

BAV Infoveranstaltung 22. November 2006

4. Migration Zugsicherung in der Schweiz

Strategie und Migrationsplan

Konzept zur Umsetzung von ETCS in der Schweiz

Migrationsphase 1 - Ausrüsten

Ablösung ZUB / SIGNUM durch ETCS-Komponenten

Migrationsphase 2 - Aufrüsten

Upgrade ETCS Level 1 Limited Supervision



BAV Infoveranstaltung 22. November 2006

4. Migration Zugsicherung in der Schweiz

Strategie und Migrationsplan

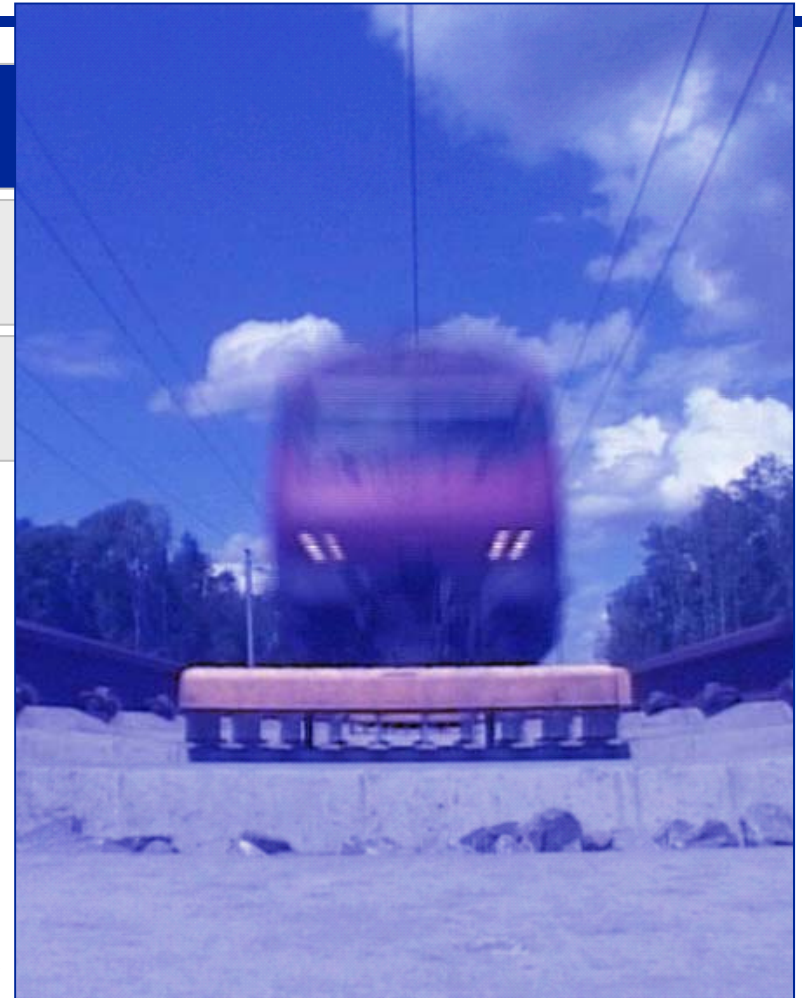
Konzept zur Umsetzung von ETCS in der Schweiz

Migrationsphase 1 - Ausrüsten

Ablösung ZUB / SIGNALUM durch ETCS-Komponenten



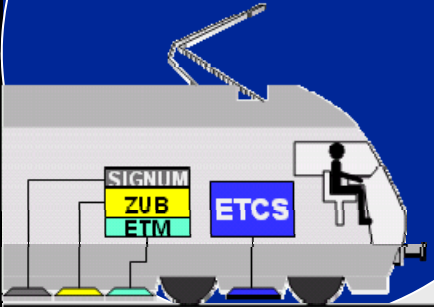

Migrationsphase 2 - Aufrüsten

Upgrade ETCS Level 1 Limited Supervision

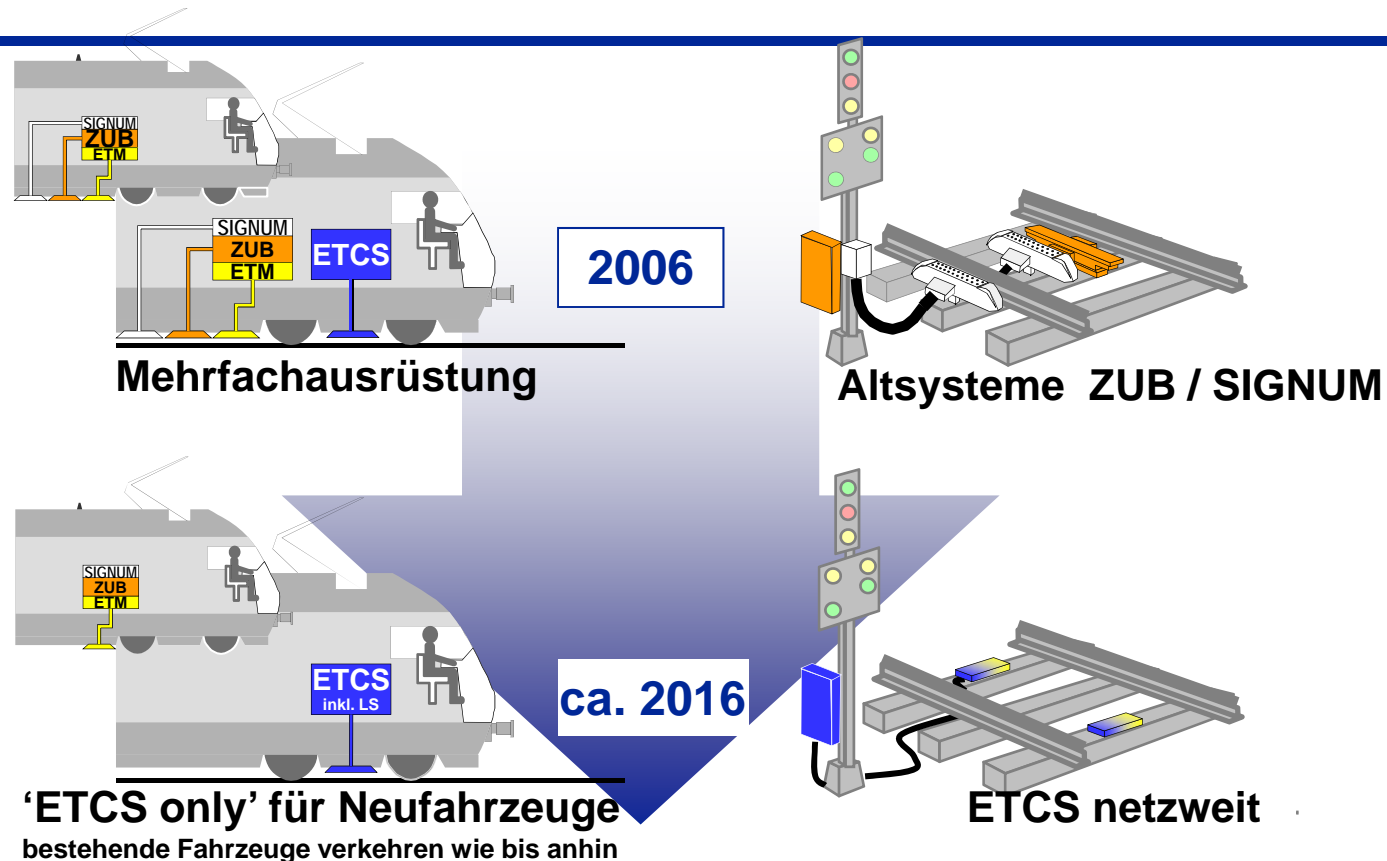


Arnold Trümpi
I-ETCS, SBB Infrastruktur

Die Treiber für die ETCS-Umsetzung in der Schweiz

<p>Substanzerhalt Sicherheit</p> 	<p>Fahrzeit Netzkapazität</p> 	<p>Netzzugang</p> 	<p>Interoperabilität</p> 
<p>Die Altsysteme ZUB / SIGNUM entsprechen nicht mehr den heutigen Sicherheitsanforderungen und sind daher zu ersetzen.</p>	<p>Höhere Geschwindigkeiten und kurze Zugfolgezeiten setzen eine Führerstand-signalisierung voraus.</p>	<p>Die Netzzugänger werden durch die aktuelle Situation gezwungen, ihre Fahrzeuge mit teuren Mehrfachsystemen auszurüsten.</p>	<p>Regulatorische Vorgaben erfordern die Umsetzung der europäischen Interoperabilität.</p>

Die Zielsetzung der ETCS-Strategie



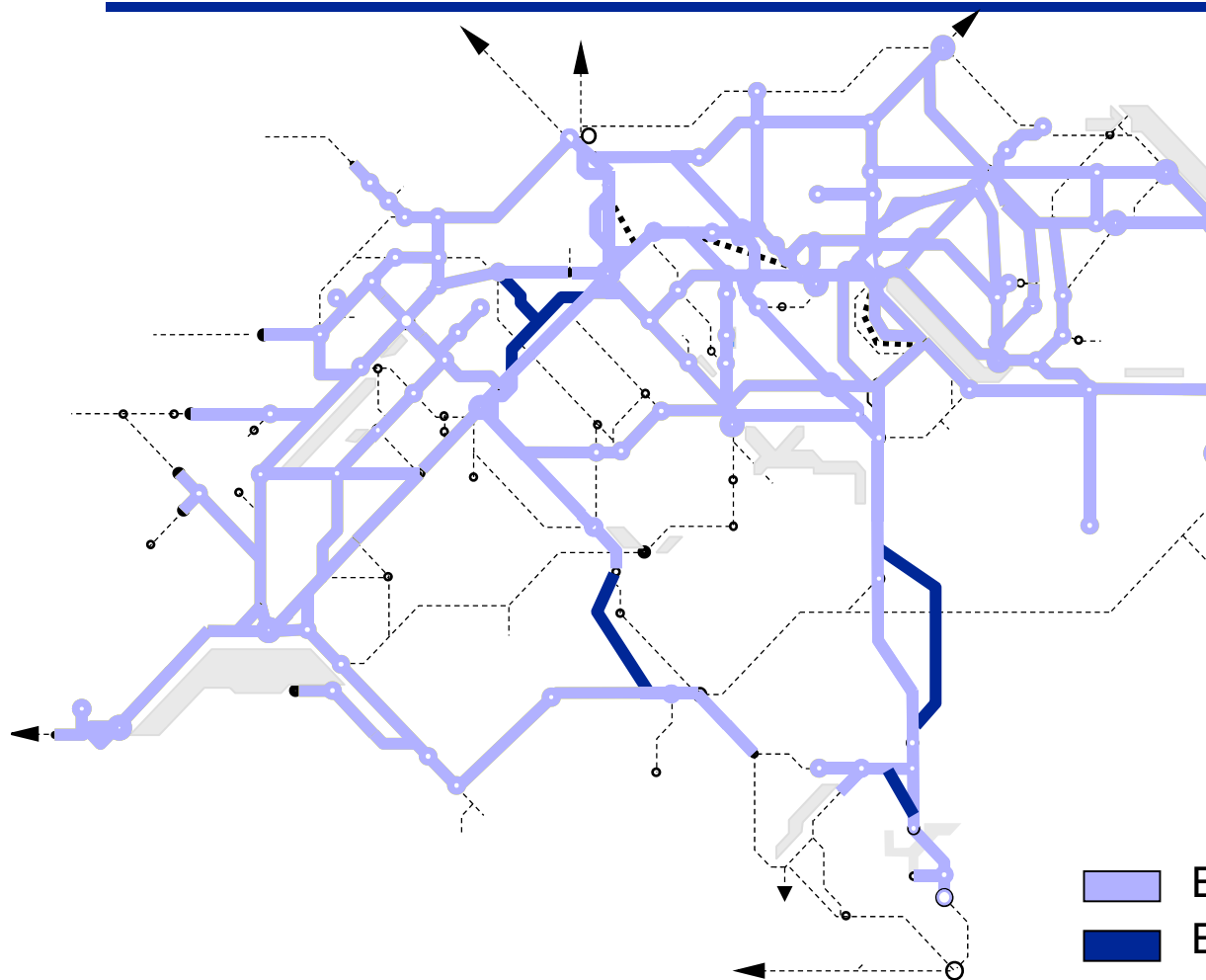
Zielsetzung Netzzugänger:

Ab ca. 2015 benötigt das Rollmaterial nur noch eine ETCS-Ausrüstung für den uneingeschränkten Netzzugang.

Zielsetzung Infrastruktur:

Die Altsysteme ZUB und SIGNUM sollen im Rahmen des Substanzerhaltes bis ca. 2015 durch ETCS Level 1 LS ersetzt und vereinfacht werden.

Fokus ~2015: netzweite Umsetzung von ETCS



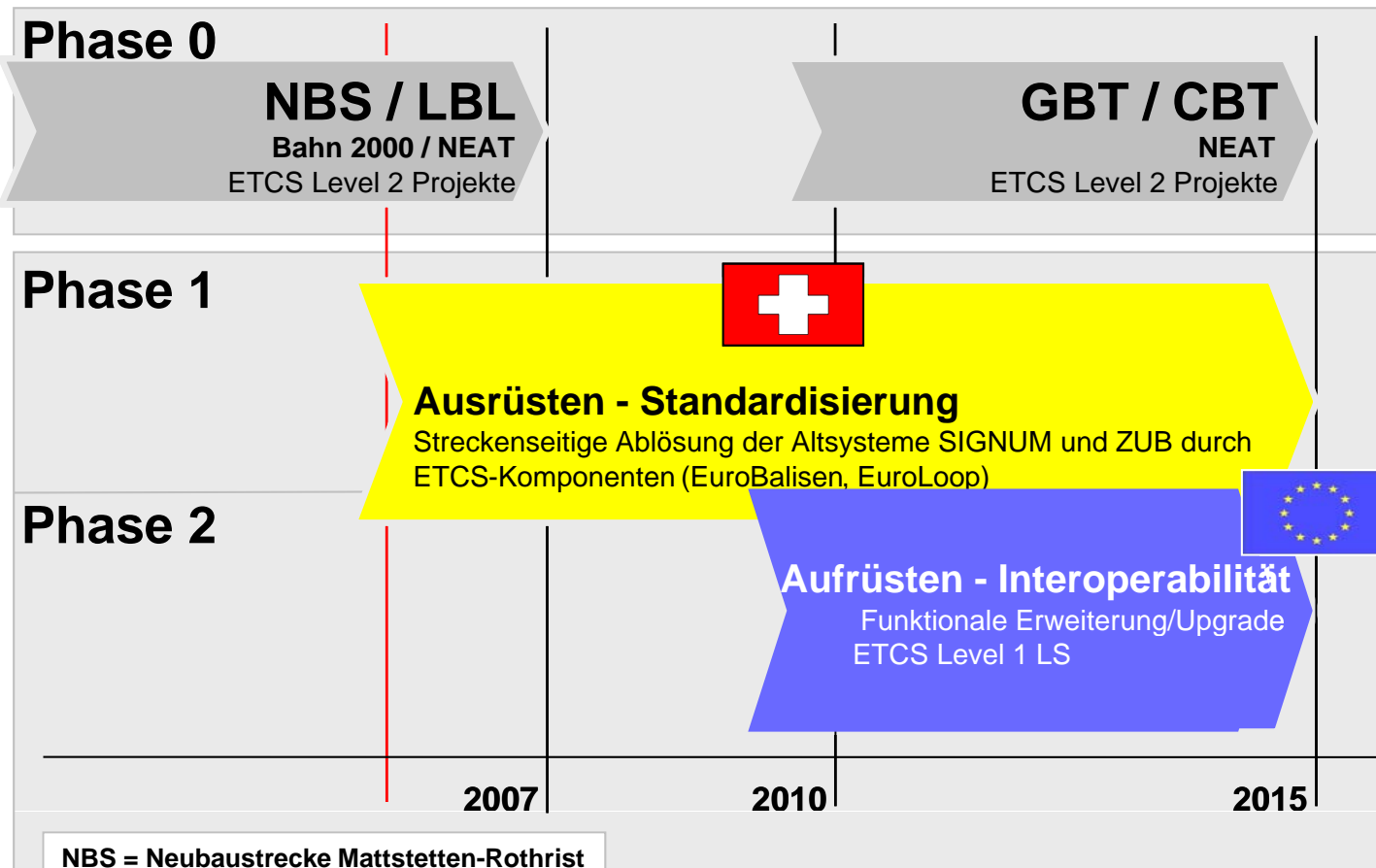
Zielsetzung bis ca. 2015

- Auf dem Normalspurnetz der Schweiz wird ETCS umgesetzt. Für den Netzzugang Schweiz wird nur noch ETCS benötigt.
- Auf ca. 95% des Streckennetzes wird das nationale Zugsicherungssystem ZUB/SIGNUM durch ETCS im Anwendungsmodus Level 1 LS ersetzt.
- Auf Neubaustrecken (ca. 5%) kommt ETCS im Anwendungsmodus Level 2 zum Einsatz.

-  ETCS Level 1 LS
-  ETCS Level 2

Die netzweite Umsetzung in 3 Phasen

Umsetzungsphasen



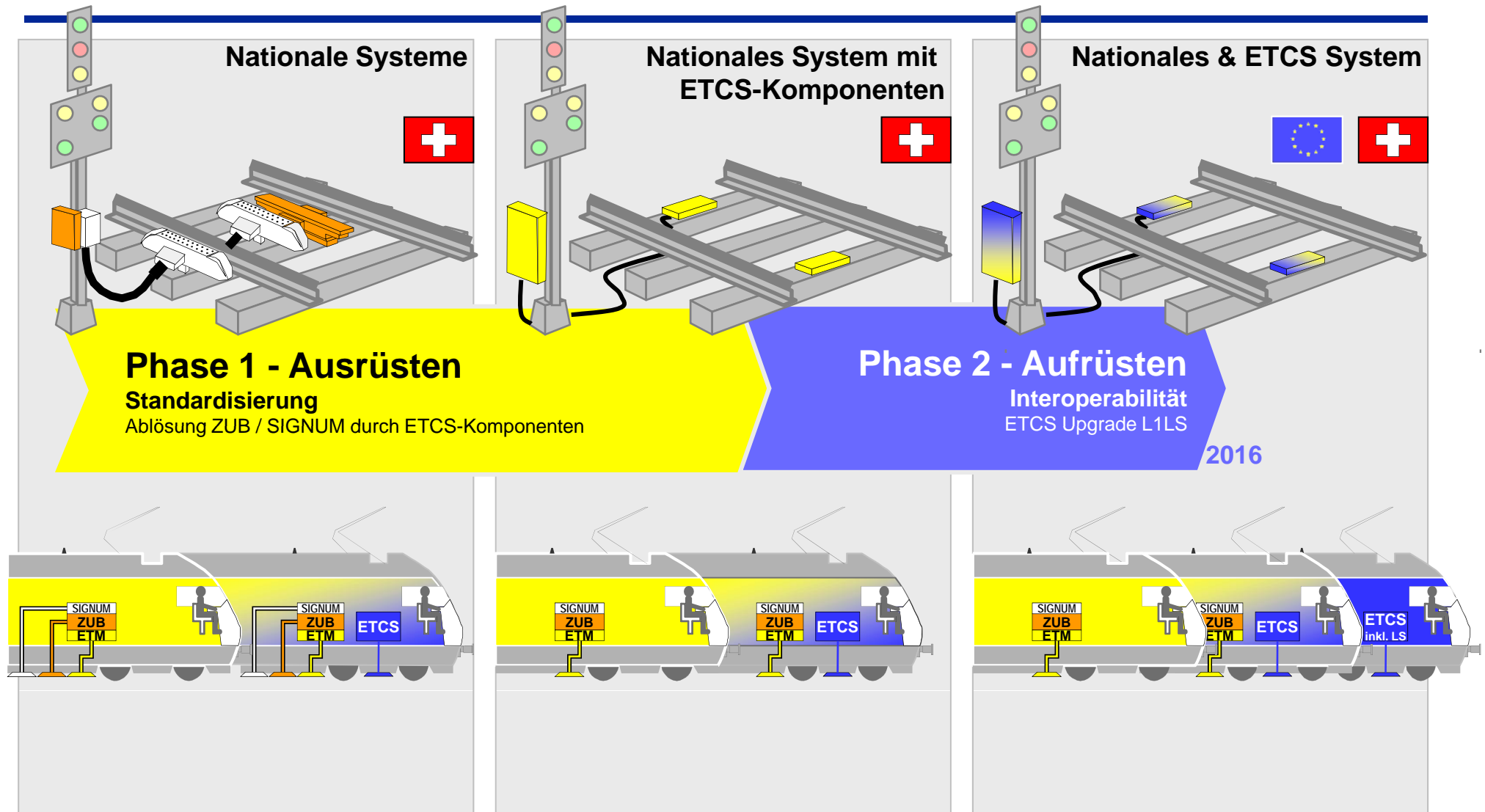
NBS = Neubaustrecke Mattstetten-Rothrist
 LBL = Lötschberg-Basislinie
 GBT = Gotthard Basistunnel
 CBT = Ceneri Basistunnel

Zielerreichung














Strategie und Migrationsplan

Die streckenseitige Umsetzung



Risiken der Migrationsstrategie

Risiken /  Konsequenzen bei Eintreffen /  minimierende Massnahmen
<p><u>Investitionsschutz:</u> Der neue ETCS Anwendungsmodus «Limited Supervision» wird nicht oder verzögert in die europäische ERTMS-Spezifikation aufgenommen.</p> <p> Alternativszenarien müssen geprüft werden (Level 1 FS, Level 2, nationales STM für P44).</p> <p> Allianz mit anderen Bahnen (DB, ÖBB, Infrabel, Banverket) wird laufend verstärkt.</p>
<p><u>Termin/Ressourcen:</u> Die Strategie kann aufgrund fehlender Ressourcen bei Bahnen und Industrie nicht bis 2015 (Korridor 2012) umgesetzt werden.</p> <p> Für Neufahrzeuge ist auch nach 2016 eine teure Mehrfachausrüstung erforderlich.</p> <p> Überlegungen zur Fertigungstiefe werden für die SBB-netzweite Umsetzung vertieft.</p>
<p><u>Kosten:</u> Die Kosten weichen mehr als +30% von den zugrunde liegenden Annahmen ab.</p> <p> Neupriorisierung des Projektes dadurch Projektverzögerung.</p> <p> Kostenoptimierungs-Massnahmen (Serienfertigung) werden eingeleitet.</p>
<p><u>Technische Umsetzbarkeit:</u> Die Migration kann nicht wie geplant realisiert werden.</p> <p> Die bisherigen Investitionen können nicht wie geplant genutzt werden.</p> <p> Machbarkeits-Tests im Labor erfolgt, Erprobung auf Pilotstrecke geplant.</p>
<p><u>Finanzierbarkeit:</u> Der Bund kürzt die finanziellen Mittel (Entlastungsprogramm).</p> <p> Projektverzögerung durch Finanzknappheit.</p>

BAV Infoveranstaltung 22. November 2006

4. Migration Zugsicherung in der Schweiz

Strategie und Migrationsplan

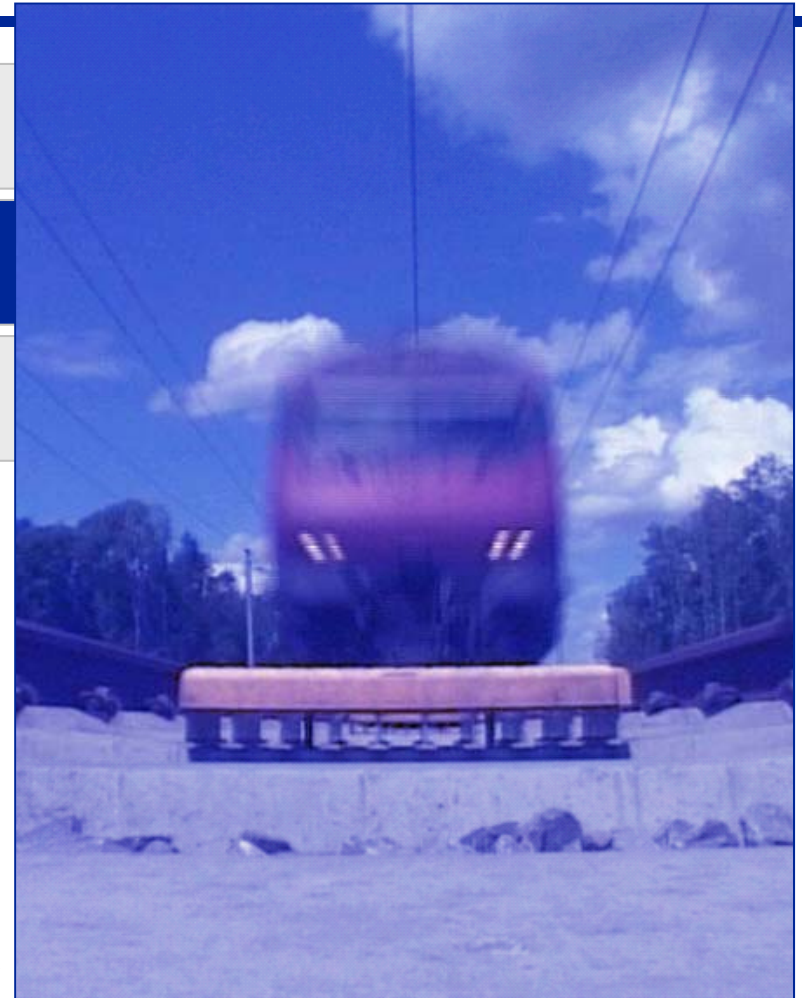
Konzept zur Umsetzung von ETCS in der Schweiz

Migrationsphase 1 - Ausrüsten

Ablösung ZUB / SIGNALUM durch ETCS-Komponenten

Migrationsphase 2 - Aufrüsten

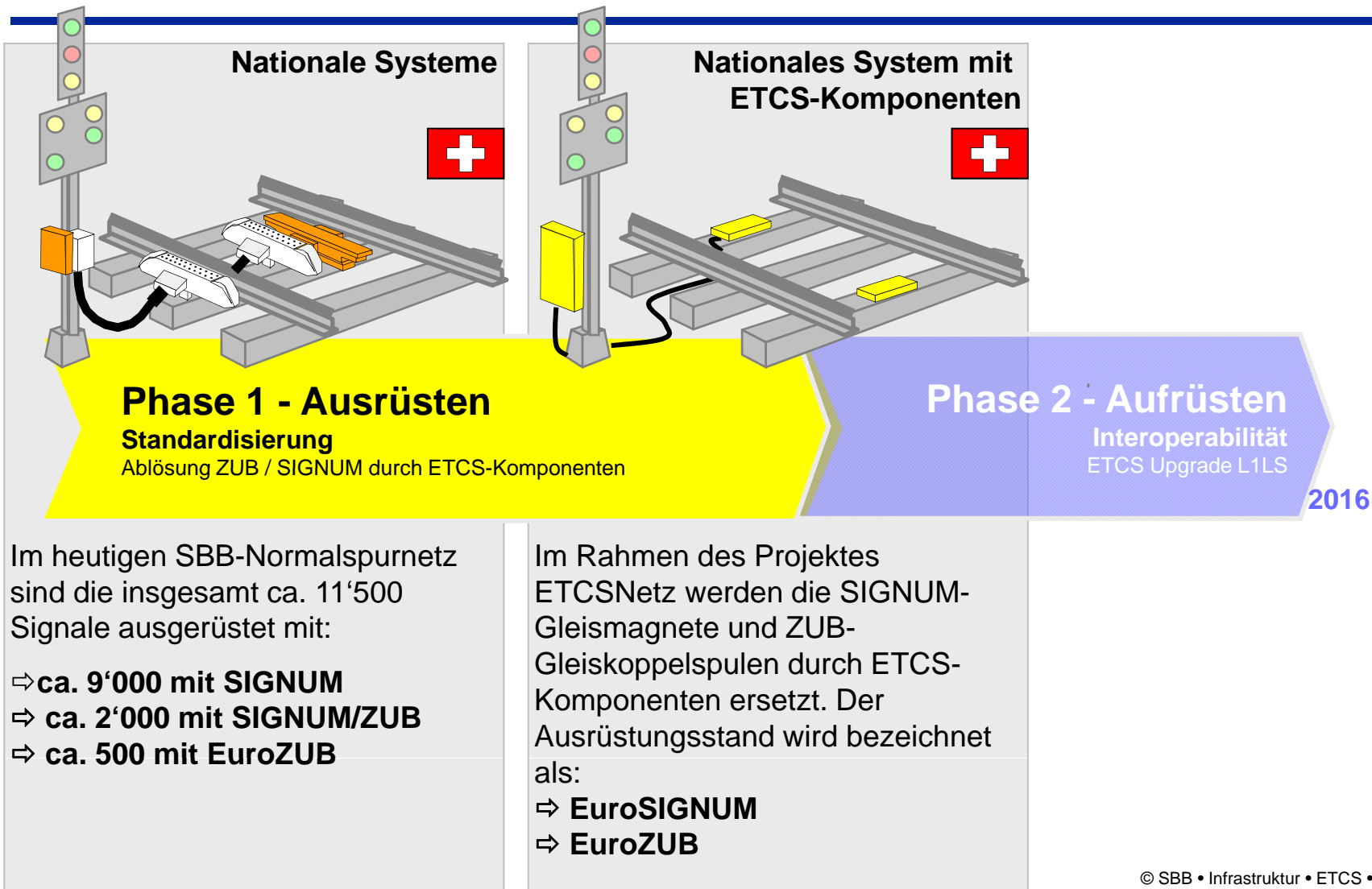
Upgrade ETCS Level 1 Limited Supervision



Andreas Zünd
I-BA, SBB Infrastruktur

Migrationsphase 1 - Ausrüsten

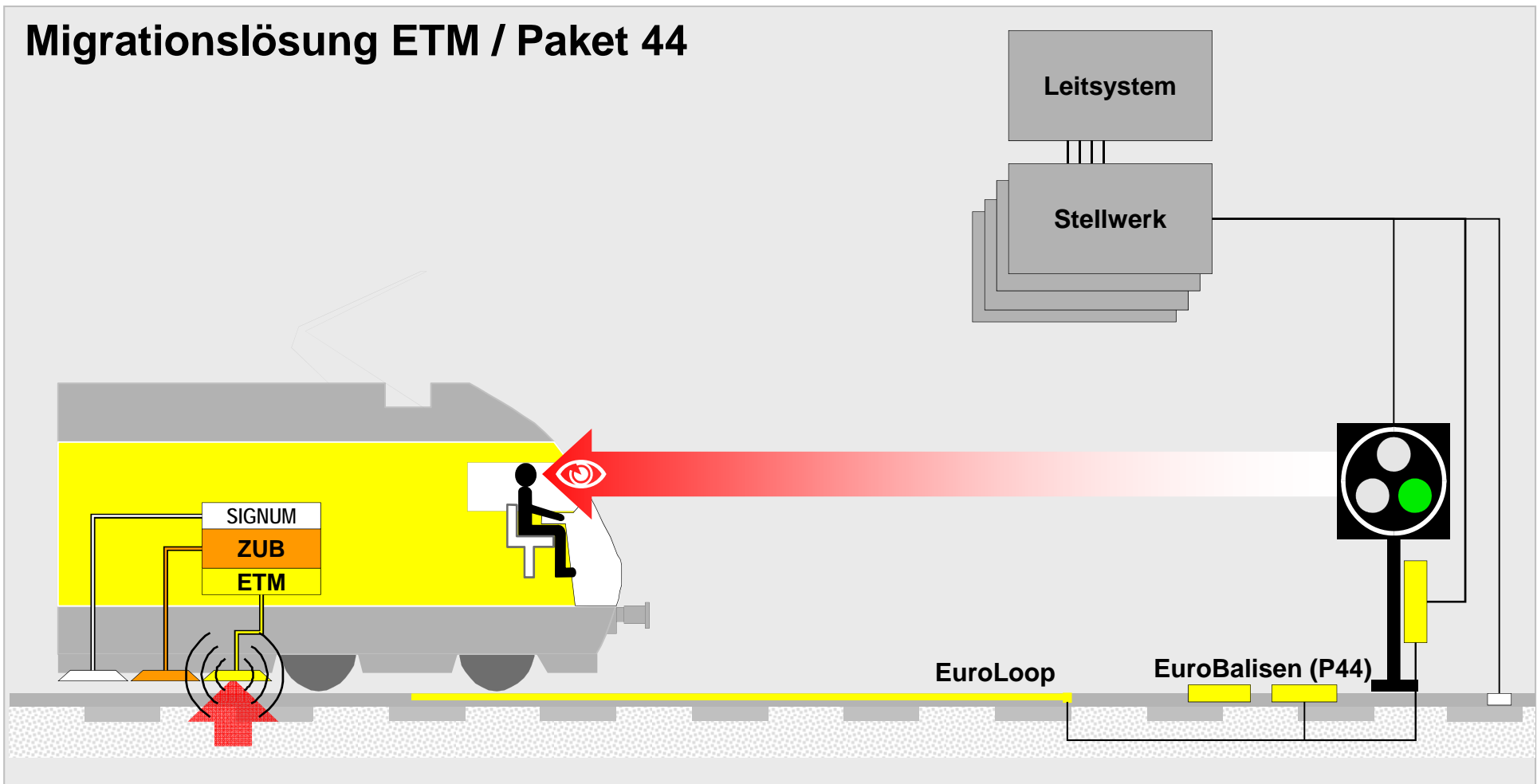
Ausgangslage - Zielsetzung



Migrationsphase 1 - Ausrüsten

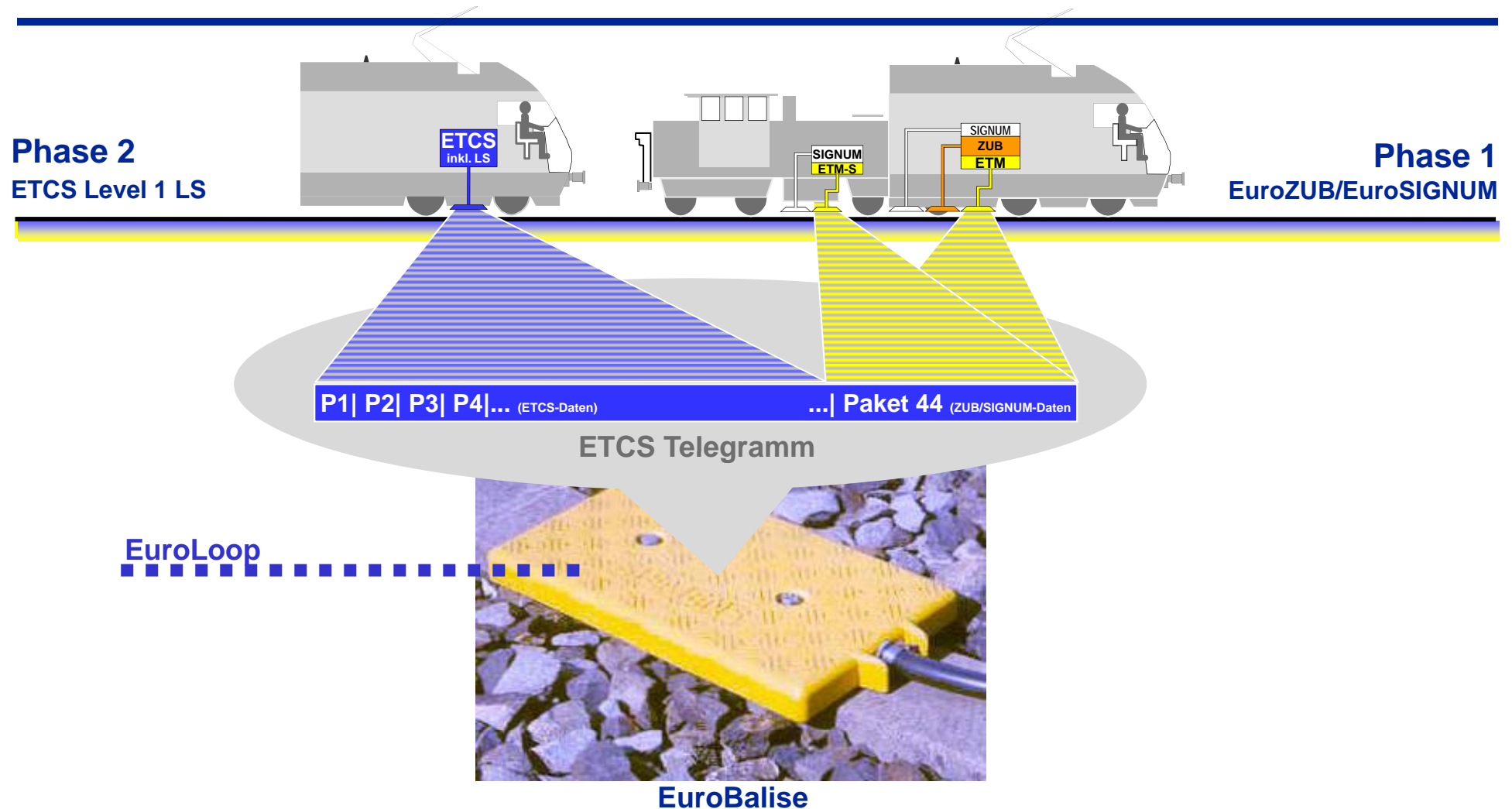
Strecken- / fahrzeugseitige Abhängigkeit

Migrationslösung ETM / Paket 44



Migrationsphase 1 - Ausrüsten

Der Balisen-Doppelnutzen



Migrationsphase 1 - Ausrüsten

Stand Zugbeeinflussung Schweiz

SIGNUM – punktuelle Warnung-/Halt-Überwachung

- ➔ «automatische Zugsicherung», im Einsatz seit ca. 1935
- ➔ Verbreitung: gesamtschweizerisch ca. 12'000 Signale ausgerüstet (98%)
- ➔ Fahrzeuge: ausgerüstet sind alle Streckenfahrzeuge und teilweise Baudienst- und Rangierfahrzeuge (Signum-only)

Status: veraltet – SIGNUM erfüllt die hohen betrieblichen und sicherheitstechnischen Anforderungen nicht mehr.



Signum-Gleismagnet

ZUB – abschnittsweise Bremskurven-Überwachung

- ➔ im Einsatz seit ca. 1990
- ➔ Verbreitung: gesamtschweizerisch ca. 2'500 Signale ausgerüstet davon ca. 800 mit ZUB-Schleifen.
- ➔ Fahrzeuge: ausgerüstet sind alle Streckenfahrzeuge

Status: abgekündigt – ZUB121 Strecken- und Fahrzeugsystem sind für Neuanlagen bei Siemens nicht mehr erhältlich.

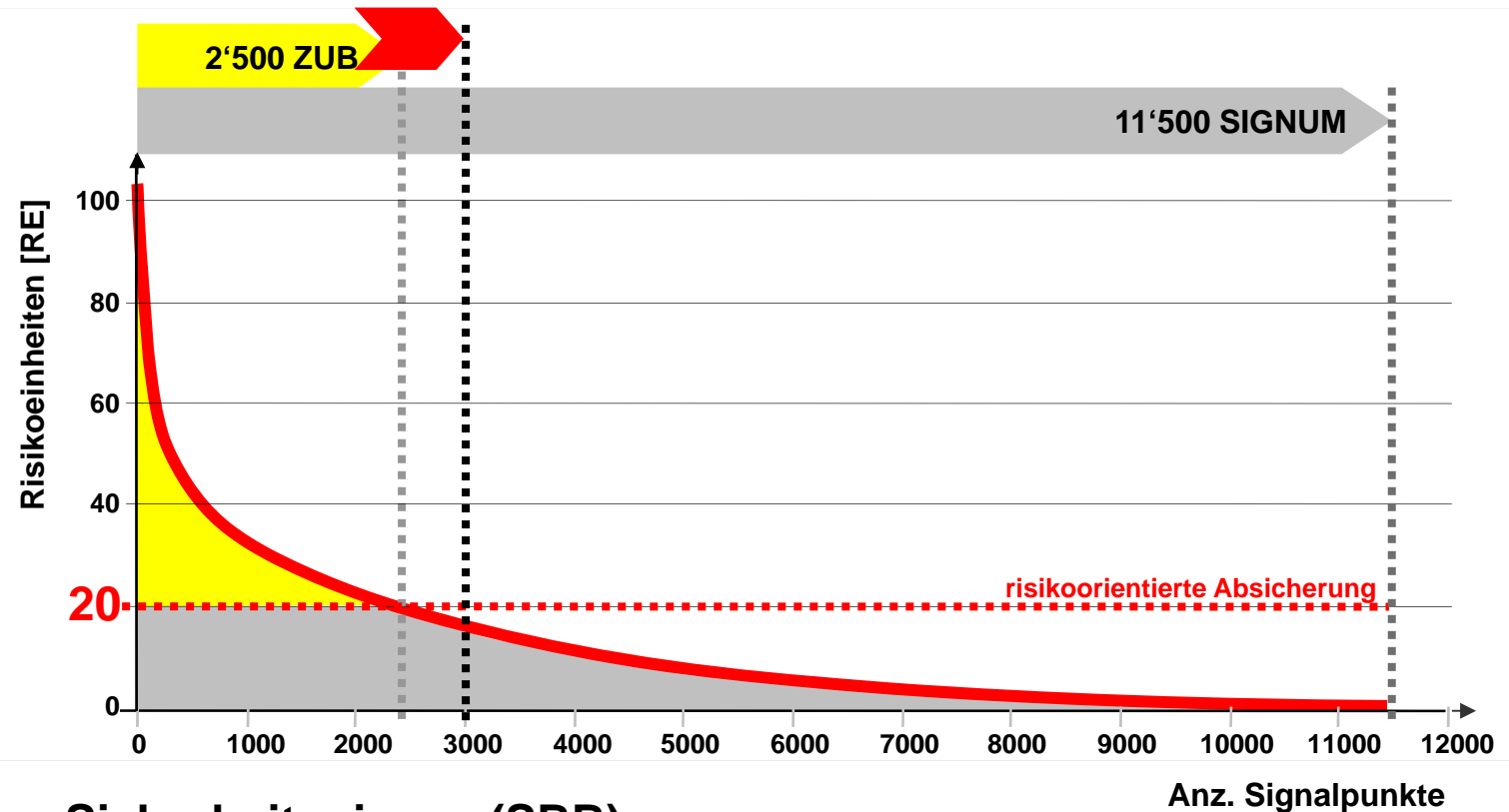
Nachfolgeprodukt: streckenseitig EuroZUB, fahrzeugseitig ZUB262ct



ZUB-Gleiskoppelspule
und Signum-Gleismagnet

Migrationsphase 1 - Ausrüsten

Risikoentwicklung / Sicherheitsniveau



Verbesserung des Sicherheitsniveaus (SBB)

- ➡ Prognostizierte Zunahme des Verkehrs auf der Schiene (Betrachtung bis 2030).
- ➡ Neubeurteilung der Risiken unter dem Aspekt des zukünftigen Verkehrs.
- ➡ Gezielte Weiterentwicklung der Zugsicherung zur Verbesserung des Sicherheitsniveaus.
- ➡ Nachrüsten von 500 zusätzlichen Abschnitten (EuroZUB) bis 2010.

Migrationsphase 1 - Ausrüsten

Ablösung ZUB/SIGNUM ⇒ EuroZUB/EuroSignum

Situation

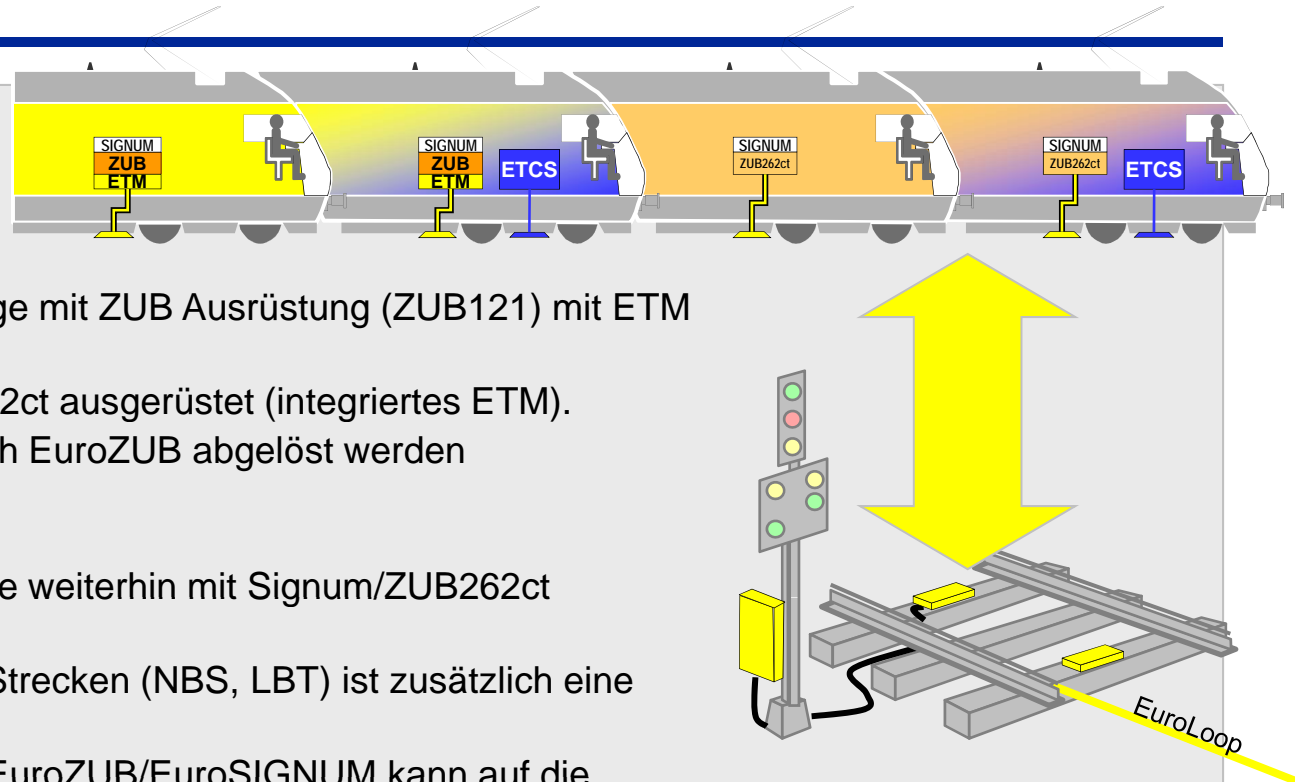
- ➔ Bis Mitte 2005 wurden alle Fahrzeuge mit ZUB Ausrüstung (ZUB121) mit ETM nachgerüstet.
- ➔ Neue Fahrzeuge werden mit ZUB262ct ausgerüstet (integriertes ETM).
- ➔ Damit kann streckenseitig ZUB durch EuroZUB abgelöst werden

Konsequenzen fahrzeugseitig

- ➔ Vorderhand müssen neue Fahrzeuge weiterhin mit Signum/ZUB262ct ausgerüstet sein.
- ➔ Für den Verkehr auf ETCS Level 2 Strecken (NBS, LBT) ist zusätzlich eine ETCS-Ausrüstung erforderlich.
- ➔ Mit der netzweiten Umsetzung von EuroZUB/EuroSIGNUM kann auf die SIGNUM- und ZUB- Fahrzeugantenne verzichtet werden.

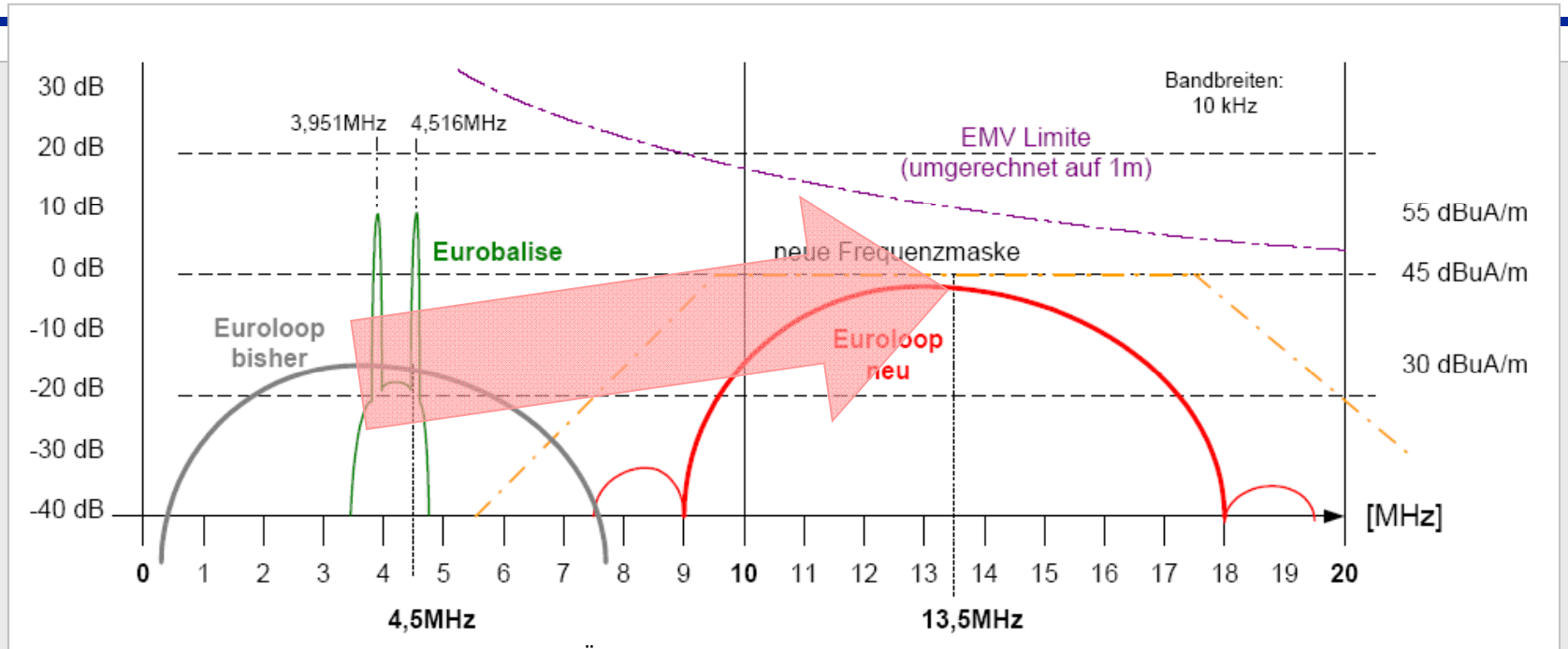
Zielsetzung

- ➔ Mit der streckenseitigen Ablösung von SIGNUM/ZUB wird die Grundvoraussetzung für ETCS Level 1 LS (Phase 2) gelegt.
- ➔ Ende 2015: Netzweit Signum/ZUB durch EuroSIGNUM/EuroZUB abgelöst.



Migrationsphase 1 - Ausrüsten

Modifikation EuroLoop



Übersicht der Frequenzbereiche / Pegel von Eurobalise und EuroLoop (Quelle: Siemens)

Situation

- ➔ Die EuroLoop-Spezifikation wurde im Jahr 2000 offiziell in der ERTMS-Norm verabschiedet.
- ➔ Strecken- und fahrzeugseitige EuroLoop-Systeme wurden bisher nur von Siemens angeboten.
- ➔ Aufgrund störender gegenseitiger Beeinflussung von Balisen- und EuroLoop-Empfangskanal muss die EuroLoop-Spezifikation angepasst werden.
- ➔ Die neue EuroLoop-Spezifikation erfordert eine Modifikation des EuroLoop-Empfangskanals.

Migrationsphase 1 - Ausrüsten

Modifikation EuroLoop

Situation

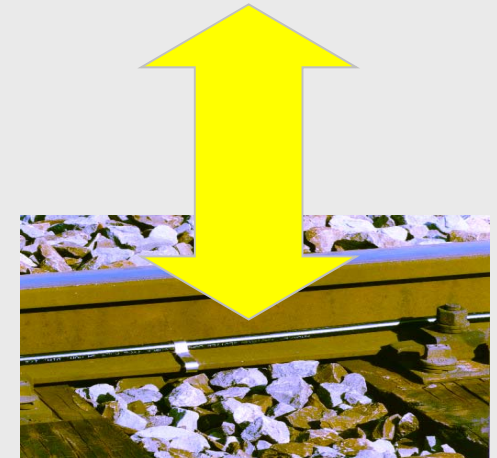
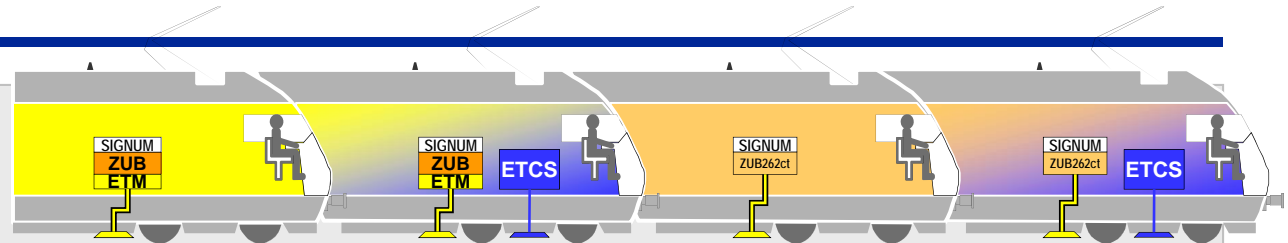
- ➔ EuroLoops werden zur Abfahrverhinderung und Betriebsauflösung eingesetzt.
- ➔ Alle ZUB/ETM und ZUB262ct-Fahrzeugsysteme beinhalten eine EuroLoop-Empfangseinheit.
- ➔ Spezifikationsbedingte Frequenzverschiebung (4.5→13.5MHz) erfordert eine Modifikation der EuroLoop Strecken- und Fahrzeugsysteme.

Konsequenz fahrzeugseitig

- ➔ Bei allen ZUB/ETM und ZUB262ct-Fahrzeugsystemen muss die EuroLoop-Empfangseinheit modifiziert werden.
- ➔ Bei ZUB262c Fahrzeugsystemen ist eine Nachrüstung mit der neuen EuroLoop-Empfangseinheit erforderlich (→ ZUB262ct).

Zielsetzung

- ➔ Ende 2007: Nachentwicklung und Zulassung modifizierten EuroLoop-Empfangseinheit.
- ➔ Ende 2008: Abschluss der strecken- und fahrzeugseitigen Modifikation (koordinierte kurze Migrationsphase)



Migrationsphase 1 - Ausrüsten

ETM für SIGNUM-Fahrzeuge (ETM-S)

Situation

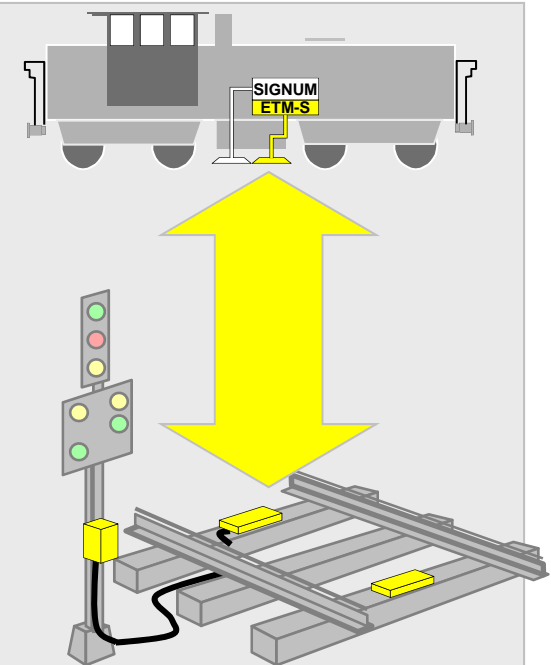
- ➔ SIGNUM-only Fahrzeuge (Rangier- und Baudienst) verfügen über keine Eurobalisen-Empfangseinheit (ETM).
- ➔ Dadurch kann die streckenseitige Ablösung von SIGNUM durch EuroSIGNUM noch nicht erfolgen.
- ➔ Entwicklung ETM für SIGNUM (ETM-S) wurde bei Siemens ausgelöst.

Konsequenz

- ➔ Nachrüstung der SIGNUM-only Fahrzeuge mit ETM-S erforderlich.
- ➔ Streckenseitige SIGNUM-Ablösung durch EuroSIGNUM kann erst nach ETM-S Fahrzeugnachrüstung erfolgen.

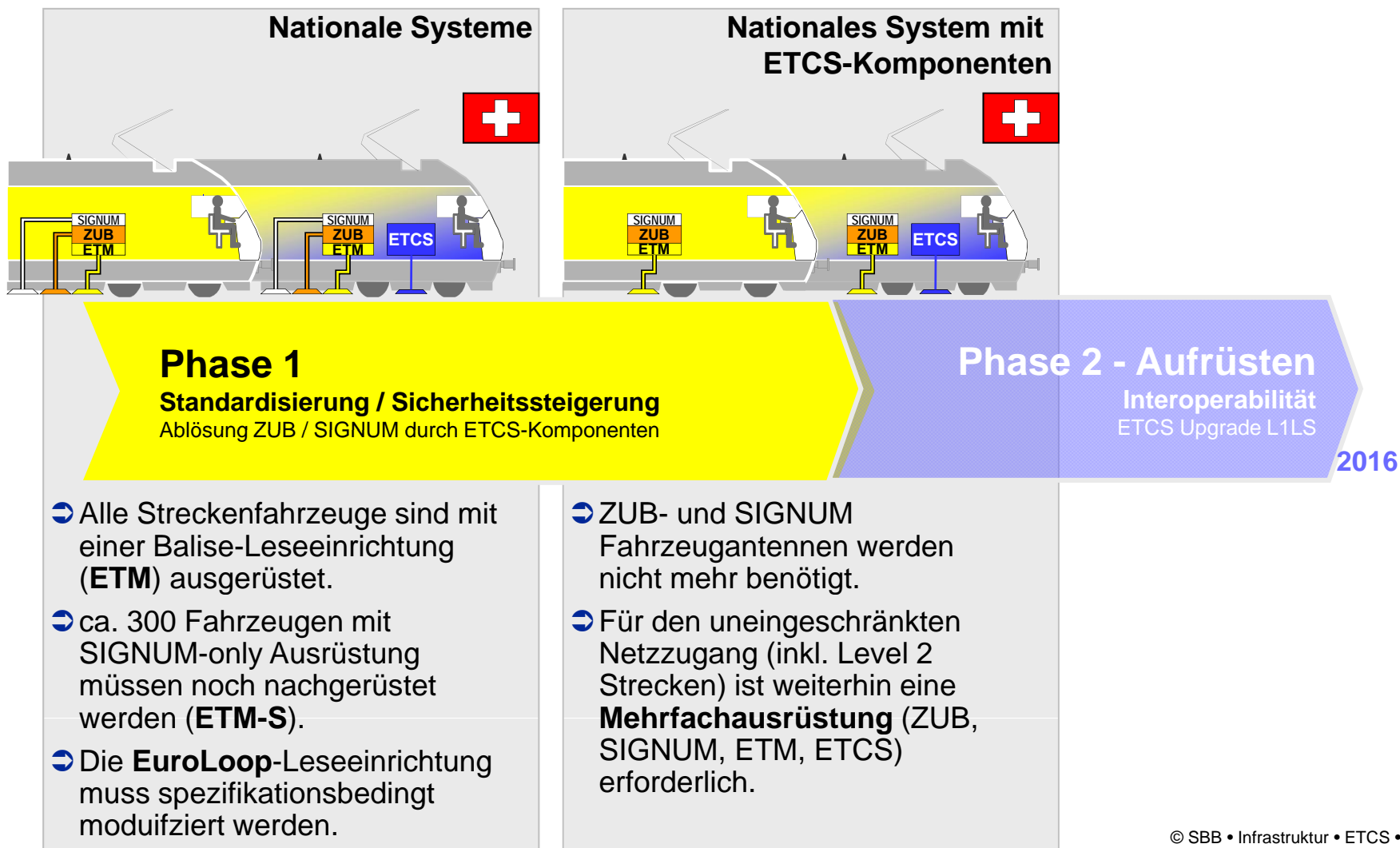
Zielsetzung

- ➔ Mitte 2007: Ausrüstung SBB Pototypen-Fahrzeug.
- ➔ Ende 2008: Alle SIGNUM-only Fahrzeuge mit ETM-S nachgerüstet gem. Vorgaben BAV.



Migrationsphase 1 - Ausrüsten

Fazit der Phase 1



BAV Infoveranstaltung 22. November 2006

4. Migration Zugsicherung in der Schweiz

Strategie und Migrationsplan

Konzept zur Umsetzung von ETCS in der Schweiz

Migrationsphase 1 - Ausrüsten

Ablösung ZUB / SIGNUM durch ETCS-Komponenten

Migrationsphase 2 - Aufrüsten

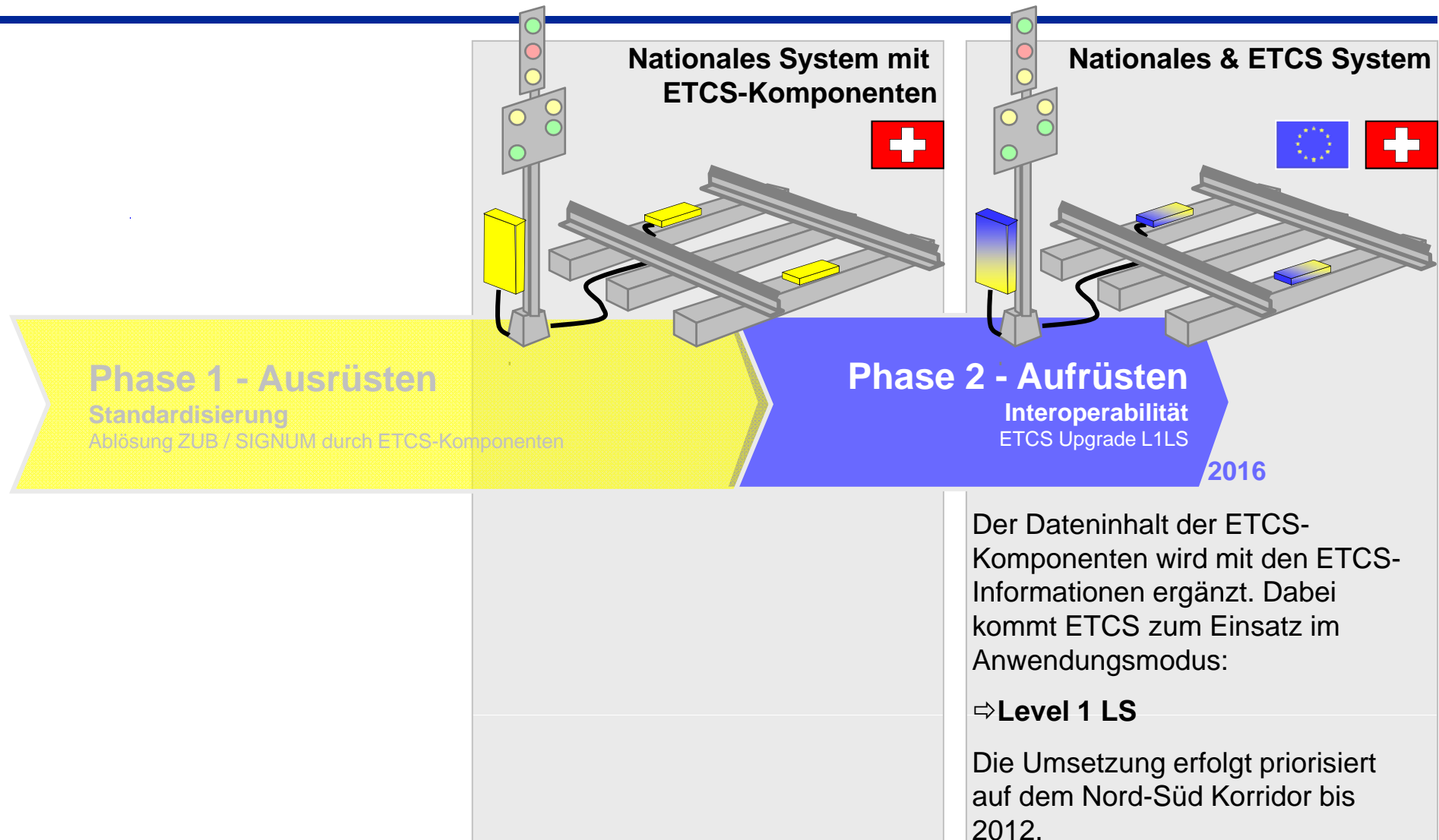
Upgrade ETCS Level 1 Limited Supervision



Arnold Trümpi
I-ETCS, SBB Infrastruktur

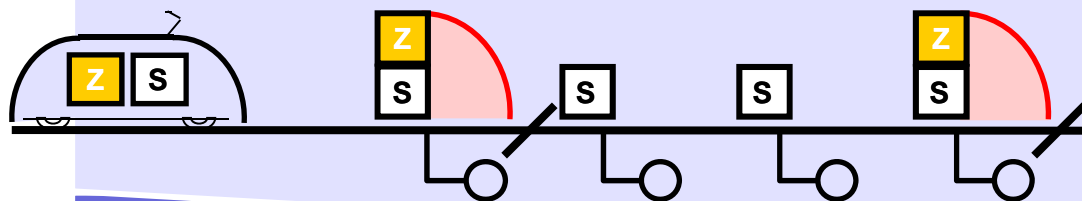
Migrationsphase 2 - Aufrüsten

Ausgangslage - Zielsetzung



Migrationsphase 2 - Aufrüsten

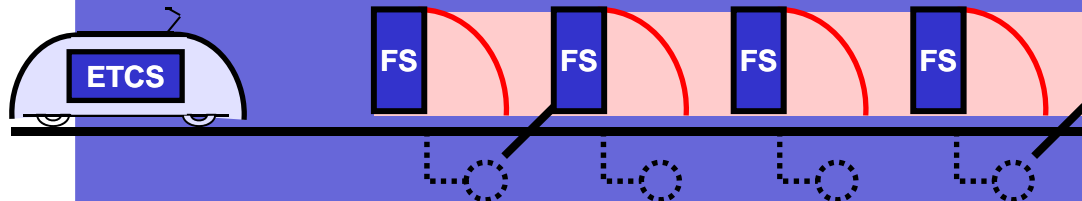
Limited Supervision ↔ Full Supervision



Nationales Sicherungssystem

Sicherungs-Ausrüstung gemäss den nationalen Sicherheitsbestimmungen (historisch Gewachsen).

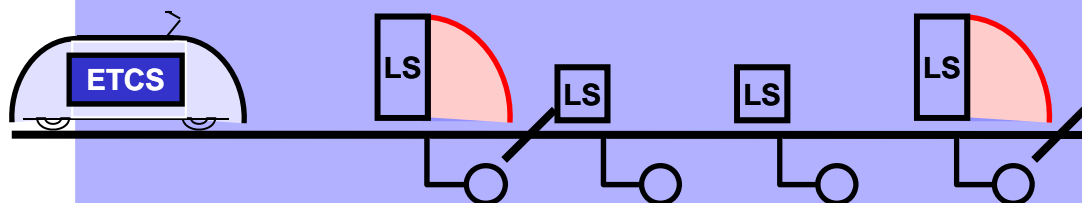
➔ Skalierbare Implementierung



ETCS Level 1 (Full Supervision)

Führerstandssignalisierung mit kontinuierlicher Überwachung der Geschwindigkeit; SIL4 Systemimplementierung erforderlich.

- ➔ Hohe Investitionen in streckenseitige Projektierung und Installation um die Kapazität zu erhalten
- ➔ Sicherheitssteigerung

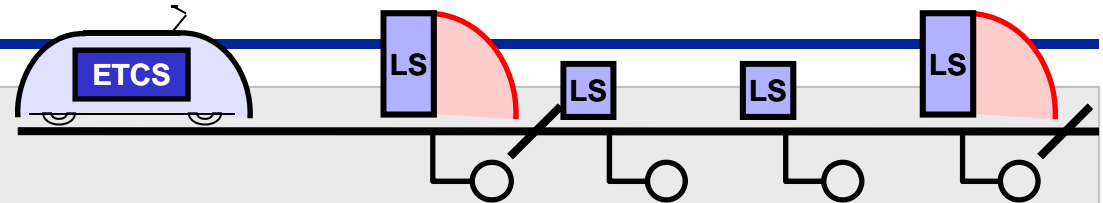


ETCS Level 1 Limited Supervision

Aussensignalisierung mit Hintergrundüberwachung; skalierbare Implementierung von Warnung/Halt- bis Geschwindigkeitsüberwachung.

- ➔ Adaptierbar an die nationalen Gegebenheiten.
- ➔ Individuelle Sicherheitssteigerung ohne Kapazitätseinbüsse.

Vorteile des «Limited Supervision»?

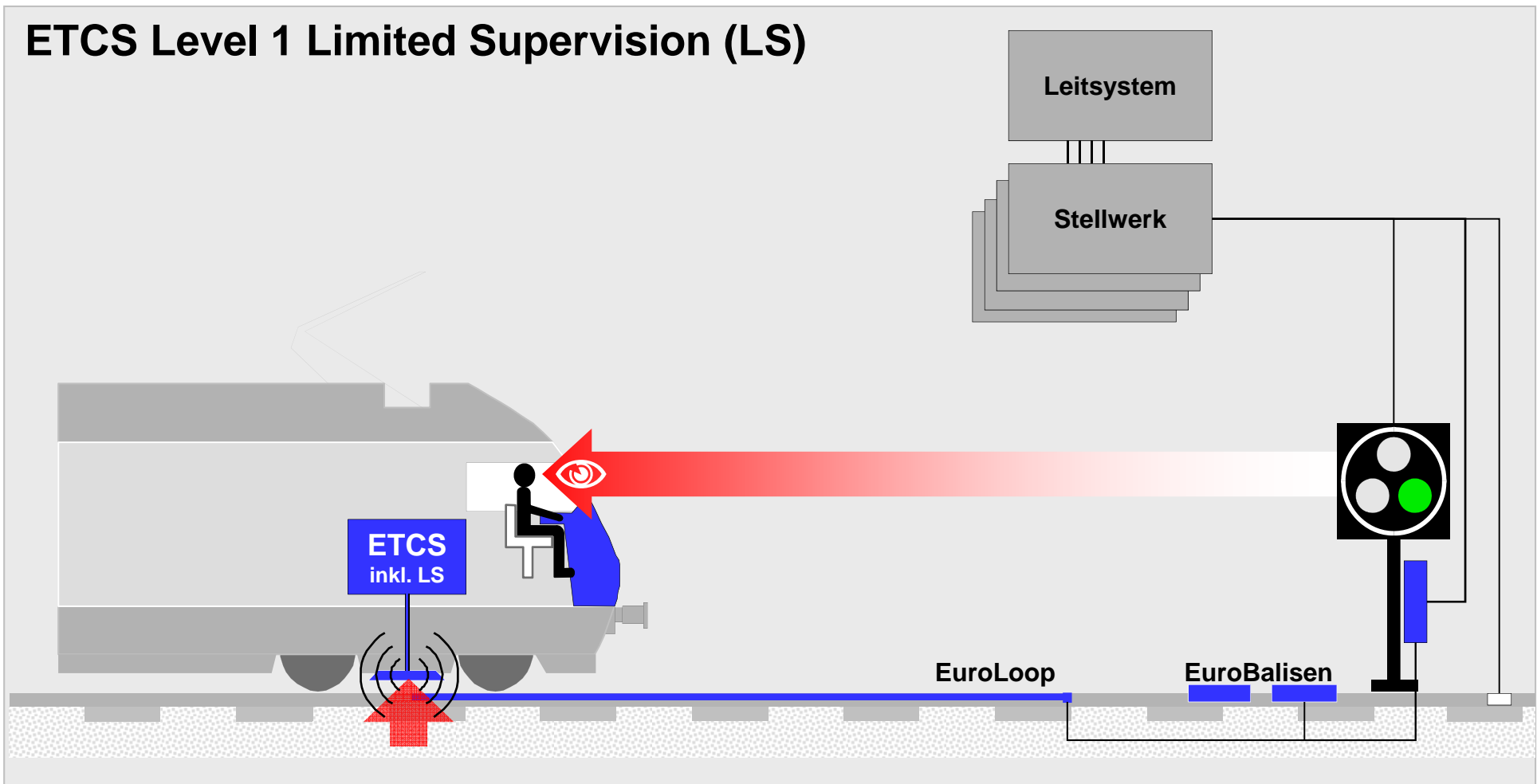


- ➔ LS ermöglicht die Umsetzung der technischen Interoperabilität auf Strecken und in Knoten ohne eine bedeutende Modifikation der bestehenden Sicherungsanlagen.
- ➔ LS basiert auf einer Hintergrundüberwachung (keine CAB-Signalisierung), der Lokführer fährt wie bis anhin nach den Aussensignalen und den nationalen Betriebsprozessen.
- ➔ LS ermöglicht eine vereinfachte Umsetzung (Hardware und Projektierung) streckenseitig, da keine SIL4 Implementierung erforderlich ist.
- ➔ LS ermöglicht eine Überlagerung oder ein Ersatz der nationalen, punktuell wirkenden Zugsicherungssystemen mit mindestens demselben Sicherheitslevel.
- ➔ LS ermöglicht die durchgängige Umsetzung von ETCS zu realistischen Kosten und in einer vernünftigen Migrationszeit.
- ➔ LS ist eine Migrations-Zwischenlösung auf dem Weg (langfristig) hin zu einer Full-Supervision Implementierung mit ETCS Level 2 / Level 3.

Migrationsphase 2 - Aufrüsten

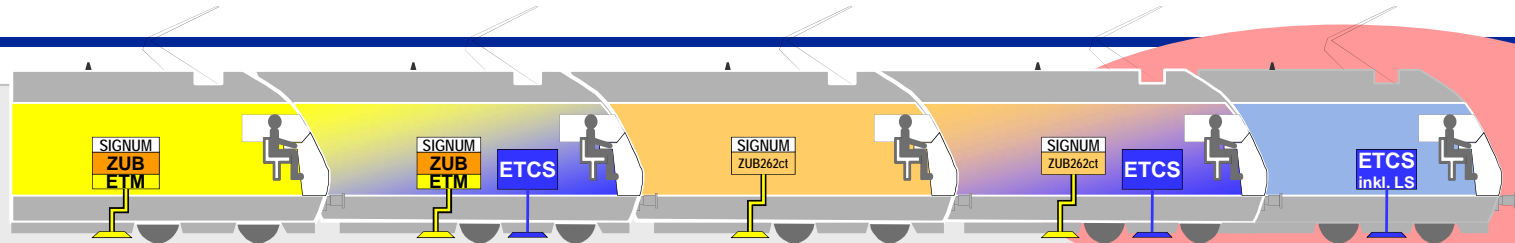
Strecken- / fahrzeugseitige Abhängigkeit

ETCS Level 1 Limited Supervision (LS)



Migrationsphase 2 - Aufrüsten

Umsetzung ETCS fahrzeug- und streckenseitig



Situation

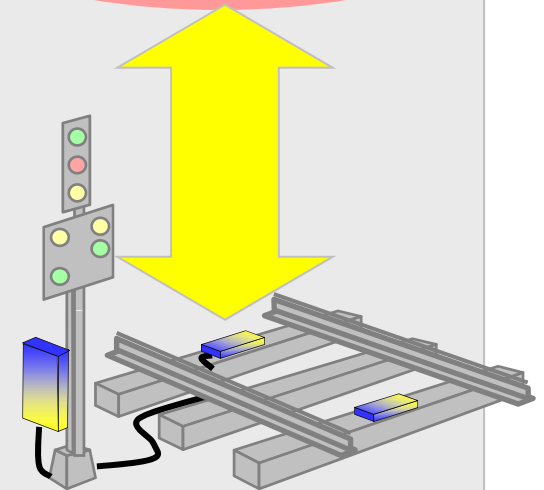
- ➔ Die Systeme SIGNUM / ZUB sind veraltet bzw. abgekündigt. Bis Ende 2015 erfolgt die Ablösung durch ETCS Level 1LS.
- ➔ LS ist heute noch nicht Bestandteil der ERTMS-Spezifikation (SRS). Eine Umsetzung erfolgt mit dem nächsten Release per ca. 2009.

Konsequenz

- ➔ Bis zur netzweiten Umsetzung von ETCS wird fahrzeugseitig weiterhin eine Mehrfachausrüstung SIGNUM/ZUB/ETM und ETCS benötigt.
- ➔ ETCS kann vorerst nur auf der NBS und auf der LBL genutzt werden.

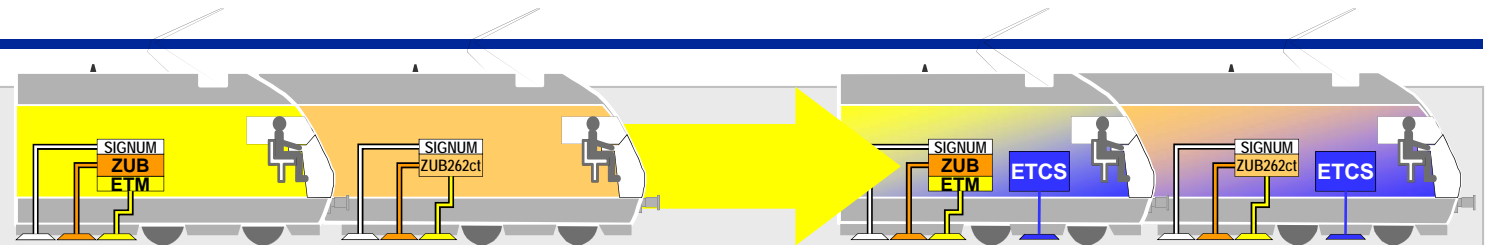
Zielsetzung

- ➔ 2010: Start der Umsetzung LS auf dem Netz.
- ➔ 2013: Der Lötschberg/Simplon-Korridor ist durchgängig mit ETCS befahrbar.
- ➔ 2016: Das gesamte Normalspurnetz der Schweiz ist mit ETCS befahrbar.
- ➔ 2016: Neu Fahrzeuge benötigen nur noch eine ETCS-Ausrüstung.



Migrationsphase 2 - Aufrüsten

ETCS-Systemnachrüstung



Situation

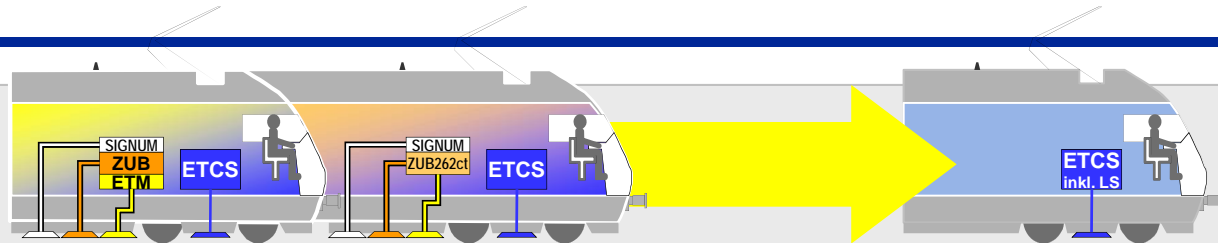
- ➔ Minimale Ausrüstung für Streckenfahrzeuge ist SIGNUM/ZUB/ETM bzw. SIGNUM/ZUB262ct.
- ➔ Für den Einsatz auf ETCS Level 2 Strecken ist zusätzlich eine ETCS-Ausrüstung erforderlich.

Empfehlung

- ➔ Bis 2015 macht eine ETCS-Nachrüstung bei bestehenden Fahrzeugen dann Sinn, wenn ein Einsatz auf ETCS Level 2 Strecken vorgesehen ist.

Migrationsphase 2 - Aufrüsten

ETCS-Systemupgrade



Situation

- ➔ Bestehende ETCS-Fahrzeuge basieren auf der SRS 2.x Version. Ausserhalb von ETCS Level 2 Strecken verkehren diese Fahrzeuge auch nach der netzweiten Umsetzung mit ETM.
- ➔ Der Limited Supervision wird mit SRS 3.x implementiert. Fahrzeugsysteme mit SRS3.x Stand können frühestens ab 2010/11 bestellt werden.
- ➔ Zukünftige Fahrzeuge mit SRS 3.x Version können auch auf Strecken mit SRS2.3.0 Stand verkehren (Rückwärtskompatibilität).
- ➔ Fahrzeugsysteme basierend auf SRS3.x benötigen für den Netzzugang Schweiz eine EuroLoop-Leseinrichtung.

Empfehlung

- ➔ Ein Upgrade von Fahrzeugen mit ETCS SRS2.x auf SRS3.x Version macht dann Sinn, wenn dadurch auch gleichzeitig SIGNUM/ZUB/ETM ausgebaut werden können (frühestens 2016). Die Systemvielfalt reduziert sich, Fahrzeugunterhaltskosten können reduziert werden.

Kostensituation ETCS-Fahrzeugsysteme

Situation

- ➔ Für die Nachrüstung der Fahrzeuge mit rund 644 ETCS-Systeme wurde im Schnitt ca. 550 kCHF pro System bezahlt (Gesamtkosten) . Die Systemintegrationskosten betragen rund 1/3 der Gesamtkosten.
- ➔ Insbesondere ist bei der Nachrüstung von kleinen Fahrzeugserien mit hohe Einmalkosten für die Systemintegration zu rechnen.
- ➔ Die aktuelle SRS 2.x Version kann für die aktuellen Level 2 Projekte eingesetzt werden. Zukünftig (2012 Korridor / 2015 gesamtes Netz) ist für den grenzüberschreitenden und innerschweizerische Verkehr eine SRS 3.x erforderlich, was zusätzliche Kosten verursacht.

Empfehlung

- ➔ Eine ETCS-Fahrzeugvorrüstung ist bisher nicht wirtschaftlich, da aufgrund der nicht genormten Systemschnittstellen nur geringfügige Vorbereitungen möglich sind.
- ➔ Bei Beschaffungen von ETCS-Fahrzeugsystemen sollten eine Aufrüstbarkeit auf SRS 3.x wenn möglich vertraglich vereinbart werden.
- ➔ Für den zukünftigen uneingeschränkten Fahrzeugeinsatz auf Level 1 LS Strecken ist die ETCS-Ausrüstung mit EuroLoop-Empfangseinheit vorzusehen.



Migration Zugsicherung in der Schweiz

Kostenentwicklung ETCS-Fahrzeugsysteme

Situation

- ➔ In Zusammenhang mit der Korridorstrategie der EU sollen in den kommenden 10 Jahren rund 10'000 Lokomotiven mit ETCS ausgerüstet werden.
- ➔ Es wird davon ausgegangen, dass insbesondere im Rahmen der Flottenerneuerung (Erneuerungsrate 2 - 2.5% jährlich) Neufahrzeuge ab Werk mit ETCS geliefert werden und somit keine Integrationskosten anfallen.
- ➔ Die EU zusammen mit Bahngremien und Lieferindustrie prognostizieren folgende Kosten (Totalkosten inkl. Engineering) für ETCS-Fahrzeugsysteme:

Equipment Type	Type of installation	Cost estimate (k€)
Level 1	On new rolling-stock	90 - 100
	On pre-fitted rolling stock	100 - 110
	Retrofitting on RS where space is available	170 - 200
	Retrofitting on RS where space is at a premium	260 - 300
Level 2	On new rolling-stock	120 - 140
	On pre-fitted rolling stock	130 - 160
	Retrofitting on RS where space is available	200 - 250
	Retrofitting on RS where space is at a premium	300 - 350

Migration Zugsicherung in der Schweiz

Fazit zur Umsetzung ETCS in der Schweiz

- ➔ EuroZUB/EuroSIGNUM auf der Basis von Eurobalisen und Telegrammpaket 44 sind streckenweise eingeführt und werden kontinuierlich im gesamte Normalspurnetz umgesetzt (ETCSNetz Phase 1).
- ➔ EuroZUB/EuroSIGNUM ist die Vorstufe für ETCS Level 1 LS
 - Umsetzung LS erfordert eine Ergänzung der Balisentelegramme (L1LS plus P44)
 - Risikoorientierte Absicherung bleibt auch mit LS bestehen (Warnung/Halt und Geschwindigkeits-Überwachung)
 - Voraussetzung: ZUB- und ETCS-Bremskurven müssen identisch sein (Vorsignaldistanz).
- ➔ EuroZUB/EuroSIGNUM bleiben parallel zu L1LS bestehen, solange Fahrzeuge ohne ETCS-Ausrüstung auf dem Netz verkehren.
- ➔ ETCS Level 1 LS seinerseits wird solange bestehen, bis es langfristig durch ein Full Supervision (tendenziell Level 2) abgelöst wird.
- ➔ Einsatz von ETCS in Knoten für die weitere Kapazitätssteigerung wird angestrebt (Elektronik vor Beton).

Fazit und Schlussbemerkung

Das Bild der netzweiten Umsetzung



Vielen Dank!



Migrationsphase 1 - Ausrüsten

Differenzierung: ETCS L1LS ↔ ETCS L2

Substanzerhalt: Ablösung ZUB/SIGNUM

Erweiterung: NBS, LBL, GBT

