

# Forum ÖV-Planung Zukunft des Taktfahrplans

## **Wo ist ein (Takt-)Fahrplan heute und morgen sinnvoll?**

Luigi Stähli, Director Beratung SW-Europa, SMA und Partner AG

Bern, 19. August 2019

Version 1-00

# Agenda

- 1. Kontext und Ziele**
2. Definition Taktfahrplan
3. Vor- und Nachteile
4. Anwendungsbereiche
5. Dichter Verkehr
6. Kein Fahrplan dank Automatisierung?
7. Synthese

# Kontext und Ziele

## Kontext

- Der Integrale Taktfahrplan ist in der Schweiz seit 1982 in Betrieb
- Er gilt als Erfolgsgeschichte des Schweizer Bahn- und öV-Systems
- Mit der Digitalisierung stellt sich jedoch die Frage seiner Zukunft
- Die Zukunft des Taktfahrplans, aber auch des Fahrplans allgemein.

## Ziele

- Klärung der Begriffe Taktfahrplan / Fahrplan / kein Fahrplan
- Auch «versteckte» Vorteile und Nachteile zeigen
- Heutige und künftige Anwendungsbereiche skizzieren

# Agenda

1. Kontext und Ziele
- 2. Definition Taktfahrplan**
3. Vor- und Nachteile
4. Anwendungsbereiche
5. Dichter Verkehr
6. Kein Fahrplan dank Automatisierung?
7. Synthese

# Definitionen

## **Nicht vertaktete Fahrpläne**

Fahrpläne mit individuellen und unregelmässigen Ankünften / Abfahrten bei allen Linien und Stationen.

## **Taktfahrpläne**

Fahrpläne mit regelmässigen Takten zwischen einzelnen Zügen einer Linie.

## **Integrale Taktfahrpläne**

Fahrpläne mit fixierten Reisezeiten zwischen Umsteigeknoten, an denen die Takte aller Linien koordiniert sind, so dass ein Umsteigen zwischen verschiedenen Linien möglich ist.

# Nicht vertaktete Fahrpläne Fahrpläne mit vertakteten Abfahrten

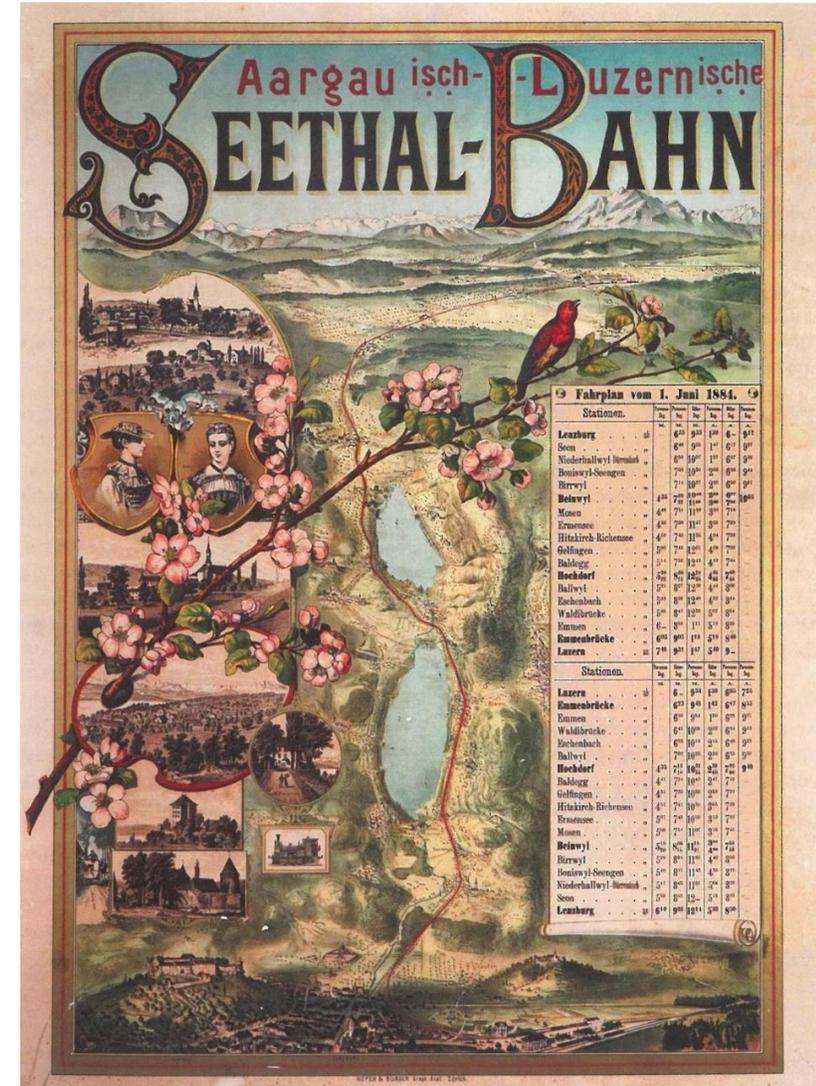
## Nicht vertaktete Fahrpläne

- Historisch gewachsen.
- Geringe Nachfrage.

<b>MÂCON-VILLE (DÉPART)</b>	06.25			06.43		07.10		07.51		08.09	08.35		09.29			10.31
Crêches-sur-Saône				06.49												
Pontanevaux				06.54												
Romanèche-Thorins				06.59												
Belleville-sur-Saône	06.39			07.06		07.26		08.04		08.23	08.49		09.44			10.45
St-Georges-de-Reneins				07.11												
<b>VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE</b>	<b>06.50</b>			<b>07.19</b>		<b>07.36</b>		<b>08.04</b>	<b>08.15</b>	<b>08.32</b>	<b>08.59</b>		<b>09.55</b>		<b>10.45</b>	<b>10.55</b>
Anse	06.54							08.09			09.03				10.49	12.19
Quincieux	07.00							08.15			09.08				10.54	12.24
<b>ST-GERMAIN-AU-MONT-D'OR</b>	<b>07.05</b>	<b>07.11</b>	<b>07.23</b>	<b>07.28</b>	<b>07.36</b>	<b>07.46</b>	<b>08.13</b>	<b>08.19</b>		<b>08.28</b>	<b>09.12</b>	<b>09.23</b>	<b>10.07</b>	<b>10.32</b>	<b>10.58</b>	<b>12.28</b>
Villevert-Neuville	07.08	07.15		07.32				08.23			09.15		10.10		11.01	12.32
Couzon-au-Mont-d'Or	07.12							08.26			09.19				11.05	12.35
Collonges-Fontaines	07.15							08.30			09.23				11.08	12.38
<b>LYON-PART-DIEU</b>	<b>07.26</b>		<b>07.42</b>			<b>08.03</b>		<b>08.40</b>	<b>08.45</b>	<b>08.55</b>	<b>09.39</b>	<b>09.43</b>	<b>10.24</b>	<b>10.48</b>		<b>11.17</b>
<b>LYON-VAISE</b>		<b>07.25</b>		<b>07.42</b>	<b>07.48</b>		<b>08.24</b>	<b>08.37</b>							<b>11.15</b>	<b>12.44</b>
<b>LYON-PERRACHE (ARRIVÉE)</b>	<b>07.34</b>	<b>07.31</b>	<b>07.50</b>	<b>07.48</b>	<b>07.54</b>	<b>08.11</b>	<b>08.29</b>	<b>08.43</b>	<b>08.48</b>	<b>08.53</b>	<b>09.03</b>	<b>09.47</b>	<b>09.51</b>	<b>10.32</b>	<b>10.56</b>	<b>11.20</b>

## Fahrpläne mit vertakteten Abfahrten

- Zentralisierte Netze
- Eher schwacher Verkehr



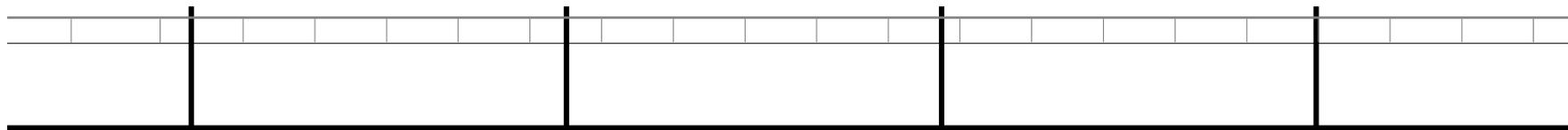
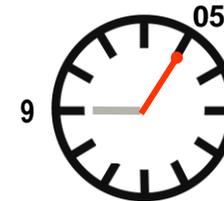
# Taktfahrplan

## Auf einer Strecke vertaktet

Die Angebote sind in **Zugfamilien** organisiert, welche – abgestimmt mit der Nachfrage oder politischen Vorgaben – in **regelmässigen Takten** (Intervall von 15 Minuten, 30 Minuten, 1 Stunde, 2 Stunden, ...) verkehren.

Die Charakteristiken dieser Zugfamilien sind in **beiden** Richtungen:

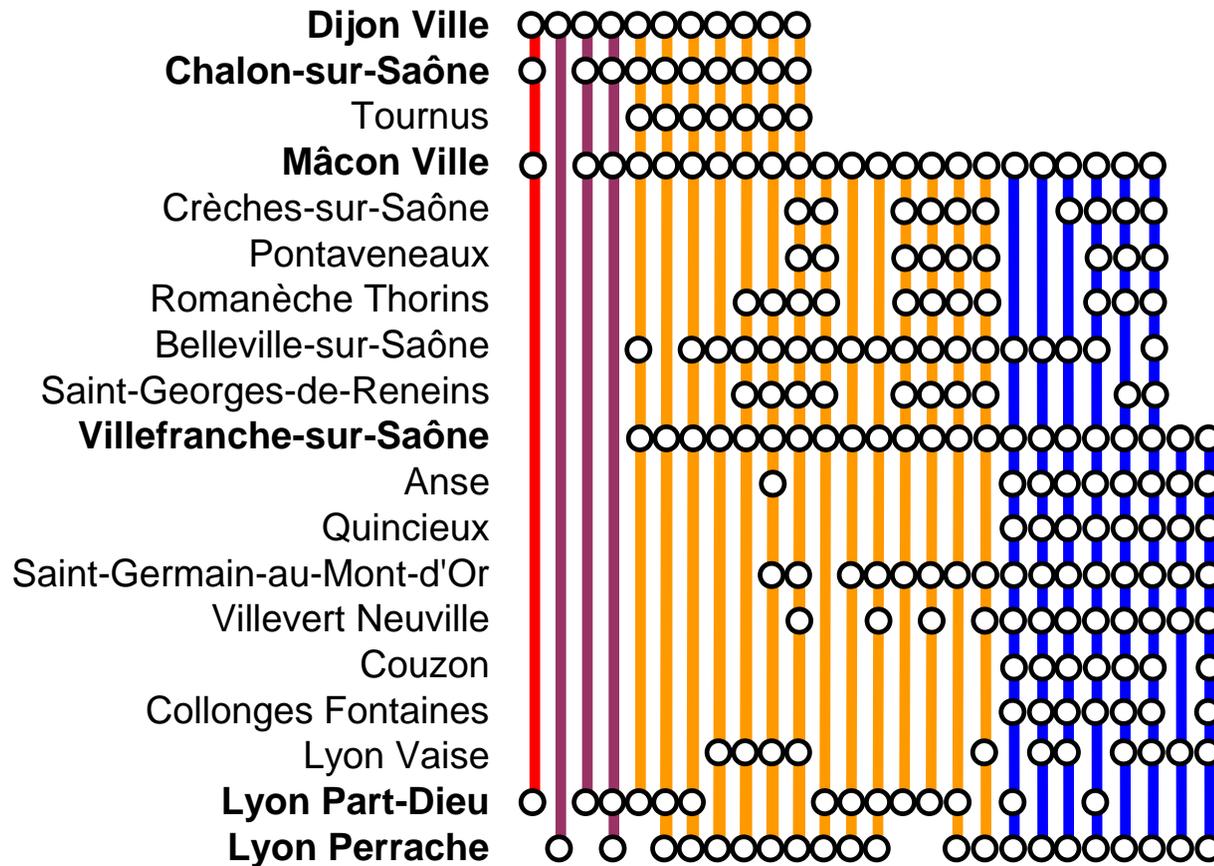
- *identische Laufwege,*
- *identische Haltepolitik,*
- *identische Reisezeiten.*



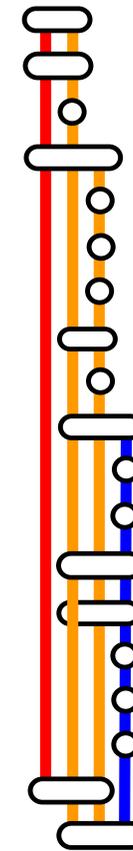
# Taktfahrplan

## Auf einer Strecke vertaktet

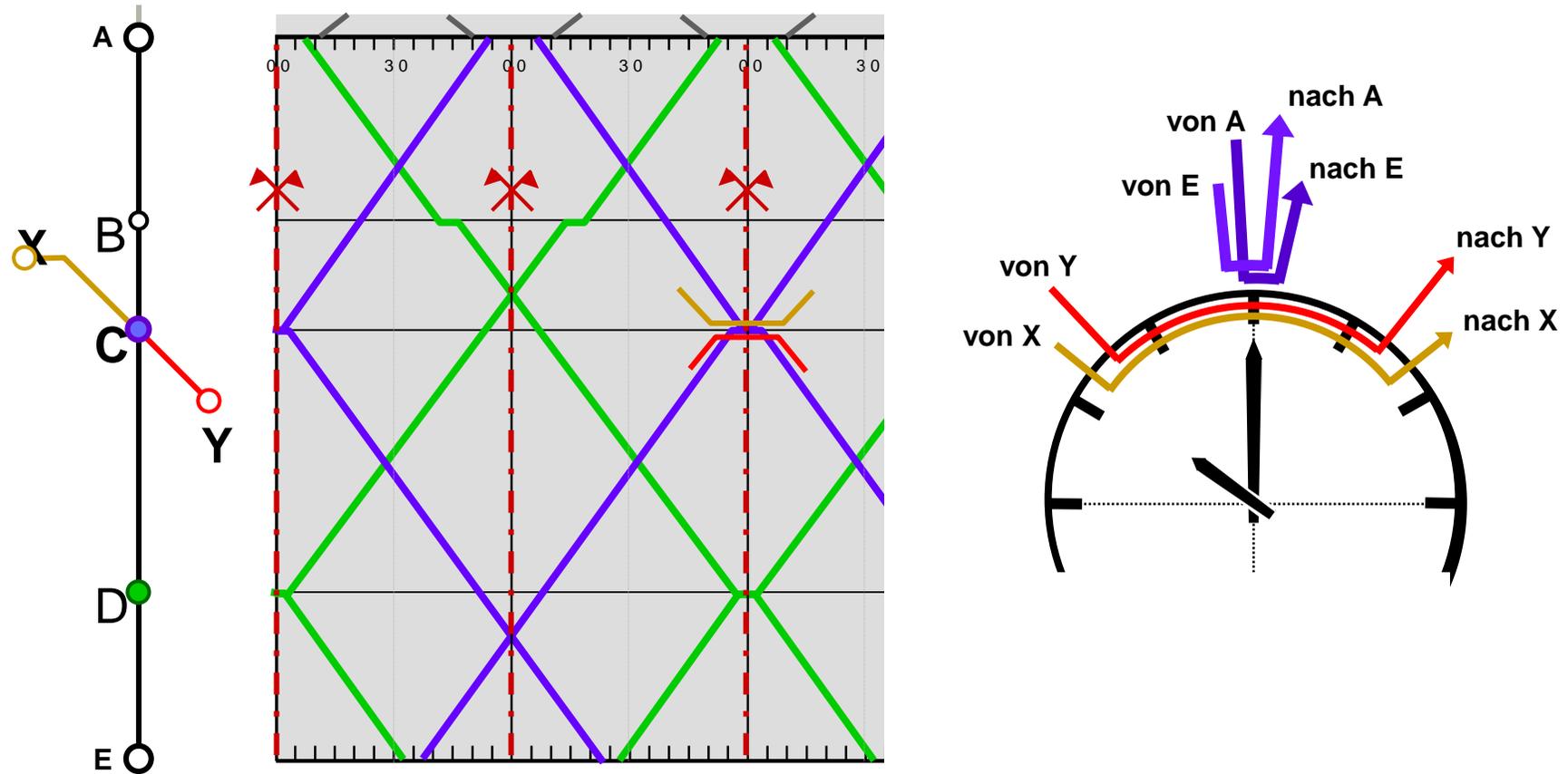
Haltepolitik 2003



Systematisierung

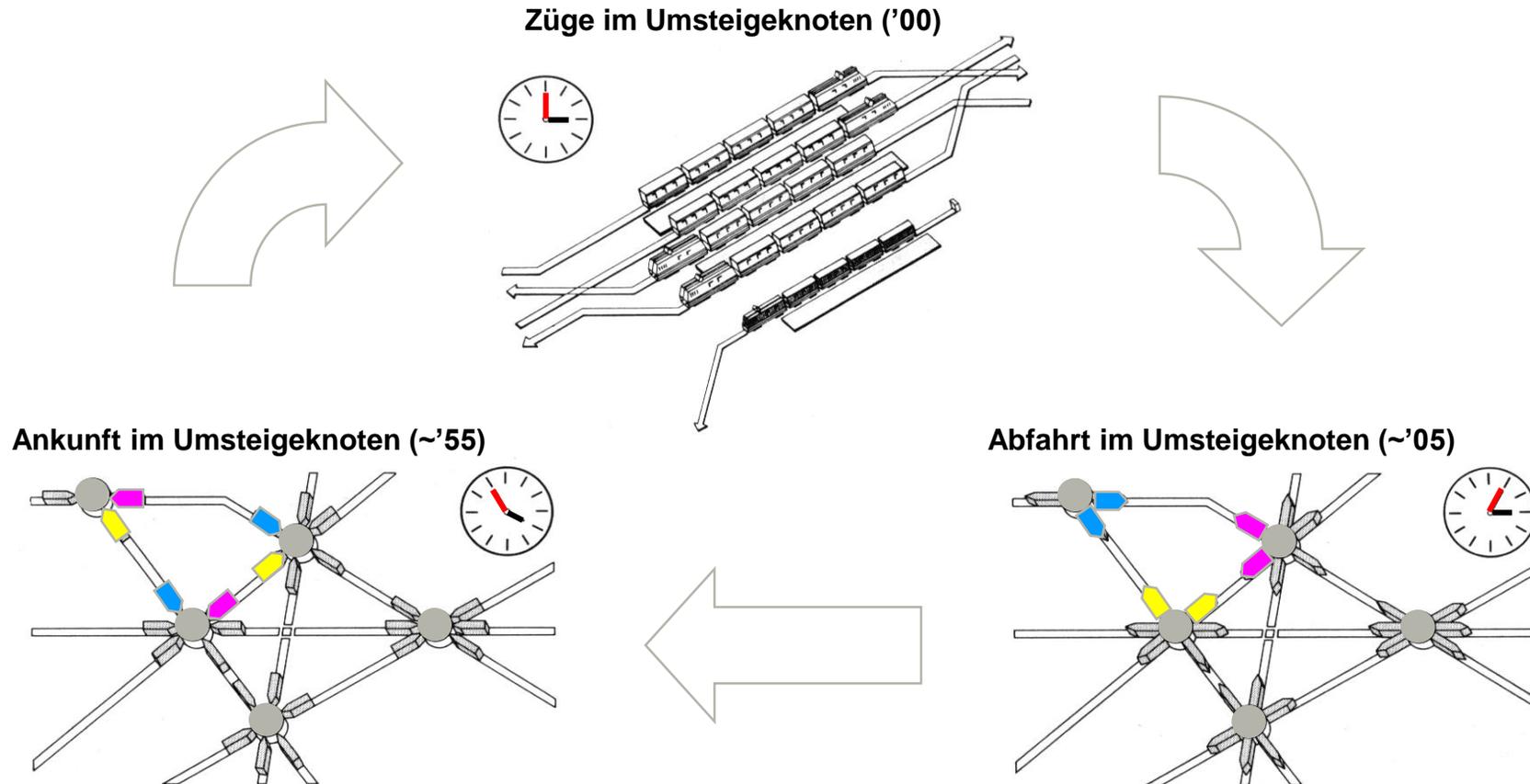


# Integraler Taktfahrplan In einem Knotennetz vertaktet



Die Symmetrie und das regelmässige und wiederholte Kreuzen von Zügen an definierten Knoten im Netz ermöglicht die Abstimmung optimierter Anschlüsse.

# Integraler Taktfahrplan In einem Knotennetz vertaktet



# Agenda

1. Kontext und Ziele
2. Definition Taktfahrplan
- 3. Vor- und Nachteile**
4. Anwendungsbereiche
5. Dichter Verkehr
6. Kein Fahrplan dank Automatisierung?
7. Synthese

# Vorteile Lesbarkeit

Der Taktfahrplan ist leicht zu lesen und zu merken, was zur Attraktivitätssteigerung des öffentlichen Verkehr beiträgt.

	Abfahrten von St-Germain In Richtung Lyon 2003			
6	5		2930	45
7	5 11	23 28	36	46
8		13 19	28	
9	12	23		
10	7		32	58

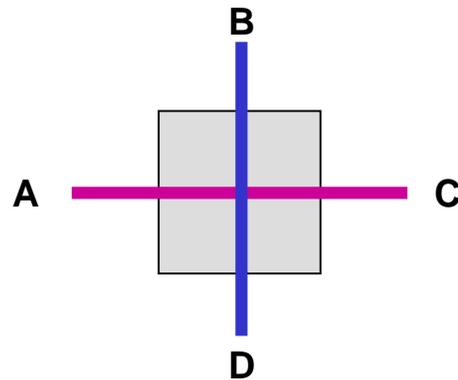
	Abfahrten von Colomiers in Richtung Toulouse 2003			
6		25	43	55
7	14	25	43	55
8	14	25	43	55
9	14	25	43	55
10	14			55

Dieser Vorteil kann mit heutigen Informationssystemen (Internet, Apps,...) relativiert werden.

# Vorteile Umsteigeknoten

Die Einrichtung von Umsteigeknoten bietet dem Endkunden neue Verbindungen und somit eine netzweite Zugänglichkeit.

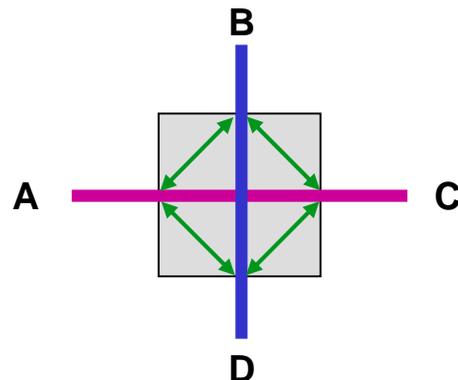
Keine Anschlüsse



	A	B	C	D
A			<i>D</i>	
B				<i>D</i>
C	<i>D</i>			
D		<i>D</i>		

*D* : Direktverbindung

Umsteigeknoten



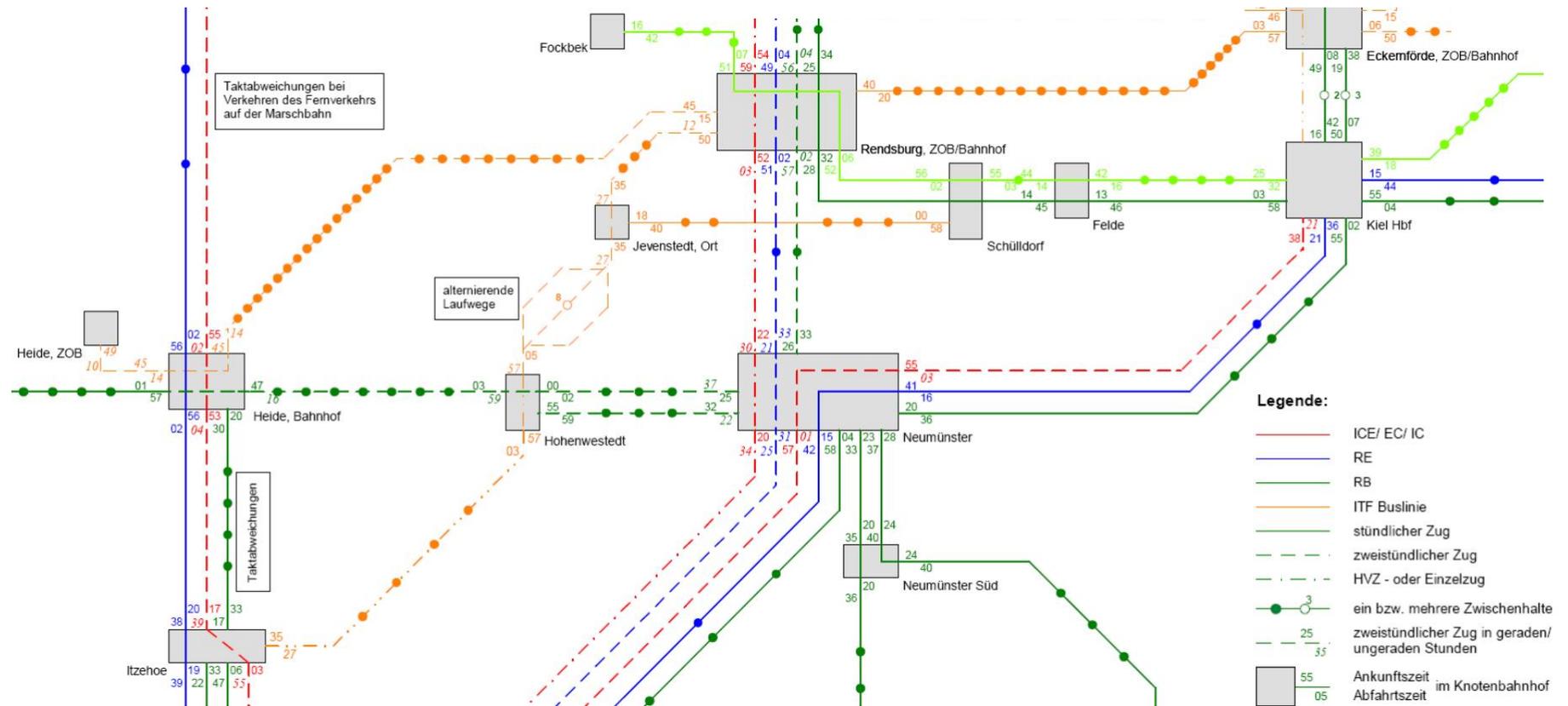
	A	B	C	D
A		<i>U</i>	<i>D</i>	<i>U</i>
B	<i>U</i>		<i>U</i>	<i>D</i>
C	<i>D</i>	<i>U</i>		<i>U</i>
D	<i>U</i>	<i>D</i>	<i>U</i>	

*D* : Direktverbindung

*U* : Verbindung mit Umsteigen

# Vorteile Integriertes Angebot

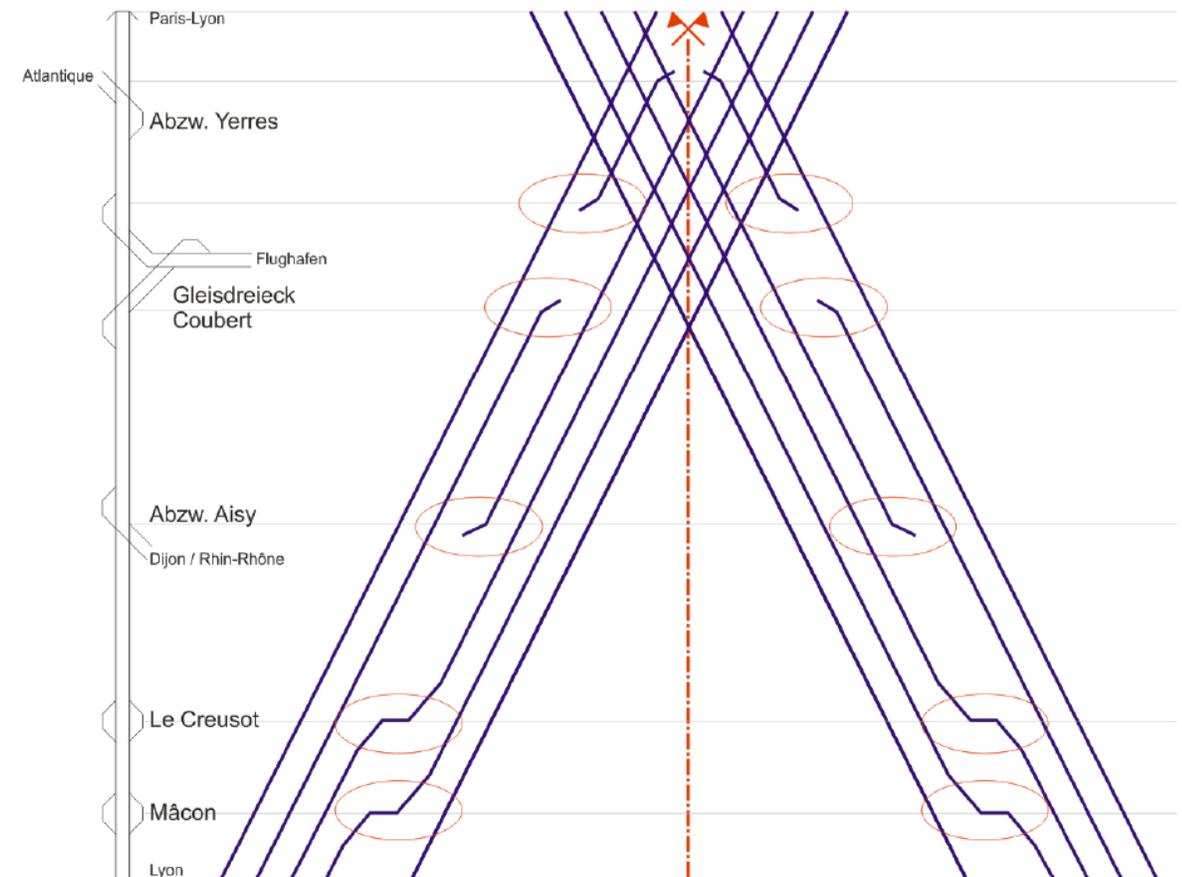
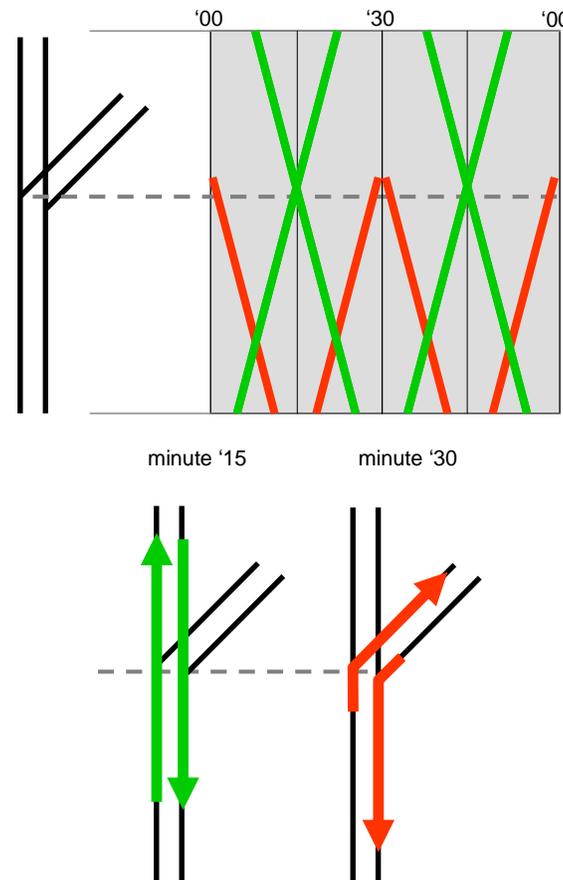
Die Umsteigeknoten ermöglichen ein integriertes Bahn – Bus Angebot.



Quelle : Entwicklung eines ITF Bus-Schiene im Rahmen der Vergabe des Nordnetzes Schleswig-Holstein, SMA und Partner AG

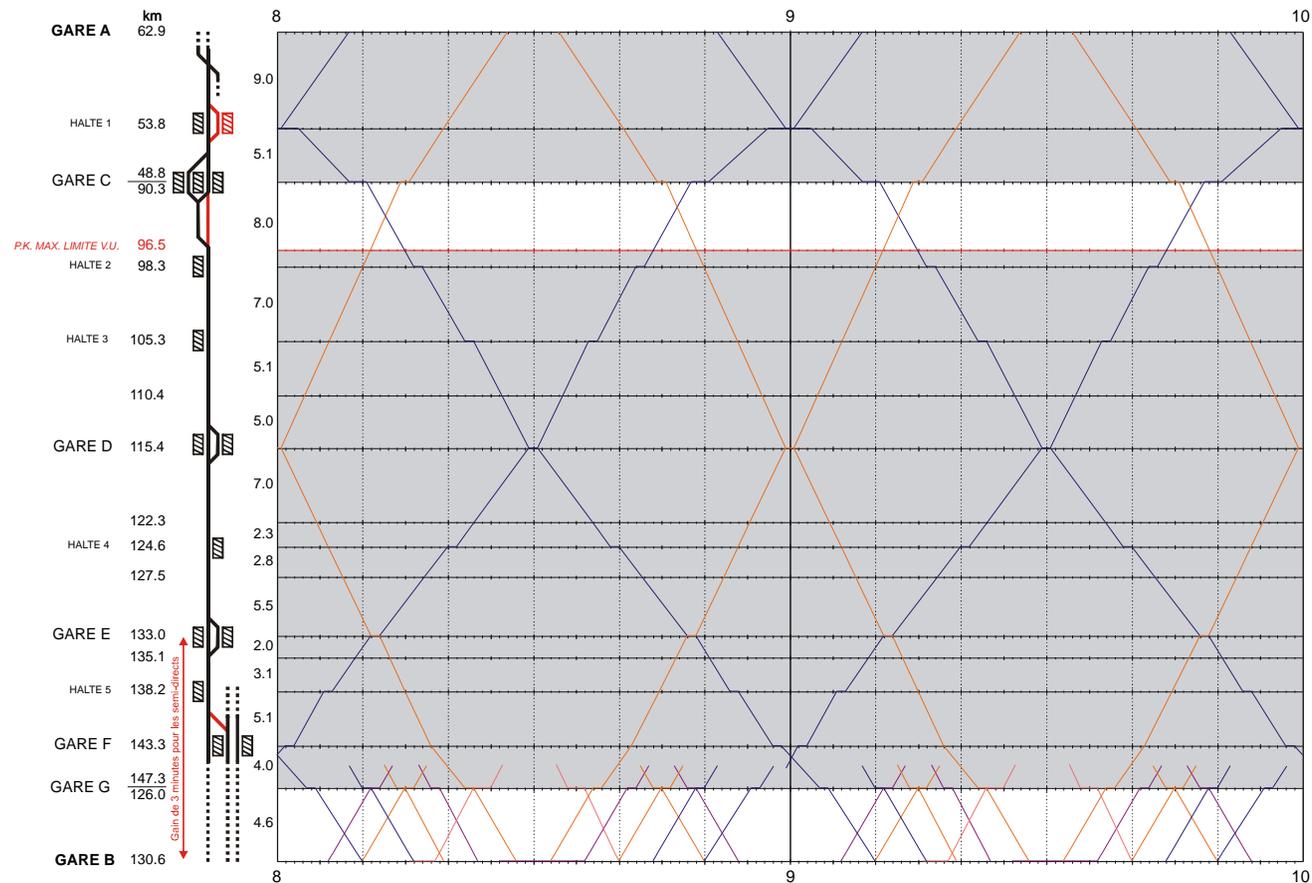
# Vorteile Optimierung der Kapazität

Dank dem Taktfahrplan kann die Kapazität auf den hochdichten Strecken optimiert und Ausbauten reduziert oder vermieden werden.



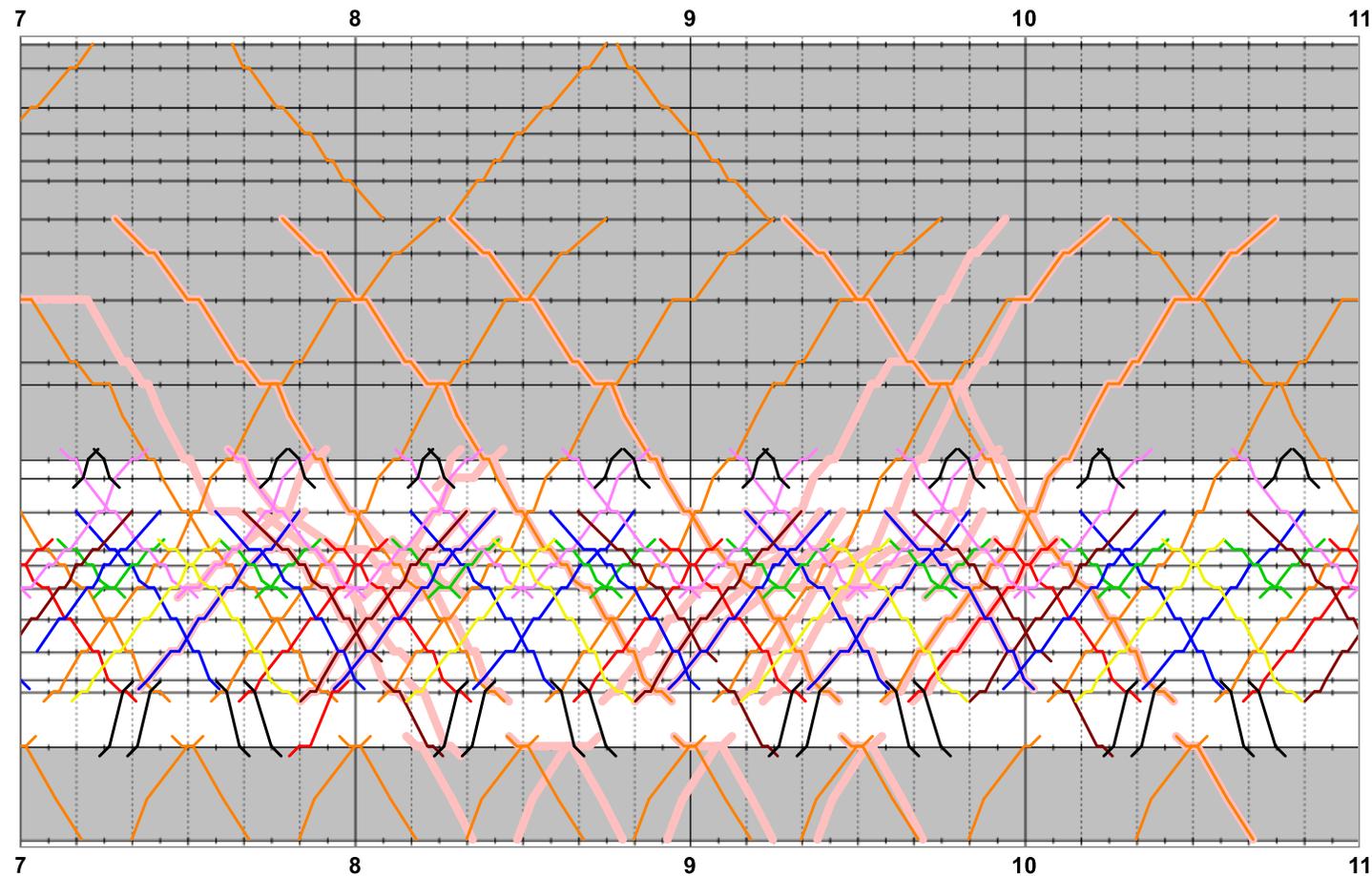
# Vorteile Optimierung der Infrastruktur

Dank dem Taktfahrplan kann die Infrastruktur mit dem Angebot optimiert und damit nur wo nötig ausgebaut werden.



# Vorteile Optimierung des Betriebs

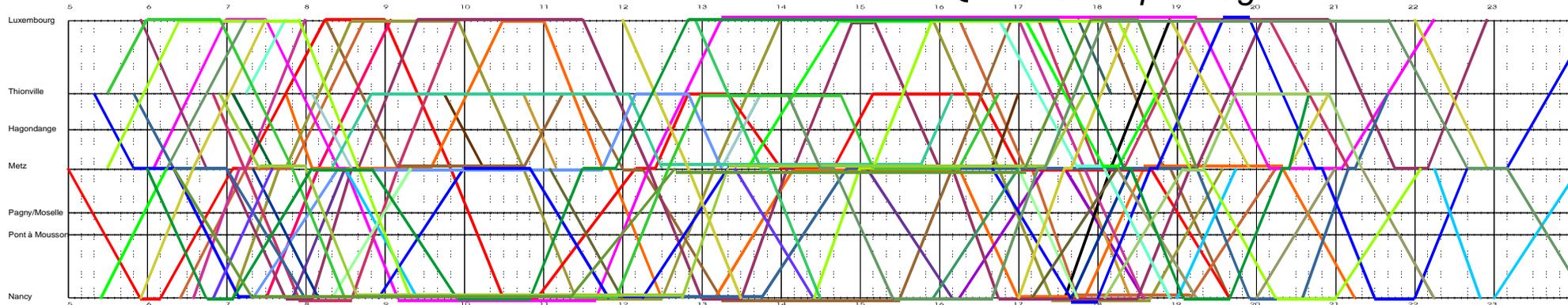
Dank gut konzipierten Fahrplänen, mit Reserven am richtigen Ort und Fahrbarkeitsprüfungen mit Simulation kann die Stabilität gewährleistet werden.



# Vorteile Optimierung der Produktion

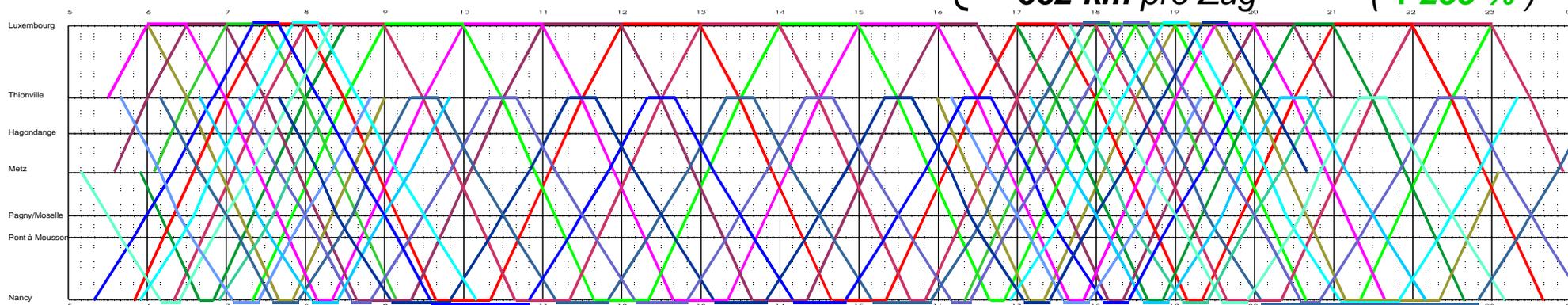
Fahrplan Nancy – Luxembourg 2005

- 10'436 km gefahren
- 40 Zugkompositionen
- 260 km pro Zug



Taktfahrplan Vorschlag

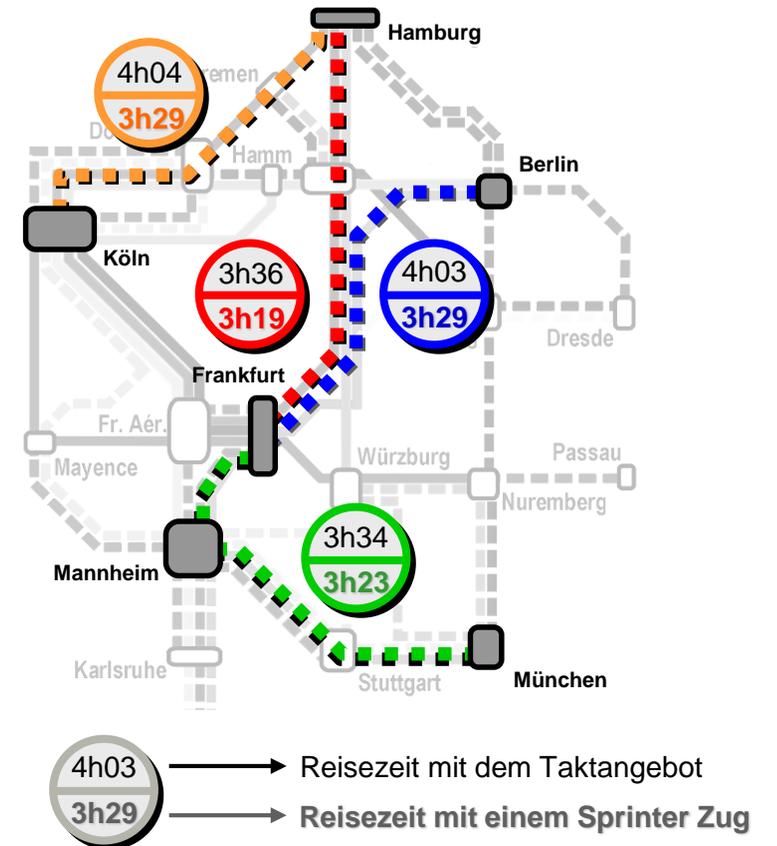
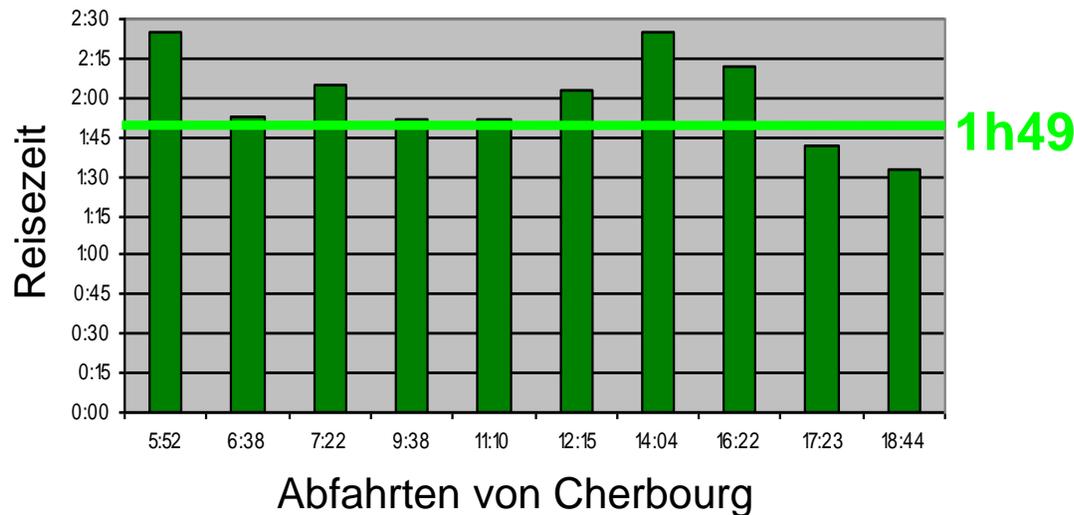
- 11'247 km gefahren (+ 8 %)
- 17 Zugkompositionen (- 55 %)
- 662 km pro Zug (+ 255 %)



# Nachteile Vereinheitlichung des Angebots

Vereinheitlichung der Fahrzeiten:  
die kürzeste Verbindung wird länger

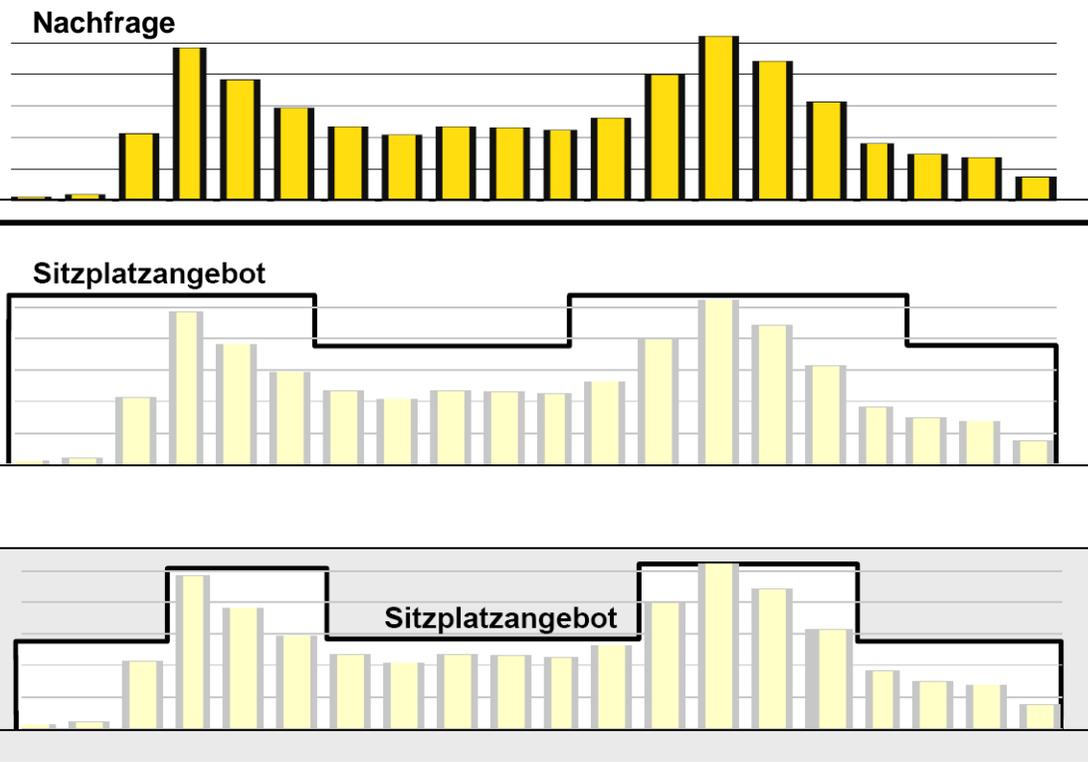
Eine mögliche Lösung:  
zusätzliche Sprinter Verbindungen



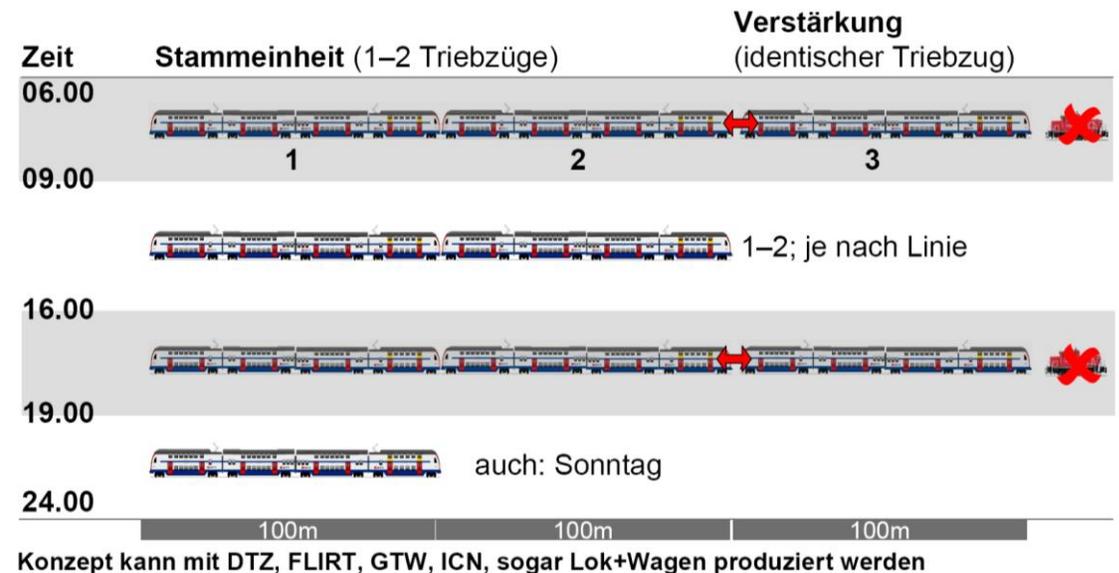
# Nachteile

## Vereinheitlichung der Beförderungskapazität

Anpassung des Sitzplatzangebots an die variierende Nachfrage durch Anpassung der Zuglänge.



© SBB • Personenverkehr • P-KOM • 26.5.2006 7

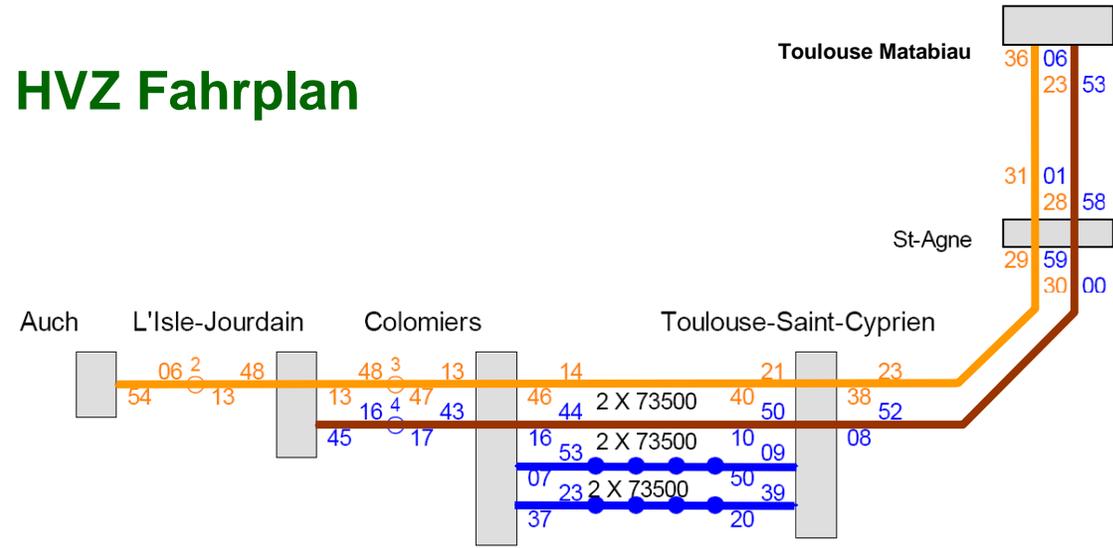


© SBB • Personenverkehr • P-KOM • 26.5.2006 9

# Nachteile

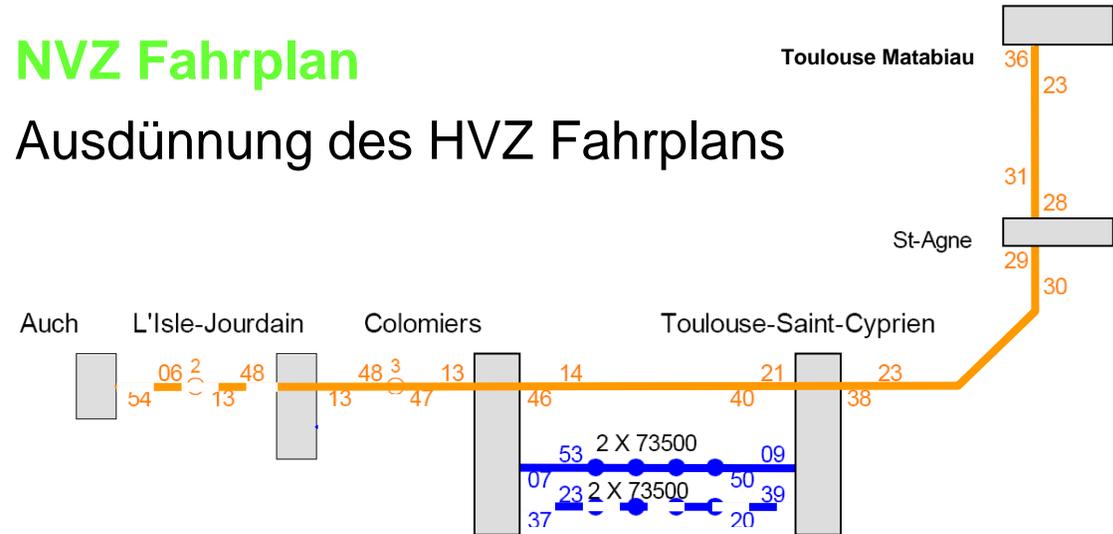
## Vereinheitlichung der Beförderungskapazität

### HVZ Fahrplan



### NVZ Fahrplan

#### Ausdünnung des HVZ Fahrplans



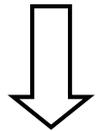
# Agenda

1. Kontext und Ziele
2. Definition Taktfahrplan
3. Vor- und Nachteile
- 4. Anwendungsbereiche**
5. Dichter Verkehr
6. Kein Fahrplan dank Automatisierung?
7. Synthese

# Strategie Mobilität und Charter

## **Angebotsorientiert, Strategie „Mobilität“**

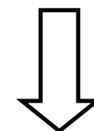
- Das Angebot maximiert die Verfügbarkeit und Effizienz.
- Es wird eine Rentabilität des „Gesamtsystems“ gefordert.
- Schwache/diffuse Verkehrsströme sind durch das Gesamtsystem abgedeckt.



**Systematisches Angebot  
Integraler Taktfahrplan**

## **Nachfrageorientiert, Strategie „Charter“**

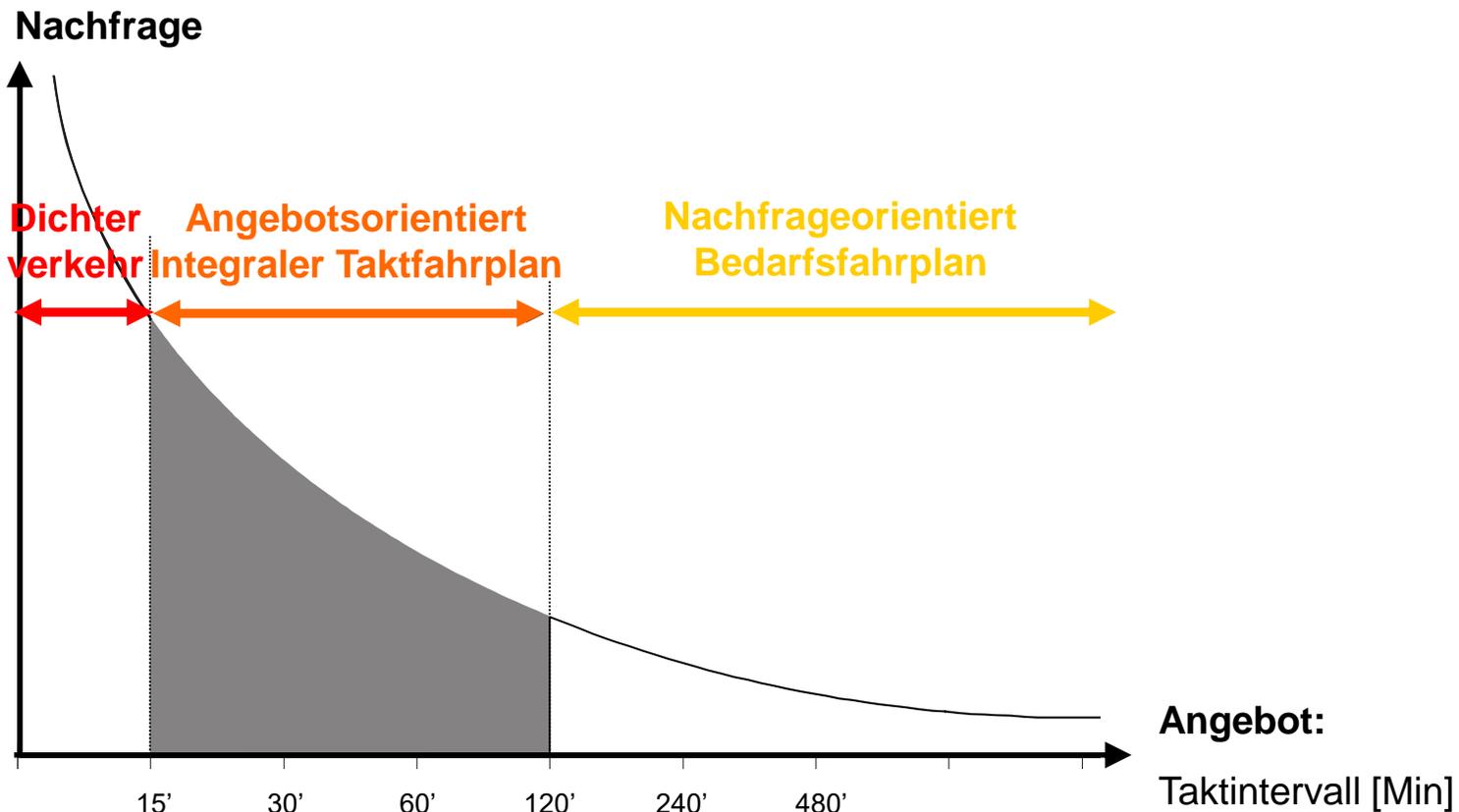
- Das Angebot ist genau auf die Nachfrage abgestimmt.
- Jede Zugfahrt muss eine Rentabilität ausweisen.
- Schwache/diffuse Verkehrsströme werden anderen Verkehrsmitteln überlassen.



**Variables Angebot  
Klassischer Fahrplan**

# Modelle für drei Nachfrage-Niveaus

Anwendungsfälle entsprechend der Nachfrage



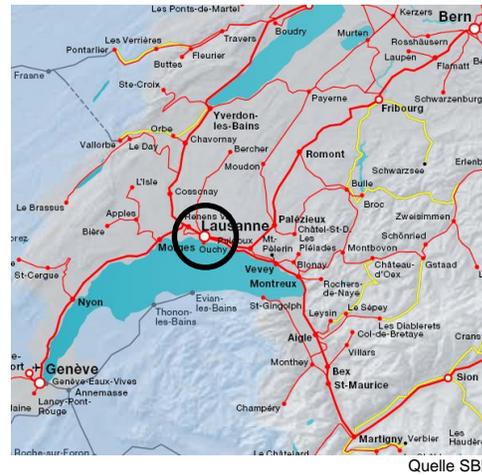
# Modelle für drei Nachfrage-Niveaus

## Verkehrsdichte im Knoten: 3 Beispiele

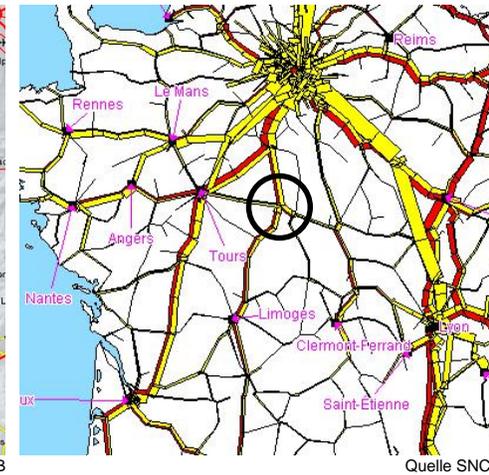
### VAL-DE-FONTENAY



### LAUSANNE



### VIERZON



Abfahrten / h  
Kantengleise  
Züge/Gleis/h  
Mittlere Intervall

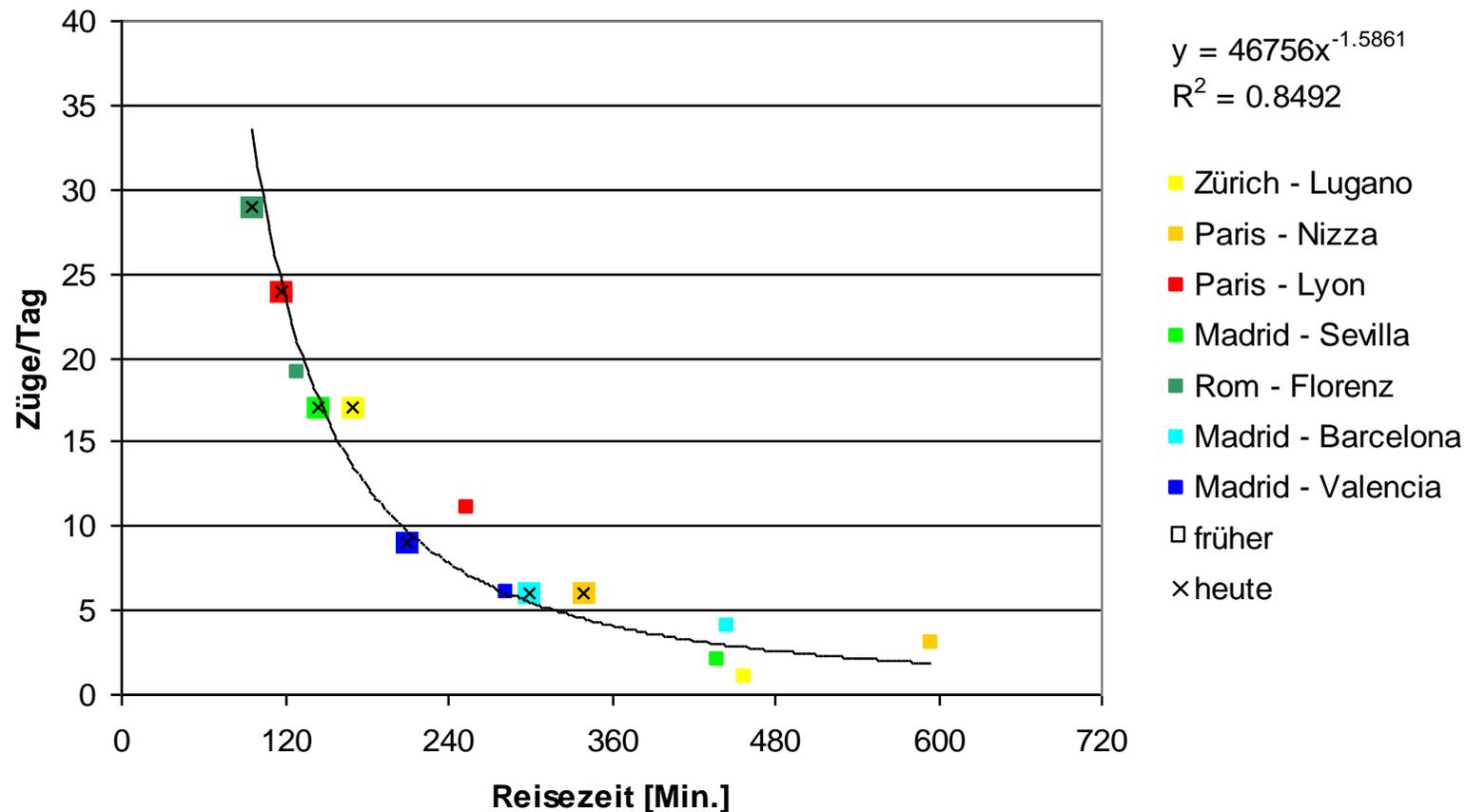
**42**  
**4**  
**11**  
**6'**

**25**  
**8**  
**3**  
**19'**

**13**  
**9**  
**1**  
**42'**

# Die Reisezeit ist bestimmend

Die Anzahl Verbindungen ist eine Funktion der Reisezeit  
(nicht der Distanz!)



# Agenda

1. Kontext und Ziele
2. Definition Taktfahrplan
3. Vor- und Nachteile
4. Anwendungsbereiche
- 5. Dichter Verkehr**
6. Kein Fahrplan dank Automatisierung?
7. Synthese

# Vorbild oder Vorsprung: Die Niederlande

## Ab 1939:

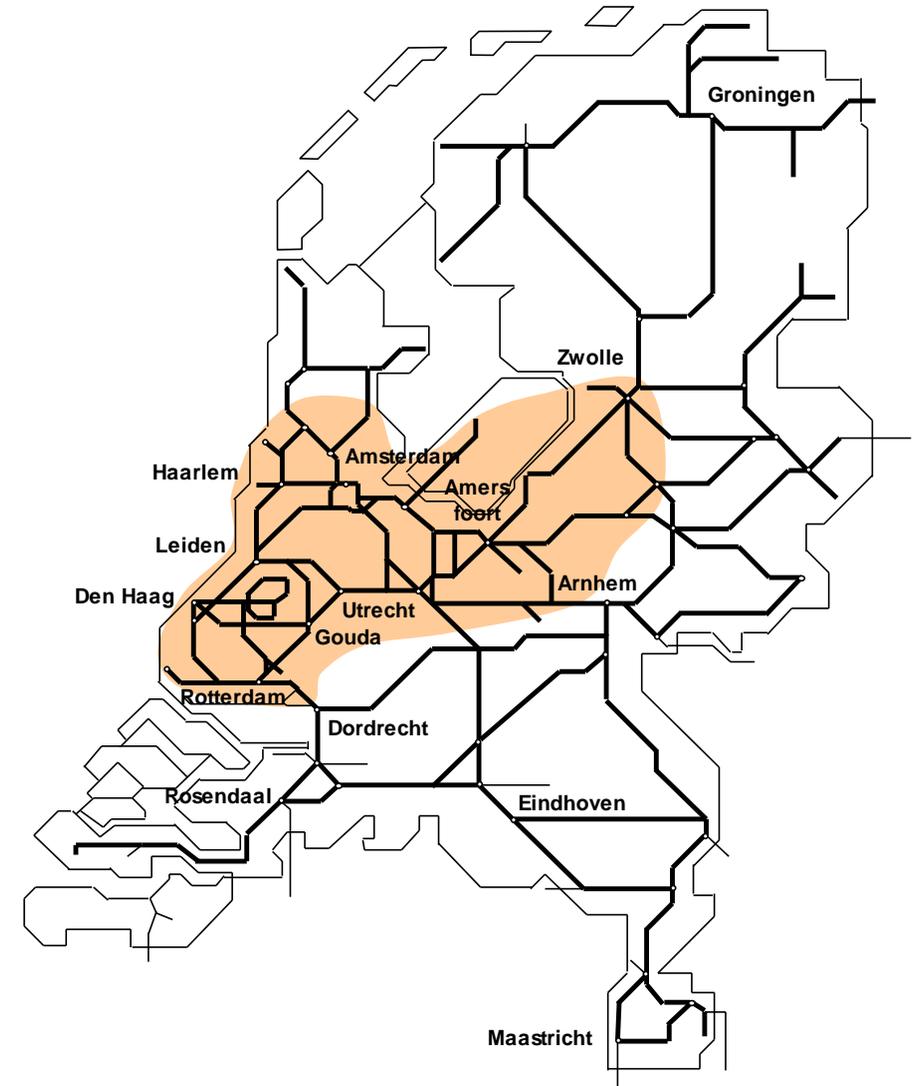
- Taktfahrplan auf Strecken

## Ab 1970, Spoorslag '70 Projekt:

- ITF mit Symmetrie 15/45

## Heute:

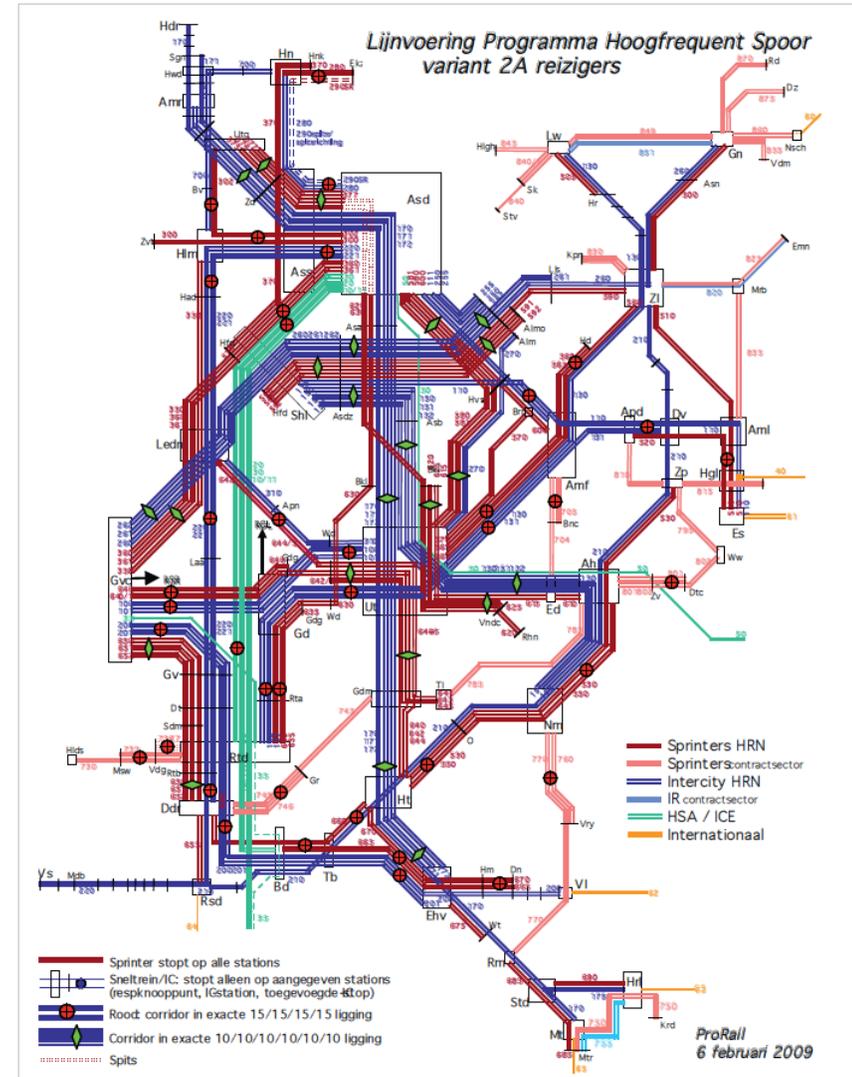
- 15' bis 10' Takt in der Randstad
- Auflösung der Anschlussknoten



# Vorbild oder Vorsprung: Die Niederlande

«Programm dichtes Angebot» (PHS:  
Programma Hoogfrequent Spoorvervoer)

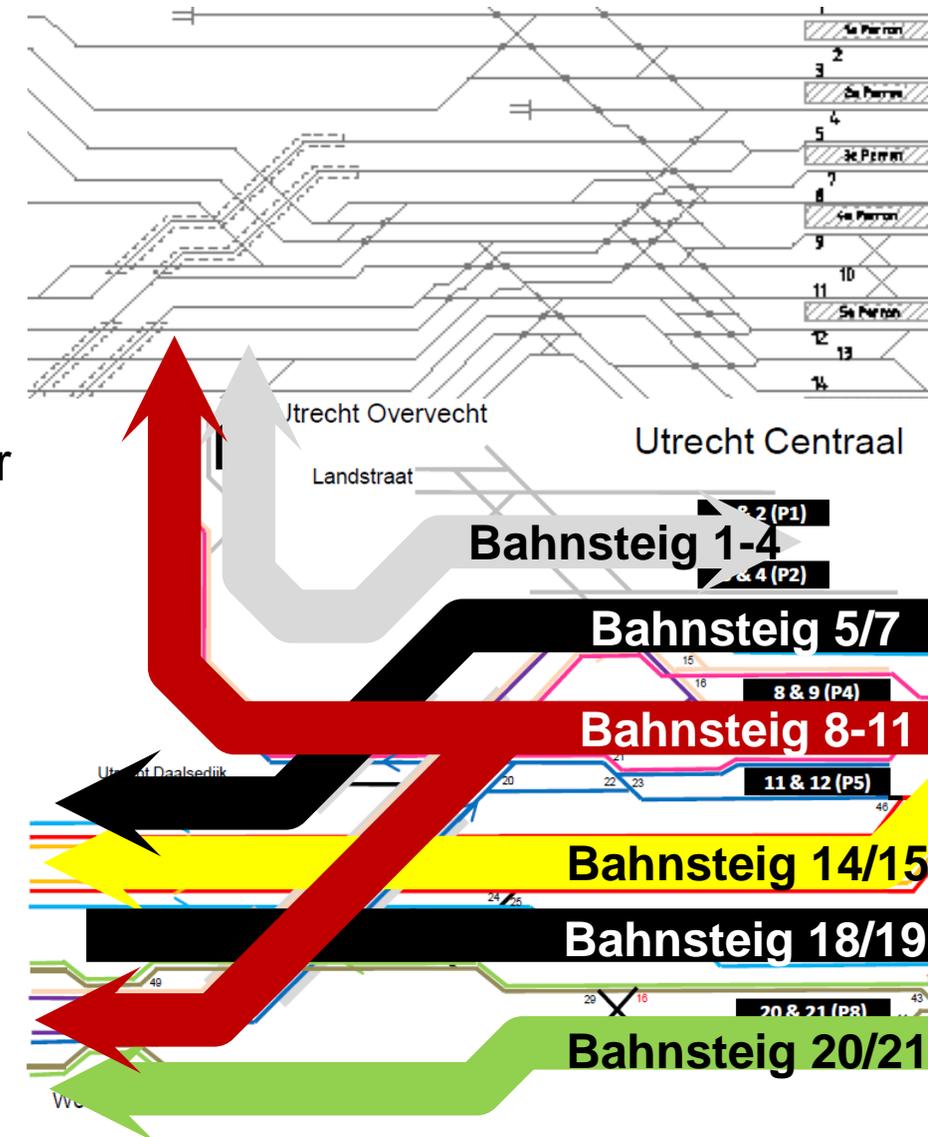
- Ab 2020
- 10' Takt IC und S-Bahnen
- Systematisierter Betrieb
- Trennung Güter- und Personenverkehr
- Vereinfachung der Bahnhöfe
- Starke Vereinfachung der Infrastruktur dank Korridor-Betrieb



# Vorbild oder Vorsprung: Die Niederlande

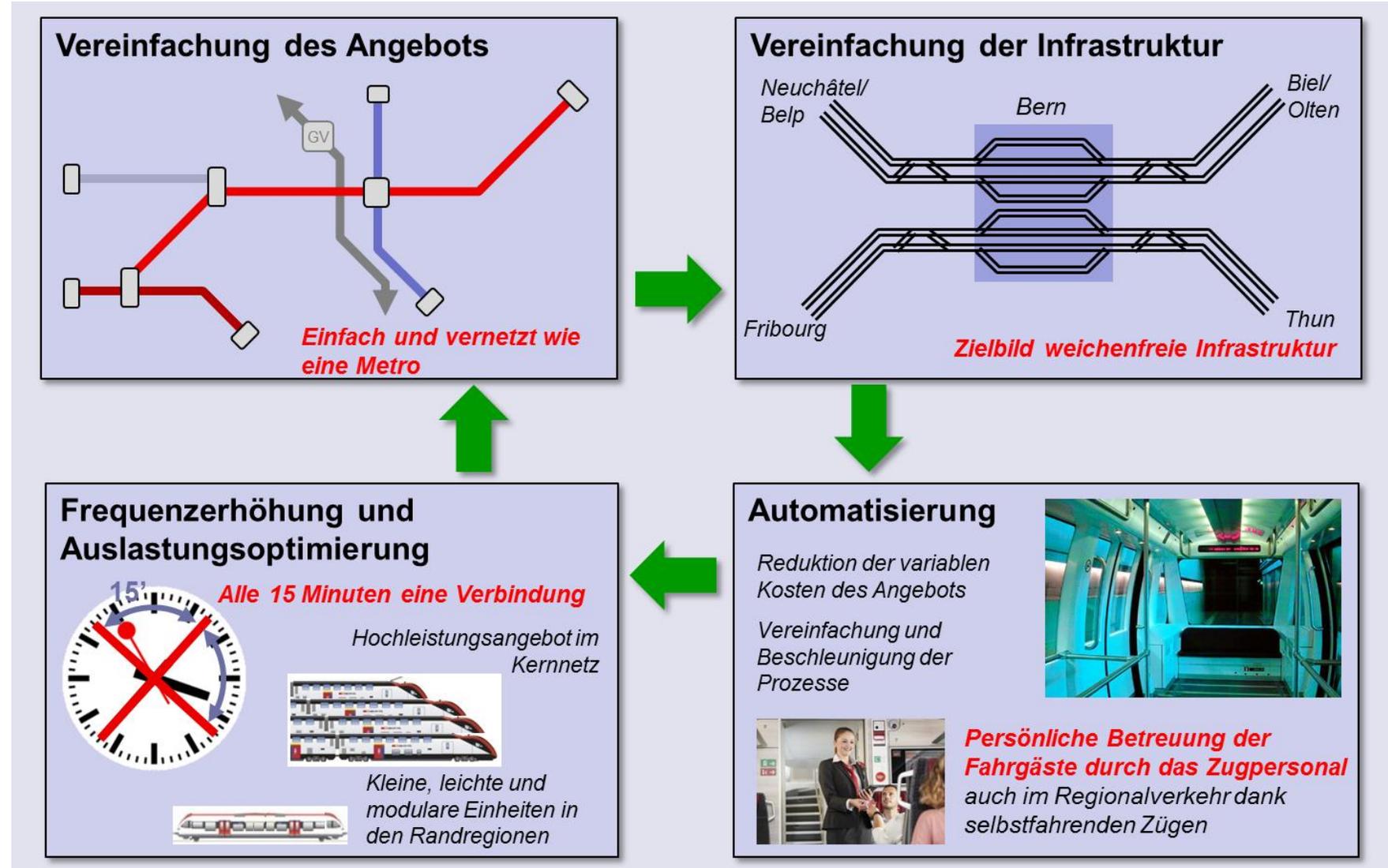
## Beispiel Utrecht

- Getrennte Netze
- Konfliktfreie Korridore
- 2 Gleise pro Achse und Richtung
- Starke Vereinfachung der Infrastruktur
- 60 statt 200 Weichen
- Zugfolgezeit 2' statt 3'
- An/Ab Geschwindigkeit 80 km/h
- 2' Zeitgewinn
- 2 zusätzliche Gleise



# Vereinfachung und Automatisierung

## Beispiel Extremvariante «Metro Schweiz»



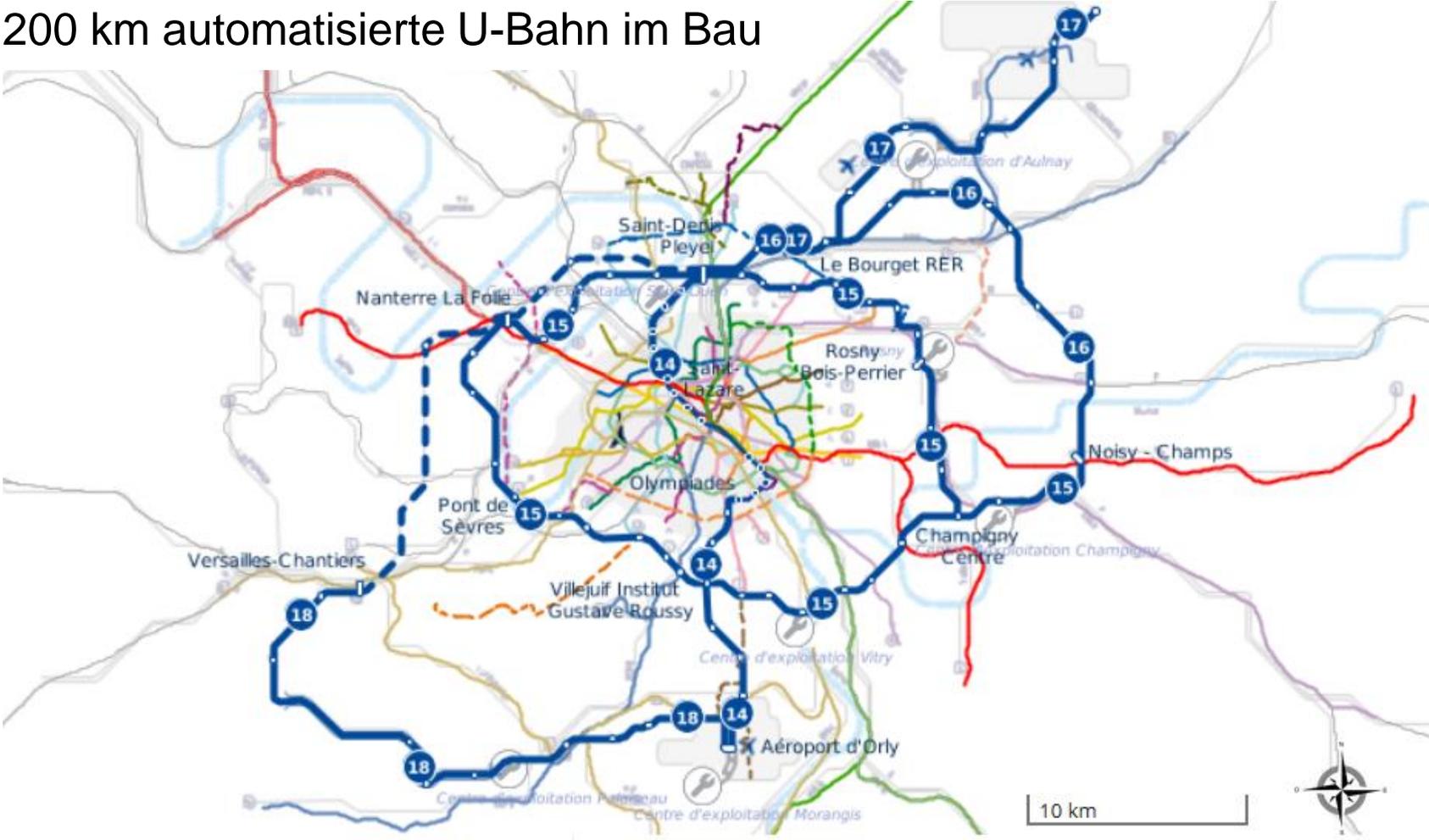
# Agenda

1. Kontext und Ziele
2. Definition Taktfahrplan
3. Vorteile und Nachteile
4. Anwendungsbereiche
5. Dichter Verkehr
- 6. Kein Fahrplan dank Automatisierung?**
7. Synthese

KEIN FAHRPLAN DANK  
AUTOMATISIERUNG?

# Beispiel GPE Linie 15 Grand Paris Express

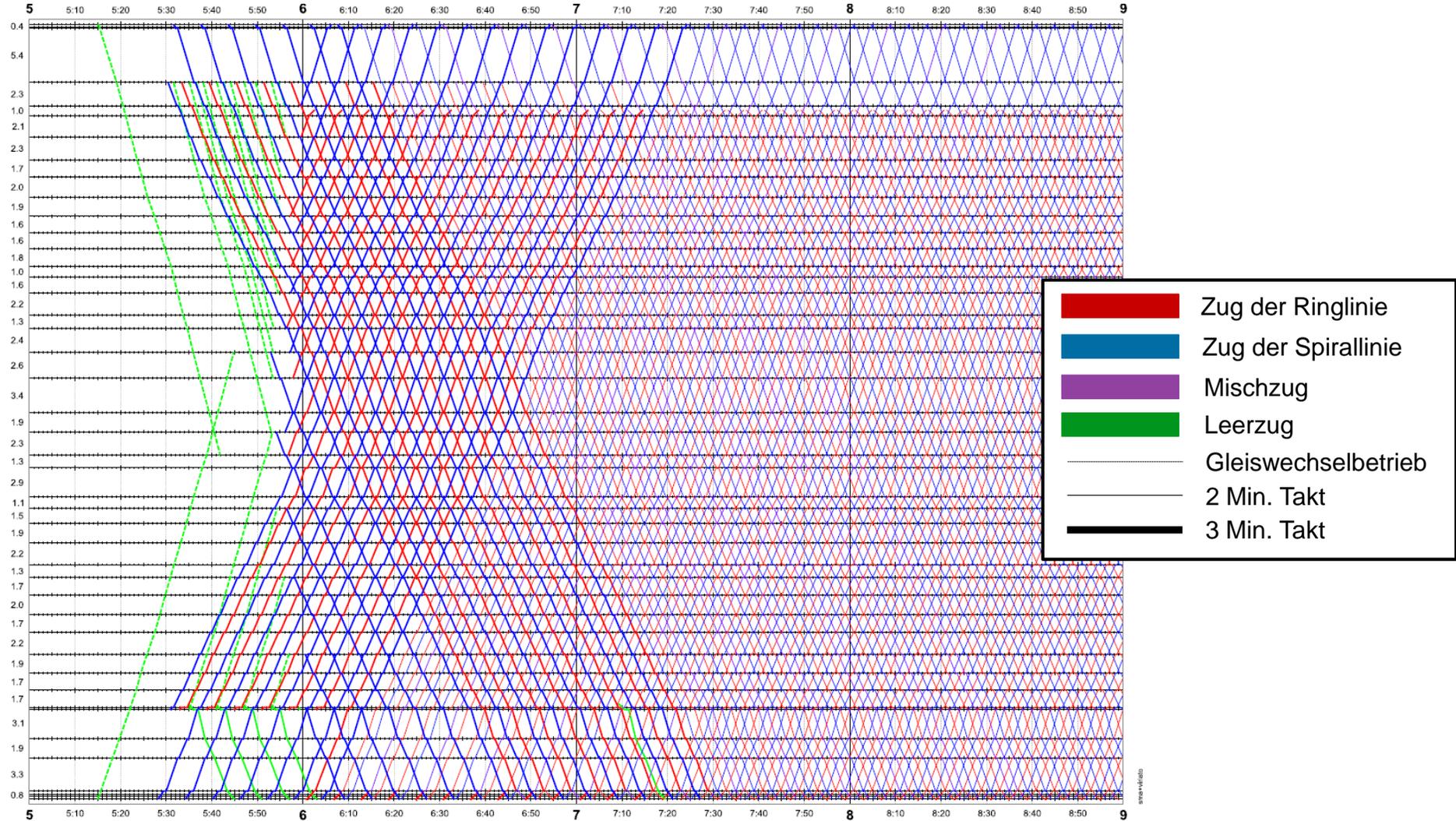
200 km automatisierte U-Bahn im Bau



KEIN FAHRPLAN DANK  
AUTOMATISIERUNG?

# Beispiel GPE Linie 15

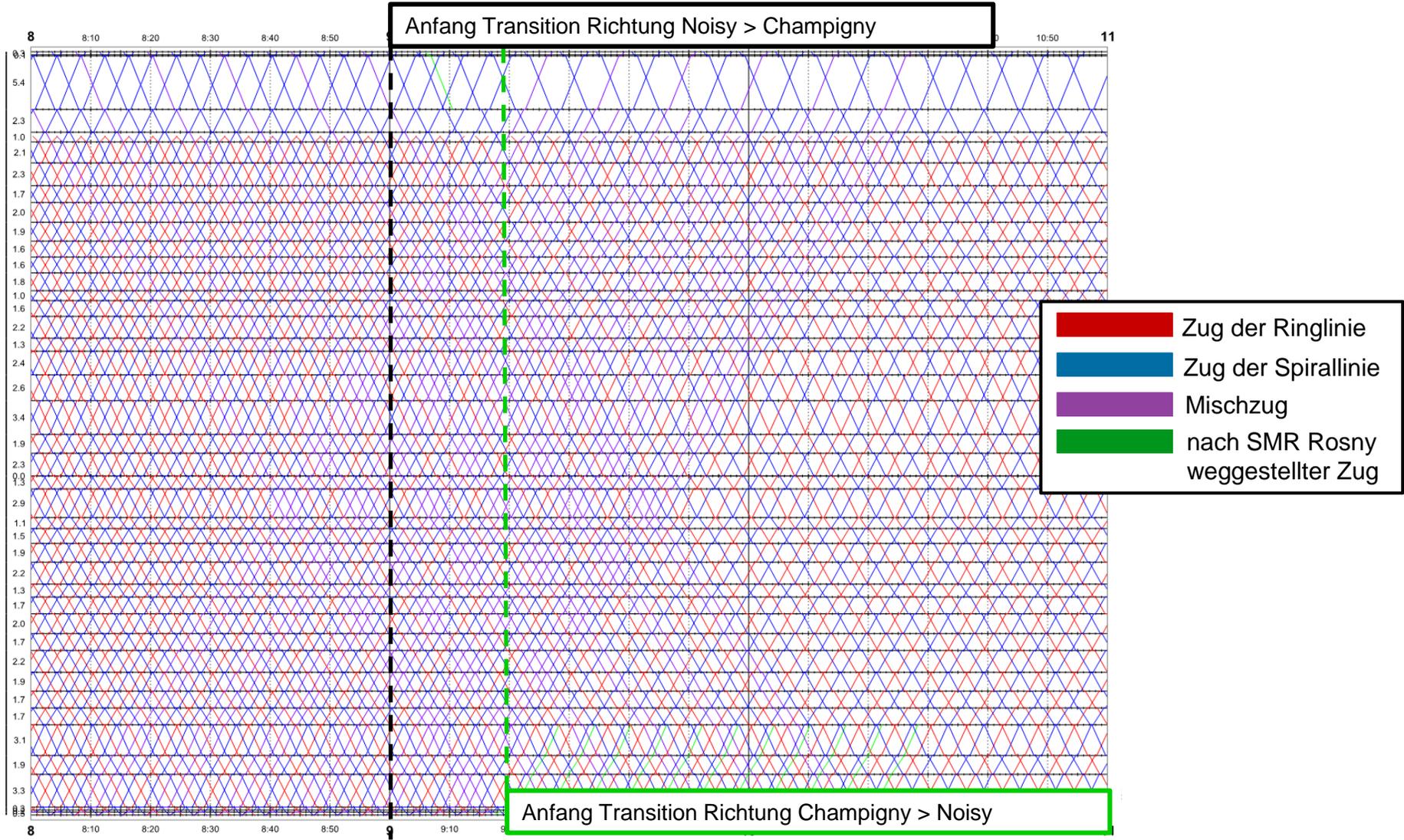
## Die Betriebsaufnahme benötigt einen Fahrplan



KEIN FAHRPLAN DANK  
AUTOMATISIERUNG?

# Beispiel GPE Linie 15

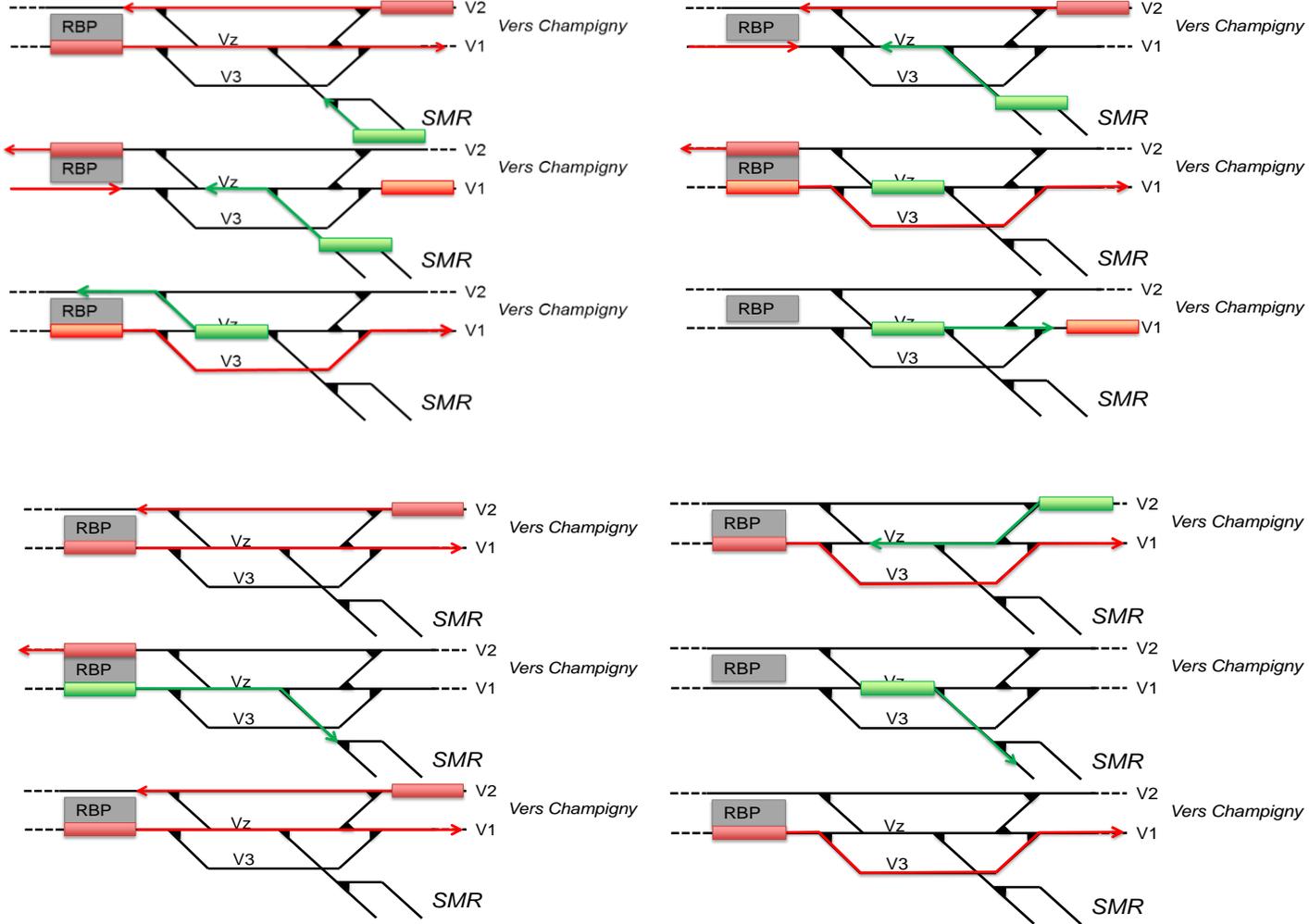
## Die Transition HVZ-NVZ benötigt einen Fahrplan



KEIN FAHRPLAN DANK  
AUTOMATISIERUNG?

# Beispiel GPE Linie 15

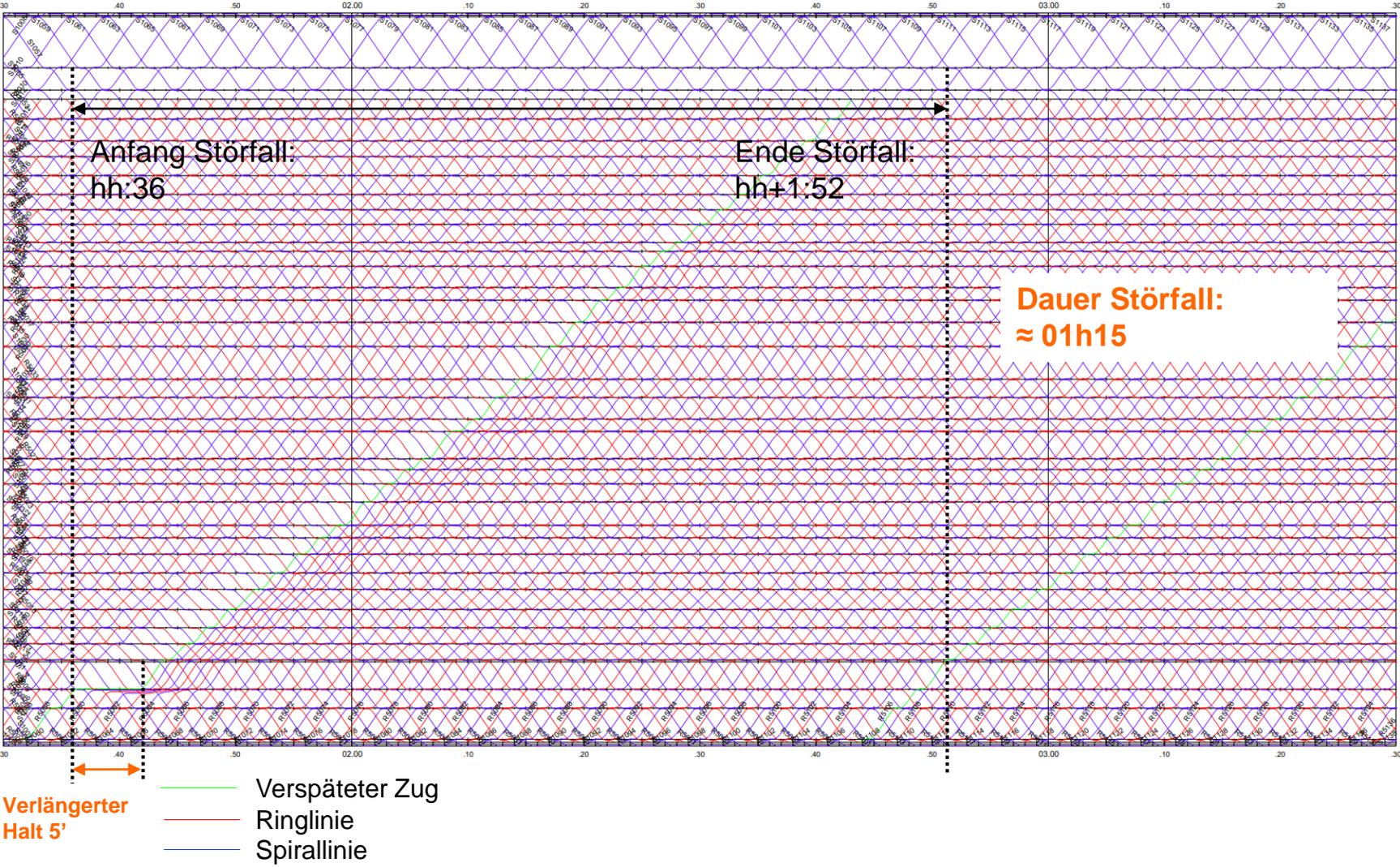
## Die Ein- und Ausfahrt benötigt einen Fahrplan



KEIN FAHRPLAN DANK  
AUTOMATISIERUNG?

# Beispiel GPE Linie 15

## Auch bei einem Störfall gibt es einen Fahrplan

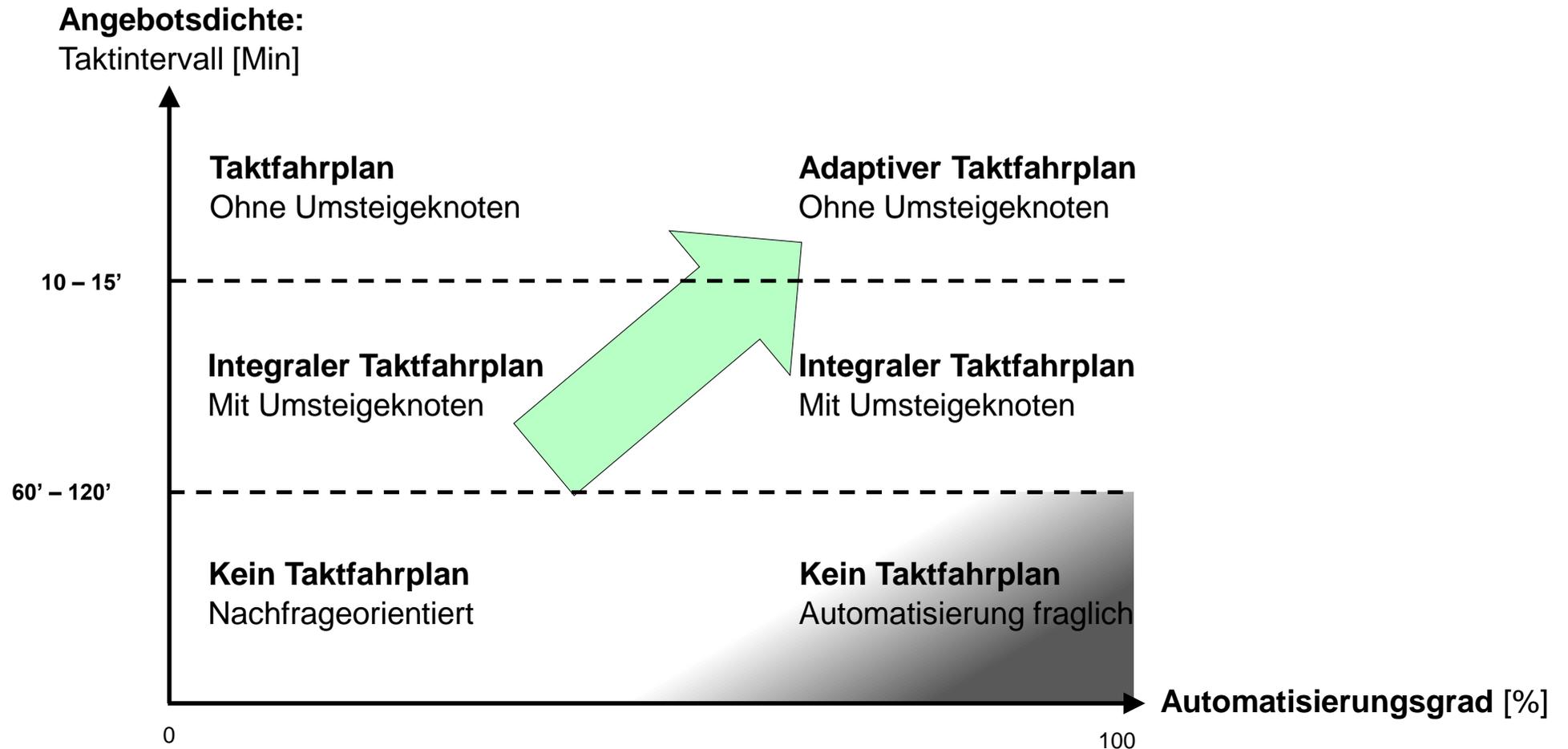


# Agenda

1. Kontext und Ziele
2. Definition Taktfahrplan
3. Vorteile und Nachteile
4. Anwendungsbereiche
5. Dichter Verkehr
6. Kein Fahrplan dank Automatisierung?
- 7. Synthese**

# Überblick und Ausblick

Vorschlag eines möglichen Überblicks



# Schlussfolgerungen

- Der Taktfahrplan ist eine Systematisierung von Angebot und Betrieb
- Der Integrale Taktfahrplan ist in einem Knotennetz systematisiert
- Die Stärke der guten Lesbarkeit ist mit heutigen Mitteln zu relativieren
- Aber er bringt andere Vorteile für Angebot, Betrieb und Kapazität
- Er bringt auch Nachteile, die teilweise abgeschwächt werden können
- Es zeichnen sich nachfrageabhängig 3 Anwendungsbereiche ab
- Das PHS in den NL ist die Zukunft des Schweizer Fahrplans
- PHS ist ein vereinfachten Taktfahrplan mit aufgelösten Umsteigeknoten
- Mit Automatisierung tendiert die Bahn zum U-Bahn Betrieb
- Aber vollautomatische U-Bahnen benötigen trotzdem einen Fahrplan
- Der künftige Fahrplan ist somit wahrscheinlich vertaktet aber:
  - ohne Umsteigeknoten dank den hohen Frequenzen
  - vereinfacht und adaptiv dank der Automatisierung

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Luigi Stähli  
SMA et associés SA  
Avenue de la Gare 1  
1003 Lausanne  
Suisse

Téléphone +41 21 620 08 08  
l.staehli@sma-partner.com  
www.sma-partner.com