



SBB CFF FFS



# Weichenstellung für die Mobilität der Zukunft: ERTMS und Führerstand- signalisierung im Fokus

14. Mai 2025 | Ulrich Roth, Patrik Kaufmann, Florian Kappler



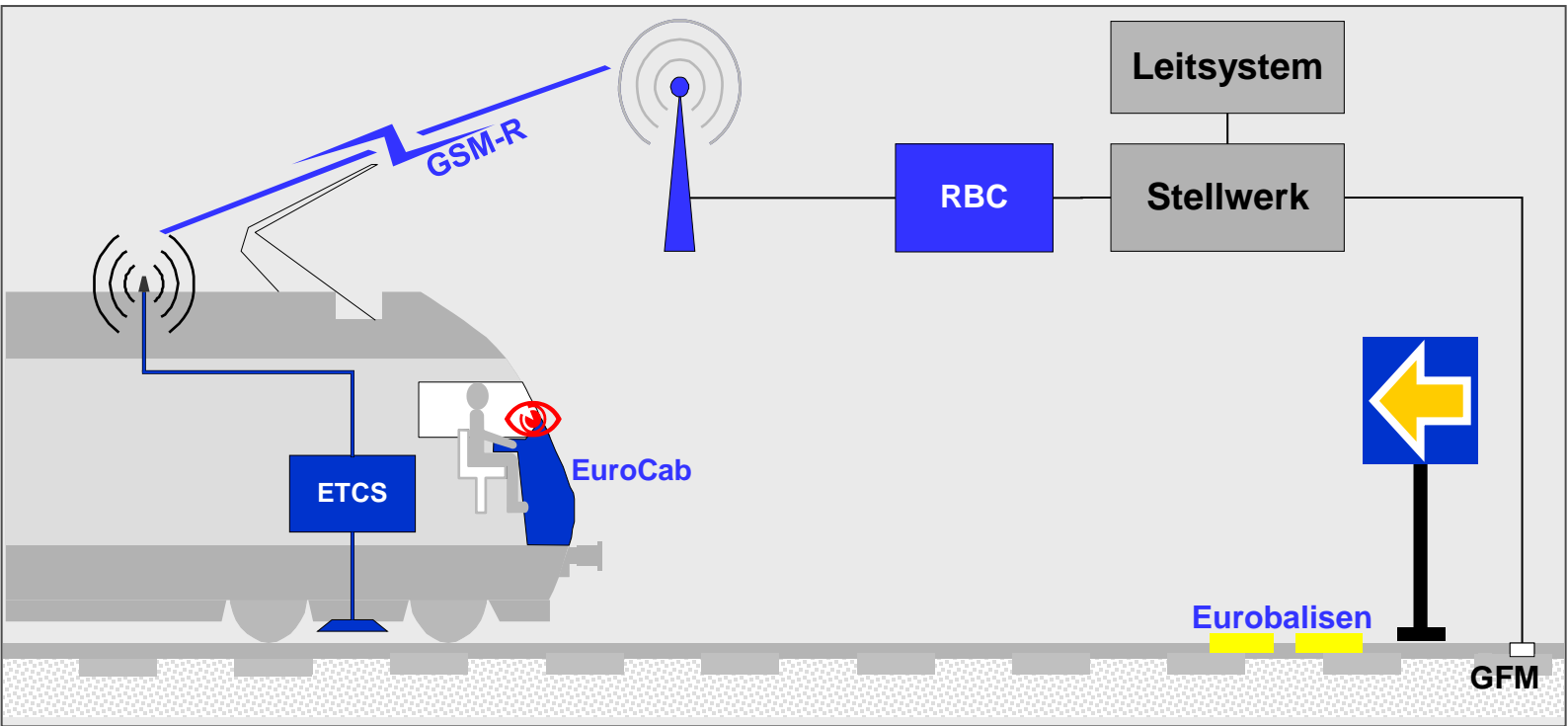


# Workshop «ERTMS & Führerstandsignalisierung im Fokus»

- **ETCS L2 in der Schweiz** bis zur ERTMS-Strategie
- Umsetzungskonzepte FSS der BLS und SBB
- Führerstandssignalisierung von Bern-Schwarzenburg



# Was ist Führerstandssignalisierung ETCS L2.

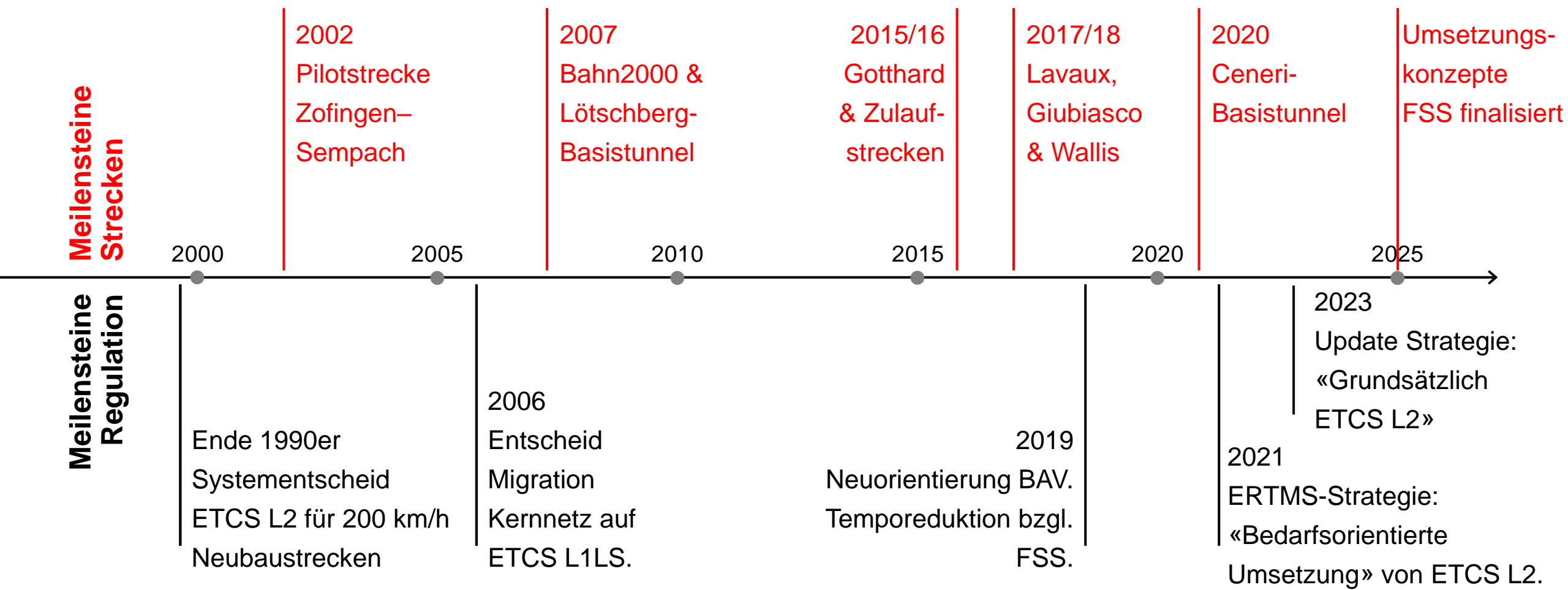


- Europäisch standardisiertes Zugsicherungssystem
- Keine aktiven Aussensignale
- Kontinuierliche Verbindung Strecke-Fahrzeug
- Das Fahrzeug übermittelt laufend Position und Geschwindigkeit.
- Fahrerlaubnis und Geschwindigkeitsvorgaben werden ans Fahrzeug gesendet und durch den Fahrzeugrechner überwacht.

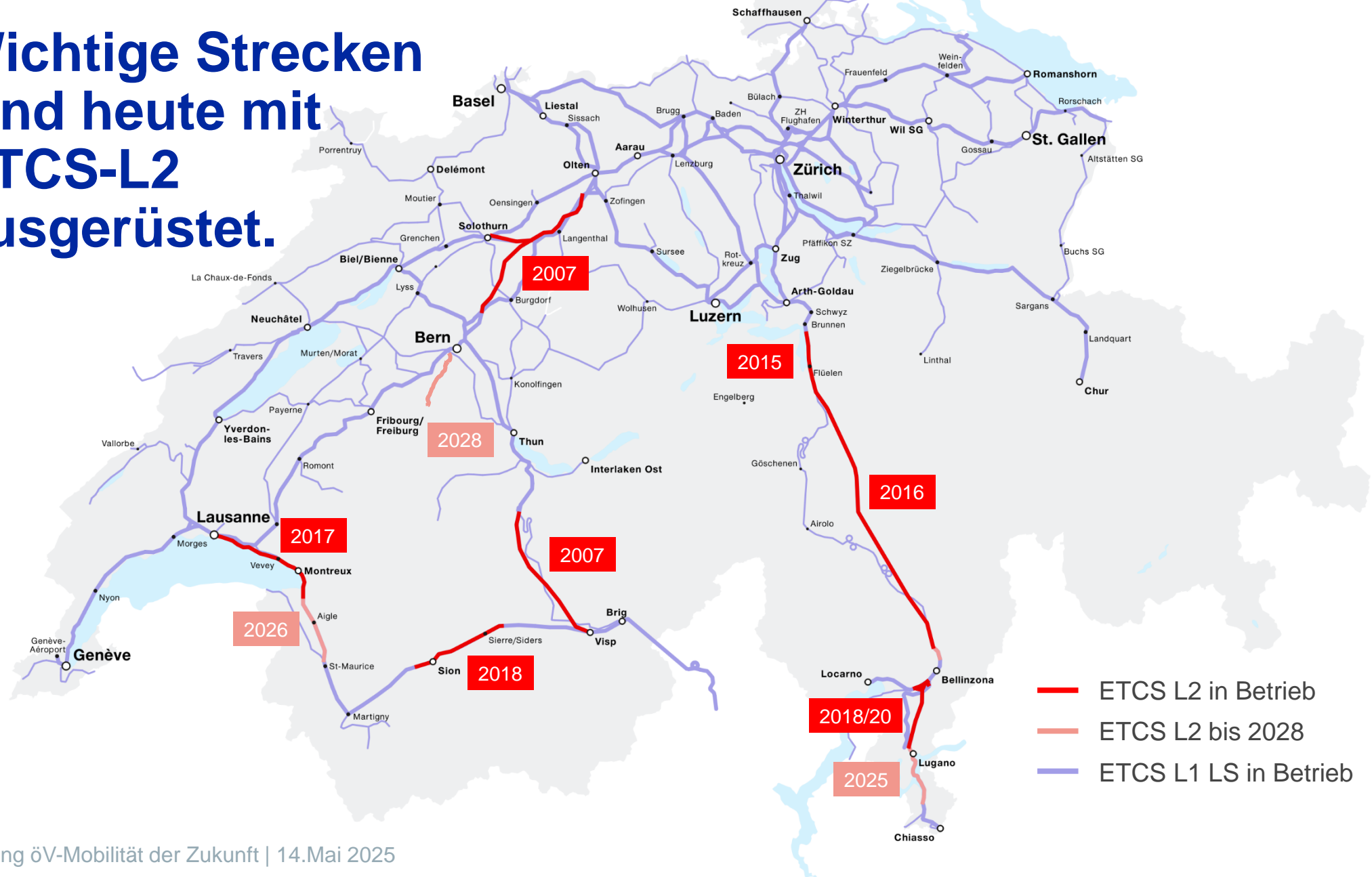


Quelle: Wikipedia&SBB

# Von den ersten ETCS-L2 Gehversuchen zur Planung eines Rollouts in der Schweiz.



# Wichtige Strecken sind heute mit ETCS-L2 ausgerüstet.



# —○ Führerstandsignalisierung mit ETCS-L2 bietet Potenziale für verbesserte Kapazität und Stabilität.



Ablösung von Sicherungsanlagen und mobiler Zugkommunikation mit aktueller Technologie



Internationale Interoperabilität mit Standard ETCS-Ausrüstung



kürzere Blockabschnitte möglich



Basis für weitere Assistenzsysteme und Automatisierungen



Verzicht auf Aussensignale



Wegfall fester Vorsignalabstände



sofortige Umsetzung der Fahrtbegriffs-Aufwertung

# Leistungsfähigkeit und Effizienz des Bahnsystems werden (auch) mit neuen Technologien gesteigert.

## Zielsetzung



Mehr Züge auf bestehender Infrastruktur



Flexibilität bei Angebot und Anlagenanpassungen



Robustheit / Zuverlässigkeit im System



Beherrschung des Substanzerhalts



Wirtschaftlichkeit & Betreibbarkeit des Netzes



**u.a. Realisierung Ausbauschritt AK35**

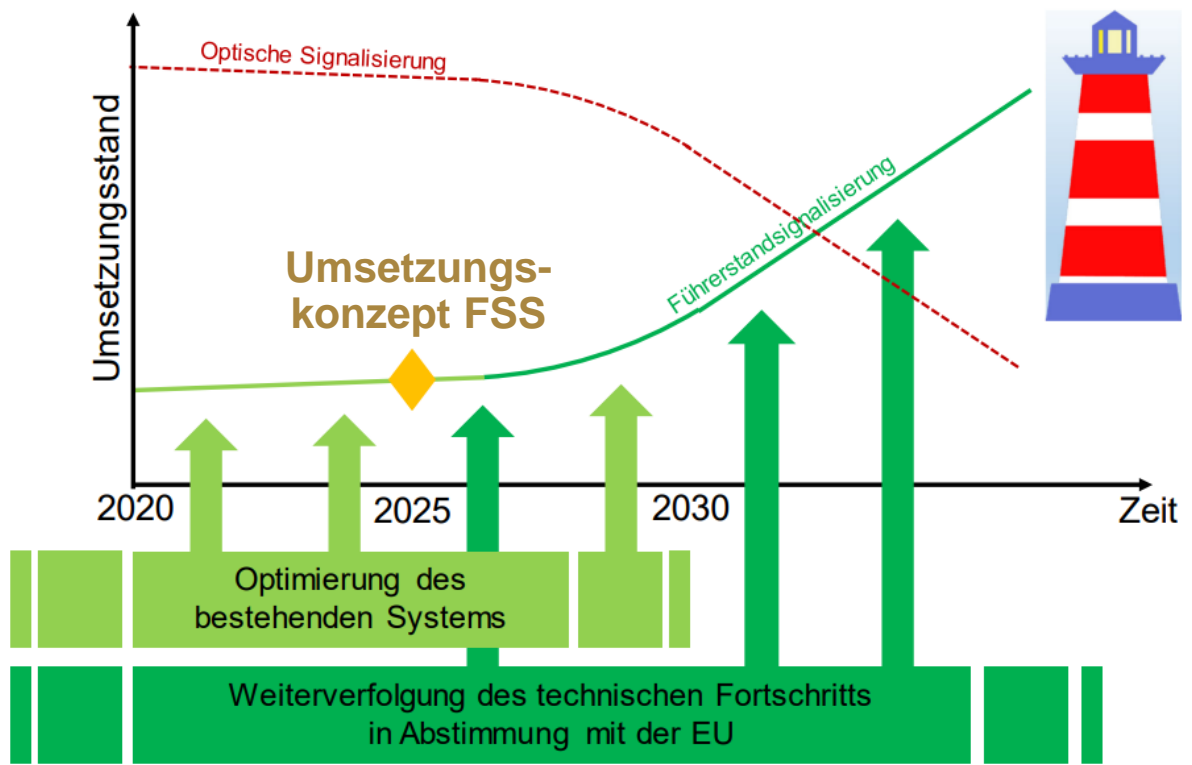
- Bsp. Angebotskonzept Jurasüdfuss erforderte ETCS L2
- Stabilität Fahrplan

# Das BAV fordert die Bahnen auf, die ERTMS-Strategie im interoperablen Netz umzusetzen.

Informationsschreiben ERTMS-Strategie des BAV an die Branche vom Dezember 2023

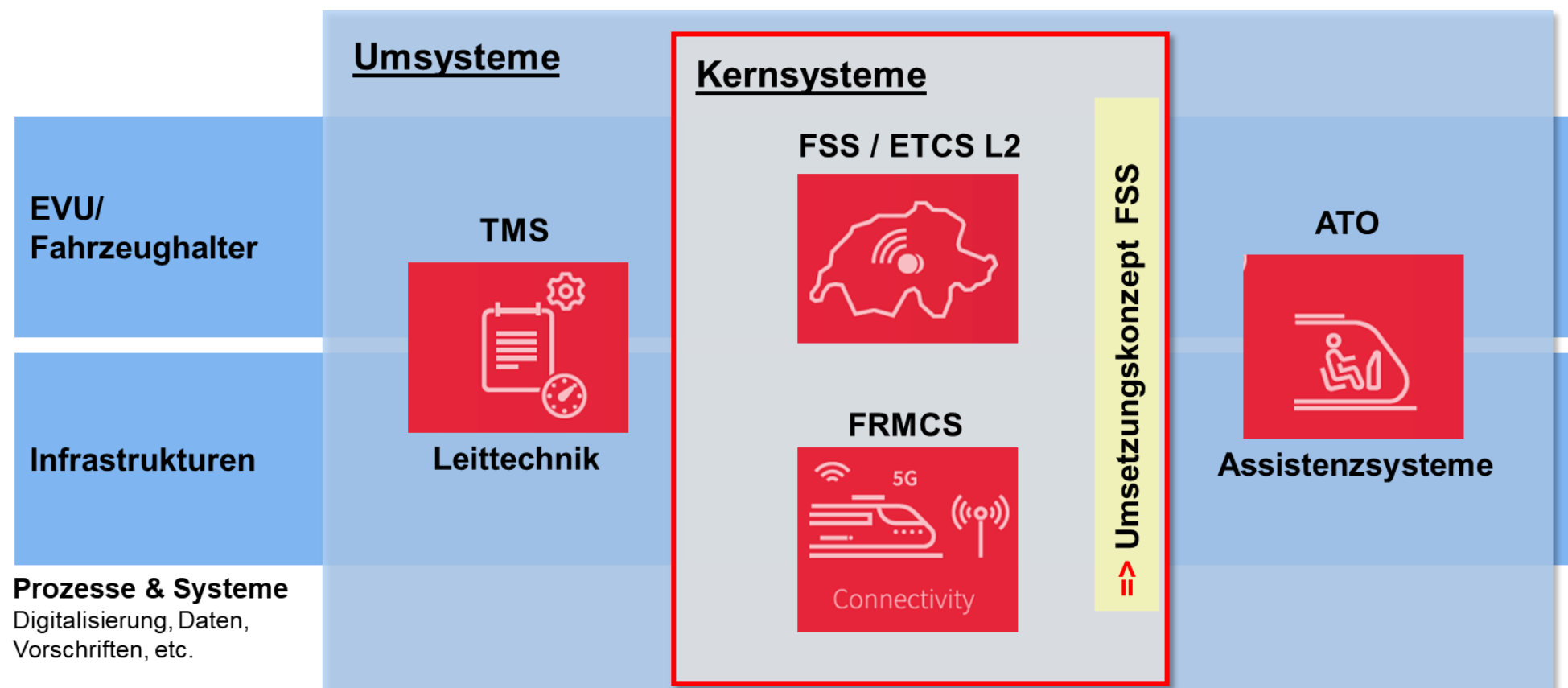


Quelle: BAV





# ERTMS wird umgesetzt. Im Kern stehen die Systeme der Führerstandsignalisierung (FSS).



# —○ Aufforderung BAV: ERTMS mit FSS umsetzen und entsprechende Umsetzungskonzepte erarbeiten.

## **ERTMS-Strategie des BAV:**

- «Neubauten und Erneuerungen werden mit FSS realisiert. Nur in begründeten Ausnahmefällen wird noch eine optische Signalisierung eingesetzt.»
- «Bis 2025 ist ein verbindliches Umsetzungskonzept der FSS für das interoperable Haupt- und Ergänzungsnetz zu erstellen.»

## **Die Bahnen verfolgen mit der Erstellung der Umsetzungskonzepte FSS folgende Ziele:**

- Erfüllung der Vorgaben der ERTMS-Strategie des BAV
- Erstellung abgestimmter, verlässlicher Planungsgrundlagen für ISB und EVU/Fahrzeughalter
- Erarbeitung sowohl bahnspezifischer wie auch eines Schweizweit abgestimmten Umsetzungskonzeptes FSS
- Aufzeigen des Finanzierungsbedarfs für die Umsetzung der FSS





# Workshop «ERTMS & Führerstandsignalisierung im Fokus»

- ETCS L2 in der Schweiz bis zur ERTMS-Strategie
- **Umsetzungskonzepte FSS** der BLS und SBB
- Führerstandssignalisierung von Bern-Schwarzenburg



# Basierend auf Prämissen hat BLS ein "Basis-Szenario" für FSS-Umsetzung erstellt und bewertet.

Aufstellen und Abstimmen von Planungsprämissen

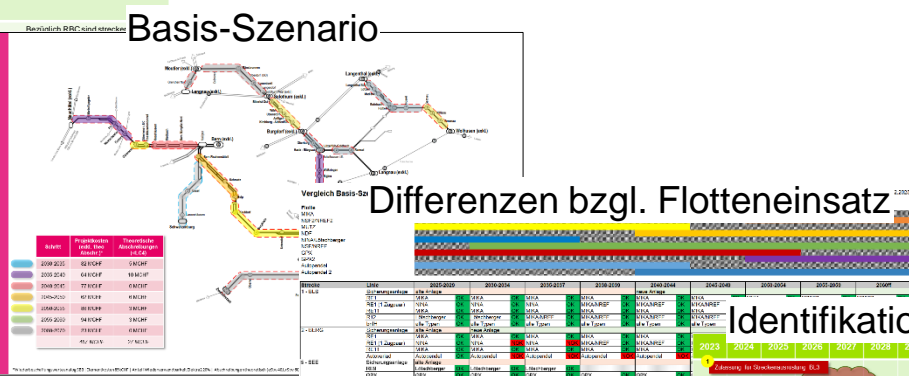
|                    | Nicht/kaum durch BLS beeinflussbar   | Durch BLS (mit-)beeinflussbar  | BLS-interne Prämissen   |
|--------------------|--|--|---|
| Sicherungsanlagen  | Neubauten und Erneuerungen werden mit FSS realisiert.                          | Projektkosten = Wiederbeschaffungswert + theoretische Abschreibung + Restnutzung eStw            | Ausnahmen zur Auflistung auf FSS werden SMB/MLB und Oberleitung – wegen mangelnder Fahrzeugenutzung mit FSS – sein. |
| Zugfunk            | CCS TSI für ETCS über FRMCS wird im 1. HJ 2028 erwartet                        | Rollout FRMCS (Strecke und Fahrzeuge) zwischen 2029 und 2035                                     | Umsitzung Bergstrecke auf ETCS L2 erst nach Vollausbau LBT.   |
| Fahrzeugausrüstung | Für eine Übergangsphase ist ein Dual-Mode-Ansatz fahrzeugspezifisch vorzusehen | BLS-P Fahrzeuge sind ab 2037 FSS-fähig (ETCS & FRMCS only)                                       |   |
|                    |  | Ablösung der Lötchberger/NINA-Flotte findet zwischen 2032 und 2037 statt.                        |   |
|                    |  | Lötchberger/NINA werden nicht mehr umgerüstet (bunker end, Sprechfunk mit einem (mobilen) Gerät) |   |

Ableiten eines «Basis-Szenarios»

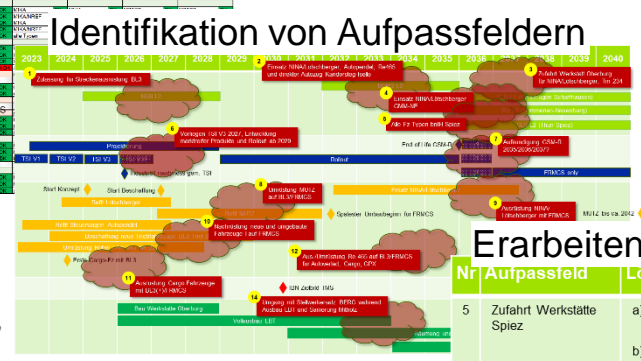
Aufzeigen von Differenzen mit projiziertem Flotteneinsatz

Identifikation von «Diskrepanzen» / «Aufpassfeldern»

Erarbeiten von Lösungsansätzen



Differenzen bzgl. Flotteneinsatz

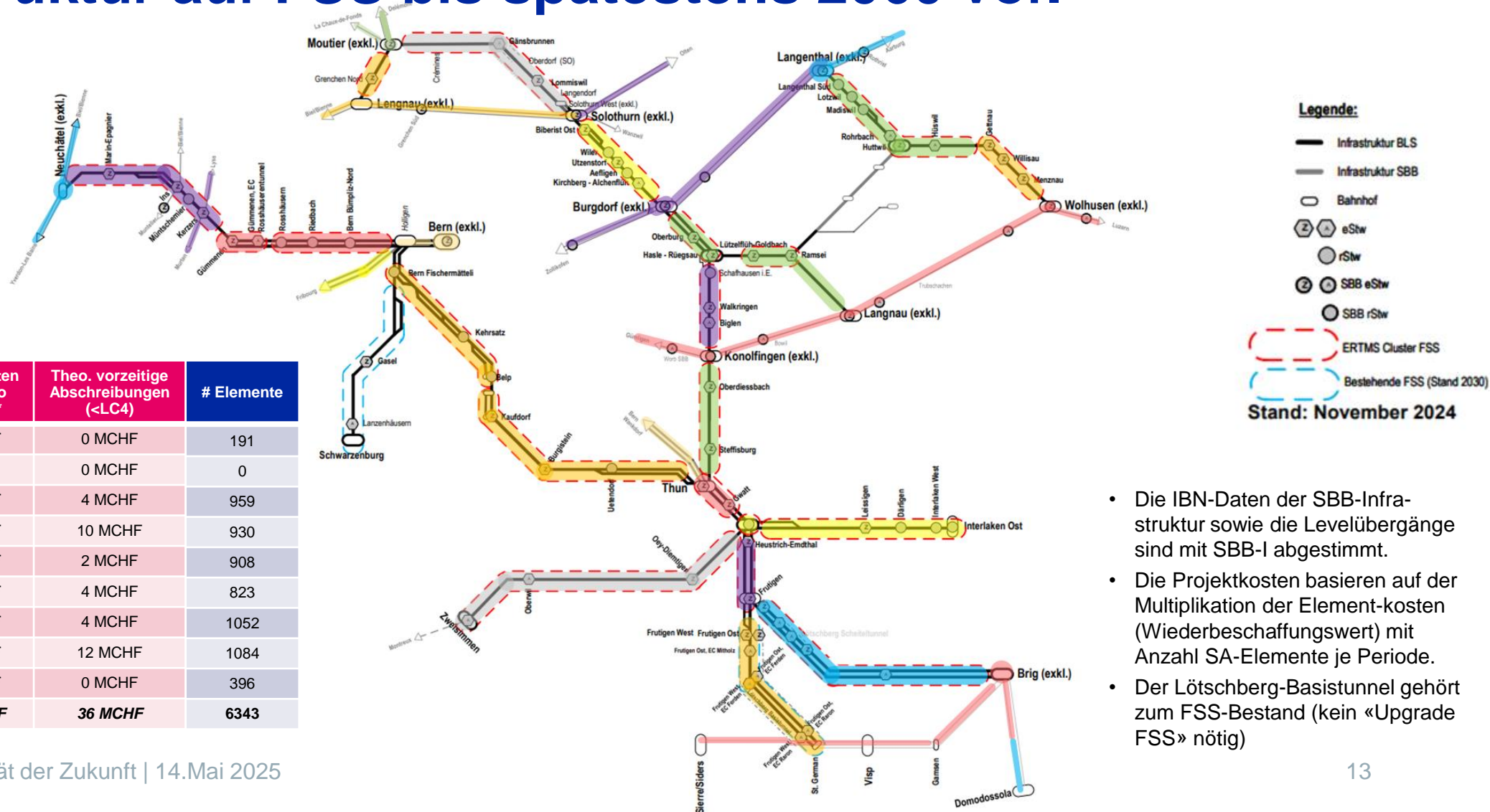


Erarbeiten von Lösungsansätzen

| Nr | Aufpassfeld                                 | Lösungsstrategien   |
|----|---|---|
| 5  | Zufahrt Werkstätte Spiez                    | a) IBN ETCS L2 im Stellwerkcluster Spiez nicht vor 2037 (ABN NINA/Lötchberger)<br>b) Zukunft Tm 234 (Ameise) im Rahmen der Flottenstrategie BLS-I und Strategie CO2-neutrale Flotte 2040 überprüfen |
| 9  | Ausrüstung NINA/Lötchberger mit FRMCS       | a) Umrüstung NINA/Lötchberger nur für Sprechfunk und Einsatz von einfach zu integrierenden Geräten und Fahrzeugeinsatz auf FRMCS-Rollout anpassen   |
| 13 | Abstimmung Stellwerksatz mit Grossprojekten | a) Weiterbetrieb Stellwerk durch lebensverlängernde Massnahmen bis Ende Vollausbau LBT<br>o STW-Ersatz BERG hat immer vor Ende Sanierung Mitholz zu erfolgen (End of Life)                          |



# Das Umsetzungskonzept sieht eine Umrüstung der BLS-Infrastruktur auf FSS bis spätestens 2060 vor.

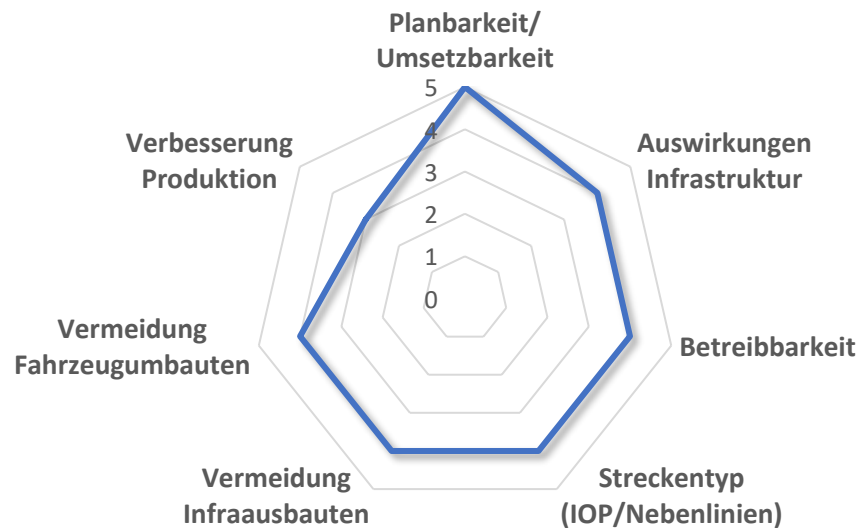


| Schritt LV         | Projektkosten (exkl. theo Abschr.)* | Theo. vorzeitige Abschreibungen (<LC4) | # Elemente  |
|--------------------|-------------------------------------|--|-------------|
| 2025-2028          | 17 MCHF                             | 0 MCHF                                 | 191         |
| 2029-2032          | 0 MCHF                              | 0 MCHF                                 | 0           |
| 2033-2036          | 84 MCHF                             | 4 MCHF                                 | 959         |
| 2037-2040          | 67 MCHF                             | 10 MCHF                                | 930         |
| 2041-2044          | 68 MCHF                             | 2 MCHF                                 | 908         |
| 2045-2048          | 67 MCHF                             | 4 MCHF                                 | 823         |
| 2049-2052          | 89 MCHF                             | 4 MCHF                                 | 1052        |
| 2053-2056          | 78 MCHF                             | 12 MCHF                                | 1084        |
| 2057-2060          | 28 MCHF                             | 0 MCHF                                 | 396         |
| <b>FSS-Upgrade</b> | <b>498 MCHF</b>                     | <b>36 MCHF</b>                         | <b>6343</b> |

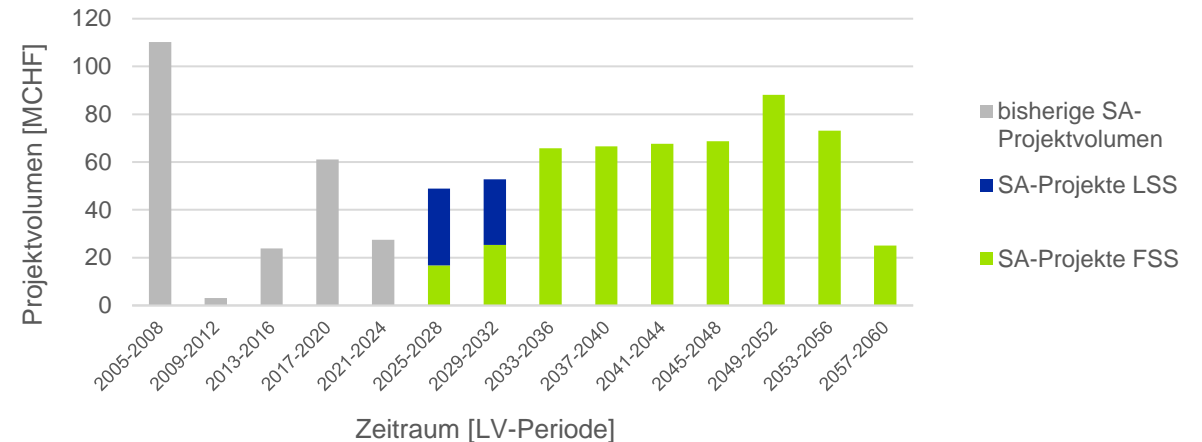
- Die IBN-Daten der SBB-Infrastruktur sowie die Levelübergänge sind mit SBB-I abgestimmt.
- Die Projektkosten basieren auf der Multiplikation der Element-kosten (Wiederbeschaffungswert) mit Anzahl SA-Elemente je Periode.
- Der Lötschberg-Basistunnel gehört zum FSS-Bestand (kein «Upgrade FSS» nötig)

# Die «Best-Variante» zeigt eine ausgeglichene Bewertung und ausgeglichenes, künftiges Projektvolumen.

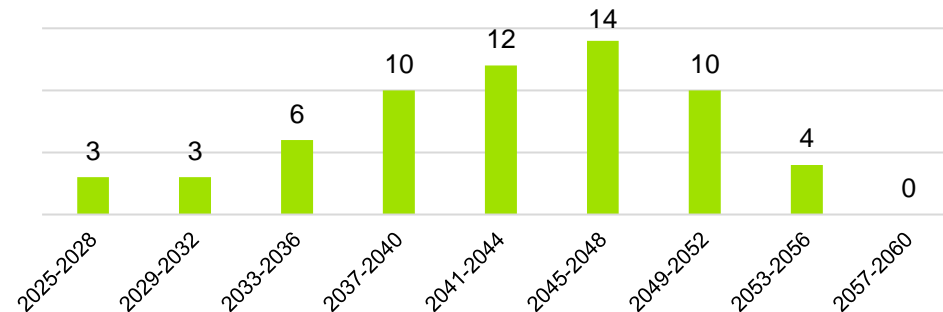
## Bewertung Szenario



## Umsetzbarkeit | Projektvolumen SA



## Betreibbarkeit | Anzahl Levelübergänge






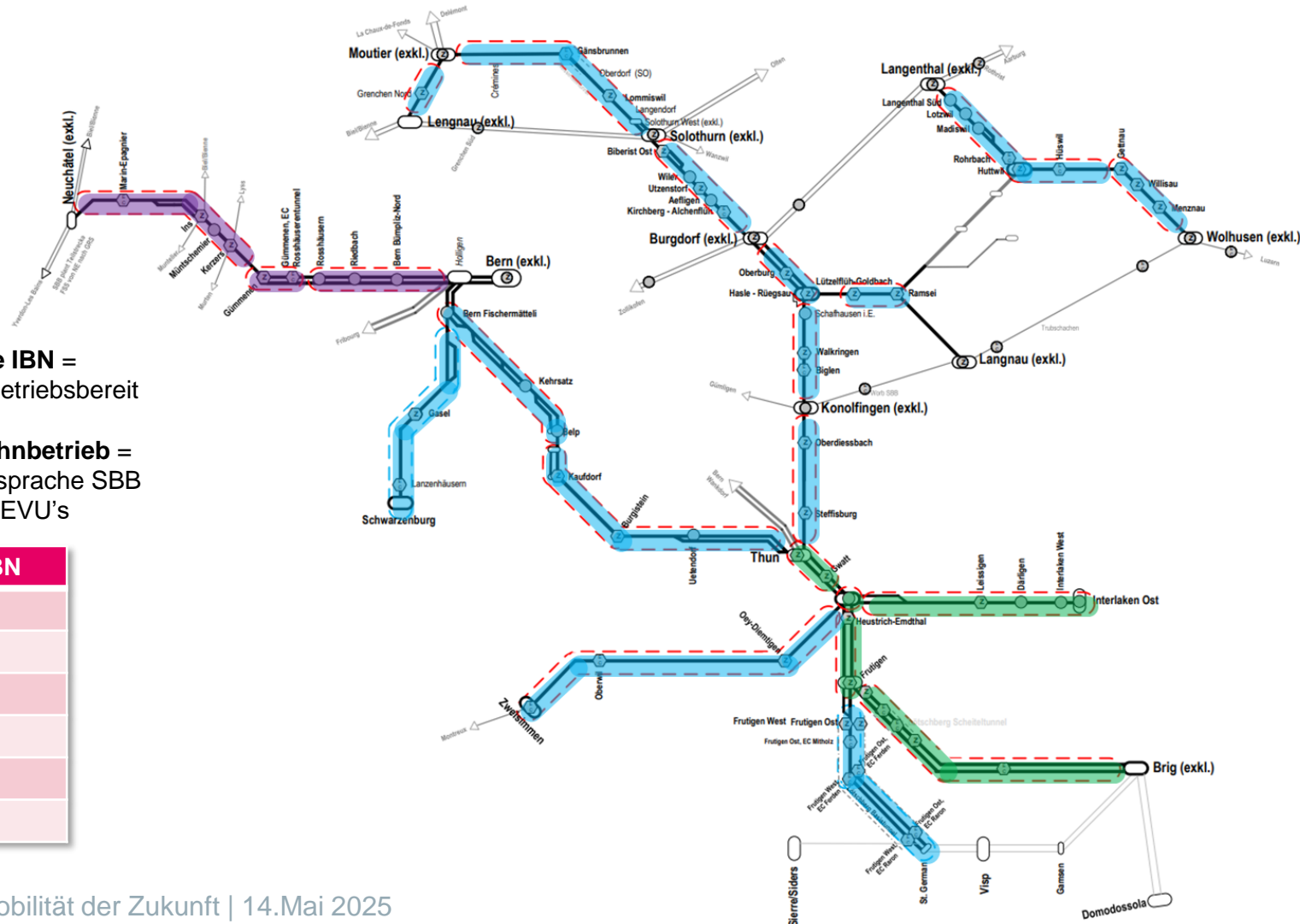
Berücksichtigt sind Levelübergänge zwischen ETCS L1LS <=> L2 innerhalb des BLS-Netzes sowie zwischen BLS- und SBB-Infrastruktur.



# —○ Auch wurde ein Zeitplan für die FRMCS Migration erstellt.

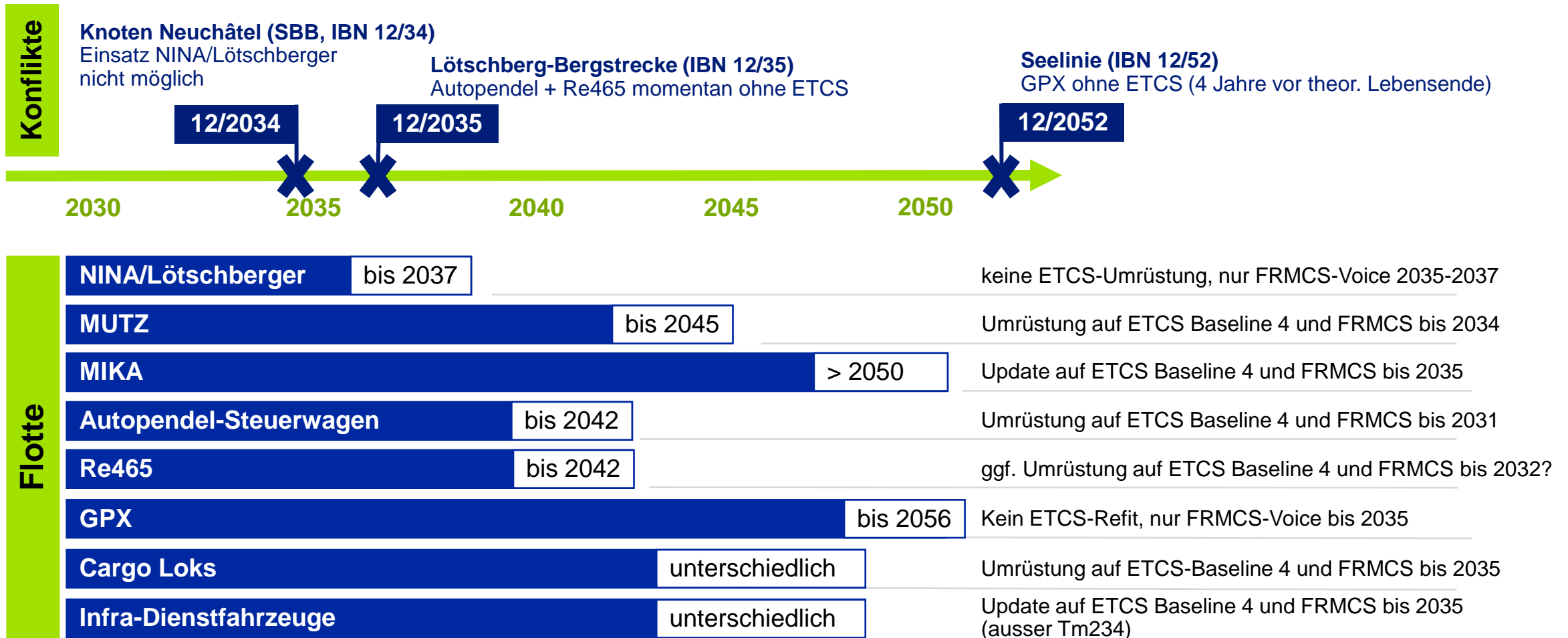
- **Termin technische IBN** = System technisch betriebsbereit und abgenommen.
- **Termin IBN für Bahnbetrieb** = im Anschluss in Absprache SBB und mit IB und den EVU's

|   | techn. IBN |
|---|------------|
|  | 2030       |
|   | 2031       |
|   | 2032       |
|   | 2033       |
|  | 2034       |
|  | 2035       |



Anmerkung:  
Für die Migrationsphase bis 2035 ist bei der mobilen Zugkommunikation fahrzeug- und streckenseitig ein Dual-Mode-Ansatz (GSM-R und FRMCS) vorzusehen.

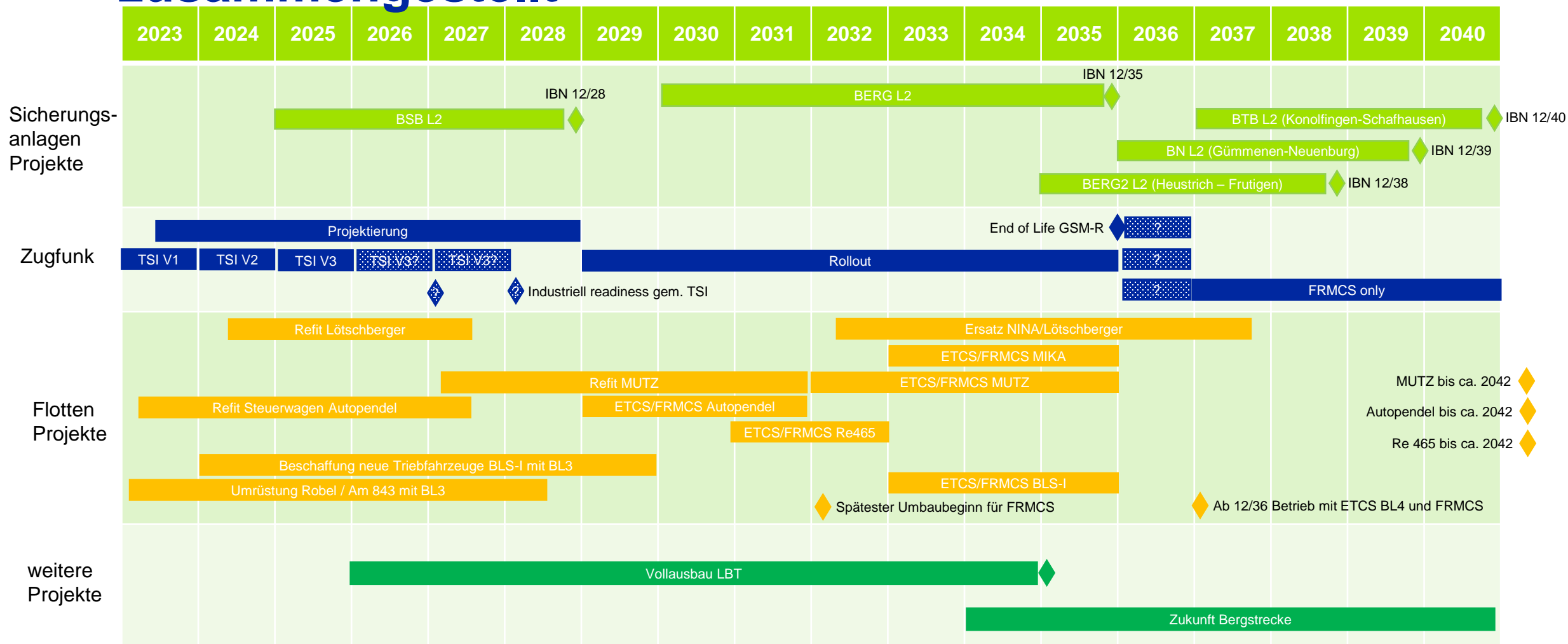
# Es bestehen nur wenige Konflikte zwischen Rollmaterialeinsatz und FSS-Aufrüstung Infrastruktur.



Flotten-Lebenszyklus



# Relevante SA- und Fahrzeug-Projekte wurden zusammengestellt



# Die Methodik der SBB schliesst komplexe Knoten mit ein.

## Rahmenbedingungen erkennen

|                     | Nicht/kaum durch SBB beeinflussbar  | Durch SBB mit-bewertbar   | SBB-interne Prämissen   |
|---------------------|---|---|---|
| Schienenlänge       | • RPS-re ETCS und RMACS sind angepasst zu implementieren                                  | • Die bestehende Topologie soll nicht wegen RPS angepasst werden müssen | • Umsetzung grosser Knoten nach Bestehendem RMACS (z.B. von der notwendigen Substruktur (2000) - Einzell von ATC/2002 auf Strecken im Kapazitätsbereich ab 2000 |
| Zugverkehrsleistung | • CCS 10 für ETCS der RMACS werden 140 Züge erlaubt                                       | • RMACS 10 für ETCS der RMACS werden 140 Züge erlaubt                   | • Budget-RPS und -RMACS sind einseitig in einer Übergangsphase zusammen zu fassen, möglich, wenn sichergestellt ist, dass keine negative Auswirkungen entstehen |
| Einflussgrößen      | • Alle Fahrzeuge sind als 201 RPS-ling ETCS & RMACS (mit Ausnahme Doppelstock ZS und ZS2) | • RMACS 10 für ETCS der RMACS werden 140 Züge erlaubt                   | • Rollmaterialeinsatz   |

**Schärfung / Ergänzung der Prämissen**

**Erstellen der Stellwerk Cluster**

**Identifikation von «Aufpassfeldern»**

## Übersicht schaffen

**Rollmaterial**

**Flottenmigration & Einsatzplanung relevante EVU / Linie**

**Projekte SBB I**

**Erstellen einer Projektübersicht mit Relevanz für FSS.**

## Lösungsraum erkennen

**Anpassung Flotteneinsatz möglich?**

**Zentrale Daten und Visualisierung**

**Projektumsetzung realistisch und finanzierbar?**

**Bilden von Teilnetzen**

**Abbildung der Möglichkeiten in Szenarien**






## Planung anpassen

**Rollmaterialeinsatz**

**Planungsgrundlage & Projekte anpassen**



# —○ Migrationsplan SBB - Fokus bis 2040

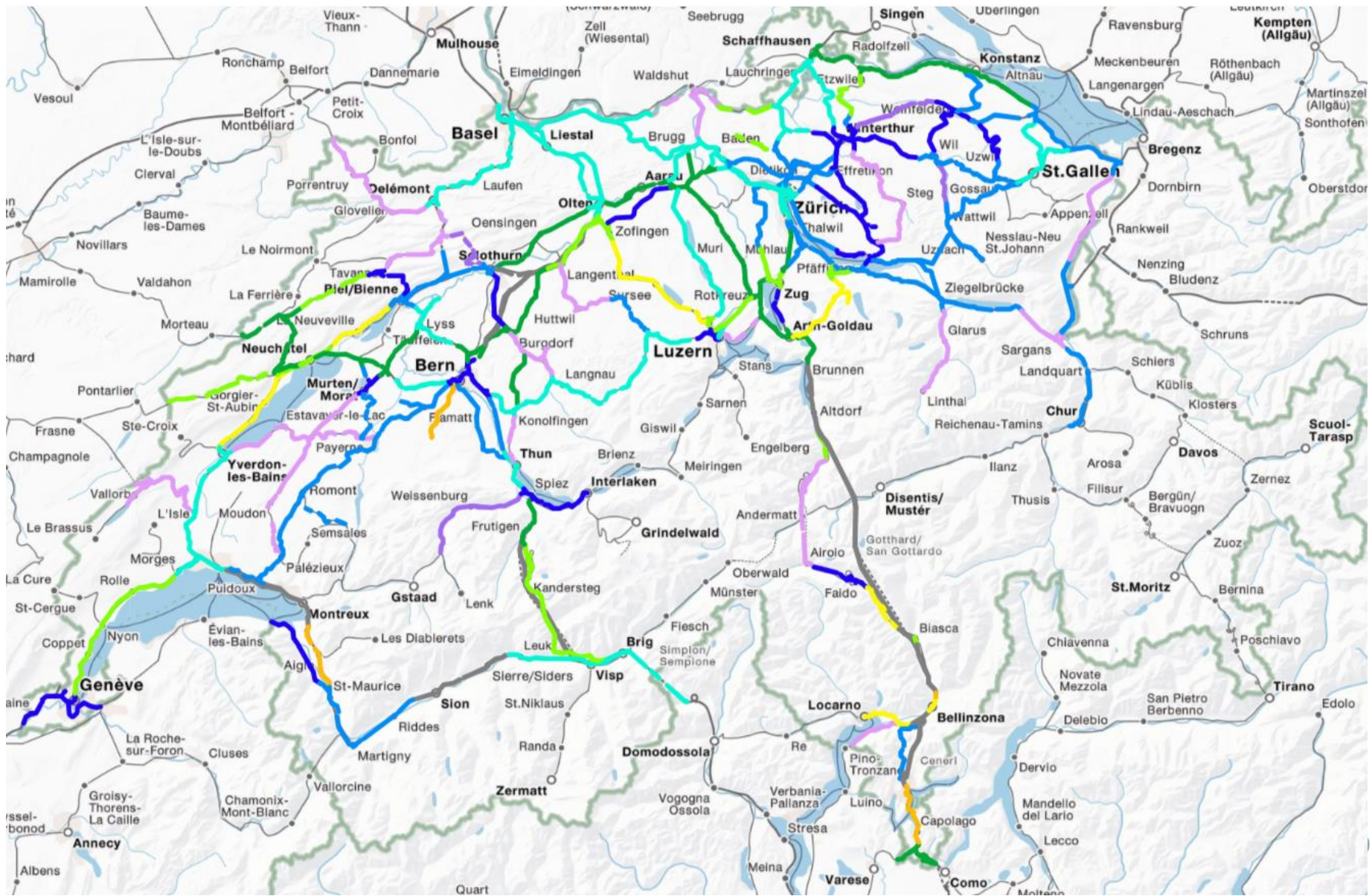
| Farbe  | Zeitraum  |
|--|-----------|
|  | 2000-2024 |
|  | 2025-2028 |
|  | 2029-2032 |
|  | 2033-2036 |
|  | 2037-2040 |





# Gesamtsicht Bahnnetz Schweiz (SBB, BLS, SOB, tpf)

| Farbe | Zeitraum  |
|-------|-----------|
|       | 2000-2024 |
|       | 2025-2028 |
|       | 2029-2032 |
|       | 2033-2036 |
|       | 2037-2040 |
|       | 2041-2044 |
|       | 2045-2048 |
|       | 2049-2052 |
|       | 2053-2056 |
|       | 2057-2060 |





# —○ Welche Herausforderungen bestehen durch die Migration?



Hoher zeitlicher Druck für die Migration aller Fahrzeuge auf ETCS und FRMCS ohne reife Produkte am Markt.



Ein finanzierbares und machbares Umsetzungskonzept FSS benötigt eine Lösung auf Gesamsystemebene.



Die Weiterentwicklungsfähigkeit von ERTMS als verteiltes ICT-System muss beherrscht werden können.



Zwingende Ablösung von GSM-R durch FRMCS.



Nachweis der Tauglichkeit für hohe Funktionale und Fahrdynamische Anforderungen.



Bedarf für kostengünstige Upgrade Fähigkeit zu FSS für neu gebaute optische Teilstrecken.





# Workshop «ERTMS & Führerstandsignalisierung im Fokus»

- ETCS L2 in der Schweiz bis zur ERTMS-Strategie
- Umsetzungskonzepte FSS der BLS und SBB
- **Führerstandssignalisierung von Bern-Schwarzenburg**



- Wir bauen eine zukunftssichere Regionalstrecke nach Schwarzenburg mit standardisierten Lösungen.

A vertical white line on a blue background, with three white circles positioned at regular intervals along its length.

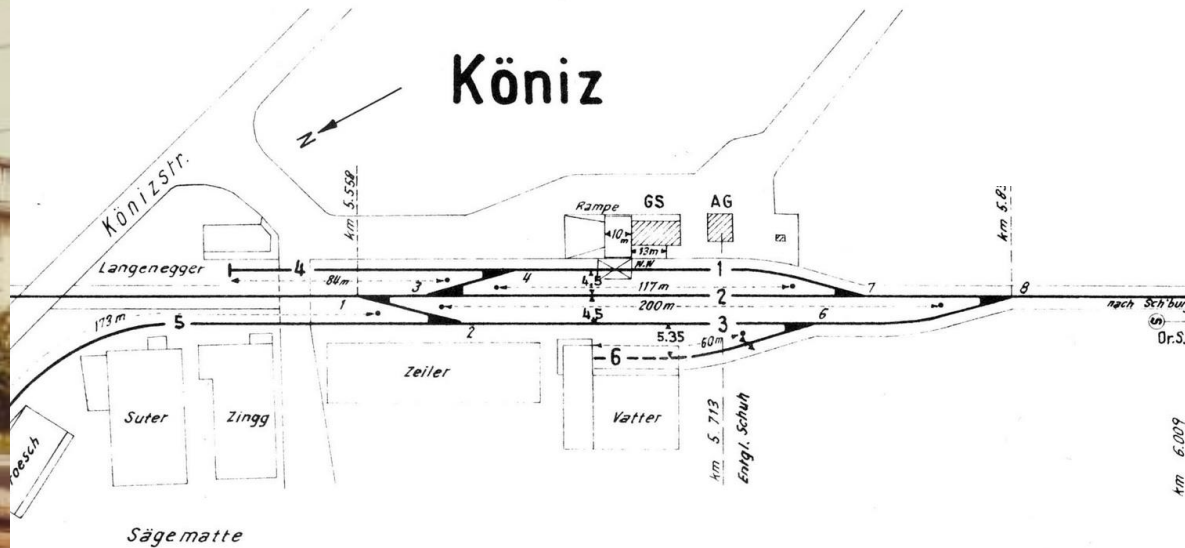
○ **Strecke**

○ Umsetzung

○ Betrieb



- Seit 1982 arbeiten die Sicherungsanlagen zuverlässig und sind am Ende ihrer Lebensdauer angelangt.



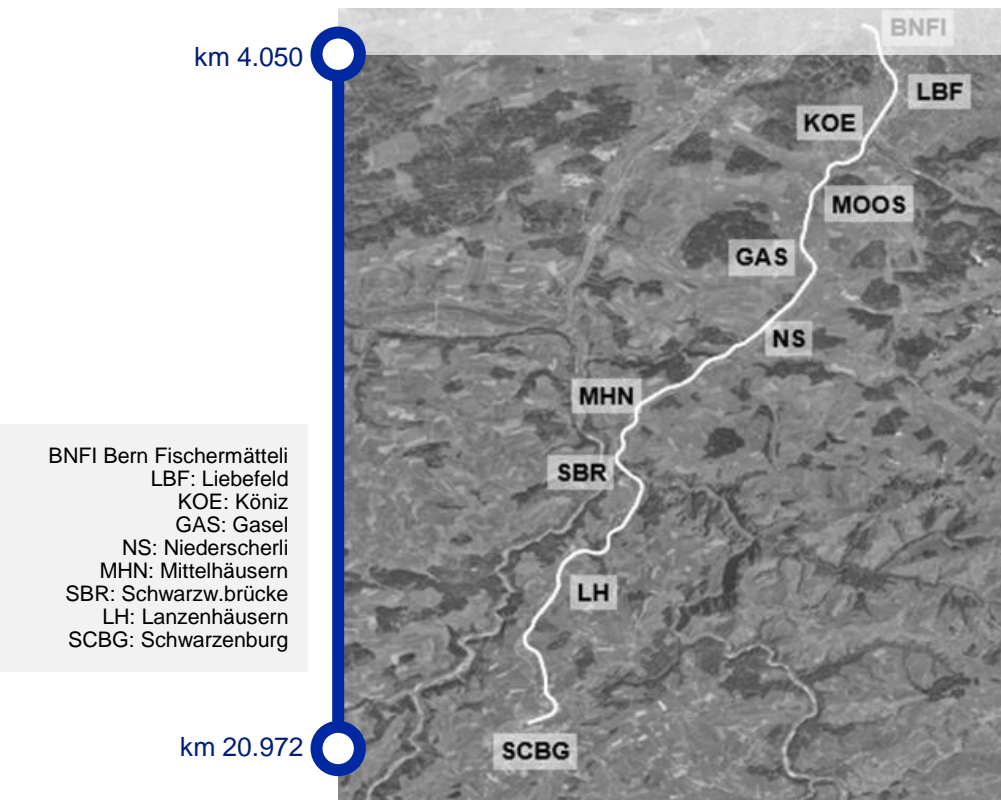
1907

1982

2028

2074

# —○ Die einspurige Regionalstrecke mit knappen Kreuzungsbahnhöfen wird seit April mit einer MIKA-S Flotte betrieben.



- Ländliche, einspurige Regionalstrecke
- Knappe Kreuzungsstellen in Köniz & Mittelhäusern
- Viele Bahnübergänge
- Steigungen und enge Radien
- Sicherungsanlagen am Ende ihrer Lebensdauer



Bild: Markus Seeger



# —○ Diese Strecke stellt vielseitige Herausforderungen ans Projekt zum Stellwerkersatz.

**ETCS-L2 auf  
Regionalstrecke**

**Ungenügende  
Durchrutschwege**

**Veraltetes  
Kabeltrasse**

**Viele  
Bahnübergänge**

**Neue  
Technik-Standorte**

**Fehlendes  
Mobildatennetz**

A vertical white line runs down the left side of the slide, with three small white circles positioned at regular intervals along it.

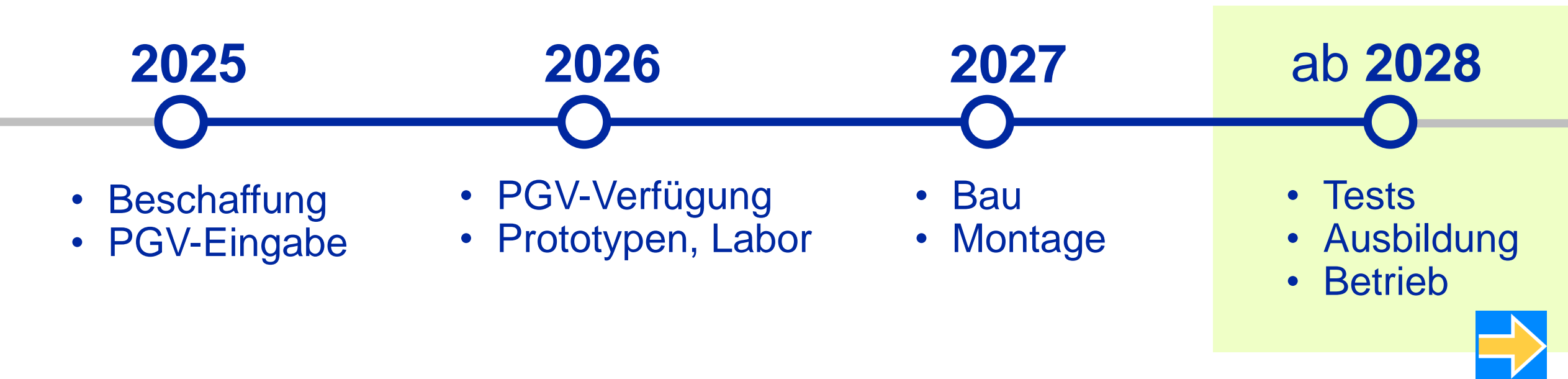
Strecke

**Umsetzung**

Betrieb

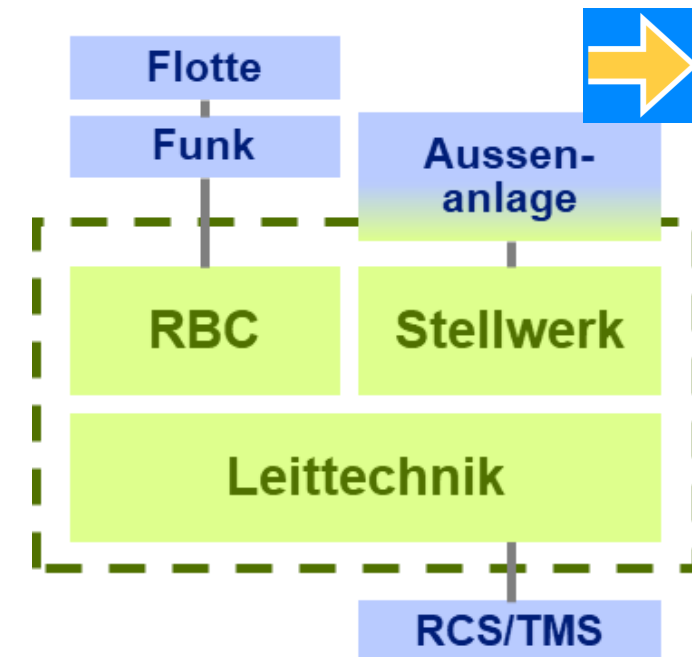


# Der Zeitplan ist ambitiös: Wir wollen Ende 2028 mit einem zentralisierten Stellwerk in Betrieb gehen.



# —○ Erstmal in der Schweiz wird eine Anlage mit der ETCS-Systemversion 2.1 ausgerüstet.

- aktuelle Technologie neu für die Schweiz (Systemversion 2.1)
- Knowhow Aufbau in Richtung ETCS-L2 Rollout
- Voraussetzung für Ausbauten hin zum Viertelstunden-Takt bis Niederscherli
- Enge Zusammenarbeit mit der SBB-Bahnsteuerung, dem ETCS-Systemführer und der SOB
- Lieferantin ist Siemens Mobility
- Abgestimmt mit Flotte via ERTMS-Umsetzungskonzept





# —○ Es sind grundsätzliche Herausforderungen zu meistern bei welchen ETCS-L2 vorteilhaft ist.

**Ansteuerung der Bahnübergänge**

**Startende Züge**

**Fahrzeuge (BL3)**

**Gleichzeitiges Einfahren**

**Fahrt gegen Halt  
(Bremskurven)**



**Ausfahrt nach  
Aussensignalisierung**



- Strecke

- Umsetzung

- **Betrieb**



# —○ Die Ausrüstung ist mit der Flottenplanung abgestimmt.

- **Moderne S-Bahnflotte «MIKA»** und kein Cargo Verkehr
- Strecke eignet sich für zukünftige ETCS Test- und Zulassungsfahrten
- Neuausrüstung der Strecke angekündigt (network-statements 2024)



**Flottenplanung**



**Kommunikation**



**Zulassung**

# —○ Zentral ist die effiziente & sichere Bedienung der Anlage bereit ab Inbetriebnahme.

Die Technologie bedeutet eine Veränderung für die verschiedenen Bediener:innen

- **Fahrdienstleiter:innen** mit einem neuen System zur Betriebssteuerung
- **Lokführer:innen** mit Signalisierung im Führerstand
- **Unterhaltungspersonal** in der Region Schwarzenburg neu mit ETCS-L2

**Frühzeitige Involvierung**

**Kommunikation**

**Ausbildung**



# —○ Die Strecke wird sich weiter entwickeln.

Bild: Markus Seeger



**Viertelstundentakt bis  
Niederscherli**



**Systemversion 2.3  
und FRMCS**

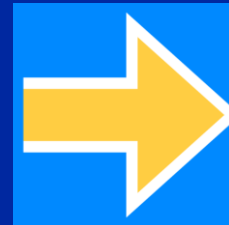
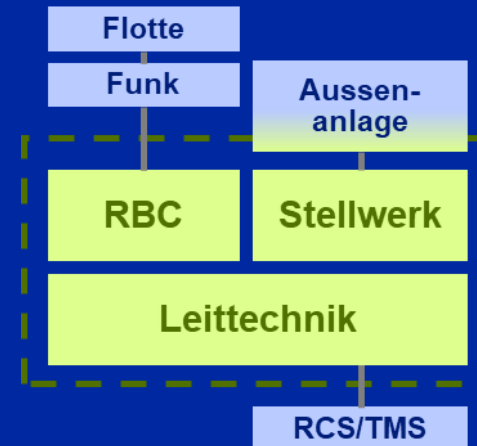
**Erprobung von  
Assistenzsystemen**

**... und das ETCS-L2 Netz weiter wachsen gemäss Umsetzungskonzept FSS**

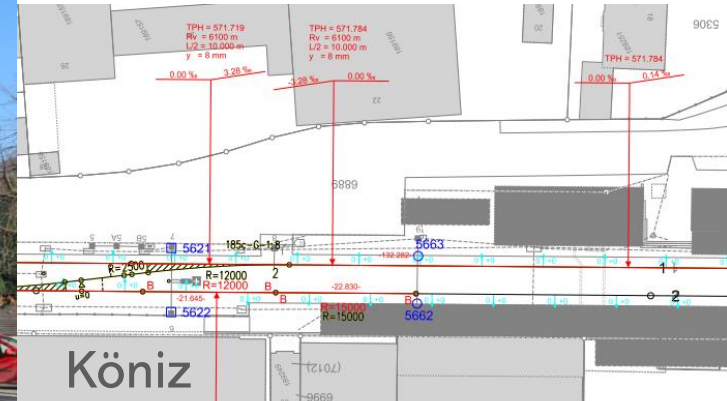
○ Strecke

○ Umsetzung

○ Betrieb



# —○ Welche Anlagen wird man 2074 ausser Betrieb nehmen?



○  
1907

○  
1982

○  
2028



●  
2074





# —○ Workshop «ERTMS & Führerstandsignalisierung im Fokus»

- ✓ **ETCS L2 in der Schweiz bis zur ERTMS-Strategie**
- ✓ **Umsetzungskonzepte FSS der BLS und SBB**
- ✓ **Führerstandssignalisierung von Bern-Schwarzenburg**



# —○ Workshop Résumé

- **ETCS L2 in der Schweiz**

Von den ersten Gehversuchen vor 23 Jahren bis zur ERTMS-Strategie

- **Umsetzungskonzept:**

Realisierbares Migrationsszenario, ausgerichtet an den Sicherungsanlagen und mit Einbezug der Fahrzeuge, als Planungsgrundlage

- **Voraussetzungen zur Realisierung:**

Verbindliche Gesamtplanung, effiziente Ausführung, und die Finanzierung ist abschliessend geklärt

- **Führerstandsignalisierung nach Schwarzenburg:**

Eine zukunftssichere Regionalstrecke mit standardisierten Lösungen erstmalig in der Schweiz mit Systemversion 2.1





SBB CFF FFS



○ Danke!

Ulrich Roth  
Patrik Kaufmann  
Florian Kappler

Tagung öV-Mobilität der Zukunft | 14. Mai 2025