

9. VöV-Forum Nachhaltige Energie

Best Practices

Pünktlichkeitsanzeige
im Lokführerstand

Roland Aeschbacher, SBB

Freiburg, 17.11.2022

BASEL SBB



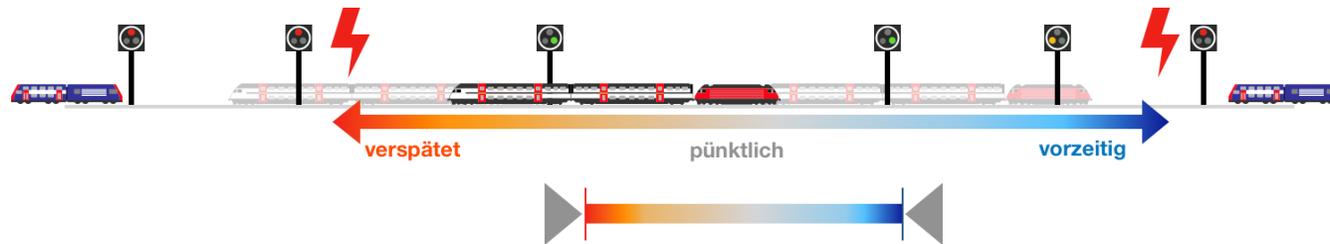
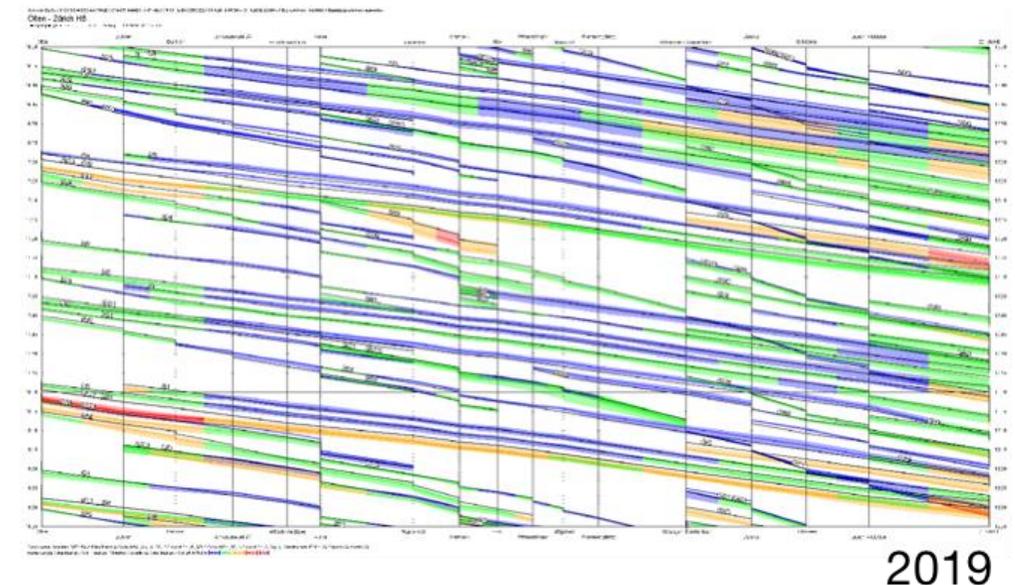
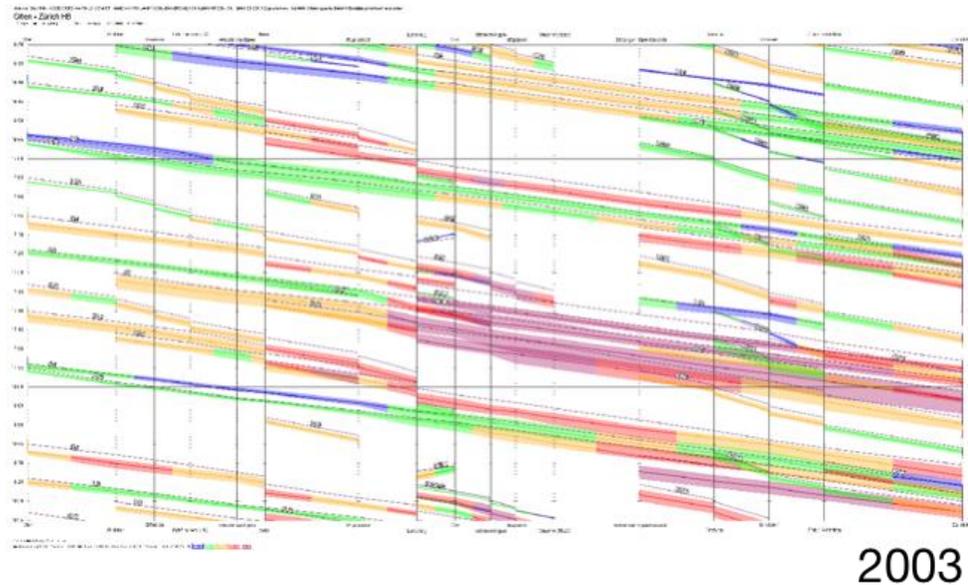
Inhalt.

1. Verdichtung der Zugfolgen als Herausforderung.
2. Pünktlichkeit spart Energie.
3. Grüne Welle (ADL) und optimiertes Geschwindigkeitsprofil (vPRO) für mehr Präzision und weniger Energie.
4. Pünktlichkeitsanzeige als Unterstützung für die Lokführer:innen.

1. Verdichtung der Zugfolgen als Herausforderung.

Verdichtung der Zugfolgen als Herausforderung.

Die zunehmende Verdichtung verlangt mehr Präzision im Bahnverkehr.



→ Pünktlichkeit ist eine Voraussetzung für eine stabile Bahnproduktion.



2. Pünktlichkeit spart Energie.

Korrelation zwischen Pünktlichkeit und Bahnenergiebedarf.

Bei zunehmender Pünktlichkeit sinkt der Energiebedarf. Hauptursachen dafür sind der Rückgang der Trassenkonflikte und die energiesparendere Fahrweise bei einer pünktlicheren Betriebslage.

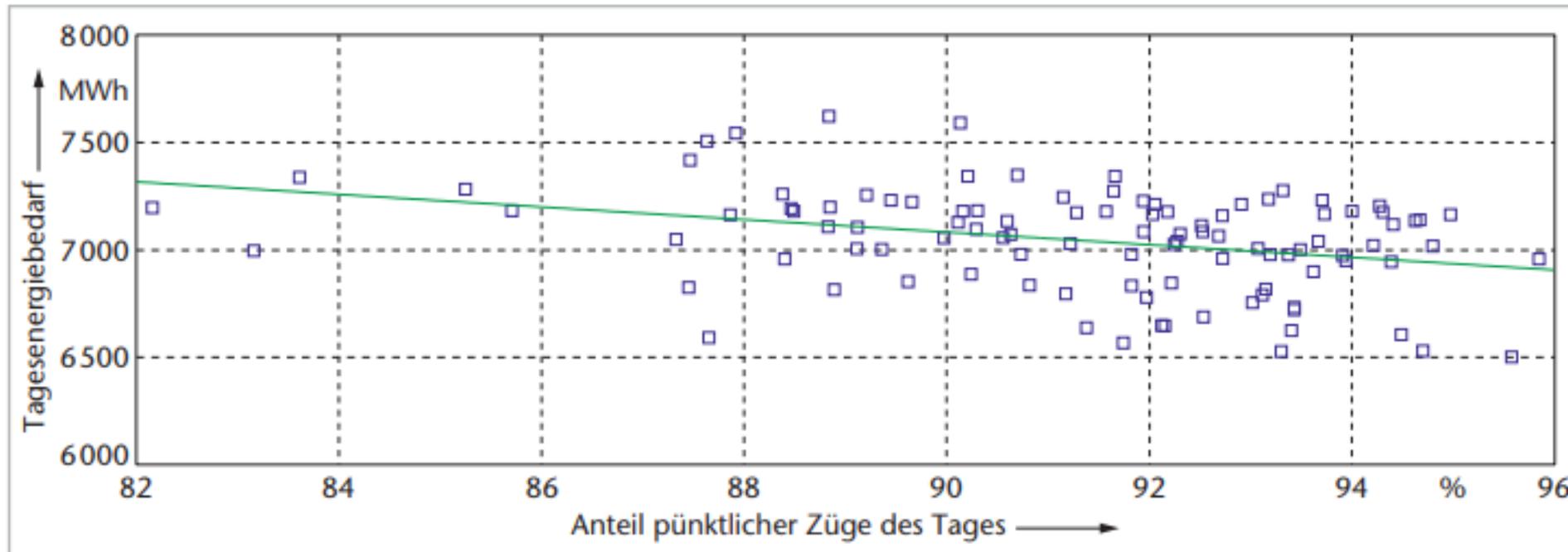


Bild 4:

Bahnenergiebedarf E_p aller Züge des Tages in Abhängigkeit von dem Anteil der pünktlichen Züge unter Normierung des Temperatureinflusses.

Quelle: Fallstudie von Julius Bosch, 2014

Auswertungen im Jahr 2019 haben die Korrelation zwischen Pünktlichkeit und Energiebedarf bestätigt.

3. Grüne Welle (ADL) und optimiertes Geschwindigkeitsprofil (vPRO) für mehr Präzision und weniger Energie.



vPRO und ADL als Information auf dem Lokführertablet.

Präzise Informationen für das Lokpersonal. Disponent und Lokpersonal haben gleiche Informationen.

vPRO (optimiertes Geschwindigkeitsprofil):
1-2 h vor Abfahrt berechnet.

- 1 10-sekundengenau betriebliche Zeiten.
- 2 vPRO ist die berechnete Durchschnittsgeschwindigkeit zwischen 2 Punkten.
In Betrieb seit 2020.

km	AE	Luzern	R150	PRO	An	Ab
44.9		Hünenberg Chämleten	125	95	(12:33:5)	
45.4		Block P346/446				
46.2		Block P347/447				
47.0		Block P348/448				
48.0		Kurve	100			
49.0	sms 1-3,5,6	Rotkreuz	125	140	105	(12:36:4)
50.5		Block 51P/Q				
52.8		Gisikon-Root	140	110	(12:38:5)	
54.9		Block 54P/Q				
55.3		Root D4	140	110	(12:40:1)	
56.3		Block 56P/Q				
57.1		Buchrain	140	110	(12:41:1)	
58.6		Ebikon	140 125	90	90	(12:42:0)
61.3		Block 60P				
62.0		Block 62P				
62.8		Block 64P				
63.4		Kurve	80			
92.2		Gütsch	80	80	80	(12:46:1)
93.8		Block 94P/Q				
		Luzern	40-30			12:49:1

ADL (adaptive Lenkung):

Dynamische Fahrempfehlung zur Verhinderung von Konflikten.

- 3 2 Beispiele von ADL-Konfliktmeldungen.

Vopt **90** km/h

Geschwindigkeitsmeldung

Vmax

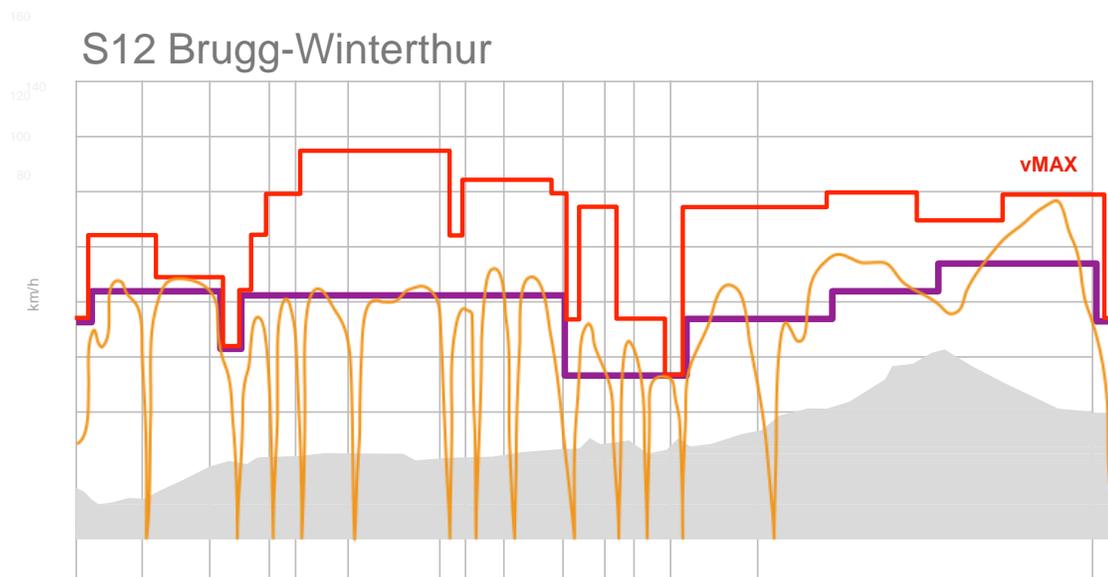
Geschwindigkeitsmeldung Schnellfahrt

In Betrieb seit 2014.

Erfolgreiche Zielerreichung vPRO.

Positiver Einfluss auf die Pünktlichkeit und erhebliche Energieeinsparungen.

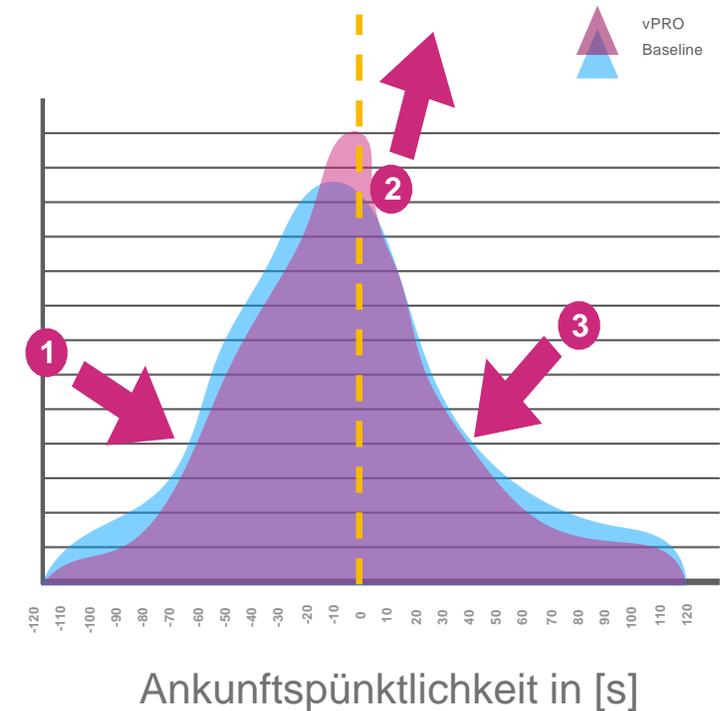
Es wurde ein **positiver Einfluss auf die Pünktlichkeit gemessen**, die Fahrvarianz wurde durch die Reduktion der Vorzeitigkeit verringert. Aus Sicht Betriebsleitzentrale sind die Züge mit vPRO immer «auf dem Strich» gefahren.



Beispiel einer stabilen, pünktlichen und wirtschaftlichen Fahrt der S12 mit vPRO.

Pünktlichkeit

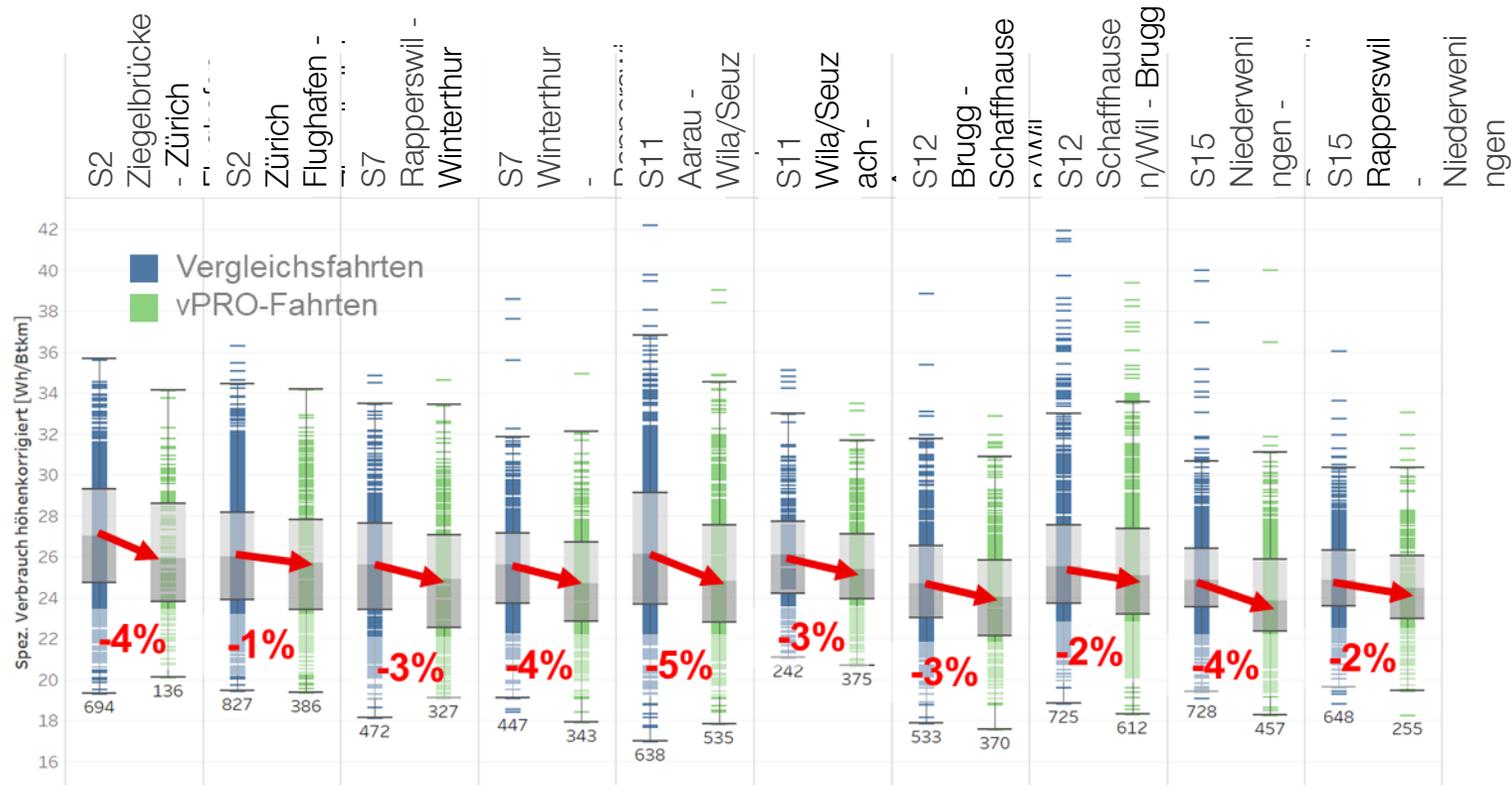
- 1 Reduktion der Vorzeitigkeit
- 2 Erhöhung einer präzisen Ankunft
- 3 keine Zunahme der Verspätungen



Ankunftspünktlichkeit in [s]

vPRO: Reduktion des Energiebedarfs im Regional- & Fernverkehr.

Beispiel aus dem Regionalverkehr im Zeitraum 9.6.2020 – 6.7.2020



Zeitraum:
9.6.2020-6.7.2020

Vergleichsfahrten:
5'954 Züge

vPRO-Fahrten:
3'796 Züge

Einsparung SBB

Personenverkehr:
40-50 GWh /Jahr

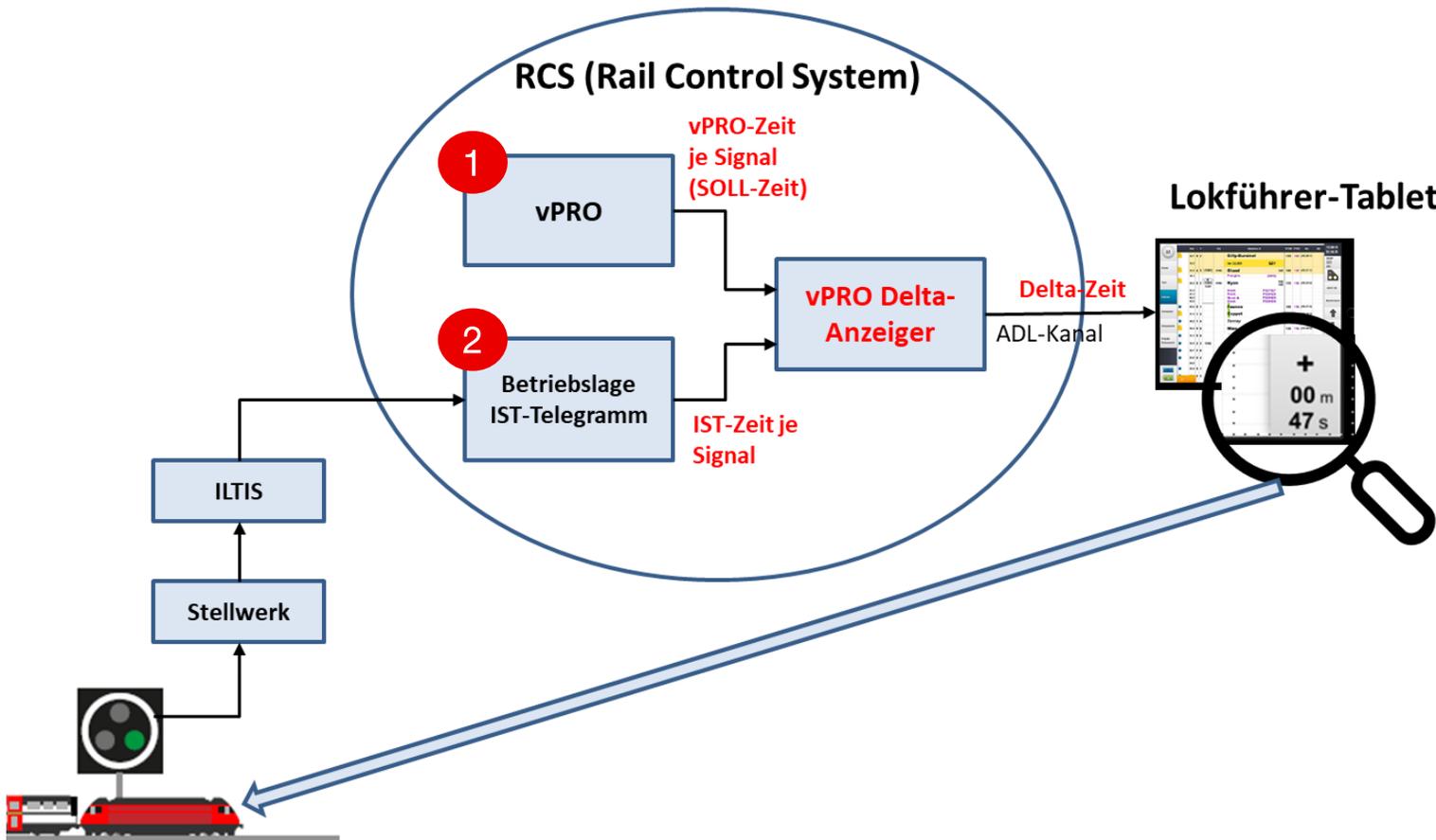
Im 2021 erreicht die SBB mit ADL und vPRO zusammen Energieeinsparungen im Bahnstrom von rund 120 GWh.

Dies ist der Stromkonsum von rund 30'000 durchschnittlichen Haushalten und entspricht ziemlich genau der Anzahl Haushalte der Stadt Lugano.

4. Pünktlichkeitsanzeige als Unterstützung für Lokführer:innen

Idee einer Pünktlichkeitsanzeige (PüA) auf dem Lokführer-Tablet.

Die notwendigen Daten für eine Pünktlichkeitsanzeige sind bereits im RCS vorhanden und zwar für jedes Hauptsignal.

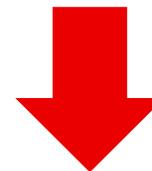


1

vPRO liefert SOLL Zeit beim Signal.

2

Betriebslage liefert sekunden-genaue IST-Zeit beim Befahren des Hauptsignals



Differenz von 1 zu 2 = PÜNKTlichkeit

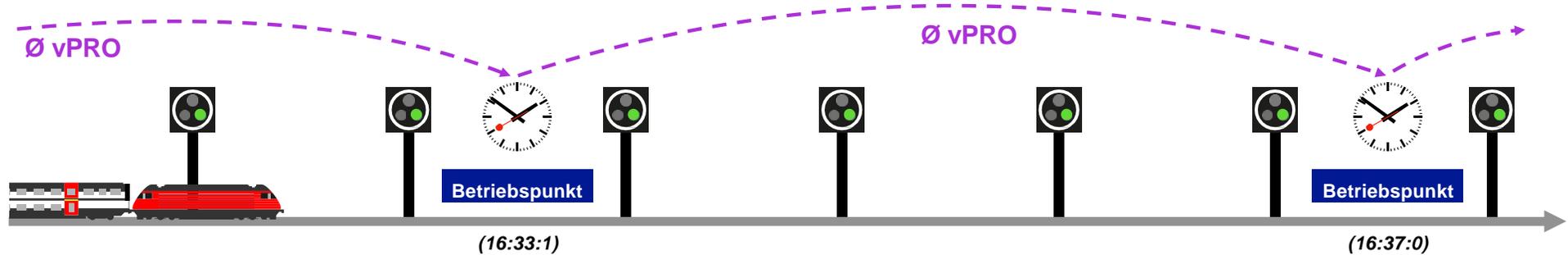


Die PüA liefert bei jedem Hauptsignal präzise Information.

Die Lokführer:in kann die Fahrweise wenn nötig rasch anpassen.

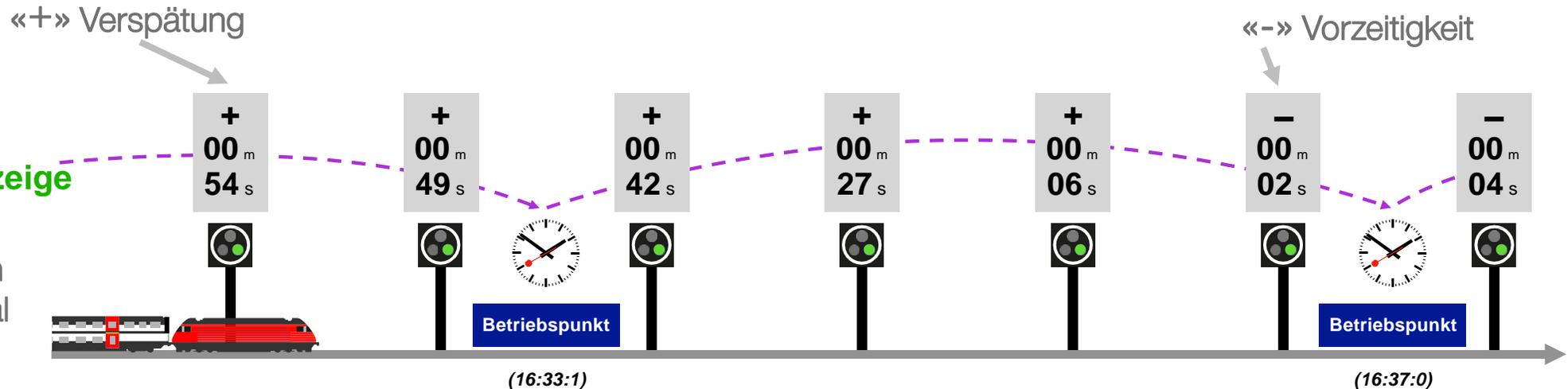
1) vPRO

- Pünktlichkeitsvergleich beim BP
- Transparenz Fahrzeitreserve



2) Pünktlichkeitsanzeige

- zusätzlich Pünktlichkeitsvergleich bei jedem Hauptsignal



Start mit einem «Low-Tech» Ansatz.

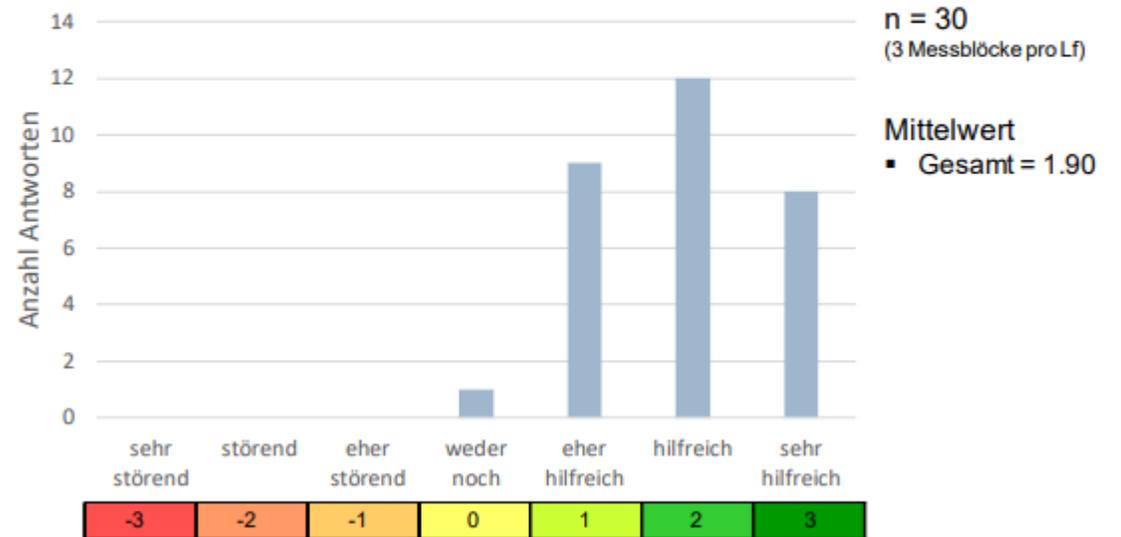
Die Pünktlichkeitsanzeige (PüA) wird als hilfreich eingestuft, wir konnten mit dem PoC (Proof of Concept) weiterfahren.

Auszug aus den ersten Interviews nach Fahrten mit einer Pünktlichkeitsanzeige auf dem Handy

n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Angewandte Psychologie



«Wie hast du die Pünktlichkeitsanzeige erlebt – im Vergleich zum Fahren ohne diese Anzeige?»



Nächste Frage: Balken- oder Ziffernanzeige?

70 LokführerInnen fahren mit beiden Anzeigen: klarer Entscheid für die Ziffernanzeige.

Unterschiedliche Anzeigen im Test

BALKEN-Anzeige

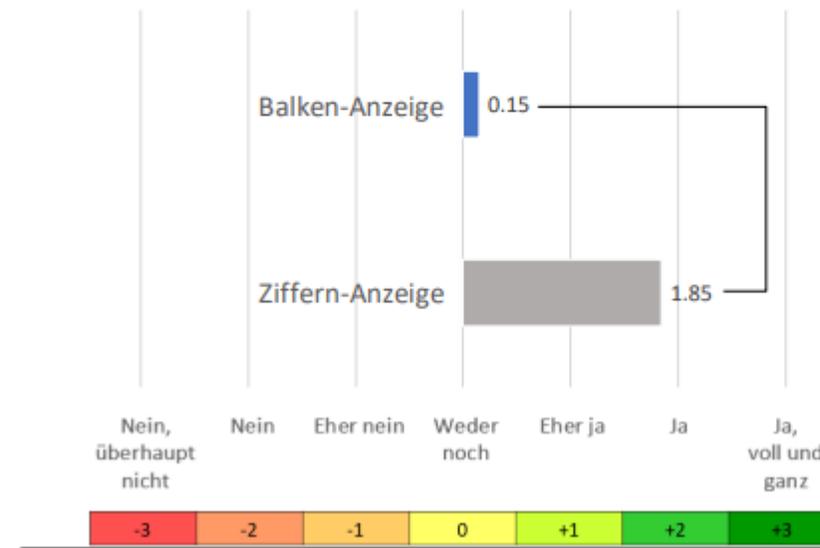


ZIFFERN-Anzeige



«War die Pünktlichkeits-Anzeige für dich nützlich?»

Vergleich Mittelwerte



n = 55

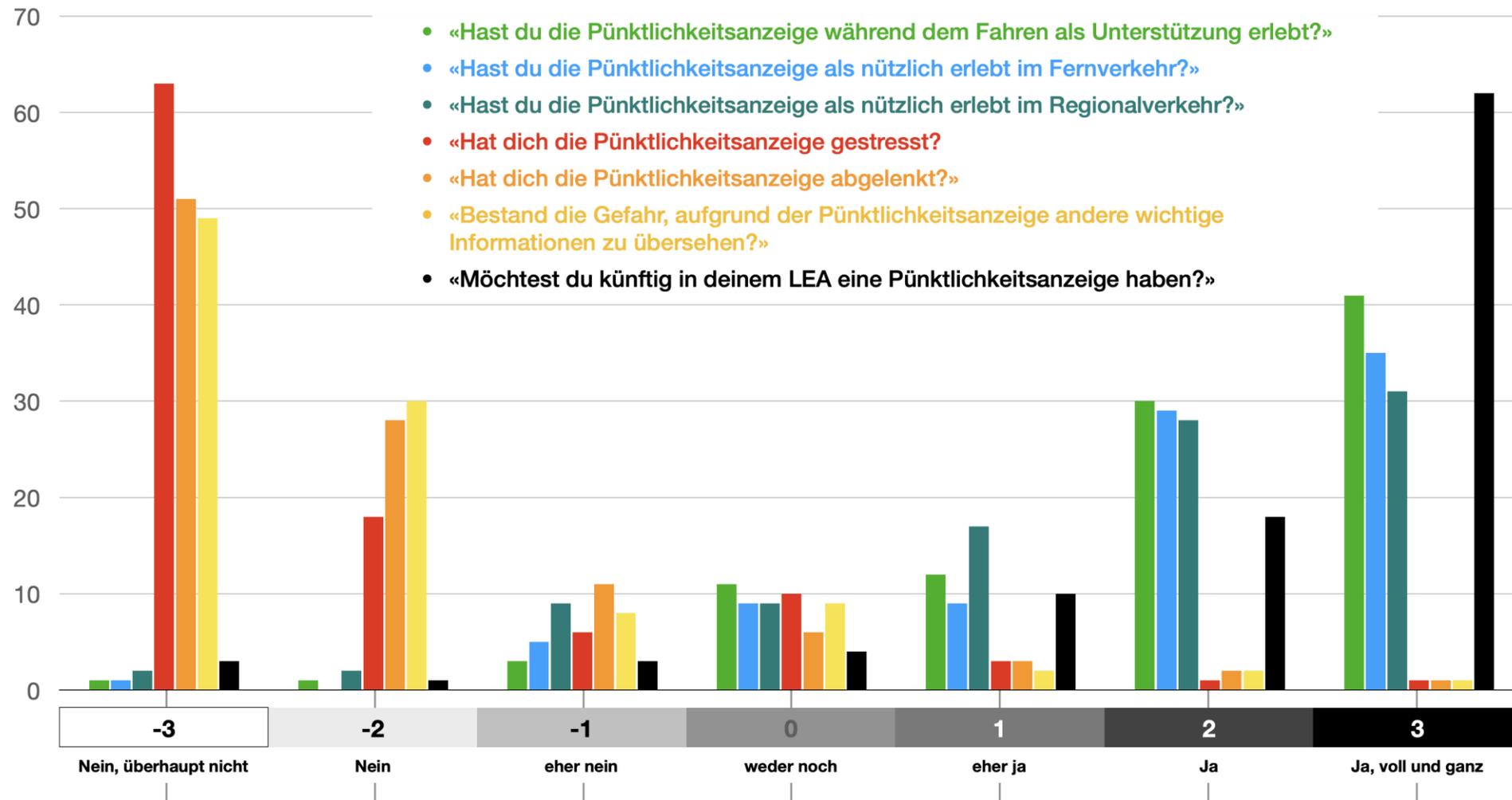
- Mittelwerte
- Balken = 0.15
 - Ziffern = 1.85

- Unterschied signifikant?
- Ja

Zusammenzug und Auszug aus der Umfrage bei 107 Test-LokführerInnen.

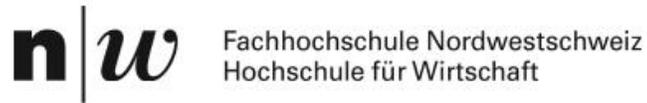
Praxistest 31.08. – 14.10.22. Positive Feedbacks und breite Akzeptanz.

101 gültige Fragebogen. Erfassung Fragebogen nach einer Angewöhnungszeit von mind. 5 Tagestouren.



Ein Wirkungsnachweis wird allenfalls erst mit breiter Anwendung möglich. Einzelne Auswertungen zeigen Veränderungen im Fahrverhalten mit PüA.

Auszug aus einer Bachelorarbeit (Sommer 2022), welche den Einfluss einer Pünktlichkeitsanzeige auf die Arbeitsweise in der Betriebszentrale untersucht hat:



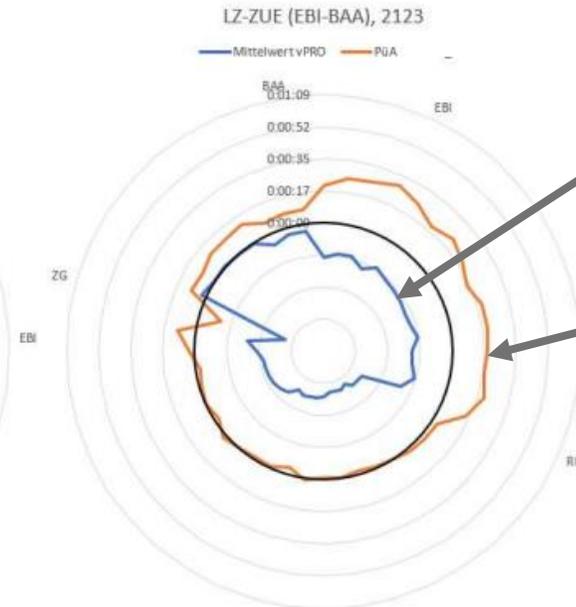
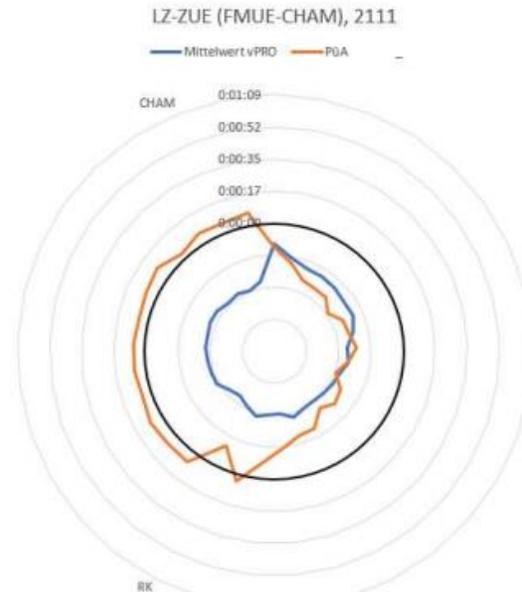
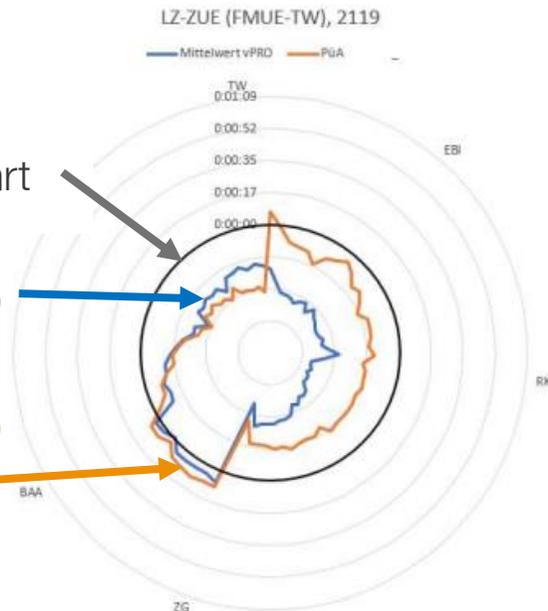
Studierendenprojekt



Nach vPRO
berechnete Fahrt

Fahrt mit vPRO

Fahrt mit vPRO
und PüA



Innerhalb des
schwarzen
Kreises:

Vorzeitigkeit

Ausserhalb:
Verspätung

Nach aktueller Planung soll die Pünktlichkeitanzeige bei SBB Personenverkehr Ende März 2023 eingeführt werden.

Mehrere EVU konnten die Anzeige bereits testen und wollen diese auch einführen.

	R150	PRO	An	Ab	11:48:31 11.03.22
140 160	160	60		11:54:1	
160	160	145	(11:55:4)		SBBP 4819 ADL
160 140	140	140	(11:57:5)		
140 125	130	110	12:00:1	12:01:3	Manövrieren
125	130	110	(12:02:4)		↑ ↓
130	140	105	(12:04:0)		☾
	140	105	(12:05:0)		Spalten
	140	105	(12:07:1)		
	140	105	(12:07:4)		
	140	105	(12:11:1)		
140 110	130	105	(12:14:4)		



Die Daten für die Pünktlichkeitanzeige werden den Normalspur-EVU diskriminierungsfrei über den bestehenden ADL-Kanal zur Verfügung gestellt.

Vielen Dank!