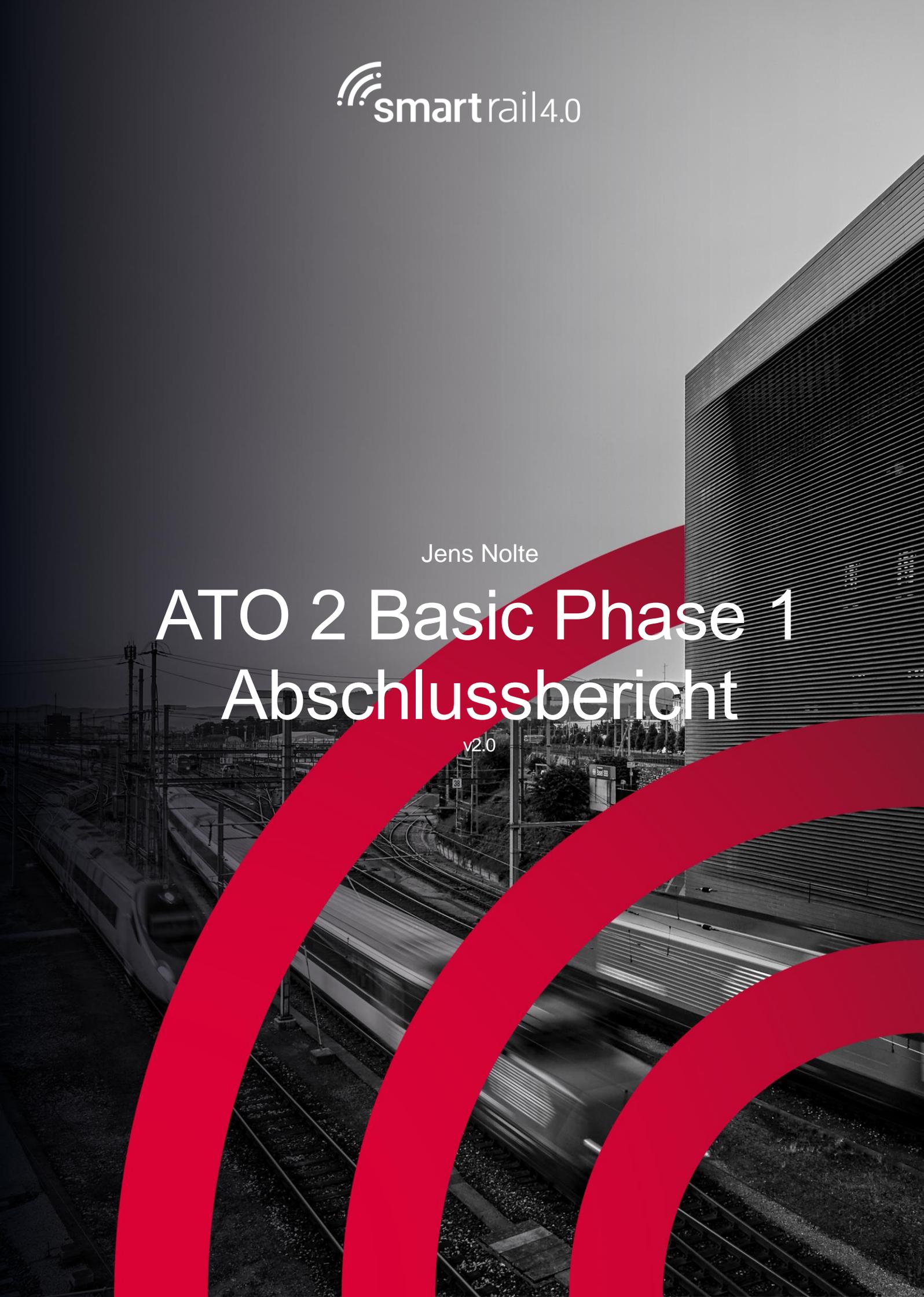


Jens Nolte

ATO 2 Basic Phase 1 Abschlussbericht

v2.0



Autor(en)	Nolte, Jens (I-SR40-PMO-PLP) Wanner, Franziska (P-OP-AM-FT-TE-LTT) Matthias, Michael (P-OP-AM-FT-TE-LTT) Kyburz, Martin (IT-SCI-PJ-PLP)
Vertraulichkeit	Intern
Status	final
Version	2.0
Letzte Änderung	19.Juli 2019
Letzte Änderung durch	Nolte Jens (I-SR40-PMO-PLP)
Urheberrecht	Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Jegliche kommerzielle Nutzung bedarf einer vorgängigen, ausdrücklichen Genehmigung.

Änderungsnachweise

Version	Datum	Ersteller	Änderungshinweise
1.0	11.01.2019	Jens Nolte	Erstausgabe
1.1a	23.01.2019	Jens Nolte	Überarbeitung zur Veröffentlichung
2.0	19.07.2019	Jens Nolte	Ergänzen der Beobachtung des Fahrverhaltens

Inhaltsverzeichnis

Änderungsnachweise	1
1. Einleitung.....	4
2. Administrative Vorbereitung für die Phase 1	4
2.1. Zulassung	4
2.2. Vorbereitung der Probefahrten	5
3. Testumgebung	5
3.1. ATO-TS	5
3.2. ATO-OB.....	6
3.3. Teststrecke	7
4. Vorbereitung des Fahrzeugs, Anschluss ATO OBU	8
4.1. Fahrzeugvorbereitung zum Anschluss der ATO-OBU	8
4.2. Fahrzeugvorbereitung zur Durchführung der Versuchsfahrten.....	8
5. Durchführung der Probefahrten	9
5.1. Team	9
5.2. Inbetriebnahme der ATO-Box	9
5.3. Testfahrten nach erfolgter Inbetriebnahme	9
5.3.1. Erste Bewegung.....	10
5.3.2. Änderung von Betriebsarten und -zuständen	13
5.3.3. Änderung von dynamischen Daten während der Fahrt	14
5.3.4. Aussergewöhnliche Situationen / Betriebszustände	17
5.4. Weitere Beobachtungen zusätzlich zu den Phasenzielen	18
6. Nachbereitung	19
6.1. Ergebnisse und Erkenntnisse.....	19
6.1.1. Phasenziele.....	19
6.1.2. Weitere Beobachtungen in der Phase 1	19
6.1.3. Grenzen der Aussagekraft der Testfahrten.....	23
6.2. Besondere Vorkommnisse	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Phasenziele	4
Tabelle 2 - Bahnhöfe und Abfahrtszeiten	

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2 - ATO-OBU Fahrzeuganbindung	6
---	---

1. Einleitung

Der Pilot «ATO2Basic» integriert ein Funktionsmuster einer ATO OBU auf einem FLIRT Fahrzeug. Es soll die Anwendbarkeit der TSI Normenentwürfe für den Bahnbetrieb in der Schweiz getestet werden. In der Phase 1 werden die Daten sowie die Datenkommunikation zwischen Infrastruktur und Fahrzeug auf Basis der TSI-Normenentwürfe Subset 125 / 126 erarbeitet und geprüft. Dabei soll gezeigt werden, dass nach dem Aufbau der Kommunikation vom ATO-TS zu einem Fahrzeug eigenständig einfache Bewegungen anhand der von ATO-TS zur ATO-OBU übermittelten Daten möglich sind. Allfällige Befunde können durch die Industrie in die Normierung eingebracht werden.

Nr.	Beschreibung der Ziele
P2-1	<p data-bbox="309 936 970 1010">ATO 2 Basic Phase 1: Basis-Funktionalität ATO-TS -> ATO-OBU demonstriert</p> <ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="357 1041 1353 1104">a. Die Funktion ATO auf dem Fahrzeug funktioniert gemäss Spezifikationen, wenn das ATO-TS entsprechende Vorgaben über die Schnittstelle liefert<li data-bbox="357 1120 1110 1149">b. Die Funktionalität beeinflusst den Bahnbetrieb nicht negativ<li data-bbox="357 1164 1326 1193">c. PoC, dass ATO grundsätzlich auch unter ETCS BL 2.3.0.d möglich sein sollte<li data-bbox="357 1209 1294 1238">d. Ergebnisse sowie allfällige Befunde sind in einem Prüfbericht dokumentiert

TABELLE 1 - PHASENZIELE

2. Administrative Vorbereitung für die Phase 1

2.1. Zulassung

Beim BAV wurde eine befristete Zulassung für Testfahrten beantragt.

Es wurde vereinbart, dass eine Zulassung gemäss Standardprozess für nicht interoperable Fahrzeuge beantragt wird, wobei bezüglich der zu liefernden Nachweise nur Dokumente abgegeben werden sollten, die auch im Zusammenhang mit tatsächlichen Änderungen stehen. Als Ausgangsbasis diente die bestehende Zulassung für die entsprechende FLIRT Baureihe.

Das Schlüsseldokument war somit der Systemänderungsbericht von Siemens, sowie das zugehörige Nachweisdokument, das mit den Ergebnissen der statischen Tests erstellt wurde. Besonderes Augenmerk wurde auf die Art der Änderung gelegt: Das Einfügen eines Zwischensteckers im Fahrzeug, der das temporäre Anschliessen der ATO-OBU ermöglicht, ist per Definition eine nicht-wesentliche Änderung. Der Betriebsmodus mit angeschlossener OBU ist jedoch aufgrund der Tatsache, dass Änderungen der ETCS-Projektierung vorgenommen wurden, als wesentliche Änderung klassifiziert. Der Nachweis der Rückwirkungsfreiheit wurde deswegen im Systemänderungsbericht mit Verfahren

durchgeführt, die konform zu den einschlägigen anwendbaren Normen sind. Somit haben die Änderungen keinerlei Auswirkungen auf die Sicherheit.

Des Weiteren war das BAV an einem Versuchspflichtenheft interessiert, welches den Zweck der Versuchsfahrten beschreibt. Wichtig war auch ein Sicherheitskonzept, wobei das BAV mehr Wert auf das Vorhandensein gelegt hat. Nachträgliche Änderungen, die sich aufgrund der Erkenntnisse der ersten Testfahrten ergeben haben, wurden gemäss Absprache mit dem BAV zur Information abgegeben, was sich jedoch nicht auf die bestehende Zulassung auswirkte.

Sämtliche Sicherheitsnachweise waren im Systemänderungsbericht von Siemens integriert. Daher stützt sich der Sicherheitsbericht im Wesentlichen auf Verweise zu den entsprechenden Kapiteln des Systemänderungsberichts ab.

Die Zulassung für Testfahrten befristet bis 31.03.2019 haben wir vom BAV am 22.08.2018 erhalten, so dass die Testfahrten wie geplant stattfinden konnten. Für die weiteren neu geplanten Testfahrten der Phase 1 wurde eine Verlängerung bis Ende 2019 beantragt, da sich die Phase 2 aufgrund der Terminsituation der Industriebeiträge zeitlich verschiebt

2.2. Vorbereitung der Probefahrten

Die Trassen, sowie Testlokfürer und Probefahrleiter wurden über die SBB-P Testkoordination bestellt. Bei der Bestellung der Fahrten ist ein Testdrehbuch inklusive Testfahrplan erforderlich. Damit ermöglichen wir u.a. die Trassenplanung der vielbefahrenen ETCS L2 Teststrecke zwischen Lausanne - Villeneuve. Die Reservation eines Fahrzeuges lief via Absprache mit der Lenkung RV West, welche das Fahrzeug an einen geeigneten Ort für den Umbau lenkte. Das TET-KGB hat das Sicherheitskonzept freigegeben, so dass die Testfahrten stattfinden konnten. Auf dem Fahrzeug waren dann immer ein Testleiter, ein Testlokfürer und ein Probefahrleiter anwesend.

3. Testumgebung

3.1. ATO-TS

In Phase 1 steht noch kein ATO-TS mit RCS/TMS Anbindung zur Verfügung. Die Journey- und Segment Files werden manuell erstellt und auf das ATO-TS übertragen. Das ATO-TS sendet die Files über eine Mobilfunkverbindung an die ATO-OBU auf dem Fahrzeug. Als Protokoll werden die Subsets 125 / 126 benutzt. Inhalte der Rückmeldungen von der ATO-OBU an das ATO-TS können somit ebenfalls nur manuell ausgewertet werden.

3.2. ATO-OB

Das Fahrzeug ist mit einem ATO-OBU Funktionsmuster des Herstellers Siemens ausgerüstet. Die ATO Funktion lehnt sich an die bereits existierende Thameslink-Lösung von Siemens an.

Die rückwirkungsfreie Anbindung (nur lesend) an die bestehende ETCS Ausrüstung (BL 2.3.0.d) erfolgt über eine proprietäre Schnittstelle (MVB). Die nachfolgende Abbildung zeigt die Architektur für den ATO-Testbetrieb des Testfahrzeugs auf.

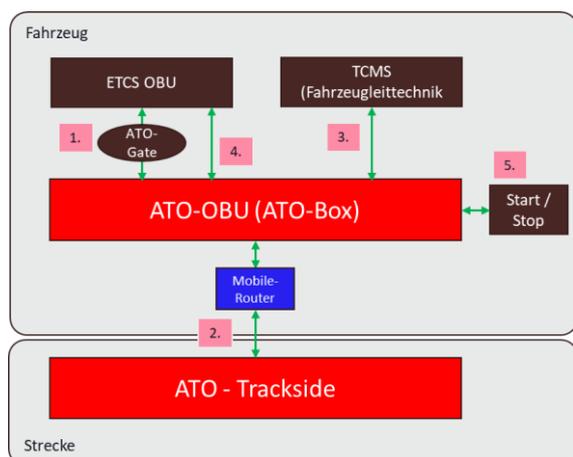


ABBILDUNG 1 - ATO-OBU FAHRZEUGANBINDUNG

Für den Testbetrieb ist eine „ATO Box“ vorgesehen, die neben der ATO-OBU auch weitere Schaltelemente beinhaltet. Diese Lösung wurde gewählt, um die Umbauzeiten möglichst gering halten zu können. Folgende Verbindungen und Schnittstellen wurden bei der «ATO Box» vorgesehen:

1. ATO-Gate von ETCS OBU zu ATO-OBU zur Übertragung und Aufbereitung von ATP Informationen, welche das ATO-Gate aufbereitet. ATO-Gate und ATO-OBU an ETCS angeschlossen. Diese Verbindung stellt sicher, dass die für ATO notwendigen Informationen zur Verfügung gestellt werden.
2. ATO-TS (Strecke) zu ATO-OBU (Fahrzeug) zur Übertragung der nicht sicherheitsrelevanten Fahrvorgaben und der nicht sicherheitsrelevanten Streckendaten. Eine Ethernet-Schnittstelle zum „Mobile Router“, zur Übertragung der nicht sicherheitsrelevanten Fahrvorgaben und Streckendaten auf das Fahrzeug.
3. Schnittstelle mit digitalen und analogen Signalen zwischen ATO-OBU und TCMS (dient der effektiven Steuerung des Fahrzeugs im ATO-Betrieb).
4. Abgriff von zeitkritischen ETCS-Signalen: zusätzliche Signale des EVCs über einen direkten Zugriff.
5. Bedienschnittstelle des ATO-Systems, die durch den Lokführer aktiviert beziehungsweise deaktiviert werden kann (Leuchtdrucktaster „ATO-Start“ und „ATO-Stopp“).

3.3. Teststrecke

Die Tests finden auf der Strecke Lausanne-Villeneuve statt. Im Regelbetrieb sind die Fahrzeiten gemäss SBB Fahrplan, gemessen ab Abfahrtsbahnhof, die folgenden:

Bhf Nr.	Haltestelle	Ankunft Minute Hinfahrt	Abfahrt Minute Hinfahrt	Ankunft Minute Rückfahrt	Abfahrt Minute Rückfahrt
1	Lausanne		00	37	
2	Pully	03	03	33	33
3	Lutry	05	05	29	29
4	Villette VD	07	07	28	28
5	Cully	10	10	26	26
6	Epesses	11	11	23	23
7	Rivaz	14	14	20	20
8	St. Saphorin	16	16	19	19
9	Vevey	21	22	14	15
10	La Tour-de-Peilz	23	23	11	11
11	Burier	25	25	09	09
12	Clarens	27	27	08	08
13	Montreux	30	31	07	07
14	Territet	32	32	04	04
15	Veytaux-Chillon	34	34	02	02
16	Villeneuve	38	n/a	n/a	00

TABELLE 2 - BAHNHÖFE UND ABFAHRTSZEITEN

4. Vorbereitung des Fahrzeugs, Anschluss ATO OBU

4.1. Fahrzeugvorbereitung zum Anschluss der ATO-OBU

Zur Vorbereitung für den Einbau der ATO-OBU wurde ein FLIRT modifiziert: Die Leitungen zum Fahr/Bremshebel wurden mit einem Abgriff mittels Zwischenstecker ausgestattet.

Bei regulärem Fahrbetrieb befindet sich ein Brückenstecker auf dem Abgriff, der die Leitungsführung der Verdrahtung des Fahr-/Bremshebels im Originalzustand belässt. Wenn der Brückenstecker abgenommen wird und die ATO-OBU an den Abgriff angeschlossen ist, werden die Signale des Fahr-/Bremshebels über die ATO-OBU geführt.

Somit ist sichergestellt, dass im Normalbetrieb mit Brückenstecker die Verdrahtung des Fahr-Bremshebels dem Serienzustand entspricht.

Im Testbetrieb kann die ATO-OBU die Steuersignale des Fahr-Bremshebels auswerten, im manuellen Fahrbetrieb durchschleifen und im ATO Betrieb gegenüber der Fahrzeugleittechnik die Signale des Fahr-/Bremshebels simulieren. Somit findet der ATO Betrieb ohne Eingriff in die Leittechnik des Fahrzeugherstellers statt.

4.2. Fahrzeugvorbereitung zur Durchführung der Versuchsfahrten

Für die Testfahrten wird das Fahrzeug mit einer mobilen ATO-Box pro Führerstand ausgerüstet. In der ATO-Box sind alle für GoA2 nötigen zusätzlichen Elemente verbaut. Der für den ATO-Testbetrieb notwendige mobile Router wird seitens SBB integriert.

Die Umrüstung findet in der Abstellanlage vom Bahnhof Lausanne statt. Die für den Wechsel vom kommerziellen Betrieb zum Testbetrieb notwendigen Prozessschritte sind nachfolgend aufgelistet und werden nacheinander in beiden Führerständen durchgeführt und protokolliert:

1. Werte der ETCS-Parameter überprüfen und notieren
2. Raddurchmesser notieren
3. Besetzten Führerstand abrüsten
4. Serio5L-Baugruppe austauschen
5. ODO5-Baugruppe austauschen
6. ATO-Box anschliessen
7. Zug in unbesetzte Parkstellung bringen
8. Neue MVB-Konfiguration für den MVB der ETCS-OBU laden
9. Fahrzeug-Reset
10. Führerstand aufrüsten
11. Werte der ETCS-Parameter überprüfen
12. Raddurchmesser übertragen inkl. Prüfung der Werte und ETCS-Reset
13. ETCS-Daten eingeben
14. Systemtest ausführen
15. ETCS-MVB-Version prüfen

16. Prüfen ob ATO-Gate aktiv
17. Fahrzeug-Update-Protokoll ausfüllen und für Testfahrt auf Fahrzeug hinterlegen
18. Funktionsprüfung inkl. Überfahren der SIOP-Balisen durch ein vom ATO PoC unabhängiges Team der SBB

5. Durchführung der Probefahrten

5.1. Team

Auf den Testfahrten waren folgende Rollen anwesend:

- Mitarbeiter IT für die Betreuung der ATO-TS,
- Mitarbeiter SR4.0 als Testleiter
- Lokführer für Probefahrten
- Probefahrleiter
- Mitarbeiter Siemens CH für die Betreuung ETCS und Gesamtverantwortung Siemens
- Mitarbeiter Siemens Berlin für die Betreuung ATO-OBU

5.2. Inbetriebnahme der ATO-Box

Die für die Inbetriebnahme notwendigen Aktivitäten sind in der nachfolgenden Auflistung zusammengefasst:

1. Überprüfung Schnittstelle zwischen ATO-OBU und Fahrzeug
2. Lesen der digitalen Eingänge am Fahrzeug
3. Manuelles Setzen der digitalen Ausgänge
4. Manuelles Setzen der digitalen Ausgänge für die Traktion / Bremse
5. Überprüfung der Schnittstelle zwischen ATO-OBU und Lokführer
6. Einlesen der ATO-Leuchttaster
7. Integration ATO-Gate in MVB der ETCS OBU
8. Überprüfung Schnittstelle ATO-Gate und ATO-OBU
9. Integration-ATO-OBU in MVB der ETCS-OBU
10. Überprüfung Schnittstelle zwischen ATO-OBU und ATO-TS (SS-126) via Mobile Router über das öffentliche Mobilfunknetz

Damit ist die korrekte Integration und somit Inbetriebnahme der ATO-Box sichergestellt.

5.3. Testfahrten nach erfolgter Inbetriebnahme

Nach erfolgter Inbetriebnahme der ATO OBU wurden die nachfolgenden vorab definierten Testfälle gefahren. Die Nummerierungen der Bahnhöfe beziehen sich auf die Tabelle 2.

Soweit in den Testfällen die Nummern definiert sind, beziehen sie sich auf die jeweiligen Bahnhöfe. Mit «x» bezeichnete Bahnhöfe sind beliebige Haltepunkte an der Strecke, mit «X+n» bezeichnete Haltepunkte sind die n. Haltepunkte ab einem beliebigen Bahnhof.

Um einen Testfall erfolgreich abzuschliessen, wurde dieser 3 Mal erfolgreich durchgeführt, ausgenommen wo dies anders vermerkt ist.

5.3.1. Erste Bewegung

5.3.1.1. Abfahrt in den ETCS L2 Bereich zum ersten Zielpunkt

Startpunkt: Bhf. Nr.1

Endpunkt: Bhf. Nr. 2

Vorbereitung:

- Erstellung eines Segment Profiles für den Streckenabschnitt
- Erstellung eines Journey Profiles für den Streckenabschnitt
- Definition: Genaue Zeit am Startpunkt, Definition, an welchem Ort ATO «engaged» wird

Durchführung:

- Das Fahrzeug wird manuell in den ETCS L2 versorgten Bereich gefahren.
- Wenn die Bedingungen vorliegen wird in den automatischen Betrieb (GoA2) umgeschaltet.
(Umschaltung nach Überfahren der ersten Balise)

Testergebnis Soll:

- Das Fahrzeug kann in den GoA2 Modus geschaltet werden
- Fahrzeug hält am Endpunkt zum im Journey File vordefinierten Zeitpunkt

Versuchsinhalte:

- Manueller Wechsel von GoA1 in GoA2

Wiederholung:

- Wenn Soll nicht erreicht – Korrektur der ATO-OBU und anschließende Wiederholung

Testergebnis Ist:

OK

Bemerkungen:

- keine

5.3.1.2. Pünktliche Ankunft

Startpunkt: Bhf. Nr. X

Endpunkt: Bhf. Nr. X+1

Vorbereitung:

- Erstellung eines Segment Profiles für den Streckenabschnitt
- Erstellung eines Journey Profiles für den Streckenabschnitt

Durchführung:

- Das Fahrzeug wird im automatischen Betrieb vom Startpunkt zum Endpunkt bewegt.

Testergebnis Soll:

- Fahrzeug fährt nach ATO Start automatisch vom Startpunkt weg
- Fahrzeug hält am Endpunkt zum im Journey File vordefinierten Zeitpunkt

Versuchsinhalte:

- Definition verschiedener Journey Files von Punkt zu Punkt mit verschiedenen Höchstgeschwindigkeiten
- Zug soll automatisch zwischen den Bahnhöfen fahren

Wiederholung:

- Wenn Soll nicht erreicht – Korrektur der ATO-OBU und anschließende Wiederholung
- Versuche mit verschiedenen Höchstgeschwindigkeiten (durch Vorgabe der Fahrtzeit im Journey Profile)

Testergebnis Ist:

OK

Bemerkungen:

- keine

5.3.1.3. Halt vor «rotem Signal» (ETCS MA liegt nicht für die ganze Strecke vor)

Startpunkt: Bhf. Nr. X

Endpunkt: Bhf. Nr. X+1

Vorbereitung:

- Erstellung eines Segment Profiles für den Streckenabschnitt
- Erstellung eines Journey Profiles für den Streckenabschnitt
- MA liegt nur bis zu einem Punkt vor dem Bhf X+1 vor

Durchführung:

- Fahrzeug startet im ATO-Modus

Testergebnis Soll:

- Das Fahrzeug hält in kurzer Distanz vor dem roten «Signal» (d.h. Ende der MA) an.
- Nachdem die MA bei der Leitzentrale telefonisch verlängert wurde, fährt das Fahrzeug automatisch los und hält am Bahnhof X+1.

Versuchsinhalte:

- Reaktion der ATO auf ein Ende der MA

Wiederholung:

- Keine

Testergebnis Ist:

OK

Bemerkungen:

- keine

5.3.2. Änderung von Betriebsarten und -zuständen

5.3.2.1. Wechsel GoA1 → GoA2 → GoA1

Startpunkt: Bhf. Nr. X

Zwischenhalt: Bhf. Nr. X+1

Endpunkt: Bhf. Nr. X+2

Vorbereitung:

- Erstellung der Segment Profiles für die Streckenabschnitte
- Erstellung der Journey Profiles für die Streckenabschnitte

Durchführung:

- Das Fahrzeug wird manuell in den ETCS L2 versorgten Bereich gefahren.
- Wenn die Bedingungen vorliegen wird in den automatischen Betrieb (GoA2) umgeschaltet
- Es wird im Modus GoA2 zum Zwischenhalt gefahren
- Vom Zwischenhalt wird die Fahrt mit GoA2 begonnen
- Während der Fahrt wird manuell in den Modus GoA1 umgeschaltet

Testergebnis Soll:

Das Umschalten zwischen GoA1 und GoA2 sowie umgekehrt verursacht keine Unregelmässigkeiten

Versuchsinhalte:

- Manueller Wechsel von GoA1 in GoA2 und zurück

Wiederholung:

- Wenn Soll nicht erreicht – Korrektur der ATO-OBU
- Anschliessende Wiederholung mit Startpunkt Bhf. X+3 und Endpunkt Bhf. X+5

Testergebnis Ist:

OK

Bemerkungen:

- keine

5.3.3. Änderung von dynamischen Daten während der Fahrt

5.3.3.1. Re-Routing während der Fahrt

Startpunkt: Bhf. Nr. 8 oder 10

Endpunkt: Bhf. Nr.9

Vorbereitung:

- Erstellung der Segment Profiles für die Streckenabschnitte
- Erstellung eines Segment Profiles mit Änderung des Ankunftsgleises
- Erstellung der Journey Profiles für die Streckenabschnitte

Durchführung:

- Das Fahrzeug wird im Modus GoA2 gestartet
- Vor Erreichen des Endpunkts wird ein Segment Profile mit geändertem Gleis am Endpunkt übertragen
- Es wird im Modus GoA2 bis zum Endpunkt weitergefahren und dort gehalten

Testergebnis Soll:

Das Fahrzeug hält am Endpunkt am neuen Gleis an

Versuchsinhalte:

- Änderung der Strecke während der Fahrt

Wiederholung:

- Wenn Soll nicht erreicht – Korrektur der ATO-OBU
- Anschliessende Wiederholung mit Endpunkt an einem anderen Bahnhof mit mehreren Gleisen

Testergebnis Ist:

OK

Bemerkungen:

- keine

5.3.3.2. Fahrtzeitverlängerung während der Fahrt

Startpunkt: Bhf. Nr. x

Endpunkt: Bhf. Nr. x+3

Vorbereitung:

- Erstellung der Segment Profiles für die Streckenabschnitte
- Erstellung der Standard Journey Profiles für die Streckenabschnitte
- Erstellung eines Journey Profiles, mit Ankunftszeit +1 Min

Durchführung:

- Das Fahrzeug wird im Modus GoA2 gestartet
- Vor Erreichen des Endpunkts wird ein geändertes Journey Profile übertragen
- Es wird im Modus GoA2 bis zum Endpunkt weitergefahren und dort gehalten
- Das Fahrverhalten nach der Änderung wird beobachtet

Testergebnis Soll:

Das Fahrzeug verlangsamt die Fahrt und hält pünktlich gemäss neuem Journey Profile am Endpunkt an

Versuchsinhalte:

- Änderung der Strecke während der Fahrt

Wiederholung:

- Wenn Soll nicht erreicht – Korrektur der ATO-OBU
- Anschliessende Wiederholung mit Endpunkt an einem anderen Bahnhof
- Wiederholung mit weiteren zeitlichen Änderungen (+2 min, +3 min...)

Testergebnis Ist:

OK

Bemerkungen:

- keine

5.3.3.3. Fahrtzeitverkürzung während der Fahrt

Startpunkt: Bhf. Nr. x

Endpunkt: Bhf. Nr. x+5

Vorbereitung:

- Erstellung der Segment Profiles für die Streckenabschnitte
- Erstellung der Standard Journey Profiles für die Streckenabschnitte
- Erstellung eines Journey Profiles, mit Ankunftszeit -1 Min (Mindestfahrzeit jedoch nicht unterschreiten)

Durchführung:

- Das Fahrzeug wird im Modus GoA2 gestartet
- Vor Erreichen des Endpunkts wird ein geändertes Journey Profile übertragen
- Es wird im Modus GoA2 bis zum Endpunkt weitergefahren und dort gehalten
- Das Fahrverhalten nach der Änderung wird beobachtet

Testergebnis Soll:

Das Fahrzeug beschleunigt und hält pünktlich gemäss neuem Journey Profile am Endpunkt an

Versuchsinhalte:

- Änderung der Strecke während der Fahrt

Wiederholung:

- Wenn Soll nicht erreicht – Korrektur der ATO-OBU
- Anschliessende Wiederholung mit Endpunkt an einem anderen Bahnhof
- Wiederholung mit weiteren zeitlichen Änderungen (-2 min, -3 min...)
- Wiederholung mit Fahrplanänderung zu verschiedenen Zeitpunkten (Bei Bhf. X+1, Bhf. X+2...)

Testergebnis Ist:

OK

Bemerkungen:

- keine

5.3.4. Aussergewöhnliche Situationen / Betriebszustände

5.3.4.1. Zwangsbremmung durch ETCS

Startpunkt: Bhf. Nr. X

Endpunkt: Bhf. Nr. X+1

Vorbereitung:

- Geschwindigkeitsvorgabe über an die ATO-OBU angeschlossenen Service-Laptop

Durchführung:

- Fahrzeug über die ATO OBU beschleunigen, um in die ETCS Bremskurve «hineinzufahren»

Testergebnis Soll:

- Das ETCS löst eine Zwangsbremmung aus

Versuchsinhalte:

- ETCS behält die Kontrolle bei Widersprüchen zwischen ETCS und ATO

Wiederholung:

- Keine

Testergebnis Ist:

OK

Bemerkungen:

- keine

5.4. Weitere Beobachtungen zusätzlich zu den Phasenzielen

Zusätzlich zu den für Phase 1 geplanten Testfällen wurde im April 2019 eine weitere Testwoche durchgeführt.

Das ATO-TS Entwicklertriam realisierte eine Anbindung des RCS der SBB an das ATO-TS, so dass es erstmals möglich war, anhand der Prognosen des RCS Journey-Profiles an die ATO-OBU zu übermitteln, die aus Echtzeit Verkehrsdaten generiert wurden. Die Testtrassen wurden so bestellt, dass das Fahrzeug fahrplanmässig tagsüber zwischen 2 S-Bahn-Zügen eingereiht wurde, so dass das Fahrverhalten mit ATO abhängig von der Betriebslage beobachtet werden konnte.

Dadurch konnten die bisherigen Hinweise erhärtet werden, dass der GoA2-Betrieb ohne störende Beeinflussung des regulären Bahnbetriebs erfolgen kann.

Aufgrund der Wetterverhältnisse während der Testfahrten, die neben gutem Wetter auch Fahrten bei Regen und Schnee mit schlechter Adhäsion beinhalteten, konnte erstmalig ein Vergleich der Fahreigenschaften bei guter und schlechten Adhäsionsverhältnissen vorgenommen werden.

Neben der Funktion als „Gegenstück“ für das ATO TS Team wurde die Gelegenheit genutzt, um das Fahrverhalten mit dem ATO-OBU Funktionsmuster zu beobachten. Es wurden folgende Tätigkeiten durchgeführt:

1. Bestandsaufnahme der Streuung der Anhalteorte während der RCS-gesteuerten Versuchsfahrten. Da eine repräsentative Performancemessung in dieser Phase nicht möglich war, wurde die Variation der Anhalteorte während der dynamisch durch RCS gesteuerten Fahrten aufgenommen. Die Ergebnisse werden in Kapitel 6.1.2.1 diskutiert.
2. Auswertung aufgezeichneter Daten während der Fahrt. Die Geschwindigkeitsaufzeichnungen während der Testfahrten wurden mit den entsprechenden Bremskurven verglichen, um Rückschlüsse aus dem Anhalteverhalten ziehen zu können. Die Ergebnisse werden in Kapitel 6.1.2.2 diskutiert.

6. Nachbereitung

6.1. Ergebnisse und Erkenntnisse

6.1.1. Phasenziele

1. Die Funktion der Schnittstelle mit den zum Zeitpunkt der Testfahrten implementierten Normenentwürfen wurde geprüft mit dem Ergebnis, dass das von der Industrie zur Verfügung gestellte Funktionsmuster die normierten Informationen korrekt umsetzt. Wie in den Anforderungen der Normenentwürfe beschrieben, verbleibt das Sicherheitsregime uneingeschränkt beim ETCS und beim Lokführer
2. Bei den bisherigen Testfahrten ergeben sich keine Hinweise darauf, dass die Fahrweise eines FLIRT unter ATO negative Auswirkungen auf den Bahnbetrieb hat. Die ersten Testfahrten fanden nachts statt. Aufgrund der ersten positiven Erkenntnisse wurde eine Woche lang Testfahrten tagsüber durchgeführt, die die Erkenntnisse erhärtet haben.
3. Die momentan proprietäre Anbindung der ATO-OBU an die ETCS-OBU unter Baseline 2.3.0.d lässt noch keine allgemeingültige Aussage über die Eignung mit dieser ETCS Version zu. Mit dem aktuellen Setup wurden keine Probleme oder Einschränkungen des ATO Betriebs beobachtet, die auf die verwendete ETCS Baseline zurückzuführen wären.

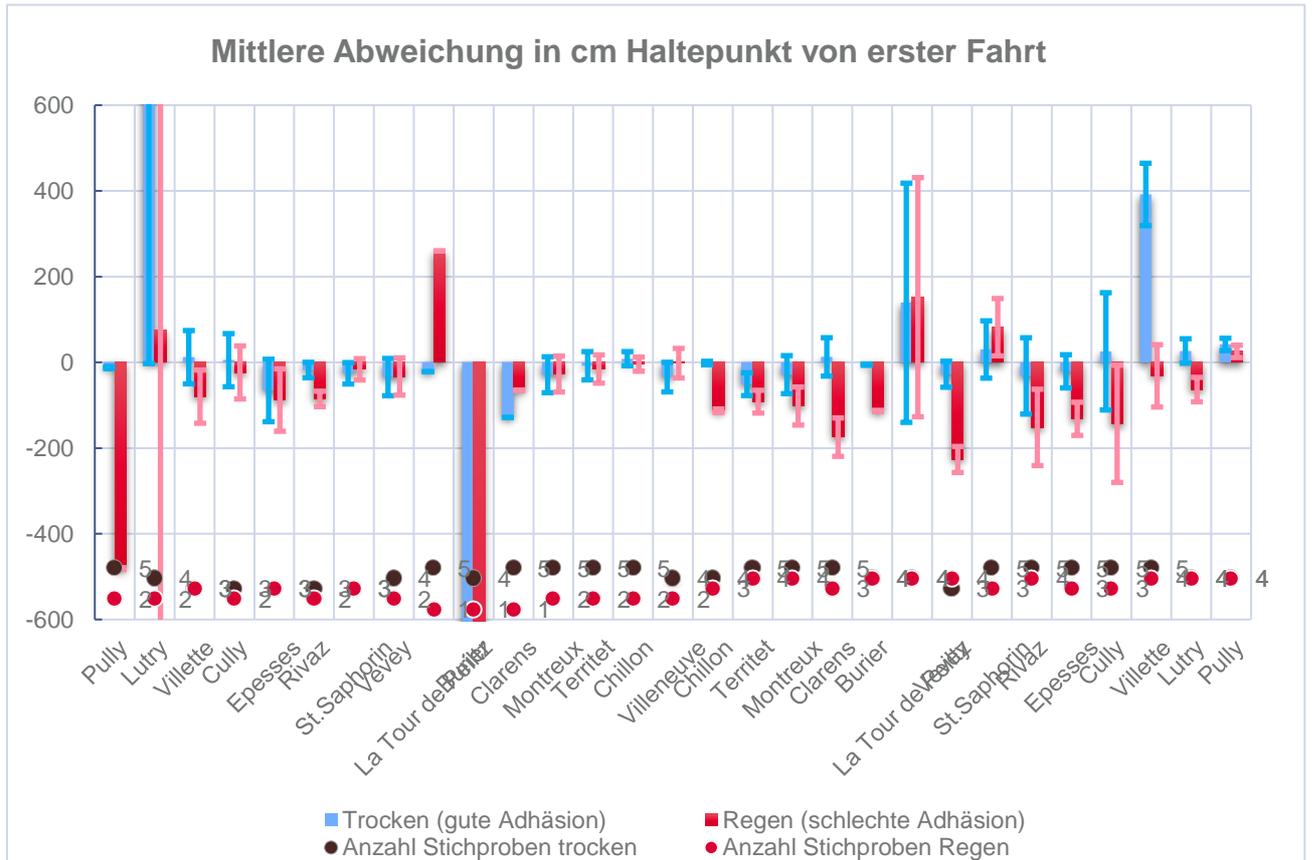
6.1.2. Weitere Beobachtungen in der Phase 1

Die nachfolgenden Beobachtungen wurden in der Testwoche vom 01.04.19 bis 05.04.19 getätigt.

6.1.2.1. Beobachtung der Anhalteorte

Vorgehensweise:

1. Als Referenz für die nachfolgenden Messungen wurden bei der ersten durch RCS gesteuerten Fahrt (Vergleichsfahrt) bei guter Adhäsion an der Kante des Schiebetritts eine Markierung am Perron angebracht. Die Markierung hatte keine Relation zum per Segment Profile vorgegebenen Anhalteort.
2. Bei jeder ATO Folgefahrt wurde der Abstand zwischen Kante des Schiebetritts und der Markierung gemessen.
3. Es wurden keine statischen Journey Profiles verwendet. Diese wurden dynamisch durch RCS generiert, somit unterscheidet sich das Fahrprofil bei jedem Anhaltevorgang.



Vergleichswerte gemischt gute/schlechte Adhäsion (Anzahl der Stichproben im Diagramm angegeben)

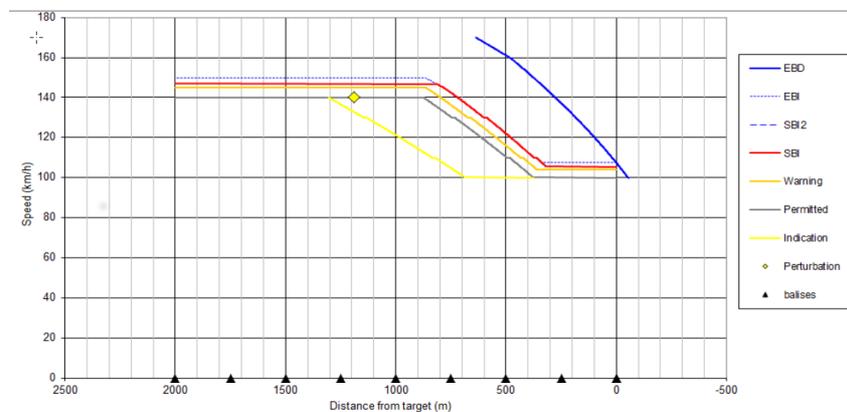
Über-/Unterschossen: Tendenziell wird häufiger vor als hinter der Markierung angehalten.

Genauigkeit: In der Regel akzeptabel, es gibt jedoch Ausreisser an einigen Stationen.

6.1.2.2. Auswertung aufgezeichneter Geschwindigkeitskurven

Um zu ermitteln, inwieweit eine Aussage zur Kapazitätssteigerung getroffen werden kann, muss zunächst betrachtet werden, welche Einflussfaktoren sich auf die Kapazität auswirken.

Hierzu werden die in der nachstehenden Grafik betrachteten ETCS-Geschwindigkeitskurven gegenübergestellt:



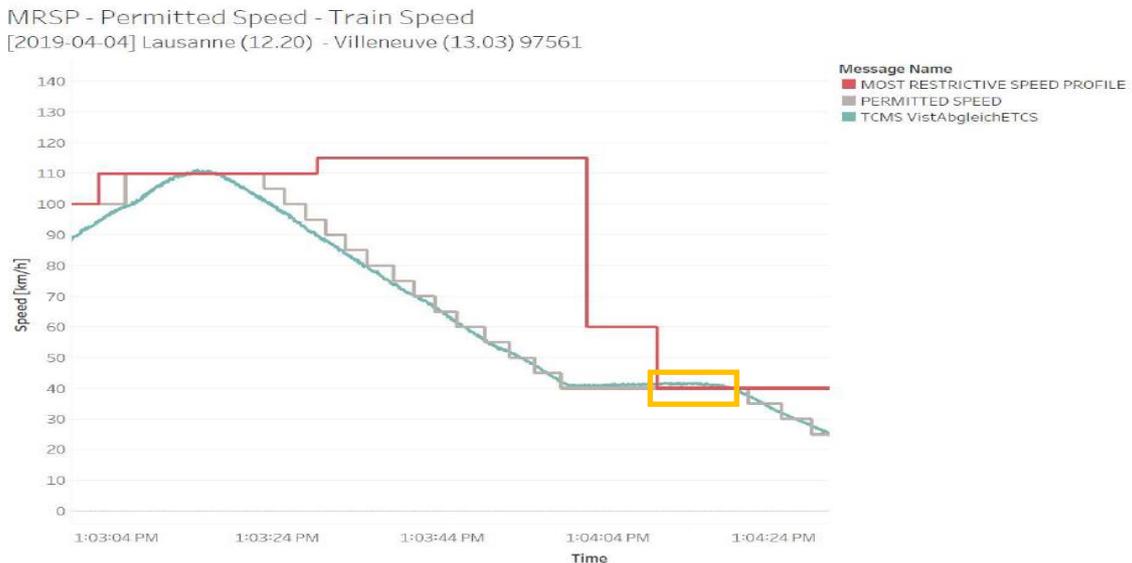
Initial speed (km/h)	Distance from target (m)							Release speed (km/h)
	Perturbation	Indication	Permitted	Warning	SBI	EBI	StartRSM	
140,00	1190,23	1309,16	874,81	796,46	718,68	718,68	N/A	N/A

Rückschlüsse aus der Grafik:

- Die Differenz zwischen Gelb (Indication) und $V_{permitted}$ macht ca. 12 sec aus (140 km/h, entspricht ca. 38 m/s)
- Die Differenz zwischen $V_{permitted}$ und Orange macht ca. 2 sec aus (140 km/h, entspricht ca. 38 m/s)
- Das Delta zwischen $V_{permitted}$ und der orangenen Warnkurve ist nicht mehr wesentlich (≈ 2 s)
- Die Zeit zwischen $V_{permitted}$ und der Systembremse liegt bei etwa 4 s

Eine mögliche Kapazitätssteigerung liegt in der Reserve zwischen gelber Indication Kurve und $V_{permitted}$

Die Nachstehende Aufzeichnung stammt von einem Anhaltvorgang einer ATO-Fahrt auf der Strecke Lausanne-Villeneuve bei Regen. (Schlechte Adhäsion = Worst Case)



- MRSP – statisch, Streckeneigenschaften aus ETCS
- Permitted Speed – Fz spezifisch, dynamisch berechnet

Beobachtung während des Anhaltvorgangs

- V_{ist} liegt nahe an $V_{permitted}$ (beide von der ETCS-OBU berechnet)
- Ab 01:04:10 (orange markiert) beträgt V_{ist} für ca. 10 Sekunden in etwa dem MRSP. Dies bedeutet in der Praxis, dass ATO an der orangenen Warnkurve des ETCS fährt, welche hier nicht dargestellt ist.

Fazit: Die Beobachtungen der Phase 1 deuten darauf hin, dass es mit ATO möglich ist, grundsätzlich sehr eng an der permitted speed zu fahren. Die ATO OBU „ignoriert“ daher die „Gelbe“ Indikation, die den Lokführer darauf vorbereitet, dass sich das Fahrzeug der permitted speed annähert und somit eine Hinweis für eine notwendige Handlung vorliegt.

Unter der Annahme, dass die Zeit zwischen Indikation und $v_{permitted}$ eine Reserve für manuelles Fahren darstellt, deuten die Beobachtungen darauf hin, dass sich eine Einsparung dieser Reserve direkt in eine mögliche Kapazitätssteigerung umgesetzt werden könnte.



6.1.3. Grenzen der Aussagekraft der Testfahrten

1. Über das Energiesparpotenzial kann noch keine Aussage getroffen werden. Weder aus Sicht der ATO-OBU noch aus Sicht des ATO-TS war energiesparendes Fahren ein Entwicklungsziel dieser Phase.
2. Über eine mögliche Kapazitätssteigerung kann noch keine definitive Aussage getroffen werden. Das Fahrverhalten des Zugs unter ATO GoA2 gibt erste Hinweise darauf, dass das Fahrzeug sehr eng an der von ETCS vorgegebenen Geschwindigkeitskurve fahren kann. Dies bezieht sich auch auf Fahrten bei schlechter Adhäsion, obwohl gewisse Funktionalitäten wie z.B: Adhäsionsregelung noch nicht im Funktionsmuster der Phase 1 umgesetzt sind.
3. Über die Anhaltegenauigkeit kann noch keine Aussage getroffen werden, da diese unter anderem auch von Gegebenheiten der Infrastruktur abhängt.

6.2. Besondere Vorkommnisse

- Keine