

Visualization of Delay Uncertainty and its Impact on Train Trip Planning: A Design Study Annex

M. Wunderlich, K. Ballweg, G. Fuchs, and T. von Landesberger

Part I

Original Questions in German

1 Pages of the Questionnaire



1. Sie sind ...

- männlich
 weiblich

2. Wie alt sind Sie?

Ich bin Jahre alt.

3. In welcher Branche sind Sie hauptsächlich tätig (z.B. im Rahmen Ihres Studiums oder Berufs)?

Informatik

Andere:

Zurück

Weiter

Figure 1: Online Questionnaire Page.

4. Wie heißt das größte deutsche Schienenverkehrsunternehmen?

- Thai Airways
- FlixBus
- Deutsche Bahn
- SNCF

Zurück

Weiter

Figure 2: Online Questionnaire Page.

5. Wie häufig planen Sie Bahnfahrten (für sich selbst oder andere)?

Ca. Planungen für Fernreisen (> 50km pro Strecke) pro Jahr

6. Wie planen Sie Fernreisen (> 50km pro Strecke) mit der Bahn?

Es ist möglich, mehr als eine Antwort zu wählen.

- Persönlich am Bahnhofsschalter
- Am Fahrkartenautomaten
- Über die Webseite der Bahn (www.bahn.de)
- Über die Webseite eines Drittanbieters: (z.B. www.ltur.com)
- Über die App der Bahn (DB Navigator)
- Über die App eines Drittanbieters: (z.B. moovel)
- Andere Methode: (z.B. Reisebüro)
- Die Frage kann ich nicht beantworten, weil:
- Ich weiß es nicht.

Zurück

Weiter

Figure 3: Online Questionnaire Page.

9. Angenommen, Sie könnten bei der Planung Ihrer Bahnreise eine der folgenden Informationen über erwartete Zugverspätungen erhalten und bei Ihrer Planung berücksichtigen.

An welcher der beiden Informationen hätten Sie größeres Interesse?

- Die Wahrscheinlichkeit, dass der Zug am Zielbahnhof weniger als 5min verspätet ankommt, ist 60%
zwischen 5min und 10min verspätet ankommt, ist 10%
zwischen 10min und 15min verspätet ankommt, ist 20%

- Die Wahrscheinlichkeit, dass der Zug am Zielbahnhof max. 5min verspätet ankommt, ist 60%
max. 10min verspätet ankommt, ist 70%
max. 15min verspätet ankommt, ist 90%

Ich interessiere mich für beide Informationen gleichermaßen.

Ich interessiere mich für keine der beiden Informationen.

Die Frage kann ich nicht beantworten, weil:

Ich weiß es nicht.

10. Angenommen, Sie könnten bei der Planung Ihrer Bahnreise eine der folgenden Informationen über erwartete Zugverspätungen erhalten und bei Ihrer Planung berücksichtigen.

An welcher der beiden Informationen hätten Sie größeres Interesse?

- Der Zug kommt garantiert nach 11:50 Uhr, sehr wahrscheinlich nach 12:10 Uhr, selten aber auch erst nach 12:30 Uhr an.

- Der Zug kommt manchmal zwischen 11:50 Uhr und 12:10 Uhr, am ehesten zwischen 12:10 Uhr und 12:30 Uhr und ganz selten zwischen 12:30 Uhr und 12:50 Uhr an.

Ich interessiere mich für beide Informationen gleichermaßen.

Ich interessiere mich für keine der beiden Informationen.

Die Frage kann ich nicht beantworten, weil:

Ich weiß es nicht.

Zurück

Weiter

Figure 4: Online Questionnaire Page.

11. Auf welchem dieser Fotos ist ein Zug abgebildet?
Klicken Sie auf das entsprechende Bild!



Zurück

Weiter

Figure 5: Online Questionnaire Page.

Für die Planung Ihrer Zugreise von Großdorf nach Kleindorf steht Ihnen folgende Darstellung bereit. Sie zeigt die möglichen Zugverbindungen mit ihren potentiellen Verspätungen.

Stellen Sie sich vor, Sie planen eine Zugreise von Großdorf nach Kleindorf. Dafür erhalten Sie die folgende Darstellung verfügbarer Zugverbindungen.

Machen Sie sich bitte mit der Darstellung vertraut. Wir werden Ihnen auf den folgenden Seiten einige Fragen dazu stellen. Die nächsten Fragen beziehen sich alle auf die hier gezeigte Abbildung. **Sie brauchen sich diese jedoch nicht zu merken, da die selbe Abbildung auf jeder der folgenden Seiten wiederholt wird.**

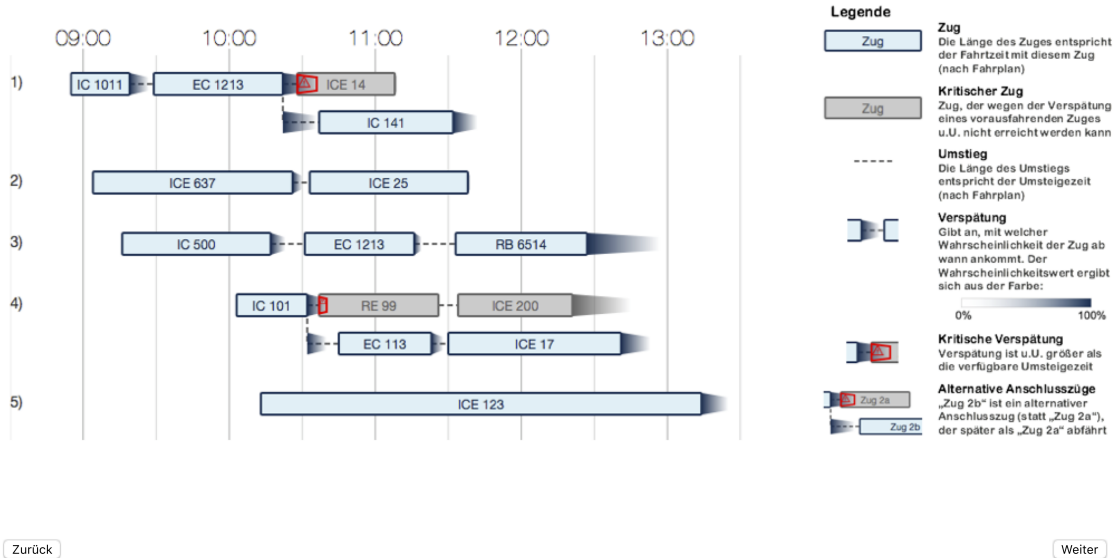
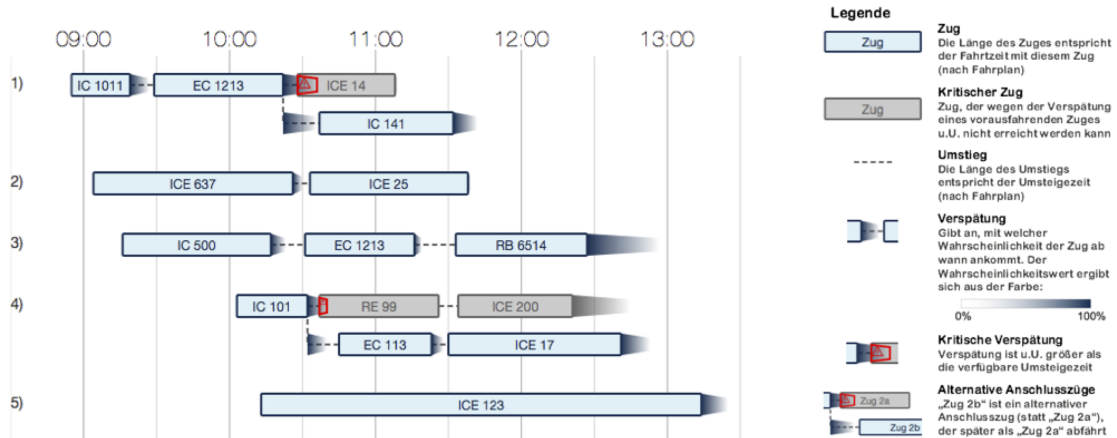


Figure 6: Online Questionnaire Page. The visualization shown on this page is either Figure 24, Figure 25, Figure 26, or Figure 27.

Anzahl verschiedener Verbindungen

Stellen Sie sich vor, Sie planen eine Zugreise von Großdorf nach Kleindorf. Dafür erhalten Sie die folgende Darstellung verfügbarer Zugverbindungen:



12. Wie viele verschiedene Zugverbindungen sind dargestellt?

Es sind Verbindung(en) dargestellt.

Das kann ich anhand der Darstellung nicht beantworten, weil:

Ich weiß es nicht.

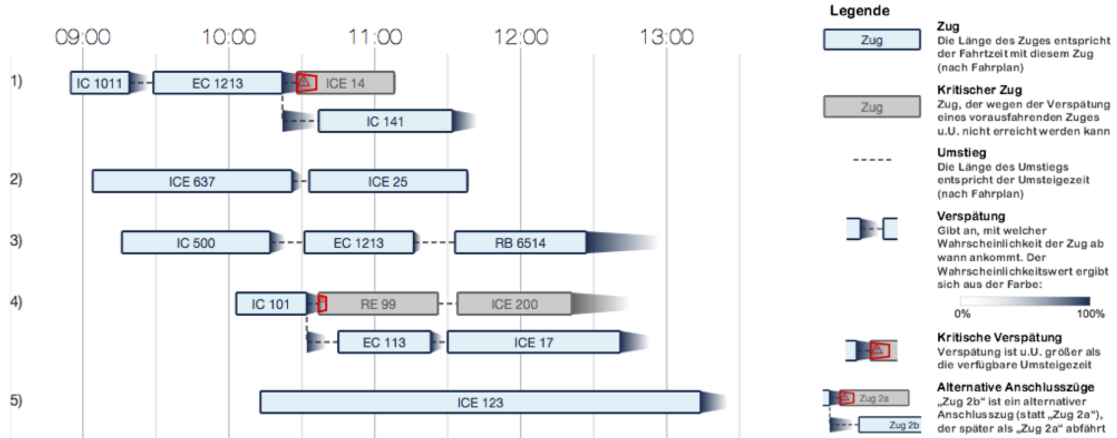
Zurück

Weiter

Figure 7: Online Questionnaire Page. The visualization shown on this page is either Figure 24, Figure 25, Figure 26, or Figure 27.

Dargestellte Informationen

Stellen Sie sich vor, Sie planen eine Zugreise von Großdorf nach Kleindorf. Dafür erhalten Sie die folgende Darstellung verfügbarer Zugverbindungen:



13. Enthält die Darstellung Informationen zu voraussichtlichen Verspätungen der Züge?

- Ja
 Nein

Das kann ich anhand der Darstellung nicht beantworten, weil:

- Ich weiß es nicht.

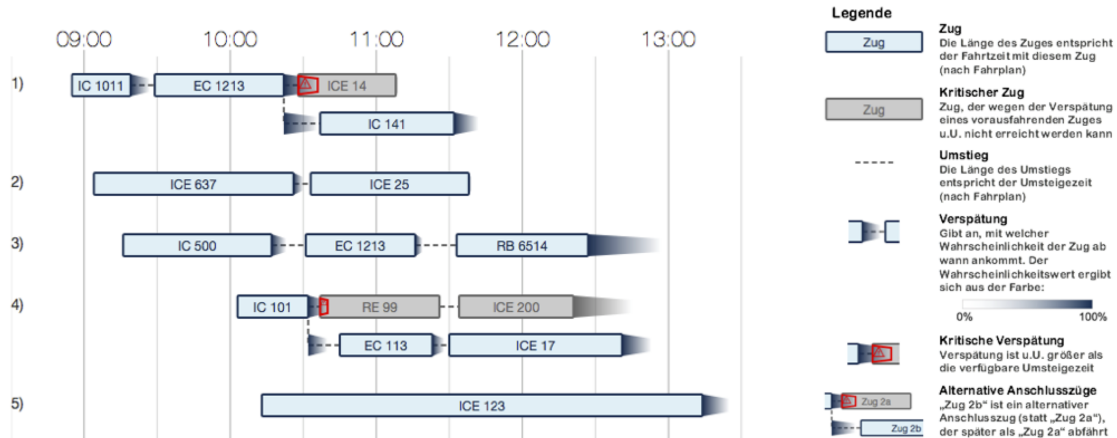
Zurück

Weiter

Figure 8: Online Questionnaire Page. The visualization shown on this page is either Figure 24, Figure 25, Figure 26, or Figure 27.

Abfahrtszeiten der Verbindungen

Stellen Sie sich vor, Sie planen eine Zugreise von Großdorf nach Kleindorf. Dafür erhalten Sie die folgende Darstellung verfügbarer Zugverbindungen:



14. Welche der Verbindungen fährt am frühesten los?

- Verbindung 1
- Verbindung 2
- Verbindung 3
- Verbindung 4
- Verbindung 5

Das kann ich anhand der Darstellung nicht beantworten, weil:

Ich weiß es nicht.

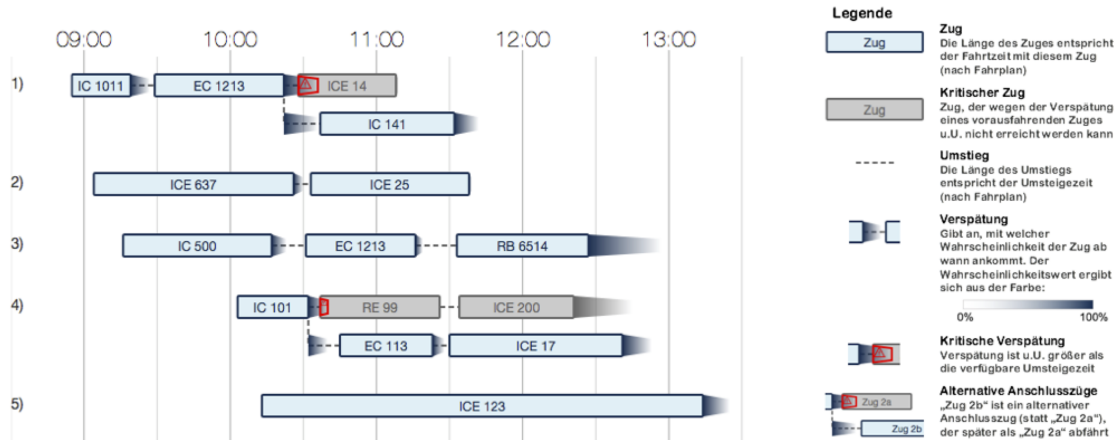
Zurück

Weiter

Figure 9: Online Questionnaire Page. The visualization shown on this page is either Figure 24, Figure 25, Figure 26, or Figure 27.

Fahrtzeit mit einzelnen Zügen

Stellen Sie sich vor, Sie planen eine Zugreise von Großdorf nach Kleindorf. Dafür erhalten Sie die folgende Darstellung verfügbarer Zugverbindungen:



15. Welche der Züge in Verbindung 1 hat die kürzere Fahrtzeit?

- ICE 14
 IC 1011

Das kann ich anhand der Darstellung nicht beantworten, weil:

Ich weiß es nicht.

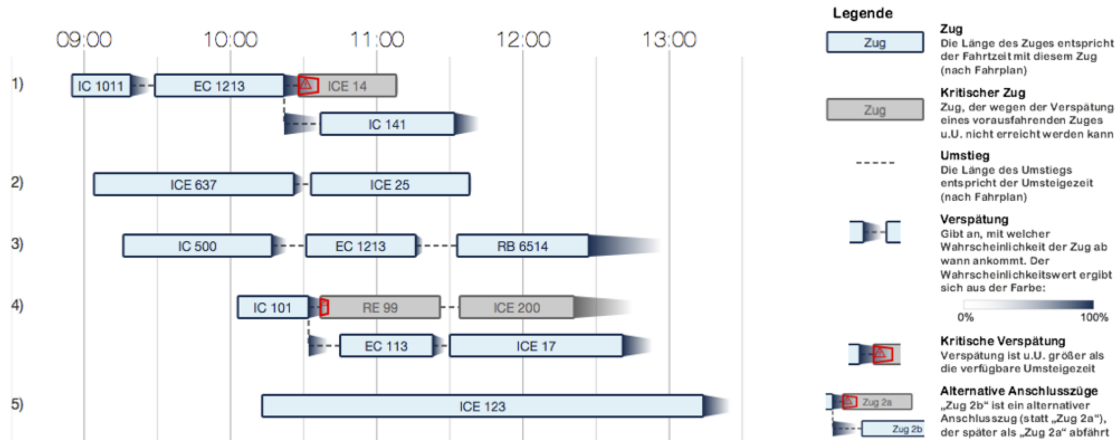
Zurück

Weiter

Figure 10: Online Questionnaire Page. The visualization shown on this page is either Figure 24, Figure 25, Figure 26, or Figure 27.

Umstiege in den Verbindungen

Stellen Sie sich vor, Sie planen eine Zugreise von Großdorf nach Kleindorf. Dafür erhalten Sie die folgende Darstellung verfügbarer Zugverbindungen:



16. Vergleichen Sie alle Verbindungen: wie oft müssen sie mindestens umsteigen?

0-mal (es existiert mindestens eine Direktverbindung)

1-mal

2-mal

3-mal

4-mal

Das kann ich anhand der Darstellung nicht beantworten, weil:

Ich weiß es nicht.

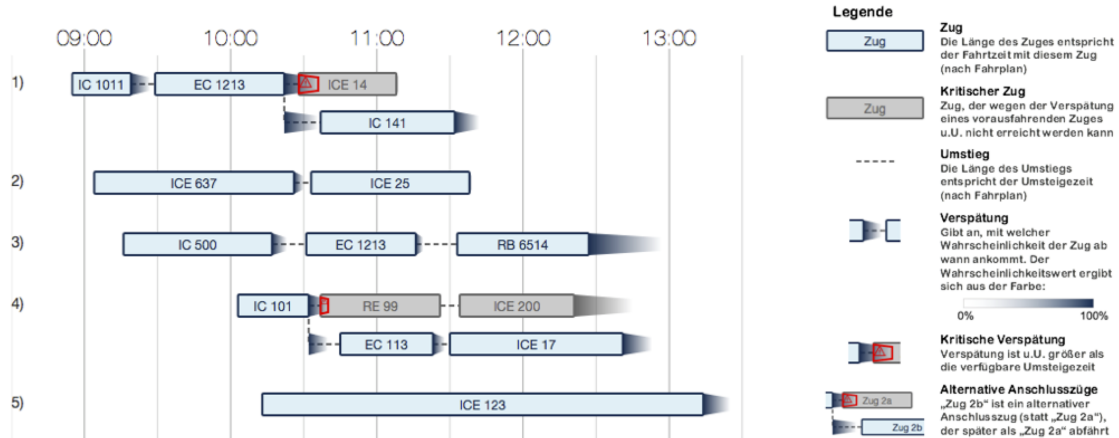
Zurück

Weiter

Figure 11: Online Questionnaire Page. The visualization shown on this page is either Figure 24, Figure 25, Figure 26, or Figure 27.

Umsteigezeiten in den Verbindungen

Stellen Sie sich vor, Sie planen eine Zugreise von Großdorf nach Kleindorf. Dafür erhalten Sie die folgende Darstellung verfügbarer Zugverbindungen:



17. Welcher der Umstiege ist nach Fahrplan (ohne Abweichungen) kürzer?

- Umstieg von Zug ICE 637 in Zug ICE 25
- Umstieg von Zug IC 500 in Zug EC 1213
- Beide Umstiege dauern gleich lang

Das kann ich anhand der Darstellung nicht beantworten, weil:

Ich weiß es nicht.

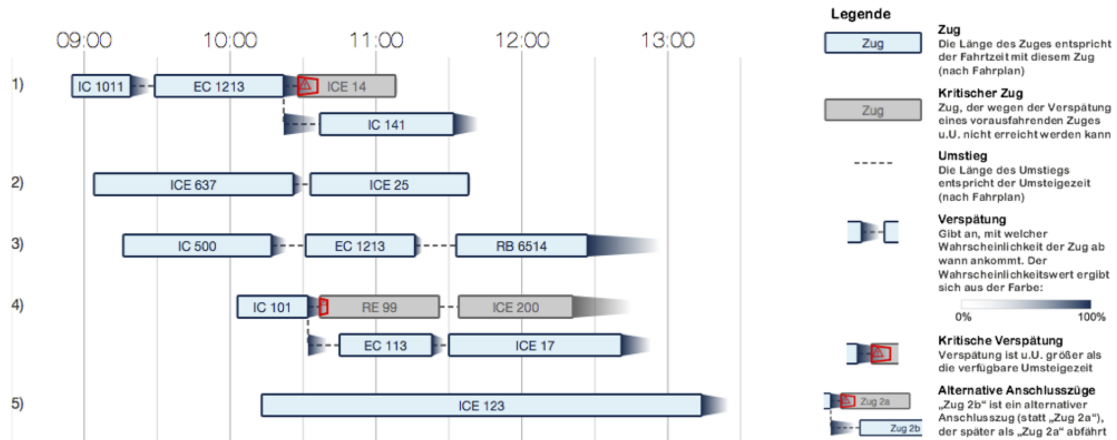
Zurück

Weiter

Figure 12: Online Questionnaire Page. The visualization shown on this page is either Figure 24, Figure 25, Figure 26, or Figure 27.

Verspätungen der Züge

Stellen Sie sich vor, Sie planen eine Zugreise von Großdorf nach Kleindorf. Dafür erhalten Sie die folgende Darstellung verfügbarer Zugverbindungen:



18. Welche der Züge hat die längste potentielle Verspätung?

- ICE 123
 RB 6514
 IC 101
 EC 1213
 Das kann ich anhand der Darstellung nicht beantworten, weil:

 Ich weiß es nicht.

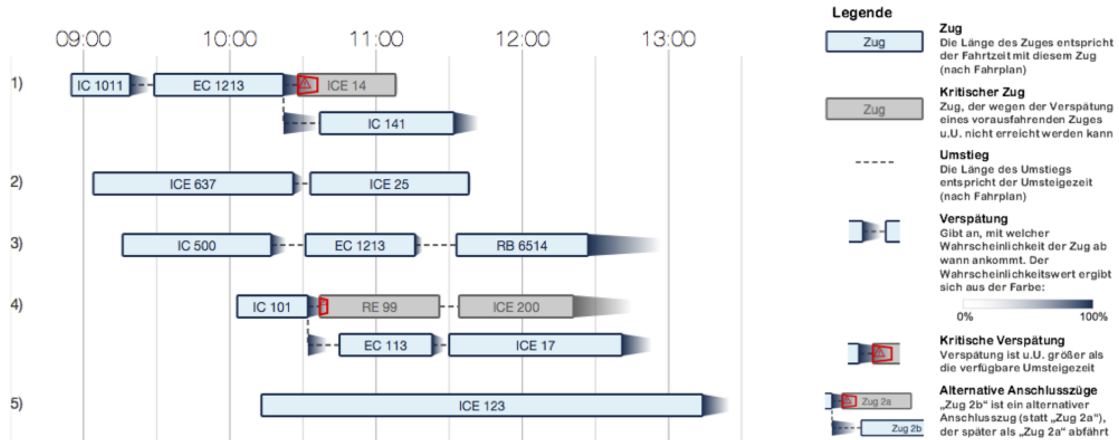
Zurück

Weiter

Figure 13: Online Questionnaire Page. The visualization shown on this page is either Figure 24, Figure 25, Figure 26, or Figure 27.

Reisedauer mit den Verbindungen

Stellen Sie sich vor, Sie planen eine Zugreise von Großdorf nach Kleindorf. Dafür erhalten Sie die folgende Darstellung verfügbarer Zugverbindungen:



19. Mit welcher Verbindung ist die Gesamtreisedauer nach Fahrplan (ohne Abweichungen) am längsten?

- Verbindung 1
- Verbindung 2
- Verbindung 3
- Verbindung 4
- Verbindung 5
- Das kann ich anhand der Darstellung nicht beantworten, weil:
- Ich weiß es nicht.

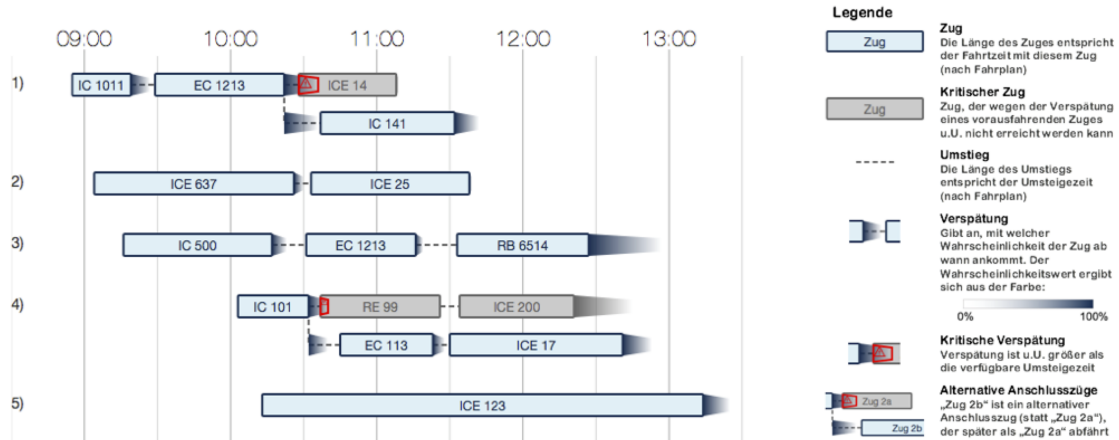
Zurück

Weiter

Figure 14: Online Questionnaire Page. The visualization shown on this page is either Figure 24, Figure 25, Figure 26, or Figure 27.

Erreichbarkeit der Anschlusszüge

Stellen Sie sich vor, Sie planen eine Zugreise von Großdorf nach Kleindorf. Dafür erhalten Sie die folgende Darstellung verfügbarer Zugverbindungen:



20. Bei welchen Verbindungen erreichen Sie eventuell einen Anschlusszug nicht, weil der vorausfahrende Zug verspätet ist?

Es ist möglich, mehr als eine Antwort zu wählen.

- Verbindung 1
- Verbindung 2
- Verbindung 3
- Verbindung 4
- Das kann ich anhand der Darstellung nicht beantworten, weil:
- Ich weiß es nicht.

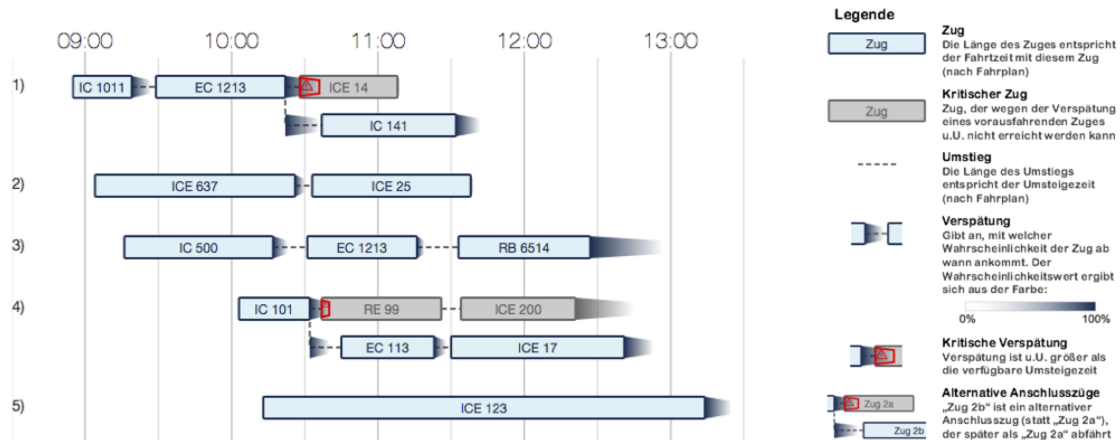
Zurück

Weiter

Figure 15: Online Questionnaire Page. The visualization shown on this page is either Figure 24, Figure 25, Figure 26, or Figure 27.

Ankunftszeiten am Zielbahnhof

Stellen Sie sich vor, Sie planen eine Zugreise von Großdorf nach Kleindorf. Dafür erhalten Sie die folgende Darstellung verfügbarer Zugverbindungen:



21. Mit welchen Verbindungen kommen Sie nach Fahrplan (ohne Abweichungen) bis spätestens 12:30 Uhr am Zielbahnhof an?

Es ist möglich, mehr als eine Antwort zu wählen.

- Verbindung 1
- Verbindung 2
- Verbindung 3
- Verbindung 4
- Verbindung 5
- Das kann ich anhand der Darstellung nicht beantworten, weil:
- Ich weiß es nicht.

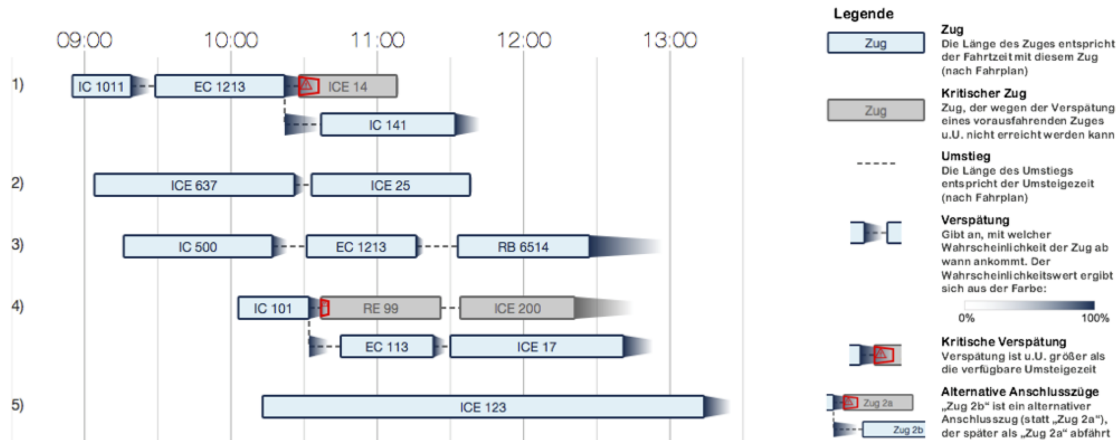
Zurück

Weiter

Figure 16: Online Questionnaire Page. The visualization shown on this page is either Figure 24, Figure 25, Figure 26, or Figure 27.

Verspätungen am Zielbahnhof

Stellen Sie sich vor, Sie planen eine Zugreise von Großdorf nach Kleindorf. Dafür erhalten Sie die folgende Darstellung verfügbarer Zugverbindungen:



22. Mit welchen Verbindungen kommen Sie auch mit maximaler voraussichtlicher Verspätung bis spätestens 12:30 Uhr am Zielbahnhof an?

Es ist möglich, mehr als eine Antwort zu wählen.

- Verbindung 1
- Verbindung 2
- Verbindung 3
- Verbindung 4
- Verbindung 5

Das kann ich anhand der Darstellung nicht beantworten, weil:

Ich weiß es nicht.

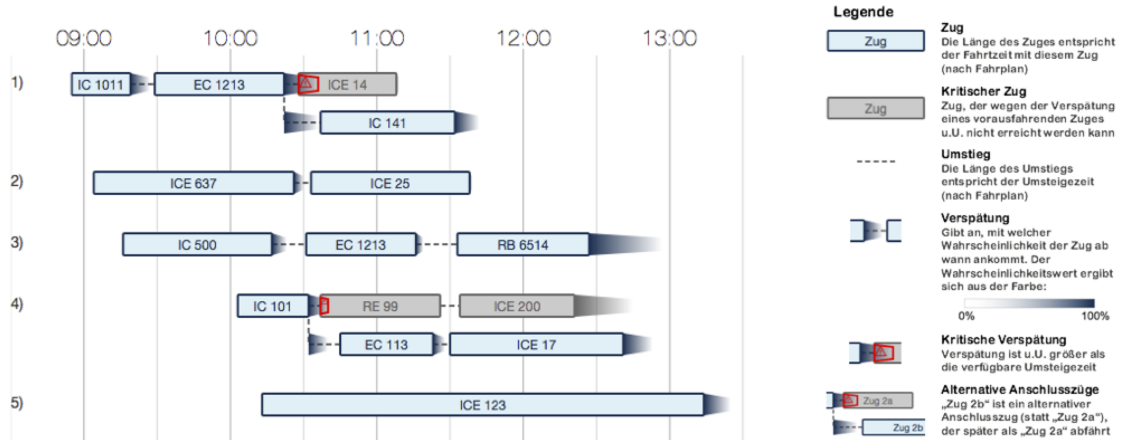
Zurück

Weiter

Figure 17: Online Questionnaire Page. The visualization shown on this page is either Figure 24, Figure 25, Figure 26, or Figure 27.

Alternative Anschlusszüge

Stellen Sie sich vor, Sie planen eine Zugreise von Großdorf nach Kleindorf. Dafür erhalten Sie die folgende Darstellung verfügbarer Zugverbindungen:



23. Gehen Sie nun davon aus, dass Sie den Zug *RE 99* nicht erreichen. Gibt es einen alternativen Anschlusszug, den Sie statt *RE 99* zur Weiterfahrt nutzen können?

- Ja, ich könnte statt *RE 99* den Zug *ICE 123* zur Weiterfahrt nutzen.
- Ja, ich könnte statt *RE 99* den Zug *EC 113* zur Weiterfahrt nutzen.
- Nein, es gibt keinen alternativen Anschlusszug zur Weiterfahrt.
- Das kann ich anhand der Darstellung nicht beantworten, weil:
- Ich weiß es nicht.

Zurück

Weiter

Figure 18: Online Questionnaire Page. The visualization shown on this page is either Figure 24, Figure 25, Figure 26, or Figure 27.

Zum Ende dieses Fragebogens geht es um Ihre allgemeine Meinung über die Darstellungsart

Denken Sie bei Beantwortung der folgenden Fragen bitte an Ihre gesamten
Erfahrungen mit der vorgestellten Darstellungsart.

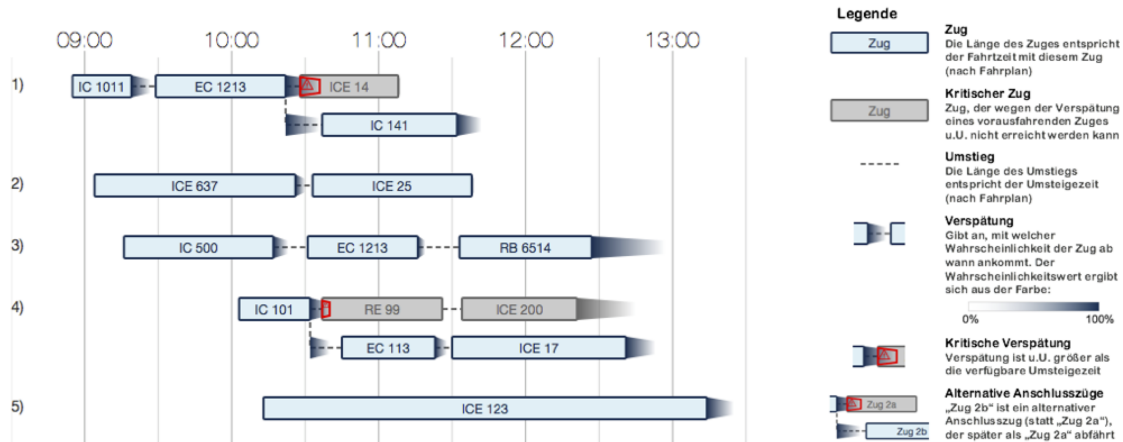
Zurück

Weiter

Figure 19: Online Questionnaire Page.

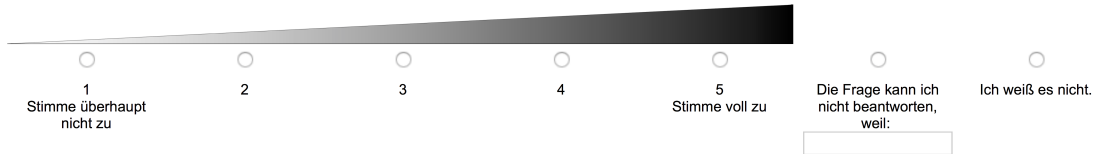
Ihre Meinung zur vorgestellten Darstellung von Zugverbindung

Denken Sie bei Beantwortung der folgenden Fragen bitte an Ihre gesamten Erfahrungen mit der vorgestellten Darstellungsart.

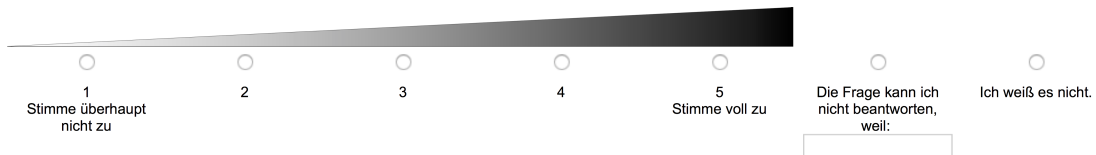


Sie können Ihre Antworten zu den folgenden Fragen im Textfeld am Ende der Seite begründen.

34. Durch die Darstellung kann ich gut einschätzen, bei welchen Umstiegen mir die Umsteigezeit nach Fahrplan (ohne Abweichungen) ausreicht.
Wie sehr stimmen Sie dieser Aussage zu?



35. Durch die Darstellung kann ich gut einschätzen, bei welchen Umstiegen mir die Umsteigezeit trotz eventueller Verspätungen ausreicht.
Wie sehr stimmen Sie dieser Aussage zu?



36. Durch die Darstellung habe ich einen guten Überblick über die alternativen Anschlüsse, falls ich durch die Verspätung eines vorausfahrenden Zuges meinen ursprünglichen Anschlusszug nicht erreiche.
Wie sehr stimmen Sie dieser Aussage zu?

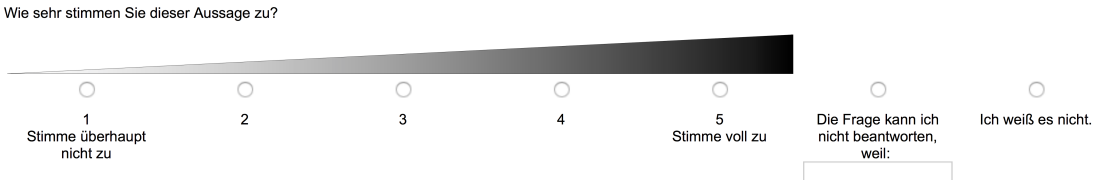


Figure 20: Online Questionnaire Page. The visualization shown on this page is either Figure 24, Figure 25, Figure 26 or Figure 27.

37. Durch die Darstellung kann ich gut einschätzen, wann ich mit einer Verbindung nach Fahrplan (ohne Abweichungen) am Zielort ankommen werde.
Wie sehr stimmen Sie dieser Aussage zu?

1 Stimme überhaupt nicht zu 2 3 4 5 Stimme voll zu

Die Frage kann ich nicht beantworten, weil:

Ich weiß es nicht.

38. Durch die Darstellung kann ich gut einschätzen, wann ich mit einer Verbindung auch im Fall von Verspätungen voraussichtlich am Zielort ankommen werde.
Wie sehr stimmen Sie dieser Aussage zu?

1 Stimme überhaupt nicht zu 2 3 4 5 Stimme voll zu

Die Frage kann ich nicht beantworten, weil:

Ich weiß es nicht.

39. Ich verstehe diese Art der Darstellung und die darin enthaltenen Informationen.
Wie sehr stimmen Sie dieser Aussage zu?

1 Stimme überhaupt nicht zu 2 3 4 5 Stimme voll zu

Die Frage kann ich nicht beantworten, weil:

Ich weiß es nicht.

40. Ich würde diese Art der Darstellung gerne für die Planung meiner Bahnreisen verwenden.
Wie sehr stimmen Sie dieser Aussage zu?

1 Stimme überhaupt nicht zu 2 3 4 5 Stimme voll zu

Die Frage kann ich nicht beantworten, weil:

Ich weiß es nicht.

41. Hier können Sie Ihre Antworten zu den vorherigen Fragen begründen:

42. Was hat Ihnen an der vorgestellten Darstellung besonders gut gefallen?

43. Was hat Ihnen an der vorgestellten Darstellung nicht gefallen?

Zurück

Weiter

Figure 21: Online Questionnaire Page (continuation of Figure 20).

44. Ordnen Sie die angegebenen Begriffe alphabetisch (a, b, c, d, ..., x, y, z)!

Ziehen sie dazu die Kästchen auf der linken Seite auf die entsprechende Position auf der rechten Seite. Alternativ können Sie doppelt auf die Kästchen klicken.

Abfahrt	Zug	Schaffner	1
			2
Fahrkarte			3
			4

Zurück

Weiter

Figure 22: Online Questionnaire Page.

45. Möchten Sie uns sonst noch etwas mitteilen?

Schreiben Sie gerne alles auf, was wir (über die Visualisierung, den Fragebogen, ...) erfahren sollen.

Zurück

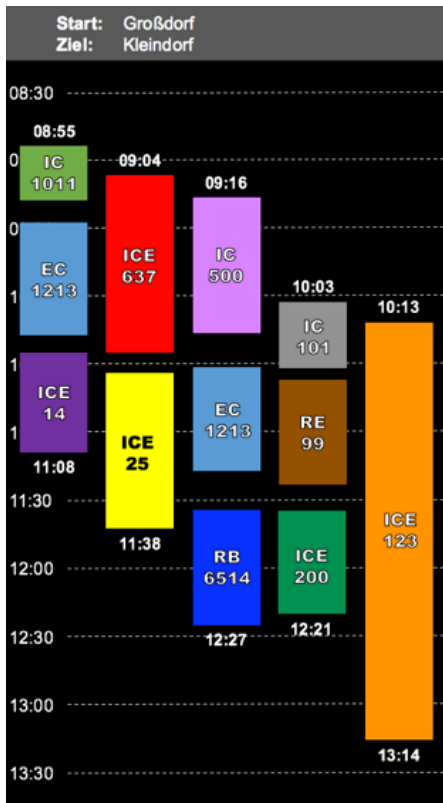
Weiter

Figure 23: Online Questionnaire Page.

2 Visualizations Used in the Questionnaire

Bahnhof/Haltestelle	Zeit	Dauer	Umst.	Produkte
Großdorf Kleindorf	08:55 11:08	2:13	2	IC, EC, ICE
Bahnhof/Haltestelle	Zeit	Gleis	Produkte	Weitere Informationen
Großdorf Mittendorf	ab 08:55 an 09:19	2	IC 1011	Intercity Bordrestaurant
↪ Umsteigezeit 10 Min.				
Mittendorf Nebenstadt	ab 09:29 an 10:22		EC 1213	Eurocity
↪ Umsteigezeit 6 Min.				
Nebenstadt Kleindorf	ab 10:28 an 11:08	7	ICE 14	Intercity-Express Bordrestaurant
Großdorf Kleindorf	09:04 11:38	2:34	1	ICE
Bahnhof/Haltestelle	Zeit	Gleis	Produkte	Weitere Informationen
Großdorf Nebendorf	ab 09:04 an 10:26	3	ICE 637	Intercity-Express Bordrestaurant
↪ Umsteigezeit 7 Min.				
Nebendorf Kleindorf	ab 10:33 an 11:38	13	ICE 25	Intercity-Express Bordrestaurant
Großdorf Kleindorf	09:16 12:27	3:11	2	IC, EC, RB
Bahnhof/Haltestelle	Zeit	Gleis	Produkte	Weitere Informationen
Großdorf Mittelstadt	ab 09:16 an 10:17	12	IC 500	Intercity Bordbistro
↪ Umsteigezeit 14 Min.				
Mittelstadt Zwischendorf	ab 10:31 an 11:16		EC 1213	Eurocity
↪ Umsteigezeit 17 Min.				
Zwischendorf Kleindorf	ab 11:33 an 12:27	5	RB 6514	Regionalbahn Fahrradmitnahme begrenzt möglich
Großdorf Kleindorf	10:03 12:21	2:18	2	IC, RE, ICE
Bahnhof/Haltestelle	Zeit	Gleis	Produkte	Weitere Informationen
Großdorf Städtchen	ab 10:03 an 10:32	4	IC 101	Intercity Bordbistro
↪ Umsteigezeit 5 Min.				
Städtchen Dörfchen	ab 10:37 an 11:26		RE 99	Regional-Express Fahrradmitnahme begrenzt möglich
↪ Umsteigezeit 8 Min.				
Dörfchen Kleindorf	ab 11:34 an 12:21	11	ICE 200	Intercity-Express Bordrestaurant
Großdorf Kleindorf	10:13 13:14	3:01	0	ICE
Bahnhof/Haltestelle	Zeit	Gleis	Produkte	Weitere Informationen
Großdorf Kleindorf	ab 10:13 an 13:14	8 11	ICE 123	Intercity-Express Bordrestaurant

Figure 24: Hypothetical train connections visualized similar to *Deutsche Bahn*'s presentation.



Die Nummerierung der Verbindungen in den Antwortmöglichkeiten ist aufsteigend von links nach rechts. Verbindung 1 ist somit am linken Rand, Verbindung 5 am rechten Rand der Visualisierung dargestellt.

Figure 25: Hypothetical train connections visualized similar to *Öffi*'s presentation.

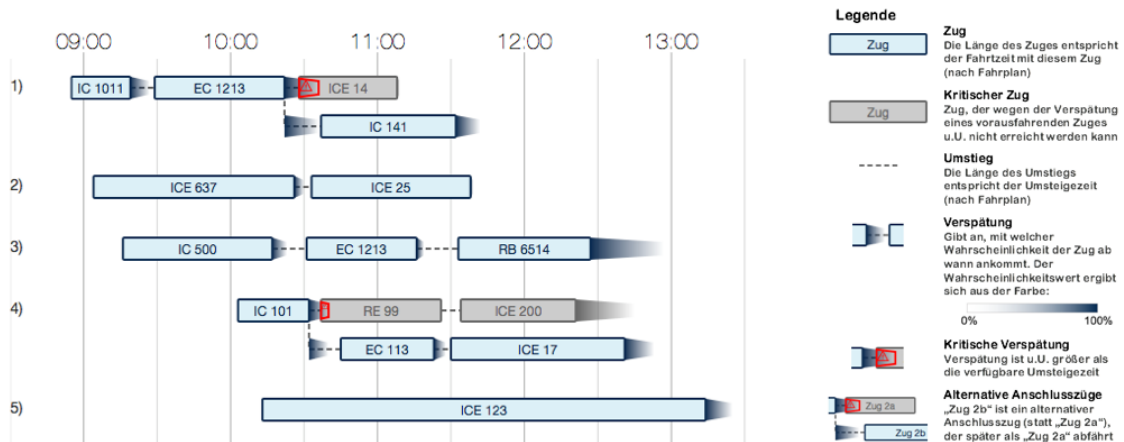


Figure 26: Hypothetical train connections visualized with cumulative delays design.

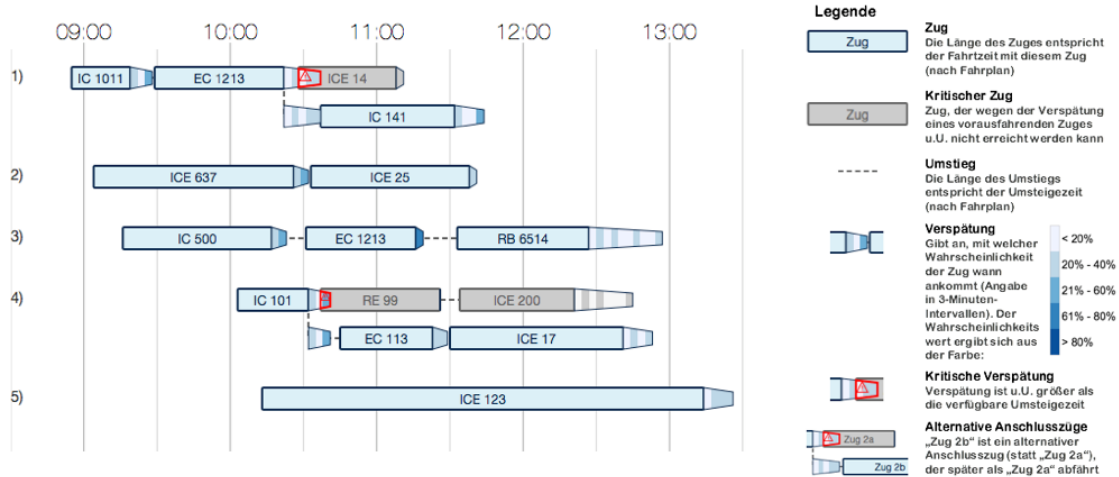


Figure 27: Hypothetical train connections visualized with non-cumulative delays design.

Part II

Additional Statistics

Task	p-value	Task	p-value	Task	p-value
#trips	0.118	#transfers	0.126	cTransfer	<0.001 ***
isDelay	0.417	transferT	0.116	tripE	0.002 **
tripS	0.417	delayT	0.574	delayE	0.149
trainT	0.31	tripT	0.003 **	tripA	<0.001 ***

Table 1: χ^2 test for independence of comprehension and visualization (significance levels: p-value<0.001: ***, p-value<0.01: **, p-value<0.05: *).

Visualizations	p-value for task			
	tripT	cTransfer	tripE	tripA
DB - Öffi	0.233	1.0	0.519	0.984
DB - cumulative	0.844	<0.001**	0.003*	0.001**
DB - non-cumulative	0.006*	0.003*	0.027	0.002*
Öffi - cumulative	0.475	<0.001**	0.23	0.003*
Öffi - non-cumulative	0.171	0.001**	0.178	0.005*
(non-)cumulative	0.012	0.333	0.504	1.0

Table 2: Post hoc χ^2 test for independence of comprehension and visualization (Bonferroni corrected significance levels: p-value<0.002: **, p-value<0.008: *).