



Dialogforum Hanau-Würzburg/Fulda 4. Sitzung TOP 5: Vortrag zu den Einflüssen des (integralen) Taktfahrplans auf die Netzplanung

DB Netz AG

Tobias Tralls

I.NM-MI-E

15.09.2015

1. Theorie Taktfahrplan
2. Theorie Integraler Taktfahrplan (ITF)
3. Einfluss Siedlungsdichte Deutschlands auf das Fernverkehrsnetz
4. Ausbauvorhaben zur Verbesserung der Anschlussbeziehungen im Fernverkehr

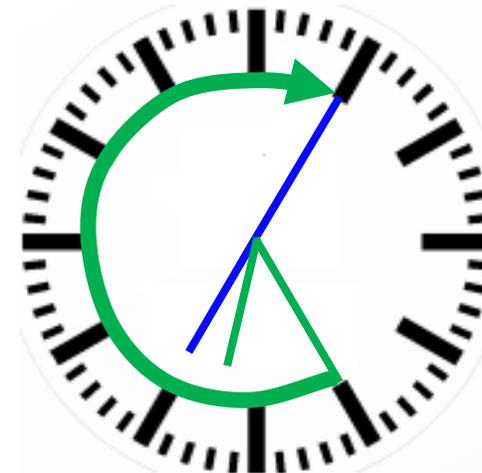
Grundidee des Taktfahrplans

Grundidee:

- Regelmäßige Abfahrten/Ankünfte durch Vertaktung der Linien des Schienenpersonenverkehr (bspw. 15-/30-Minuten-Takt, Stundentakt oder Zweistundentakt)

Vorteile:

- Verkürzung der maximalen Wartezeit zwischen Reisemöglichkeiten der gleichen Fahrrelation
- Einprägsamkeit des Fahrplans beim Reisenden (bspw. jede Stunde zur selben Minute)
- Optimale Gestaltung Infrastruktur und Fahrzeuge möglich wegen gleichmäßiger Auslastung



Beispiel:

Wartezeiten von einer Abfahrt zur nächsten:

Gerade zur ungeraden Stunde **40 Minuten**

Ungerade zur geraden Stunde **80 Minuten**

ohne Taktfahrplan {

mit Taktfahrplan

Immer 60 Minuten

Grundidee des Taktfahrplans

Grundidee:

- Regelmäßige Abfahrten/Ankünfte durch Vertaktung der Linien des Schienenpersonenverkehr (bspw. 15-/30-Minuten-Takt, Stundentakt oder Zweistundentakt)

Vorteile:

- Verkürzung der maximalen Wartezeit zwischen Reisemöglichkeiten der gleichen Fahrrelation
- Einprägsamkeit des Fahrplans beim Reisenden (bspw. jede Stunde zur selben Minute)
- Optimale Gestaltung Infrastruktur und Fahrzeuge möglich wegen gleichmäßiger Auslastung



Beispiel:

Wartezeiten von einer Abfahrt zur nächsten:

Gerade zur ungeraden Stunde **40 Minuten**

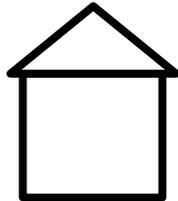
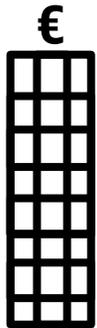
Ungerade zur geraden Stunde **80 Minuten**

ohne Taktfahrplan {

mit Taktfahrplan

Immer 60 Minuten

Beispiel: Pendler Wächtersbach – Frankfurt morgens



von
 nach

Quelle: Reiseauskunft bahn.de

Unregelmäßige Taktung
führt zur ungleichmäßiger
Nutzung/Auslastung der Züge



Bahnhof/Haltestelle	Datum	Zeit	Dauer	Umst.	Produkte
↑ Früher					
➤ Wächtersbach	Di, 15.09.15	ab 05:53	0:35	0	RE
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	an 06:28			
➤ Wächtersbach	Di, 15.09.15	ab 06:14	0:50	0	RB
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	an 07:04			
➤ Wächtersbach	Di, 15.09.15	ab 06:34	0:36	0	RE
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	an 07:10			
➤ Wächtersbach	Di, 15.09.15	ab 06:46	0:36	0	RE
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	an 07:22			
➤ Wächtersbach	Di, 15.09.15	ab 06:58	0:36	0	RE
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	an 07:34			
➤ Wächtersbach	Di, 15.09.15	ab 07:20	0:49	0	RB
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	an 08:09			
➤ Wächtersbach	Di, 15.09.15	ab 07:46	0:36	0	RE
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	an 08:22			
➤ Wächtersbach	Di, 15.09.15	ab 08:19	0:50	0	RB
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	an 09:09			
➤ Wächtersbach	Di, 15.09.15	ab 08:46	0:40	0	RE
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	an 09:26			
➤ Wächtersbach	Di, 15.09.15	ab 09:19	0:50	0	RB
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	an 10:09			
➤ Wächtersbach	Di, 15.09.15	ab 09:46	0:36	0	RE
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	an 10:22			

41 min

12 min

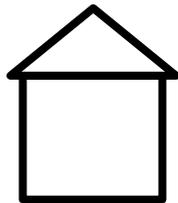
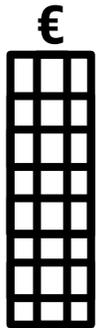
12 min

48 min

60 min

60 min

Beispiel: Pendler Wächtersbach – Frankfurt nachmittags



von
 nach

Quelle: Reiseauskunft bahn.de

Unregelmäßige Taktung
führt zur ungleichmäßiger
Nutzung/Auslastung der Züge



Bahnhof/Haltestelle	Datum	Zeit	Dauer	Umst.	Produkte
		↑ Früher			
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	ab 14:33	0:37	0	RE
Wächtersbach	Di, 15.09.15	an 15:10			
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	ab 14:48	0:53	0	RB
Wächtersbach	Di, 15.09.15	an 15:41			
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	ab 15:33	0:37	0	RE
Wächtersbach	Di, 15.09.15	an 16:10			
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	ab 15:56	0:37	0	RE
Wächtersbach	Di, 15.09.15	an 16:33			
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	ab 16:08	0:58	0	RB
Wächtersbach	Di, 15.09.15	an 17:06			
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	ab 16:33	0:37	0	RE
Wächtersbach	Di, 15.09.15	an 17:10			
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	ab 16:56	0:37	0	RE
Wächtersbach	Di, 15.09.15	an 17:33			
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	ab 17:08	0:58	0	RB
Wächtersbach	Di, 15.09.15	an 18:06			
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	ab 17:33	0:37	0	RE
Wächtersbach	Di, 15.09.15	an 18:10			
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	ab 17:56	0:37	0	RE
Wächtersbach	Di, 15.09.15	an 18:33			
Frankfurt(Main)Süd	Di, 15.09.15	ab 18:08	0:57	0	RB
Wächtersbach	Di, 15.09.15	an 19:05			

60 min

23 min

37 min

23 min

37 min

23 min

Pendler der Relation Kassel – Frankfurt bekommen ebenfalls kein regelmäßiges Takt-Angebot

€

von

nach

Bahnhof/Haltestelle	Datum	Zeit	Dauer	Umst.	Produkte
		↑ Früher			
➔ Kassel-Wilhelmshöhe Frankfurt(Main)Hbf	Di, 15.09.15 Di, 15.09.15	ab 06:16 an 07:45	1:29	0	ICE
➔ Kassel-Wilhelmshöhe Frankfurt(Main)Hbf	Di, 15.09.15 Di, 15.09.15	ab 06:17 an 08:37	2:20	0	RE
➔ Kassel-Wilhelmshöhe Frankfurt(Main)Hbf	Di, 15.09.15 Di, 15.09.15	ab 07:14 an 08:44	1:30	0	ICE
➔ Kassel-Wilhelmshöhe Frankfurt(Main)Hbf	Di, 15.09.15 Di, 15.09.15	ab 07:36 an 09:00	1:24	0	ICE
➔ Kassel-Wilhelmshöhe Frankfurt(Main)Hbf	Di, 15.09.15 Di, 15.09.15	ab 08:36 an 10:00	1:24	0	ICE
➔ Kassel-Wilhelmshöhe Frankfurt(Main)Hbf	Di, 15.09.15 Di, 15.09.15	ab 09:14 an 10:44	1:30	0	ICE

Handwritten annotations for Kassel to Frankfurt:

- 58 min (blue arrow from 06:16 to 08:37)
- 22 min (green arrow from 07:14 to 08:36)
- 60 min (blue arrow from 07:36 to 10:00)
- 22 min (green arrow from 08:36 to 10:44)

€

von

nach

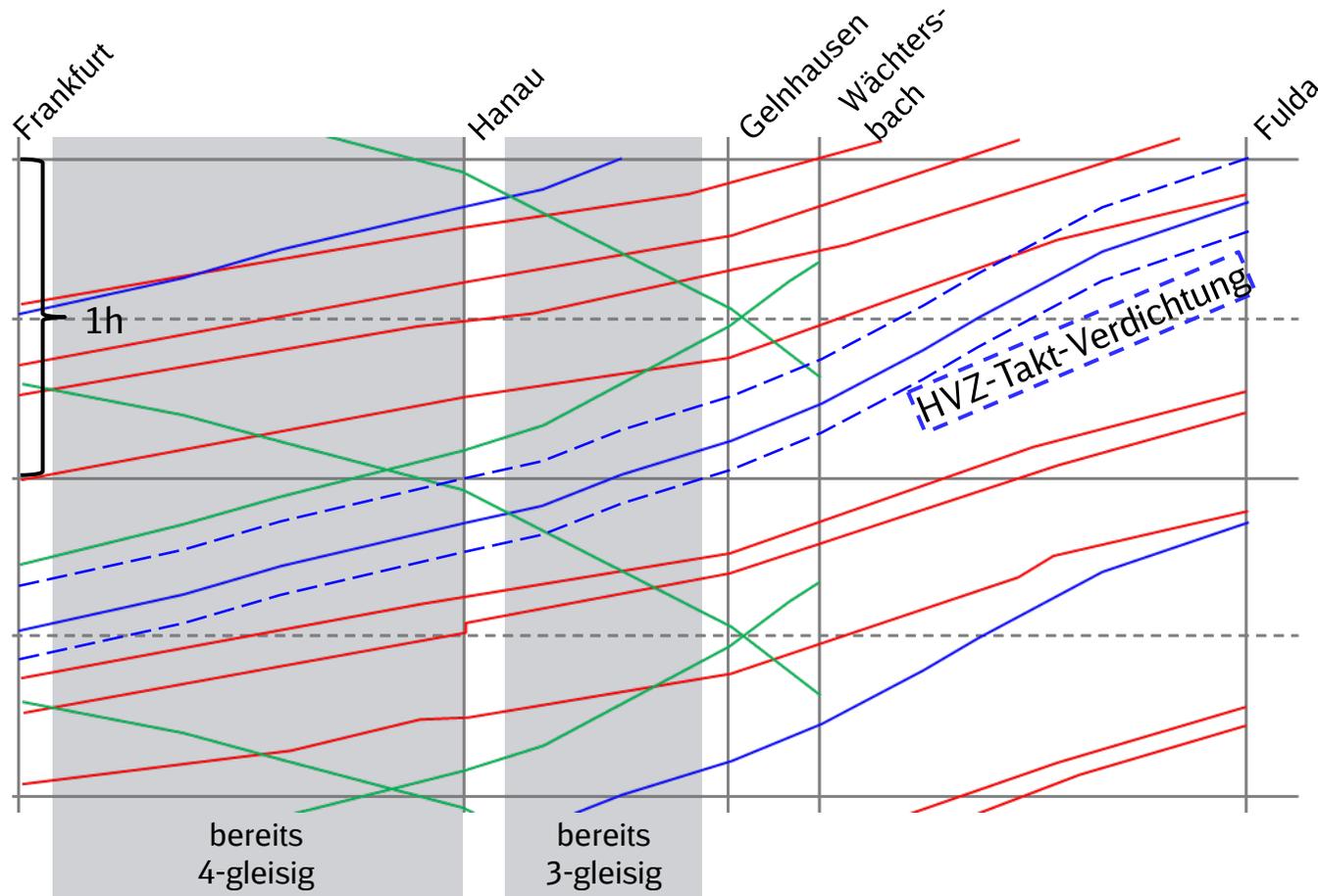
Bahnhof/Haltestelle	Datum	Zeit	Dauer	Umst.	Produkte
		↑ Früher			
➔ Frankfurt(Main)Hbf Kassel-Wilhelmshöhe	Di, 15.09.15 Di, 15.09.15	ab 15:13 an 16:41	1:28	0	ICE
➔ Frankfurt(Main)Hbf Kassel-Wilhelmshöhe	Di, 15.09.15 Di, 15.09.15	ab 15:58 an 17:20	1:22	0	ICE
➔ Frankfurt(Main)Hbf Kassel-Wilhelmshöhe	Di, 15.09.15 Di, 15.09.15	ab 16:13 an 17:41	1:28	0	ICE
➔ Frankfurt(Main)Hbf Kassel-Wilhelmshöhe	Di, 15.09.15 Di, 15.09.15	ab 16:58 an 18:20	1:22	0	ICE
➔ Frankfurt(Main)Hbf Kassel-Wilhelmshöhe	Di, 15.09.15 Di, 15.09.15	ab 17:13 an 18:41	1:28	0	ICE
➔ Frankfurt(Main)Hbf Kassel-Wilhelmshöhe	Di, 15.09.15 Di, 15.09.15	ab 17:16 an 18:51	1:35	0	ICE

Handwritten annotations for Frankfurt to Kassel:

- 45 min (blue arrow from 15:13 to 16:41)
- 15 min (green arrow from 15:58 to 17:20)
- 45 min (blue arrow from 16:13 to 17:41)
- 15 min (green arrow from 16:58 to 18:20)
- 3 min (blue arrow from 17:13 to 18:41)

Ein Taktfahrplan im Kinzigtal nach Zielvorstellungen des RMV und DB Fernverkehr ist erst nach Ausbau möglich

Bildfahrplan für 2 Stunden in der Nebenverkehrszeit*



Auswirkung der Geschwindigkeitsunterschiede auf das Taktgefüge (status quo):

- Die **Fernverkehrszüge** müssen zur Aufrechterhaltung eines annehmbaren SPNV-Konzeptes gebündelt fahren, obwohl ein 30-Min-Takt gewünscht wird.
- Der **Regionalexpress** verlässt Fulda kurz hinter dem letzten Zug des FV-Bündels und verkehrt planmäßig ohne Überholung. In der Hauptverkehrszeit lässt sich kein 30-Min-Takt konstruieren.
- Die **Regionalbahn** muss durch FV-Züge im Bereich der bereits existierenden 3-Gleisigkeit überholt werden, darf in diesem Bereich jedoch nicht die RB der Gegenrichtung kreuzen.

* zur Vereinfachung nur ausgewählte Züge für den Personenverkehr dargestellt

1. Theorie Taktfahrplan
2. Theorie Integraler Taktfahrplan (ITF)
3. Einfluss Siedlungsdichte Deutschlands auf das Fernverkehrsnetz
4. Ausbauvorhaben zur Verbesserung der Anschlussbeziehungen im Fernverkehr

Grundidee des integralen Taktfahrplans (ITF)

Grundidee:

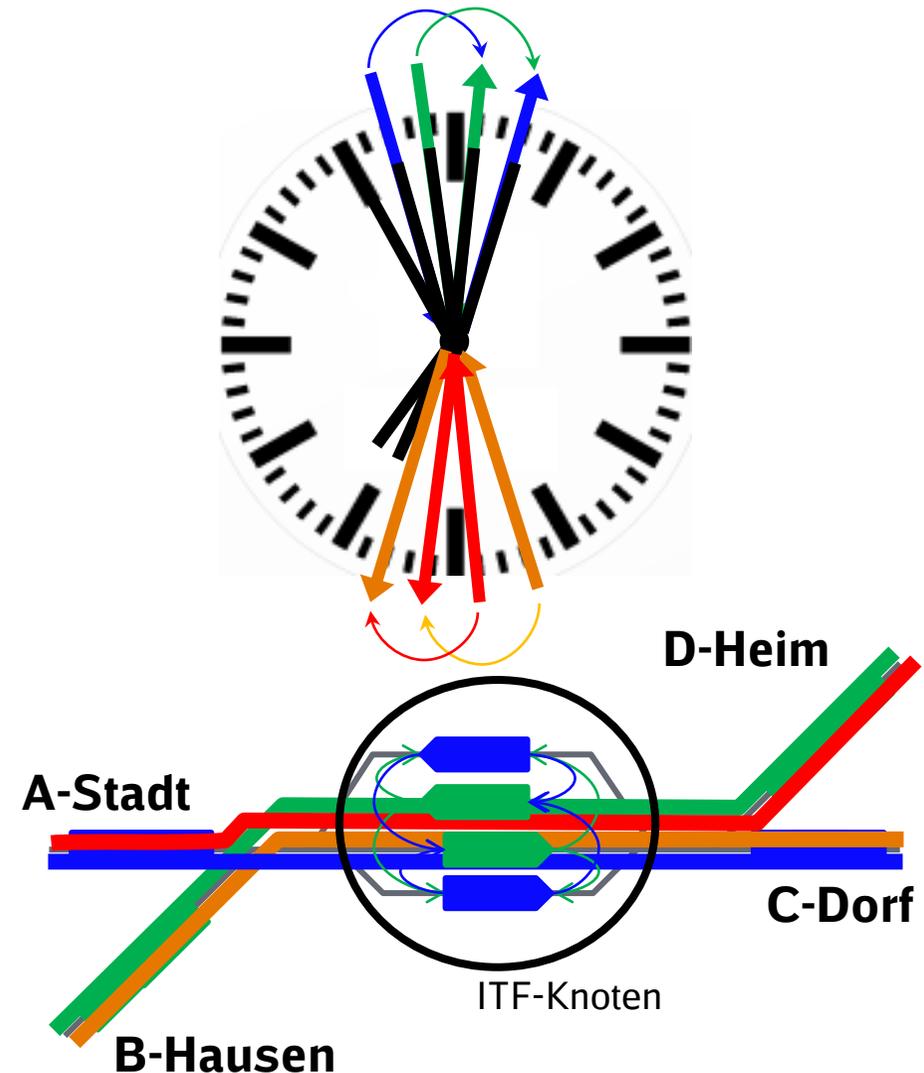
- Umstiegsmöglichkeit zwischen vertakteten Linien mit möglichst kurzen Wartezeiten
 - kurz vor Systemzeit ankommen
 - nur so lange verweilen, dass Umstieg erfolgen kann
 - unmittelbar darauf den Knoten wieder verlassen

Vorteile:

- Minimierung Reisezeit bei Reisekette mit Umstieg
- Erhöhung Anzahl Reiseverbindungen/Tag

Nachteile:

- Erhöhung Reisezeit bei Reisekette ohne Umstieg (bspw. Reisender A-Stadt nach C-Dorf mit Linie **blau**)
- höherer Infrastrukturbedarf im ITF-Knoten



Randbedingungen des integralen Taktfahrplans (ITF)

Netze in einem ITF müssen mehrere, mathematische Randbedingungen erfüllen

Definitionen:

Eine **Kante** stellt den Streckenabschnitt zwischen 2 ITF-Knoten dar.

Kantenzeit = Fahrzeit + Haltezeiten + Synchronisationszeit

Mathematische Bedingungen:

Kantenbedingung:

Für jede Kanten muss die Kantengleichung gelten:

$$(1) \quad t_K = n \cdot \frac{1}{2} \cdot t_T$$

Kreisbedingung:

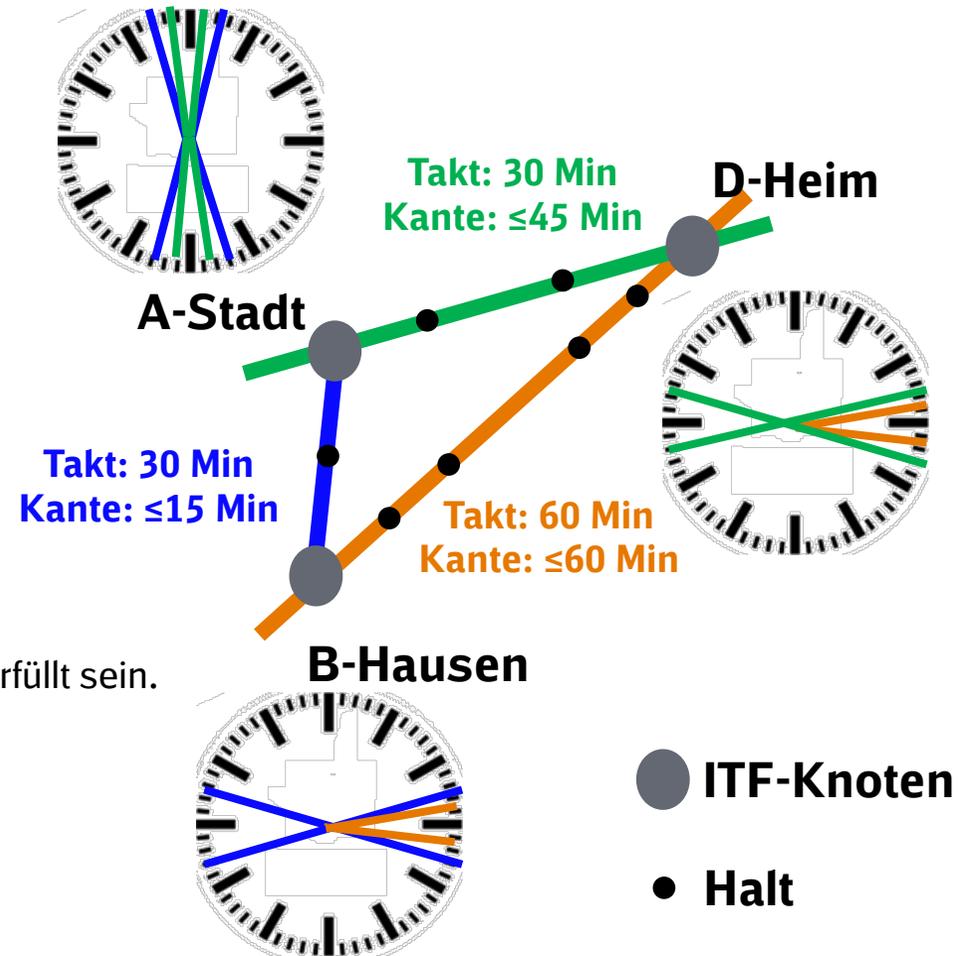
Für alle Kanten einer Netzmasche muss die Kreisgleichung erfüllt sein.

$$(2) \quad \sum t_K = n \cdot t_T$$

t_K ... Kantenzeit [min],

t_T ... einheitliche Taktzeit des ITF und

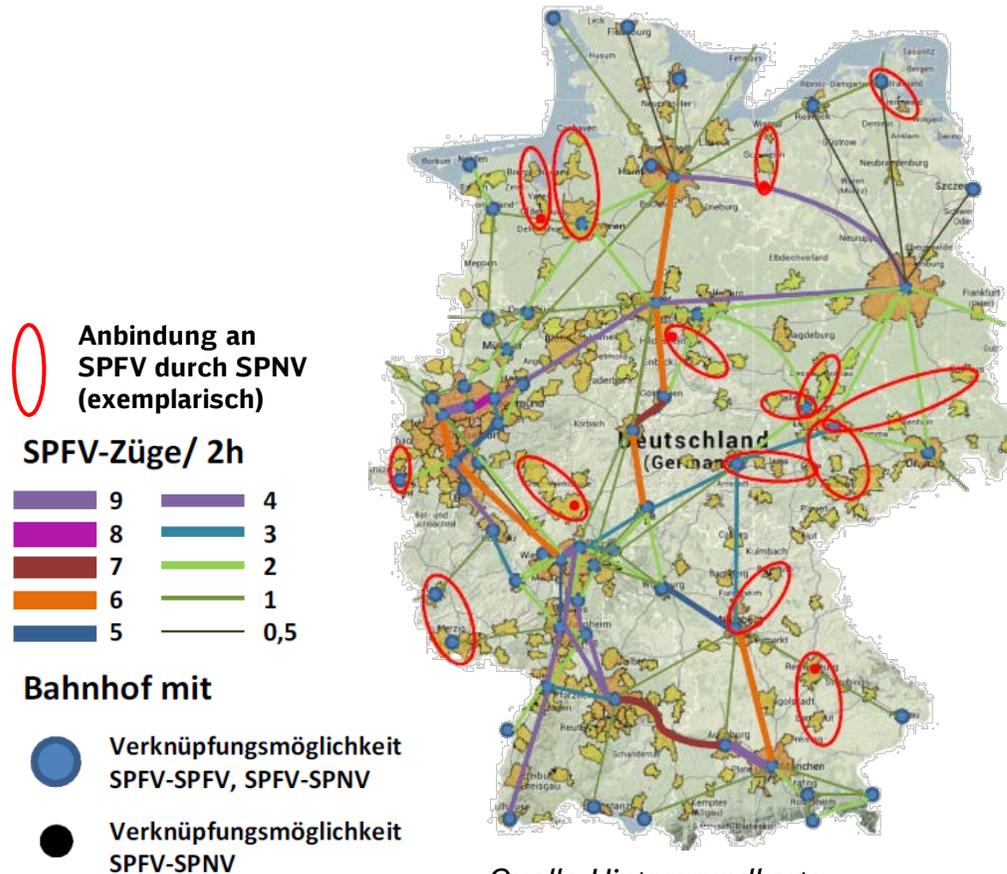
n ... ganzzahliges Vielfaches (1,2,3,...)



1. Theorie Taktfahrplan
2. Theorie Integraler Taktfahrplan (ITF)
3. Einfluss Siedlungsdichte Deutschlands auf das Fernverkehrsnetz
4. Ausbauvorhaben zur Verbesserung der Anschlussbeziehungen im Fernverkehr

Die deutsche Siedlungsstruktur erfordert eine Ausgewogenheit aus schnellem Metropolverkehr und Flächenabdeckung

Schematische Darstellung SPFV-Angebotsdichte und Siedlungsstruktur in Deutschland



Rückschlüsse aus Siedlungsstruktur und SPFV-Angebotsdichte

- Polyzentrische Bevölkerungsstruktur
 - mehrere Metropolregionen
 - viele, verteilte Mittelzentren
- Konkurrenz Bahn - Flugzeug zwischen Metropolen
- Ausgewogenheit Flächenabdeckung und Schnellverkehr zwischen Metropolen mit Linienvielfalt möglich
 - 2-stündliche Linien ergeben auf Abschnitten (Halb)-Stundentakt
- Systematische Verknüpfungen im Fahrplan erhöhen die Reisemöglichkeiten mit guten Reisezeiten
 - SPFV - SPFV
 - SPFV - SPNV

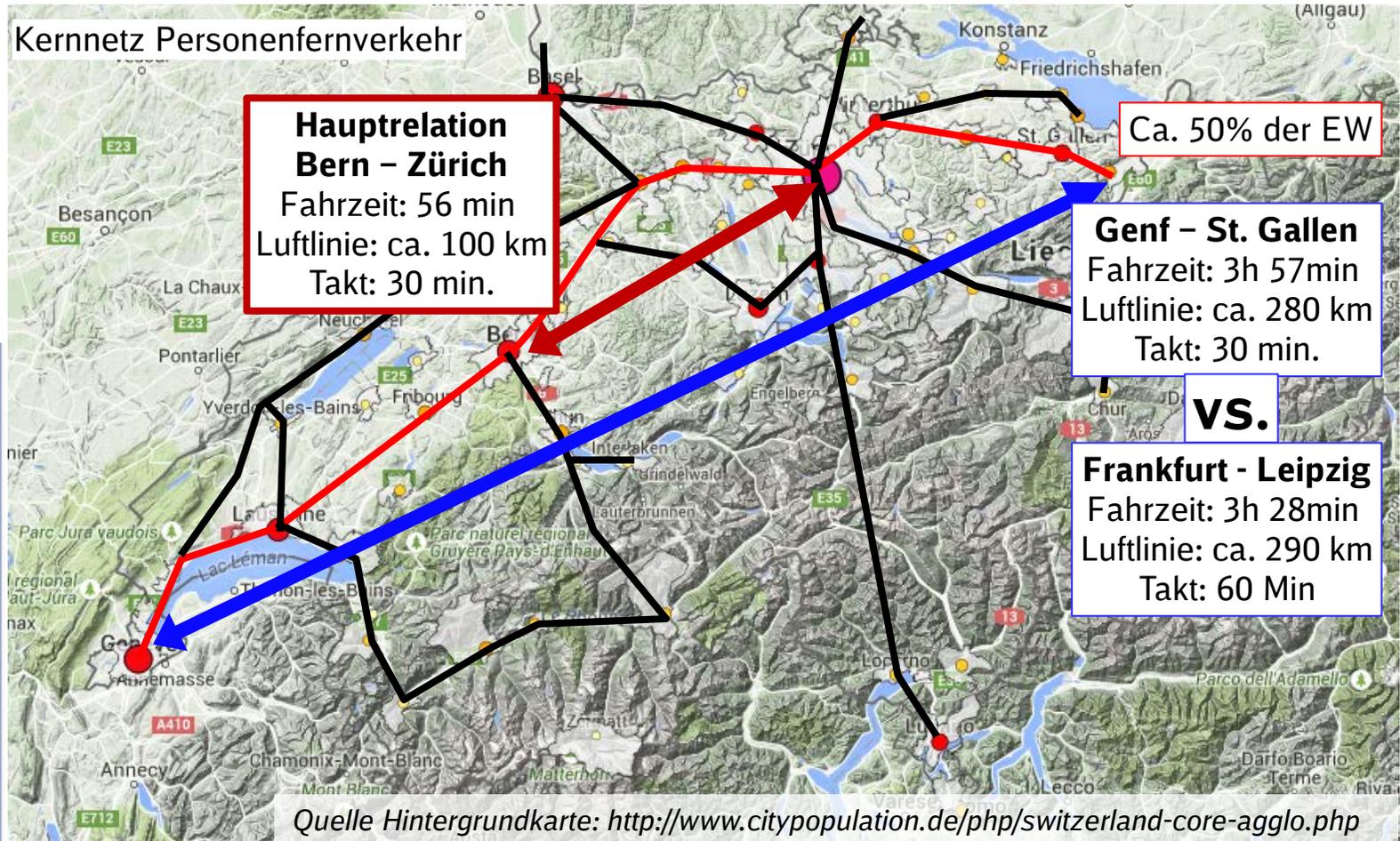
Quelle Hintergrundkarte:
<http://www.citypopulation.de/php/germany-agglo.php>

Die Netz- und Siedlungsstruktur der Schweiz unterscheiden sich sehr stark von Deutschland

Die Schweiz hat ca. 5 Mio. Einwohner, von denen 50% entlang der Hauptachse vom Fernverkehr erreicht werden.

Der Großraum Zürich weist bereits ca. 1 Mio. EW auf. (Stand 2014)

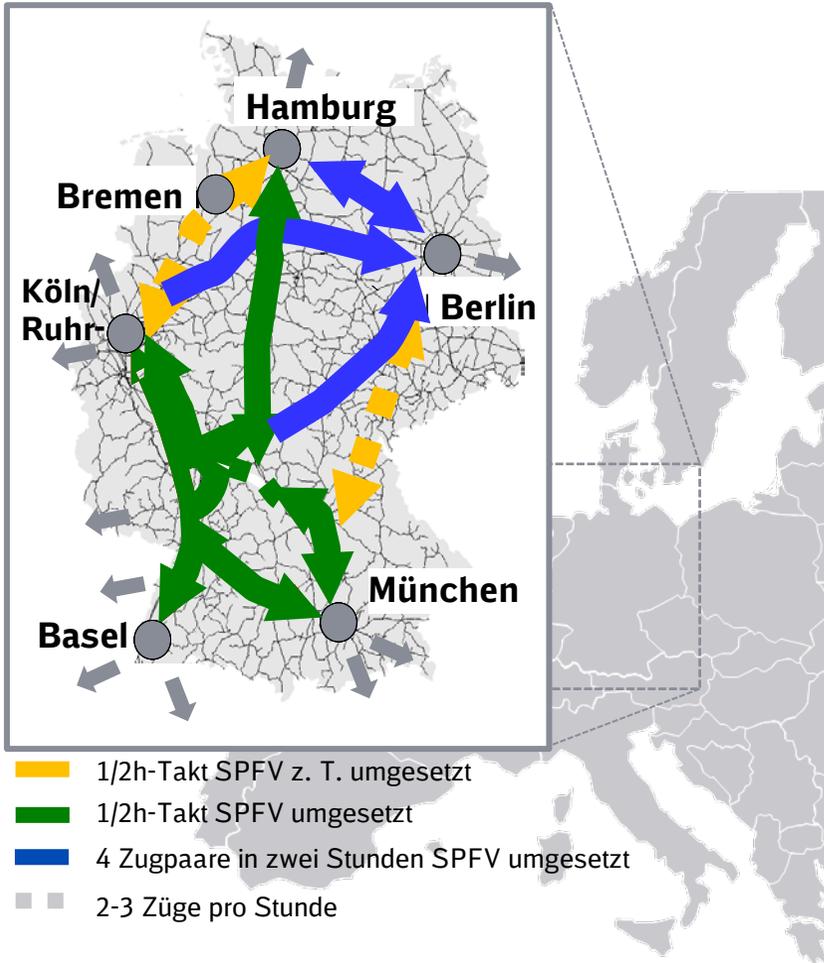
Color	Population
	1 inh.
	1,000 inh.
	5,000 inh.
	10,000 inh.
	20,000 inh.
	50,000 inh.
	100,000 inh.
	250,000 inh.
	500,000 inh.
	1,000,000 inh.
	5,000,000 inh.
	25,000,000 inh.
	undefined



1. Theorie Taktfahrplan
2. Theorie Integraler Taktfahrplan (ITF)
3. Einfluss Siedlungsdichte Deutschlands auf das Fernverkehrsnetz
4. Ausbauvorhaben zur Verbesserung der Anschlussbeziehungen im Fernverkehr

Die Netzkonzeption 2030 verbessert erheblich die Reisezeiten und ermöglicht weitgehend einen Halbstundentakt im Fernverkehr

Verbesserungen im Fernverkehr zwischen Metropolen



- Kernnetz ermöglicht 30'-Takte auf Strecken mit starker Nachfrage
- Erhebliche Reisezeitverbesserungen
- Chancen für internationale Reisezeitverbesserungen

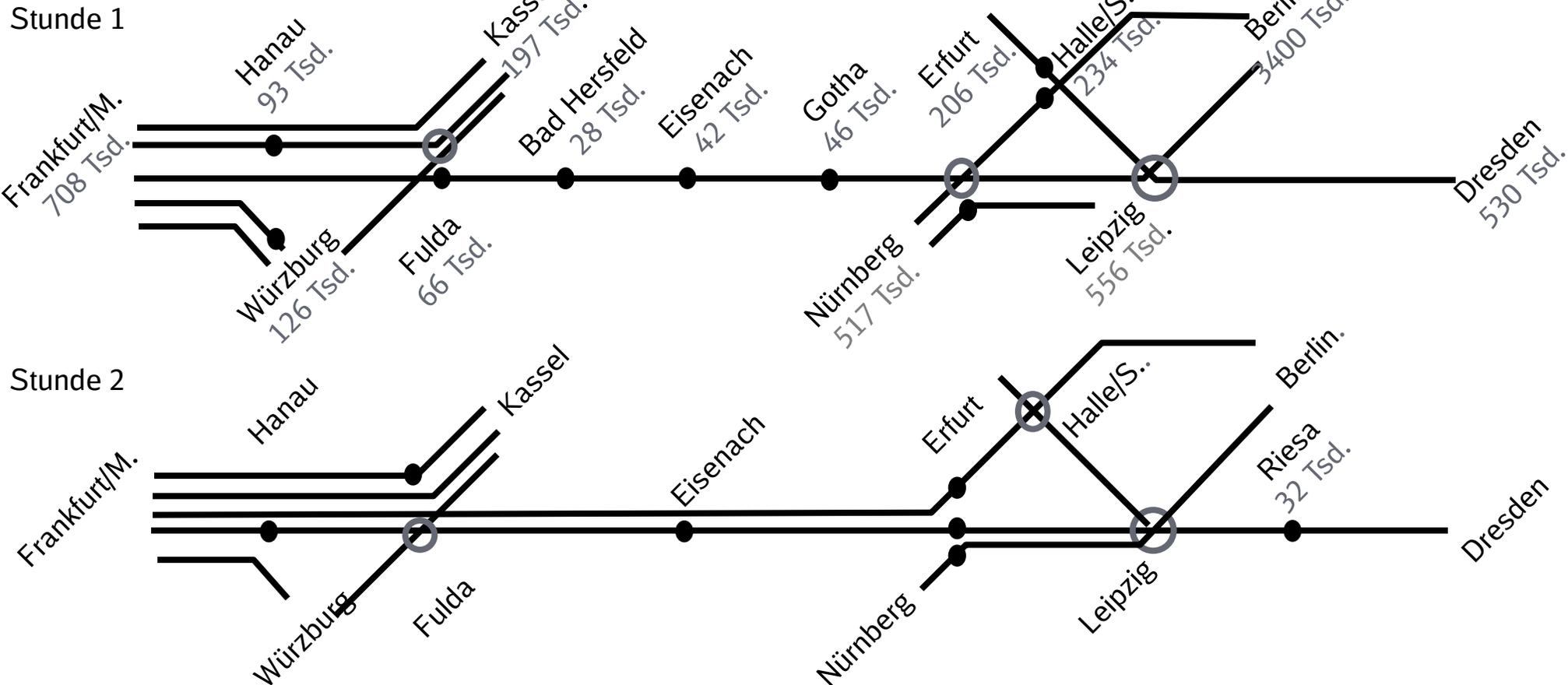
Relation	Ist 2013	Ziel	Delta
Frankfurt - Berlin	4:07	3:33	-34 Min.
Frankfurt - Hamburg	3:37	3:19	-18 Min.
Köln - München (via Stuttgart)	4:32	3:53	-39 Min.
München - Hamburg	5:37	5:08	-29 Min.
Leipzig - Frankfurt	3:26	2:44	-42 Min.
Frankfurt - Basel	2:40	2:24	-16 Min.

- Umsteigesituation in Knoten (u. a. Halle/Leipzig, Dresden, Hamburg) fahrplanseitig und durch Angebotsverdichtung verbessert (Optimierung des Fahrplans nach kürzesten Reise- und Umsteigezeiten)

Der Netzausbau bis 2030 ermöglicht im Korridor Frankfurt – Berlin ein bedarfsgerechtes Angebot mit Umsteigeknoten

In 2030 durch Netzausbau mögliche Taktangebote im SPfV-Fahrplan

- Umstiegsknoten
- Halt
- Einwohnerzahl



Der Netzausbau bis 2030 ermöglicht im Korridor Frankfurt – Berlin ein bedarfsgerechtes Angebot mit Umsteigeknoten

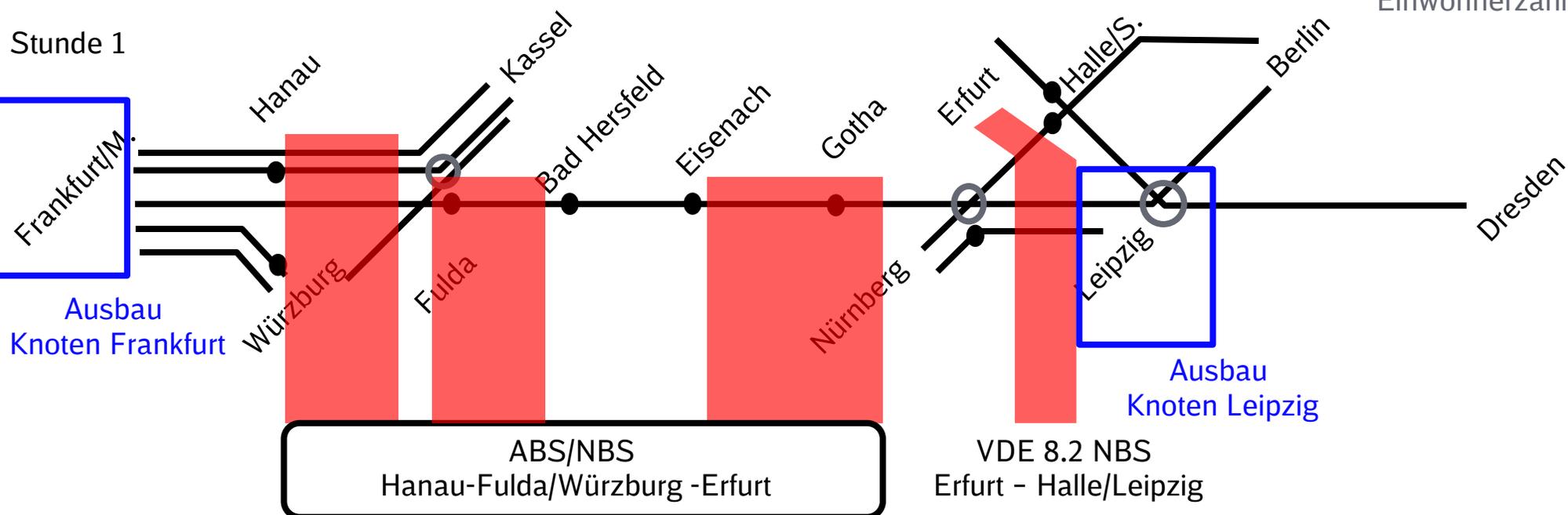
In 2030 durch Netzausbau mögliche Taktangebote im SPfV-Fahrplan

- Umstiegsknoten
- Halt
- Einwohnerzahl

Stunde 1



Ausbau Knoten Frankfurt



ABS/NBS
Hanau-Fulda/Würzburg -Erfurt

VDE 8.2 NBS
Erfurt - Halle/Leipzig

Die Fahrzeitgewinne dienen der Herstellung von attraktiven Umsteigerelationen und kürzeren Reisezeiten im Metropolverkehr.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!