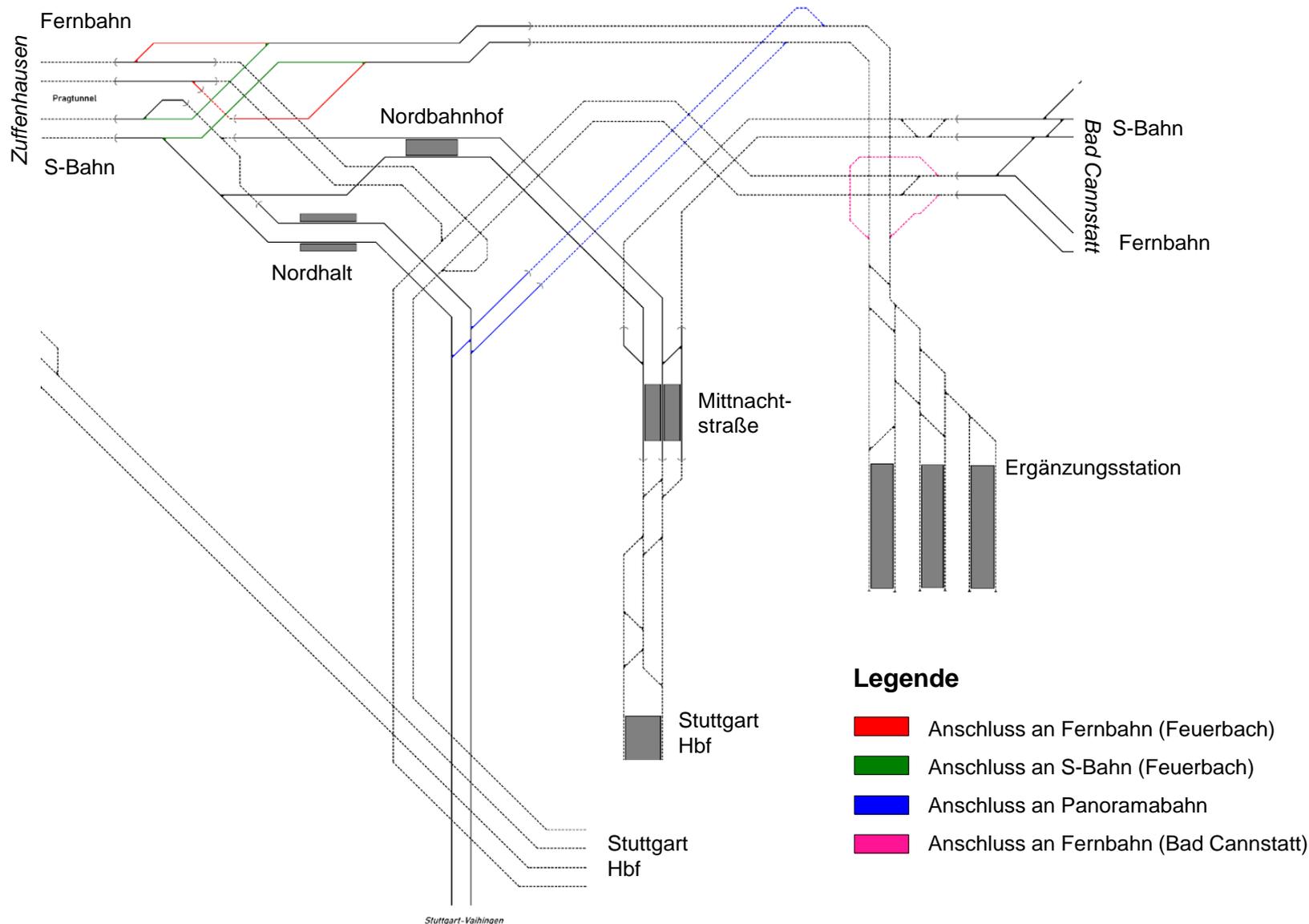


- Überwerfungen
- zusätzliche Bahnsteiggleise
- Anpassungen in den Bahnhofsköpfen
- Neubautrecken und mehrgleisiger Ausbau
- Bahnsteigverlängerungen
- Wendegleise
- neue Halte
- sonstige Maßnahmen

Gliederung

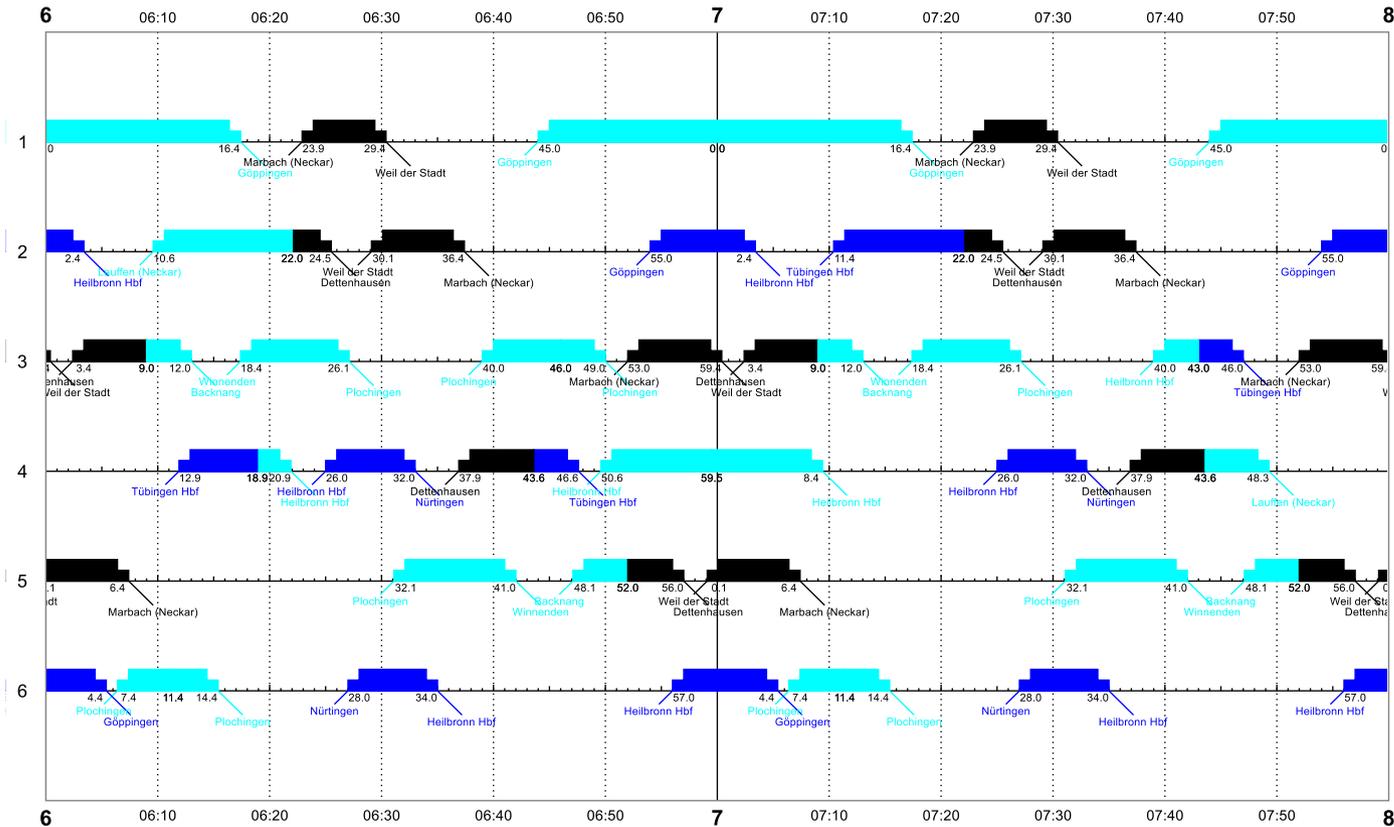
- Konzeption einer erhöhten ÖV-Nachfrage im Nachfrageszenario Verkehrswende
- Zielstellungen für einen attraktiven ÖV im Bahnknoten Stuttgart 2040
- **Betriebliche und verkehrliche Bewertung im Regelverkehr und Störfall eines Bahnknoten Stuttgart 2040 zur Dimensionierung der erforderlichen Infrastruktur:**
 - Vorgehen und Methodik
 - Szenario 1: Referenzfall ohne weiteren Infrastrukturausbau im Kern
 - **Szenario 2: Szenario 1 wird um eine Nahverkehrs-Ergänzungsstation ergänzt**
 - Szenario 3: Szenario 1 wird um die Regional-T-Spange mit vollständigem Bau des Nordkreuzes ergänzt
 - Vergleich der Szenarien im Regelbetrieb
 - Betrachtung einer Störung der S-Bahn
 - Betrachtung einer Störung des Hauptbahnhofs
- Zusammenfassung der Ergebnisse und Handlungsempfehlungen

Topologie mit Ergänzungsstation



- Für den **Regelbetrieb** sind für die Ergänzungsstation insbesondere die Anschlüsse an die Fernbahn sowohl nach **Feuerbach** als auch nach **Bad Cannstatt zwingend**.
- Die Ergänzungsstation ist außerdem auch an die **Panoramabahn** und die **S-Bahn nach Feuerbach** angeschlossen.

Gleisbelegung Ergänzungsstation Regelbetrieb



- Mit den unterstellten Zugzahlen (36 Ankünfte/2 Stunden in der HVZ) ist mit Berücksichtigung sonstiger Zwangspunkte mit Unterstellung von verkehrlich sinnvollen Trassenlagen die **Kapazitätsgrenze** der Ergänzungsstation nahezu erreicht.
- Für die Konstruktion der Züge sind bis zu 3 Minuten Fahrzeitverlängerung erforderlich, um die Gleisbelegung bzw. betrieblichen Zwangspunkte ausregeln zu können.
- Hauptengpass ist der **direkte Zulauf** mit den kreuzenden Fahrstraßen im **Nordkopf**.

Zusätzliches Angebot in die Ergänzungsstation



Durch die **Ergänzungsstation** ergeben sich **zusätzliche Anbindungen an den Hbf** im Regionalverkehr und bei der S-Bahn.

Es werden **kaum neue Direktverbindungen** geschaffen, aber das bestehende Angebot deutlich verdichtet.

Anzahl Fahrten am Tag [Z/Tag]

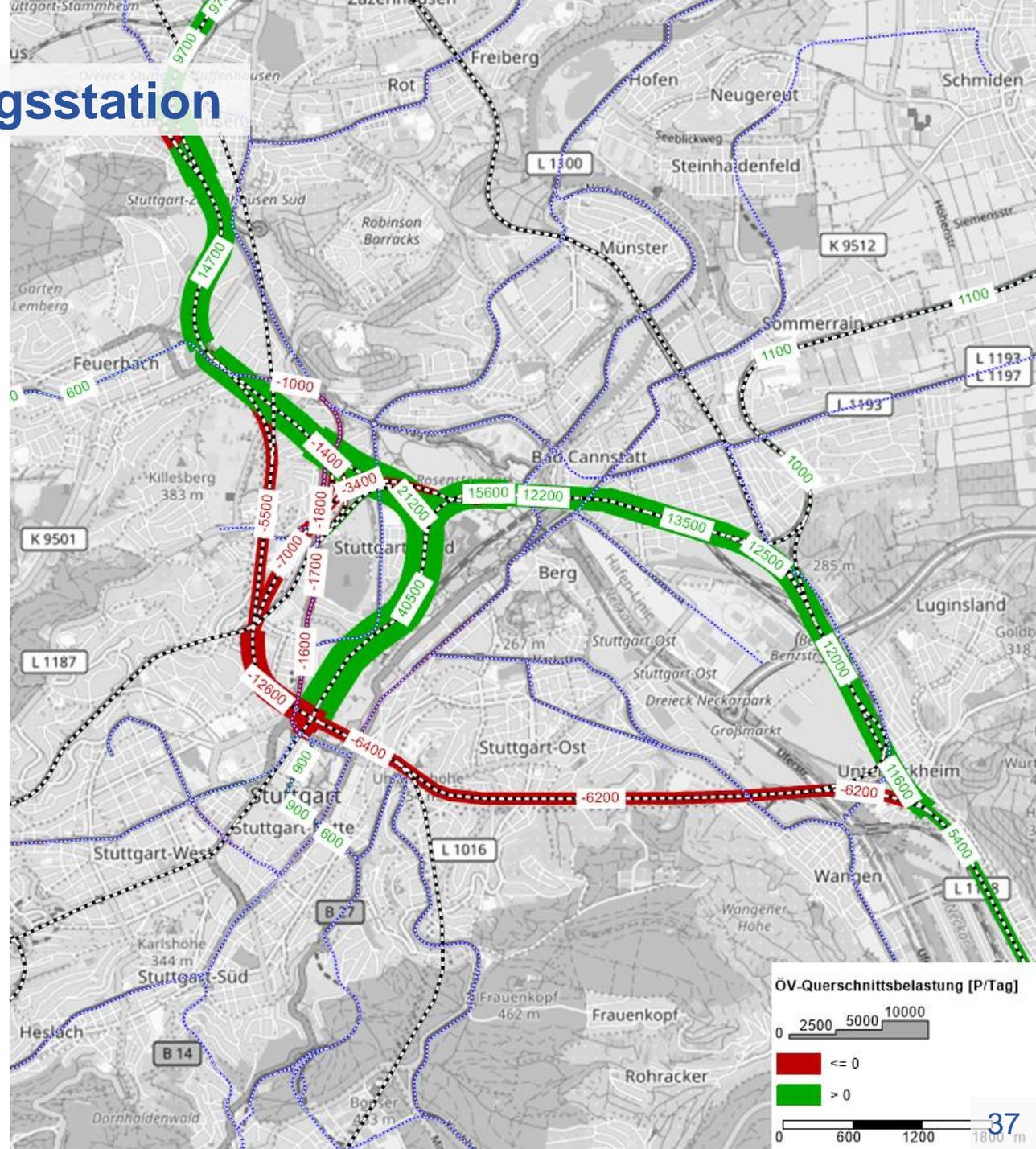


Red: ≤ 0

Green: > 0



Verkehrliche Wirkungen der Ergänzungsstation



Verkehrsströme der Ergänzungsstation

44.000 Fahrgäste nutzen täglich die Ergänzungsstation für Ein-, Aus-, Umstieg oder durchfahren diese mit Halt (vgl. Stuttgart Hbf (Tiefbahnhof + S-Bahn) rund 400.000).

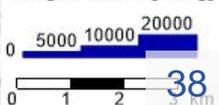
70 % dieser Fahrgäste haben Quelle und Ziel (Binnenverkehr) innerhalb der Region Stuttgart und 66 % haben Quelle oder Ziel (Quell- / Zielverkehr) innerhalb der LHS.

45 % der Fahrgäste steigen auf Busse und Stadtbahnen um oder erreichen ihr Ziel fußläufig.

9 % steigen auf die S-Bahn um und 34 % auf den Regional- und Fernverkehr im Tiefbahnhof.

10 % bleiben in den wendenden Zügen in der Ergänzungsstation sitzen.

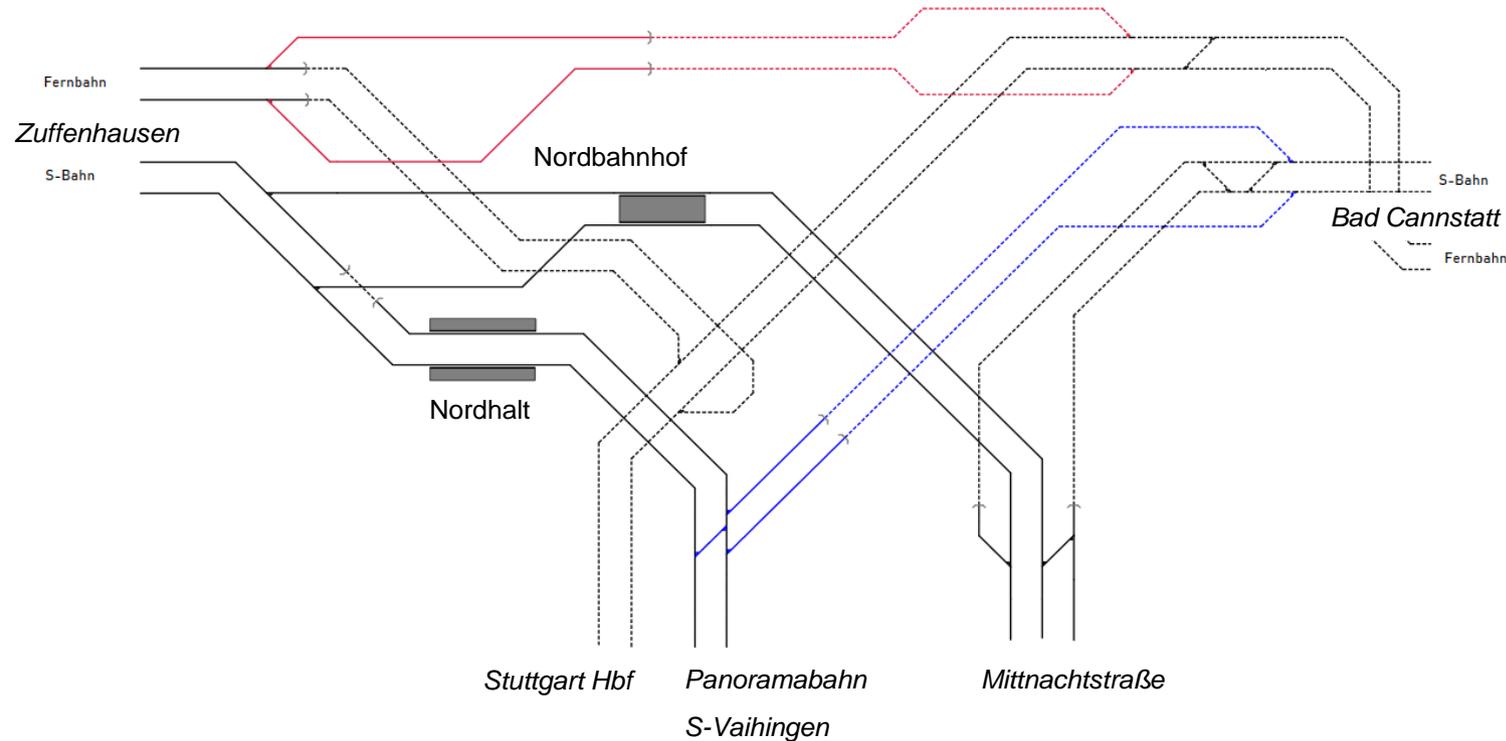
Fahrgastströme [P/Tag]



Gliederung

- Konzeption einer erhöhten ÖV-Nachfrage im Nachfrageszenario Verkehrswende
- Zielstellungen für einen attraktiven ÖV im Bahnknoten Stuttgart 2040
- **Betriebliche und verkehrliche Bewertung im Regelverkehr und Störfall eines Bahnknoten Stuttgart 2040 zur Dimensionierung der erforderlichen Infrastruktur:**
 - Vorgehen und Methodik
 - Szenario 1: Referenzfall ohne weiteren Infrastrukturausbau im Kern
 - Szenario 2: Szenario 1 wird um eine Nahverkehrs-Ergänzungsstation ergänzt
 - **Szenario 3: Szenario 1 wird um die Regional-T-Spange mit vollständigem Bau des Nordkreuzes ergänzt**
 - Vergleich der Szenarien im Regelbetrieb
 - Betrachtung einer Störung der S-Bahn
 - Betrachtung einer Störung des Hauptbahnhofs
- Zusammenfassung der Ergebnisse und Handlungsempfehlungen

Topologie mit Regional-T-Spange + Nordkreuz

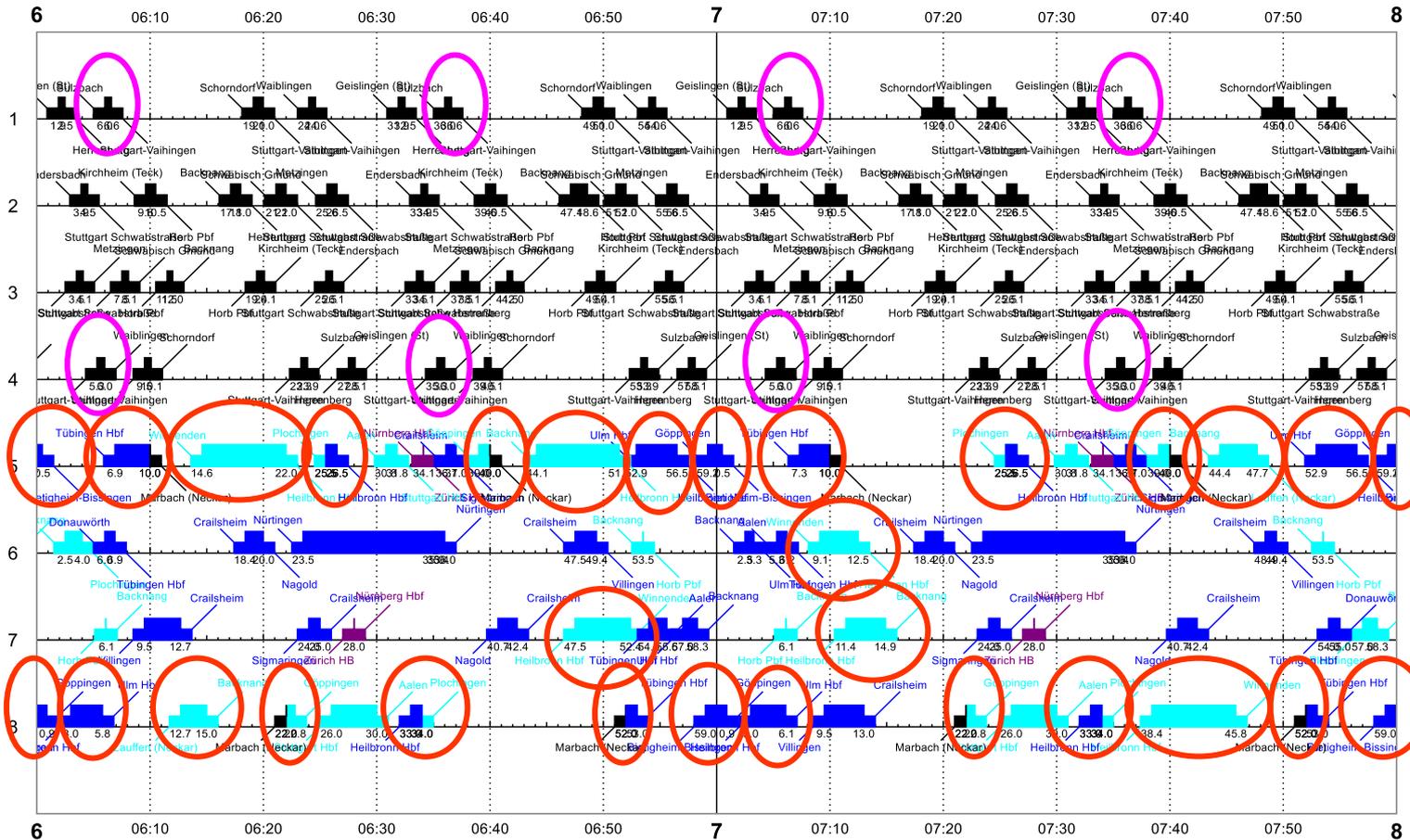


Legende

-  Regional-T-Spange
-  Nordkreuz

- Mit der **T-Spange** wird eine direkte Verbindung zwischen Bad Cannstatt und Feuerbach geschaffen.
- Die Option **Nordkreuz** ergänzt die T-Spange und schafft eine alternative Fahrmöglichkeit von den S-Bahn-Gleisen in Bad Cannstatt nach Stuttgart-Vaihingen via Panoramabahn.
- Beide Maßnahmen wurden ursprünglich für die **S-Bahn** geplant.
- Zur optimalen Nutzung der geschaffenen Kapazität ist jedoch im **Regelbetrieb** die **Anbindung** der **T-Spange** an die **Fernbahn** sowohl **nach Feuerbach** als auch **nach Bad Cannstatt zwingend**.
➔ daher **Regional-T-Spange**

Gleisbelegung Bad Cannstatt Regelbetrieb mit Regional-T-Spange

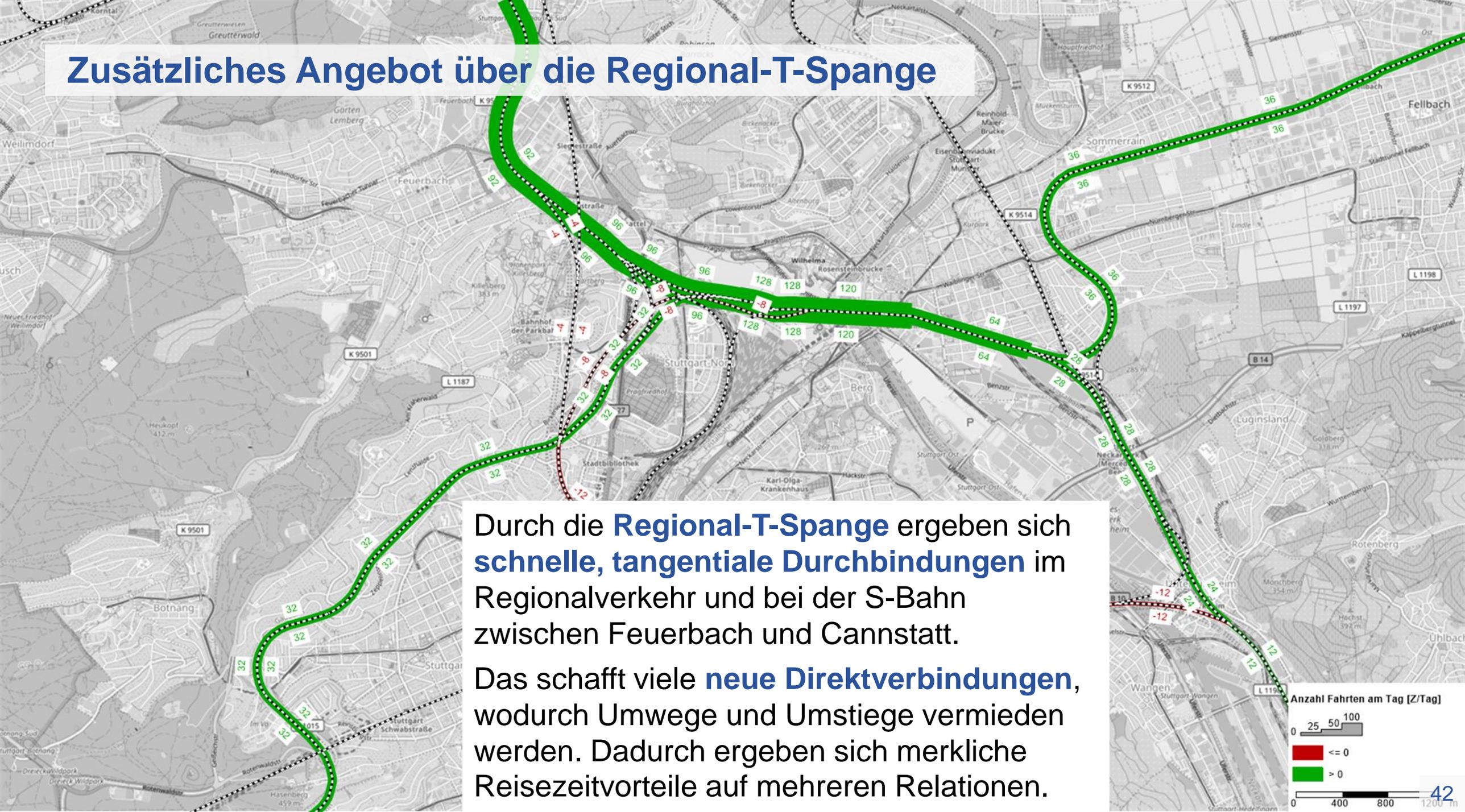


- Insgesamt nutzen im Konzept 7 Züge/h und Richtung die T-Spange sowie 2 Züge/h das Nordkreuz (also insgesamt 36 Ankünfte/2 Stunden in der HVZ).
- Bad Cannstatt erhält zahlreiche Direktverbindungen in den Nordwesten von Stuttgart ohne Umweg über den Stuttgarter Hbf.
- Bei der **Regional-T-Spange/ Nordkreuz** liegt der Engpass auf den weiteren Zulaufstrecken bzw. den Verknüpfungsmöglichkeiten zwischen Fern- und S-Bahn im Bereich Bad Cannstatt.

Legende

- Züge via Regional-T-Spange
- Züge via Nordkreuz

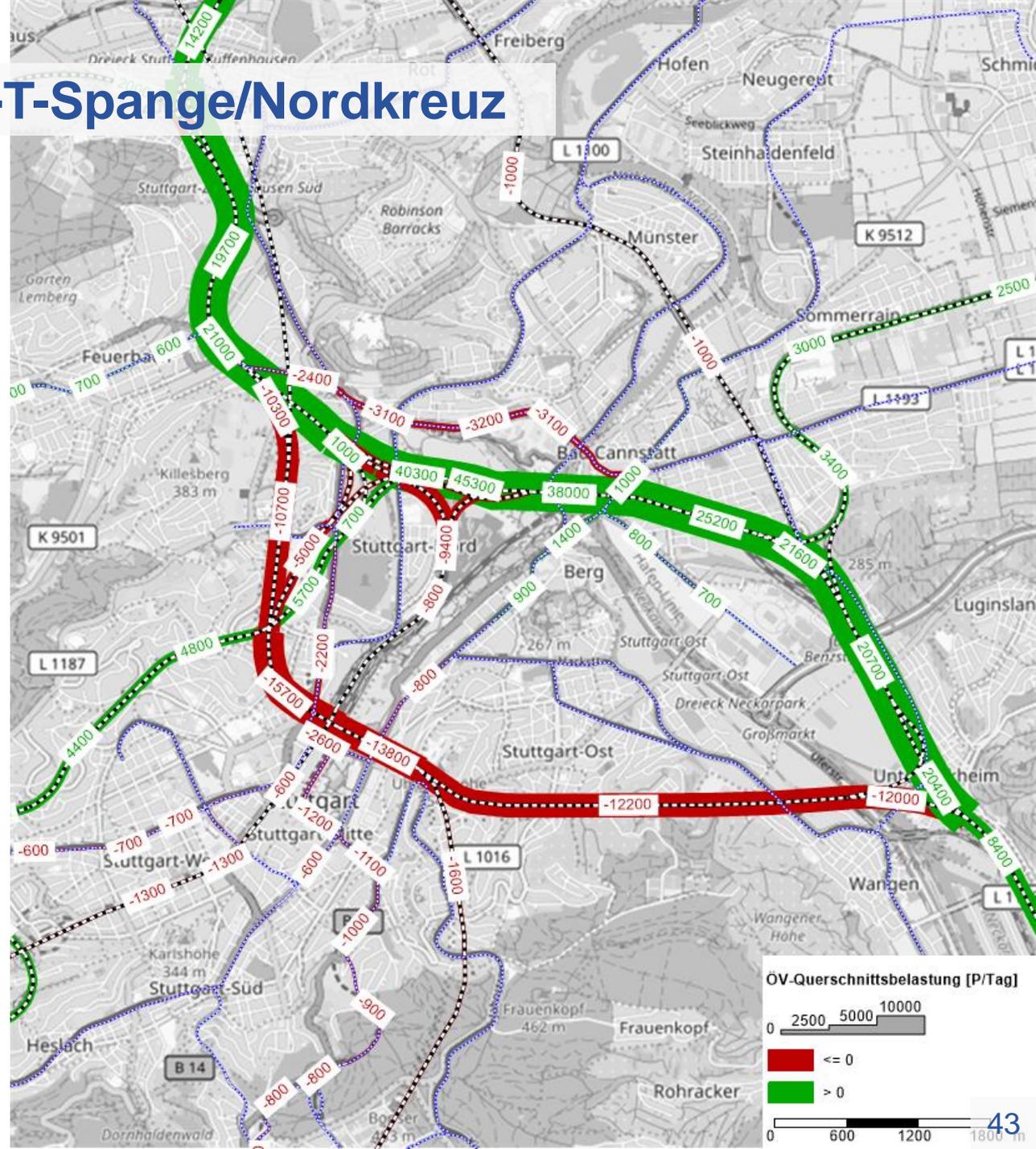
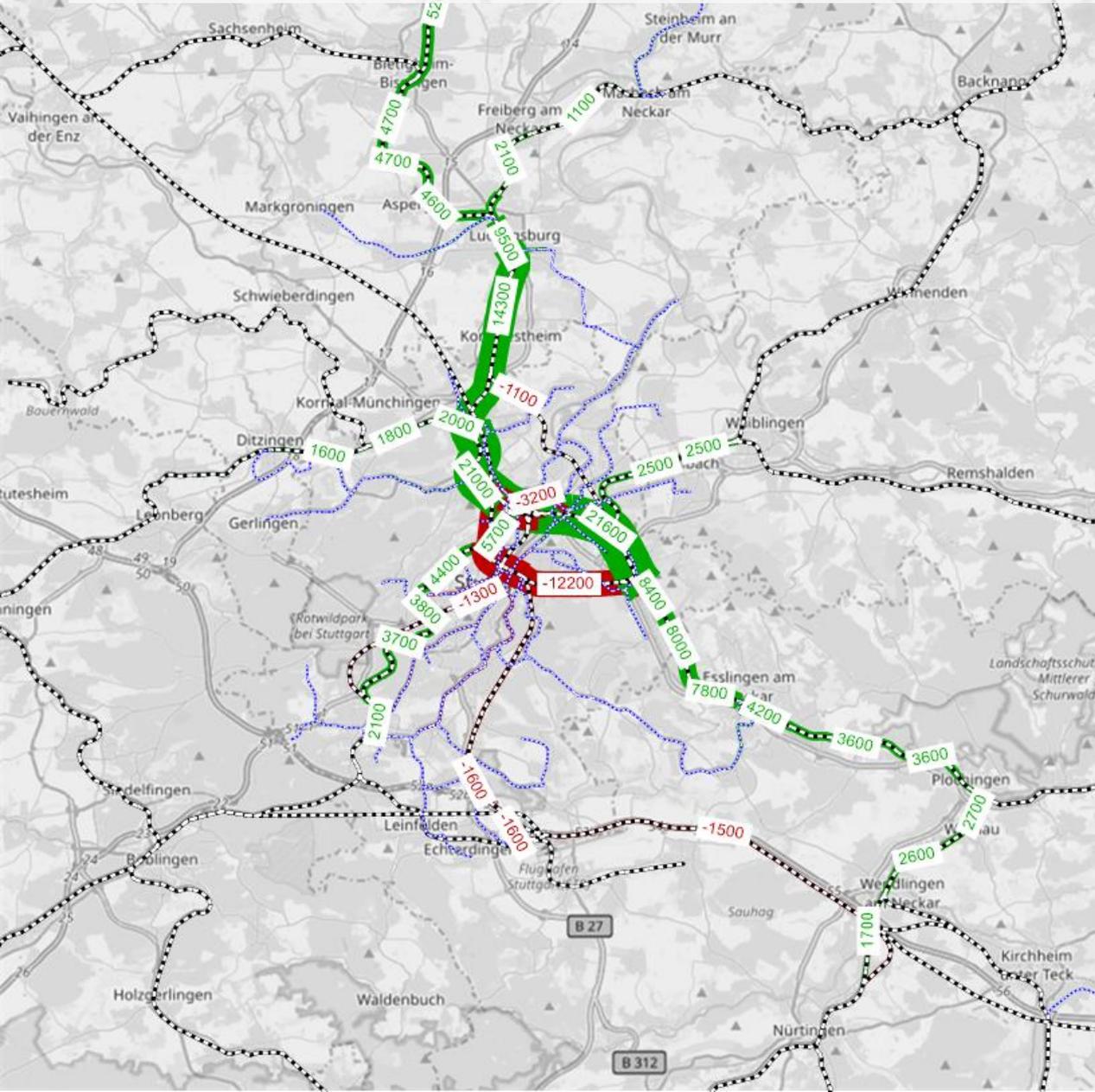
Zusätzliches Angebot über die Regional-T-Spange



Durch die **Regional-T-Spange** ergeben sich **schnelle, tangentielle Durchbindungen** im Regionalverkehr und bei der S-Bahn zwischen Feuerbach und Cannstatt.

Das schafft viele **neue Direktverbindungen**, wodurch Umwege und Umstiege vermieden werden. Dadurch ergeben sich merkliche Reisezeitvorteile auf mehreren Relationen.

Verkehrliche Wirkungen von Regional-T-Spange/Nordkreuz



Verkehrsströme über Regional-T-Spange/Nordkreuz

44.000 Fahrgäste nutzen täglich die T-Spange.

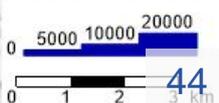
84 % dieser Fahrgäste haben Quelle und Ziel (Binnenverkehr) innerhalb der Region Stuttgart und 59 % haben Quelle oder Ziel (Quell- / Zielverkehr) innerhalb der LHS.

In Cannstatt steigen 56 % der Fahrgäste auf S-Bahn, Regionalverkehr, Busse und Stadtbahnen um oder erreichen ihr Ziel fußläufig.

In Feuerbach sind es bloß 36 %, somit liegt der Anteil durchfahrender Fahrgäste hier deutlich höher.

Insbesondere Bad Cannstatt wird zu einem noch bedeutsameren **dezentralen** Regionalbahnhof. Feuerbach und Cannstatt haben gemeinsam rund die Hälfte der Fahrgäste des Hauptbahnhofs.

Fahrgastströme [P/Tag]

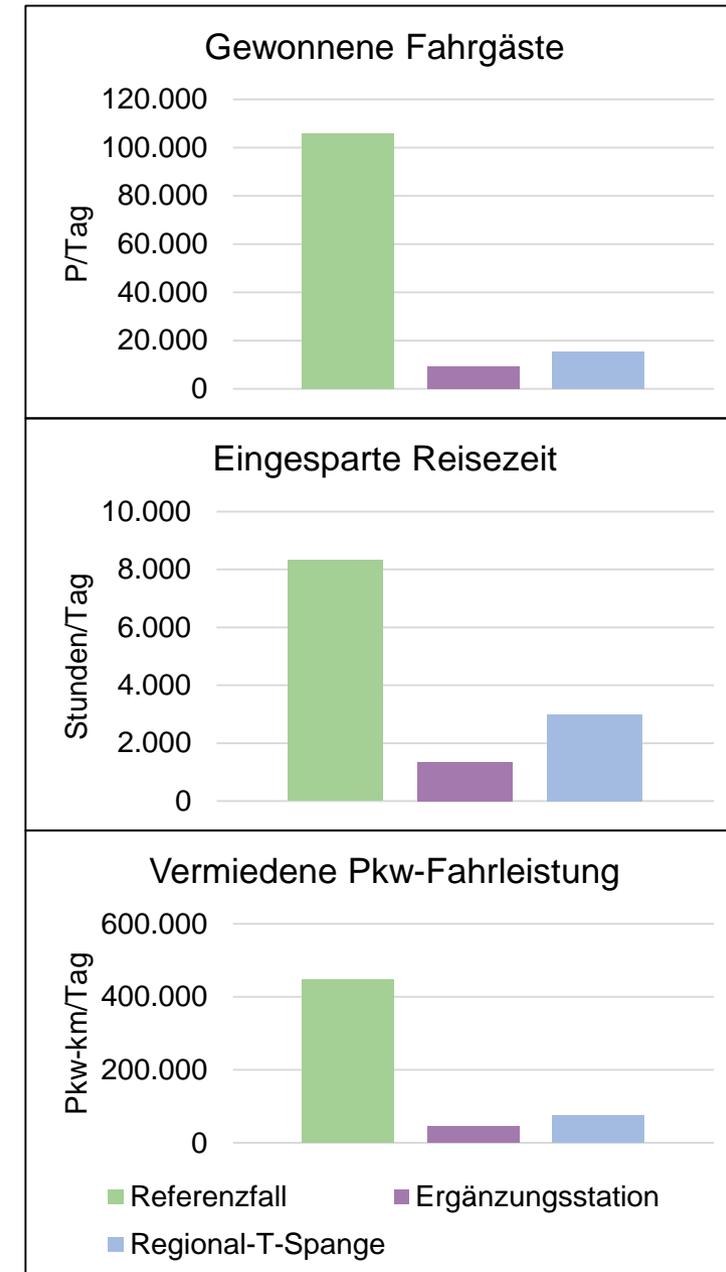


Gliederung

- Konzeption einer erhöhten ÖV-Nachfrage im Nachfrageszenario Verkehrswende
- Zielstellungen für einen attraktiven ÖV im Bahnknoten Stuttgart 2040
- **Betriebliche und verkehrliche Bewertung im Regelverkehr und Störfall eines Bahnknoten Stuttgart 2040 zur Dimensionierung der erforderlichen Infrastruktur:**
 - Vorgehen und Methodik
 - Szenario 1: Referenzfall ohne weiteren Infrastrukturausbau im Kern
 - Szenario 2: Szenario 1 wird um eine Nahverkehrs-Ergänzungsstation ergänzt
 - Szenario 3: Szenario 1 wird um die Regional-T-Spange mit vollständigem Bau des Nordkreuzes ergänzt
 - **Vergleich der Szenarien im Regelbetrieb**
 - Betrachtung einer Störung der S-Bahn
 - Betrachtung einer Störung des Hauptbahnhofs
- Zusammenfassung der Ergebnisse und Handlungsempfehlungen

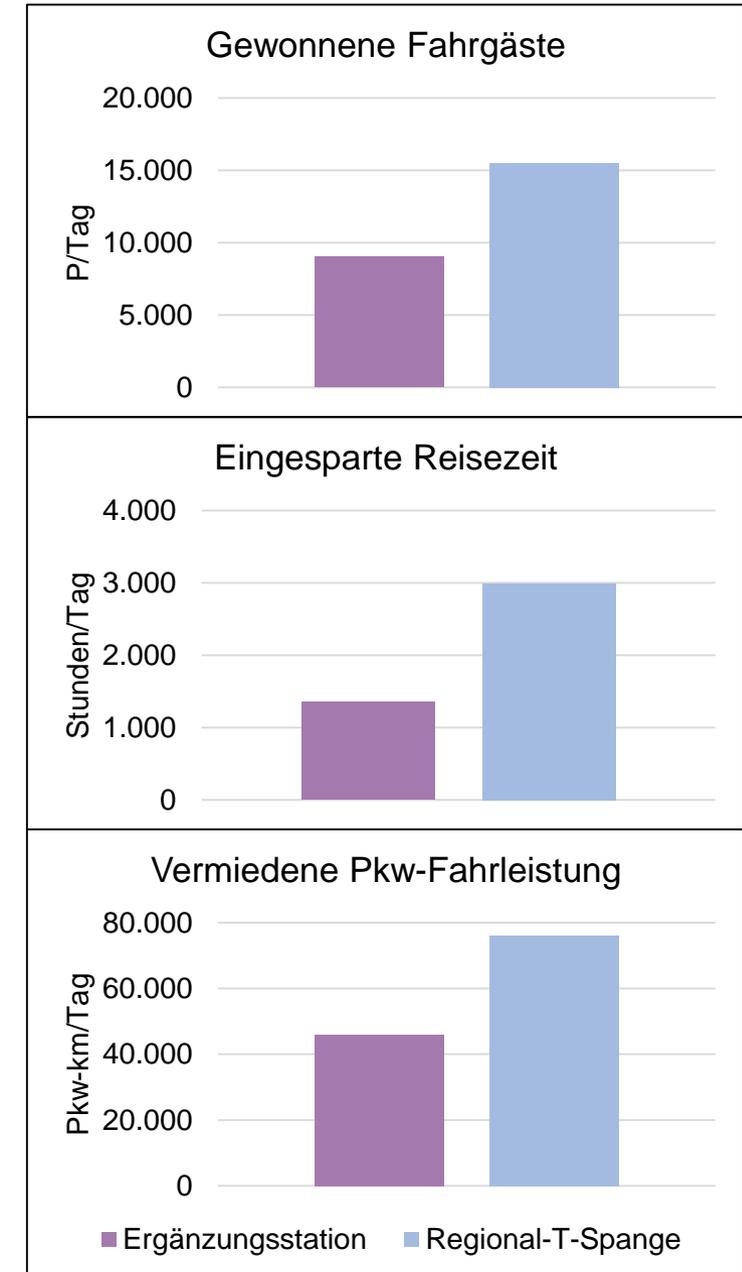
Vergleich der verkehrlichen Wirkungen im Regelbetrieb

- Der mit Abstand höchste verkehrliche Nutzen ergibt sich aus dem umfangreichen Angebotsausbau des **Referenzfalls**.
- Sowohl die Ergänzungsstation als auch Regional-T-Spange/ Nordkreuz steigern die **verkehrliche Wirksamkeit** gegenüber diesem Referenzfall.
- Auf hochbelasteten Abschnitten wird durch den Referenzfall die **Spitzenstundenauslastung** auf ein akzeptables Niveau gesenkt. Es liegen nur noch einzelne Abschnitte leicht über den 80 %-Ziel.
- Die beiden ergänzenden Infrastrukturen im Knoten führen zu mehr Fahrgastgewinnen und Reisezeitersparnissen, jedoch zu keinen nennenswerten weiteren Auslastungsverringerungen auf den hochbelasteten Abschnitten.



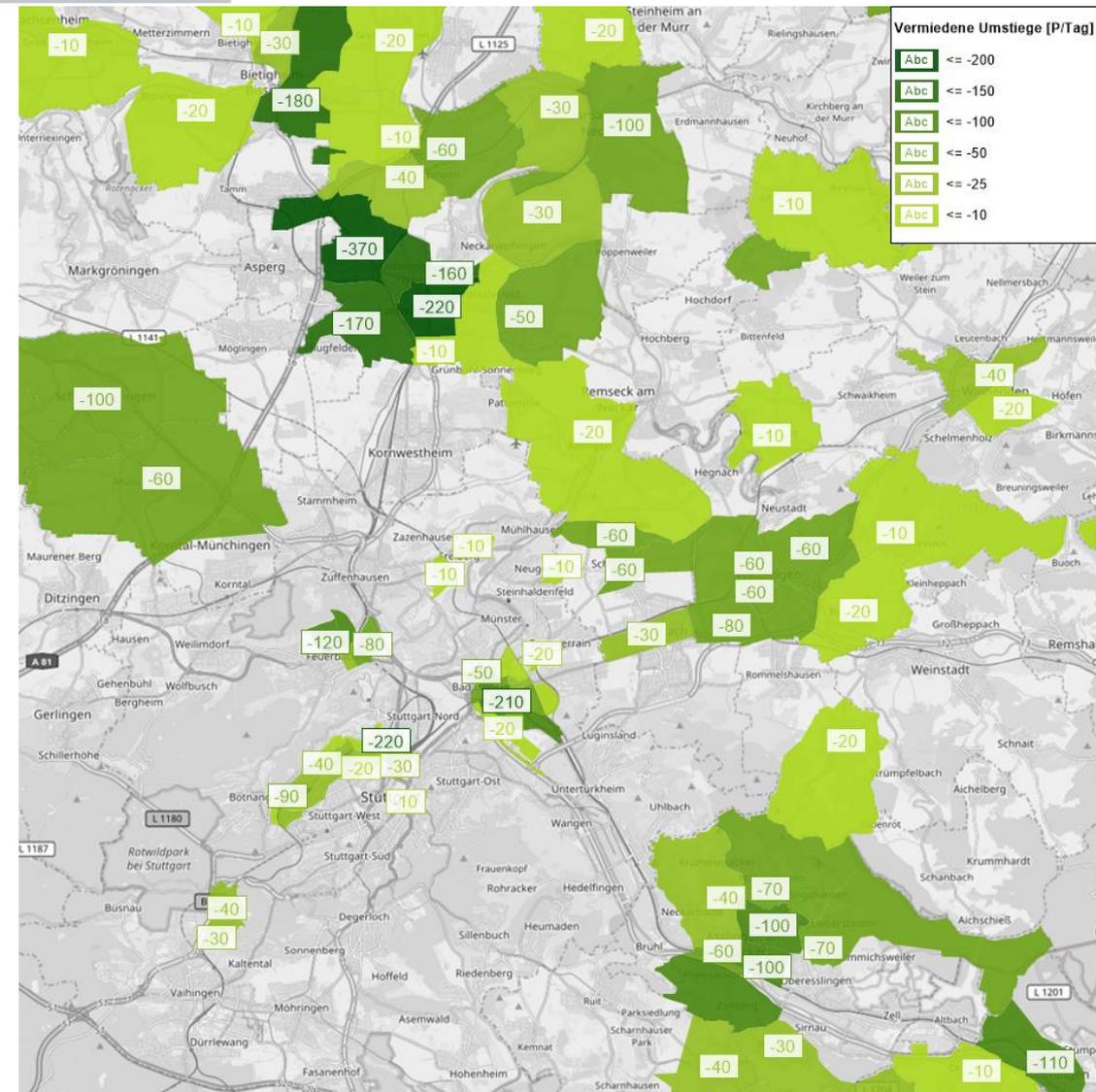
Vergleich von Ergänzungsstation und T-Spange

- Sowohl für die Ergänzungsstation als auch Bad Cannstatt (Zustand mit Regional-T-Spange/Nordkreuz) werden **zusätzlich 36 Ankünfte in 2h** gegenüber dem Referenzfall umgesetzt.
- Sowohl die Ergänzungsstation als auch Regional-T-Spange/Nordkreuz steigern die **verkehrliche Wirksamkeit** gegenüber dem Referenzfall.
- Die beiden ergänzenden Infrastrukturen im Knoten führen zu keinen nennenswerten weiteren Auslastungsverringerungen auf den hochbelasteten Abschnitten.
- Der verkehrliche Nutzen von Regional-T-Spange/Nordkreuz im Vergleich zur Ergänzungsstation wird als etwa **knapp doppelt so hoch** eingeschätzt!
- Die benötigte Betriebsleistung (Zug-km) ist dabei fast identisch. Somit weisen Regional-T-Spange/Nordkreuz eine deutlich höhere **Nutzen-Effizienz** als die Ergänzungsstation auf.



Regional-T-Spange: Vermiedene Umstiege durch neue Verbindungen

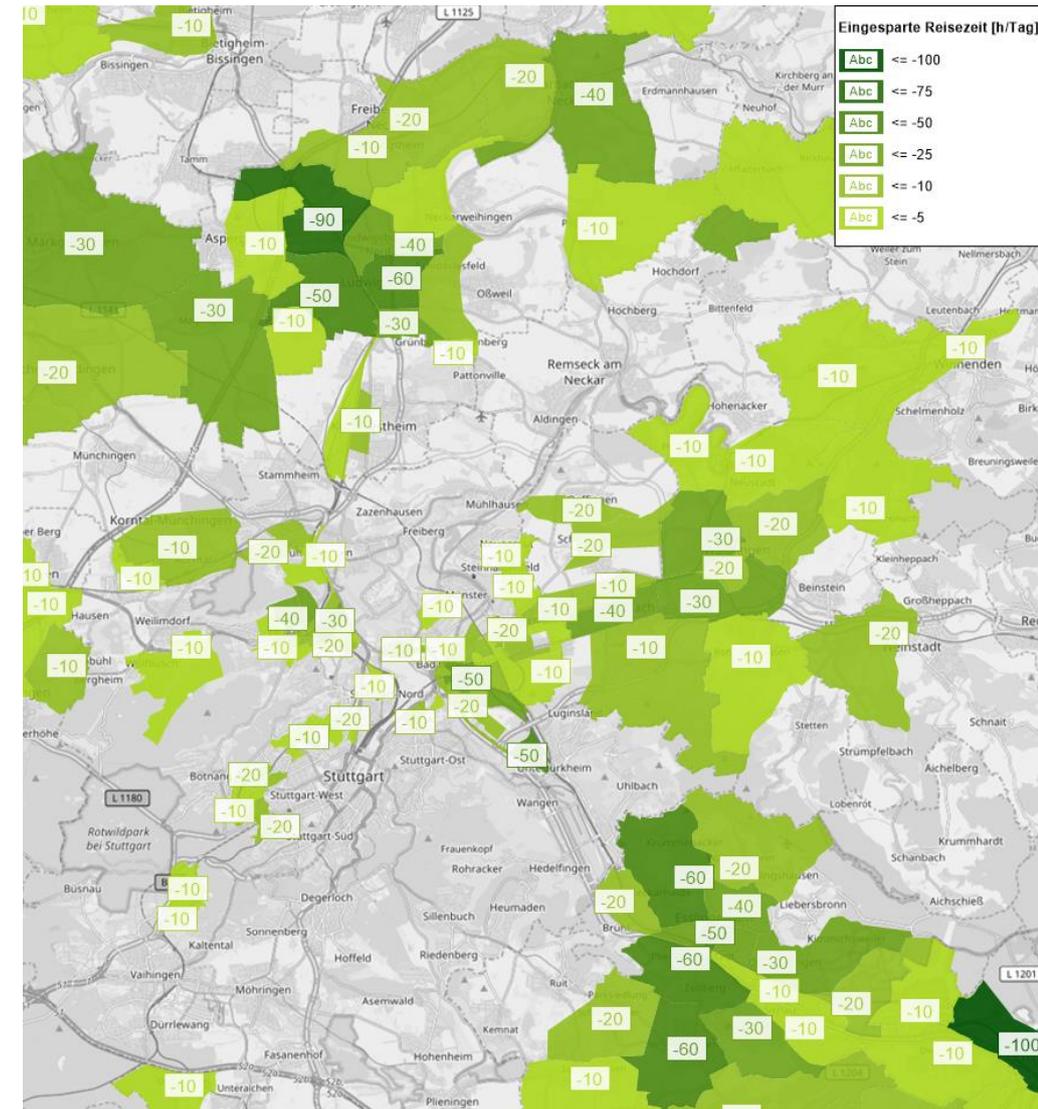
- Die Regional-T-Spange und das Nordkreuz schaffen **neue umsteigefreie Direktverbindungen**.
- Dadurch werden zahlreiche Umstiege auf **wichtigen Relationen** vermieden. Z. B.:
In LHS: Feuerbach – Cannstatt – Panoramabahn
In Region: Esslingen – Ludwigsburg – Waiblingen
Überregional: Frankenbahn – Filstalbahn
- **Entlastung** hochbelasteter Stationen durch weniger Umsteiger:
ca. -18.000 Umsteiger am Hbf (- 10 %)
ca. -7.000 Umsteiger an der Mitnachtstraße (- 40 %)
- Vermiedene Umstiege haben einen **hohen Nutzen** für die Fahrgäste (Bequemlichkeit, Komplexität, Risiko von Anschlussverlusten)



Tägliche vermiedene Umstiege je Verkehrszelle [Umstiege/Tag]

Regional-T-Spange: Reisezeitverkürzungen durch eine schnelle Abkürzung

- Die Regional-T-Spange und das Nordkreuz ermöglichen **schnelle** Verbindungen mit spürbaren Reisezeitverkürzungen.
- Regional-T-Spange/Nordkreuz dienen für zahlreiche Fahrgäste auf wichtigen Relationen als **Abkürzung**.
- Fahrzeit Feuerbach – Cannstatt:
 - via Mittnachtstr. 7 min + Umsteigewartezeit 2-5 min
 - via U13: 10 min
 - via T-Spange: 4-5 min
 - Pkw: ca. 14 min
- Fahrzeit Ludwigsburg – Esslingen:
 - via Schusterbahn: 28 min
 - via Hbf und P-Option: 21-33 min, Ø 26 min
 - via T-Spange: 18-23 min, Ø 20 min
 - Pkw: ca. 35 min

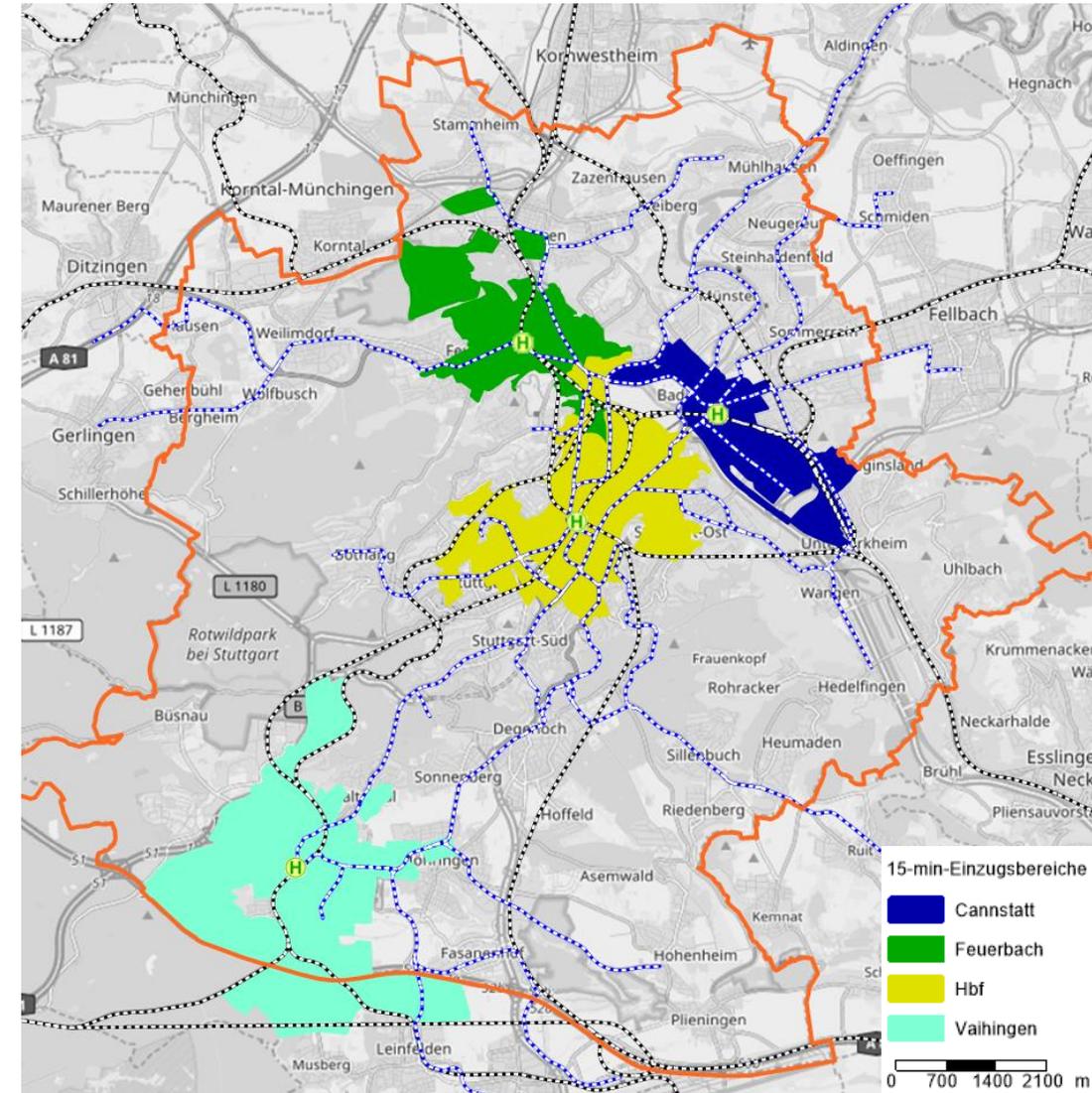


Tägliche Reisezeitverkürzungen je Verkehrszelle [Stunden/Tag]

Regional-T-Spange: Erschließung durch dezentrale Regionalbahnhöfe

- Die polyzentrale Raumstruktur in Stuttgart lässt sich durch **dezentrale** Regionalbahnhöfe besser erschließen als durch einen zentralen Bahnhof.
- Die Regional-T-Spange und das Nordkreuz bieten eine **leistungsfähige Infrastruktur** zur Verknüpfung und direkter Erreichbarkeit dieser Bahnhöfe.
- Cannstatt, Feuerbach und Vaihingen bieten sehr gute **Verknüpfungspunkte** zu den nachgelagerten Netzen (Stadtbahn, Bus).
- Die Regionalbahnhöfe **erschließen** zahlreiche Einwohner und wichtige Ziele:

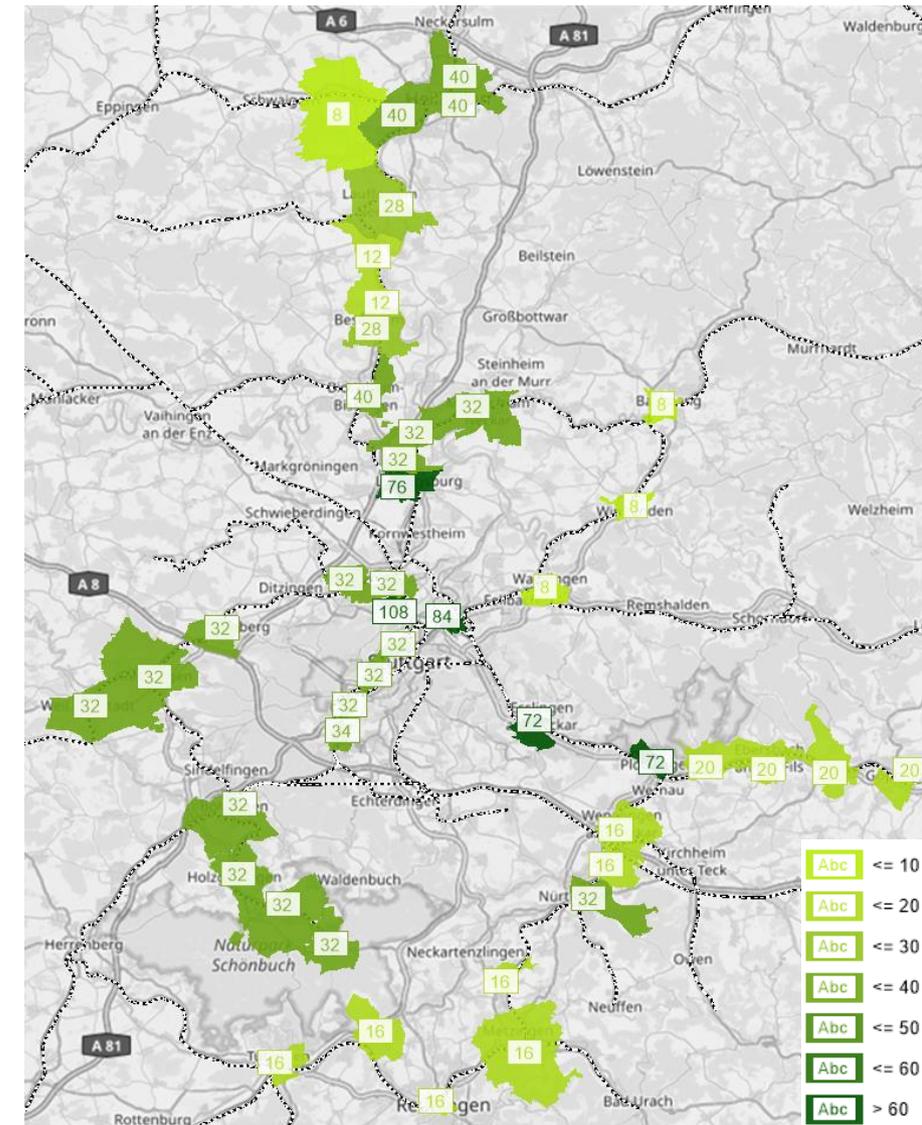
Einzugsbereich Bahnhof	Einwohner	Arbeitsplätze
Bad Cannstatt	24.000	44.000
Feuerbach	27.000	43.000
Vaihingen	47.000	64.000
Summe der 3 dezentralen Bahnhöfe	98.000	151.000
Hauptbahnhof	91.000	150.000



Einzugsbereiche für Regionalverkehrshalte in 15 min Reisezeit

Ergänzungsstation: bessere Erreichbarkeit des Hbf durch zusätzl. Fahrten

- Die Ergänzungsstation ermöglicht zusätzliche Fahrten zum Hauptbahnhof: ca. 230 zusätzliche Ankünfte am Tag.
- Allerdings besteht bereits im Referenzfall ein **sehr dichtes** Angebot zum Hauptbahnhof:
ca. 800 Ankünfte am Tag im S21 Tiefbahnhof
ca. 960 Ankünfte am Tag bei der S-Bahn
- Es werden nur **wenige gänzlich neue Verbindungen** geschaffen. Es bestehen bereits im Referenzfall von fast allen Strecken Direktverbindungen zum Hauptbahnhof.
- Die Taktverdichtung der bestehenden Verbindungen hat im Verkehrsmodell **keine großen verkehrliche Nutzen**, weil die Takte bereits sehr dicht sind.
- Exkurs: Wartezeit auf eine Verbindung = $\frac{1}{2}$ Taktzeit
Bsp. 60'-Takt \rightarrow 30'-Takt: \emptyset Wartezeit sinkt um 15 min
Bsp. 10'-Takt \rightarrow 5'-Takt: \emptyset Wartezeit sinkt um 2,5 min



Zusätzliche Direktverbindungen zum Hbf [Fahrten/Tag]

Sensitivitätsüberprüfung zur Zugfolgezeit von 2 Minuten

- Die mit der PSU abgestimmte und in den Konzepten unterteilte **Zugfolge- und Gleiswiederbelegungszeit** von **2 Min.** wurde im Rahmen einer Sensitivitätsbetrachtung auf **2,5 Min** erhöht.
 - Für eine Lösung der entstehenden Konflikte müssten bei einer prinzipiellen **Beibehaltung des Konzepts** sowohl in der Ergänzungsstation (2,5 von 18 Zügen) als auch im Hauptbahnhof (4 von 60 Zügen) **Züge entfallen**. Anteilsmäßig ist die Ergänzungsstation stärker betroffen. Dies liegt daran, dass sie näher an der Kapazitätsgrenze als der Hauptbahnhof betrieben wird.
 - Bei einer **vollständigen Neukonzeption** des Angebots im Hauptbahnhof und der Ergänzungsstation könnte die **Anzahl der Züge beibehalten** werden, wenn das Konzept stärker auf den Knoten Stuttgart Hbf ausgerichtet wird.
 - Die **T-Spange** besitzt eine **sehr hohe Kapazität**, die bisher nicht ausgenutzt wird, und ist von einer Erhöhung der Zugfolgezeiten kaum betroffen. Limitierend wirken hier die direkten Zuläufe (Zuffenhausen und Bahnhof Bad Cannstatt).
- Mit einer Erhöhung der Zugfolgezeiten **bleiben die Verhältnisse der Ergebnisse bestehen**.
- Die Ausbauten in den Zuläufen sind prioritär anzugehen, bevor ein Ausbau im Knoten selbst notwendig wird.
 - Die Regional-T-Spange ist verkehrlich attraktiver als die Ergänzungsstation im Regelbetrieb.

Zwischenfazit für den Regelbetrieb

Referenzfall

- führt zu sehr hohen verkehrlichen Wirkungen
- senkt die Auslastung der Züge im Verkehrswendeszenario nahezu durchgängig auf das gewünschte Niveau
- erfordert Investitionen in der Fläche, nicht im Knoten Stuttgart (abgesehen von der Digitalisierung)
- ist aus verkehrlicher Sicht gegenüber ergänzender Infrastruktur im Knoten zu priorisieren

Ergänzungsstation sowie Regional-T-Spange/Nordkreuz

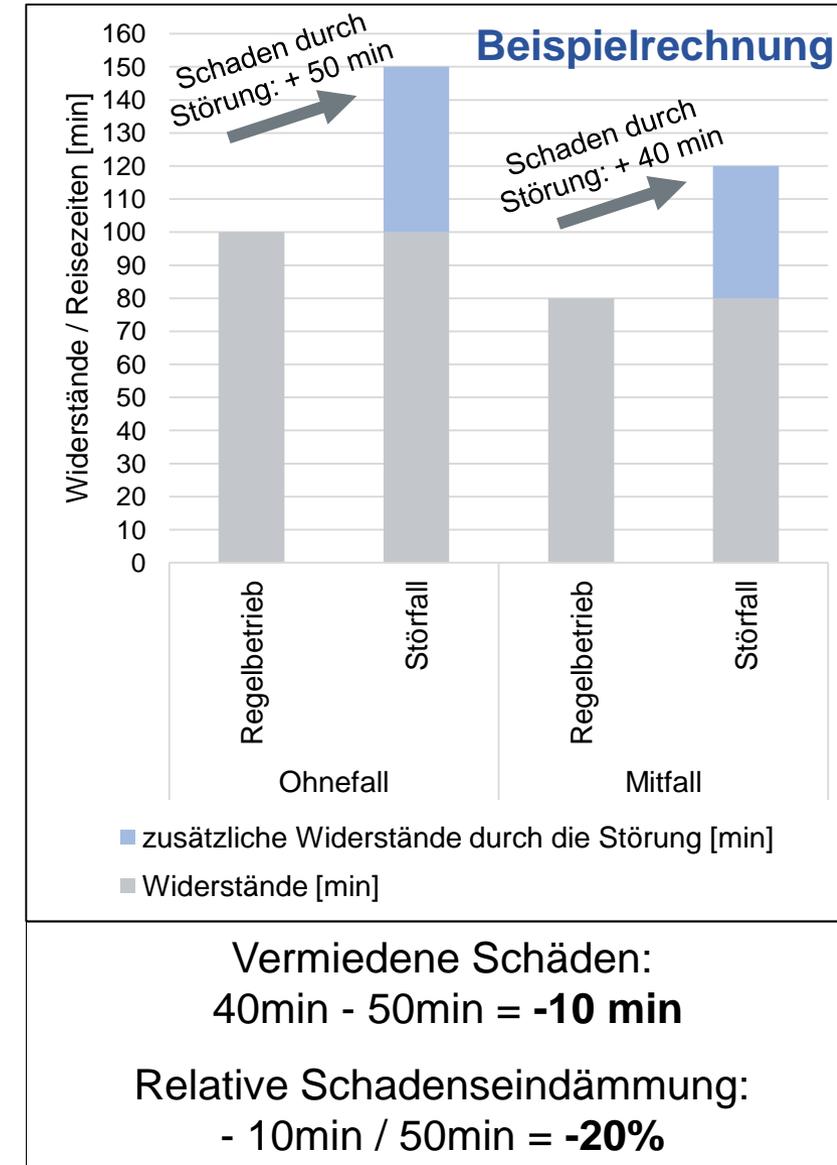
- erhöhen jeweils die Wirkungen des Referenzfalls und senken die Auslastung – allerdings beides nur moderat
- wirken vor allem über die Anbindungen nach Feuerbach und Bad Cannstatt
- Regional-T-Spange/Nordkreuz zeigen bessere verkehrliche Wirkungen als die Ergänzungsstation und besitzen noch Kapazitätsreserven

Gliederung

- Konzeption einer erhöhten ÖV-Nachfrage im Nachfrageszenario Verkehrswende
- Zielstellungen für einen attraktiven ÖV im Bahnknoten Stuttgart 2040
- **Betriebliche und verkehrliche Bewertung im Regelverkehr und Störfall eines Bahnknoten Stuttgart 2040 zur Dimensionierung der erforderlichen Infrastruktur:**
 - Vorgehen und Methodik
 - Szenario 1: Referenzfall ohne weiteren Infrastrukturausbau im Kern
 - Szenario 2: Szenario 1 wird um eine Nahverkehrs-Ergänzungsstation ergänzt
 - Szenario 3: Szenario 1 wird um die Regional-T-Spange mit vollständigem Bau des Nordkreuzes ergänzt
 - Vergleich der Szenarien im Regelbetrieb
 - **Betrachtung einer Störung der S-Bahn**
 - Betrachtung einer Störung des Hauptbahnhofes
- Zusammenfassung der Ergebnisse und Handlungsempfehlungen

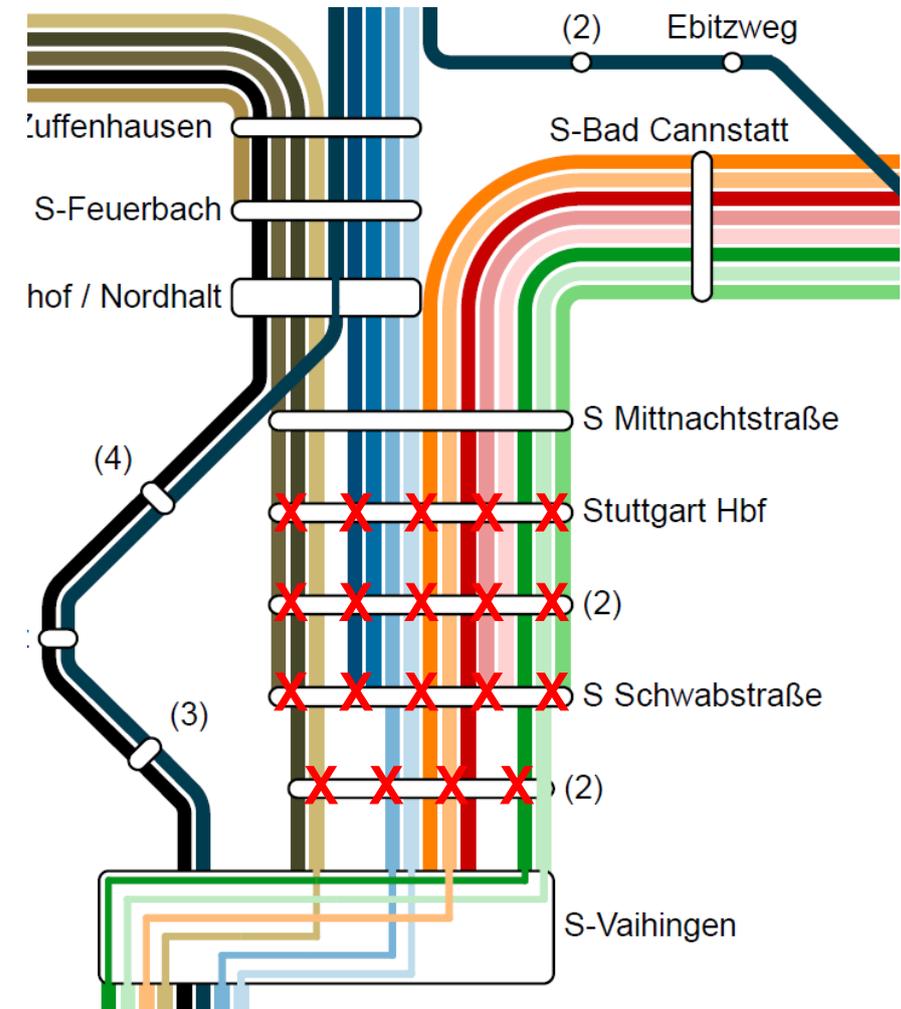
Methodik zur Bewertung von Störfallkonzepten

- Das Verkehrsmodell kann nur eingeschwungene Fahrplankonzepte bewerten (1-Tages-Simulation)
- Im Modell wird von einer vollständigen betrieblichen Umsetzung der Fahrplankonzepte im Störfall ausgegangen
→ Annahme 2040: bessere Verfügbarkeit von Personal, Fahrzeug und Infrastruktur
- Die Fahrgäste im Modell haben volle Informationstransparenz
→ Annahme 2040: bessere Informationsbereitstellung
- Berücksichtigung der **Fahrzeugkapazitäten**, sodass Überlastungen möglichst vermieden werden
- Neue Version der **Standardisierten Bewertung 2016+** sieht im Rahmen der Nutzwertanalyse die Möglichkeit zur Ermittlung von Nutzen aus Netzresilienz vor
→ Bewertung von **Widerstandsdifferenzen** (Fahrzeiten, Gehzeiten, Umsteigehäufigkeiten, Takte, usw.)

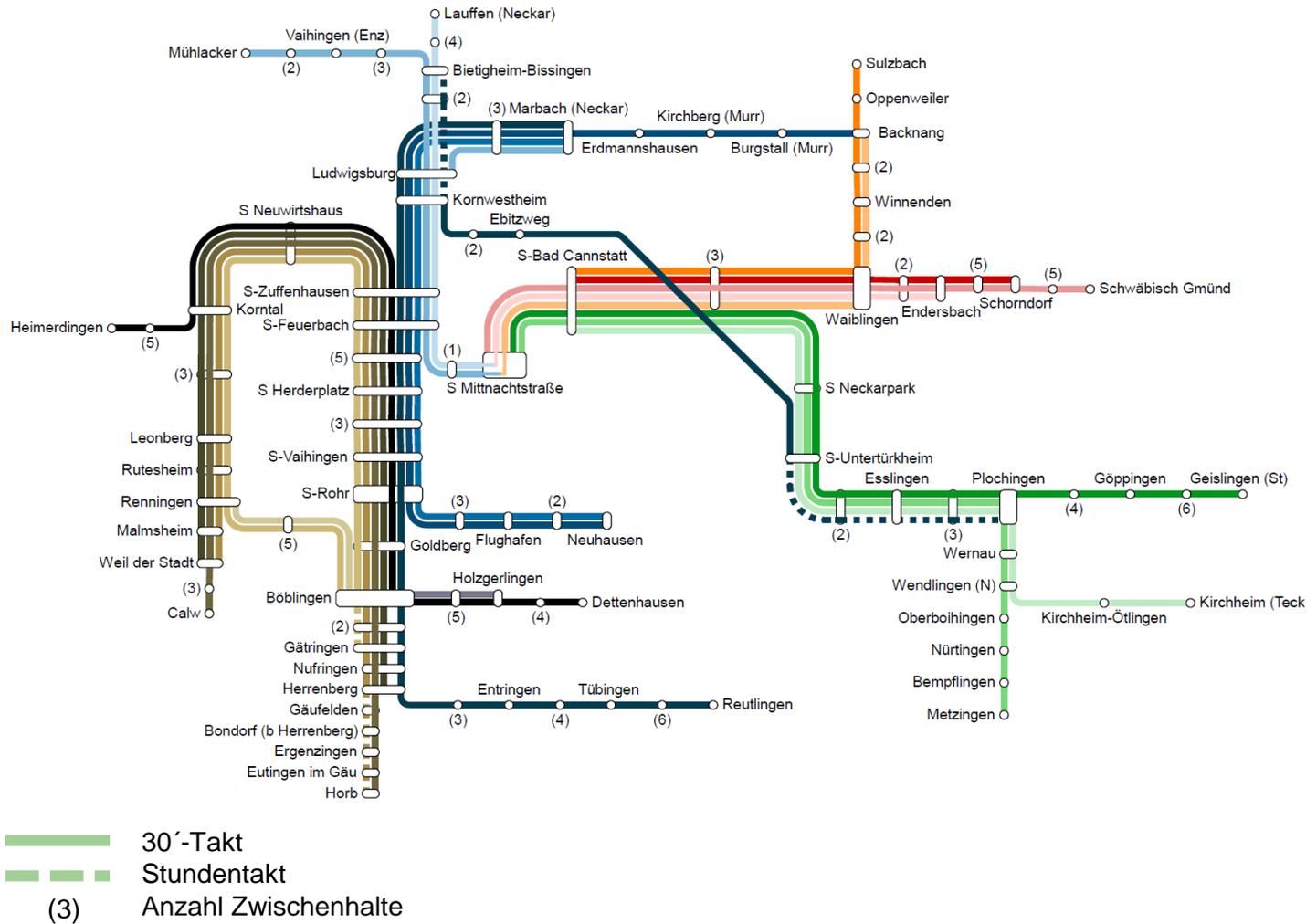


Störfall S-Bahn: Allgemeine Anmerkungen

- Im **Störfall S-Bahn Stammstrecke** steht die S-Bahn-Infrastruktur zwischen Hauptbahnhof und Universität vollständig nicht zur Verfügung.
- Die S-Bahnen werden in allen Fällen (Referenz, Ergänzungsstation und Regional-T-Spange/Nordkreuz) so weit wie möglich an die Innenstadt geführt.
- Unter der Voraussetzung, dass die **Panoramabahn** zur Verfügung steht und leistungsfähig an die S-Bahn nach Feuerbach angeschlossen ist, ergeben sich stimmige Störfallkonzepte. Die S-Bahnen können so immer in hoher Anzahl sehr nahe an die Innenstadt geführt werden.
- Der Regional- und Fernverkehr ist prinzipiell unbeeinflusst. Es ergeben sich je nach Fall nur minimale Anpassungen.



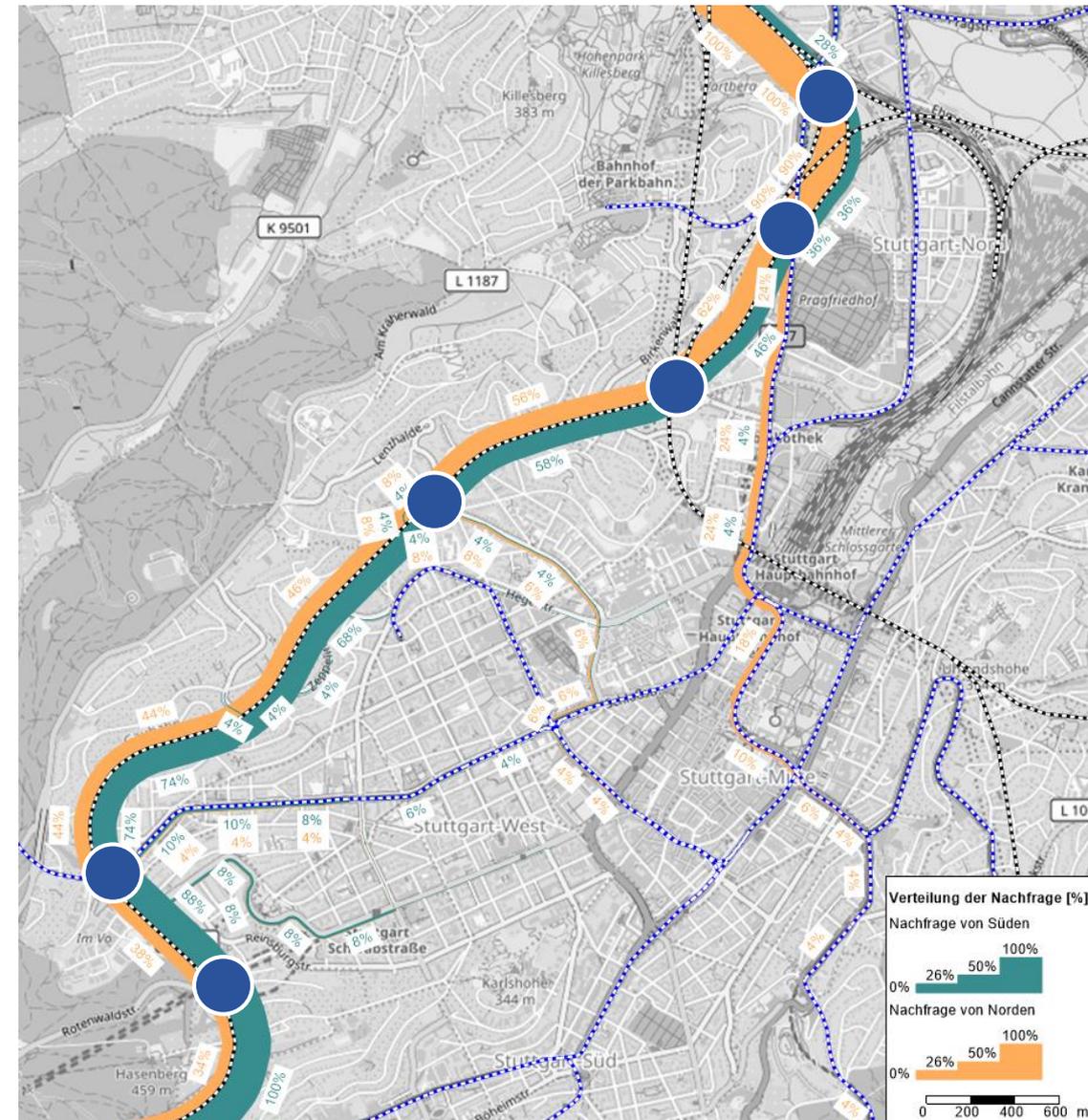
Störfall S-Bahn: Betriebskonzept Referenzfall



- Fast alle S-Bahn-Linien können nahe an die Innenstadt geführt werden.
- Es entstehen neue Durchbindungen im Vergleich zum Regelbetrieb.
- Auf der Panoramabahn verkehren 16 Züge pro Stunde und Richtung.

Störfall S-Bahn: Nutzung der Panoramabahn als 2. Stammstrecke

- Anbindung in Feuerbach via S-Bahn-Gleise ermöglicht die Weiterführung der S-Bahnen aus dem Norden, sodass die Fahrten **nicht vorzeitig enden** müssen.
- Für viele Relationen kann der verkehrliche Schaden dadurch deutlich minimiert werden.
- Die zahlreichen Verknüpfungspunkte zum nachgelagerten Netz entlang der Panoramabahn ermöglichen eine sehr gute dezentrale **Feinverteilung der Nachfrage**.
- Zahlreiche Ziele im Talkessel bleiben weiterhin mit **lediglich einem Umstieg** erreichbar (in diesen Fällen keine zusätzlichen Umstiege im Vergleich zum Regelbetrieb auf der Stammstrecke).



Störfall S-Bahn: Alternative Routenwahl im Referenzfall

270.000 tägliche Nutzer der Stammstecke müssen auf alternative Routen ausweichen.

Der Schaden beträgt in Summe 3,1 Mio. Widerstandsminuten. Im Schnitt erhöht sich der Widerstand der Nutzer der Stammstrecke um 12 min/Fahrt.

STF AKI - REGL AKI

ÖV-Querschnittsbelastung [P/Tag]



0 7500 15000 30000

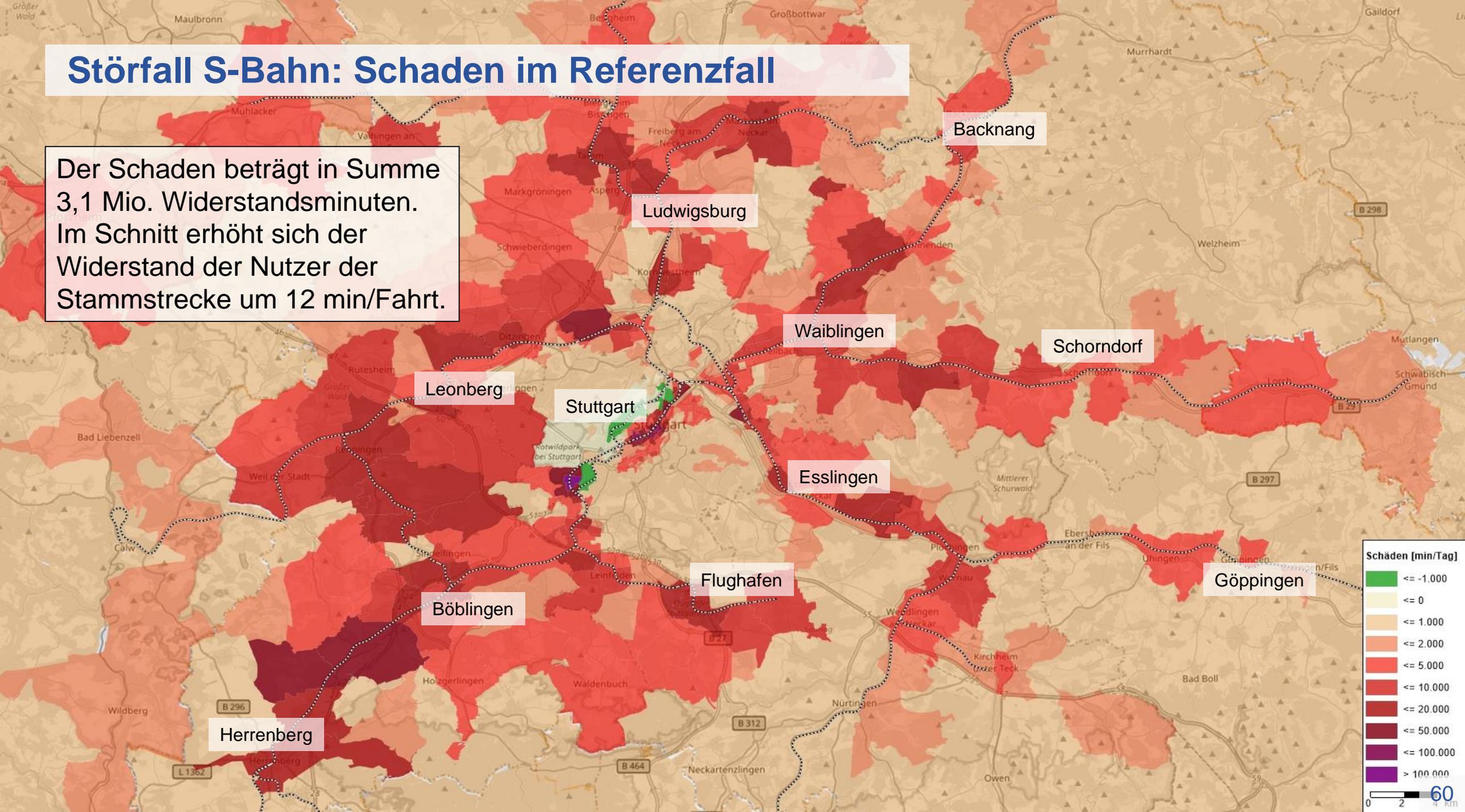
Red line: ≤ 0

Green line: > 0



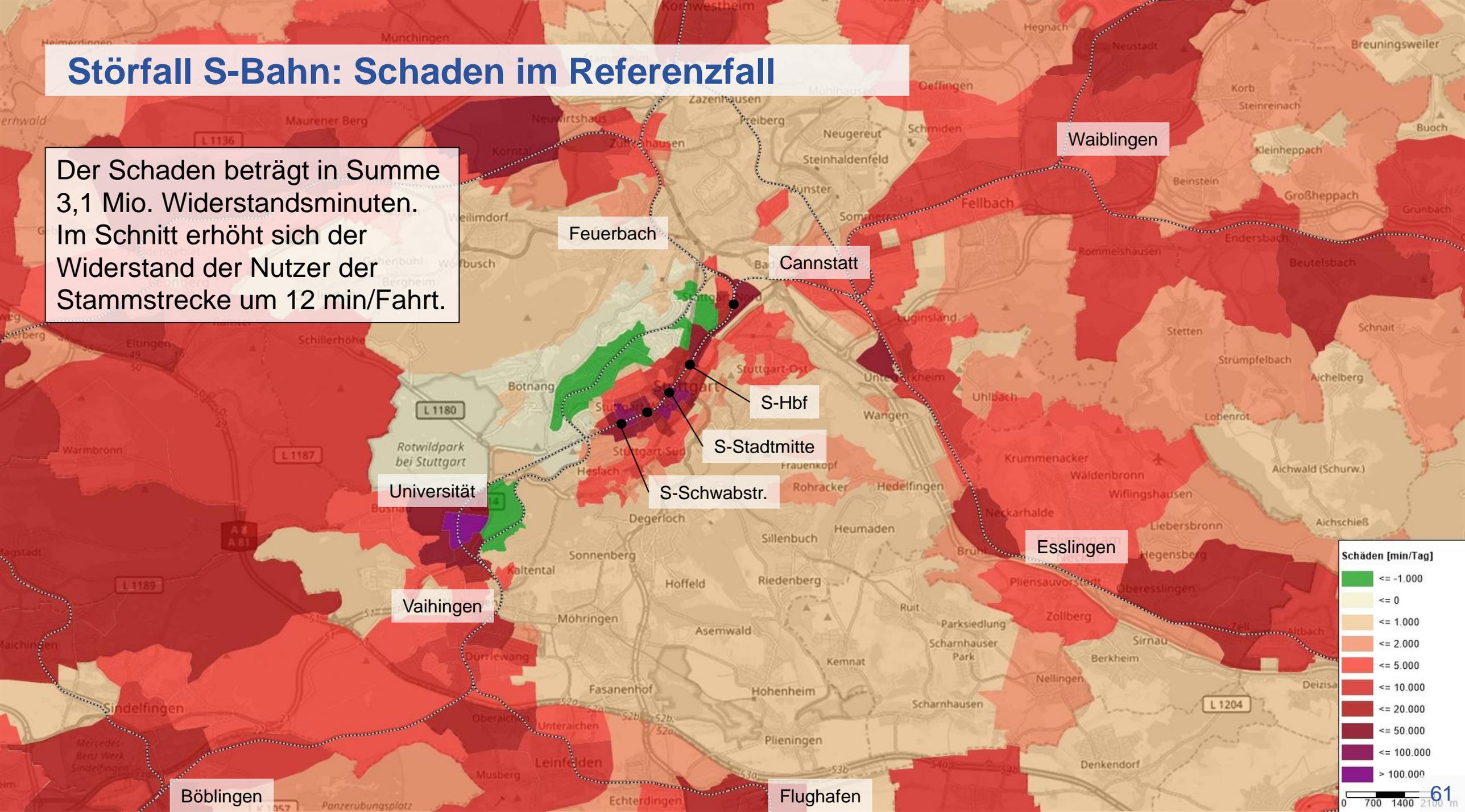
Störfall S-Bahn: Schaden im Referenzfall

Der Schaden beträgt in Summe 3,1 Mio. Widerstandsminuten.
Im Schnitt erhöht sich der Widerstand der Nutzer der Stammstrecke um 12 min/Fahrt.



Störfall S-Bahn: Schaden im Referenzfall

Der Schaden beträgt in Summe 3,1 Mio. Widerstandsminuten.
Im Schnitt erhöht sich der Widerstand der Nutzer der Stammstrecke um 12 min/Fahrt.

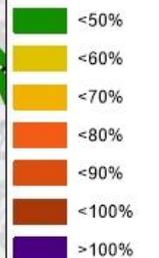


Störfall S-Bahn: Gesamtplatzauslastung Spitzenstunde im Referenzfall

Regional-
verkehr

STF S-Bahn: AKI

Gesamtplatzauslastung Spitze [%]



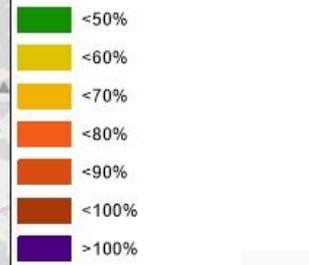
Störfall S-Bahn: Gesamtplatzauslastung Spitzenstunde im Referenzfall

S-Bahn



STF S-Bahn: AKI

Gesamtplatzauslastung Spitze [%]



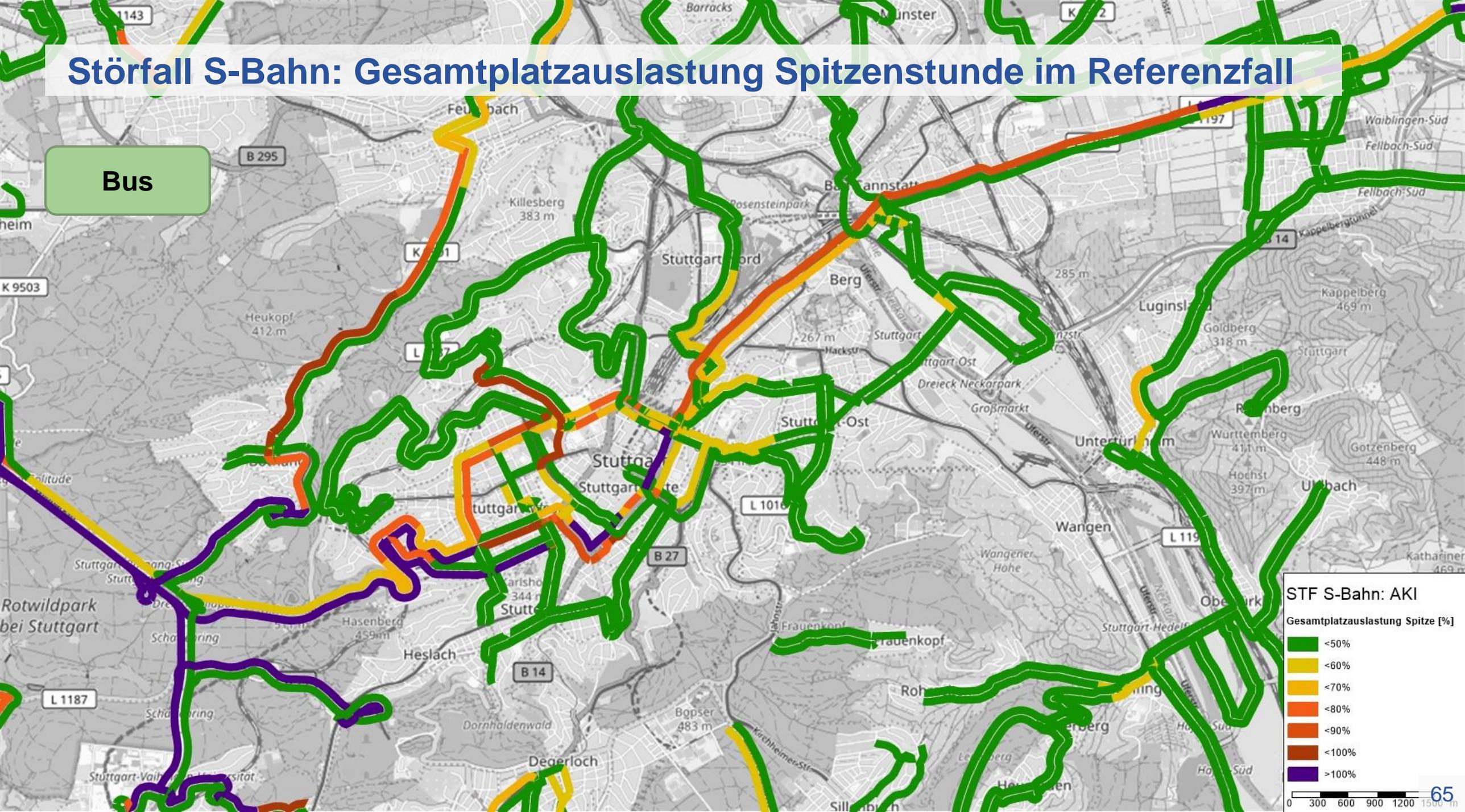
Störfall S-Bahn: Gesamtplatzauslastung Spitzenstunde im Referenzfall

Stadtbahn



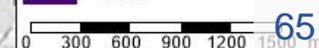
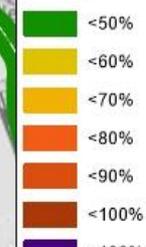
Störfall S-Bahn: Gesamtplatzauslastung Spitzenstunde im Referenzfall

Bus

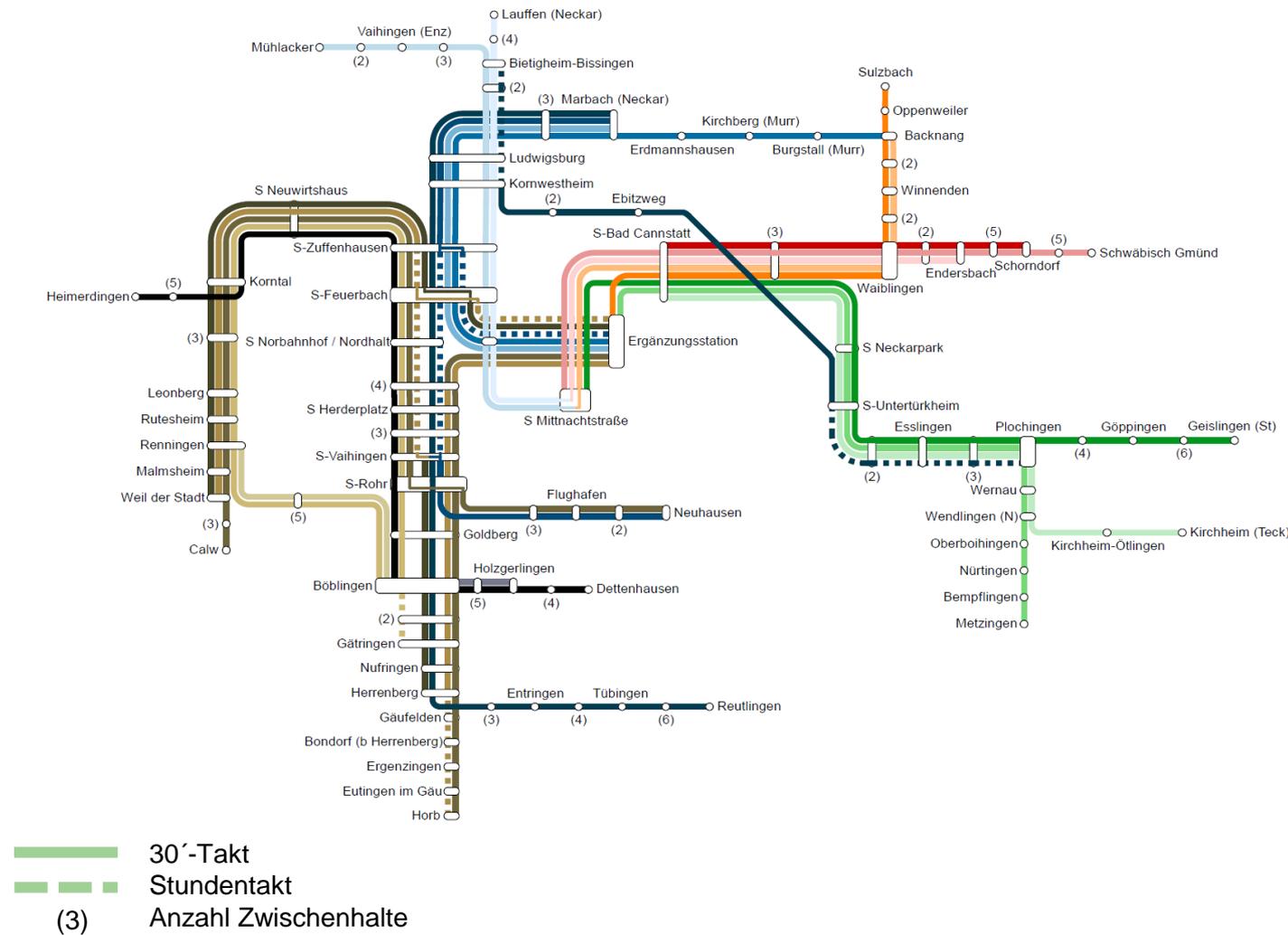


STF S-Bahn: AKI

Gesamtplatzauslastung Spitze [%]

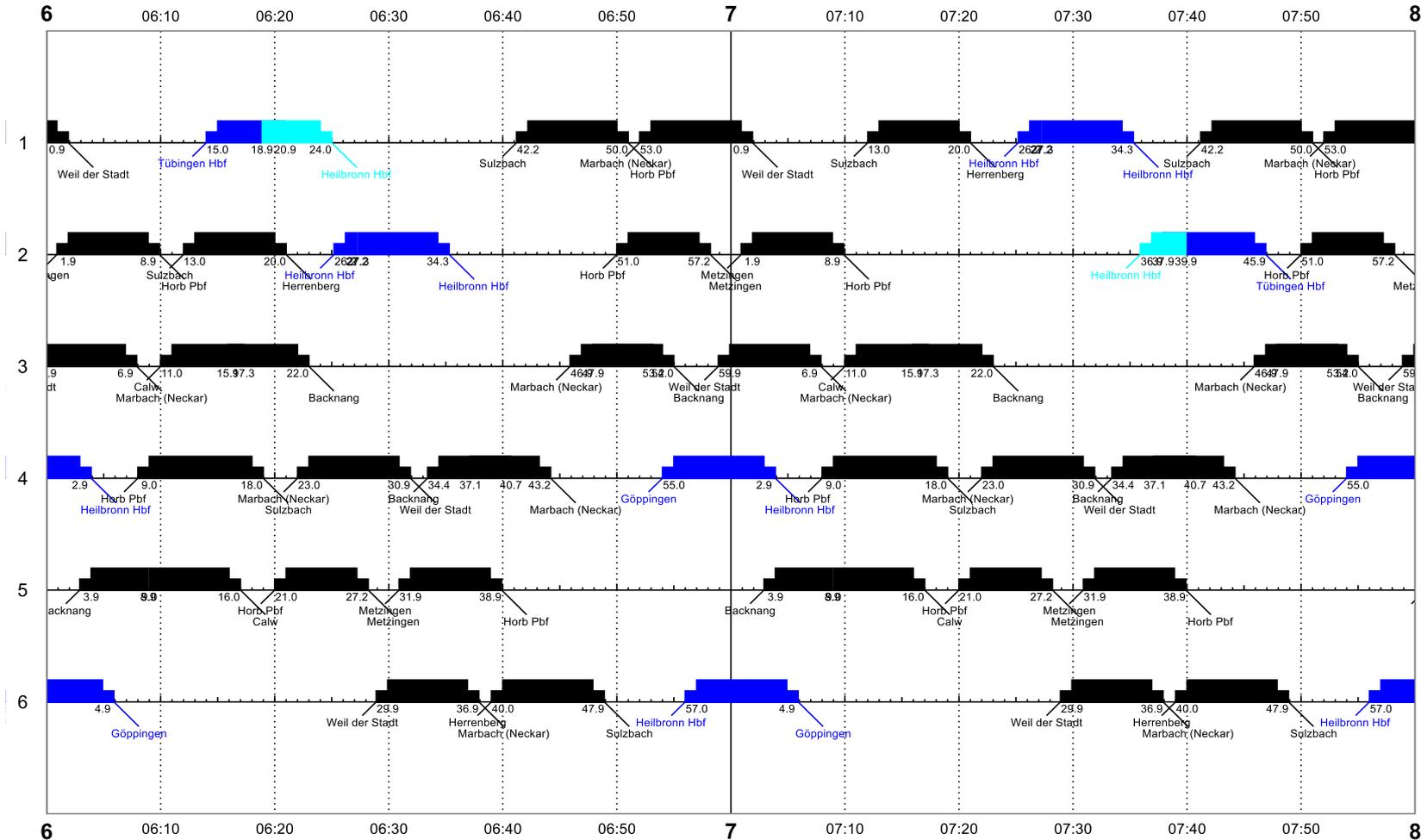


Störfall S-Bahn: Betriebskonzept Ergänzungsstation



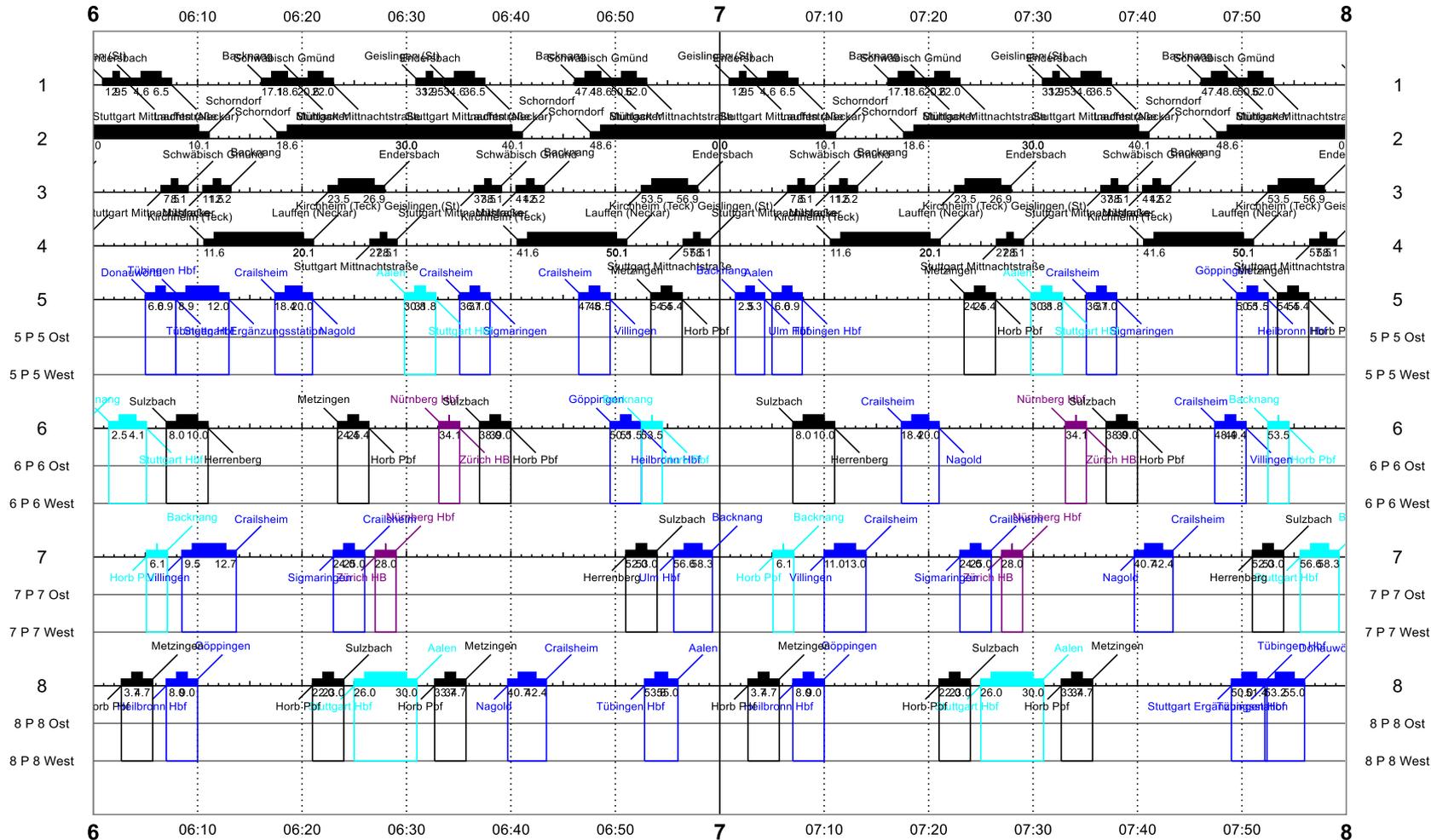
- Das Konzept des Referenzfalls wird prinzipiell übernommen und weiterentwickelt.
- Es erfolgt keine Durchbindung Feuerbach – Bad Cannstatt über die Ergänzungsstation. Diese Durchbindung wird über die Mittnachtstraße realisiert.
- In die Ergänzungsstation verkehren 20 Züge pro Stunde und Richtung, davon 16 S-Bahnen. 4 S-Bahnen sind zwischen Vaihingen und Bad Cannstatt durchgebunden.
- Auf der Panoramabahn verkehren 14 S-Bahnen pro Stunde und Richtung.

Störfall S-Bahn: Gleisbelegung in der Ergänzungsstation



- HVZ-Züge verkehren nahezu nicht mehr in der Ergänzungsstation, auch die Anzahl an Grundtaktzüge ist reduziert.
- Wegen der kreuzenden Fahrstraßen und verkehrlichen guten Fahrlagen sind trotz der Lücken in der Gleisbelegung ohne umfangreiche Anpassungen keine weiteren Züge möglich.

Störfall S-Bahn: Gleisbelegung Bad Cannstatt im Mitfall Ergänzungsstation

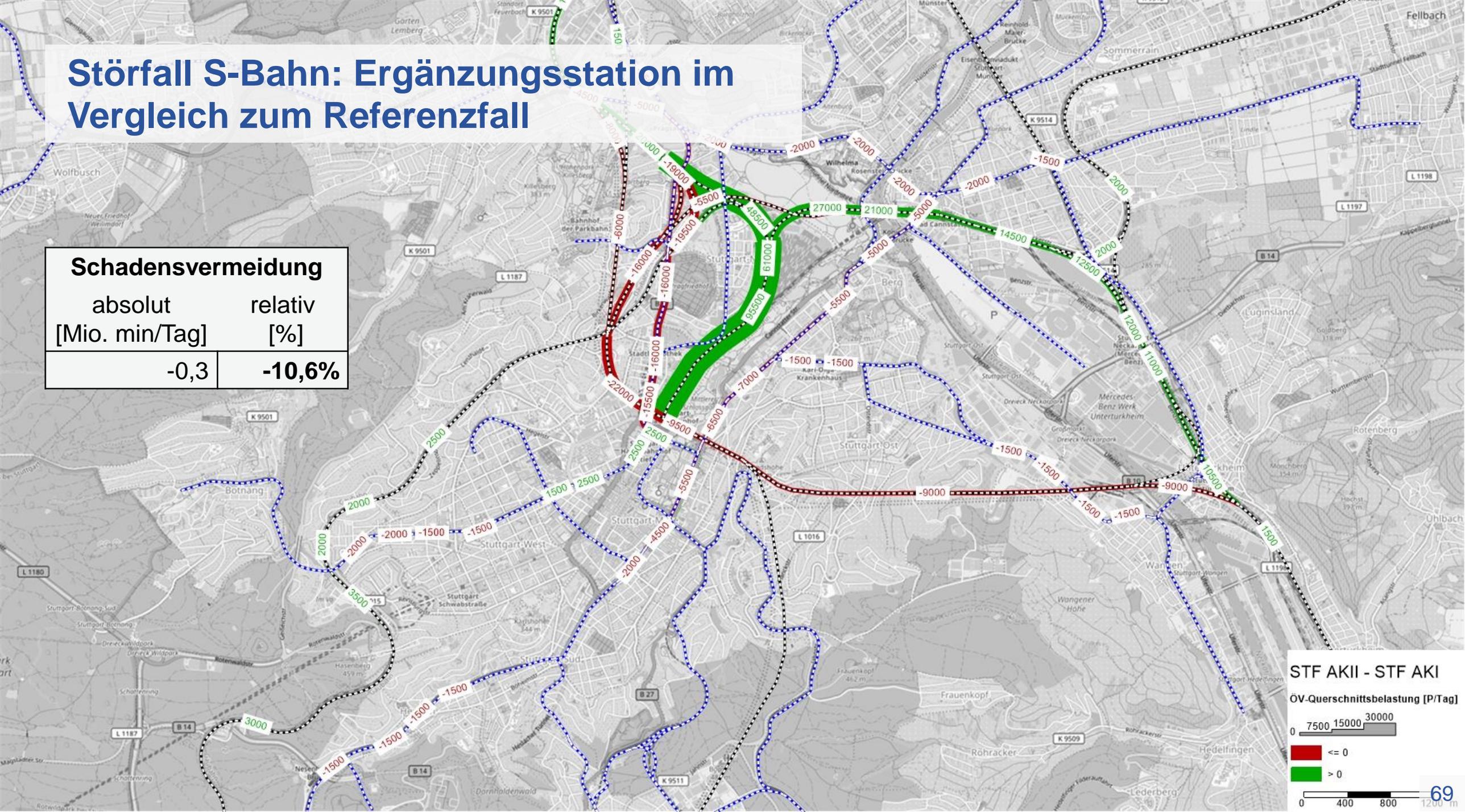


- Im S-Bahn Teil des Bahnhofs wenden einzelne S-Bahnen. Die Anzahl der wendenden Züge wird durch die Ergänzungsstation reduziert.
- S-Bahnen aus der Ergänzungsstation werden über die Fernbahngleise geführt und wechseln im Bereich Untertürkheim und Nürnberger Straße von der Fernbahn auf die S-Bahn-Infrastruktur.

Störfall S-Bahn: Ergänzungsstation im Vergleich zum Referenzfall

Schadensvermeidung

absolut [Mio. min/Tag]	relativ [%]
-0,3	-10,6%



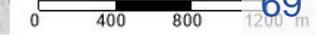
STF AKII - STF AKI

ÖV-Querschnittsbelastung [P/Tag]

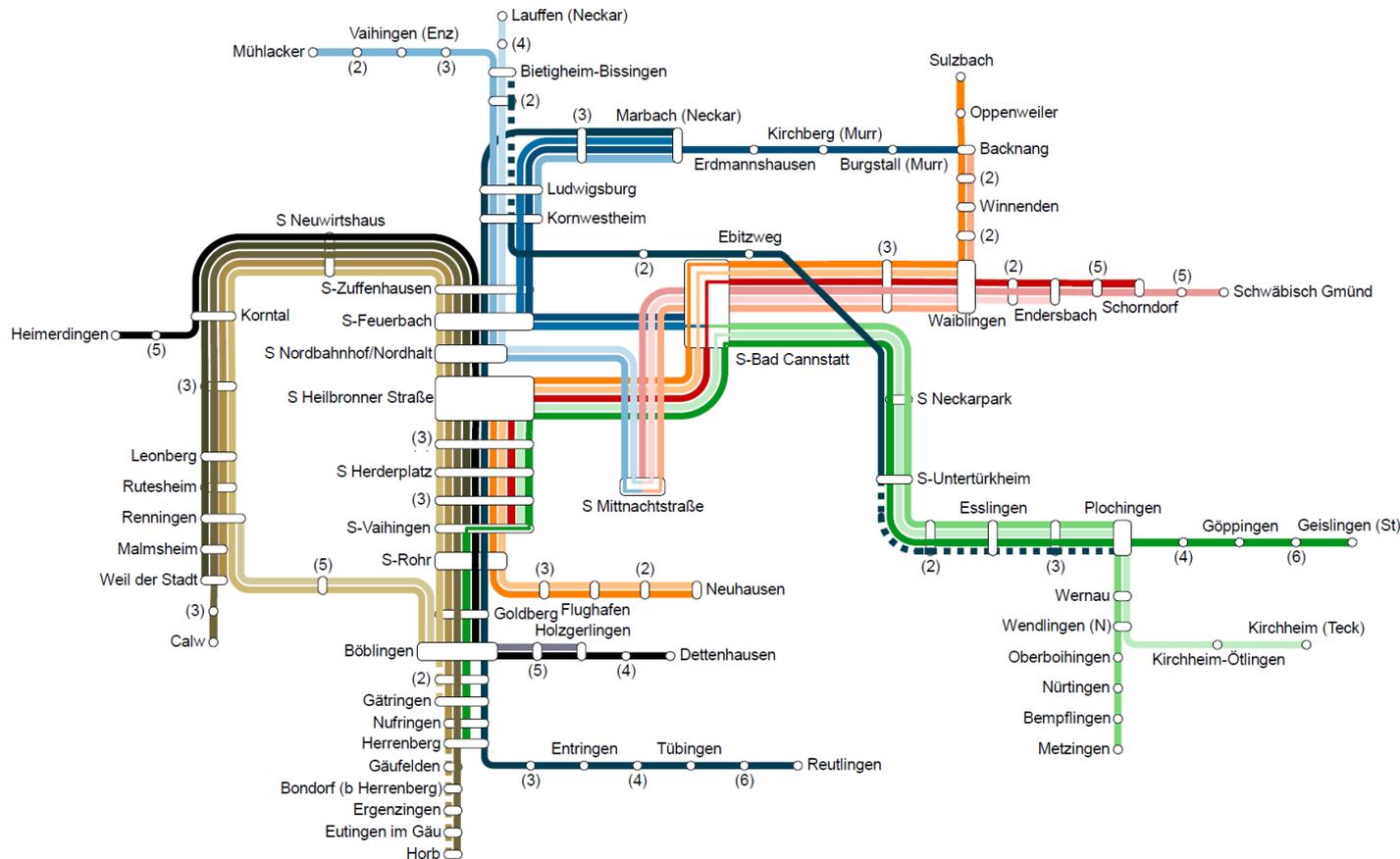


Red: ≤ 0

Green: > 0



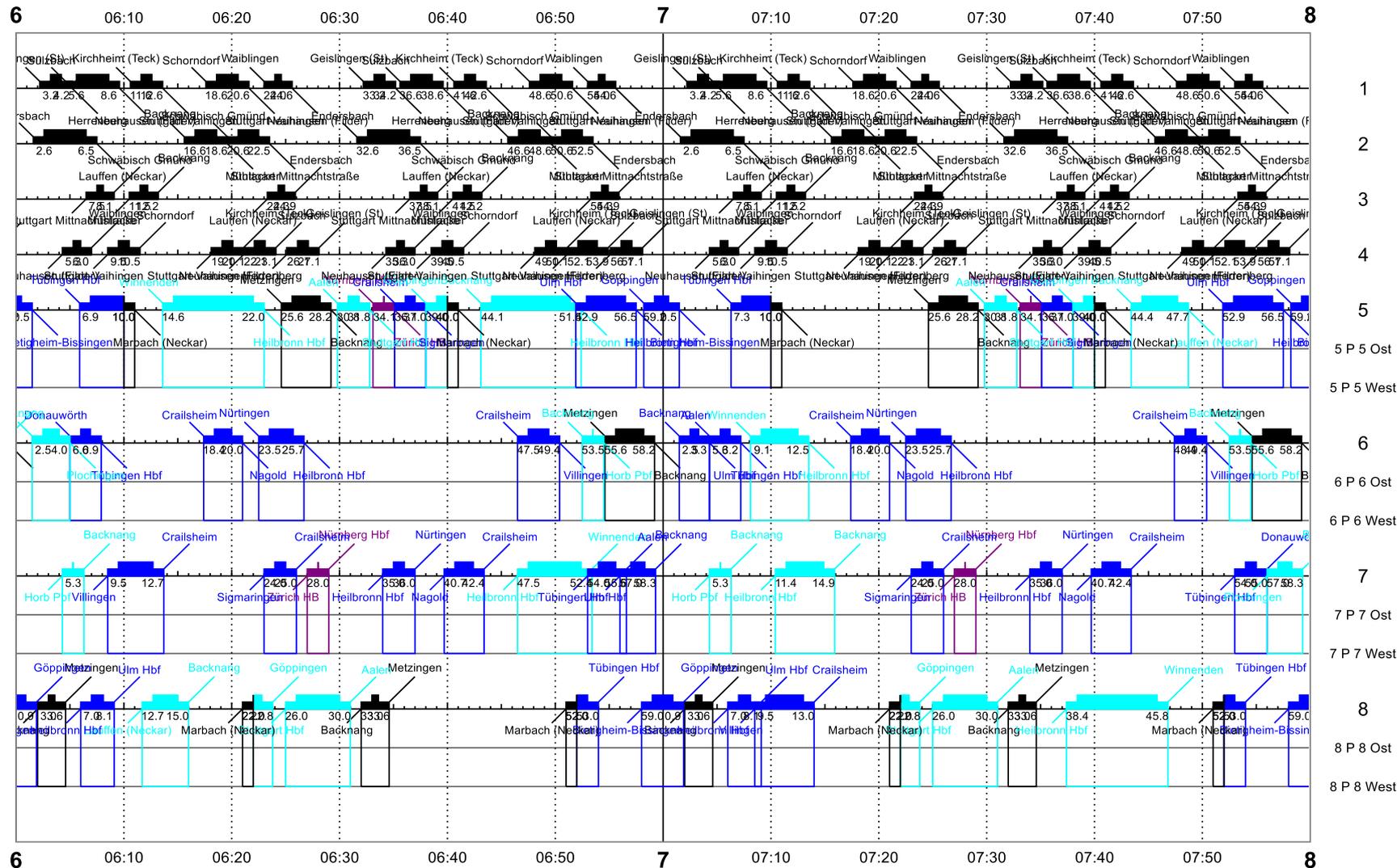
Störfall S-Bahn: Betriebskonzept Regional-T-Spange/Nordkreuz



- 30'-Takt
- - - Stundentakt
- (3) Anzahl Zwischenhalte

- Das Konzept des Referenzfalls wird prinzipiell übernommen und zu einer hohen Übereinstimmung mit dem Regelbetrieb weiterentwickelt.
- Durch das Nordkreuz besteht eine sehr gute Alternative für die Weiterführung der S-Bahnen von Bad Cannstatt nach Vaihingen geführt (Panoramabahn gesamt 22 S-Bahnen pro Stunde und Richtung).
- 4 S-Bahnen pro Stunde verkehren über die Regional-T-Spange im Mischbetrieb.

Störfall S-Bahn: Gleisbelegung TSC im Mitfall Regional-T-Spange/Nordkreuz

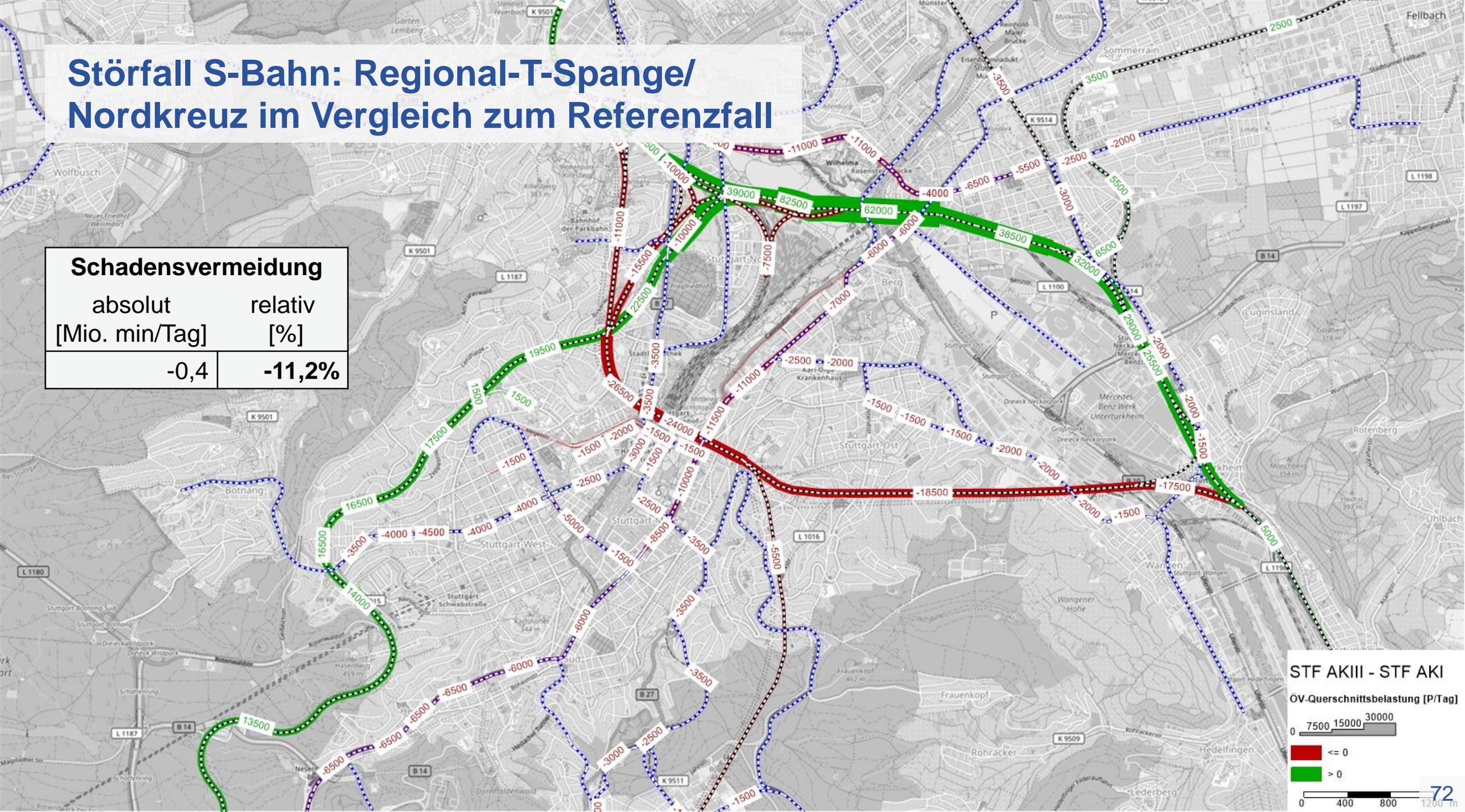


- TSC: Bad Cannstatt
- Einzelne S-Bahnen werden zusätzlich zum im Regelbetrieb dort verkehrenden Regionalverkehr über die T-Spange geführt und wechseln in Kornwestheim, Nürnberger Straße und im Bereich Untertürkheim von der Fernbahn auf die S-Bahn-Infrastruktur.

Störfall S-Bahn: Regional-T-Spange/ Nordkreuz im Vergleich zum Referenzfall

Schadensvermeidung

absolut [Mio. min/Tag]	relativ [%]
-0,4	-11,2%



STF AKIII - STF AKI

ÖV-Querschnittsbelastung [P/Tag]

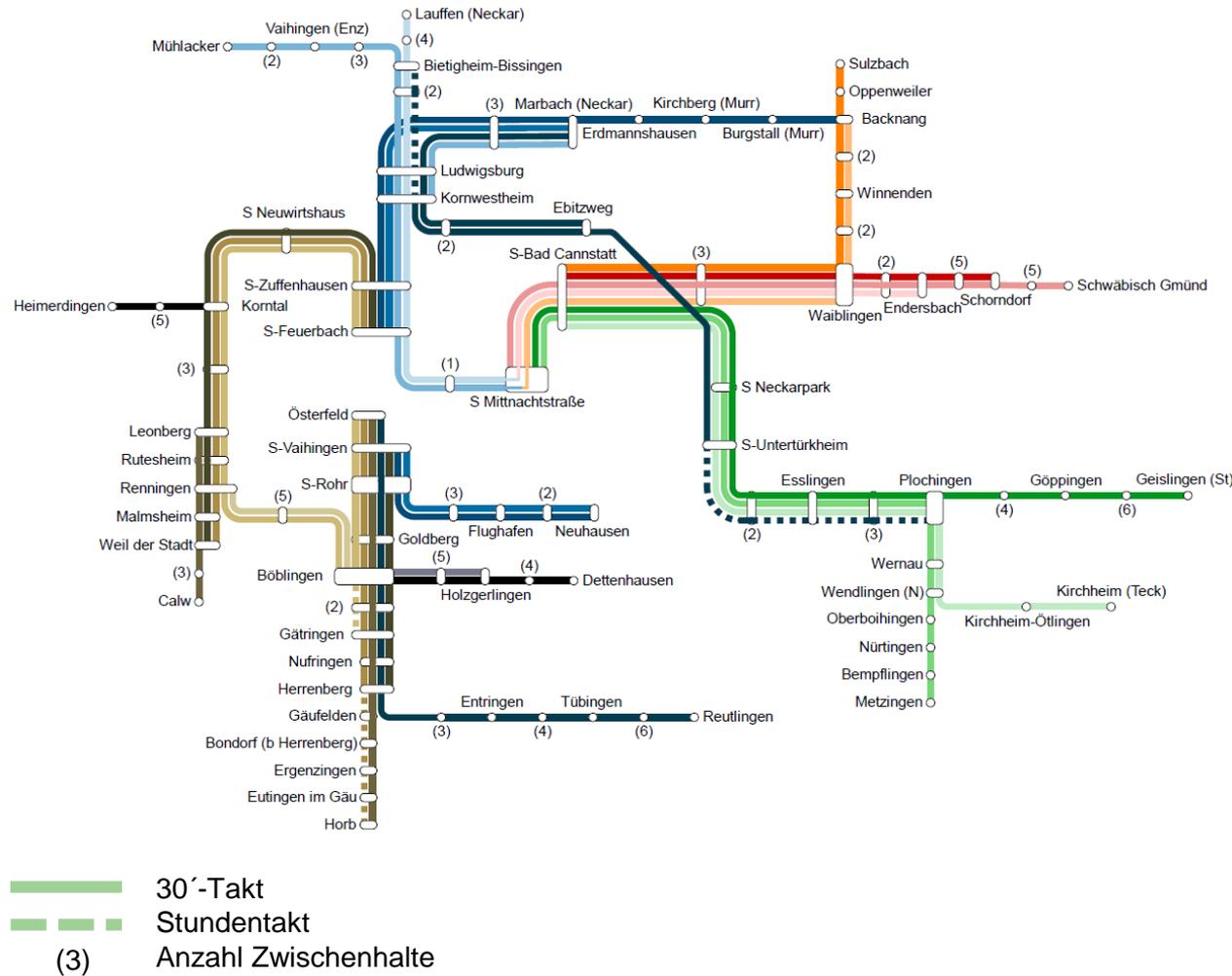


≤ 0

> 0



Störfall S-Bahn: Betriebskonzept Referenzfall ohne Panoramabahn

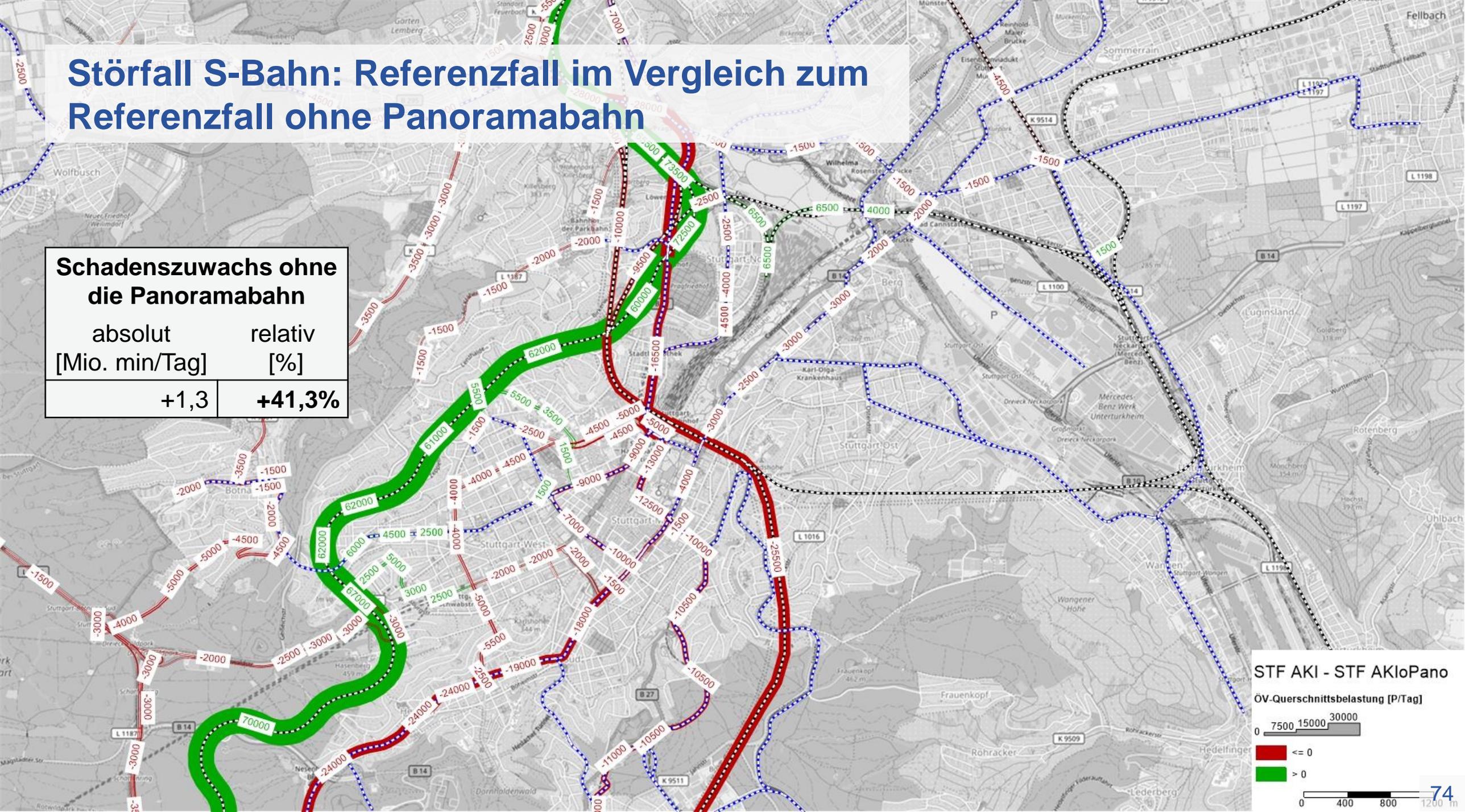


- **Sensitivitätsbetrachtung** für einen Referenzfall ohne Panoramabahn
- Das Konzept des Referenzfalls wird prinzipiell übernommen. Durch die fehlende Panoramabahn sind jedoch weitergehende Einschränkungen erforderlich.
- Die S-Bahnen von Süden enden in Vaihingen und Österfeld.
- Von Norden ist wegen der beschränkten Wendekapazität in Feuerbach ein Zurückziehen mehrerer Linien (z.B. Leonberg) und Ableitung über die Schusterbahn erforderlich. 8 von 22 S-Bahnen pro Stunde und Richtung erreichen Feuerbach nicht.

Störfall S-Bahn: Referenzfall im Vergleich zum Referenzfall ohne Panoramabahn

Schadenszuwachs ohne die Panoramabahn

absolut [Mio. min/Tag]	relativ [%]
+1,3	+41,3%



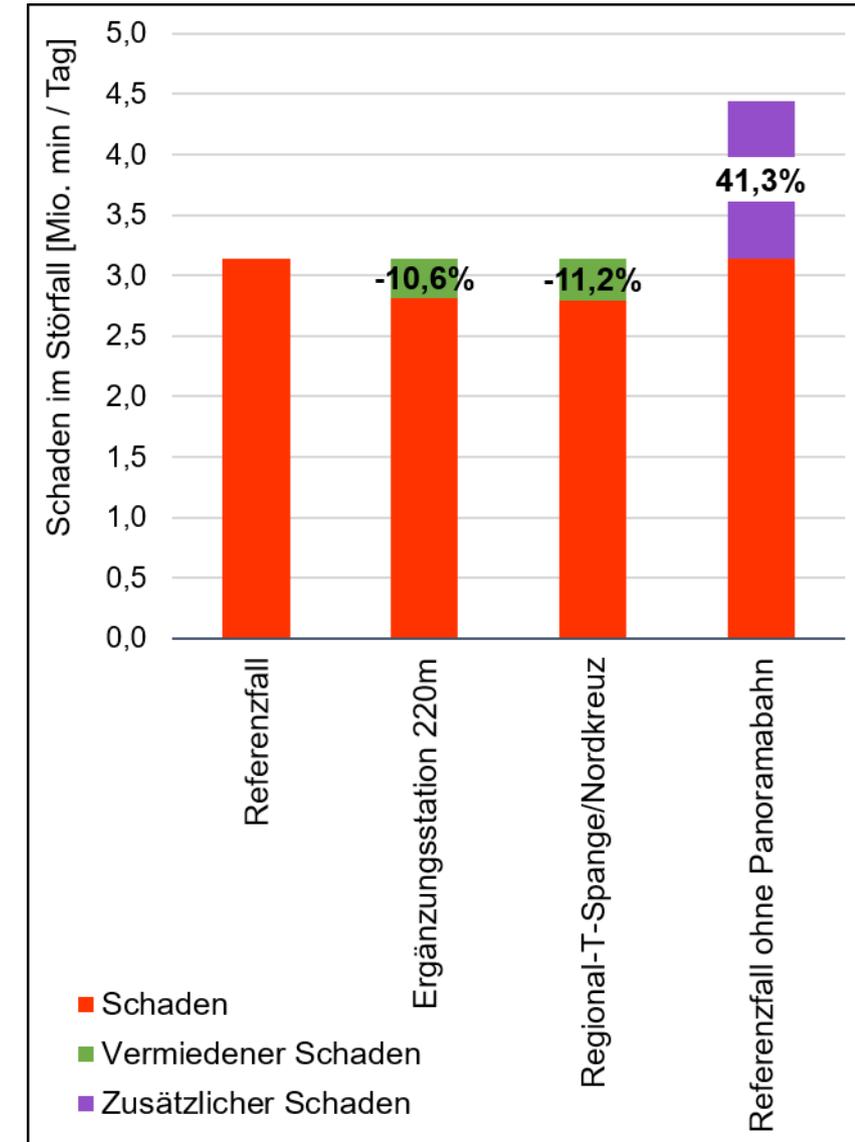
STF AKI - STF AKIoPano

ÖV-Querschnittsbelastung [P/Tag]



Störfall S-Bahn: Ergebnisübersicht der verkehrlichen Bewertung

- Der Schaden im Referenzfall fällt durch eine leistungsstark nutzbare Panoramabahn und dicht verkehrenden Regionalverkehr vergleichsweise moderat aus (Ø 12min/Fahrt).
- Die berechnete Sensitivität ohne Panoramabahn verdeutlicht den **großen Beitrag der Panoramabahn** im Störfall
- Die Ergänzungsstation ermöglicht eine zusätzliche Schadensvermeidung insb. für das Ziel Hbf bei Relationen, die nicht über Regionalverkehr angebunden sind (**S6, S4**).
- Die Regional-T-Spange/Nordkreuz ermöglicht eine vergleichbare Schadensvermeidung, jedoch ohne direkte Verbindungen zum Hbf zu schaffen, da insb. das **Nordkreuz** Nutzen auf Relationen über Cannstatt oder Vaihingen schafft.
- In allen Varianten kommt es zu sehr hohen Auslastungen bei Stadtbahnen und Bussen, die aber im Störfall vertretbar sind.



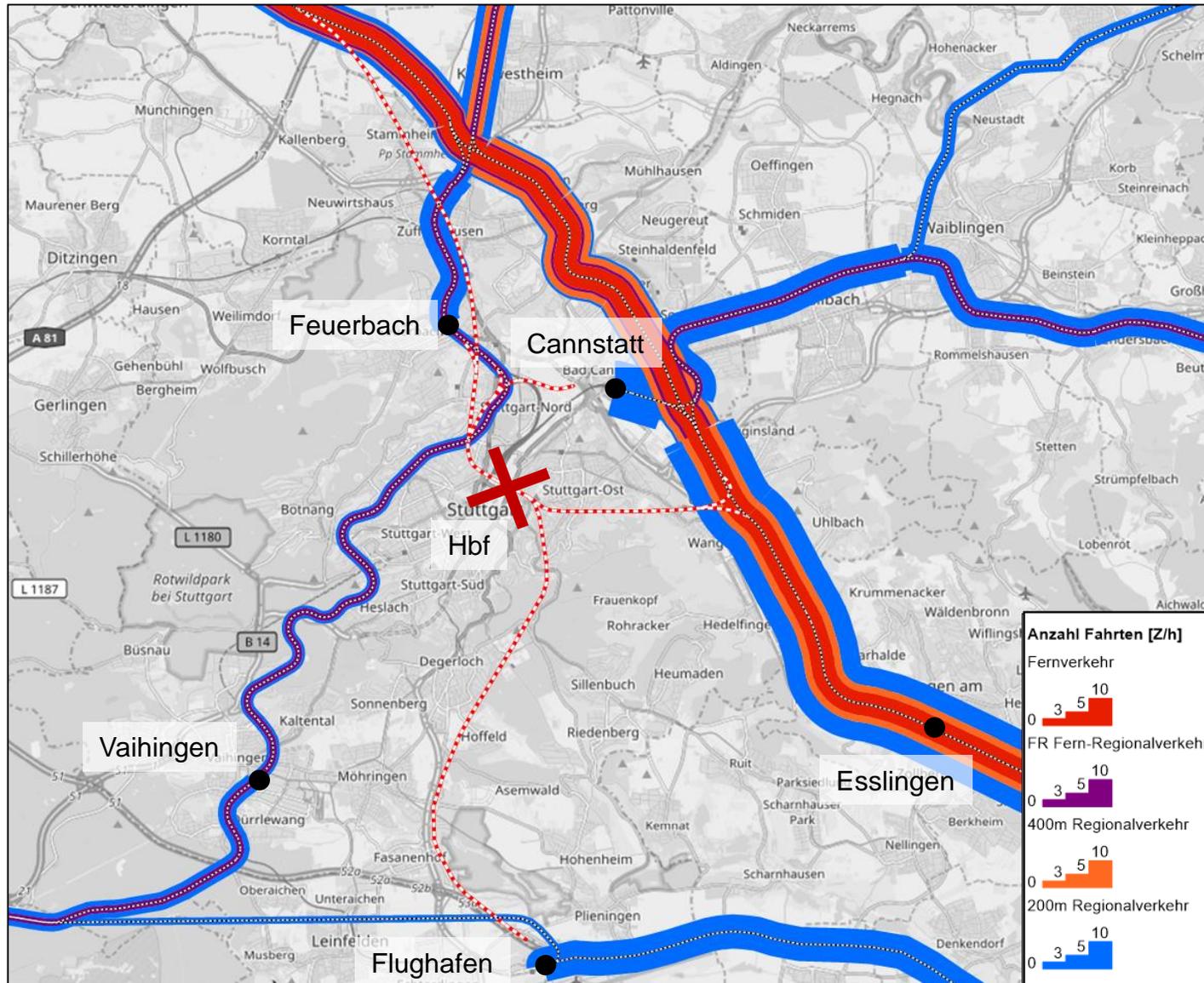
Gliederung

- Konzeption einer erhöhten ÖV-Nachfrage im Nachfrageszenario Verkehrswende
- Zielstellungen für einen attraktiven ÖV im Bahnknoten Stuttgart 2040
- **Betriebliche und verkehrliche Bewertung im Regelverkehr und Störfall eines Bahnknoten Stuttgart 2040 zur Dimensionierung der erforderlichen Infrastruktur:**
 - Vorgehen und Methodik
 - Szenario 1: Referenzfall ohne weiteren Infrastrukturausbau im Kern
 - Szenario 2: Szenario 1 wird um eine Nahverkehrs-Ergänzungsstation ergänzt
 - Szenario 3: Szenario 1 wird um die Regional-T-Spange mit vollständigem Bau des Nordkreuzes ergänzt
 - Vergleich der Szenarien im Regelbetrieb
 - Betrachtung einer Störung der S-Bahn
 - **Betrachtung einer Störung des Hauptbahnhofs**
- Zusammenfassung der Ergebnisse und Handlungsempfehlungen

Störfall Hbf: Allgemeine Anmerkungen

- Im Störfallkonzept Hbf steht Stuttgart Hbf mit allen 4 Zuläufen nicht zur Verfügung.
- Die Schusterbahn nimmt als Bypass-Strecke eine wichtige Funktion ein.
- Je nach Fall ist der Ersatzhalt für den Fernverkehr in Esslingen, Bad Cannstatt oder in der Ergänzungsstation (nur im Fall mit 425 m langen Bahnsteigen).
- Einige Elemente sind in allen Konzepten identisch:
 - Keine Führung von endenden Fernverkehrszügen in den Großknoten Stuttgart
 - Führung des Zuges von Zürich über die Panoramabahn und Ludwigsburg nach Backnang
 - Konzept für den Flughafen mit wendenden Zügen aus verschiedenen Richtungen
 - Auffüllen der vorhandenen Kapazitäten mit möglichst vielen nahe an Stuttgart wendenden Zügen (z.B. in Bad Cannstatt)
 - Keine Schaffung von neuen Durchbindungen im Regionalverkehr

Störfall Hbf: Betriebskonzept Referenzfall

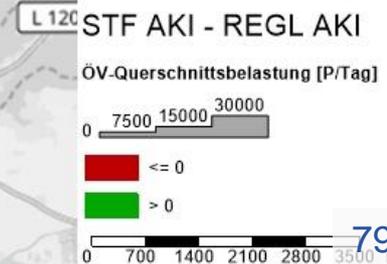


- Der Ersatzhalt für den Fernverkehr ist **Esslingen** mit vier Gleisen, die 425 m lange Züge aufnehmen können.
- In Ludwigsburg, Feuerbach, Bad Cannstatt, Vaiblingen und am Flughafen entstehen wichtige Endbahnhöfe für den Regionalverkehr.
- Die **Schusterbahn** ist mit 8,5 Zügen pro Stunde durch Fern- und Regionalverkehr stark belegt.

Störfall Hbf: Alternative Routenwahl im Referenzfall

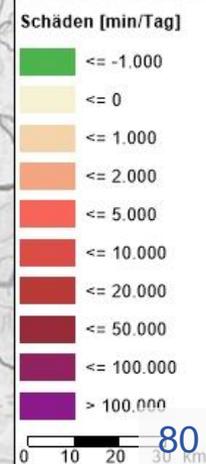
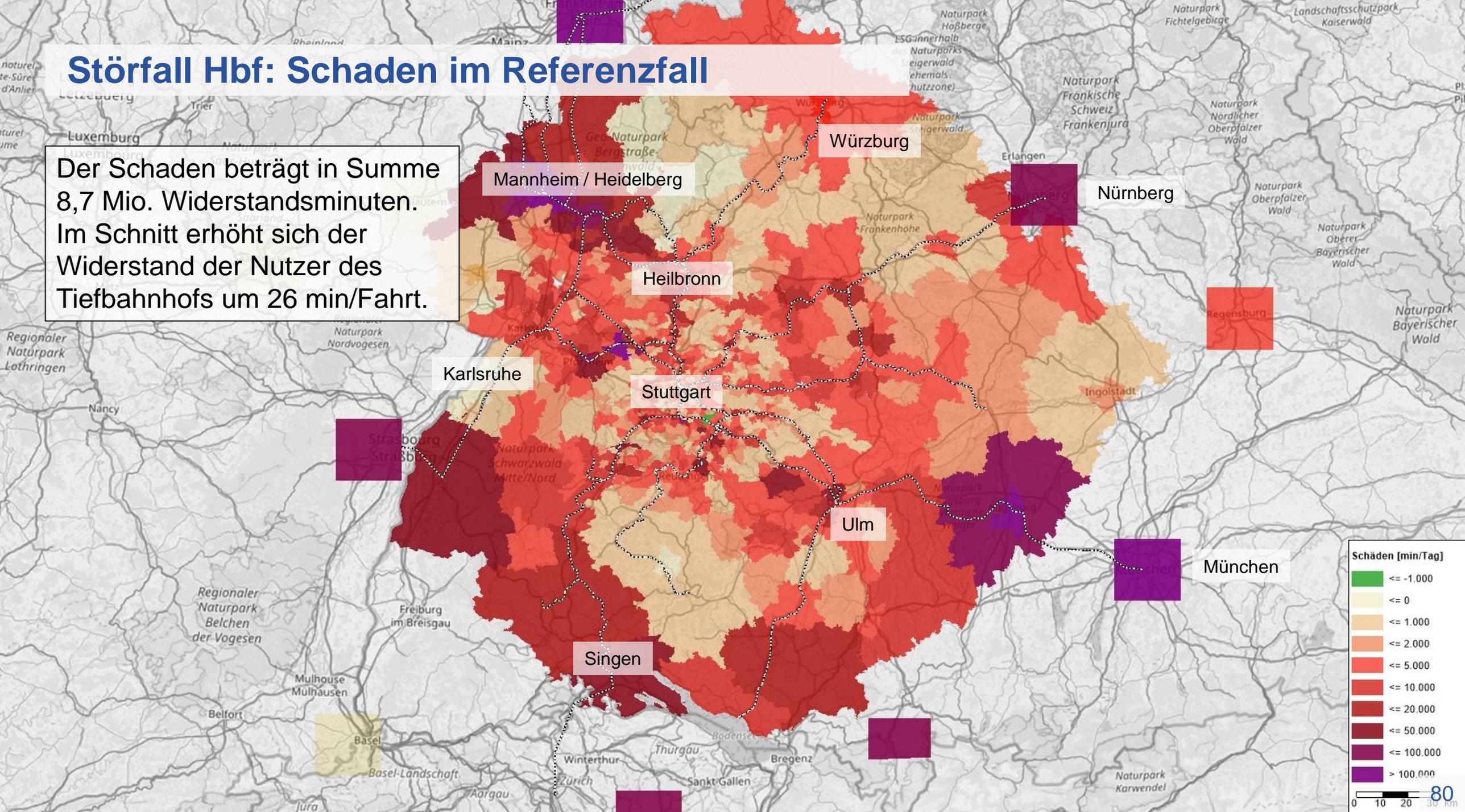
330.000 tägliche Nutzer des Tiefbahnhofs müssen auf alternative Routen ausweichen.

Der Schaden beträgt in Summe 8,7 Mio. Widerstandsminuten. Im Schnitt erhöht sich der Widerstand der Nutzer des Tiefbahnhofs um 26 min/Fahrt.



Störfall Hbf: Schaden im Referenzfall

Der Schaden beträgt in Summe 8,7 Mio. Widerstandsminuten.
Im Schnitt erhöht sich der Widerstand der Nutzer des Tiefbahnhofs um 26 min/Fahrt.



Störfall Hbf: Schaden im Referenzfall

Pforzheim

Vaihingen (E)

Backnang

Ludwigsburg

Der Schaden beträgt in Summe 8,7 Mio. Widerstandsminuten. Im Schnitt erhöht sich der Widerstand der Nutzer des Tiefbahnhofs um 26 min/Fahrt.

Schorndorf

Schwäbisch Gmünd

Stuttgart

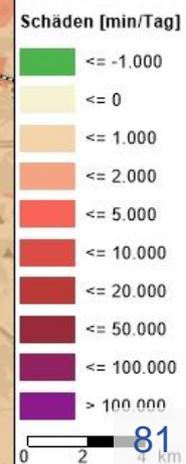
Esslingen

Göppingen

Böblingen

Wendlingen

Herrenberg



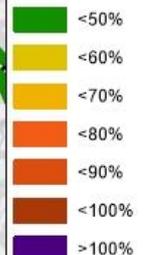
Störfall Hbf: Gesamtplatzauslastung Spitzenstunde im Referenzfall

Regional-
verkehr



STF Hbf: AKI

Gesamtplatzauslastung Spitze [%]



Störfall Hbf: Gesamtplatzauslastung Spitzenstunde im Referenzfall

S-Bahn



STF Hbf: AKI

Gesamtplatzauslastung Spitze [%]

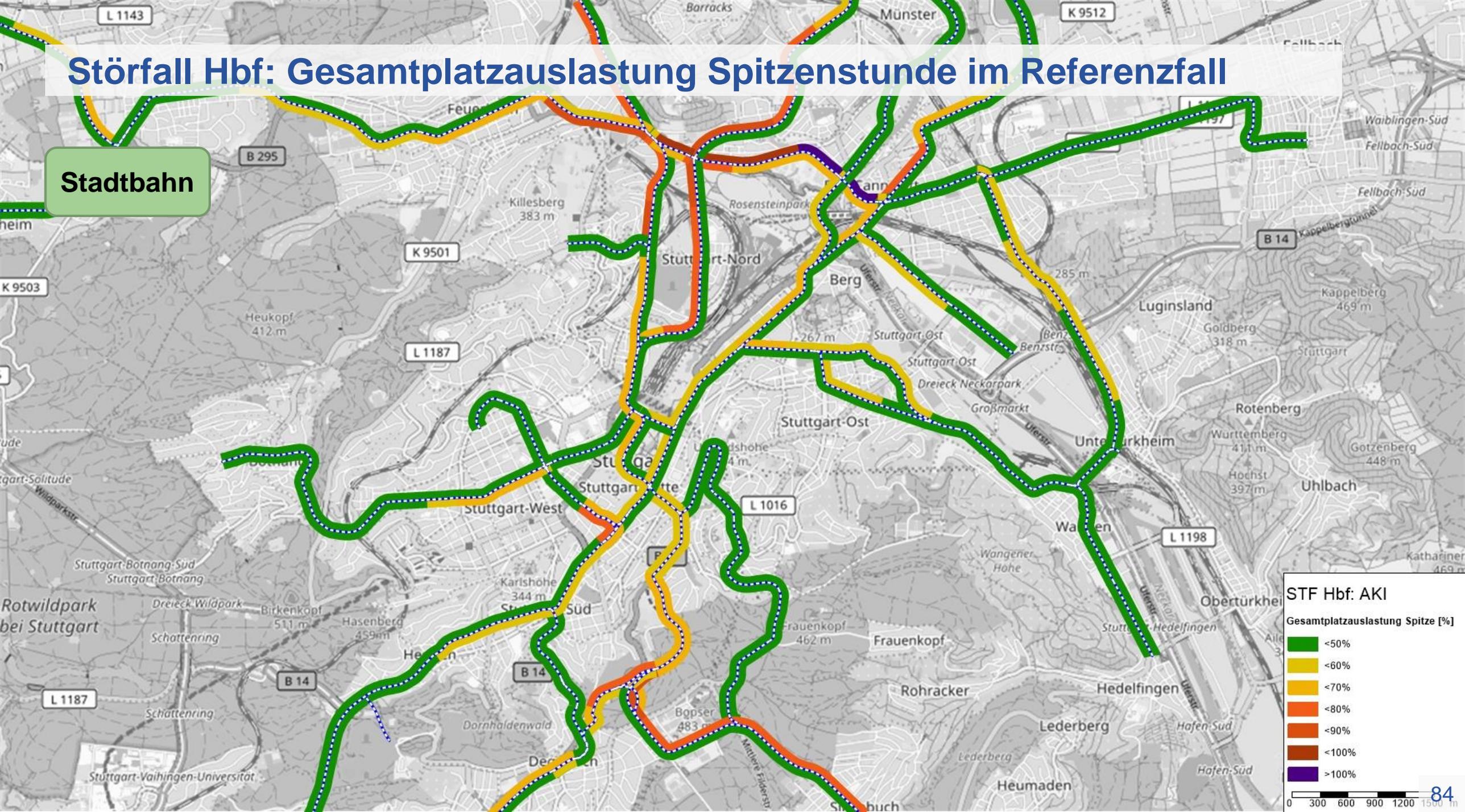
- <50%
- <60%
- <70%
- <80%
- <90%
- <100%
- >100%

0 2 4 8 km

83

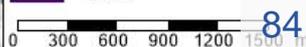
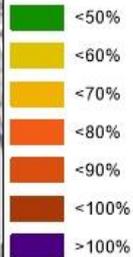
Störfall Hbf: Gesamtplatzauslastung Spitzenstunde im Referenzfall

Stadtbahn



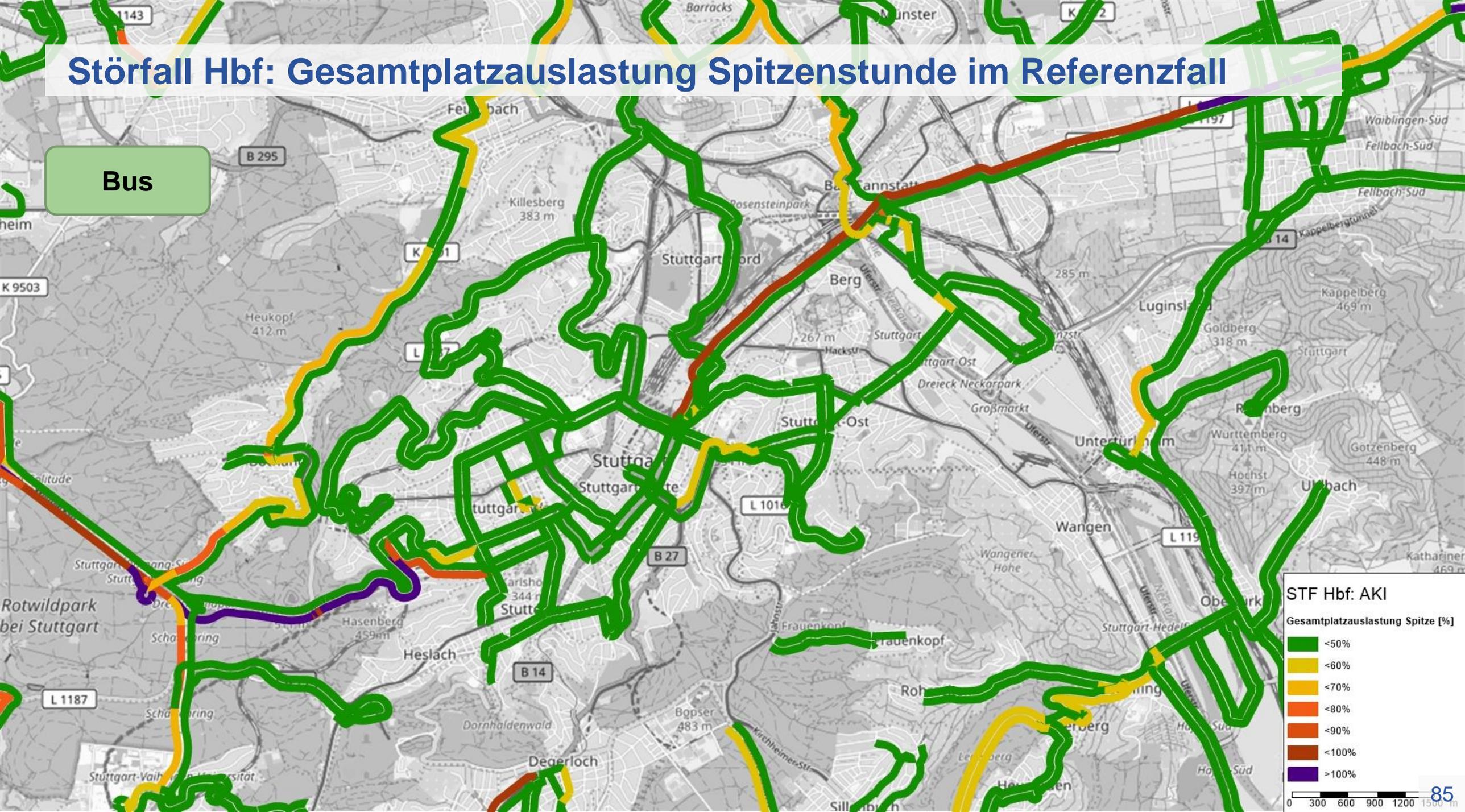
STF Hbf: AKI

Gesamtplatzauslastung Spitze [%]



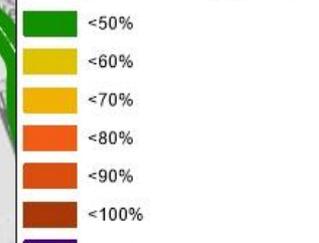
Störfall Hbf: Gesamtplatzauslastung Spitzenstunde im Referenzfall

Bus

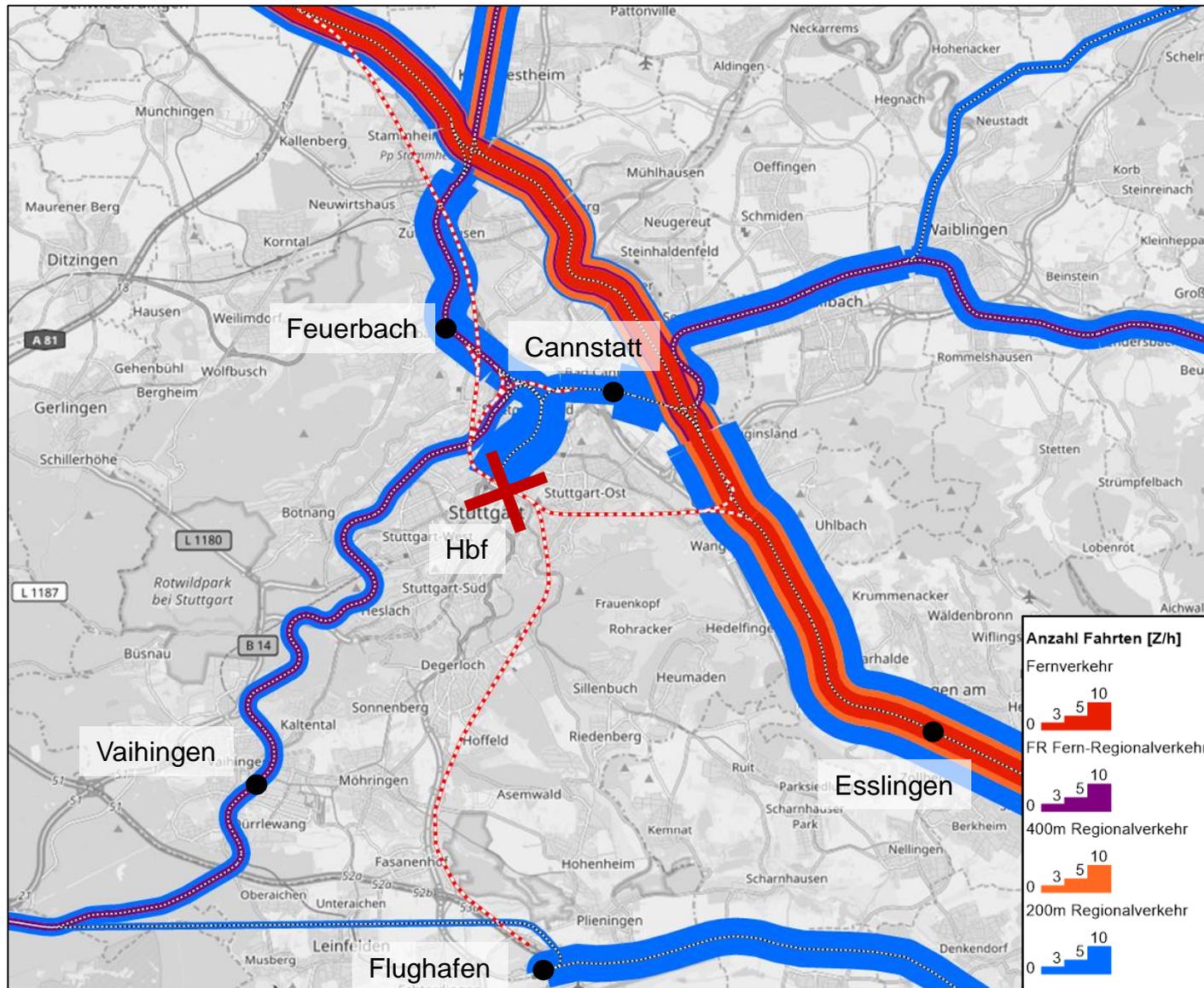


STF Hbf: AKI

Gesamtplatzauslastung Spitze [%]



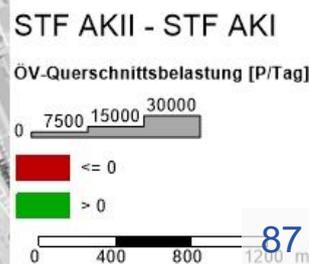
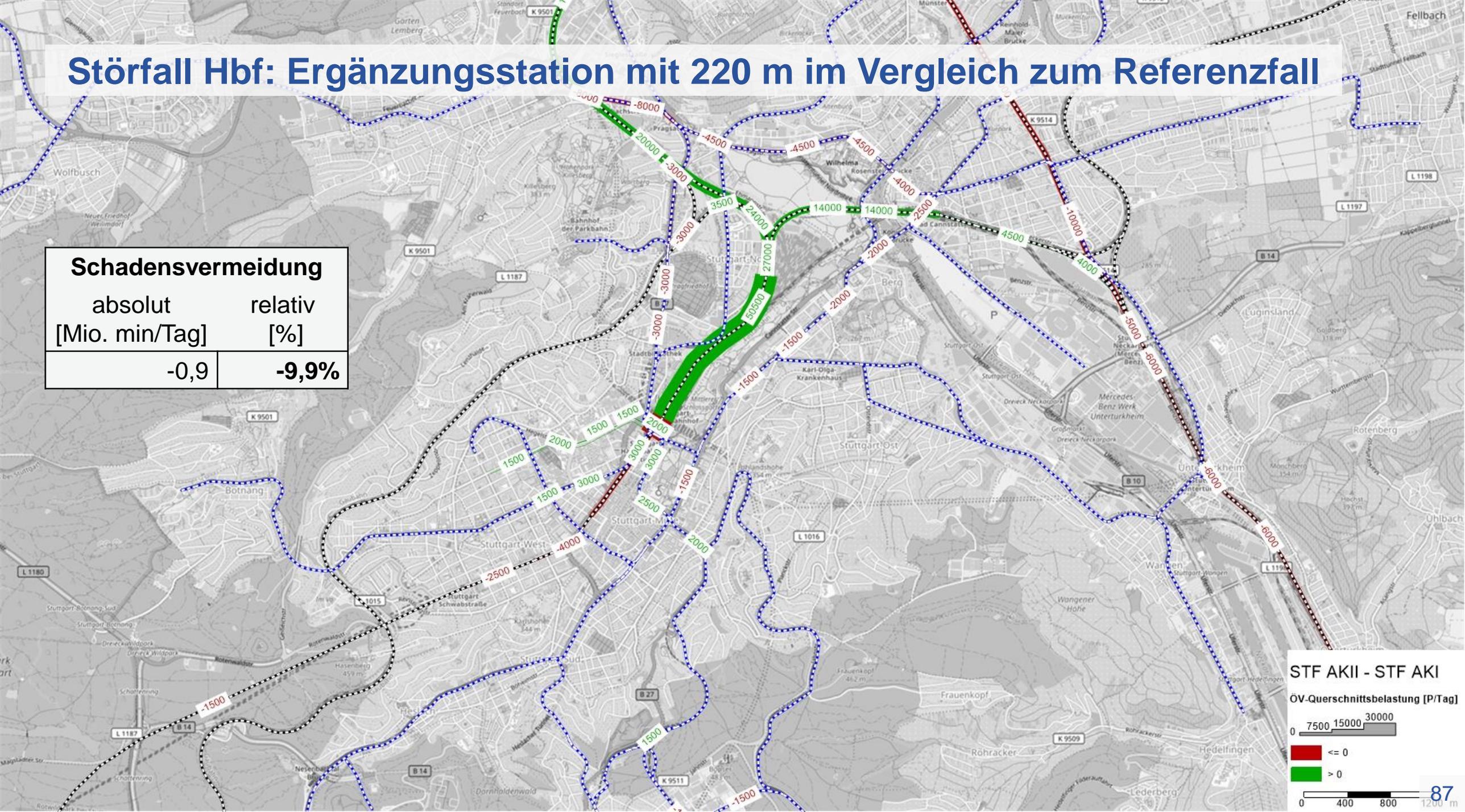
Störfall Hbf: Betriebskonzept Ergänzungsstation mit 220 m Bahnsteiglänge



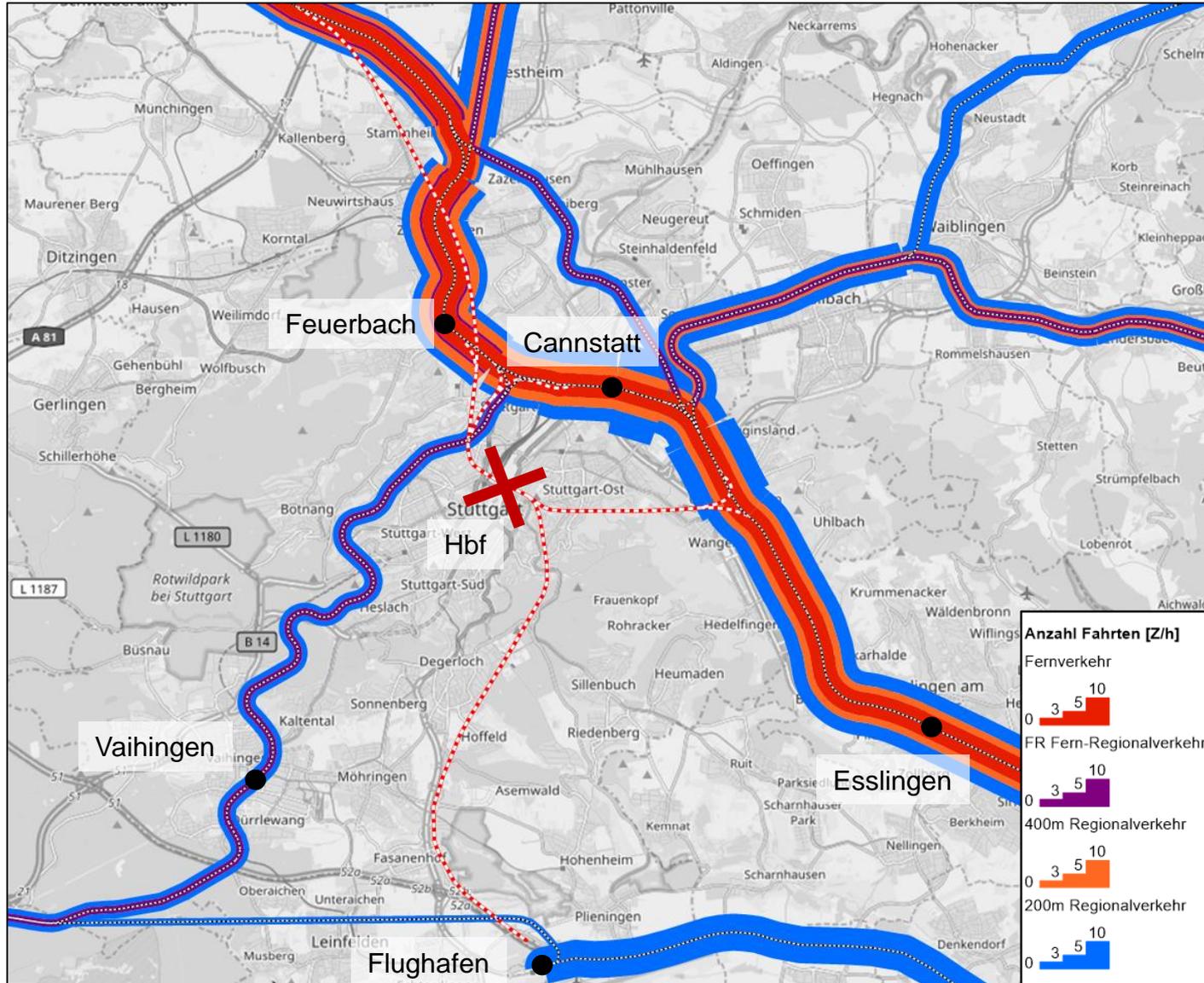
- Der Ersatzhalt für den Fernverkehr ist **Esslingen** mit vier Gleisen, die 425 m lange Züge aufnehmen können.
- In Ludwigsburg, der **Ergänzungsstation**, Bad Cannstatt und am Flughafen entstehen wichtige Endbahnhöfe für den Regionalverkehr.
- In die Ergänzungsstation werden 13,5 MEX-Züge pro Stunde geführt.
- Die **Schusterbahn** ist mit 8,5 Zügen pro Stunde und Richtung durch Fern- und Regionalverkehr stark belegt.

Störfall Hbf: Ergänzungsstation mit 220 m im Vergleich zum Referenzfall

Schadensvermeidung	
absolut [Mio. min/Tag]	relativ [%]
-0,9	-9,9%



Störfall Hbf: Betriebskonzept Regional-T-Spange/Nordkreuz

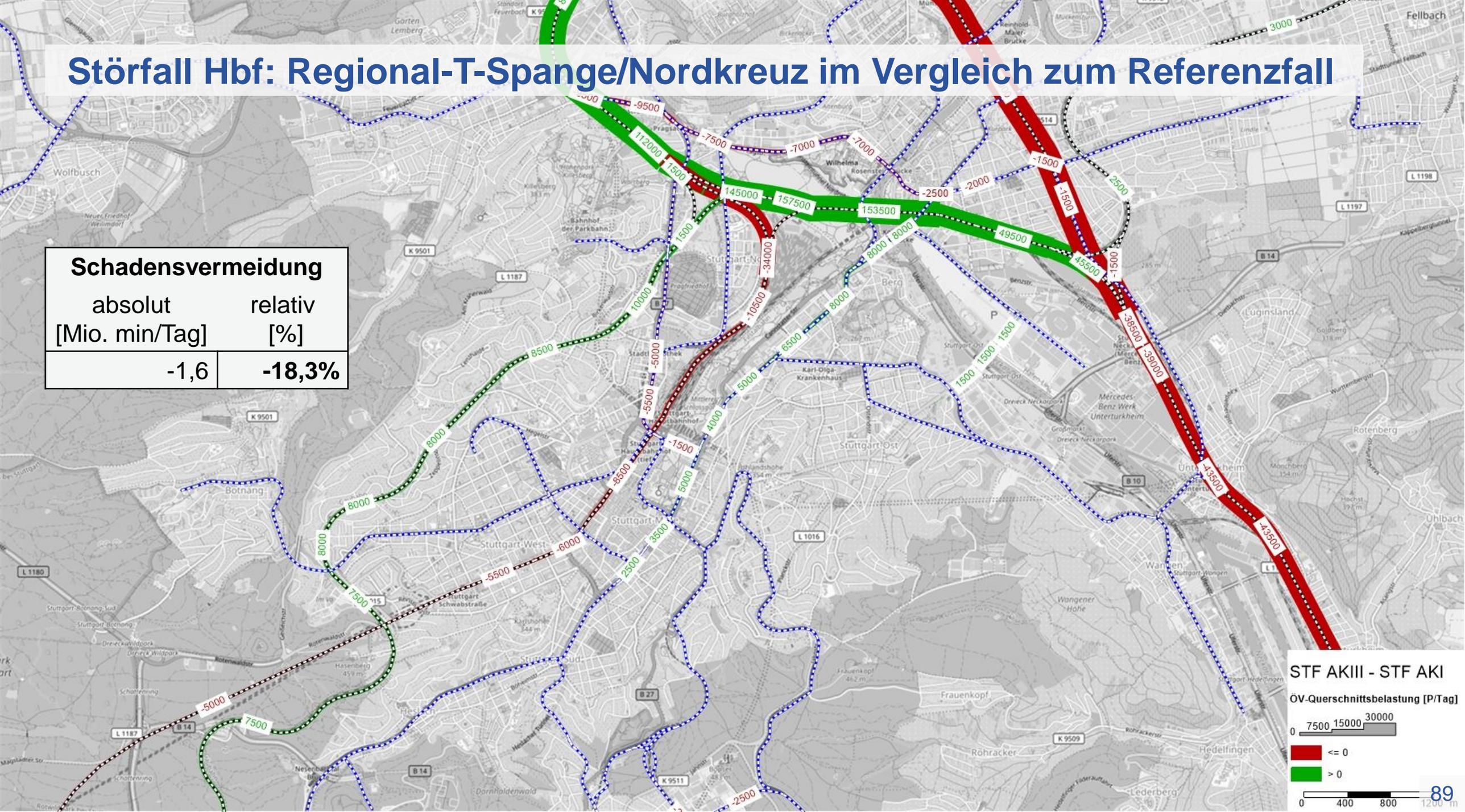


- Der Ersatzhalt für den Fernverkehr ist **Bad Cannstatt** mit zwei Gleisen, die 425 m lange Züge aufnehmen können.
- In Ludwigsburg und am Flughafen entstehen wichtige Endbahnhöfe für den Regionalverkehr.
- Die **Regional-T-Spange/Nordkreuz** ermöglichen die Beibehaltung mehrerer Linien durch Stuttgart im Regionalverkehr sowie die Aufnahme des FV. Es verkehren 13,5 Züge pro Stunde und Richtung.
- Einzelne Linien (3 Züge/h) werden über die Schusterbahn umgeleitet.

Störfall Hbf: Regional-T-Spange/Nordkreuz im Vergleich zum Referenzfall

Schadensvermeidung

absolut [Mio. min/Tag]	relativ [%]
-1,6	-18,3%



STF AKIII - STF AKI

ÖV-Querschnittsbelastung [P/Tag]



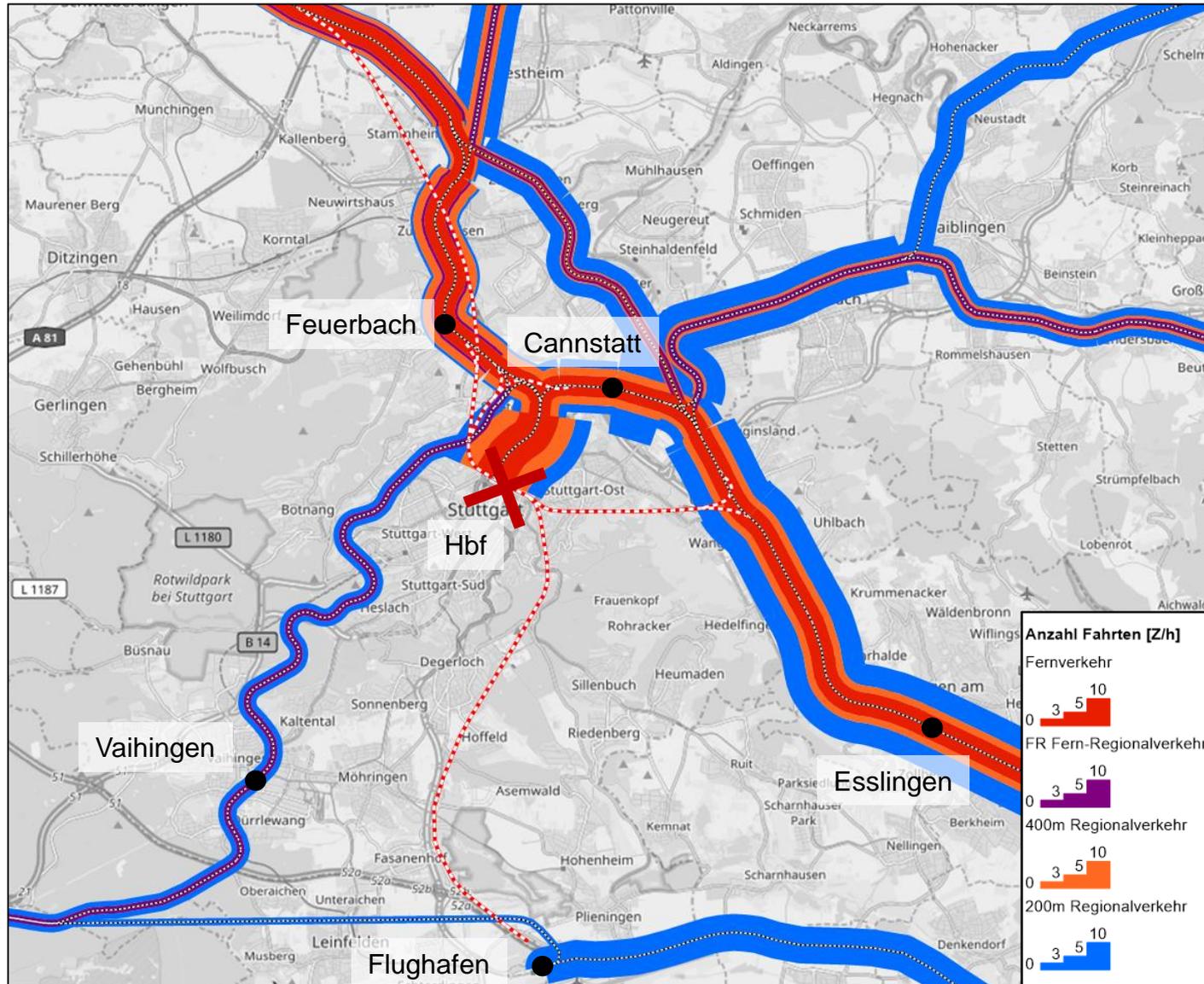
0 7500 15000 30000

red <= 0

green > 0



Störfall Hbf: Betriebskonzept Ergänzungsstation mit 425 m Länge

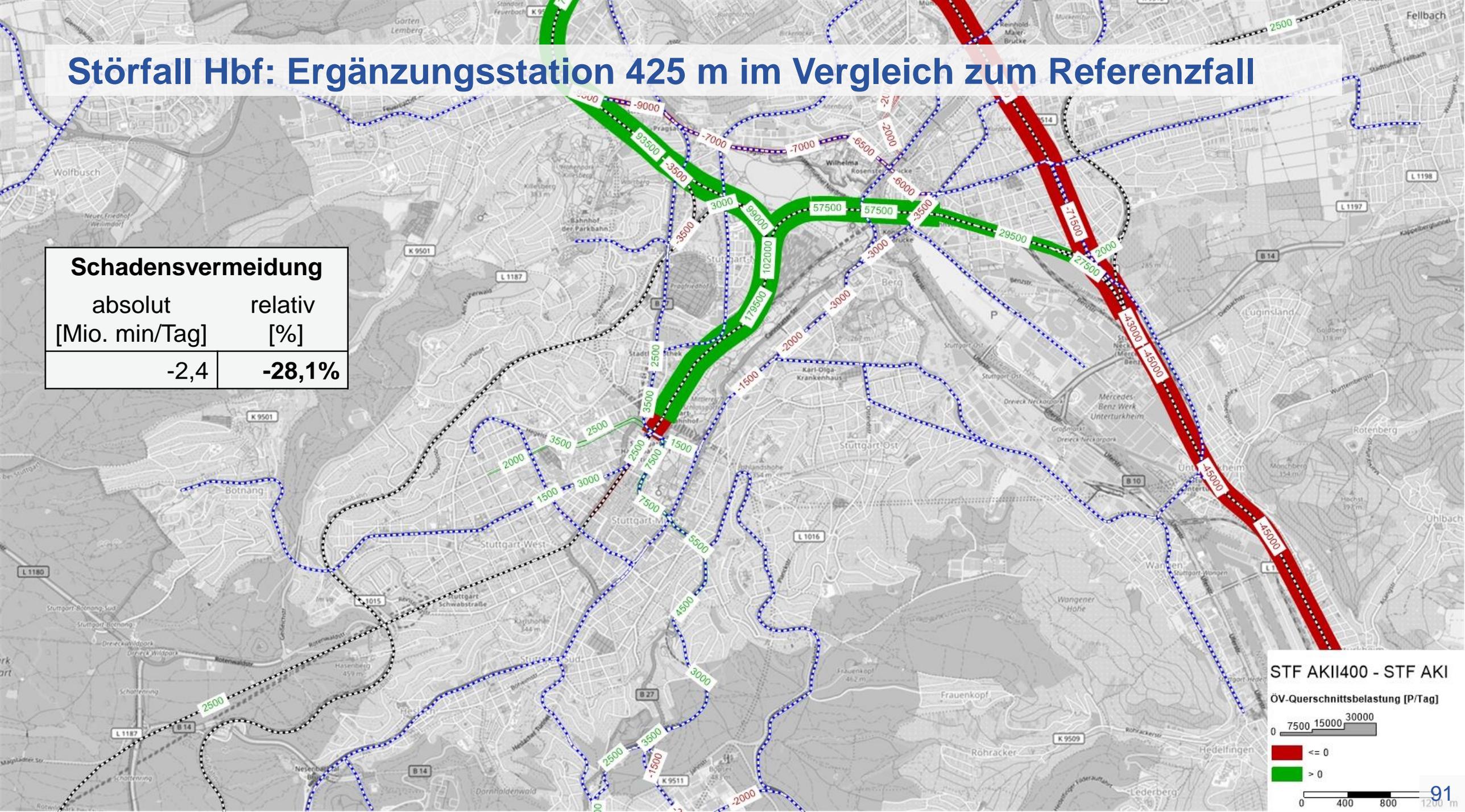


- Der Ersatzhalt für den Fernverkehr ist die **Ergänzungsstation** mit vier Gleisen, die 425 m lang sind.
- In Ludwigsburg, Bad Cannstatt und am Flughafen entstehen wichtige Endbahnhöfe für den Regionalverkehr.
- Die Ergänzungsstation ermöglicht die Führung fast aller langen FV- und IRE-Linien. 6,5 Stundentakte mit langen und 3 mit kurzen Zügen werden durch die Ergänzungsstation geführt.
- Die **Schusterbahn** ist durch Regionalverkehr (9 Züge/Stunde und Richtung) stark belegt.

Störfall Hbf: Ergänzungsstation 425 m im Vergleich zum Referenzfall

Schadensvermeidung

absolut [Mio. min/Tag]	relativ [%]
-2,4	-28,1%



STF AKII400 - STF AKI

ÖV-Querschnittsbelastung [P/Tag]



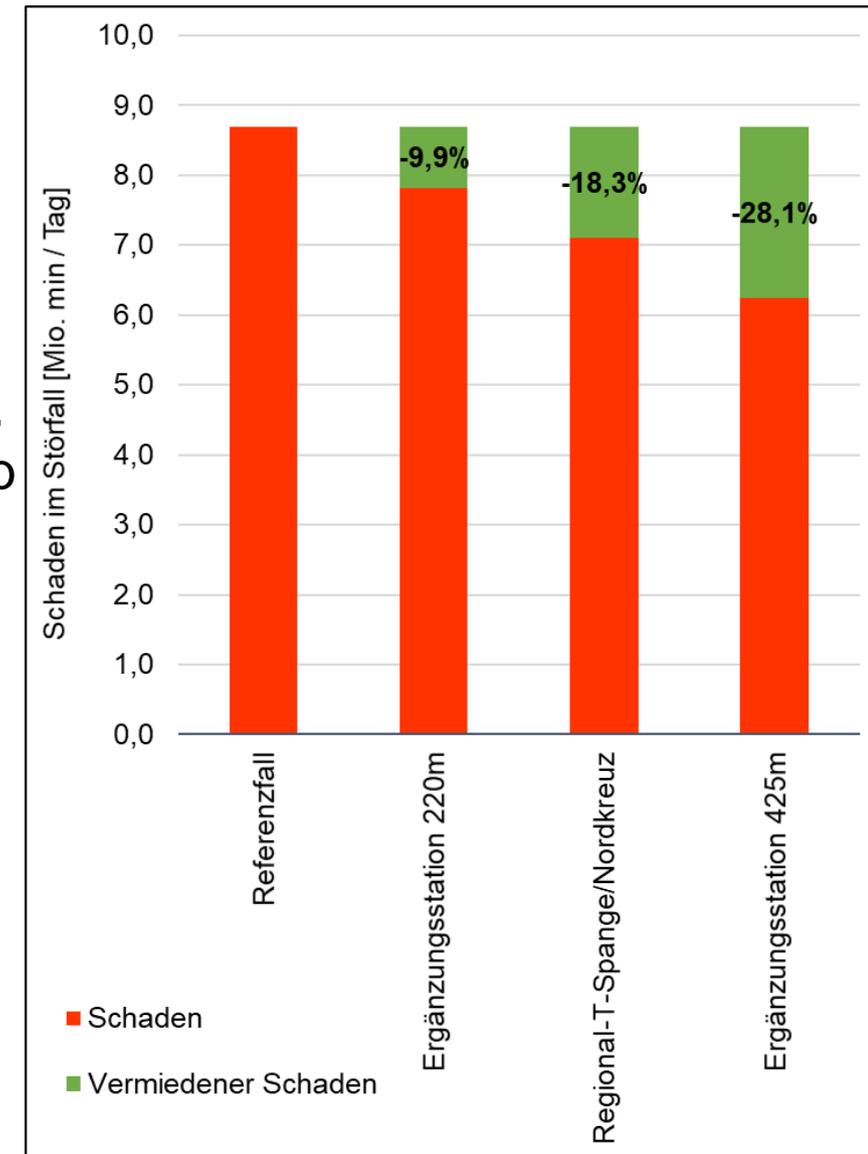
≤ 0

> 0



Störfall Hbf: Ergebnisübersicht der verkehrlichen Bewertung

- Der Schaden im **Referenzfall** fällt insb. durch den nach Esslingen ausgelagerten Fernverkehrshalt vergleichsweise hoch aus (Ø 26 min/Fahrt)
- Eine **Ergänzungsstation mit 220 m** Länge ermöglicht lediglich eine vergleichsweise geringe Schadensvermeidung: Spürbare Nutzen im Regionalverkehr außerhalb der Region (z. B. Karlsruhe, Heilbronn, Ulm...), eher geringe Vorteile innerhalb der Region (S-Bahn), kaum Vorteile im Fernverkehr
- Die **Regional-T-Spange/Nordkreuz** ermöglicht eine höhere Schadensvermeidung: Spürbare Nutzen im Regionalverkehr außerhalb der Region und im Fernverkehr durch den Ersatzhalt in Cannstatt, geringe Vorteile innerhalb der Region (S-Bahn)
- Eine **Ergänzungsstation mit 425 m** Länge kann nochmals deutlich mehr Schäden vermeiden: Deutliche Vorteile im Fernverkehr und im hochwertigen Regionalverkehr



Gliederung

- Konzeption einer erhöhten ÖV-Nachfrage im Nachfrageszenario Verkehrswende
- Zielstellungen für einen attraktiven ÖV im Bahnknoten Stuttgart 2040
- Betriebliche und verkehrliche Bewertung im Regelverkehr und Störfall eines Bahnknoten Stuttgart 2040 zur Dimensionierung der erforderlichen Infrastruktur:
 - Vorgehen und Methodik
 - Szenario 1: Referenzfall ohne weiteren Infrastrukturausbau im Kern
 - Szenario 2: Szenario 1 wird um eine Nahverkehrs-Ergänzungsstation ergänzt
 - Szenario 3: Szenario 1 wird um die Regional-T-Spange mit vollständigem Bau des Nordkreuzes ergänzt
 - Vergleich der Szenarien im Regelbetrieb
 - Betrachtung einer Störung der S-Bahn
 - Betrachtung einer Störung des Hauptbahnhofs
- Zusammenfassung der Ergebnisse und Handlungsempfehlungen

Zusammenfassung der Untersuchung (1)

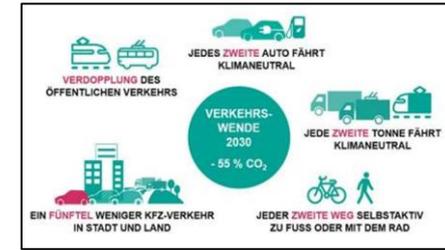
Die verkehrspolitischen Ziele erfordern **längere** und **häufiger** verkehrende Züge, um die deutlich gesteigerte Nachfrage mit einem attraktiven Auslastungsniveau bewältigen zu können.

Der Digitale Knoten Stuttgart (DKS) schafft im Kern des Großknotens sehr viel Kapazität für diese zusätzlichen Verkehre.

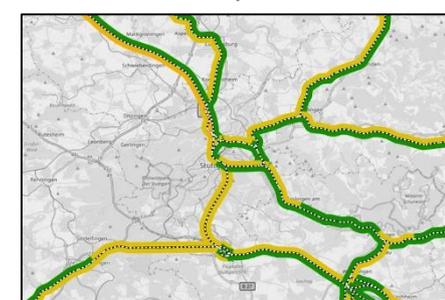
Wegen Engpässen in Außenbereichen (z. B. Remsbahn, Plochingen) sind weitere Züge ab einer bestimmten Grenze nur mit umfangreichen Infrastrukturausbauten auf den Zulaufstrecken möglich.

Erst nach **Ausbau der Zulaufstrecken** verschiebt sich der Engpass wieder in den Kern des Knotens.

Die Nutzung und sinnvolle Anbindung der **Panoramabahn** ermöglicht weitere Angebote und hat im Regelbetrieb und insbesondere bei Störfällen betrieblich und verkehrlich einen großen Nutzen.



Panoramabahn
DKS
mehr Züge & längere Züge
Infrastruktur im Außennetz



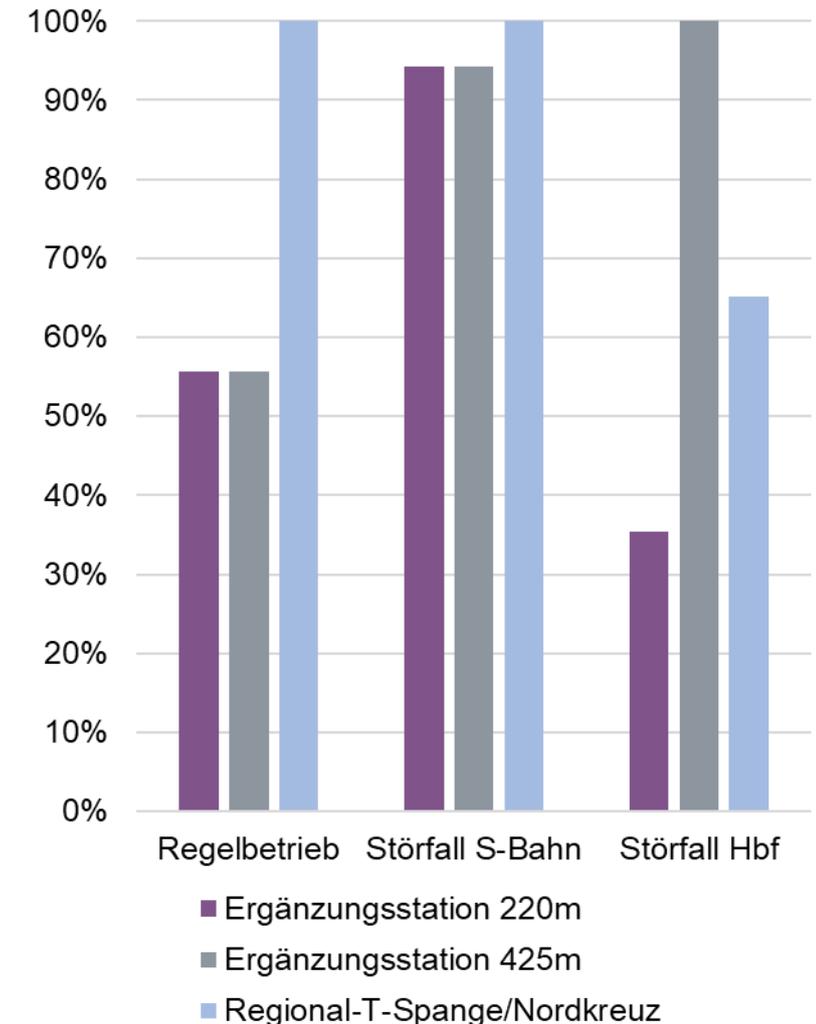
Zusammenfassung der Untersuchung (2)

Der durch diese Maßnahmen geschaffene **Referenzfall erfüllt die verkehrspolitischen Zielsetzungen.**

Somit stellt dieser die Basis zur Bewertung der beiden Varianten für zusätzliche Infrastruktur im Knoten dar:

- Im **Regelbetrieb** haben Regional-T-Spange/Nordkreuz insb. durch neugeschaffene schnelle Direktverbindungen höhere verkehrliche Nutzen als die Ergänzungsstation.
- Im **Störfall S-Bahn** ist der Nutzen beider Lösungen auf einem etwa identischen geringen Niveau. Im Vergleich dazu ermöglicht die Panoramabahn eine spürbare Minderung der Schäden.
- Im **Störfall Hbf** ergeben sich Vorteile für Regional-T-Spange/Nordkreuz. Hauptgrund hierfür ist die Möglichkeit, Züge des Fernverkehrs und des hochwertigen Regionalverkehrs nach Bad Cannstatt zu führen. Mit 425 m langen Gleisen ist die Ergänzungsstation vorzugswürdig.

Relativer Vergleich der verkehrlichen Nutzen beider Varianten



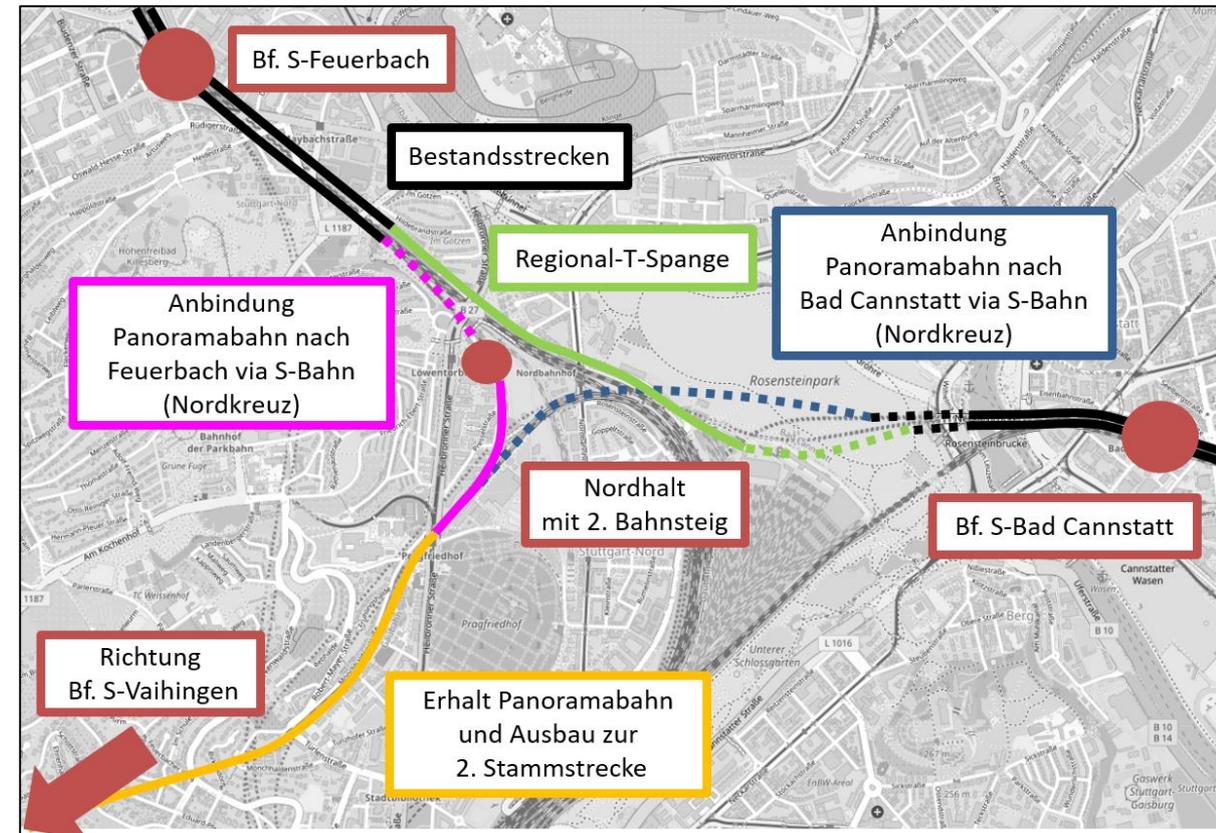
Zusammenfassung der Untersuchung (3)

Eine gemeinsame Betrachtung von Regional-T-Spange und Nordkreuz (Panoramabahn nach Cannstatt) mit der nach Feuerbach angebundenen und mit neuen Haltestellen entlang der Strecke ausgebauten Panoramabahn erscheint auf Basis der Ergebnisse sinnvoll: **„Nahverkehrs-Dreieck“**

Die Kostenschätzungen von Obermeyer für diese Neubaumaßnahmen ergeben Investitionen von ca. 455 Mio. Euro bei einer Länge von 5 km:

- Panoramabahn – Feuerbach: 40 Mio. Euro
- Panoramabahn – Bad Cannstatt: 190 Mio. Euro
- Regional-T-Spange: 225 Mio. Euro

Die Kostenschätzung für die Ergänzungsstation liegt bei ca. 785 Mio. Euro.



Darstellung des „Nahverkehrs-Dreiecks“ in Stuttgart Nord mit den angestrebten Verbindungen (Neubaumaßnahmen)

Handlungsempfehlungen (1)

Eine zielstrebige **Umsetzung der gesetzten Prämissen** hat die höchste Priorität:

- Digitaler Bahnknoten (DKS) mit kurzen Zugfolgezeiten
- Investitionen in die Verbesserung der Verfügbarkeit von Infrastruktur, Fahrzeugen und Personal
- Fest disponierte Projekte: Nordzulauftunnel, Pfaffensteigtunnel und P-Option
- Zweigleisiger Erhalt der Panoramabahn mit zusätzlichen neuen Halten und leistungsfähiger, kreuzungsfreier Anbindung nach Feuerbach

Als nächste Priorität ist die **Umsetzung des Referenzfalls** zu verfolgen, um der zu erwartenden Nachfrage der Verkehrswende gerecht zu werden:

- Längere Regionalzüge (bis zu 424 m) auf hochwertigen Linien und deutliche Angebotsverdichtung im Regionalverkehr
- Umfangreicher Ausbau im Außennetz (Überwerfungen, Bahnsteigverlängerungen, ...)

Die erforderlichen **Kapazitäten für die Verkehrswende-Ziele** können bereits mit diesen Bausteinen bereitgestellt werden. Aus Kapazitätsgründen sind darüber hinausgehende Infrastrukturen wie die Ergänzungsstation oder die Regional-T-Spange/Nordkreuz somit nicht erforderlich.

Handlungsempfehlungen (2)

Die **Regional-T-Spange und das Nordkreuz** sollten dennoch gemeinsam mit einer nach Feuerbach angebundenen Panoramabahn weiterverfolgt werden:

- Das dadurch entstehende „Nahverkehrs-Dreieck“ zeigt hohe verkehrliche Wirkungen.
- Die Infrastruktur stärkt die Resilienz bei Störungen im Tiefbahnhof oder der S-Bahn-Stammstrecke.

Das „Nahverkehrs-Dreieck“ wäre eine SPNV-Maßnahme und kann grundsätzlich mit Mitteln des **Bundsgemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes (GVFG)** finanziert werden. Dazu ist der volkswirtschaftlichen Nutzen gemäß der **Standardisierten Bewertung** (Version 2016+) nachzuweisen. Dabei darf jedoch nicht der verkehrliche Bedarf der Verkehrswende angesetzt werden, sondern lediglich der absehbare verkehrliche Bedarf (fest disponierte Maßnahmen und Entwicklungen).

Eine überschlägige Analyse dieser Wirkungen sowie der Kosten eines aus Panoramabahn mit Nordkreuz und Regional-T-Spange bestehenden „Nahverkehrs-Dreieck“ im Bahnknoten Stuttgart 2040 zeigt **gute Chancen für den Nachweis der Förderfähigkeit und damit einer Finanzierung nach dem GVFG.**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

VWI Verkehrswissenschaftliches Institut Stuttgart GmbH

Anschrift: Torstraße 20, 70173 Stuttgart

Telefon: +49 711 894602-0

Email: post@vwi-stuttgart.de

Homepage: www.vwi-stuttgart.de

SMA (Deutschland) GmbH

Anschrift: Hamburger Allee 14, 60486 Frankfurt

Telefon: +49 69 588 078 600

Email: frankfurt@sma-partner.com

Homepage: www.sma-partner.com