

# Fahrplanrobustheitsprüfung S-Bahn Stuttgart

EBWU - Zwischenbericht / Teil 1: Analyse IST - Zustand 2015

---

DB Netz AG - Zentrale

---

Strategisches Fahrplan-/Kapazitätsmanagement

---

Freigabe: Thorsten Schaer, (030) 297-24206

---

Berlin, den 07.10.2015

# Steckbrief Fahrplanrobustheitsprüfung S-Bahn Stuttgart / Teil 1: Analyse IST-Zustand 2015

EBWU-Auftragsnummer: K15018

## Anlass/Aufgabenstellung:

Teil 1:

An welchen Stellen treten relevante Urverspätungen im System auf und wie hoch ist unter heutigen Bedingungen der Einfluss der übrigen Verkehre auf die S-Bahn?

Teil 2 :

Welche Betriebsqualität ist bei Realisierung Stuttgart\_21 (neue Infrastruktur mit zukünftigem Betriebsprogramm) und unter der Annahme heutiger Verspätungswahrscheinlichkeiten zu erwarten?

**Auftraggeber:** Verband Region Stuttgart (VRS),  
Dr. Wurmthaler

**Mitwirkung:** DB Netz AG, RB SW, I.NM-SW-E  
Thomas Kaspar

**Durchführung:** Carola Fechner, I.NMF 3(V)

**Prüfung:** Irene Rothe, I.NMF 3(V)

**Freigabe:** Thorsten Schaer, I.NMF 3(V)

## Grundlagen:

- Infrastruktur: Grundlage Jahresfahrplan 2015
- Betriebsprogramm: 12.03.2015 (aktueller Jahresfahrplan)
- Betriebsdaten: 2014 (01.01.-12.12./Fahrplanwechsel)
- Prämissen und Parameter gemäß Abstimmung
- Richtlinie 405: Fahrwegkapazität

## Verwendete EBW-Tools:

- RailSys - Synchrone Betriebssimulation
- SQF - Steuerung Qualität Fahrbetrieb

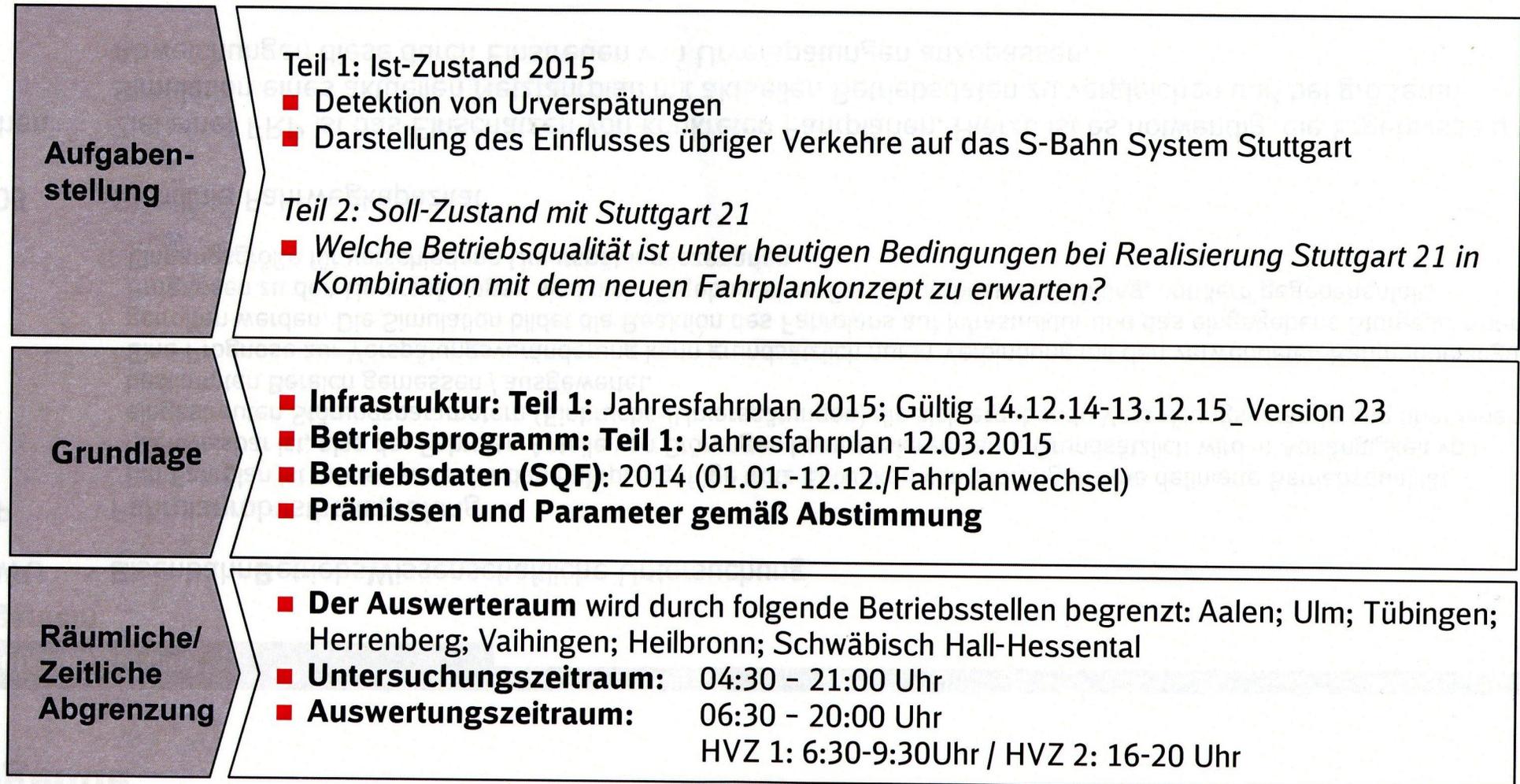
## Ergebnis:

- Bezüglich der Stammstrecke weist Stuttgart Hbf tief in beiden Richtungen die höchste Belegung auf.
- Die planmäßigen Haltezeiten werden auf der Stammstrecke deutlich überschritten. U.a. dadurch entstehen Zugfolgeverspätungen, die aufgrund der dichten Belegung nicht mehr abgebaut werden können.
- Das Verspätungsniveau der S1/S2/S3 im Zulauf Nord-Süd wirkt sich wesentlich auf das gesamte S-Bahn-System aus.
- Der Mischbetrieb hat einen nicht unerheblichen Einfluss auf die S-Bahn.

# Aufgabenstellung

## Fahrplanrobustheitsprüfung S-Bahn Stuttgart

### 2. Aufgabenstellung



# Legende

## 2. Aufgabenstellung

### Allgemein:

**EBWU** EisenbahnBetriebsWissenschaftliche Untersuchung

**FRP** Fahrplanrobustheitsprüfung  
Ein Fahrplan ist robust, wenn für das Fahrplangefüge trotz Einwirken von Störungen eine definierte Betriebsqualität nachweisbar ist, also der Fahrplan Anteile von Störungen kompensieren kann. Grundsätzlich wird in Abhängigkeit von eingestreuten Störungsparametern (Einbruchs-/Urverspätungen) die sich ergebende Verspätungsveränderung über einen bestimmten Bereich gemessen / ausgewertet.  
Eine Prognose zur Verspätungsveränderung kann grundsätzlich nur in Verbindung mit den verwendeten Rahmenbedingungen getroffen werden. Die Simulation bildet die Reaktion des Fahrplans auf Infrastruktur und das eingegebene Störgeschehen ab. Prognosen zu den Urverspätungen sind nicht Ergebnis einer Fahrplanrobustheitsprüfung, sondern gegebenenfalls Eingangsgröße für verschiedene Urverspätungsszenarien.

**R405** Richtlinie Fahrwegkapazität

**Eichen** Ziel einer FRP ist das Einschätzen von konkreten Fahrplänen. Hierzu ist es notwendig, die Ergebnisse der Simulation eines aktuellen Netzfahrplan mit aktuellen Betriebsdaten zu vergleichen und bei größeren Abweichungen diese durch Einstreuen von Urverspätungen anzupassen.

### Software:

**SQF** Steuerung Qualität Fahrbetrieb (wertet die Betriebsdaten aus)

**RailSys** ist ein synchrones Simulationsverfahren. Es eignet sich gut für die Bewertung der Betriebsqualität von Fahrplan- und Infrastrukturvarianten.

# Umsetzung der Szenarien

## 2. Aufgabenstellung

### Teil 1

**Szenario 1** Umsetzung des aktuellen S-Bahnfahrplans (Netzfahrplan 2015)  
entspricht Railsys Version: *nur S-Bahn*



**Szenario 2** S-Bahn, SPV und SGV aus Netzfahrplan 2015  
entspricht Railsys Version: *Eichen (\*)*



**Szenario 3**

- Fahrplan der S-Bahn ohne Linientausch
- Einbruch der Herrmann-Hesse-Bahn in Weil der Stadt
- Einbruch der S-Bahn von/nach Neuhausen in Filderstadt
- Regionalverkehr nach IBN S21
- übriger Fernverkehr und Güterverkehr aus Stresstest S21

(\*) Zur Eichung eines Modells ist es notwendig, zum einen die gemessenen Betriebsdaten (2014) auszuwerten, zum anderen eine Simulation auf Basis Szenario 2 in Kombination mit den durchschnittlichen Verspätungswerten der R405 durchzuführen. Durch Vergleich der beiden Varianten können die Abweichungen detektiert werden um hier zusätzliche Urverspätungen einzustreuen. Als Ergebnis entsteht die Variante *Eichen*.

# Fazit Fahrplanrobustheitsprüfung S-Bahn Stuttgart

## Szenario 1: Einschätzung S – Bahn – System

### 1. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

- Das Zusammenführen der S-Bahn-Linien auf die Stammstrecke weist aus beiden Richtungen auch ohne Mischverkehr einen hohen Verspätungsanstieg aus, wobei die Einfädelung aus Norden zum Stuttgarter Hbf tief im Durchschnitt mit +28s/Zug deutlich über dem Verspätungsanstieg in Schwabstraße liegt.
- Die planmäßigen Haltezeiten werden auf der Stammstrecke deutlich überschritten. Die Linien S1/S2/S3 weisen dabei höhere Abweichungen gegenüber den anderen Linien aus (Tagesdurchschnitt S1/S2/S3: +13s/Zug, S4/S5/S6: +6s/Zug). Diese Haltezeitüberschreitungen mit gleichen Zugfolgeabständen auf der Stammstrecke lässt vermuten, dass u.a. längere Fahrgastwechsel oder Türschließzeiten für den Verspätungszuwachs ursächlich sind. Aus diesen Urverspätungen resultieren weitere Folgeverspätungen auf Stammstrecke.
- Auf der Stammstrecke ist die Kapazität limitiert, so dass die Haltezeiten fahrplanseitig nicht oder nur minimal verlängert werden können. Auch sind Verspätungen aufgrund des Zusammenführens der Linien auf die Stammstrecke unter den gegebenen Infrastrukturbedingungen nicht vermeidbar. Deshalb ist es wichtig, den Zulauf pünktlicher zu gestalten, also Reserven vorrangig in den Wendungen in Abhängigkeit vom Verspätungsniveau so zu dimensionieren, dass ein Verspätungsabbau der Gegenrichtung möglich wird. Das ist z.Z. in Schorndorf, Filderstadt, Backnang und Weil der Stadt nicht oder nur teilweise (HVZ) gegeben.

# Fazit Fahrplanrobustheitsprüfung S-Bahn Stuttgart

## Szenario 1: Einschätzung S – Bahn – System

### 1. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

- Das Bündeln der Linien auf die Stammstrecke setzt voraus, dass am Einfädelpunkt die Züge möglichst pünktlich bereitstehen, um das Einhalten der Reihenfolge zu gewährleisten. Da in Süd-Nord Richtung die Züge aus der Schwabstraße nur bedingt Möglichkeiten haben, Verspätungen abzubauen, ist ein pünktlicher Zulauf aus Richtung Nord-Süd essentiell für das S-Bahnsystem Stuttgart:
  - S1: Deutlicher Verspätungsanstieg zwischen Kirchheim und Bad Cannstatt im Fahrplanjahr 2014. Zwischen Herrenberg und Böblingen besteht in beiden Richtungen ebenfalls ein deutlicher Verspätungsanstieg. In 2014 wurden in den Haltepunkten Hulb und Nufringen deutliche Verspätungszuwächse detektiert. Im Fahrplan sind hier nur wenige Reserven vorhanden, die diesen Verspätungen entgegenwirken könnten. Die Ursache der Haltezeitüberschreitung sollte geklärt und der Fahrplan gegebenenfalls angepasst werden.
  - S2/S3: Reserven in den Wendungen Schorndorf / Backnang sind zu gering bemessen, um das hohe Verspätungsniveau der Gegenrichtung zu neutralisieren.
  - S5: Die Abfahrtsverspätung in Bietigheim ist trotz ausreichender Wendezeit zu hoch. Hier sollte die Abstellung/Bereitstellung aus dem Wendegleis und die Einflüsse durch den Mischverkehr geprüft werden.
  - S6: Wendezeit ist in Weil der Stadt zu gering, um Verspätungen abzubauen.
- Die relativ hohen Haltezeitüberschreitungen in Universität Nord-Süd-Richtung begründen sich teilweise aus dem langen Blockabschnitt in Österfeld (1630m).

# Fazit Fahrplanrobustheitsprüfung S-Bahn Stuttgart

## Szenario 1: Einschätzung S – Bahn – System

### 1. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

- Auf verschiedenen Linien wurden teilweise deutliche Verspätungsanstiege in 2014 detektiert, welche simulativ nicht erklärbar sind und in der Folge näher untersucht werden müssen.
- Die Wendezeit in der Schwabstraße der Linien S4/S5/S6 ist zu gering um die Verspätungen aus dem Übergang des Zulaufs aus Richtung Stuttgart Hbf tief auszugleichen. Deshalb werden die aus Richtung Vaihingen kommenden Linien S1/S2/S3 beim Einfädeln in Schwabstraße zusätzlich verspätet. S2 und S3 sind im Zulauf deutlich pünktlicher als die S1. Beim Einfädeln steigt die Verspätung für die S1/S2/S3 um +18s/Z!
- Der Verspätungsanstieg auf der Stammstrecke entwickelt sich entsprechend der hier entstehenden Haltezeitüberschreitungen (Urverspätungen), da kaum Reserven vorhanden sind, um denen entgegenzuwirken.

# Fazit Fahrplanrobustheitsprüfung S-Bahn Stuttgart

## Szenario 2: Analyse IST-Zustand

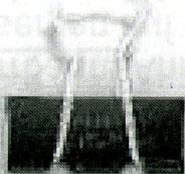
### 1. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

- Das Zusammenführen der S-Bahn-Linien auf die Stammstrecke weist in beiden Richtungen hohe Verspätungsanstiege aus, wobei der größte Zuwachs zwischen Bad Cannstatt und Stuttgart Hbf tief entsteht. Ursache ist zum einen die hohe Belegung von Stuttgart Hbf tief, zum anderen der deutliche Anteil an kreuzendem Mischverkehr.
- Remsbahn: Zwischen Waiblingen - Schorndorf ist aufgrund der unterschiedlichen Haltekonzeption zwischen S-Bahn / übriger Verkehr der Mischverkehr nur durch hohe Fahrplanreserven im SPFV/SPNV und Überholungen der S-Bahn im Betrieb realisierbar (je ein rechtsliegendes Überholungsgleis je Richtung vorhanden). Der Fahrplan wurde bereits bzgl. Reserven optimiert, so dass der Einfluss des Mischverkehrs in Richtung Schorndorf zwar einen Verspätungsanstieg von +21s/Zug verursachen würde, dieser aber durch die Reserven fast vollständig neutralisiert werden kann. In der Gegenrichtung wirkt sich der Mischverkehr vorrangig in der Ausfahrt der S-Bahn in Schorndorf aus. Da hier die geringe Wendereserve bereits hohe Verspätungen in der Abfahrt verursacht, kann durch Erhöhung dieser Reserve auch in dieser Richtung eine gute Pünktlichkeit erreicht werden.
- Murrbahn: Ähnlich der Remsbahn wird hier der Einfluss des Mischverkehrs bereits fahrplanseitig durch Reserven auf der Strecke minimiert. Die Folgeverspätung aus dem Mischverkehr in der Abfahrt Backnang (Kreuzung der Gegenrichtung) könnte durch eine veränderte Gleisnutzung reduziert werden. Hierzu wären eventuell infrastrukturelle Anpassungen notwendig. Fahrplanseitig ist die Erhöhung der Wendereserve ebenfalls erforderlich.

# Fazit Fahrplanrobustheitsprüfung S-Bahn Stuttgart

## Szenario 2: Analyse IST-Zustand

### 1. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

- 
- **Gäubahn:** Zwischen Herrenberg - Böblingen besteht in beiden Richtungen ein deutlicher Verspätungsanstieg. In 2014 wurden in den Haltepunkten Hulb und Nufringen deutliche Verspätungszuwächse detektiert, welche nicht mit Folgeverspätungen / Einfluss Mischverkehr (keine Überholungsmöglichkeit in diesem Abschnitt) begründet werden können. Im Fahrplan sind hier nur wenige Reserven vorhanden, die diesen Verspätungen entgegenwirken könnten. Die Ursache der Haltezeitüberschreitung sollte geklärt und der Fahrplan entsprechend angepasst werden. Der Einfluss des Mischverkehrs macht sich vorrangig in der erhöhten Abfahrtsverspätung in Herrenberg bemerkbar.
  - Der Verspätungsanstieg aus 2014 zwischen Korntal - Neuwirtshaus - Zuffenhausen ist in dieser Höhe nicht auf Zugfolge zurückzuführen. Zusätzliche Güterzugfahrten im Gelegenheitsverkehr, Lok-/Rangierfahrten aus Kornwestheim, die den Zulauf hier kreuzen, könnten Ursache der Urverspätungen sein.

# Auswirkungen des Mischverkehrs auf das S-Bahn-System Stuttgart in Nord - Süd - Richtung

## 1. Ergebnisse / Schlussfolgerungen

### Legende 1

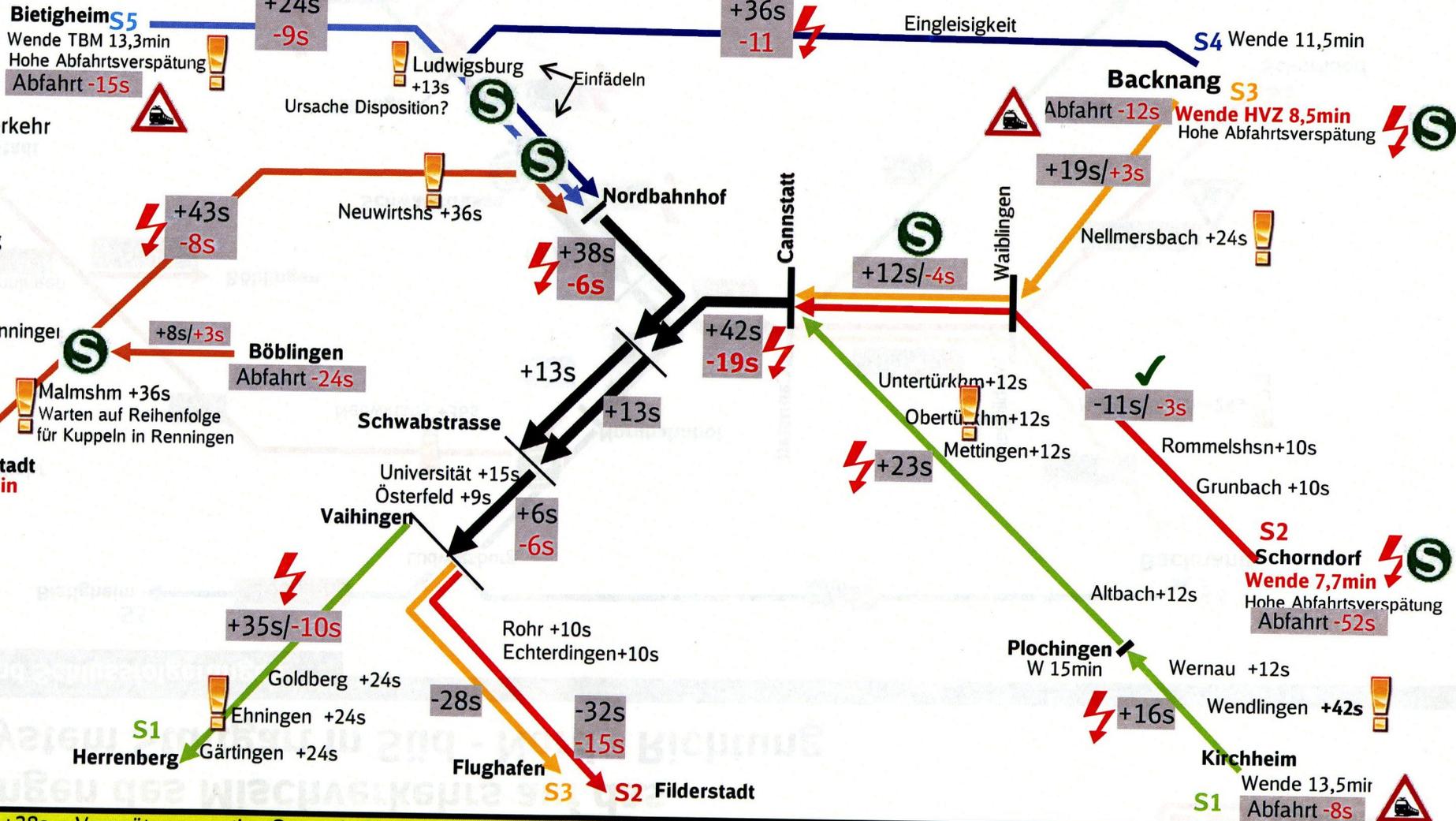
Problem Pünktlichkeit

Ursache S-Bahn

Ursache Mischverkehr

Zu Prüfen

Ehningen +24s :  
Urverspätung notwendig



**Legende 2** +38s/-6s +38s = Verspätungsanstieg Szenario 2 / -6s = Einfluss Mischbetrieb: Delta Szenario 2 / 1 = 6s weniger Verspätungsanstieg (ohne Wert kein Einfluss)

