

Energiesparen mit dem Fahrerassistenzsystem beim Desiro HC RRX

FBS-Anwendertreffen Frühjahr 2019
Dr. Thorsten Frenzke, 11.04.2019 in Kassel

Inhaltsverzeichnis



1. Siemens Mobility – Rolling Stock
2. Desiro HC für RRX
3. LCC-Kosten und energiesparende Fahrweise
4. Fahrerassistenzsystem beim RRX
5. FAS-Datenversorgung
6. Ausblick



SIEMENS
Ingenuity for life

Rolling Stock

Ihr professioneller Partner für
den Schienenverkehr

© Siemens Mobility GmbH 2019

[siemens.com/mobility](https://www.siemens.com/mobility)

Organisationsstruktur Siemens Mobility



Michael Peter
(CEO)

Sabrina Soussan
(CEO)

Karl Blaim
(CFO)

Business Units

Mobility Management



Michael Peter (CEO)

Timo Nentwich (CFO)

Produkte, Lösungen und Gesamtanlagen zur Automatisierung und Optimierung des Schienen- und Straßenverkehrs

Turnkey Projects & Electrification



Ralph Hasselbacher (CEO)

Carsten Schladitz (CFO)

Gesamtlösungen für den Bahn- und Straßenverkehr sowie Bahnelektrifizierungslösungen

Rolling Stock



Sabrina Soussan (CEO)

Marko Feulner (CFO)

Schienenfahrzeuge für den Nah-, Regional und Fernverkehr sowie Produkt- und Systemlösungen für den Personen- und Güterverkehr

Customer Services



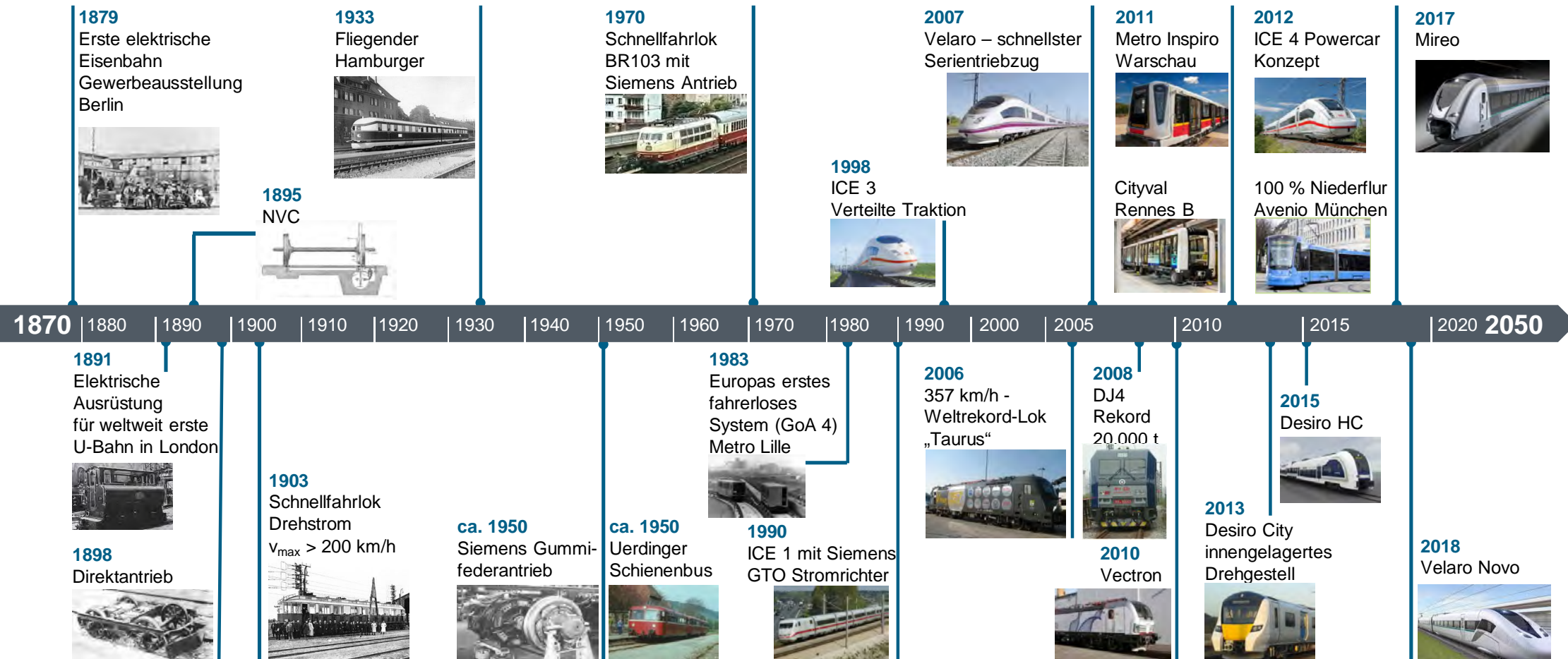
Johannes Emmelheinz (CEO)

Laurenz Kirsch (CFO)

Dienstleistungen und Tools für den Service von Straßen- und Schieneninfrastruktur sowie Schienenfahrzeugen

Siemens ist Begründer der Elektromobilität und hat wesentliche Innovationen für die Bahntechnik geprägt

SIEMENS
Ingenuity for life



Unrestricted © Siemens Mobility GmbH 2019

Rolling Stock ist globaler Anbieter von Schienenfahrzeugen und Systemlösungen für Personen- und Güterverkehr

SIEMENS
Ingenuity for life

High Speed
& Intercity



Light Rail
& Val



Commuter,
Regional &
Passenger
Coaches



Loco-
motives



Metros



Bogies &
Traction
Drives

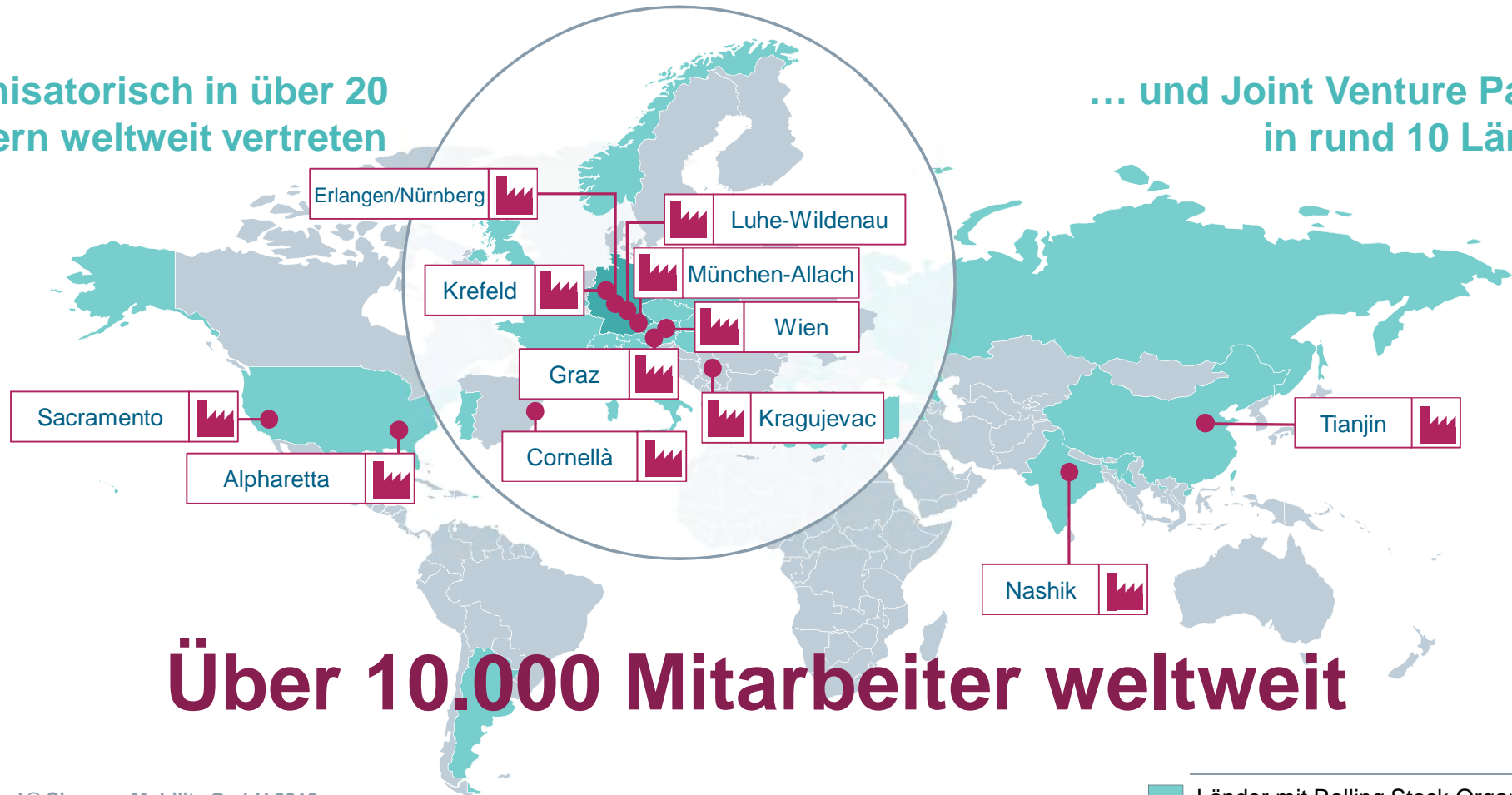


Rolling Stock sichert Arbeitsplätze auf der ganzen Welt



Organisatorisch in über 20
Ländern weltweit vertreten

... und Joint Venture Partner
in rund 10 Ländern



Über 10.000 Mitarbeiter weltweit

Desiro HC (RRX)

SIEMENS
Ingenuity for life

- Kombiniert jeweils die Vorteile eines Ein- und Doppelstock-Zuges
- Kostengünstiger und energiesparender als ein reiner Doppelstock-Zug bei vergleichbarer Fahrgastkapazität
- Konsequenter Fokus auf den Aspekt des „Lebenszyklusmodells“



82 elektrische Triebzüge Desiro HC für Zweckverbände NRW / Rhein-Ruhr-Express

SIEMENS
Ingenuity for life



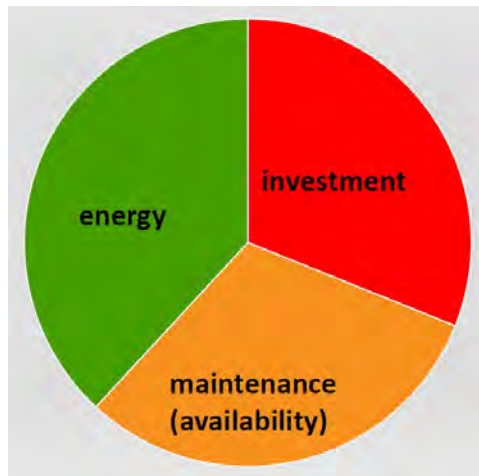
Technische Daten

| | |
|-----------------------|-----------------------------|
| Lieferzeitraum | 2018-2020 |
| Konfiguration | 4-Teiler |
| Netzspannung | AC 15 kV / 16,7 Hz |
| Traktionsleistung | 4.000 kW |
| Höchstgeschwindigkeit | 160 km/h |
| Spurweite | 1.435 mm |
| Kapazität | 400 Sitzplätze |
| Anzahl Fahrzeuge | 82 |
| Lieferumfang | Gesamtfahrzeuge und Service |

Lebenszykluskosten als Vergabekriterium beim Rhein-Ruhr-Express

Energieverbrauch

- Energiekosten bilden Hauptanteil der Lebenszykluskosten
- beim RRX realitätsnah und damit hoch bewertet
- Verbrauch durch Hersteller zu gewährleisten, nachzuweisen und Pönale bei Nichteinhaltung
 - Technische Optimierung des Fahrzeugs
 - Optimierung Betriebsweise ⇒ Fahrerassistenzsystem



Life Cycle Approach RRX

Quelle: Rhein-Ruhr-Express (RRX).
Rolling Stock Procurement and Lifecycle
Cost: What about Energy? G. Böck
(VRR), C. Trescher (TÜV Rheinland),
Wien, RTA-Workshop 03.07.2015.



Energieverbrauch und Fahrweise

Der Traktionsenergieverbrauch für eine Zugfahrt hängt von vielen Einflussgrößen ab:

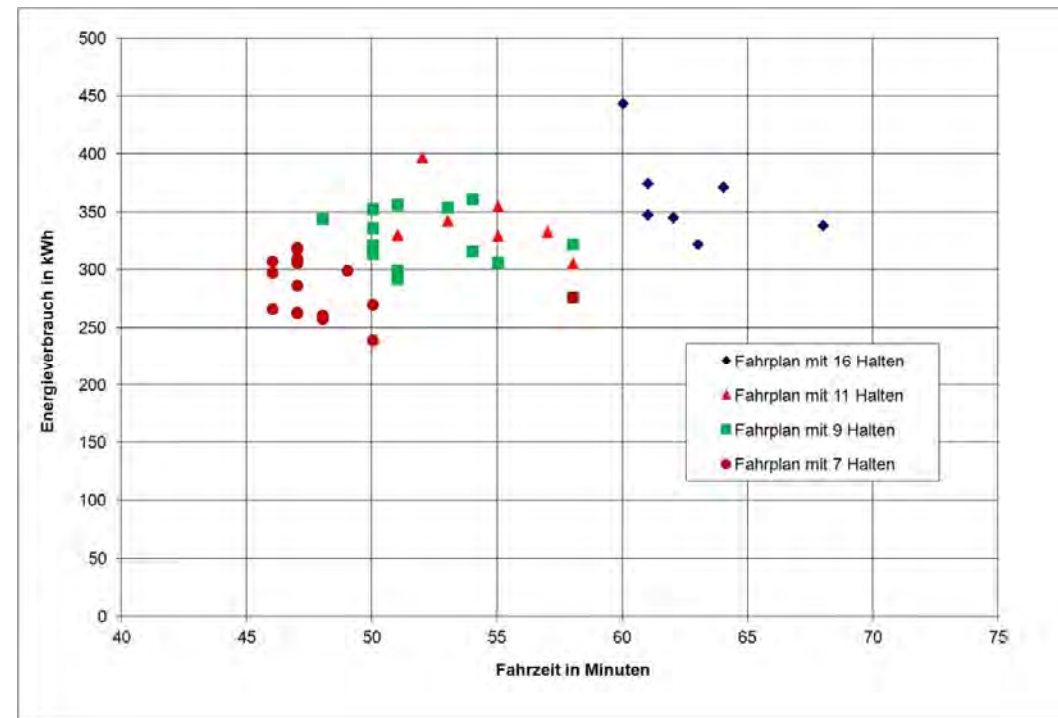
- Fahrzeugeigenschaften
- Gegebenheiten der Strecke
- äußere Umgebungsbedingungen
- betriebliche Störeinflüsse
- Fahrplan (Halte, Fahrzeiten)

und

- individuelle Fahrweise des Triebfahrzeugführers

Tendenziell nimmt der Verbrauch, bei identischen Halten, bis hin zur technisch kürzest möglichen Fahrzeit immer weiter zu.

⇒ Hohes Einsparpotential durch optimale Fahrweise!



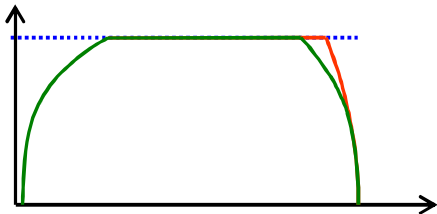
Streuung des gemessenen Energieverbrauchs eines Regionaltriebzugs bei Zugfahrten auf derselben Strecke

Energiesparende Fahrweise

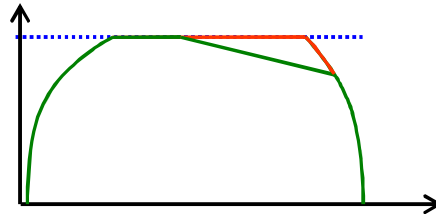
Bei der Fahrplankonstruktion werden Fahrzeitreserven (Regelzuschlag, Bauzuschlag etc.) eingeplant. Sofern diese Reserven nicht für das Aufholen von Verspätungen, für Langsam-Fahrstellen o. ä. benötigt werden, können sie genutzt werden, um besonders energiesparend zu fahren.

Grundstrategien:

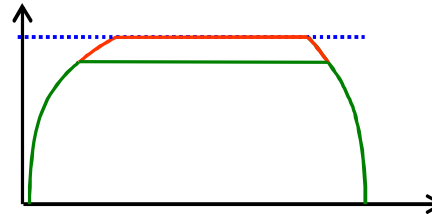
Elektrisch Bremsen



Rollen



Geschwindigkeitssenken



Randbedingung:

- nächsten Halt oder Durchfahrt nicht vor Plan, sondern möglichst exakt erreichen
- Sicherheit der Zugfahrt hat immer Vorrang

Fahrerassistenzsystem des Desiro HC



Das Fahrerassistenzsystem („FAS“) ist ein fahrzeugseitiges System, das den Triebfahrzeugführer durch einfache Fahrempfehlungen bei einer möglichst energiesparenden Fahrweise unter Einhaltung des Fahrplans unterstützt.

Ziele

- Pünktliche Ankunft, Abfahrt und Durchfahrten
- Nutzung der Fahrplanreserven für eine energieoptimale Fahrweise

Nutzen

- Einsparung Traktionsenergie (Potenzial ca. 5 bis 15 % Energieverbrauch)
- Erhöhte Pünktlichkeit
- Verminderter Bremsenverschleiß
- Reduzierte Energie- und Wartungskosten
- Geringere CO₂-Emissionen



Beispiele für angezeigte Fahrempfehlungen beim Desiro HC

Fahrerassistenzsystem – vollständig integriert



Das FAS ist vollständig in das Fahrzeug integriert und optimal darauf abgestimmt.

Vorteile der Integration

- Anzeige Fahrempfehlungen in vorhandenem Display an optimaler Position direkt im Blickfeld des Tfs
- Automatische Übernahme der Zugnummer und weiterer Zugparameter, z.B. Zuglänge, Fahrwiderstand, Masse, Antriebs- und Bremskraftdiagramme, Konfiguration bei Mehrfachtraktion, Verlustleistungen, Bremsblending
⇒ Der Tf muss keinerlei Daten eingeben
- Signale der Fahrzeugsteuerung nutzbar

Fahrempfehlungen

- bewusst einfache Symbole, übersichtlich, ergonomisch
- optional: akustische Hinweistöne aktivierbar
- Anzeige jederzeit manuell deaktivierbar, in vorher festgelegten Streckenabschnitten auch automatisch



Fahrerpult mit Anzeige der Fahrempfehlungen im BuD-Terminal (rechts)

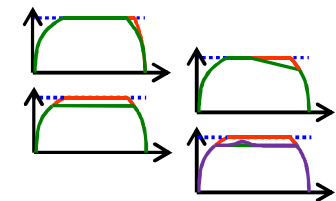
Fahrerassistenzsystem – Wie funktioniert es?



Vor der Zugfahrt

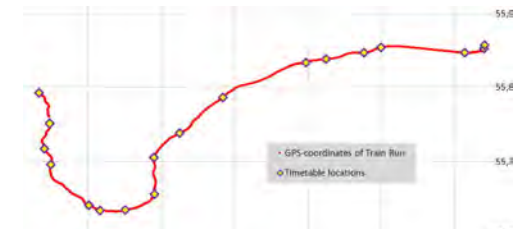
- Benötigte **Buchfahrplan- und Infrastrukturdaten** (Streckengeographie, örtliche Höchstgeschwindigkeit, Gradienten etc.) werden auf dem Fahrzeug gespeichert.
- Nach Eingabe der Zugnummer werden basierend auf den relevanten Fahrplan-, Strecken- und Fahrzeugdaten **energiesparende Fahrkurven** für die Zugfahrt berechnet.
- Das Fahrerassistenzsystem wählt die optimale Fahrkurve aus.
- Der Tf erhält **integriert ins Führerstands-Display Empfehlungen** (z.B. Beharrungsgeschwindigkeit oder Rollphasen) um der Fahrkurve zu folgen.

```
nrf:node position="180495.1" longitude="6.21535" latit:
nrf:node position="180545.1" description="F" longitude=
airunit:route>
inrunt:timestamp reference:timestamp="2017-09-27T06:22:00"
peration:entry position="0" description="A" arrival="12:
peration:entry position="18296.3" description="B" arriv
peration:entry position="24328.4" description="C" arriv
peration:entry position="36499.6" description="D" arriv
peration:entry position="42574.7" description="E" arriv
peration:entry position="54738.9" description="F" arriv
```

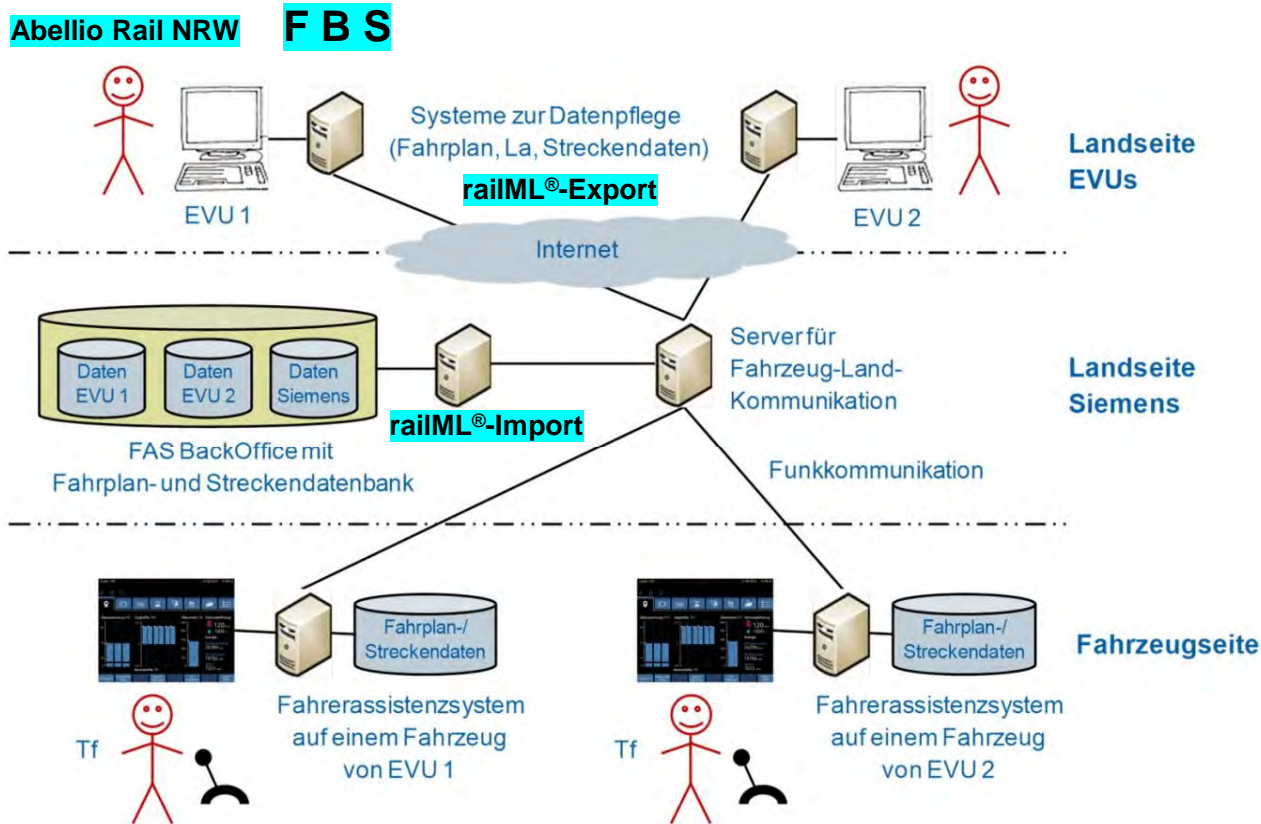


Während der Zugfahrt

- Das FAS bestimmt kontinuierlich die aktuelle Position auf der Strecke.
- Das **FAS reagiert online auf Abweichungen** vom empfohlenen Fahrverlauf und passt die Fahrempfehlungen entsprechend der verbleibenden Zeitreserve an.



FAS-Datenversorgung – Wie kommen die Daten aufs Fahrzeug?



Landseitiges System zur Datenversorgung des Fahrerassistenzsystems

Beim RRX gibt es zurzeit zwei EVUs. Die Pflege der vom FAS benötigten Fahrplan- und Streckendaten obliegt den EVUs. Sie können die Daten bei Änderungen remote auf ihrer Teilflotte aktualisieren:

- EVU sendet die Daten im Format railML V2.x über ein bereitgestelltes Machine-Machine-Interface¹⁾ (REST) an das „FAS BackOffice“
- Bei erfolgreicher Validierung erfolgt eine automatische Verteilung auf die Fahrzeuge der jeweiligen EVUs über die zentrale Fahrzeug-Land-Kommunikation

Die Datenübertragungen erfolgen dabei unter Nutzung effektiver Security-Mechanismen.

¹⁾ wird aktuell von EVU-Seite noch nicht genutzt

FAS-Datenversorgung – Datenaustausch mittels railML®-Format

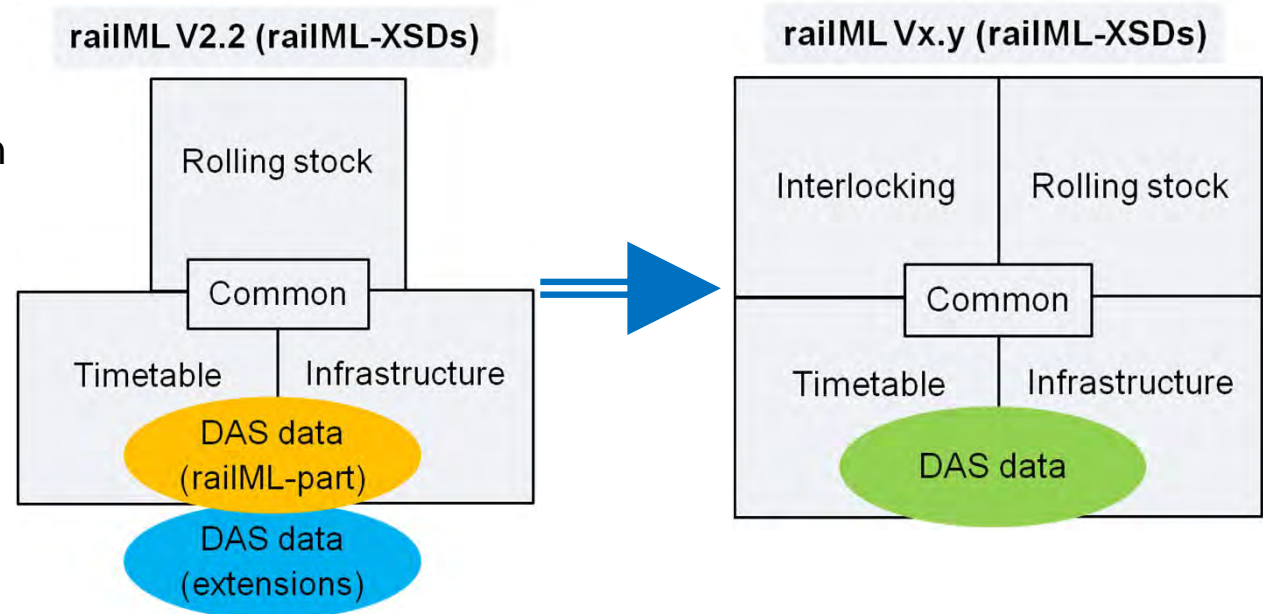
Beim RRX erfolgt der Austausch der FAS-Daten unter Verwendung von railML® Version 2.x:

- FBS verwendet Exportschnittstelle
- Siemens FAS BackOffice hat eine zertifizierte Import-Schnittstelle

Das Vorwärtkommen war manchmal mühsam, führte aber letztlich zum Ziel:
Die Daten der Linie RE11 werden erfolgreich importiert!

Für einige FAS-spezifische Funktionen werden aktuell noch eigene Erweiterungen verwendet.

Es ist beabsichtigt, diese Elemente / Attribute zukünftig in den Standard einzubringen und damit für die Allgemeinheit nutzbar zu machen.



Fahrerassistenzsystem RRX – bisherige Bewährungsproben



Inbetriebsetzung – ab Juli 2017

- Erste Testfahrten mit Fahrerassistenzsystem auf Desiro HC-Fahrzeugen im Siemens Prüfcenter Wildenrath.
Verbesserung ergonomischer Aspekte

Streckenfahrten – April und Mai 2018

- Testfahrten auf den späteren RE-Linien um GPS-Daten aufzuzeichnen und Streckendaten zu validieren.
Empfehlungen des Fahrerassistenzsystems zeitweise aktiviert.

Energie-Nachweisfahrten – Ende Mai 2018

- Im Prüfcenter Wildenrath werden die Nachweisfahrten zum garantierten Traktionsenergieverbrauch - gemäß den Empfehlungen des Assistenzsystems - erfolgreich absolviert!

Betriebsaufnahme – 09.12.2018

- Auf der Linie RE 11 erfolgt pünktlich die Betriebsaufnahme.
- Zurzeit noch Warten auf FAS-Erprobung gemeinsam mit Abellio und Einsatz im produktiven Umfeld.



Desiro HC 462 007 während GPS-Messfahrten
am 22.04.2018 in Düsseldorf Hbf



Fahrerassistenzsystem – Was sind die nächsten Schritte?

Weitere Erprobung im Betrieb beim RRX

Nutzung von Online-Daten zur dynamischen Fahrplanlage

- Vermeidung unnötiger Signalhalte, Brems- und Anfahrvorgänge
- Vernetzung mit Disposition/Betriebszentralen

Hybrid-Fahrzeuge mit Batterie und/oder Brennstoffzelle

- niedriger Verbrauch ist entscheidend
- integriertes FAS in Kombination mit Energiemanagement
- weitere Daten notwendig, z.B. Umlaufpläne hilfreich

Automatisiert und energiesparend fahren

- Geschwindigkeitsregelung / AFB setzt Fahrempfehlungen um
- Erfordert zwingend ein ins Fahrzeug integriertes FAS
- Hohe Anforderungen an die Datenintegrität!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

SIEMENS
Ingenuity for life



Siemens Mobility GmbH
Rolling Stock

Dr. Thorsten Frenzke
MO RS EN PT SD

Werner-von-Siemens-Str. 61
91052 Erlangen
Deutschland

Mobil: +49 162 2563168

E-Mail:
thorsten.frenzke@siemens.com

[siemens.com/mobility](https://www.siemens.com/mobility)