



Stefan Flucher, BSc

**Betriebskonzept 2025+ für die Semmering-Bergstrecke.
Ein zukunftsfähiger Beitrag zur Sicherung der
UNESCO-Welterbestätte Semmeringebahn
(Semmering Railway)**

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Masterstudium Bauingenieurwissenschaften - Umwelt und Verkehr

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn., Peter Veit

Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

12.09.2016

Datum

Unterschrift

IEBW



W

Betriebskonzept 2025+ für die Semmering-Bergstrecke.

Ein zukunftsfähiger Beitrag zur Sicherung der
UNESCO-Welterbestätte Semmeringebahn
(Semmering Railway)

Masterarbeit

Abgabedatum 12.09.2016

Stefan Flucher, BSc.
Matrikelnummer: 0831056

Betreuer:
Peter Veit
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.
peter.veit@tugraz.at



Danksagung

Für die Betreuung und Unterstützung dieser Masterarbeit bedanke ich mich recht herzlich beim Team des Instituts für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft der Technischen Universität Graz. Vor allem möchte ich mich bei meinen Betreuern dieser Arbeit Univ.-Prof. Dr. DI. Peter Veit, DI Martin Smoliner und DI Stefan Walter für die fachlichen Hilfestellungen, Ratschläge und Einschätzungen bedanken, ohne die diese Masterarbeit nicht möglich gewesen wäre.

Bedanken möchte ich mich auch bei DI Micheal Haberl vom Institut für Straßen- und Verkehrswesen der Technischen Universität Graz für die großartige Unterstützung und die zahlreichen Hilfestellungen bei der Erstellung und Entwicklung des Verkehrsmodells für die Untersuchung des Fahrgastpotentials entlang der Semmering-Bergstrecke.

Für die zahlreichen Daten, Informationen und Hilfestellungen möchte ich mich recht herzlich bei Ing. Franz Biribauer von der ÖBB Infrastruktur AG bedanken, der durch sein Bemühen diese Masterarbeit mit ermöglicht hat.

Des Weiteren gilt mein Dank der Österreichischen UNESCO-Kommission und Mag.art. Dipl.-Ing. Dr.techn. Bruno Maldoner, die diese Masterarbeit unterstützt haben.

Ganz besonderer Dank gilt meiner ganzen Familie, die mich über all die Jahre tatkräftig unterstützt, gefördert und geprägt hat. Ohne ihre Hilfe wäre es für mich nie möglich gewesen eine Universität zu besuchen und ein Studium abzuschließen.

Bedanken möchte ich mich auch bei meiner Freundin Jacqueline, die mich trotz der stressigen Zeit während des Studiums immer unterstützt und bei Rückschlägen immer wieder aufs Neue motiviert hat.

Weiters bedanke ich mich bei all meinen Freunden, die mir immer zur Seite gestanden sind und, wenn es nötig, mich auch mal vom Lernstress abgelenkt haben.

Nicht zuletzt möchte ich mich ganz herzlich bei meinen Studienkolleginnen und-kollegen für die schöne Studienzeit und für die herausragende Zusammenarbeit bedanken. Ich hoffe, dass unsere Freundschaft noch lange über die Studienzeit hinaus bestehen bleibt.

Eidesstattliche Erklärung

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen / Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtliche und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 12.09.2016



Stefan Flucher, BSc.

Statutory Declaration

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, am 12.09.2016



Stefan Flucher, BSc.

Kurzfassung

In dieser Masterarbeit soll die mögliche Nachnutzung von Eisenbahn-Bergstrecken am Beispiel der Semmeringbahn, unter Zuhilfenahme eines makroskopischen Verkehrsmodells, behandelt werden. Durch die Inbetriebnahme des Semmering-Basistunnels wird von einer Verlagerung der Verkehrsströme und einer Veränderung des Fahrgastpotentials ausgegangen. Durch die Verschiebungen der Nachfrageentwicklung verändern sich die Anforderungen an die Bergstrecke, die dahingehend analysiert und neu definiert werden müssen. Die veränderten Rahmenbedingungen erfordern die Erarbeitung eines neuen Betriebskonzepts für die Semmering-Bergstrecke, dass:

- ┆ den Güterverkehr im Wartungsfall des Semmering-Basistunnels abwickelt
- ┆ einen nachfrageorientierten Fahrplan beinhaltet
- ┆ erstmals die touristische Nutzung des Welterbes sicherstellt.

Die uneingeschränkte Abwicklung des Umleitverkehrs bei Wartungsarbeiten im Basistunnel stellt eine grundlegende Aufgabe des Betriebskonzeptes dar. Auf Grund der derzeitigen Lichtraumeinschränkungen und den zukünftigen Anforderungen, wird ein abschnittsweiser Rückbau auf ein Streckengleis notwendig. Darauf aufbauend werden verschiedene Fahrplanvarianten für den nachfrageorientierten Regionalverkehr untersucht, die mit Fahrgastzahlen einer vorangegangenen Fahrgastpotentialuntersuchung gekoppelt sind. Vier Fahrplanvarianten (Halbstundentakt, Stundentakt, Zweistundentakt und verdichteter Zweistundentakt) werden auf ihre Wirkung in der Verkehrsregion Semmering untersucht, die Ergebnisse anschließend ausgewertet und verglichen. Grundsätzlich könnte jede der vier Fahrplanvarianten entlang der Semmering-Bergstrecke umgesetzt werden. Jedoch zeigt sich auf Basis der Nachfrageuntersuchung, dass der verdichtete Zweistundentakt das ausgewogenste Angebot darstellt.

Durch ein neues Betriebskonzept entsteht erstmals die Möglichkeit, das UNESCO-Welterbe Semmeringbahn touristisch zu nutzen. Daher nimmt der Bahntourismus eine wichtige Rolle im Betriebskonzept ein. Im Rahmen von touristischen Sonderzug- und Nostalgiefahrten sollen diverse Ausflugsziele (Bahnwanderweg, Aussichtsplattformen und Museen) ein attraktives Gesamtangebot abrunden. Im Mittelpunkt der Untersuchung stehen Linienführung, Haltepunkte sowie das Rahmenprogramm der Sonderzüge.

Schlussendlich wird im Rahmen der Masterarbeit ein Betriebskonzept vorgestellt, das allen Anforderungen genügen soll. Ein umzusetzendes Betriebskonzept wird ohne politische Beteiligung und ohne Berücksichtigung der betroffenen Bevölkerung jedoch nicht möglich sein.

Abstract

This thesis examines a probable subsequent usage of mountainous tracks demonstrated by the example of the Semmering mountain line, using a macroscopic transport model. When the Semmering base tunnel enters service it means a shift of traffic flow from the mountain track and a change in potential of transport demand. Due to this shift of traffic flow, an analysis of the requirements on the mountain track leads to a new definition of the basic conditions. With regard to the basic conditions the development of a new operational concept, which:

- 1 can handle the freight traffic in case of maintenance,
- 1 offers a demand-driven timetable to the passengers and
- 1 enables the touristic usage of the World Heritage for the first time

should be discussed.

One of the fundamental tasks of the operational concept is the handling of the traffic in case of maintenance of the base tunnel without any restrictions. Due to the loading gauge limitations along the mountain line, the removal of one rail is needed to meet the requirements. Thereon different versions of timetables for the demand-driven regional traffic have been investigated, while taking the number of passengers of a previous analysis of transport demand potential in consideration. An investigation on the effects of the variation of timetables (half-hourly interval, hourly interval, two-hour interval and two-hour interval with frequented service in rush hour) on the transport area Semmering has been performed. After comparing the variants, the results were interpreted. Based on this investigation a two-hour interval with frequented service in rush hours can be suggested for the timetable, indeed it should be noted that all variants of timetables are theoretically feasible.

By the new operational concept, the possibility of a touristic usage of the UNESCO World Heritage Semmering Railway is provided for the first time. Therefore, an important role in the operational concept has been ascribed to the railway tourism. With special touristic trains, nostalgia trips and different tourist destinations (railway discovery trail, viewing platforms and museums) an attractive overall offer is formed. The investigation focuses on the alignment, serviced stops and a framework programme of the special touristic trains.

In conclusion an operational concept which meets all relevant requirements has been suggested. Without participation of the government and the inclusion of the affected residents a definite concept cannot be developed.

Vorwort

Die Semmeringbahn ist eine 41,8 km lange Eisenbahnverbindung über den Semmeringpass, die die Städte Gloggnitz in Niederösterreich und Mürzzuschlag in der Steiermark miteinander verbindet. Erbaut wurde der zweigleisige Streckenabschnitt im Zeitraum von 1848 bis 1854 als Teil der historischen Eisenbahnverbindung zwischen Wien und Triest, die als Erzherzog-Johann-Bahn bekannt ist [1]. Heute ist die Semmeringbahn Teil der Südbahn im Kernnetz der ÖBB und verbindet die Bundeshauptstadt Wien mit den Landeshauptstädten Graz und Klagenfurt. Damit erfüllt sie eine wichtige Verbindungsfunktion.

Trotz zahlreicher technischer Adaptierungen bestehen weiterhin Mängel, die den Betrieb erschweren. Darunter zählen:

- ┆ enge Bögen (Kleinstwert 170 m)
- ┆ großen Steigungen (bis 26‰)
- ┆ geringer Gleisabstand (Kleinstwert 3,58 m) und
- ┆ zu geringe Tunnelleckhöhen für kombinierten Verkehr [2], [3]

Auf Grund dieser Einschränkungen und den hohen Zugzahlen wurde seit dem Ende des Zweiten Weltkrieges über einen Basistunnel, der den Semmeringpass unterquert, nachgedacht. Seit den späten 1980er wurde das Projekt Basistunnel vorangetrieben, bis im Jahr 2012 der Spatenstich für den 27,3 km langen Semmering-Basistunnel (SBT) erfolgte. [4], [5]

Durch die Errichtung des Semmering-Basistunnels (SBT) werden sich die Personenfernverkehrszüge (Railjet, Euro-, Intercity) und die Güterfernverkehrszüge von der Semmering-Bergstrecke auf den SBT verlagern. Die Verlagerung bedeutet eine deutliche Entlastung der Bauwerke entlang des UNESCO Weltkulturerbes, jedoch auch einen Verlust an Bedeutung im Schienennetz der ÖBB. Für das Jahr 2025 und darüber hinaus, muss für die Bergstrecke ein neues Betriebskonzept erarbeitet werden, das sowohl regionalen Erschließungsverkehr als auch Teile des Güterverkehrs im Wartungsfall des Basistunnels abwickeln kann.

Abkürzungen

AS	außergewöhnliche Sendung
BLS AG	Name einer Schweizer Bahngesellschaft, der abgeleitet ist aus der Bahnverbindung Bern-Lötschberg-Simplon
Cooperation OGD	Cooperation Open Government Data Österreich
HVZ	Hauptverkehrszeit
IV	Individualverkehr
LÜ	Lademaßüberschreitung
mIV	motorisierter Individualverkehr
m.ü.M	Meter über Meer ist in der Schweiz die Angabe für den Bezugspunkt, auf dem die Höhe bezogen wird
NVZ	Nebenverkehrszeit
ÖBB	Österreichische Bundesbahn
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PTV VISUM	Software für Verkehrsanalysen, Verkehrsprognosen und GIS- orientierte Datenverwaltung der PTV Group aus Karlsruhe
RoLa	Rollende Landstraße
SBT	Semmering-Basistunnel
SOK	Schienenoberkannte
TEN – V	Transeuropäische Verkehrsnetze
VM	Verkehrsmodell
VzG	Verzeichnis zulässiger Geschwindigkeiten

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	13
1.1	Projektbeschreibung	13
1.2	Methodik	15
1.3	Ziel	16
2	Die Semmeringbahn	18
2.1	Einleitung	18
2.2	Region Semmering	19
2.2.1	Allgemein	19
2.2.2	Stellenwert in den Bundesländern	19
2.2.2.1	Niederösterreich	19
2.2.2.2	Steiermark	20
2.2.2.3	Einwohner	21
2.2.3	Tourismus	23
2.2.4	Verkehr	23
2.2.4.1	S6 (Semmering Schnellstraße)	24
2.3	Anlageverhältnisse und Streckendaten	24
2.3.1	Allgemein	24
2.3.2	Haltestellen	24
2.3.3	Neigungsverhältnisse	28
2.3.4	Krümmungsverhältnisse	30
2.3.5	Gleisabstand	30
2.3.6	Kunstabauten	31
2.3.7	Tunnel	32
2.4	Geschichte	35
2.4.1	Handelsweg	35
2.4.2	Streckengeschichte	35
2.5	Gegenwart und Zukunft	37
2.5.1	Bedeutung der Semmeringbahn	37
2.5.2	Semmering-Basistunnel	38
3	Fahrgastpotentialuntersuchung	40
3.1	Einleitung	40
3.2	Vorgehensweise	40
3.3	Räumliche Abgrenzung des Modellgebiets	42
3.3.1	Allgemein	42
3.3.2	Planungsgebiet	44
3.3.3	Verkehrsbezirke	45
3.4	Raumstrukturdaten	45
3.4.1	Raumstrukturdaten Basisjahr 2014	45
3.4.1.1	Gesamtanzahl Einwohner und verhaltenshomogene Gruppen	46
3.4.1.2	Anzahl der Arbeitsplätze	46
3.4.1.3	Anzahl der Schulplätze	46
3.4.1.4	Anzahl der Übernachtungen	47
3.4.1.5	Abschätzung des Freizeitpotentials	49
3.4.1.6	Abschätzung des touristischen Potentials	49
3.4.2	Raumstrukturdaten Prognosejahr 2025	49
3.4.2.1	Gesamtanzahl Einwohner und verhaltenshomogene Gruppen 2025	50
3.4.2.2	Anzahl der Arbeitsplätze 2025	51
3.4.2.3	Anzahl der Schulplätze 2025	51
3.4.2.4	Anzahl der Übernachtungen 2025	52
3.4.3	Gegenüberstellung 2014 – 2025	53
3.4.3.1	Überblick	53
3.4.3.2	Siedlungsschwerpunkte	53
3.4.3.3	Bevölkerungsentwicklung	58
3.5	Mobilitätsverhaltensdaten	59

Inhaltsverzeichnis

3.5.1	Mobilitätsrate	60
3.5.2	Verkehrsmittelwahl (Modal Split)	60
3.5.3	Verkehrserzeugungsraten	61
3.6	ÖV Angebot	62
3.6.1	Fahrplan Basisjahr 2014	63
3.6.1.1	Regionalverkehr	63
3.6.1.2	Übersicht der Regionalzugfahrten	64
3.6.1.3	Schnellzugverbindungen	65
3.6.1.4	Betriebszeiten	66
3.6.2	Fahrplan Basisjahr 2025	66
3.6.3	Fahrzeiten Fahrplan 2025 im Verkehrsmodell	69
3.6.4	Zweistundentakt	70
3.6.5	Stundentakt	70
3.6.6	Halbstundentakt	70
3.6.7	Verdichteter Zweistundentakt	70
3.7	Ergebnisse	73
3.7.1	Streckenbelastungen	73
3.7.2	Haltestellenbelastungen	74
3.7.3	Gegenüberstellung der Ergebnisse	75
3.7.3.1	Streckenbelastungen	75
3.7.4	Betriebliche Kennzahlen	84
3.7.5	Schlussfolgerung und Taktempfehlung	85
4	Betriebskonzept Semmeringbahn 2025+	87
4.1	Einleitung	87
4.2	Infrastrukturelle und betriebliche Einflussfaktoren	87
4.2.1	Gleisinfrastruktur entlang der Bergstrecke	87
4.2.2	Lichtraumverhältnisse	87
4.2.3	Gleisabstände	91
4.2.4	Deklarierte Zusammenhänge der Einflussfaktoren	91
4.3	Beispiele für Betriebskonzepte von Bergstrecken	96
4.3.1	Lötschberg-Bergstrecke	96
4.3.1.1	Streckendaten	96
4.3.1.2	Lötschberg-Basistunnel	97
4.3.1.3	Verkehrsangebot	97
4.3.1.4	Touristische Nutzung	99
4.3.2	Gotthardbahn	99
4.3.2.1	Streckendaten	101
4.3.2.2	Gotthard-Basistunnel	101
4.3.2.3	Verkehrsangebot	102
4.3.2.4	Touristische Nutzung	103
4.3.3	Brennerbahn	104
4.3.3.1	Streckendaten	106
4.3.3.2	Brenner-Basistunnel	106
4.3.3.3	Verkehrsangebot	107
4.3.4	Furka-Oberalp-Bahn	108
4.3.4.1	Streckendaten	109
4.3.4.2	Verkehrsangebot Furka-Oberalp-Bahn	110
4.3.4.3	Touristisches Angebot	112
4.3.5	Zusammenfassung	113
4.4	Betriebskonzept 2025+ Umleitverkehr	115
4.4.1	Einflussfaktoren	115
4.4.1.1	Wartungskonzept	115
4.4.1.2	Anforderungen des Güterverkehrs an die Bergstrecke	115
4.4.1.3	Abgeschätzte Zugzahlen 2025	121
4.4.1.4	Zugfolgezeit	122
4.4.1.5	Fahrzeituntersuchung Güterzüge	122
4.4.1.6	Einfluss durch den regionalen Personenverkehr	126
4.4.2	Bildfahrplan	126
4.5	Betriebskonzept 2025+ regionaler Personenverkehr	128
4.5.1	Einleitung	128
4.5.2	Anforderungen	128

Inhaltsverzeichnis

4.5.2.1	Anschlussrelationen	128
4.5.2.2	Fahrplanvarianten	129
4.5.2.3	Haltestellen und Zugkreuzungen	129
4.5.3	Fahrzeituntersuchung	130
4.5.3.1	Annahmen	130
4.5.3.2	Berechnungsergebnis	131
4.5.3.3	Überblick der Zugbegegnungsthematik im Bildfahrplan	132
4.5.3.4	Allgemeine Anpassungen	135
4.5.4	Haltestellenbelastung	135
4.5.5	Tourismus	136
4.5.6	Anpassungen Zweistudentakt	137
4.5.7	Anpassungen Stundentakt	137
4.5.8	Anpassungen Halbstudentakt	137
4.5.9	Verdichteter Zweistudentakt	142
4.5.9.1	Einleitung	142
4.5.9.2	Einzuhaltende Vorgaben	143
4.5.9.3	Fahrplangestaltung	143
4.5.9.4	Verdichtung in den Morgenstunden	144
4.5.9.5	Verdichtung in den Abendstunden	147
4.5.10	Überschneidung mit dem Umleitverkehr	149
4.5.11	Umlaufplan	149
4.6	Betriebskonzept 2025+ touristischer Verkehr	151
4.6.1	Bedeutung der Semmeringbahn	151
4.6.2	Geschichte des Semmering-Tourismus	152
4.6.3	Touristischer Bahnverkehr	153
4.6.4	Ausflugziele entlang der Semmeringbahn	153
4.6.4.1	Südbahnmuseum	153
4.6.4.2	Informationszentrum Bahnhof Semmering	155
4.6.4.3	Bahnwanderweg	156
4.6.4.4	Das Ghega Museum	158
4.6.4.5	Vinodukt	159
4.6.4.6	Aussichtspunkte entlang des Bahnwanderweges	159
4.6.5	Touristische Sonderfahrten	161
4.6.5.1	Linienführung	161
4.6.5.2	Blickpunkte entlang der Semmeringbahn	162
4.6.5.3	Übersichtskarte	166
4.6.5.4	Fahrzeitermittlung	168
4.6.5.5	Konzeptvorschläge für den touristischen Sonderzug	173
4.6.5.6	Umlauf und Integration in den Fahrplan	176
4.6.6	Zusätzliche Maßnahmen und Anregungen für die touristische Nutzung	179
5	Zusammenfassung	181
	Literaturverzeichnis	182
	Anhang	195