

Änderungsverzeichnis

Version	Datum	Verantwortlich	Beschreibung
0.1	09.08.2023	A. Bianchi	Erster Entwurf
0.2	14.09.2023	R. Schneider	Bereinigter Entwurf.
0.3	20.09.2023	A. Bianchi	Bericht redigiert und finalisiert.
1.0	17.10.2023	C. Häni	Schlussbereinigung und Freigabe durch Projektleiter

Freigabe durch die Systemführerschaft

Version	Verantwortlich	Datum
0.3	Technical Board	28.09.2023
1.0	Management Board	19.10.2023

Öffentlichkeitsgrad

Öffentlich

Abkürzungsverzeichnis

Meterspurbahn	
AB	Appenzeller Bahnen AG
Asm	Aare Seeland mobil AG
AVA	Aargau Verkehr AG
BOB	Berner Oberland Bahn
CJ	Compagnie des chemins de fer du Jura SA
FART	Società per le Ferrovie Autolinee Regionali Ticinesi SA
FB	Forchbahn AG
FLP	Ferrovie Luganesi SA
LEB	Compagnie du Chemin de fer Lausanne – Echallens – Bercher SA
MBC	Transports de la région Morges – Bière – Cossonay SA
MGBahn	Matterhorn Gotthard Bahn
MOB	Chemin de fer Montreux Oberland bernois SA
NStCM	Compagnie du chemin de fer Nyon-St-Cergue-Morez SA
RBS	Regionalverkehr Bern-Solothurn AG
RhB	Rhätische Bahn AG
TMR	Transports de Martigny et Régions SA
TPC	Transports publics du Chablais SA
TPF	Transports publics fribourgeois Holding (TPF) SA
transN	Transports Publics Neuchâtelois SA
TRAVYS	TRAVYS SA
zb	zb Zentralbahn AG
Weitere Abkürzungen	
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
FIMO	Analyse- und Bewertungssystem (Fahrzeug-Fahrweg Interaktion Meterspur Optimierung)
DG	Drehgestell
LDG	Laufdrehgestell
MDG	Motordrehgestell
AMDG	Motordrehgestell mit reinen Adhäsionsantrieb
ZMDG	Motordrehgestell mit reinen Zahnradantrieb
AZMDG	Motordrehgestell mit zwei Antriebssystemen (Adhäsion und Zahnrad)
ZBDG	Laufdrehgestell mit Zahnradbremsen

Management Summary

Die Schweizer Meterspurbahnen unterscheiden sich nicht nur in Bezug auf ihr Einsatzgebiet, sondern auch in Bezug auf ihr Rollmaterial. Die unterschiedlichen Anforderungen haben zur Entwicklung von Zugskonzepten mit unterschiedlichen technischen Eigenschaften geführt.

Zurzeit gibt es keine Datenbank, die das gesamte Rollmaterial der Schweizer Meterspurbahnen erfasst. Aus diesem Grund wurde eine Datenbank erstellt, die sowohl grundlegende technische Parameter (mit Fokus auf die Drehgestelltechnik) als auch wichtige Managementinformationen enthält. Der Schwerpunkt der Datenbank liegt derzeit bei den Fahrzeugen, die hauptsächlich in «festen» Kompositionen für das Personenverkehr im Einsatz sind.

Die Liste wurde daher auf der Grundlage von Projekt 1 «Grundlagenscanning» erhalten Materials und des Informationen aus der Literatur erstellt. Die einzelnen Eisenbahnverkehrsunternehmen haben die Daten anschliessend überprüft und vervollständigt.

Die Ergebnisse zeigen, dass 451 Fahrzeugen für das Personenverkehr auf den Meterspurstreckennetz im Einsatz sind. Es ist festzustellen, dass es sich in den meisten Fällen um Treibzüge (oder Gelenktriebzüge) handelt, was die Tendenz der EVU bestätigt, bei Neubeschaffungen diese Art von Zugkonzepten gegenüber Lokbespannten Zügen zu bevorzugen.

Aus den Resultate lassen sich die typischen Fahrzeuge auf der Schweizer Meterspurbahnen beschreiben:

Reine Adhäsionsantrieb

- Triebzug oder Gelenktriebzug
- 3 Modulen (einschliesslich Antriebsmodule)
- Flotte bestehend aus sechs Fahrzeugen der gleichen Serie
- Länge über Puffer 60m
- Brutto Dienstmass 110t
- Max. Radsatzlast 12.5t
- Dauerleistung 1150kW
- Anfahrzugkraft 150kN
- Kapazität 150 Sitzplätze (Erste, Zweite Klasse und Klappsitze)

Gemischte Adhäsion-Zahnradantrieb

- Triebzug oder Gelenktriebzug
- 3 Modulen (einschliesslich Antriebsmodule)
- Flotte bestehend aus fünf Fahrzeugen der gleichen Serie
- Länge über Puffer 50m
- Brutto Dienstmass 80t
- Max. Radsatzlast 13t
- Dauerleistung 970kW
- Anfahrzugkraft 170kN
- Kapazität 150 Sitzplätze (Erste, Zweite Klasse und Klappsitze)

Die Datenbank dient als Grundlage für zukünftige Entwicklungen und soll nach Neubeschaffungen aktualisiert und ggf. für weitere Forschungen erweitert werden.

Inhalt

1	Ausgangslage.....	6
1.1	Problemstellung	6
1.2	Untersuchungsziel und Forschungsfragen	6
1.3	Abgrenzung.....	6
1.4	Vorgehenskonzept	6
2	Erstellung der Übersicht.....	7
2.1	Betrachtete Rollmaterial	7
2.2	Daten Bank	8
2.2.1	<i>Managementebene</i>	8
2.2.2	<i>Technikebene</i>	9
3	Analyse	10
3.1	Ergebnisse aus der Managementebene – Identifizierung	10
3.2	Ergebnisse aus der Managementebene – Allgemein.....	10
3.3	Ergebnisse aus der Managementebene – Betrieb.....	10
3.4	Ergebnisse aus der Technikebene – Drehgestelltechnik	10
4	Fazit	12
4.1	Zusammenfassung wichtigste Ergebnisse.....	12
4.2	Empfehlungen	13
4.3	Pendenzen.....	13
5	Verzeichnisse	13
5.1	Revisionen	13
5.2	Referenzen	13
5.3	Abbildungen	13
5.4	Tabellen	13
6	Anhang.....	13

1 Ausgangslage

1.1 Problemstellung

Heutzutage gibt es jedoch keine Datenbank, in der alle auf den Meterspurbahnen eingesetzten Fahrzeuge zusammengefasst sind. Es ist daher schwierig, die technischen Merkmale der Fahrzeuge zu kennen, um ein allgemeines Bild des Schweizer Meterspur-Rollmaterials zu zeichnen.

1.2 Untersuchungsziel und Forschungsfragen

Ziel der Untersuchung ist die Erstellung einer Liste der derzeit im Einsatz befindlichen Fahrzeuge zur Bereitstellung von Informationen auf Management-, Technik- und Betriebsebene.

Auf diese Weise ist es möglich, einen Überblick über die auf dem Meterspurstreckennetz verkehrenden Fahrzeuge und die verschiedenen technischen Eigenschaften zu erhalten.

Die Liste kann den Bahnen auch helfen, Informationen und Erfahrungen im Falle von Neubeschaffungen auszutauschen.

Die Datenbank soll auch nach Neubeschaffungen oder Refits aktualisiert werden, damit sie immer den aktuellen Stand wiedergibt.

1.3 Abgrenzung

In diesem Bereich wurde noch keine Untersuchung oder Analyse durchgeführt.

1.4 Vorgehenskonzept

Zunächst wird festgelegt, welche Fahrzeugtypen und welche Parameter in der Liste enthalten sein sollen. Anschliessend wird die Tabelle auf der Grundlage von Recherchen, Daten aus dem Projekt 1 «Grundlagenscanning» und FIMO ausgefüllt.

Die Daten werden dann von den einzelnen Meterspurbahnen überprüft, ergänzt und gegebenenfalls korrigiert.

2 Erstellung der Übersicht

2.1 Betrachtetes Rollmaterial

Um den Zielen (siehe Kapitel 1.2.) des Lieferobjekts gerecht zu werden, wurde beschlossen, nur für den Personenverkehr (Lokbespannte Züge und Triebzüge) bestimmte Fahrzeuge mit folgenden Merkmalen zu berücksichtigen:

- Fahrzeugen mit reinem Adhäsionsantrieb oder gemischtem Adhäsion-Zahnrad Antrieb
- Fahrzeugen, die regelmässig im Einsatz sind (Güterwagen, historische Fahrzeuge, sind ausgeschlossen)
- Fahrzeugkompositionen, die die meiste Zeit in fester Zusammensetzung fahren (ohne Sonderfahrzeuge, Verstärkungsmodule usw.). Bei Lokbespannten Zügen wird die Anzahl der Wagen, die die meiste Zeit verkehren, berücksichtigt
- Fahrzeugen, die ab 2024 in Betrieb sind. Bei einer laufenden Beschaffung von Fahrzeugen wird die Anzahl der Fahrzeuge so betrachtet, als ob die Beschaffung abgeschlossen wäre (d. h. mit allen in Betrieb befindlichen Fahrzeugen)
- Strassenbahnen sind ausgeschlossen

Auf der Grundlage dieser Erwägungen wurden die folgenden Eisenbahnen berücksichtigt:

Nr.	Bahn	Abkürzung
1	Aare Seeland mobil	Asm
2	Aargau Verkehr	AVA
3	Appenzeller Bahnen	AB
4	Berner Oberland Bahn	BOB
15	Chemin de fer Montreux Oberland bernois	MOB
6	Compagnie des chemins de fer du Jura	CJ
7	Compagnie du Chemin de fer Lausanne – Echallens – Bercher	LEB
8	Compagnie du chemin de fer Nyon-St-Cergue-Morez	NStCM
9	Ferrovie Luganesi	FLP
10	Forchbahn	FB
11	Matterhorn Gotthard Bahn	MGBahn
12	Regionalverkehr Bern-Solothurn	RBS
13	Rhätische Bahn	RhB
14	Società per le Ferrovie Autolinee Regionali Ticinesi	FART
15	Transports de la région Morges – Bière – Cossonay	MBC
16	Transports de Martigny et Régions	TMR
17	Transports publics du Chablais	TPC
18	Transports publics fribourgeois Holding (TPF)	TPF
19	Transports Publics Neuchâtelois	transN
20	TRAVYS	TRAVYS
21	zb Zentralbahn	zb

Tabelle 1 Liste der betrachteten Bahngesellschaften

2.2 Daten Bank

Die Datenbank ist so strukturiert, dass sie einen allgemeinen Überblick auf Management- und technischer Ebene bietet.

2.2.1 Managementebene

Der Managementebene besteht aus drei Kategorie:

- Identifizierung
- Allgemein
- Betrieb

Jede Kategorie beinhaltet Parameter, die zusammen einen allgemeinen Überblick über die Art des Fahrzeugs geben:

Identifizierung	
Bahn	Name der Bankgesellschaft
Zugskonzept	Fahrzeugkonfiguration (je nachdem, wie die Wagenkasten von den Drehgestellen gestützt werden)
Passende FIMO-Zugskonzepte	Welches in FIMO definierte Zugkonzept am besten zu dem realen Fahrzeug passt
Fahrzeugbezeichnung	Technische Bezeichnung des Fahrzeugs (z.B. ABe4/16)
Antrieb	Wie erfolgt die Zugkraftübertragung
Anzahl Wagen/Modulen	Anzahl der Wagen und Modulen (inklusive Antriebsmodulen, Loks, Sonderwagen)
Fahrzeug Benennung	Benennung des Fahrzeugs durch die Bahngesellschaft (z.B. FV Dosto für RABDe 520)
Anzahl Flotte	Anzahl der Züge desselben Zugkonzepts
Hersteller	Zuglieferanten
Datenblatt	Datenblatt des Fahrzeugs (wenn vorhanden)
Allgemein	
Länge über Puffer	Länge von Puffer zu Puffer bzw. Kupplung zu Kupplung
Bruttodienstmass	Bruttodienstmass
Max Radsatzlast	Maximale statische Radsatzlast
Dauerleistung	Dauerleistung
Anfahrt Zugkraft	Anfahrt Zugkraft
Betrieb	
Kapazität Sitzplätze + Klappsitze	Anzahl Sitzplätze und Klappsitze (1. Klasse und 2. Klasse)

Tabelle 2 Parameter der Managementebene

2.2.2 Technikebene

Der Technikebene fasst die wichtigsten Informationen für die Fachleute über die Fahrwerken zusammen:

Drehgestelltechnik	
Kupplung Zahnrad-Radsatz	Wie erfolgt die Kupplung zwischen Zahnrad und Radsatz (nur für Zahnradbahnen - Motordrehgestelle mit Zahnrad)
Radsatzfolge	Radsatzfolge (Achsfolge)
Radsatz Typ	Radsatzbauart
Anzahl DG Total	Anzahl Drehgestelle des ganzen Fahrzeugs
Anzahl AMDG	Anzahl Motordrehgestelle mit reinen Adhäsionsantrieb
Anzahl ZMDG	Anzahl Motordrehgestelle mit reinen Zahnradantrieb
Anzahl AZMDG	Anzahl Motordrehgestelle mit zwei Antriebssystemen (Adhäsion und Zahnrad)
Anzahl LDG	Anzahl Laufdrehgestelle
Anzahl ZBDG	Anzahl der Laufdrehgestelle mit Zahnradbremsen
Max Achsabstand	Maximale Abstand zwischen zwei Achsen desselben Drehgestells
Min Achsabstand	Minimale Abstand zwischen zwei Achsen desselben Drehgestells
Raddurchmesser Triebräder	Nominelle Raddurchmesser (neu Zustand) - Triebrad
Verschliessene Raddurchmesser Triebräder	Minimaler betrieblichen Raddurchmesser - Triebrad
Raddurchmesser Laufräder	Nominelle Raddurchmesser (neu Zustand) - Laufrad
Verschlisene Raddurchmesser Laufräder	Minimaler betrieblichen Raddurchmesser - Laufrad
Bremsenart Betriebsbremsen	Art der während des Betriebs verwendeten Bremse (ausser Rekuperationsbremsen)
Max. Drehgestellabstand (Drehzapfenabstand)	Maximale Abstand Drehgestellmitte zu Drehgestellmitte des ganzen Zuges
Min. Drehgestellabstand (Drehzapfenabstand)	Minimale Abstand Drehgestellmitte zu Drehgestellmitte des ganzen Zuges

Tabelle 3 Parameter der Technikebene

3 Analyse

Die folgenden Ergebnisse zeigen den Stand vom 27.09.2023, bei dem 15 der 21 EVU die Daten verifizieren konnten. Die Daten der übrigen Bahngesellschaften werden in einer zweiten Version des Dokumentes aktualisiert.

3.1 Ergebnisse aus der Managementebene – Identifizierung

Die Ergebnisse zeigen, dass 90% des Rollmaterials für den Personenverkehr aus Triebzügen (und Gelenktriebzügen) besteht. Dies bestätigt den Trend der Meterspurbahnen, altes Rollmaterial durch neue Triebzügen zu ersetzen.

72 % des Rollmaterial sind reine Adhäsionsfahrzeuge. BOB, MGBahn, MVR und TMR haben nur Fahrzeuge mit gemischten Antrieben Adhäsion-Zahnrad im Einsatz. AB, TPC und zb haben eine gemischte Flotte aus reinen Adhäsionsfahrzeugen und Fahrzeugen mit gemischtem Antrieb. ASM, AVA, CJ, FART, FLP, LEB, MBC, MOB, NStCM, RBS, RhB, TPF, TRANSN und TRAVYS haben stattdessen nur reine Adhäsionsfahrzeuge.

Im Durchschnitt werden zwischen 5 und 6 Fahrzeuge desselben Modells eingesetzt. Die RhB und die MGBahn unterscheiden sich jedoch dadurch, dass 56 bzw. 37 Fahrzeuge der gleichen Baureihe eingesetzt werden. In einigen Fällen (CJ, MBC, MOB, RhB, TPC, zb) werden einmalige Kompositionen verwendet.

3.2 Ergebnisse aus der Managementebene – Allgemein

Die durchschnittliche Länge des rollenden Materials beträgt 60 für Adhäsions- und 50m für Adhäsion-Zahnradfahrzeugen. Dies bestätigt die Annahmen, die im Rahmen der FIMO-Untersuchung zur Standardisierung von Synthetische Zugskonzepte getroffen wurden.

Die durchschnittliche Komposition des Rollmaterials besteht aus 3 Modulen (einschliesslich Antriebsmodul oder Lokomotiven).

Das durchschnittliche Gewicht der Fahrzeuge beträgt 110t, mit einer maximalen Radsatzlast Achslast von etwa 12.5 t für die Adhäsionsfahrzeuge. Der Bruttodienstmass für Adhäsion-Zahnradfahrzeuge beträgt 80t mit einem maximalen Radsatzlast von 13t.

3.3 Ergebnisse aus der Managementebene – Betrieb

Die durchschnittliche Anzahl der Sitzplätze pro Fahrzeug (erste, zweite Klasse und Klappsitze) beträgt 150 Personen.

3.4 Ergebnisse aus der Technikebene – Drehgestelltechnik

Bei Fahrzeugen mit gemischtem Antrieb besteht die Tendenz zur Verwendung eines Auskuppelbaren Antriebs für das Zahnrad. Bei diesen Fahrzeugen ist es vorzuziehen, den Antrieb (Adhäsions- und Zahnrad) im gleichen Drehgestell unterzubringen. Nur zwei Fahrzeugen Zug (ABeh 150x und 160x von zb) haben zwei verschiedene MDG für Adhäsions- und Zahnradantrieb.

Alle untersuchten Fahrzeuge sind mit konventionellen Radsätzen ausgestattet, mit Ausnahme der Drehgestelle der GPX-Personenwagen, die mit einem Losradsatz zur Umstellung von Meter- auf Normalspur ausgestattet sind.

Die Durchschnittliche maximale und minimale Achsabstand für Adhäsionsfahrzeuge betragen 2010mm bzw. 1770mm. In Bezug auf die Raddurchmesser, zeigen die Ergebnisse, dass die Triebräder durchschnittlich 785 mm in Neuzustand und 710mm im verschlissenen Zustand sind. Bei den Laufrädern betragen diese Werte 690 mm und 630mm.

Bei Adhäsion-Zahnradfahrzeugen wird ein höherer Achsabstand beobachtet (maximal 2560mm und minimal 1850mm) wegen des Zahnradantriebs. Die Raddurchmesser der Triebräder sind 850mm in Neuzustand und 840mm im verschlissenen Zustand. Bei den Laufrädern betragen diese Werte 690mm und 640mm.

Die Kombination von bereiften Rädern (bei Triebrädern) und Vollräder (bei Laufrädern) ist die von den EVUs am häufigste verwändet. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass einige Bahnen (AB, ASM, AVA, FLP, RBS, TRAVYS) auch Gummigefederte Räder einsetzen. Es fällt auf, dass diese Wahl vor allem für Fahrzeuge gilt, die in städtischen Zentren oder Ballungsräumen eingesetzt werden.

Die meisten Fahrzeugen (za. 70 % der Modellen) verwenden Klotzbremsen. Die Fahrzeuge der AB (ausser BDeh 4/4 und ABt), ASM, AVA (ausser Be 4/4 Abt), FART, FLP, LEB, RBS, TPC (nur Serie, 540), Travys (ABe 2/6) und zb (ausser ABeh 16x und Be 4/4) haben Scheibenbremsen (Wellenscheibenbremsen oder Radscheibenbremsen).

Die Durchschnittlichen maximalen und minimalen Drehgestellabstände für Adhäsionsfahrzeuge (Drehgestellmitte zu Drehgestellmitte) betragen 12800mm bzw. 10350mm. Bei Fahrzeugen für den gemischten Betrieb betragen die Werte 11400mm und 9400mm.

4 Fazit

4.1 Zusammenfassung wichtigste Ergebnisse

Anhand der erzielten Ergebnisse lässt sich typische Fahrzeuge beschreiben, das derzeit auf Schweizer Meterspurbahnen im Einsatz sind:

Reine Adhäsionsantrieb

Management-Ebene

- Triebzug oder Gelenktreibzug
- 3 Wagen (einschliesslich Antriebsmodule)
- Flotte bestehend aus sechs Fahrzeugen der gleichen Serie
- Länge über Puffer 60m
- Brutto Dienstmass 110t
- Max. Radsatzlast 12.5t
- Dauerleistung 1150kW
- Anfahrtzugkraft 150kN
- Kapazität 150 Sitzplätze (Erste, Zweite Klasse und Klappsitze)

Technik-Ebene

- Konventioneller Radsatz
- 6 Drehgestelle (Davon 2 Angetrieben)
- Achsabstand 2010mm für MDG und 1770 für LDG
- Raddurchmesser Triebräder 785mm / 710mm (Neu- / Verschleisszustand)
- Raddurchmesser Triebräder 690mm / 630mm (Neu- / Verschleisszustand)
- Kombination von Vollräder und Bereiften Räder
- 1x Bg Klotzbremse
- Drehgestellabstand (Drehgestellmitte zu Drehgestellmitte) 12800mm / 10350mm (Max / Min)

Gemischte Adhäsion-Zahnradantrieb

Management-Ebene

- Triebzug oder Gelenktreibzug
- 3 Wagen (einschliesslich Antriebsmodule)
- Flotte bestehend aus fünf Fahrzeugen der gleichen Serie
- Länge über Puffer 50m
- Brutto Dienstmass 80t
- Max. Radsatzlast 13t
- Dauerleistung 970kW
- Anfahrtzugkraft 170kN
- Kapazität 150 Sitzplätze (Erste, Zweite Klasse und Klappsitze)

Technik-Ebene

- Konventioneller Radsatz
- 5 Drehgestelle (Davon 2 angetrieben. Auskuppelbarer Antrieb Zwischen Zahnrad und Radsatz)
- Achsabstand 2560mm für MDG und 1850 für LDG / ZBLDG
- Raddurchmesser Triebräder 850mm / 840mm (Neu- / Verschleisszustand)
- Raddurchmesser Triebräder 690mm / 640mm (Neu- / Verschleisszustand)
- Kombination von Vollräder und Bereiften Räder
- 1x Bg Klotzbremse und Bandbremse
- Drehgestellabstand (Drehgestellmitte zu Drehgestellmitte) 11400mm / 9400mm (Max / Min)

4.2 Empfehlungen

Keine Empfehlungen erforderlich.

4.3 Pendenzen

Die Daten von sieben Bahngesellschaften könnten noch nicht in der Datenbank überprüft werden. Sobald dies erfolgt ist, wird diese Übersicht Meterspurfahrzeuge aktualisiert.

5 Verzeichnisse

5.1 Revisionen

<i>Rev.</i>	<i>Datum</i>	<i>Bearbeiter</i>	<i>Beschrieb der Anpassung</i>

5.2 Referenzen

-

5.3 Abbildungen

Abbildung 1 Übersicht Rollmaterial Meterspur 1

5.4 Tabellen

Tabelle 1 Liste der betrachteten Bahngesellschaften 7

Tabelle 2 Parameter der Managementebene 8

Tabelle 3 Parameter der Technikebene 9

6 Anhang

RAILplus_Uebersicht_Rollmaterial_Meterspur_V01.xlsx