

Aufwand, Nutzen und Realisierbarkeit einer Taktverdichtung auf der Mariazellerbahn

Diplomarbeit
Sommersemester 2019

Christina Kofler

1710694809

Fachliche Betreuung: Dipl.-Ing. Thomas Preslmayr

Formale Betreuung: Dipl.-Ing. Thomas Preslmayr

Vorwort & Danksagung

Die vorliegende Diplomarbeit entstand im Zuge meines berufsbegleitenden Masterstudiums „Bahntechnologie und Management von Bahnsystemen“ an der FH St. Pölten. Nach längerer Recherche, welches Thema für meine Diplomarbeit herangezogen werden könnte, wurde ich durch meinen Arbeitgeber, die Niederösterreichische Verkehrsorganisationsges.m.b.H. (NÖVOG), darauf aufmerksam, dass es interessant wäre, die Durchführbarkeit einer Taktverdichtung auf der Mariazellerbahn von einem Stundentakt auf einen Halbstundentakt zu untersuchen.

An dieser Stelle möchte ich mich bedanken:

- bei meinem Betreuer Dipl.-Ing. Thomas Preslmayr, der sich bereiterklärt hat, diese Arbeit zu betreuen und trotz schwieriger Phasen im Laufe der Erstellung der Diplomarbeit immer bestrebt war, mich zu motivieren.
- bei meinem Arbeitgeber, der NÖVOG, für die Unterstützung während meines Studiums und bei der Erstellung dieser Arbeit.
- bei Johannes Schendl, MA, und Dipl.-Ing. Markus Schreilechner, M.Sc die sich für alle meine Fragen Zeit nahmen und die mir immer mit gutem Rat zur Seite standen.
- bei meiner Familie, für den positiven Zuspruch, dass ich den Antrieb und die Freude an der Sache nicht verloren habe.

Christina Kofler

St. Pölten, im August 2019

Erklärung zur Veröffentlichung

Die Autorin erklärt sich damit einverstanden, dass die FH St. Pölten die vorliegende Arbeit in geeigneter Weise unter Nennung der Autorin bzw. in der vorliegenden Originalform als .pdf-Datei oder in gedruckter Form veröffentlichen darf.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher weder in gleicher noch in ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Zusammenfassung

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Machbarkeit und Realisierbarkeit einer abschnittsweisen Verdichtung des Takts auf der Mariazellerbahn von derzeit 60 Minuten auf 30 Minuten. Das Ziel war es, einen soliden Überblick über die zu setzenden Maßnahmen zu schaffen.

Nach einem kurzen Abriss der Geschichte der Mariazellerbahn, hat in einem ersten Schritt eine Beurteilung der derzeitigen Gegebenheiten wie Fahrplan, Zustand der Infrastruktur und Fahrzeugverfügbarkeit stattgefunden. Nach der Beschreibung der Ist-Situation, folgte die Einpflegung der Bestandsinfrastruktur in die Computersoftware "Open Track". Mit Hilfe dieser Software ist es möglich geworden, verschiedene Szenarien zu simulieren. Damit konnte die Streckentauglichkeit für einen Halbstundentakt überprüft und festgestellt werden. Weiters wurde simuliert, dass kleine Zwischenfälle, so wie diese in der Realität vorkommen, zu erheblichen Betriebseinschränkungen führen können.

Abschließend definiert die Arbeit einen Umsetzungsvorschlag, mit dem Inhalt, welche Handlungen gesetzt werden müssten, um einen reibungslosen Ablauf des Halbstundentakts, ohne Einschränkungen für Fahrgäste oder den Betrieb, gewährleisten zu können.

Abstract

The current edition of the master thesis is about the study of the practicability and possibility to increase the volume of the traffic on the Mariazellerbahn from current 60 minutes to 30 minutes. The main target of this topic is to create a fundamental overview to show the measures which could be taken to realize that intention.

After a short summary of the history of Mariazellerbahn, there is a description of the current facts like timetable, status of the infrastructure and the availability of the vehicles. Afterwards the infrastructure was entered in a computer programme called "Open Track". With this tool it is possible to simulate different scenarios of the rail operations. This operation shows the capability of the line for the Mariazellerbahn to run every half hour and it reveals that only short incidents can lead to restrictions in the operation, as they appear in reality.

Finally this thesis defines a recommendation how it would be possible to get a fluently performance of the half hour regular service on the Mariazellerbahn, without expectations about limitations for the operation or the passengers.

Inhaltsverzeichnis

1 Ausgangslage	6
1.1 Problemstellung	6
1.2 Stand der Forschung	6
1.3 Untersuchungsraum	7
1.4 Ziel der Diplomarbeit	7
1.5 Methodik	8
2 Theoretische Grundlagen	9
2.1 Grundlagen der Fahrplanerstellung	9
2.2 Methoden zur Nachfrageprognose	9
2.3 Verkehrspolitische Vorgaben und Rahmenbedingungen	10
3 Die Mariazellerbahn	11
3.1 Geschichte	11
3.2 Regionale Umfeldanalyse Mariazellerbahn Talstrecke	14
3.2.1 Besiedelung & Bevölkerungsentwicklung	14
3.2.2 Geografische Lage	15
3.2.3 PendlerInnenstatistik	16
3.2.4 Mobilitätsangebote im Bereich der Mariazellerbahn	17
3.3 Angebotsanalyse	18
3.3.1 Fuhrpark	18
3.3.2 Fahrplan	25
3.3.3 Umlaufplanung	26
3.3.4 Zugsicherungssystem	26
3.3.5 Fahrgastentwicklung	27
3.4 Infrastrukturanalyse	29
3.4.1 Stationen	29
3.4.2 Kreuzungsmöglichkeiten	31
3.4.3 Geschwindigkeiten	31
4 Aktuell vorhandene Daten zur Taktverdichtung bei der NÖVOG	32
5 Bahnbenchmarks Halbstundentakt	34
5.1 Stern & Hafferl Verkehrsgesellschaft m.b.H. – Linzer Lokalbahn	34
5.2 Zillertaler Verkehrsbetriebe AG – Zillertalbahn	37
5.3 Salzburg AG – Pinzgauer Lokalbahn	39
5.4 Best-Practice-Methoden der Bahnbenchmarks	41
6 Betriebssimulation	42
6.1 Modul 1 – Grundsimulation	44

6.1.1	Modul 1a – Anpassungen des VzG auf dem Abschnitt zwischen Laubenbachmühle und Mariazell	46
6.1.2	Modul 1b – Einführung eines Stundentakts zwischen Laubenbachmühle und Mariazell	47
6.2	Modul 2 – Einführung eines Halbstundentakts zwischen St. Pölten und Kirchberg.....	48
6.2.1	Modul 2a – Anpassungen des VzG entlang der gesamten Strecke.....	49
6.2.2	Modul 2b – Gemeinsame Simulation des Halbstundentakts auf der Talstrecke und des Stundentakts auf der Bergstrecke	55
6.3	Szenario 1 – Auswirkungen von hohen Temperaturen auf die Infrastruktur.....	56
6.4	Szenario 2 – Simulation einer zusätzlichen Trasse zwischen St. Pölten Alpenbahnhof und Laubenbachmühle	57
6.5	Szenario 3 – Auswirkungen einer Anschlussverspätung in St. Pölten Hauptbahnhof auf das Kreuzungsgefüge	60
6.6	Szenario 4 – Simulation der Auswirkungen der Szenarien eins bis drei.....	62
6.7	Szenario 5 – Simulation eines reinen Halbstundentakts.....	64
6.8	Ergebnisse der Simulation aus den Modulen und Szenarien	65
7	Fahrgastpotential	65
7.1.1	Allgemeine Fakten.....	65
7.1.2	Elastizitäten	66
7.1.3	Prognose	69
8	Umsetzung der Taktverdichtung	71
8.1	Fahrplan.....	71
8.2	Infrastrukturmaßnahmen	73
8.3	Fahrzeugmaßnahmen	76
8.4	Personelle Maßnahmen	78
8.5	Grobkostenplan	78
9	Schlussfolgerungen	81

1 Ausgangslage

1.1 Problemstellung

Im Dezember 2010 wurde die Mariazellerbahn von den Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) an die Niederösterreichische Verkehrsorganisationsges.m.b.H. (NÖVOG) übertragen. Seitdem wurde eine kontinuierliche Angebotsverbesserung umgesetzt.

Grundsätzlich besteht auf der Talstrecke der Mariazellerbahn zwischen St. Pölten und Laubenbachmühle seit vielen Jahren Werktags außer Samstags ein Stundentakt. Mit den im Jahr 2013 neu angeschafften Schmalspurtriebwagen des Typs ET „Himmelstreppe“ ist es möglich geworden, Fahrzeitkürzungen und Angebotsverbesserungen umzusetzen. Im Jahr 2016 wurde auf der Mariazellerbahn Talstrecke im Frühverkehr ein lastrichtungsbezogener Halbstundentakt, Richtung St. Pölten, und auch am Wochenende ein Stundentakt realisiert.

Durch den Anstieg der Fahrgastzahlen in den letzten Jahren und die Erwartungshaltung der Kunden, ist über weitere Taktverdichtungen (zum Beispiel Halbstundentakt im Nachmittagsverkehr) nachzudenken und innovative Strategien dafür zu entwickeln.

Des Weiteren wurden im Mobilitätskonzept Niederösterreich 2030+ Angebotsqualitäten im Schienenpersonennahverkehr mit Zielhorizont 2025+ definiert. Konkret bedeutet dies für die Mariazellerbahn, dass ein Takt an Werktagen von 30 Minuten in den Hauptverkehrszeiten, von 60 Minuten in den Nebenverkehrs- und Schwachverkehrszeiten sowie ein Takt von 120 Minuten an Wochenenden, umzusetzen ist.¹

1.2 Stand der Forschung

Derzeit gibt es bei der NÖVOG grobe Überlegungen, wie ein Fahrplan mit einem Halbstundentakt aussehen soll. Konkrete Maßnahmen für eine Taktverdichtung sowie ein tatsächlicher Fahrplan, wurden jedoch nicht analysiert. Es wurden bei diesen Überlegungen auch die Auswirkungen auf die Infrastruktur, die Betriebsführung und die durch den neuen Halbstundentakt entstehenden zusätzlichen genauen Kosten noch nicht berücksichtigt, sondern basierend auf einer Grobkostenschätzung, Überlegungen zu den erwartenden Ausgaben angestellt.

¹ Vgl. http://www.noe.gv.at/noe/NOEL_Mobilitaetskonzept_180815_Druckversion.pdf, 2014.

1.3 Untersuchungsraum

Topografisch kann der Untersuchungsraum der vorliegenden Diplomarbeit auf die Talstrecke der Mariazellerbahn – von St. Pölten bis Laubenbachmühle – eingegrenzt werden. Die Bergstrecke zwischen Laubenbachmühle und Mariazell wird jedoch Fahrplantechnisch mitbetrachtet, um die Auswirkungen von verschleppten Verspätungen abilden zu können. Die Verkehrstage, für welche die Taktverdichtung relevant ist, sind von Montag bis Freitag, wenn Werktag.

Aufgrund der Erkenntnisse im Zuge der Recherchen, dass im Pielachtal ein Einschnitt der PendlerInnenströme ab der Gemeinde Kirchberg an der Pielach zu messen ist, wird sich die Taktverdichtung der Mariazellerbahn Talstrecke nur auf den Abschnitt St. Pölten bis Kirchberg an der Pielach beschäftigen.

Die Gemeinden Loich und Schwarzenbach an der Pielach haben einen deutlich geringeren Anteil der AuspendlerInnen, gemessen an der Gesamtbevölkerung, als jene Gemeinden, welche sich näher an St. Pölten befinden. Einzig Frankenfels hätte noch eine anteilmäßig höhere Anzahl an PendlerInnen, die die Gemeinde täglich verlassen, jedoch ist es unwahrscheinlich, dass der Miteinbezug dieser Personengruppe in die Taktverdichtung an der Wirksamkeit der Maßnahmen enorme Veränderungen hervorrufen würde, zumal auch die Reisezeiten zwischen Zug und motorisierten Individualverkehr in diesem Bereich schon erheblich divergieren.

Stattdessen wird in der Simulation die Bergstrecke der Mariazellerbahn mitaufgenommen. Neben Adaptionen an der Infrastruktur wird auch die Möglichkeit eines Stundentakts in diesem Bereich untersucht. Ein weiterer Hintergrund des Miteinbezugs der Bergstrecke ist, dass damit Verspätungsauswirkungen entlang der gesamten Strecke beobachtet werden können.

1.4 Ziel der Diplomarbeit

Unter Berücksichtigung diverser Einflussfaktoren, soll diese Diplomarbeit den Aufwand, den Nutzen und die Realisierbarkeit eines Halbstundentakts im Nachmittagsverkehr auf der Mariazellerbahn Talstrecke beleuchten.

Die Forschungsfragen für diese Diplomarbeit werden folgend formuliert:

- Wie könnte ein Halbstundentakt auf der Talstrecke der Mariazellerbahn aussehen? Ist dieser Praxistauglich oder treten schon bei der Erstellung Konflikte auf?
- Welche baulichen Maßnahmen wären zumindest notwendig, um einen Halbstundentakt im Nachmittagsverkehr auf der Mariazellerbahn Talstrecke zu realisieren?

- Welche relevanten Szenarien könnten mit einer exakten Betriebssimulation durchgeführt werden, um negative Ergebnisse aufzudecken und diesen zugleich vorzubeugen und wie würde sich das neue Angebot auf die Fahrplanstabilität auswirken? Welche baulichen und betrieblichen Maßnahmen könnten auf die relevanten Szenarien positive Auswirkungen für den Betrieb haben?
- Mit welchem Fahrgastzuwachs kann durch die Taktverdichtung unter Berücksichtigung der Nachfrageelastizität gerechnet werden?
- Welche Auswirkungen ergeben sich für die Fahrzeugeinsatzplanung und für die Fahrzeuginstandhaltung?
- Welche Auswirkungen ergeben sich durch die Taktverdichtung auf die PendlerInnen? Hätten diese attraktivere Umsteigemöglichkeiten zu anderen Anschlussverbindungen?
- Wie hoch wären die groben Gesamtkosten im Hinblick auf eine Erhöhung der laufenden Kosten und der notwendigen Investitionsmaßnahmen?
- Mit welchen Konflikten waren andere Eisenbahnunternehmen bei der Einführung eines Halbstundentakts konfrontiert und wie sind sie damit umgegangen?

Schlussendlich soll diese Arbeit die betrieblichen und monetären Auswirkungen eines Halbstundentakts aufzeigen sowie notwendige Maßnahmen definieren und bewerten.

Mit den Ergebnissen von Simulationen, Interviews, Recherchen, Benchmarks und Fahrgastbefragungen, soll eine richtungsgebende Beurteilung entstehen, welche den Nutzen aber auch den damit verbundenen Aufwand eindeutig definiert.

1.5 Methodik

In einem ersten Schritt wird ein Fahrplan mit einem Halbstundentakt auf der Mariazellerbahn erstellt. Dieser wird im Anschluss auf Optimierungspotential im Hinblick auf die Infrastruktur und den Fahrzeugeinsatz untersucht.

Durch eine Betriebssimulation, soll ein möglichst praxisnaher Betrieb nachgestellt werden, um zu prüfen, ob der neue Halbstundentakt Auswirkungen auf die Fahrplanstabilität hat. Es sollen verschiedene Methoden entwickelt werden, um die unterschiedlichen Szenarien aussagekräftig bewerten zu können.

Neben der Untersuchung der Fahrgastentwicklung, der PendlerInnenstatistik, der Infrastruktur und des Fahrplans, wird auf Basis der Fahrzeuginstandhaltung und der Personalstruktur auch ein Grobkostenplan erstellt, der eine fundierte Abhandlung über die verschiedenen Einflussfaktoren zulässt.

Neben der Simulation sollen auch ExpertInneninterviews mit Fachleuten von anderen Eisenbahnunternehmen geführt werden, bei welchen in den letzten Jahren eine

Taktverdichtung eingeführt wurde. Ebenfalls soll der Verkehrsverbund Ost-Region zum Thema „Angebot aus Verkehrsbestellersicht“ befragt werden. Die Ergebnisse aus diesen Befragungen und der Simulation werden durch Literaturrecherche und Internetrecherche ergänzt, um alle für diese Arbeit notwendigen Inhalte abzudecken.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Grundlagen der Fahrplanerstellung

Im Folgenden werden einige Begriffe der Fahrplanerstellung erläutert, die im Laufe der Arbeit eingesetzt werden.

- **Taktfahrplan:** Ein Taktfahrplan impliziert eine feste Zugfolgezeit zwischen den Zügen einer Linie.
- **Symmetrischer Taktfahrplan:** Wenn die Abfahrten der Züge einer Richtung und der Gegenrichtung an einem Punkt um die gleiche Zeit vor und nach der Symmetrieminute stattfinden, handelt es sich um einen symmetrischen Taktfahrplan, welcher Voraussetzung für den integrierten Taktfahrplan ist.
- **Integrierter Taktfahrplan:** Der integrierte Taktfahrplan besteht aus einem Linienetz, dessen vertaktete Linien in den Taktknoten durch Anschlussbindungen miteinander verknüpft sind.
- **Taktknoten:** Unter einem Taktknoten werden Bahnhöfe und Haltestellen verstanden, in welchen zu einer Symmetrieminute, Linien aufeinandertreffen. Dadurch entstehen in Vollknoten Umsteigeverbindungen von und in alle Richtungen.
- **Taktkanten:** Bei den Taktkanten handelt es sich um eine Strecke zwischen zwei Taktknoten.
- **Kantenfahrzeit:** Die Kantenzeit ist jene Zeit, die ein Zug benötigt, um die Taktkante zu befahren. Idealerweise beträgt die Kantenfahrzeit einige Minuten weniger als ein ganzzahliges Vielfaches des halben Taktintervalls.²

2.2 Methoden zur Nachfrageprognose

Prognosen über den Fahrgastzuwachs und die Auswirkungen auf die Nachfrage des Angebots, können mithilfe von Elastizitäten und der Auswertung der bisherigen Fahrgastzahlen, erstellt werden.

² Vgl. Elsner, 2017, S.5.

Mithilfe der Elastizität wird berechnet, wie die Nachfrage auf Angebotsänderungen reagiert. Da sich die in dieser Arbeit generierten Werte auf Prognosen beziehen, müssen auch weitere Faktoren wie die demografische Entwicklung der Region, die Entwicklung einer neuen Generation von Fahrgästen, die ein anderes Mobilitätsverhalten entwickeln kann, sowie Veränderungen des Verkehrsaufkommens, berücksichtigt werden.³

Aufgrund der Fahrgastentwicklung der Mariazellerbahn zwischen St. Pölten und Kirchberg in den letzten Jahren, ist es möglich Annäherungswerte zu beschreiben, wie sich die Fahrgastzahlen in den Jahren nach Einführung der Taktverdichtung entwickeln könnten.

2.3 Verkehrspolitische Vorgaben und Rahmenbedingungen

Weltweit wird die Thematik eines bewussteren Mobilitätsverhaltens der Bevölkerung und einer Weiterentwicklung des öffentlichen Verkehrsnetzes bedeutsamer, da Klima- und Umweltziele immer mehr in den Mittelpunkt rücken.

Aufbauend auf den Zielen des Pariser Abkommens zum Klima- und Umweltschutz sollen sich alle UN-Mitgliedsstaaten dazu verpflichten, einen wesentlichen Beitrag zur Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs und zur Senkung der Treibhausgasemissionen zu leisten.⁴

Auch Österreich wird mit dieser Problematik konfrontiert und so sind die Ziele des Bundes in der Klima- und Energiestrategie niedergeschrieben. Hier werden des weiteren sogenannte „Leuchtturmprojekte“ beschrieben, wovon jedes einen anderen Schwerpunkt hat. Das Leuchtturmprojekt 2 mit dem Titel „Stärkung des Schienengebundenen öffentlichen Verkehrs“ beschreibt genau jene Vorgaben, nämlich die Treibhausgaseinsparung durch Veränderung des Modal Split zugunsten des öffentlichen Verkehrs und die Entspannung des Individualverkehrs in den Ballungsräumen, wie sie sich im Landesmobilitätskonzept wiederspiegeln.⁵

Das Landesmobilitätskonzept Niederösterreichs „Mobilitätskonzept Niederösterreich 2030+ - Mobilität in ihrer Vielfalt sicher zukunftsfähig gestalten und fördern“ sieht vor, die Effizienz und Wirksamkeit im öffentlichen Verkehr zu optimieren und für die Bevölkerung besser zugänglich zu machen. Ein weiteres Anliegen ist es, negative Umweltauswirkungen zu reduzieren, indem auch die ländlichen Gebiete öffentlich besser erschlossen werden sollen.

In diesem Konzept sind auch die einzelnen Bahnen des Schienenpersonennahverkehrs mit den zugehörigen Taktzeiten, die mit Zielhorizont 2025+ erreicht werden sollen, aufgelistet.

³ Vgl. Exl, 2015.

⁴ Vgl. https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_de, 2015.

⁵ Vgl. https://www.bundeskanzleramt.gv.at/documents/131008/849801/20_18_beilagen_nb.pdf/e586d141-ee40-4949-98b9-91ae0ad2c565, 2018.

Unter anderem wird hier auch die Mariazellerbahn genannt, für die hier eine Zugfolgezeit von 30 Minuten in der Hauptverkehrszeit vorgesehen ist.⁶

3 Die Mariazellerbahn

3.1 Geschichte

Die Idee, den Wallfahrtsort Mariazell per Eisenbahn zu erschließen entstand bereits in den 1850er Jahren. Von den Ausgangsbahnhöfen St. Pölten, Mürzzuschlag und Kapfenberg fiel die Auswahl letztlich auf St. Pölten. 1898 wurde das erste Teilstück der heutigen Mariazellerbahn, nämlich St. Pölten bis Kirchberg an der Pielach fertiggestellt. Bis 1905 erfolgte die Fertigstellung des Abschnitts Kirchberg bis Laubenbachmühle und 1907 das Teilstück bis Mariazell sowie die letzten Kilometer bis Gußwerk. Bereits 1911 war die Strecke durchgehend mit einer Spannung von 6500 Volt und einer Frequenz von 25 Hertz elektrifiziert.⁷

Nach Überlegungen, die Mariazellerbahn zu verkaufen oder einzustellen, hat es bis Dezember 2010 eine Beauftragung zum Betrieb und der Finanzierung durch das Land Niederösterreich gegeben. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde der Betrieb durch die ÖBB aufgrund von drei Vertragswerken betreffend Bestand und Finanzierung des Regionalverkehrs auf Haupt- und Nebenbahnen, den Verkehrsdiestverträgen (VDV), durchgeführt. Durch einen Gesellschaftsvertrag, abgeschlossen zwischen ÖBB und NÖVOG fand eine Übertragung der Belange des regionalen Schienenverkehrs in Niederösterreich statt.⁸

Ab 11. Dezember 2010 wurde, aufgrund einer im gleichen Jahr abgeschlossenen Grundsatzvereinbarung betreffend der Übernahme von Regionalbahnen, die Niederösterreichische Verkehrsorganisationsges.m.b.H. Eigentümerin der Mariazellerbahn.

In den Anfängen nach der Betriebsübernahme ist das Personal der Mariazellerbahn noch von den ÖBB gestellt worden bevor es durch die eigens ausgebildeten BetriebsmitarbeiterInnen der NÖVOG ersetzt worden ist. Vorerst wurde auf der Talstrecke der Betrieb hauptsächlich noch mit den bestehenden Triebwagen der Baureihe 5090 abgewickelt, jedoch hat bereits im Dezember 2010 die Schweizer Firma Stadler den Zuschlag erhalten, um neun neue Niederflurtriebwagen inklusive vier Panoramawagen zu bauen. Der Betrieb mit den Triebwagen des Typs ET „Himmelstreppe“ ist im September 2013 aufgenommen worden.

⁶ Vgl. http://www.noe.gv.at/noe/NOEL_Mobilitätskonzept_180815_Druckversion.pdf, 2014.

⁷ Vgl. Felsinger/Schober, 2002, S. 33 – 38.

⁸ Vgl. Artl, Gröger, Gürtlich, 2015, S. 221.

Mit Fahrplanwechsel im Dezember 2011 führten Optimierungen des Fahrplans erstmals dazu, dass ein sauberer Taktfahrplan über den Tag gefahren werden konnte. Parallel dazu begann der sukzessive Aufbau des Zugleitbetriebes, welcher bis 2012 durch zahlreiche technische und bauliche Maßnahmen umgesetzt wurde.

Da die bestehenden Betriebsanlagen nicht auf die gestiegenen Ansprüche ausgereichtet waren, traf die NÖVOG die Entscheidung ein Betriebszentrum in Laubenbachmühle zu errichten, welches den Anforderungen der PendlerInnen, des Tourismus und der NÖVOG selbst, entsprechen sollte. Die Standortwahl ist zu einen auf die PendlerInnenströme und zum anderen auf betriebliche Hintergründe zurückzuführen.

Nach Fertigstellung und Eröffnung des Betriebszentrums 2013 folgte der Umbau der Bahnhöfe Ober-Grafendorf, Klangen und Wienerbruck. Nach dem Vorbild von Laubenbachmühle sind auch diese Bahnhöfe – in Abstimmung auf die neuen Elektrotriebwagen - mit einer Bahnsteighöhe von 38cm ausgeführt worden, um einen niveaugleichen Einstieg zu gewährleisten.⁹

Im Jahr 1922 braucht ein Zug für die Strecke von St. Pölten bis Mariazell 3 h 29 min. 53 Jahre später – also 1975 – beträgt die Fahrzeit 3h 11 min für die gleiche Entfernung. 1985 wurde es möglich, mit einer Schnellzugverbindung, die lediglich einen Aufenthalt in Mitterbach vorsah, in 2 h 11 min nach Mariazell zu gelangen.

Im Jahr 2014 konnte aufgrund des Zusammenspiels der zahlreichen infrastrukturellen Maßnahmen und der neuen Triebwagen ein neuer Fahrplan geschaffen werden. Somit wurde eine Verkürzung der Fahrzeit auf der Gesamtstrecke zwischen St. Pölten und Mariazell um zehn Minuten erreicht, ohne die Anzahl der Stationsaufenthalte zu reduzieren.¹⁰

Die letzten größeren Maßnahmen, um Fahrzeit entlang der Strecke einzusparen, sind 2016 gemacht worden. Die Einführung von kurzen Wenden und die Wiederbelebung des Bahnhofs Ober Buchberg als betrieblichen Kreuzungspunkt hat es zugelassen, dass ein neues Kreuzungsgefüge entstehen konnte und sich die Fahrzeit von St. Pölten bis Mariazell von 2:35 auf 2:15 verkürzte. Als zusätzliche Maßnahme ist der Takt im Frühverkehr schon damals auf 30 Minuten verdichtet und ein Stundentakt am Wochenende realisiert worden.¹¹

⁹ Vgl. Artl, Gröger, Gürtlich, 2015, S. 271 – 288.

¹⁰ Vgl. Artl, Gröger, Gürtlich, 2015, S. 315 – 328.

¹¹ Vgl. Schendl, 2019.

Folgende Abbildung zeigt die Mariazellerbahn mit den derzeitigen Bahnhöfen und Haltestellen.



Abbildung 1: Übersichtskarte Mariazellerbahn¹²

Die Strecke zwischen St. Pölten Hauptbahnhof und Mariazell weist eine Länge von rund 84 Kilometer auf. Auf diesem Abschnitt befinden sich 21 Schmalspurtunnel, zehn Viadukte sowie zahlreiche Brücken. Der längste Tunnel ist mit 2.369 Meter der Gösingtunnel, der durch seine gerade Trassierung mit der Streckenhöchstgeschwindigkeit von 80 km/h befahrbar ist. In diesem Tunnel erreicht die Bahn ihren Scheitelpunkt. Zwischen den Haltestellen Gösing und Annaberg befindet sich, mit einer Länge von 116 Metern und einer Höhe von 37 Metern, das „Saugrabenviadukt“ als größtes Bauwerk dieser Art auf der Mariazellerbahn.¹³

¹² Vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/Mariazellerbahn#/media/Datei:Mariazellerbahn_map1.png, 2019.

¹³ Vgl. Felsinger, Schober, 2002, S. 33 – 38.

3.2 Regionale Umfeldanalyse Mariazellerbahn Talstrecke

Untenstehende Tabelle gibt eine Übersicht über die Gemeinden im Pielachtal und deren wichtigsten Kennzahlen:

Gemeinde	Einwohner-Innen (Stand 2002) ¹⁴	Einwohner-Innen (Stand 2018) ¹⁵	Einwohner-Innendichte (in EW pro km ²) ¹⁶	AuspendlerInnen (Stand 2016) ¹⁷
Ober-Grafendorf	4.657	4.544	181,76	1.645
Weinburg	1.306	1.337	133,7	495
Hofstetten - Grünau	2.544	2.693	74,81	975
Rabenstein an der Pielach	2.424	2.560	71,11	1.034
Kirchberg an der Pielach	3.141	3.225	50,39	1.030
Loich	688	603	24,12	217
Schwarzenbach an der Pielach	419	369	8,2	124
Frankenfels	2.182	1.975	35,27	639
Puchenstuben	304	311	7,59	83

Tabelle 1: Übersicht Gemeinden im Pielachtal¹⁸

3.2.1 Besiedelung & Bevölkerungsentwicklung

Im gesamten Pielachtal wohnen derzeit etwa 17.617 Personen. Im Vergleich zum Jahr 2002, mit 17.665 EinwohnerInnen, ist bis 2018 eine Abnahme der Bevölkerung im gesamten Tal von 0,27% zu verzeichnen. Dieser Bevölkerungsrückgang entspricht in absoluten Zahlen 48 Personen. Der Wert der EinwohnerInnendichte im gesamten Untersuchungsraum spricht mit 52,12 EinwohnerInnen pro km² für ein eher dünn besiedeltes Tal.

¹⁴https://statistik.gv.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/bevoelkerungsstand_und_veraenderung/bevoelkerung_zu_jahres- quartalsanfang/index.html, 2019.

¹⁵https://statistik.gv.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/bevoelkerungsstand_und_veraenderung/bevoelkerung_zu_jahres- quartalsanfang/index.html, 2019.

¹⁶ Vgl. <http://www.noe.gv.at/noe/Zahlen-Fakten/Statistik-Gemeinden.html>, 2019.

¹⁷ Vgl. <https://www.statistik.at/atlas/pendler/>, 2019.

¹⁸ Quelle: eigene Darstellung.

3.2.2 Geografische Lage

Die Mariazellerbahn erschließt mit ihrer Streckenführung das Pielachtal, dem neun Gemeinden angehören. Es beginnt südlich von St. Pölten und reicht entlang dem Fluss der Pielach, welcher dem Tal seinen Namen gibt, durch das niederösterreichische Mostviertel bis rund um den Naturpark Ötscher - Tormäuer.

Beginnend im leichten Hügelland von St. Pölten Land, verläuft die Trasse der Schmalspurbahn durch das Pielachtal hinauf bis in die Mostviertler Alpen. Die Topografie im ersten Abschnitt des Tales ist eher flach und leichter zugänglich als jene Abschnitte, welche schon an den Naturpark grenzen.¹⁹

Folgend ein Überblick über die Gemeinden des Pielachtals:

- Ober-Grafendorf
- Weinburg
- Hofstetten - Grünau
- Rabenstein an der Pielach
- Kirchberg an der Pielach
- Loich
- Schwarzenbach an der Pielach
- Frankenfels
- Puchenstuben

Die Gemeinde Puchenstuben befindet sich zwar im Pielachtal, deren Bahnhof liegt aber auf der Bergstrecke und ist somit nicht relevant für die Taktverdichtung der Talstrecke.

¹⁹ Vgl. <https://www.mostviertel.at/pielachtal>, 2019.

3.2.3 PendlerInnenstatistik

Folgendes Diagramm zeigt eine Übersicht über das Verhältnis der Ein-, Aus- und BinnenpendlerInnen gegenüber der Gesamtbevölkerung der Gemeinden entlang der Mariazellerbahn.

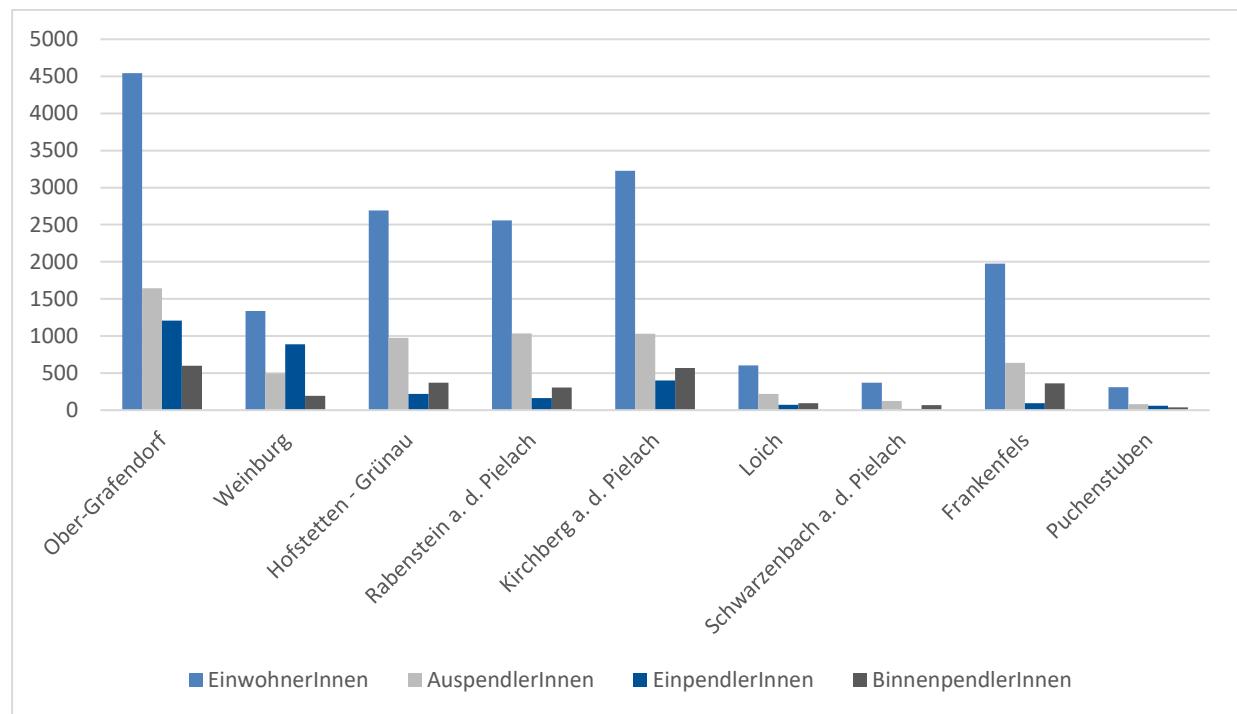


Abbildung 2: PendlerInnenverteilung gemessen an der Gesamtbevölkerung²⁰

Neben der Verteilung der PendlerInnen ist auf der Darstellung gut zu erkennen, dass auch die Regionen des nördlichen Pielachtals dichter besiedelt sind und über mehr EinwohnerInnen verfügen, als die Südlichen.

Außerdem machen die AuspendlerInnen in beinahe allen Gemeinden ein Drittel der Gesamtbevölkerung aus. Im Vergleich dazu, sind die Zahlen der Ein- beziehungsweise BinnenpendlerInnen bis auf die Gemeinde Weinburg geringer als jene der AuspendlerInnen. Interessant ist auch zu erkennen, dass ab Kirchberg an der Pielach die Anzahl der PendlerInnen generell stark abfällt, egal in welchem Sektor.

²⁰ Quelle: eigene Darstellung.

3.2.4 Mobilitätsangebote im Bereich der Mariazellerbahn

In St. Pölten zweigt von der Mariazellerstraße B20 im Süden bei Spratzern die Pielachtalstraße B39 ab, welche die Hauptverbindung in dieses Tal für den motorisierten Individualverkehr darstellt. Die B39, mit einer Gesamtlänge von etwa 44 Kilometern, verläuft annähernd parallel zur Trasse der Mariazellerbahn bis knapp vor Laubenbachmühle, wo sich die Trassierung der Straße weiter nach Winterbach abzweigt.²¹

Neben der Mariazellerbahn existiert auch eine Direktverbindung mit Linienbussen nach Ober-Grafendorf, die für die Bevölkerung ein zusätzliches Angebot im öffentlichen Personennahverkehr bietet. Die Buslinien werden ab Ober-Grafendorf weiter Richtung Wieselburg, Mank oder St Margarethen an der Sierning geführt. Weiter in das Tal können die EinwohnerInnen nur mit der Mariazellerbahn gelangen, da sonst keine Linienbusse annähernd das gleiche Gebiet abdecken.

Der Bereich in dem es einen Parallelverkehr zur Bahn mit dem Bus nach Ober-Grafendorf gibt, werden derzeit an einem normalen Werktag (Referenztag 15. Mai 2019) 19 Direktverbindungen mit dem Bus sowie 17 umstiegsfreie Zugfahrten ab St. Pölten angeboten. In Gegenrichtung verkehren am selben Tag 22 Linienbusse und 20 Züge der Mariazellerbahn.

In der folgenden Tabelle wird ein Vergleich über die Fahrzeitunterschiede zwischen motorisierten Individualverkehr und öffentlichem Verkehr geboten.

	Zug ²²	Auto ²³	Bus ²⁴
St. Pölten – Ober-Grafendorf	00:16	00:16	00:15 – 00: 30
St. Pölten – Rabenstein a. d. Pielach	00:37	00:27	-
St. Pölten – Kirchberg a. d. Pielach	00:46	00:33	-
St. Pölten - Laubenbachmühle	01:12	00:52	-

Tabelle 2: Fahrzeitenvergleich der unterschiedlichen Verkehrsträger²⁵

Auf der Strecke St. Pölten Ober-Grafendorf haben sowohl der Zug als auch das Auto die gleiche Fahrzeit. Die Fahrzeiten beim Autobus schwanken zwischen 15 und 30 Minuten, je nach gefahrener Route.

²¹ Vgl. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrNO&Gesetzesnummer=20000792>, 2019.

²² Vgl. https://www.mariazellerbahn.at/data/_mariazellerbahn/mediadb/cms_mime/%7B9aa0a7fa-f8bf-dde9-cbb5-4c2647387ce0%7D.pdf, 2019.

²³ Vgl. <https://www.google.at/maps/preview>, 2019.

²⁴ Vgl. <https://anachb.vor.at/>, 2019.

²⁵ Quelle: eigene Darstellung.

Bei all diesen Vergleichen ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Verkehrsträger Auto und Linienbus stets die viel befahrene Mariazellerstraße B20 und die Pielachtalstraße B39 – für die es nur großräumige Ausweichmöglichkeiten gibt – nutzen. Daraus kann abgeleitet werden, dass es bei Staubildungen wie zum Beispiel beim morgendlichen und abendlichen Berufsverkehr, zu längeren Fahrzeiten kommen kann. Als schienengebundenes Fahrzeug in einem in sich abgeschlossenen System, ist eine Umfahrung von Verkehrsstockungen auf den Straßen möglich. In den Hauptverkehrszeiten sind in Lastrichtung die Verkehrszeiten des Zuges in jedem Fall konkurrenzfähig.

Auf der weiteren Strecke in Richtung Laubenbachmühle, auf der es keine vergleichbaren Busverbindungen mehr gibt, ist das Auto schneller als der Zug, trotz der parallel verlaufenden Trassen von Straße und Schiene. Am Ende braucht der Zug 20 Minuten länger als der motorisierte Individualverkehr. Dieser Unterschied kann damit begründet werden, dass das enger werdende Tal im Verlauf mehr Bögen aufweist, die vom Auto schneller bewältigt werden können.

3.3 Angebotsanalyse

3.3.1 Fuhrpark

Der derzeitige Fahrzeugbestand für den Personenverkehr der Niederösterreichischen Verkehrsorganisationsges.m.b.H. auf der Mariazellerbahn umfasst neun Triebzüge des Typs ET „Himmelstreppe“ und Elektrolokomotiven mit Personenwagen für Sonderfahrten. Die interne Nummerierung für die Elektrotriebwagen ist ET 1 bis ET 9. Die Dieselfahrzeuge, wie sie im Anhang eins aufgelistet sind, werden nur mehr für Nostalgiesonderfahrten und betriebsinterne Zwecke genutzt werden.

Für die Abwicklung des Personenverkehrs werden hauptsächlich die Elektrotriebwagen herangezogen. Die Triebwagen des Typs ET „Himmelstreppe“ bieten 127 Sitzplätze in der zweiten Klasse an. Im Fahrzeugbestand der NÖVOG stehen auch vier Panoramawagen erster Klasse, zur Verfügung. Diese Wagen verkehren an Wochenenden oder werden für Sonderfahrten bei einem Umlauf eingesetzt.

Wenn es zu einem Engpass in der Fahrzeugverfügbarkeit kommt und die angebotenen Leistungen mit dem derzeitigen Fahrzeugbestand aufgrund der hohen Nachfrage seitens der Fahrgäste an Wochenenden im Sommer oder während der Adventzeit nicht bewältigbar sind, verkehren auch Dieseltriebwagen der Reihe VT, von anderen Bahnen der NÖVOG Gruppe in Ausnahmefällen auf der Mariazellerbahn.

Die Elektrolokomotiven E7, E10 und E14 sind derzeit nur für Nostalgiefahrten im Einsatz. Als Personenwagen für diese Fahrten werden die sogenannten „Ötscherbärwagen“ genutzt. Zusätzlich zu den Nostalgiefahrten mit den Elektrolokomotiven werden Sonderfahrten mit der Schmalspurdampflokomotive Mh6 geführt.²⁶

3.3.1.1 Die Himmelstreppe

Die Schmalspurtriebwagen des Typs ET „Himmelstreppe“ sind speziell für die Anforderungen der Mariazellerbahn entworfen und gebaut worden. Mit der Fertigung dieser Schmalspurtriebwagen wurde die Firma Stadler Bussnang AG betraut.



Abbildung 3: Schmalspurtriebwagen des Typs ET "Himmelstreppe"²⁷

Die Entwicklungsphase des ersten Triebwagens startete im Laufe des Jahres 2011 und die erste Garnitur nahm im Dezember 2012 den Probebetrieb auf. Von Juni bis September 2013 wurden die restlichen acht Fahrzeuge ausgeliefert. Am 01. September 2013 startete der Planbetrieb mit allen Triebwagen. In weiterer Folge wurden bis Ende Oktober 2013 alle bisher eingesetzten Altfahrzeuge aus dem Umlauf genommen, um im November nur noch mit den Elektrotriebwagen den Planverkehr abwickeln zu können.

Alle neun Triebwagen wurden in gleicher technischer Konstruktion ausgeführt. Jeder Triebwagen besteht aus einem Mittelwagen mit zwei Drehgestellen. Die mit jeweils einem Triebdrehgestell ausgestatteten Endwagen stützen sich auf den Mittelwagen. Daraus ergibt sich auch die Achsfolge Bo'+2'2'+Bo'. Diese drückt aus, dass die Endwagen jeweils mit einem zweiachsigen Drehgestell ausgestattet sind, wobei beide Achsen angetrieben sind. Der

²⁶ Vgl. Schendl, 2019.

²⁷ Vgl. <https://www.mariazellerbahn.at/die-himmelstreppe-2>, 2019.

Ausdruck „2'2“ beschreibt den Mittelwagen mit zwei antriebslosen zweiachsigen Drehgestellen.

Alle Einstiegsbereiche der Himmelstreppe sind niederflurig ausgeführt. Aufgrund der Niveauwechsel innerhalb des Triebwagens ist das Fahrzeug nicht durchgängig barrierefrei.

Im Zug sind jeweils zwei geschlossene WC-Systeme vorhanden, wobei eines davon behindertengerecht ausgeführt ist. Die Fahrgasträume sowie der Führerstand sind klimatisiert, videoüberwacht und mit einer Brandmeldeanlage ausgestattet. Die Triebwagen verfügen über ein modernes Fahrgastinformationssystem (FIS).

3.3.1.1.1 Technische Daten

In diesem Kapitel sollen die wichtigsten Eckdaten zur Technik der Triebwagen vorgestellt werden. Es ist möglich bis zu drei Triebwagen in Vielfachsteuerung zu führen. Zusätzlich können bis zu vier Panoramawagen angehängt werden. Die Reihung dieser kann dann auch zwischen den Triebwagen erfolgen.

Leistung	1.200kW
Anzahl der Fahrmotoren	4
Spurweite	760mm
Höchstgeschwindigkeit	80km/h
Achsanordnung	Bo' + 2'2' + Bo'
Minimaler Kurvenradius Strecke	78m
Minimaler Kurvenradius Weichen	65m
Umgebungstemperaturen	-25°C/+40°C
Sitzplätze/Klappsitze	108/11
Stehplätze	113
Leergewicht (Tara)	80.000kg
Gewicht beladen	98.570kg
Länge über Kupplung	50.740mm
Kastenbreite	2650mm
Maximale Höhe über SOK	3550mm
Fußbodenhöhe hochflur/niederflur über SOK	980/400mm

Tabelle 3: Technische Daten Himmelstreppe²⁸

²⁸ Vgl. Stadler Bussnang AG, 2013.

Obenstehende Tabelle gibt einen Überblick über die allgemeinen technischen Daten des Elektrotriebwagens. Die Höchstgeschwindigkeit der ET's beträgt 80km/h. Diese Geschwindigkeit ist gleichzeitig auch die Höchste, auf welche die Infrastruktur der Mariazellerbahn auf bestimmten Streckenabschnitten ausgelegt ist. Die Himmelstreppe verfügt über 113 Stehplätze und insgesamt 127 Sitzplätze. Zusätzlich sind zwei Himmelstufen als „Sommerversion“ gebaut worden. Diese beiden Triebwagen haben weniger Sitzplätze, um im Sommer mehr freie Flächen für den Fahrradtransport zur Verfügung zu haben. Im unbeladenen Zustand hat ein Triebwagen ein Gewicht von 80.000kg. Maximal beladen wiegt das Fahrzeug 98.570kg. Mit einer Kastenbreite von 2650mm sind die Triebwagen des Typs ET nur unmerklich schmäler als so manches normalspuriges Fahrzeug. Zum Vergleich, der Railjet hat eine Kastenbreite von 2825 mm²⁹. Als Fußbodenhöhe hochflur beziehungsweise niederflur über Schienenoberkante (SOK) werden die Niveauunterschiede innerhalb des Fahrzeugs bezeichnet. ³⁰ Für einen niveaugleichen Einstieg beträgt die Bahnsteighöhe auf der Mariazellerbahn bei allen neu errichteten Stationen 380 mm.³¹

3.3.1.1.2 Zugkraft - Geschwindigkeitsdiagramm

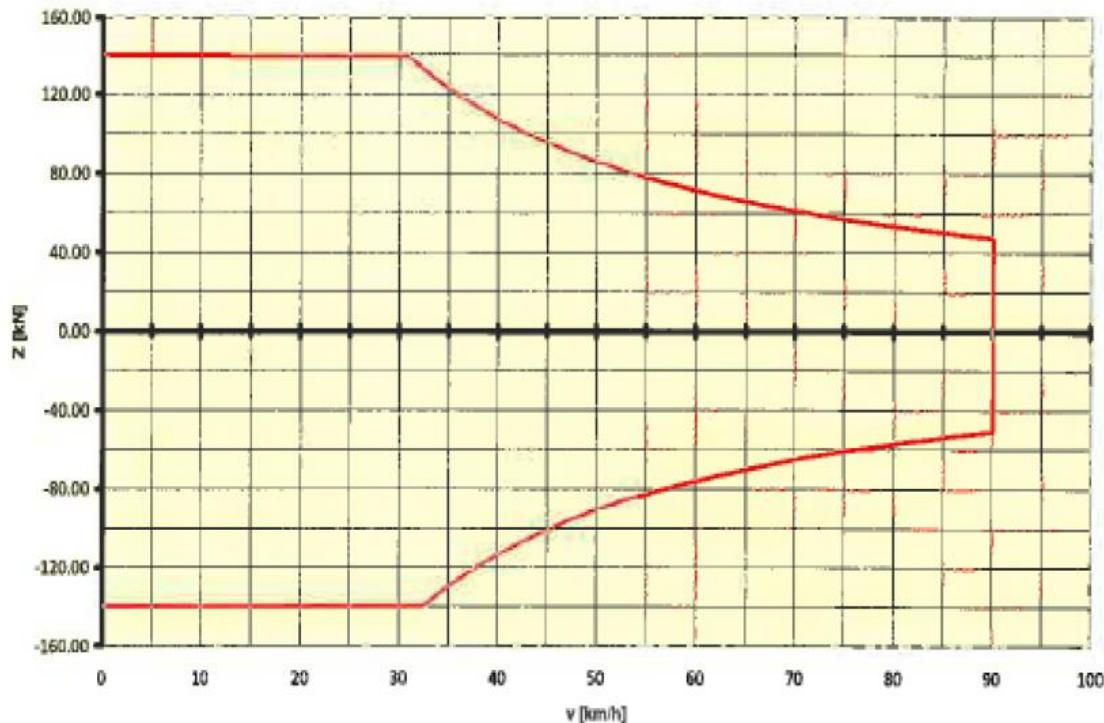


Abbildung 4: Zug/Bremskraft "Himmelstreppe" in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit³²

²⁹ Vgl. <http://www.bahnzauber-europa.at/Railjet%20Folder.pdf>, 2008.

³⁰ Vgl. Stadler Bussnang AG, 2016.

³¹ Vgl. Schendl, 2019.

³² Vgl. Stadler Bussnang AG, 2013.

Das Zugkraft -Geschwindigkeitsdiagramm zeigt die Änderung der Geschwindigkeit, in Abhängigkeit von den Widerständen, die auf das Fahrzeug einwirken. Zur Veranschaulichung wird das Zugkraft-Geschwindigkeitsdiagramm des Stadler GTW 2/6 EMU – 94 81 4062 der Steiermärkischen Landesbahnen herangezogen.

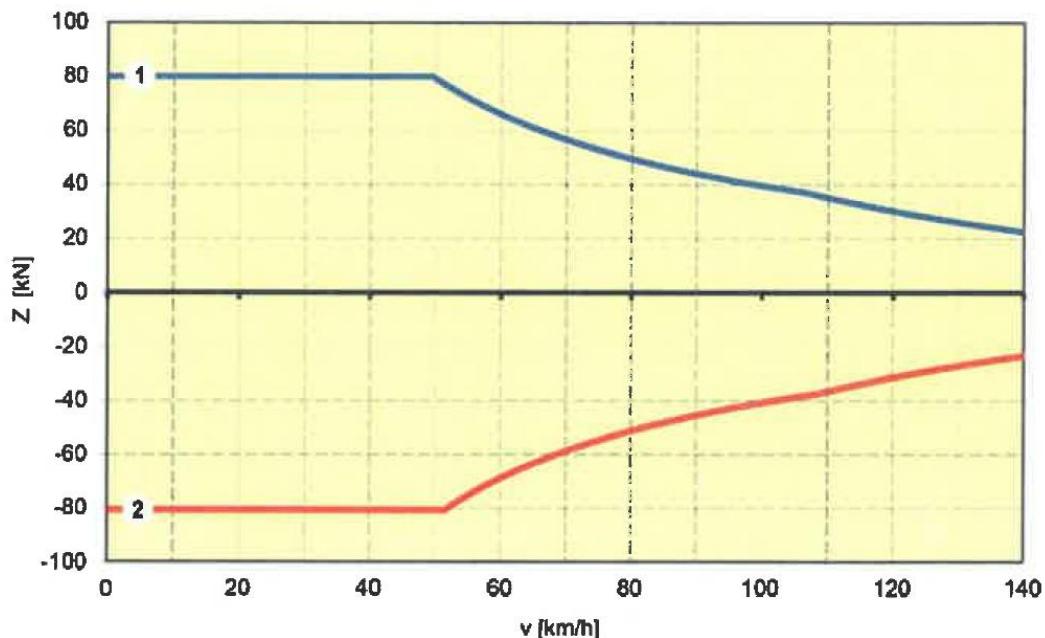


Abbildung 5: Zugkraft – Geschwindigkeitsdiagramm Stadler GTW 2/6 EMU – 94 81 4062 der Steiermärkischen Landesbahnen³³

Beim Vergleich der beiden Diagramme kann festgestellt werden, dass die Triebwagen der Steiermärkischen Landesbahnen trotz ihrer deutlich höheren Geschwindigkeit, wesentlich schwächer motorisiert sind. Das liegt daran, dass die Himmelstreppe mehr als nur ihr Gesamtgewicht mitschleppen müssen, nämlich die vier Panoramawagen.

3.3.1.1.3 Instandhaltung

Die Instandhaltung der Triebwagen des Typs ET „Himmelstreppe“ erfolgt nach einem vorgeschlagenen Instandhaltungsmuster der Firma Stadler. Dieses Instandhaltungskonzept sieht vor, dass Reparaturen nach bestimmten Betriebsstunden beziehungsweise Kilometerleistungen durchgeführt werden. Dabei wiederholen sich diese Instandhaltungsabschnitte nach einer bestimmten Zeit.

³³ Vgl. Stadler Bussnang, AG, 2016.

Untenstehende Tabelle gibt einen Überblick über die verschiedenen Instandhaltungsstufen die dafür vorgegebenen Kriterien, wann diese Arbeiten durchgeführt werden sollten und wie viele Arbeitsstunden dafür mindestens aufgewendet werden müssen.

Instandhaltungsstufe	Wiederholungsintervall	Personenstunden
S4 (Sichtkontrolle, Überprüfung der Betriebsmittel)	10.000km oder 30 Tage	16
S5 (Kontrolle der Brandmeldeanlage)	30.000km oder 90 Tage	20,5
S6 (Kontrolle der Klimaanlage, der Motor- und Laufdrehgestelle)	60.000km oder 180 Tage	51
S7 (diverse Funktionstests, Kontrolle des Stromrichters)	110.000km oder 360 Tage	126
S8 (Kontrolle der Radsätze)	220.000km oder 2 Jahre	140
S9-1 (Demontage und Kontrolle der Drehgestelle und Räder)	660.000km oder 6 Jahre	616
S9-2 (Tausch der Drehgestelle)	1.320.000km oder 12 Jahre	-

Tabelle 4: Instandhaltungsstufen ET – Himmelstreppe.³⁴

Aufbauend auf diesen Instandhaltungsetappen, kann ein Instandhaltungsplan abgeleitet werden. Im Groben erklärt finden dabei zwei aufeinanderfolgende S4 Wartungen statt. Nach 90 Tagen oder 30.000 Kilometern wird eine S5 Wartung durchgeführt, wieder gefolgt von zwei S4 Wartungen nach 10.000 Kilometern beziehungsweise 30 Tagen.

Nach diesem Ablauf sollte etwa ein halbes Jahr vergangen sein und es folgt eine S6 Wartung. Im Anschluss folgt wieder eine weitere Phase mit zwei S4, einer S5 und zwei S4 Wartungen bevor entweder je nachdem ob ein oder zwei Jahre vergangen sind, eine S7 oder S8 Wartung durchgeführt wird. Dabei wird natürlich auch auf die Kilometerleistungen Rücksicht genommen beziehungsweise die Instandhaltungsintervalle an diese angepasst.

Pro Instandhaltungsstufe werden vier WerkstättenmitarbeiterInnen eingesetzt, somit ist eine S4 Wartung in vier Stunden durchführbar. Die S5 Wartung benötigt fünf Stunden. Am längsten dauert die S9 - 1 Wartung. Für die Instandhaltungstätigkeiten dieser Stufe muss in etwa ein Monat Zeit eingeplant werden.

³⁴ Vgl. Hohl, 2017.

Die folgende Tabelle zeigt den Instandhaltungsplan der für die ET's vorgesehen ist. Der Plan ist in zehntausender Schritte bezüglich der km aufgebaut, wobei zu beachten ist, dass 10.000 km mit 30 Tagen gleich zu setzen sind.

Art	km	Art	km	Art	km	Art	km
S4	10 000	S4	340 000	S4	670 000	S4	1 000 000
S4	20 000	S4	350 000	S4	680 000	S4	1 010 000
S5	30 000	S5	360 000	S5	690 000	S5	1 020 000
S4	40 000	S4	370 000	S4	700 000	S4	1 030 000
S4	50 000	S4	380 000	S4	710 000	S4	1 040 000
S6	60 000	S6	390 000	S6	720 000	S6	1 050 000
S4	70 000	S4	400 000	S4	730 000	S4	1 060 000
S4	80 000	S4	410 000	S4	740 000	S4	1 070 000
S5	90 000	S5	420 000	S5	750 000	S5	1 080 000
S4	100 000	S4	430 000	S4	760 000	S4	1 090 000
S7	110 000	S8	440 000	S7	770 000	S8	1 100 000
S4	120 000	S4	450 000	S4	780 000	S4	1 110 000
S4	130 000	S4	460 000	S4	790 000	S4	1 120 000
S5	140 000	S5	470 000	S5	800 000	S5	1 130 000
S4	150 000	S4	480 000	S4	810 000	S4	1 140 000
S4	160 000	S4	490 000	S4	820 000	S4	1 150 000
S6	170 000	S6	500 000	S6	830 000	S6	1 160 000
S4	180 000	S4	510 000	S4	840 000	S4	1 170 000
S4	190 000	S4	520 000	S4	850 000	S4	1 180 000
S5	200 000	S5	530 000	S5	860 000	S5	1 190 000
S4	210 000	S4	540 000	S4	870 000	S4	1 200 000
S8	220 000	S7	550 000	S8	880 000	S7	1 210 000
S4	230 000	S4	560 000	S4	890 000	S4	1 220 000
S4	240 000	S4	570 000	S4	900 000	S4	1 230 000
S5	250 000	S5	580 000	S5	910 000	S5	1 240 000
S4	260 000	S4	590 000	S4	920 000	S4	1 250 000
S4	270 000	S4	600 000	S4	930 000	S4	1 260 000
S6	280 000	S6	610 000	S6	940 000	S6	1 270 000
S4	290 000	S4	620 000	S4	950 000	S4	1 280 000
S4	300 000	S4	630 000	S4	960 000	S4	1 290 000
S5	310 000	S5	640 000	S5	970 000	S5	1 300 000
S4	320 000	S4	650 000	S4	980 000	S4	1 310 000
S7	330 000	S9-1	660 000	S7	990 000	S9-2	1 320 000

Tabelle 5: Übersicht über die Wartungsintervalle der Himmelstreppen³⁵³⁵ Vgl. Gansch, 2019.

Nachdem die Elektrotriebwagen sich nun seit 2013 im Planverkehr bei der NÖVOG befinden, stehen in naher Zukunft die ersten S9-1 Ausbesserungen an. Diese Arbeiten, haben erheblichen Einfluss auf die Umlaufplanung der Triebwagen, da für die Fahrzeuge bei diesem Instandhaltungsschritt etwa ein Monat Arbeitsaufwand in der Werkstatt in Laubenbachmühle benötigt wird.³⁶

Grundsätzlich wird der Instandhaltungsplan von den Zeitfristen bestimmt, da die durchschnittliche Laufleistung einer Himmelstreppe 7300 km im Monat beträgt.

3.3.2 Fahrplan

Nach derzeitigem Fahrplan (siehe Anhang 1) verkehren täglich 15 Züge von St. Pölten nach Laubenbachmühle. Zusätzlich dazu gibt es noch zwei Zugfahrten als Verstärkung in der Morgen- beziehungsweise Abendspitze an Werktagen außer Samstags. Die verstärkende Zugsgarnitur am Morgen fährt um 07:12 ab St. Pölten weg und schafft somit eine kurzzeitige Verdichtung des Takts auf 30 Minuten. Am Abend gibt es einen Zug um 20:37 der nur unter der Woche verkehrt und am Wochenende eine Taktlücke im Stundentakt entstehen lässt.

Aus St. Pölten werden planmäßig sechs Züge von Laubenbachmühle nach Mariazell weitergeführt. Im Zeitraum von Mai bis Oktober ist je unter der Woche und am Wochenende ein zusätzlicher Zug nach Mariazell unterwegs.

Der Fahrplan ist durch „Wanderzüge“, die nur auf einem Teilstück der Bergstrecke – also zwischen Wienerbruck - Josefsberg und Mariazell – fahren, ergänzt. Dabei handelt es sich um Zugfahrten, die speziell auf den Wandertourismus in der Region ausgelegt sind. Die Hauptaufgabe besteht darin, BesucherInnen der Ötschergräben, die per Bus oder Pkw angereist sind, zu ihrem Ausgangspunkt der Wanderung zurückzubringen. Die Mehrheit fährt dabei von Erlaufklause zurück nach Wienerbruck.

In die Gegenrichtung von Laubenbachmühle nach St. Pölten werden täglich genauso 15 Züge geführt. Lastrichtungsbezogen sind im Frühverkehr unter der Woche drei zusätzliche Verstärkerzüge in den Fahrplan eingearbeitet, die einen Halbstundentakt auf dieser Strecke ermöglichen. Im Abendverkehr der Mariazellerbahn gibt es in Richtung St. Pölten genauso wie in die andere Fahrtrichtung einen Zug der nur an Werktagen außer Samstags verkehrt und so eine Taktlücke im sonstigen Stundentakt am Wochenende hinterlässt. Sechs von den gesamten Zugfahrten beginnen schon in Mariazell. Mit den „Wanderzügen“ verhält es sich genauso wie in die Gegenrichtung.

Grundsätzlich fahren die Züge immer zu Minute 37 in St. Pölten Hauptbahnhof ab und benötigen eine Stunde und 12 Minuten bis sie in Laubenbachmühle ankommen. Für die

³⁶ Vgl. Gansch, 2019.

Fahrten, welche in Laubenbachmühle ihren Ausgangspunkt haben, ist die Abfahrt für die Minute 10 festgelegt.

In den Sommermonaten und im Advent gibt es für jede Fahrtrichtung an Wochenenden zwei extra Trassen für den Dampfzug- und Nostalgieverkehr.³⁷

3.3.3 Umlaufplanung

Für den Planverkehr stehen der Niederösterreichischen Verkehrsorganisationsges.m.b.H. derzeit neun elektrisch betriebene Triebwagen zur Verfügung. Der Umlaufplan der ET's sieht vor, dass der Ausgangs- und Endpunkt für die Triebwagen der Bahnhof Laubenbachmühle ist, da es dort Abstellmöglichkeiten für die Fahrzeuge gibt und die notwendigen Werkstätten vorhanden sind, um Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten an den Fahrzeugen durchführen zu können.

An einem Werktag (Referenztag 16. Mai 2018) werden nach derzeitigem Fahrplan 40 Züge gefahren. Für den planmäßigen Umlauf werden im Frühverkehr, mit dem Halbstundentakt, sieben Triebwagen benötigt. Der Fahrplan des restlichen Takts verlangt dann nur mehr nach fünf Garnituren. Von den anderen beiden Triebwagen ist einer für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten in der Werkstatt während der andere als Reserve in Störungsfällen oder als Verstärkung für hoch frequentierte Züge zur Verfügung steht.

3.3.4 Zugsicherungssystem

Das auf der Mariazellerbahn eingesetzte Zugsicherungssystem „Rail Traffic Management System“, kurz RTMS, ist ein rechnergestütztes Zugleitsystem der Firma RDCS Informationstechnologie GmbH.

Der Zugverkehr wird in Form eines technisch unterstützten Zugleitbetriebs über einen Funkfahrbetrieb mit Führerstandssignalisierungen abgewickelt. Der Fahrbefehl wird vom Disponenten/von der Disponentin vergeben. Im nächsten Schritt erfolgt eine Verifizierung und eine Prüfung bevor der Fahrbefehl signaltechnisch sicher über den digitalen Datenfunk in das Triebfahrzeug übertragen und dem Triebfahrzeugführer/der Triebfahrzeugführerin am Bedienerterminal im Führerstand angezeigt wird.³⁸

³⁷ Vgl. https://www.mariazellerbahn.at/data/_mariazellerbahn/mediadb/cms_mime/%7B9aa0a7fa-f8bf-dde9-cbb5-4c2647387ce0%7D.pdf, 2019.

³⁸ Vgl. Schendl, 2019.

Die Handlungen der TriebfahrzeugführerInnen werden überwacht und bei Überfahrung des Bereichs für den eine Fahrerlaubnis vergeben wurde, erfolgt ein automatisches Eingreifen durch das RTMS in Form einer Zwangsbremse.

Die Positionsbestimmung der Fahrzeuge erfolgt durch GPS, ortsfeste Balisen auf der Strecke und durch ein Hodometer.

Dem Triebfahrzeugführer/der Triebfahrzeugführerin werden sämtliche Befehle und relevante Anordnungen im Zugleitbetrieb auf dem Bedienerterminal signalisiert.

Das Rail Traffic Management System ist kein vollautomatisches System. Die letzte Entscheidung liegt immer entweder bei dem Triebfahrzeugführer/der Triebfahrzeugführerin oder dem Disponenten/der Disponentin.³⁹

3.3.5 Fahrgastentwicklung

Seit dem Jahr 2012 werden bei allen Zügen täglich Fahrgastzählungen auf der Mariazellerbahn durchgeführt. Die Entwicklung der Fahrgastzahlen der letzten Jahre ist in untenstehender Tabelle angeführt.

Jahr	Fahrgäste
2012	500.000
2013	500.000
2014	500.000
2015	610.000
2016	515.000
2017	530.000
2018	540.000

Tabelle 6: Fahrgastentwicklung Mariazellerbahn 2012-2018⁴⁰

Die Fahrgastzählung auf der Mariazellerbahn erfolgt durch die FahrgastbetreuerInnen der NÖVOG. FahrgastbetreuerInnen sind jene MitarbeiterInnen der Niederösterreichischen Verkehrsorganisationsges.m.b.H., welche während der Fahrt die Fahrscheine kontrollieren beziehungsweise verkaufen und den KundInnen bei allfälligen Fragen zur Verfügung stehen. Alle diese MitarbeiterInnen haben einen Fahrscheindrucker für den kommerziellen Fahrscheinverkauf. Bei jeder Station wird von den FahrgastbetreuerInnen die Anzahl der ein- und aussteigenden Personen erfasst. Bei der Zählung wird hauptsächlich zwischen

³⁹ Vgl. NÖVOG, RTMS, 2017.

⁴⁰ Vgl. NÖVOG, Fahrgastentwicklung, 2018.

PendlerInnen und SchülerInnen unterschieden. Als PendlerInnen werden all jene Personen definiert, welche im Besitz einer Zeitkarte sind.

Durch diese Fahrgastzählung können allerdings keine PendlerInnenströme herausgefiltert werden, da nicht explizit erhoben wird, wo welche Personen einsteigen oder wieder aussteigen, sondern nur die Gesamtanzahl der Ein- und AussteigerInnen pro Station.

Aus der Tabelle 6 ist ersichtlich, dass in den Anfangsjahren des neuen Triebwagens eine konstante Anzahl der Fahrgäste von 500.000 Personen pro Jahr verzeichnet werden kann. Im Jahr 2015 ist ein sprunghafter Anstieg zu erkennen, dieser Wert wurde im Folgejahr allerdings nicht erreicht. Die Erklärung für diesen enormen Anstieg der Fahrgastzahlen von 110.000 Personen in einem Jahr, liegt daran, dass im Jahr 2015 die niederösterreichische Landesausstellung mit dem Titel „Ötscher:reich - Die Alpen und wir“ im Betriebszentrum der Mariazellerbahn in Laubenbachmühle sowie am Standort Wienerbruck stattgefunden hat und viele der Besucher dieser Ausstellung per Bahn angereist sind.

Seit 2016 ist allerdings ein kontinuierlicher Anstieg der Fahrgastzahlen zu verzeichnen. Von 2016 bis 2018 gab es jährlich ein Wachstum von mindestens 10.000 Personen. Daraus ergibt sich im Zeitraum von 2012 bis 2018 eine Steigerung von 40.000 beförderten Personen oder um 8%, wenn man das Landesausstellungsjahr 2015 außen vorlässt.

Aus Fahrgastbefragungen aus dem Jahr 2018 kann herausgefiltert werden, welchen Fahrtzweck die Passagiere der Mariazellerbahn verfolgen und ob die Reisenden eher in Gruppen oder alleine unterwegs sind. Der Zeitraum der Befragung war von Mai bis Oktober 2018 und es handelte sich dabei um eine vor Ort Befragung direkt im Zug mittels Selbstausfüller, an der insgesamt 1.998 Personen teilgenommen haben. Von der gesamten TeilnehmerInnenanzahl wurden 73 Prozent, also etwa 1.459 Personen, von Montag bis Freitag befragt. Folgende zwei Tabellen beschreiben die vorher beschriebenen Daten übersichtlicher.

Fahrtzweck	
Fahrt zur Arbeit	11%
Fahrt zur Schule	14%
Dienstliche Erledigung	4%
Private Erledigung	11%
Freizeitfahrt	45%
Urlaub	15%

Tabelle 7: Fahrtzweck der Reisenden⁴¹

⁴¹ Vgl. NÖVOG, Fahrgastbefragungen, 2018.

Obenstehende Tabelle gibt eine Übersicht über den Grund warum die Fahrgäste die Mariazellerbahn als Transportmittel gewählt haben. Mit Abstand sind hier die Personen, welche eine Freizeitfahrt unternehmen, mit einem Wert von 45% die größte Fahrgastgruppe. Als Verkehrsmittel zur Arbeit oder zur Schule haben 2018 25% die Schmalspurbahn gewählt. Einen nicht unerheblichen Anteil stellen jene Personen dar, die mit der Mariazellerbahn zu ihrem Urlaubsdomizil reisen. 11% der Fahrgäste haben die Eisenbahn für private Zwecke genutzt und lediglich 4% nutzten dieses Angebot um dienstliche Erledigungen zu tätigen.

Begleitung	
Alleine	21%
Paare	28%
Paare mit Freunden	4%
Freunde	20%
Reisegruppen	12%
Familiengruppen	17%

Tabelle 8: Gruppengrößen der Reisenden⁴²

Die meisten Fahrgäste der Mariazellerbahn waren 2018 mit 28% Paare, die eine Fahrt mit der Himmelstreppe unternommen haben. Nahezu gleich mit 21% bzw. 20% ist der Anteil der allein Reisenden und der Reisenden, welche mit Freunden unterwegs sind. Das Ausmaß der Gruppenreisenden im Familienverband und innerhalb von Reisegruppen beträgt 17% und 12%. Nur die wenigsten Fahrgäste sind ein Paar mit Freunden.

3.4 Infrastrukturanalyse

3.4.1 Stationen

Entlang der Strecke der Mariazellerbahn gibt es derzeit 26 Stationen für den Fahrgastwechsel. Grundsätzlich sind alle Stationen außer den Bahnhöfen St. Pölten Hauptbahnhof, St. Pölten Alpenbahnhof, Ober-Grafendorf, Kirchberg an der Pielach, Laubenbachmühle und Mariazell Bedarfshalte.

Um der Triebfahrzeugführerin/dem Triebfahrzeugführer zu signalisieren, dass Personen an der folgenden Station aussteigen wollen, sind alle Viererplätze mit Haltewunschtasten ausgestattet. Die Druckknöpfe an den Ausstiegstüren fungieren ebenfalls als

⁴² Vgl. NÖVOG, Fahrgastbefragungen, 2018.

Haltewunschtasten. Umgekehrt, wenn Fahrgäste an einer Station die als Bedarfshalt geführt wird einsteigen wollen, gibt es auch dort vor Ort zwei Haltewunschtasten je nachdem, ob diese in den Zug Richtung Mariazell oder St. Pölten Hauptbahnhof einsteigen wollen. Am Führerstand des Zuges wird dem Triebfahrzeugführer/ der Triebfahrzeugführerin dann angezeigt, ob sich im nächstfolgenden Bedarfshalt Personen befinden, die in diesen Zug zusteigen möchten.

Folgende Aufzählung gibt eine Übersicht über die Stationen der Mariazellerbahn:

- St. Pölten Hauptbahnhof
- St. Pölten Alpenbahnhof
- Ober-Grafendorf
- Klangen
- Weinburg
- Kammerhof
- Hofstetten-Grünau
- Mainburg
- Rabenstein an der Pielach
- Steinklamm
- Steinschal-Tradigist
- Kirchberg an der Pielach
- Schwerbach
- Loich
- Schwarzenbach an der Pielach
- Frankenfels
- Boding
- Laubenbachmühle
- Winterbach
- Puchenstuben
- Gösing
- Annaberg
- Wienerbruck-Josefsberg
- Erlaufklause
- Mitterbach
- Mariazell

Betrieblich wird die Richtung von St. Pölten Hauptbahnhof nach Mariazell als Fahrtrichtung eins und die Gegenrichtung als Fahrtrichtung zwei bezeichnet.⁴³

⁴³ Vgl. Schendl, 2019.

3.4.2 Kreuzungsmöglichkeiten

Auf der Mariazellerbahn bestehen derzeit 18 Betriebsstellen, wo Zugkreuzungen abgewickelt werden können. Diese Betriebsstellen sind entweder mit Rückfallweichen, elektrischen Weichen oder einem elektrischen Festlegeschloss (manuelle Weichenbedienung notwendig) ausgestattet. Im derzeitigen Taktfahrplan finden Zugkreuzungen systemmäßig in Klangen, Loich, Ober Buchberg und Wienerbruck - Josefsberg statt.

Im Morgenverkehr, in welchem teilweise schon ein angenäherter Halbstundentakt zwischen Laubenbachmühle und St. Pölten Hauptbahnhof besteht, gibt es Zugkreuzungen in St. Pölten Altenbahnhof, Schwadorf, Ober - Grafendorf, Klangen, Hofstetten - Grünau, Rabenstein an der Pielach, Kirchberg an der Pielach und Frankenfels. In diesem Zeitraum gibt es kein starres Kreuzungsgefüge. Diese unterschiedlichen Zugkreuzungen sind dem Bildfahrplan (siehe Anhang 3) entnommen.⁴⁴

3.4.3 Geschwindigkeiten

Das Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten und Besonderheiten, kurz VzG, gibt einen Überblick darüber, wo sich die Geschwindigkeiten ändern und welche Steigungs- und Neigungsverhältnisse es auf der Mariazellerbahn gibt.

Die Streckenhöchstgeschwindigkeit ist 80km/h und entspricht damit ebenso der maximal zulässigen Geschwindigkeit der „Himmelstreppen“. Dieses Tempo wird auf drei Abschnitten der Strecke gefahren. Die ersten beiden Bereiche befinden sich vor und nach dem Bahnhof Ober-Grafendorf, wo sich die längsten Geraden der Mariazellerbahn befinden. Der dritte Abschnitt ist der Gösingtunnel.

In den Betriebsstellen mit Kreuzungsmöglichkeit ist die örtlich zulässige Geschwindigkeit je nach Weichenbauart auf 25 bis 40 km/h begrenzt.⁴⁵

⁴⁴ Vgl. NÖVOG, Bildfahrplan der Mariazellerbahn, 2018.

⁴⁵ Vgl. NÖVOG, Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten und Besonderheiten der Mariazellerbahn, 2019.

4 Aktuell vorhandene Daten zur Taktverdichtung bei der NÖVOG

Seitens der NÖVOG gibt es bereits grobe Überlegungen wie eine Taktverdichtung auf 30 Minuten auf der Talstrecke und ein Stundentakt auf der Bergstrecke der Mariazellerbahn aussehen soll.

Es wurde schon definiert, dass die Abfahrt der verstärkenden Züge in St. Pölten zur Minute fünf sein muss und nicht zur Minute sieben, da bekannt ist, dass im Abschnitt zwischen St. Pölten Altenbahnhof und Völlerndorf keine Fahrzeitreserven vorhanden sind und ohne Maßnahmen, welche eine Beschleunigung dieses Abschnitts zulassen würden, kein reiner Halbstundentakt möglich ist.

Außerdem wurde schon analysiert, dass die Taktverdichtung zum jetzigen Zeitpunkt nur für einen Abschnitt der Talstrecke sinnvoll wäre und nicht gänzlich bis Laubenbachmühle geführt werden soll. Ob eine Umlegung des Takts auf die gesamte Strecke bis Laubenbachmühle in Zukunft stattfinden soll, ist nicht Teil dieser Arbeit und wird derzeit auch seitens der NÖVOG nicht angedacht.

Zur Taktverdichtung auf der Bergstrecke gibt es schon konkretere Pläne, wie diese eingeführt werden soll.

Der 60 Minuten Takt zwischen Laubenbachmühle und Mariazell ist derzeit noch nicht im Fahrplan umgesetzt. Der Fahrplan ist durch „Wanderzüge“, die nur auf einem Teilstück der Bergstrecke – also zwischen Wienerbruck - Josefsberg und Mariazell – fahren, ergänzt. Dabei handelt es sich um Zugfahrten, die speziell auf den Wandertourismus in der Region ausgelegt sind. Die Hauptaufgabe besteht darin, BesucherInnen der Ötschergräben, die per Bus oder Pkw angereist sind, zu ihrem Ausgangspunkt der Wanderung zurückzubringen. Die Mehrheit fährt dabei von Erlaufklause zurück nach Wienerbruck. Die Wanderzüge gewährleisten auf dem Teilstück der Mariazellerbahn bereits jetzt eine Taktverdichtung und beeinflussen den geplanten Halbstundentakt, wie er in dieser Arbeit beschrieben wird.

Seitens der NÖVOG gibt es dazu schon Aussagen, dass in naher Zukunft ein Stundentakt auf diesem Abschnitt der Strecke realistisch wäre, da damit folgende Kriterien erfüllt werden:

- Die Attraktivität der bisherigen „Wanderzüge“ ist von der jeweiligen Wetterlage abhängig, da diese Verkehre auf dem kurzen Teilstück nur für Wanderer ausgelegt sind. Durch eine Verdichtung des Takts von 120 auf 60 Minuten, wäre eine Erweiterung des Angebots für die gesamte Bergstrecke gegeben und ein Zuwachs an Fahrgästen, auch bei Schlechtwetter, zu erwarten.

- Die Anzahl an Mehrfahrten, die durch diese Veränderung entstehen, können durch die derzeitigen Triebwagen abgedeckt werden und es besteht kein Bedarf den Fuhrpark zusätzlich zu erweitern.
- Durch die Durchbindung der „Wanderzüge“ und das Angebot, stündlich zwischen Laubenbachmühle und Mariazell mit dem Zug pendeln zu können, entsteht auch eine Verlagerung der Kapazität in den Zügen. Derzeit fahren die Züge alle 120 Minuten. Wenn sich nun viele Gruppen für eine Zugfahrt bei der NÖVOG anmelden und die vollständige Auslastung der „Himmelstreppe“ erreicht wird, gibt es eine unmittelbare Entscheidung bei der Umlaufplanung diesen Zug in Doppeltraktion zu führen, um die großen Fahrgastströme bewältigen zu können. Mit der zusätzlichen Gelegenheit jede Stunde fahren zu können, wäre die Möglichkeit gegeben Reisegruppen zu raten, die Wanderroute so zu planen, dass diese eine Stunde früher oder später den Zug erreichen und betrieblich könnten gewisse Doppeltraktionsfahrten eingespart werden.

5 Bahnbenchmarks Halbstundentakt

5.1 Stern & Hafferl Verkehrsgesellschaft m.b.H. – Linzer Lokalbahn

Die Linzer Lokalbahn ist eine öffentliche Nahverkehrsbahn im Bundesland Oberösterreich mit einer Spurweite von 1.435mm. Sie verläuft von Linz Hauptbahnhof über Eferding nach Niederspaching. Ab dieser Betriebsstelle verkehren die Züge weiter nach Neumarkt-Kallham oder in die abzweigende Strecke nach Peuerbach. Seit dem Fahrplanwechsel 2016 ist die Linzer Lokalbahn im Abschnitt zwischen Linz Hauptbahnhof und Eferding als S5 Teil der Oberösterreichischen S-Bahn.

Untenstehende Abbildung zeigt den Streckenverlauf der Linzer Lokalbahn.

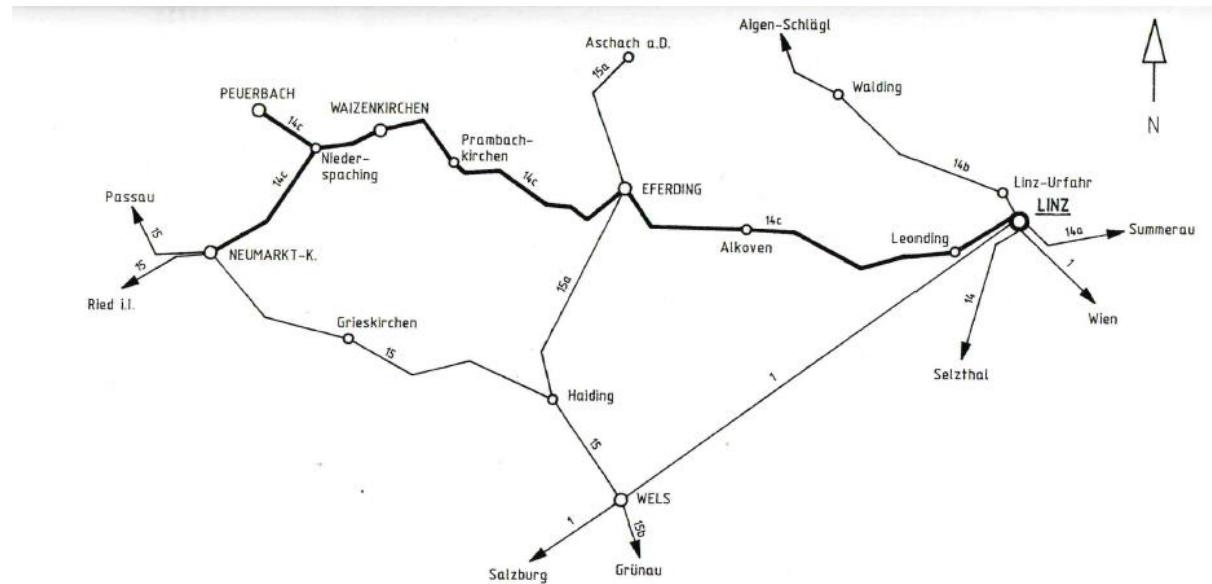


Abbildung 6: Streckenverlauf der Linzer Lokalbahn⁴⁶

Die 58,611 Kilometer lange eingleisige Strecke mit einer Höchstgeschwindigkeit von 70km/h bedient 44 Bahnhöfe und Haltestellen.

Die Linzer Lokalbahn, kurz LILO, gehört der Gesellschaft der Linzer Lokalbahn AG an. Mehrheitseigentümer ist hierbei die Stadt Linz mit 54, 1 %. Die Stern & Hafferl

⁴⁶ Vgl. Stern & Hafferl Verkehrsgesellschaft m.b.H. 2016.

Verkehrsgesellschaft m.b.H., welcher die Betriebsführung der Gesamtstrecke obliegt, gehören 35,3% der gesamten Anteile.⁴⁷

Ab Linz Hauptbahnhof gibt es stündliche Direktverbindungen nach Peuerbach. Von 11:48 bis 18:18 wird der Takt auf 30 Minuten verdichtet, wobei bei jeder zweiten Verbindung in Niederspaching umgestiegen werden muss, da diese stündlich nach Neumarkt - Kallham geführt werden. Von Linz Hauptbahnhof bis Eferding verkehren ab 05:15 bis 19:48 Züge im Halbstundentakt.

In die Gegenrichtung verkehrt die Linzer Lokalbahn von Montag bis Freitag in der Morgen- und Abendspitze alle 30 Minuten von Peuerbach in Richtung Linz Hauptbahnhof. Ab Eferding gibt es einen Halbstundentakt über den gesamten Tag. Außerdem gibt es ab dieser Betriebsstelle unter der Woche einen 15-Minuten Takt von 05:30 bis 07:32. In Linz Hauptbahnhof haben die Fahrgäste Anschluss an die Züge nach Salzburg beziehungsweise Wien.⁴⁸

Der 15-Minuten Takt von Eferding in die Hauptlastrichtung ist seit Fahrplanwechsel 2005 umgesetzt worden. Der Fahrplan wurde seitdem durch infrastrukturelle und betriebliche Maßnahmen minutenweise angepasst, jedoch geht sich aufgrund der Kreuzungsmöglichkeiten kein reiner 15-Minuten Takt aus.

Aufgrund umfassender Fahrgastbefragungen und Fahrgastzählungen gibt es um die Mittagszeit zwischen 13:48 und 14:18 einen Takt der auf 15 Minuten für den SchülerInnenverkehr in Richtung Eferding verdichtet wurde. Ebenso ein Ergebnis dieser Analysemethoden war, dass der Halbstundentakt bis 20:48 ausreichend ist.

Vor der Einführung des Halbstundentakts war der Fahrplan an bestimmte Unternehmen und Schulen angepasst, damit möglichst viele große NutzerInnengruppen durch das damals noch stündliche Angebot der Linzer Lokalbahn profitieren konnten. Seit der Umstellung auf eine Zugfolgezeit von 30 Minuten ist die Notwendigkeit einer solchen Maßnahme nicht mehr gegeben, da dieser Takt keine längeren Wartezeiten der KundInnen erfordert. Die Taktverdichtung forderte zudem mehrere Umsetzungsschritte, welche in Korrelation zu dem jetzigen Fahrplan geführt haben, denn Maßnahmen hätten im Einzelnen nicht die gewünschten Auswirkungen.

Der derzeitige Fahrplan (siehe Anhang 4) ist im Wesentlichen so angepasst, dass ein unkompliziertes und stressfreies Umsteigen der Fahrgäste in Linz Hauptbahnhof von der Linzer Lokalbahn in andere Anschlusszüge Richtung Salzburg oder Wien, gewährleistet werden kann. Ebenso ist es in die Gegenrichtung möglich, die Linzer Lokalbahn von anderen Zugverbindungen zu erreichen, ohne große Umstände in Kauf nehmen zu müssen. Jedoch

⁴⁷ Vgl. <https://www.linzer-lokalbahn.at/infrastruktur/>, 2019.

⁴⁸ Vgl. https://www.stern-verkehr.at/wp-content/uploads/2018/11/Fahrplan-Zettelfahrplan-540x-270mm-LILO_2019-web.pdf, 2019.

werden Verspätungen von anderen Zügen von der Betriebsführung der Linzer Lokalbahnen nicht berücksichtigt und Anschlüsse demnach nicht abgewartet. Die Begründung dafür, liegt darin, dass ohnehin alle 30 Minuten ein Zug fährt und wenn ein Anschluss abgewartet werden würde, so hätte das enorme Auswirkungen auf den Betrieb, da diese Maßnahme auf einer eingleisigen Strecke den Fahrplan des gesamten restlichen Tages negativ beeinflussen würde.

Im Fahrplan der Linzer Lokalbahn wird seitens der Stern & Hafferl Verkehrsgesellschaft m.b.H. auch darauf geachtet, dass einzelne besondere Tage wie zum Beispiel der 24. Dezember gleich wie jeder andere Wochentag behandelt werden, egal auf welchen Wochentag dieser fällt, da dies sonst nur zu Verwirrungen unter den Fahrgästen führen würde.

Um den Halbstundentakt zu gewährleisten, war der Ausbau von zwei Haltestellen entlang der Strecke erforderlich, um neue Zugkreuzungsmöglichkeiten zu schaffen. Neben dem betrieblichen Ausbau der Strecke, werden auch sukzessive alle Haltestellen umgebaut und der neuste Stand der Technik im Hinblick auf die Barrierefreiheit hergestellt. In Zukunft ist es auch geplant einen Abschnitt zwischen zwei Bahnhöfen zweigleisig auszubauen, damit fliegende Kreuzungen möglich werden und somit auch ein paar Minuten an Fahrzeit eingespart werden können.

Durch den viergleisigen Ausbau der Westbahnstrecke zwischen Linz Hauptbahnhof und Wels wird es für die Linzer Lokalbahn nicht mehr möglich sein, im Bahnhof Leonding Zugkreuzungen abzuwickeln und es wird notwendig werden den Fahrplan dahingehend anzupassen.

Seit dem Jahr 2001 werden auf der Strecke Gelenktriebwagen der Firma Stadler Rail AG eingesetzt. Die Flotte dieser Niederflurfahrzeuge wurde zum Fahrplanwechsel im Jahr 2006 erweitert, um im öffentlichen Schienenpersonennahverkehr eingesetzt werden zu können.

Mit der Verdichtung des Takts, der Anschaffung von neuen Fahrzeugen, Analysemethoden wie Fahrgastbefragungen, dem ständigen Ausbau der Infrastruktur und der fortlaufenden Digitalisierung der Anlagen konnte in den letzten Jahren ein andauernder Anstieg bei den Fahrgästzahlen, vor allem im Bereich zwischen Linz Hauptbahnhof und Eferding, gezählt werden. Im Jahr 1994 sind nur etwa 2.800 Personen mit der Linzer Lokalbahn gefahren, während 2018 mit 4.210 Personen eine Zunahme der Passagiere verzeichnet wurde.⁴⁹

⁴⁹ Vgl. Holzmüller, Sattlberger, 2019.

5.2 Zillertaler Verkehrsbetriebe AG – Zillertalbahn

Die Zillertalbahn ist eine Eisenbahnlinie mit einer Spurweite von 760 Millimeter und verbindet die Orte Jenbach und Mayrhofen im Zillertal. Die verkehrliche Erschließung des Zillertals erfolgt neben der Eisenbahn über die B 169, die Zillertalstraße.

Die schmalspurige Bahn verkehrt im Halbstundentakt auf der 32 Kilometer langen Strecke und das Kerngeschäft ist der Personenverkehr.

Folgende Abbildung zeigt den Streckenverlauf der Zillertalbahn, welche im Eigentum der Zillertaler Verkehrsbetriebe AG steht.



Abbildung 7: Linienführung der Zillertalbahn⁵⁰

Wie oben bereits erwähnt ist das Zillertal zum einen durch die Zillertalbahn und zum anderen durch die Zillertalstraße erschlossen.

Aufgrund der steigenden PendlerInnenzahlen die in der Früh ihren Wohnort verlassen, um zu ihren Arbeitsplätzen nach Jenbach oder in das Inntal zu gelangen, und am Abend wieder in die Gegenrichtung wollen, kommt es auf der Straße zu Verkehrsstockungen und in der Bahn zu überfüllten Zügen. Zu dieser Zeit ist der Fahrplan der Zillertalbahn sehr an die Dienstzeiten von wichtigen und großen Arbeitgebern im Inntal angepasst gewesen und hat nicht alle PendlerInnen angesprochen. Daher ist vom Verkehrsverbund angedacht worden, eine Taktverdichtung entweder für den Bus oder für den Zug umzusetzen. Da der Bus jedoch auch von den Verkehrsstockungen auf der Straße betroffen wäre und damit seinen Fahrplan nicht halten kann, ist die Wahl auf die Zillertalbahn gefallen, um diese zusätzlichen Leistungen abzudecken.

Von der Zillertaler Verkehrsbetriebe AG wurde ein Probefahrt eingeführt ohne jegliche Maßnahmen zu setzen, um vorerst zu prüfen, wie das ergänzende Angebot von der

⁵⁰ Vgl. <https://www.zillertalbahn.at/page.cfm?vpath=bahn/die-bahnlinie/fahrplanauskunft>, 2019.

Bevölkerung angenommen wird. Aufgrund der steigenden Fahrgastzahlen während des Probebetriebs, wurde der Halbstundentakt auf der gesamten Zillertalbahn eingeführt.

Die Züge der Zillertalbahn verkehren von 08:09 bis 18:36 von Jenbach nach Mayrhofen im Halbstundentakt (siehe Fahrplan in Anhang 5). In die Gegenrichtung fahren die Züge von 08:17 bis 18:17 alle 30 Minuten. Hierbei ist ersichtlich, dass bei der Zillertalbahn kein reiner Halbstundentakt gefahren wird. Um die Merkbarkeit des Fahrplans bei den Fahrgästen zu fördern wäre es allerdings von Vorteil die Züge in einem reinen Halbstundentaktverkehr zu fahren.

In den ersten Jahren ist die Taktverdichtung nur für den Zeitraum von 07:30 bis 18:30 vorgesehen gewesen und auch so umgesetzt worden. Allerdings ist diese Angebotserweiterung für jene Personen, die im touristischen Bereich arbeiten, nicht relevant gewesen, da der Schichtwechsel in dieser Branche vor 07:30 beziehungsweise nach 18:30 stattfindet. Nachdem der Tourismus einen wichtigen Wirtschaftszweig im Zillertal darstellt, wurde hier ein Handlungsbedarf notwendig und es verkehren nun vor 07:30 zwei Züge aus dem Tal heraus Richtung Jenbach und vier Züge werden ab 05:46 von Mayrhofen ausgehend geführt, welche nicht im reinen Halbstundentakt fahren. Am Abend gibt es in beide Richtungen noch drei zusätzliche Züge nach 18:30.

Um die Taktverdichtung reibungslos abwickeln zu können, ist die Infrastruktur in ein paar Abschnitten der Zillertalbahn angepasst worden. Im Jahr 2002 erfolgte im Bereich zwischen Zell am Ziller und Ramsau im Zillertal - Hippach der zweigleisige Ausbau. 2008 ist auch der Abschnitt zwischen Kaltenbach – Stumm im Zillertal und Aschau im Zillertal mit einem weiteren Gleis versehen worden. Die Umsetzung dieser beiden Maßnahmen hat dazu geführt, dass fliegende Kreuzungen zwischen den Zügen stattfinden können und die Plankreuzungen nicht immer in den Betriebsstellen abgewickelt werden müssen, so wie es ursprünglich geschehen ist.

Instandhaltungsarbeiten von kurzer Dauer und sonstige Erhaltungsarbeiten an der Infrastruktur werden während des normalen Zugbetriebs durchgeführt. Für Arbeiten die einen längeren Zeitraum beanspruchen, werden jedes Jahr Streckensperren eingeplant, um diese so rasch als möglich abwickeln zu können.

Anschlussverspätungen werden von der Zillertalbahn in Jenbach nicht abgewartet, da sich das Abwarten eines Anschlusses auf den ganzen Tag auswirken würde und die Verspätung nicht mehr aufzuholen wäre. So sollen auch Verspätungen vermieden werden, welche in Lastrichtung für die AuspendlerInnen Richtung Jenbach entstehen, da diese oft auf Züge nach Innsbruck angewiesen sind. Um herauszufinden, welche Zugverbindungen für die Fahrgäste

der Zillertalbahn relevant sind, werden von der Zillertaler Verkehrsbetriebe AG jährlich Fahrgastbefragungen durchgeführt.⁵¹

5.3 Salzburg AG – Pinzgauer Lokalbahn

Die Pinzgauer Lokalbahn führt seit 1898 von Zell am See über Mittersill nach Krimml. Zunächst wurde die schmalspurige Lokalbahn, welche eine Spurweite von 760 Millimeter aufweist, von den Österreichischen Bundesbahnen betrieben, ehe im Jahr 2008 die Salzburg AG die Strecke übernommen und die Betriebsführung fortgesetzt hat.

Im Laufe der Geschichte wurde der Oberbau der Pinzgauer Lokalbahn, einige Male durch Hochwasser von der neben der Trasse verlaufenden Salzach unterspült beziehungsweise zerstört. Dies führte dazu, dass auf der Strecke oftmals für längere Zeit kein Betrieb möglich gewesen ist und das Fortbestehen der Bahn gefährdet hat.



Abbildung 8: Linienführung Pinzgauer Lokalbahn

Der Pinzgau dessen politische Verwaltungseinheit als Bezirk Zell am See bezeichnet wird, ist ein Bezirk im Südwesten des Bundeslandes Salzburg. Die Pinzgauer Lokalbahn bringt die Fahrgäste dabei vom südlichen Pinzgau in die zentrale Bezirkshauptstadt Zell am

⁵¹ Vgl. Obholzer, 2019.

See. Neben der Pinzgauer Lokalbahn ist die B168 Mittersiller Straße die einzige verkehrliche Verbindung zwischen Zell am See und Mittersill.

Um die stark frequentierte Loferer Bundesstraße beziehungsweise Brucker Bundesstraße, welche durch Zell am See führt zu entlasten, wurde auf der B311 Pinzgauer Straße der Schmittentunnel als Umfahrung mit zwei unterirdischen Ausfahrten ins Zentrum von Zell am See, gebaut. Dieser Tunnel ist für den Individualverkehr die raschste Möglichkeit vom nördlichen Ufer des Zeller Sees in den südlichen Teil des Pinzgaus zu gelangen.

Der Fahrplan der Pinzgauer Lokalbahn war bis 01. Oktober 2018 so konzipiert, dass stündlich ein Zug in von Zell am See beziehungsweise Krimml unterwegs war. Während der Morgenspitze hat es einen Eilzug von Krimml nach Zell am See gegeben, welcher bis Piesendorf Bad nur an bestimmten Haltestellen stehen geblieben ist. Dieser Eilzug ist zur Verdichtung des Abendverkehrs am späten Nachmittag wieder zurück nach Krimml geführt worden. Die Personenzüge sind täglich von 06:30 bis 20:00 stündlich ab Zell am See unterwegs gewesen. In der Gegenrichtung hat der Stundentakt schon um 05:33 begonnen und um 18:33 geendet.

Eine Gesamtsperre, aufgrund umfangreicher Sanierungsarbeiten, des Schmittentunnels im Oktober 2018, hat zu einem Handlungsbedarf bei den Verantwortlichen für den Verkehr in und um Zell am See, geführt. Deshalb ist beschlossen worden, dass im Zeitraum der Tunnelsperre der Takt der Pinzgauer Lokalbahn auf eine halbe Stunde verkürzt wird und die Ticketpreise angepasst werden, um die Ausweichstrecke des Individualverkehrs durch das Stadtgebiet von Zell am See zu entlasten.

Grundsätzlich ist es schwierig eine Änderung des Fahrplans während des Jahresverlaufes umzusetzen, da sich die Promotion in solchen Fällen meist problematisch gestaltet, jedoch wurde seitens der Salzburg AG die Fahrplanänderung, während einer laufenden Fahrplanperiode, breit in der Öffentlichkeit kommuniziert und vermarktet.

Aufgrund der hohen Nachfrage des Halbstundentakts wurde der Fahrplan (siehe Anhang 6) mit dem Halbstundentakt in der darauffolgenden Fahrplanperiode beibehalten. Jene Züge, welche an Werktagen den Takt in Richtung Krimml verdichten, verkehren nur bis Piesendorf Bad beziehungsweise ab 10:30 bis Niedernsill. In die Gegenrichtung beginnen die Halbstundentaktzüge erst um 11:58 in Niedernsill und verkehren davor ab Piesendorf Bad. In beide Richtungen wird der erste Zug des Halbstundentakts nur bis zum beziehungsweise ab dem Bahnhof Piesendorf geführt. Die letzten Züge der Taktverdichtung verkehren um 17:30 ab Zell am See und um 17:58 ab Piesendorf Bad bevor für den restlichen Tag ein Stundentakt gefahren wird.⁵²

⁵² Vgl. Brandl, Stramitzer, 2018.

5.4 Best-Practice-Methoden der Bahnbenchmarks

In den folgenden Punkten werden die Best-Practice-Methoden der verschiedenen Bahnbenchmarks erläutert.

- Bei Verspätungen von Zügen wo Anschlussreisende zu erwarten wären, sind die Anschlussverbindungen nicht abzuwarten, vor allem nicht bei einem Halbstundentakt. Zum einen ist es vertretbar wenn die Fahrgäste maximal 25 Minuten auf den nächsten Zug warten müssen und zum anderen würde mit dem Abwarten dieser Züge das Fahrplangefüge über den gesamten restlichen Tag eingeschränkt werden. Außerdem würde dadurch auch die Pünktlichkeitsstatistik sinken.
- Einzelne besondere Tage wie zum Beispiel der 24. Dezember sollten gleich wie jeder andere Tag im Fahrplan behandelt werden, egal an welchen Wochentag dieser fällt. Dies würde nur zu Verwirrungen unter den Fahrgästen führen.
- Es sollte angestrebt werden die Abfahrts- und Ankunftszeiten, so gut wie möglich, egal ob im Halbstundentakt gefahren wird oder nicht, immer auf die gleiche Minute zu legen, da sich die Fahrgäste dann die Zeiten besser merken können.
- Fahrplanänderungen werden nur zum Fahrplanwechsel durchgeführt. Eine Änderung des Gesamtgefüges ist dabei immer schwierig und sollte gründlich überlegt werden und bei der Realisierung einer Neuerung sollte auf eine umfangreiche Vermarktung geachtet werden.
- Eine Maßnahme alleine bringt keine Veränderung: Es braucht mehrere Komponenten, die ineinander greifen, wie zum Beispiel die Anschaffung neuer Fahrzeuge, den Ausbau der Infrastruktur mit neuen Kreuzungsmöglichkeiten und das Anheben von Geschwindigkeiten in gewissen Abschnitten. Nur durch das Zusammenspiel dieser, kann mit einem stetigen Fahrgastzuwachs gerechnet werden.

6 Betriebssimulation

Auf Basis der vorhandenen Infrastruktur der Mariazellerbahn ist mithilfe der Computersoftware „Open Track“ der Schweizer Spin-off Firma der Eidgenössischen Technischen Hochschule – kurz ETH - Zürich Open Track Railway Technology GmbH eine realitätsnahe Betriebssimulation erstellt worden. Abbildung 9 zeigt die Infrastruktur, welche für die Simulation benötigt wird.

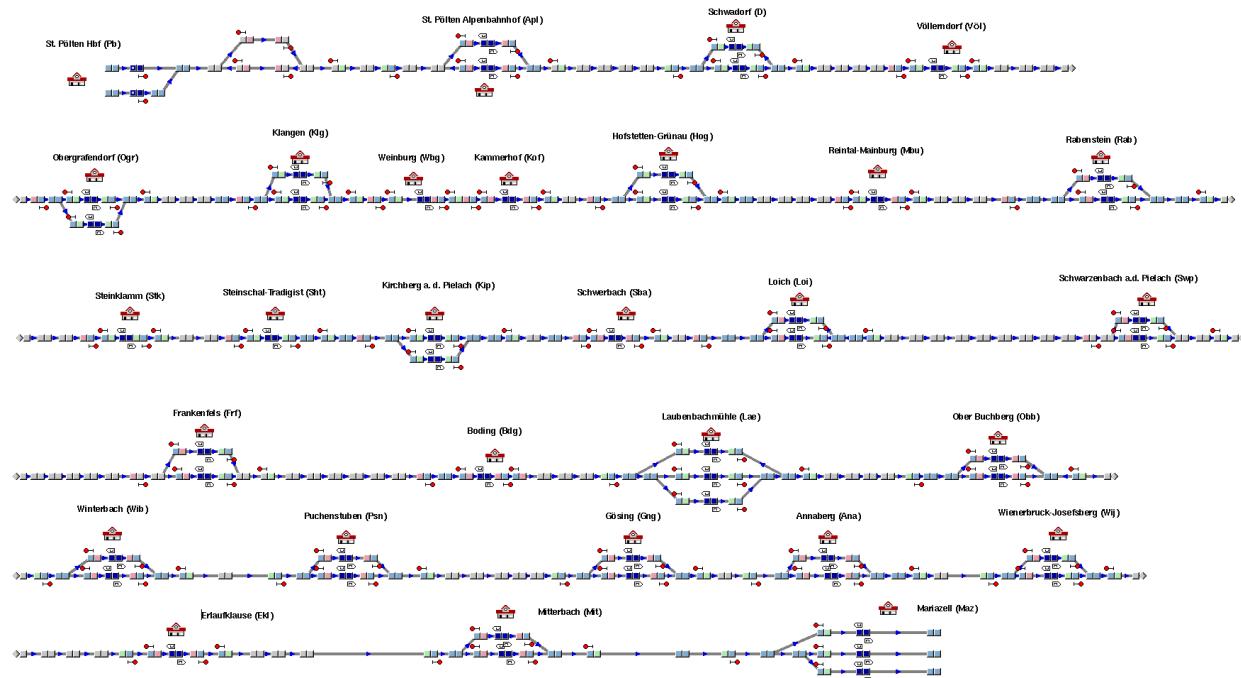


Abbildung 9: Infrastruktur für die Betriebssimulationen⁵³

In einem ersten Schritt wurde die gesamte Infrastruktur in das Programm eingearbeitet. Dabei wurden die maßgeblichen Steigungen der Strecke sowie die VzG-Geschwindigkeiten berücksichtigt. Die Stationen sind mit den Standorten der Signale „Trapeztafel“ und „Fahrwegende“ begrenzt. In der Simulation werden diese Signale wie normale Einbeziehungsweise Ausfahrsignale als Lichtsignale dargestellt. Für die Stationen wurde ein Haltepunkt definiert, um damit zu gewährleisten, dass die Züge Bahnsteiggerecht halten.

⁵³ Quelle: eigene Darstellung.

Für die Simulation wurde die gesamte Strecke von St. Pölten nach Mariazell modelliert, um die Möglichkeit zu schaffen, die Auswirkungen von Verspätungen welche zwischen Mariazell und Laubenbachmühle entstehen, einfließen zu lassen.

Die Betriebsstellen Schwadorf und Ober Buchberg sind nicht für den kommerziellen Fahrgastwechsel gedacht, sondern wurden aus rein betrieblichen Gründen in die Simulation eingearbeitet, da diese unter anderem als zusätzliche Kreuzungsstellen dienen.

Der Fahrplan der Züge und das Zugnummernschema wurden, sowie in Kapitel 8.1 beschrieben, eingearbeitet und übernommen. Aus NÖVOG internen Aufzeichnungen geht hervor, dass im Durchschnitt bei drei Bedarfshalten pro Zugfahrt durchgefahren wird. In der Simulation wird deshalb für die Stationen Mainburg, Steinklamm und Puchenstuben kein Halt eingeplant.

Der Aufbau der Betriebssimulation erfolgt nach Modulen und den darauf aufbauenden Szenarien.

Module und Szenarien	Erklärung
Modul 1	Grundsimulation, welche den derzeitigen Betrieb abbildet
Modul 1a	Anpassungen des VzG um den Fahrplan auf der Bergstrecke zu stabilisieren
Modul 1b	Einführung eines Stundentakts zwischen Laubenbachmühle und Mariazell
Modul 2	Einführung des Halbstundentakts zwischen St. Pölten und Kirchberg an der Pielach
Modul 2a	Anpassungen des VzG entlang der gesamten Strecke
Modul 2b	Gemeinsame Simulation des Halbstundentakts auf der Talstrecke und des Stundentakts auf der Bergstrecke
Szenario 1	Simulation der Auswirkung von hohen Temperaturen auf die Infrastruktur
Szenario 2	Simulation einer zusätzlichen Trasse zwischen St. Pölten Alpenbahnhof und Laubenbachmühle
Szenario 3	Auswirkungen einer Anschlussverspätung in St. Pölten Hauptbahnhof auf das Kreuzungsgefüge
Szenario 4	Simulation der gegenseitigen Auswirkungen der Szenarien eins bis drei
Szenario 5	Simulation eines reinen Halbstundentakts

Tabelle 9: Übersicht der verschiedenen Module und Szenarien⁵⁴

⁵⁴ Quelle: eigene Darstellung.

Modul 1 bildet den Zustand der Infrastruktur und den Betrieb im Jahr 2019 ab. Darauf aufbauend werden im Modul 1a die Geschwindigkeiten in bestimmten Streckenabschnitten zwischen Laubenbachmühle und Mariazell angehoben. Im nächsten Schritt wird ein Stundentakt auf der Bergstrecke simuliert und die Auswirkungen davon beschrieben. Im Anschluss daran werden im Modul 2 die Züge des Halbstundentakts miteinbezogen und simuliert. Nach weiteren Anpassungen der Geschwindigkeiten in einigen Bereichen der Gesamtstrecke werden der Halbstundentakt zwischen St. Pölten Hauptbahnhof und Kirchberg sowie der Stundentakt zwischen Laubenbachmühle und Mariazell in einer Simulation vereint.

Aufbauend auf diese Grundmodule werden verschiedene Szenarien in das Programm eingearbeitet, um die Auswirkungen auf den betrieblichen Ablauf besser darzustellen. Im ersten Szenario wird die Infrastruktur so angepasst, dass die Auswirkungen von Temperaturen auf die betrieblichen Abläufe sichtbar werden. Im Sommer 2019 gab es 20 Langsamfahrstellen aufgrund von Gleisverdrückungen, diese wurden im ersten Szenario berücksichtigt. Das zweite Szenario unterliegt der Annahme, dass eine zusätzliche Zugtrasse, im Halbstundentakt, für Nebenfahrten oder sonstige Zwecke, benötigt wird. Szenario drei beschreibt die Auswirkungen einer Anschlussverspätung in St. Pölten Hauptbahnhof auf das Kreuzungsgefüge der Mariazellerbahn. Im vierten Schritt werden die ersten drei Szenarien zusammengefasst, bevor in Szenario fünf dargestellt wird, wie es möglich wäre einen reinen Halbstundentakt umsetzen zu können.

6.1 Modul 1 – Grundsimulation

Für die Basissimulation wurden die Daten der Bestandsinfrastruktur sowie der Bestandsfahrplan herangezogen. Um den Bildfahrplan lesbarer darzustellen, wird nur der Ausschnitt von 12:00 bis 18:00 gezeigt. (siehe Abbildung 10).

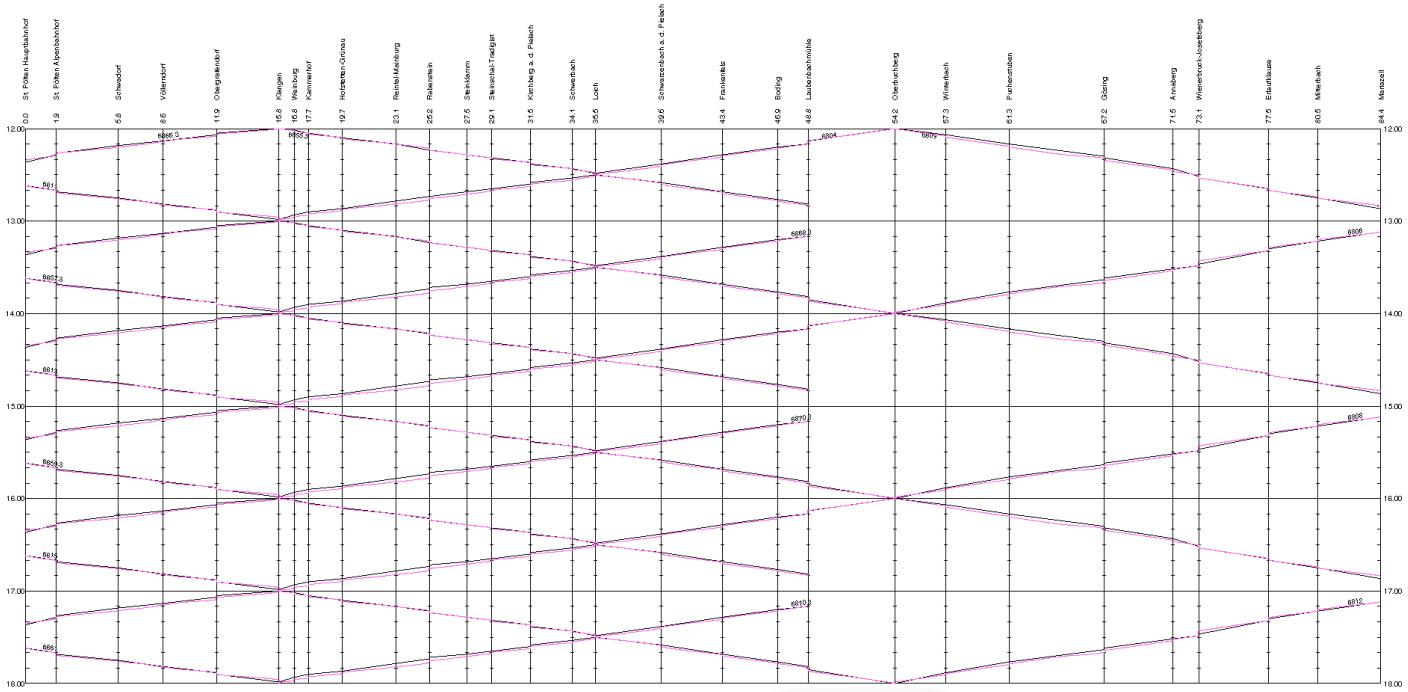


Abbildung 10: Bildfahrplan der Grundsimulation⁵⁵

Die Grundsimulation basiert darauf, dass der Zugverkehr unter optimalen Bedingungen abgewickelt wird. Damit ist gemeint, dass es weder Langsamfahrstellen infolge von Oberbauschäden oder Gleisverdrückungen, noch sonstige betriebliche Einschränkungen gibt.

Dennoch zeigt der Bildfahrplan, dass in den Abschnitten zwischen Hofstetten-Grünau und Rabenstein sowie zwischen Puchenstuben und Gösing die Kantenfahrzeiten nicht ganz erreicht werden.

Es ist jedoch möglich, die entstehenden Verspätungen durch Fahrzeitreserven in den Kreuzungsbahnhöfen wieder aufzuholen. Somit wird gewährleistet, dass die Züge rechtzeitig in Mariazell beziehungsweise in St. Pölten Hauptbahnhof ankommen.

In der Simulation werden allerdings die Wendezeiten von fünf Minuten an den Endbahnhöfen nicht berücksichtigt. Somit werden Ankunftsverspätungen in den Endbahnhöfen nicht auf den wendenden Zug übertragen.

⁵⁵ Quelle: eigene Darstellung.

6.1.1 Modul 1a – Anpassungen des VzG auf dem Abschnitt zwischen Laubenbachmühle und Mariazell

Im Modul 1a werden VzG - Anpassungen auf der Bergstrecke zwischen Laubenbachmühle und Mariazell vorgenommen, um den Fahrplan in diesem Abschnitt zu stabilisieren und auf den Stundentakt vorzubereiten. Abbildung 11 zeigt dabei die Grundsimulation ohne Anpassungen während in Abbildung 12 im gleichen Abschnitt die Verbesserungen eingearbeitet wurden.

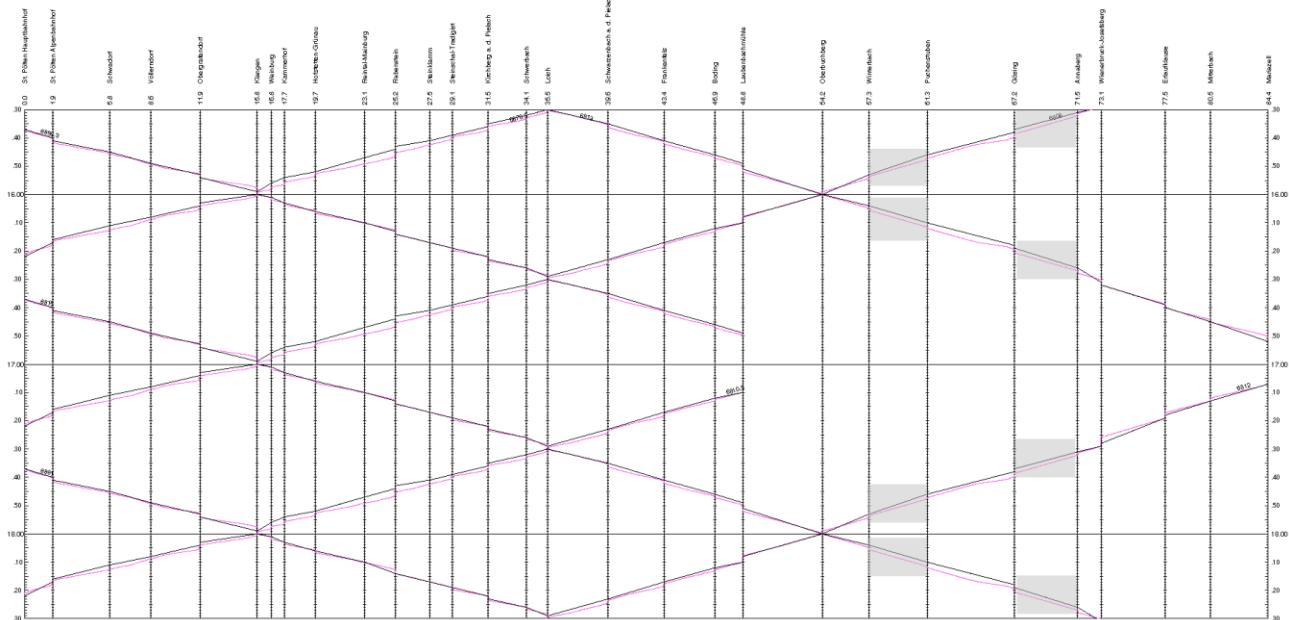


Abbildung 11: Grundsimulation ohne VzG - Anpassungen⁵⁶

⁵⁶ Quelle: eigene Darstellung.

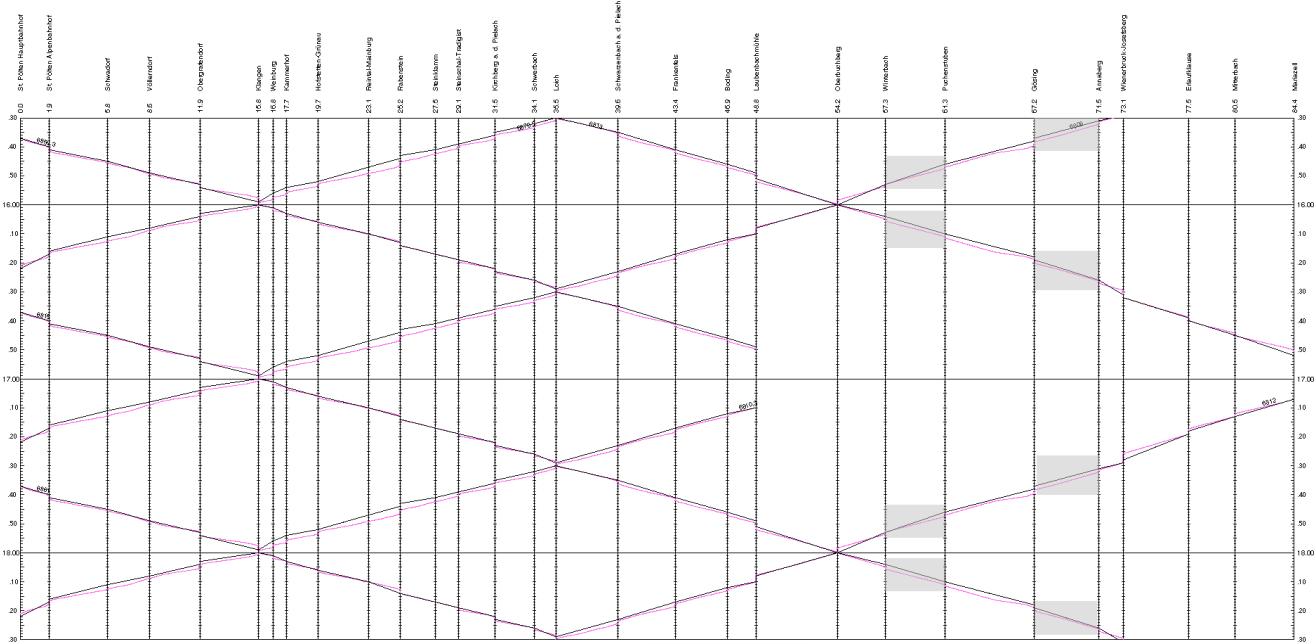


Abbildung 12: Simulation mit VzG- Anpassungen auf der Bergstrecke⁵⁷

Bei den Anpassungen im VzG wurden Änderungen auf zwei Kilometern zwischen Winterbach und Puchenstuben sowie Gösing und Annaberg vorgenommen.

Bei Vergleich der obenstehenden Abbildungen wird deutlich, dass durch die Anhebung von 40 km/h auf 45 km/h eine Verbesserung der Fahrplanstabilität in den grau hinterlegten Abschnitten erwirkt. Am weiteren Linienverlauf ist erkennbar, dass die VzG – Anhebungen nicht nur im unmittelbar verbesserten Bereich zu Fahrzeitverbesserungen führen, sondern auch in den anschließenden Abschnitten für ein besseres Fahrplangefüge sorgen.

6.1.2 Modul 1b – Einführung eines Stundentakts zwischen Laubenbachmühle und Mariazell

Im nächsten Schritt wird ein Stundentakt zwischen Laubenbachmühle und Mariazell simuliert und in Abbildung 13 dargestellt.

⁵⁷ Quelle: eigene Darstellung.

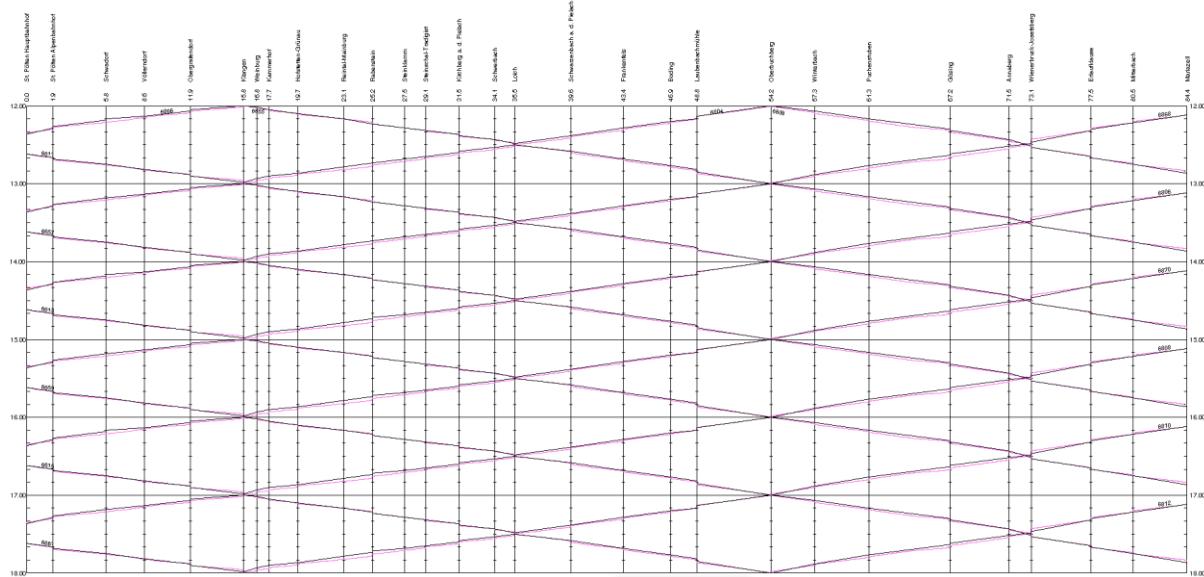


Abbildung 13: Stundentakt auf der Bergstrecke⁵⁸

In dem vorhergehenden Bildfahrplan ist ersichtlich, dass mit den VzG – Anpassungen aus Kapitel 6.1.1 ein Stundentakt, mit ausreichender Fahrplanstabilität, zwischen Laubenbachmühle und Mariazell problemlos möglich ist.

6.2 Modul 2 – Einführung eines Halbstundentakts zwischen St. Pölten und Kirchberg

Im zweiten Modul wird ein Halbstundentakt zwischen St. Pölten und Kirchberg simuliert. Der Bildfahrplan in Abbildung 14 zeigt die Auswirkungen des Halbstundentakts auf das Grundgefüge.

⁵⁸ Quelle: eigene Darstellung.

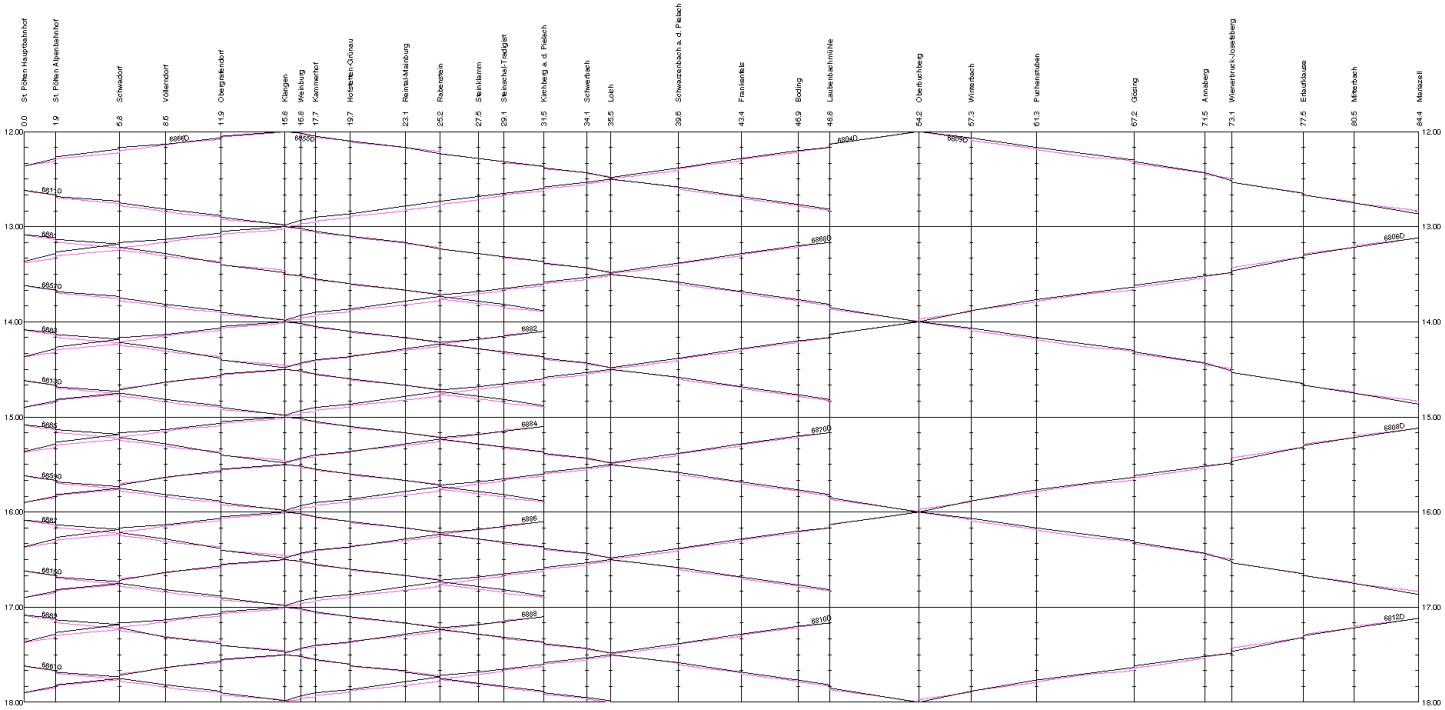


Abbildung 14: Halbstundentakt zwischen St. Pölten und Kirchberg⁵⁹

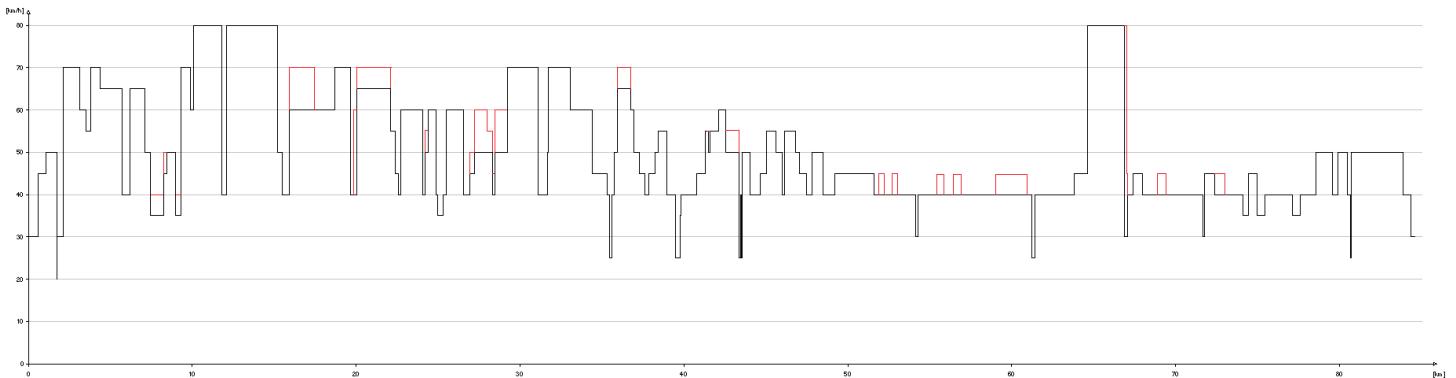
Der Halbstundentakt im Nachmittagsverkehr zwischen St. Pölten und Kirchberg bezieht sich auf den Zeitraum zwischen 13:05 und 18:37. Der Fahrplan für den Halbstundentakt wurde aus Kapitel 8.1 übernommen. Die verstärkenden Züge beginnen zur Minute fünf in St. Pölten und zur Minute sechs in Kirchberg. Die Fahrzeit für diese Fahrten dauert, aufgrund des Kreuzungsgefüges, mit 48 Minuten um zwei Minuten länger als bereits bestehende Zugfahrten. Obige Abbildung zeigt, dass in einigen Abschnitten Verspätungen entstehen. Am Beispiel von Schwadorf ist klar ersichtlich, dass sich der Halbstundentakt negativ auf das Kreuzungsgefüge auswirkt.

6.2.1 Modul 2a – Anpassungen des VzG entlang der gesamten Strecke

Das Modul 2a beschreibt VzG – Anhebungen die in einigen Abschnitten entlang der Strecke vorgenommen werden, um damit eine bessere Fahrplanstabilität des Halbstundentakts zu erreichen.

Im Folgenden zeigen die Abbildungen 15, 16 und 17 die Auswirkungen der VzG – Anhebungen. Außerdem wird eine Übersicht geboten in welchen Bereichen Änderungen vorgenommen wurden.

⁵⁹ Quelle: eigene Darstellung.

Abbildung 15: Übersicht über die VzG – Anhebungen⁶⁰

In Abbildung 15 sind in roter Farbe jene Abschnitte der Simulation dargestellt, in welchen eine Anhebung des VzG durchgeführt wurde. Diese Abschnitte wurden in Zusammenarbeit mit der NÖVOG ausgewählt, um jene Abschnitte zu identifizieren, wo eine Verbesserung der Gleislage auch wirklich möglich ist.

Als Grundlage für diese Änderungen würde eine Oberbausanierung in manchen Bereichen der Mariazellerbahn dazu führen, dass die Geschwindigkeit in einigen Abschnitten angehoben werden kann. Für eine Anhebung des VzG müsste eine Gleisneulage mit eventueller Unterbausanierung stattfinden. Bei diesen Maßnahmen werden unter anderem steilere Überhöhungsrampen hergestellt und die maximale Überhöhung mancher Bögen auf 70 Millimeter angehoben.

In bestimmten Abschnitten, wurden bereits Maßnahmen gesetzt, um die Gleislage zu stabilisieren. Durch einen Stopfvorgang des Gleises und ein Nachregulieren der Oberleitung konnte bereits die Geschwindigkeit angehoben werden. Dies müsste lediglich noch von einem Gutachter bescheinigt werden, um diese Geschwindigkeitsanhebungen durchführen zu können.

⁶⁰ Quelle: eigene Darstellung.

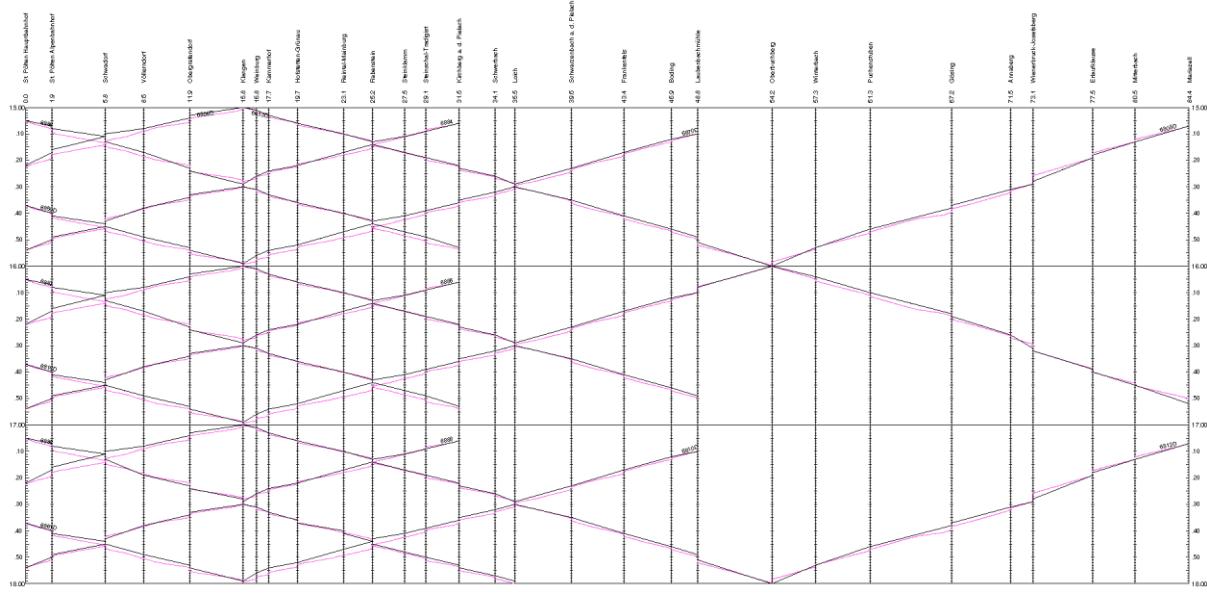


Abbildung 16: Halbstundentakt zwischen St. Pölten und Kirchberg ohne VzG – Anpassungen⁶¹

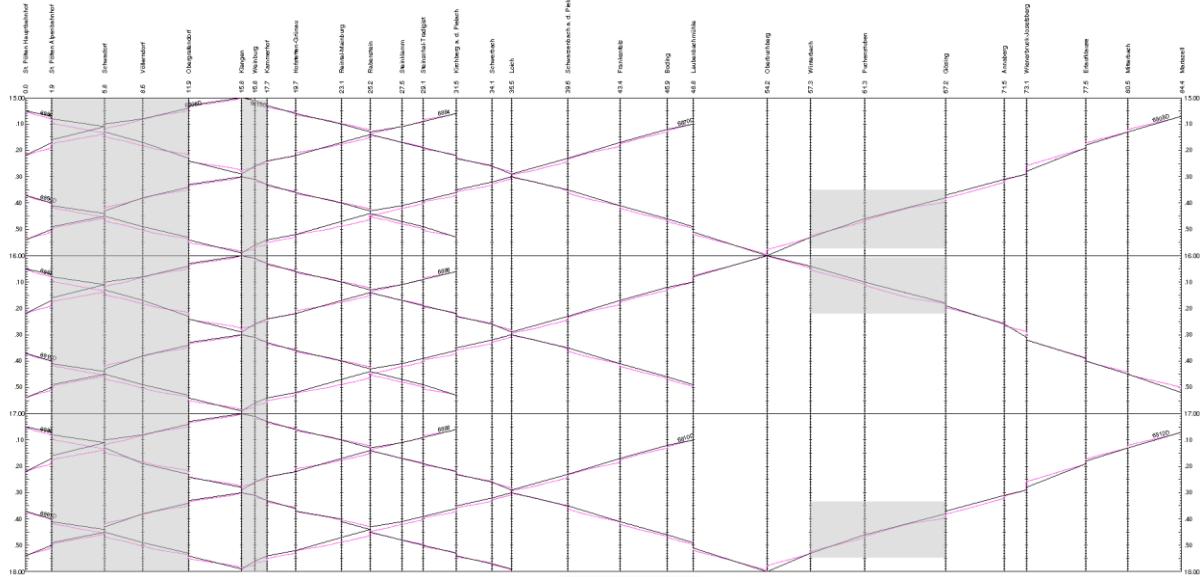


Abbildung 17: Halbstundentakt zwischen St. Pölten und Kirchberg mit VzG – Anpassungen⁶²

Die Abbildungen 16 und 17 zeigen den Vergleich vor und nach Änderung des VzG, im Zeitraum von 15:00 bis 18:00.

⁶¹ Quelle: eigene Darstellung.

⁶² Quelle: eigene Darstellung.

Durch die VzG – Anhebungen in den definierten Abschnitten kann im Vergleich zur Grundsimulation erkannt werden, dass ein stabileres Fahrplangefüge, vor allem in den grau markierten Bereichen aus Abbildung 17 zwischen St. Pölten und Ober-Grafendorf, Klangen und Kammerhof sowie Winterbach und Gösing erreicht wird, welches sich positiv auf das Kreuzungsgefüge auswirkt.

Die Tabellen 10, 11 und 12 quantifizieren die geplanten Änderungen im VzG in den beschriebenen Abschnitten.

Beginn (km)	Ende (km)	Länge (km)	Geschwindigkeit alt (km/h)	Geschwindigkeit neu (km/h)	Differenz (km/h)	Fahrzeit alt (Minuten)	Fahrzeit neu (Minuten)	Zeitdifferenz (Minuten)
7,464	8,257	0,793	35	40	5	1,36	1,19	0,17
8,257	8,477	0,220	45	50	5	0,29	0,26	0,03
8,984	9,332	0,348	35	40	5	0,60	0,52	0,07
15,760	17,406	1,646	60	70	10	1,65	1,41	0,24
19,673	19,868	0,195	40	60	20	0,29	0,20	0,10
19,868	21,902	2,034	65	70	5	1,88	1,74	0,13
24,022	24,220	0,198	50	55	5	0,24	0,22	0,02
26,765	27,082	0,317	45	50	5	0,42	0,38	0,04
27,082	27,700	0,618	50	60	10	0,74	0,62	0,12
27,700	28,168	0,468	50	55	5	0,56	0,51	0,05
28,168	28,312	0,144	40	45	5	0,22	0,19	0,02
28,312	29,080	0,768	50	60	10	0,92	0,77	0,15
35,729	36,556	0,827	65	70	5	0,76	0,71	0,05
41,125	41,230	0,105	50	55	5	0,13	0,11	0,01
42,183	42,968	0,785	50	55	5	0,94	0,86	0,09
51,766	52,246	0,480	40	45	5	0,72	0,64	0,08
52,388	52,935	0,547	40	45	5	0,82	0,73	0,09
54,678	55,468	0,790	40	45	5	1,19	1,05	0,13
55,644	56,170	0,526	40	45	5	0,79	0,70	0,09
59,067	60,737	1,670	40	45	5	2,51	2,23	0,28
66,550	66,640	0,090	30	80	50	0,18	0,07	0,11
66,640	66,772	0,132	30	45	15	0,26	0,18	0,09
69,229	69,937	0,708	40	45	5	1,06	0,94	0,12
72,075	72,731	0,656	40	45	5	0,98	0,87	0,11
Summe:		15,07				19,51	17,10	2,40

Tabelle 10: Übersicht VzG - Anhebungen und deren Auswirkungen⁶³

Tabelle 10 zeigt alle Bereiche in denen das VzG angehoben wurde. Die Kilometrierung ist dem VzG der Fahrtrichtung eins entnommen. In den ersten drei Spalten wird der Abschnitt und dessen Länge aufgelistet, die Spalten drei bis sechs zeigen die Geschwindigkeitsanhebungen und die daraus resultierende Differenz. Des weiteren sind die Fahrzeiten vor und nach der VzG Anhebung dargestellt sowie der Zeitgewinn. Die Zeitangaben sind in Dezimalzahlen

⁶³ Quelle: eigene Darstellung.

ausgedrückt, um das Ergebnis in Sekunden zu erhalten, müssen die Zahlen mit 60 multipliziert werden.

Insgesamt wurde an 24 Abschnitten, mit einer Gesamtlänge von 15,065 km, Anpassungen vorgenommen. Im Durchschnitt wurde die Geschwindigkeit um neun km/h angehoben. Die Zeiteinsparung beträgt 2 Minuten und 24 Sekunden.

Zu beachten ist, dass manche Rechnungen um eine Stelle falsch gerundet erscheinen. Dies ist kein Rechenfehler, sondern lediglich eine Auf- / Abrundung des Rechenprogramms Excel, da dieses mit mehreren Nachkommastellen im Hintergrund rechnet.

Beginn (km)	Ende (km)	Differenz (km)	Geschwindigkeit alt (km/h)	Geschwindigkeit neu (km/h)	Differenz (km/h)	Fahrzeit neu (Minuten)	Differenz (Minuten)	%-Anteil	kumuliert	
59,067	60,737	1,67	40	45	5	2,23	0,28	11,57%	11,57%	A
15,760	17,406	1,646	60	70	10	1,41	0,24	9,78%	21,35%	A
7,464	8,257	0,793	35	40	5	1,19	0,17	7,07%	28,42%	A
28,312	29,080	0,768	50	60	10	0,77	0,15	6,39%	34,80%	A
19,868	21,902	2,034	65	70	5	1,74	0,13	5,58%	40,38%	A
54,678	55,468	0,79	40	45	5	1,05	0,13	5,47%	45,85%	A
27,082	27,700	0,618	50	60	10	0,62	0,12	5,14%	50,99%	A
69,229	69,937	0,708	40	45	5	0,94	0,12	4,91%	55,90%	B
66,550	66,640	0,09	30	80	50	0,07	0,11	4,68%	60,58%	B
72,075	72,731	0,656	40	45	5	0,87	0,11	4,55%	65,12%	B
19,673	19,868	0,195	40	60	20	0,20	0,10	4,05%	69,18%	B
52,388	52,935	0,547	40	45	5	0,73	0,09	3,79%	72,97%	B
66,640	66,772	0,132	30	45	15	0,18	0,09	3,66%	76,63%	C
55,644	56,170	0,526	40	45	5	0,70	0,09	3,65%	80,27%	C
42,183	42,968	0,785	50	55	5	0,86	0,09	3,56%	83,83%	C
51,766	52,246	0,48	40	45	5	0,64	0,08	3,33%	87,16%	C
8,984	9,332	0,348	35	40	5	0,52	0,07	3,10%	90,26%	C
35,729	36,556	0,827	65	70	5	0,71	0,05	2,27%	92,53%	C
27,700	28,168	0,468	50	55	5	0,51	0,05	2,12%	94,65%	C
26,765	27,082	0,317	45	50	5	0,38	0,04	1,76%	96,41%	C
8,257	8,477	0,22	45	50	5	0,26	0,03	1,22%	97,63%	C
28,168	28,312	0,144	40	45	5	0,19	0,02	1,00%	98,63%	C
24,022	24,220	0,198	50	55	5	0,22	0,02	0,90%	99,52%	C
41,125	41,230	0,105	50	55	5	0,11	0,01	0,48%	100,00%	C

Tabelle 11: Auswertung VzG - Anhebungen mittels „ABC – Analyse“⁶⁴

Tabelle 11 zeigt die Auswertung der VzG – Anhebung mittels sogenannter „ABC - Analyse“. Diese Analyse ist eine Rationalisierungsmethode aus der Materialwirtschaft. In Handelsunternehmen ist es oftmals der Fall, dass ein Großteil des Wertes der zu beschaffenden Güter auf wenige Artikel entfallen. Diese Güter sollen mit Hilfe der ABC-Analyse herausgefunden werden, um den Fokus in der Beschaffungspolitik auf diese zu

⁶⁴ Quelle: eigene Darstellung.

lenken. Somit gilt die Hauptaufmerksamkeit den A-Gütern, die B-Güter sind nebensächlich zu behandeln und die C-Güter können vernachlässigt werden.⁶⁵

Im Zuge der Auswertung der Simulation wurde die ABC-Analyse in leicht abgewandelter Form angewendet. Die Abschnitte wurden mithilfe der Analyse ebenfalls in A, B und C eingeteilt, aber in diesem Fall geht es nicht darum, die B – und C – Abschnitte zu vernachlässigen, sondern um den Abschnitten einen Priorisierungsgrad zuteilen zu können. Hierfür wurden die VzG Abschnitte in absteigender Reihenfolge in Bezug auf die Fahrzeitdifferenz sortiert. Danach wurde der prozentuelle Anteil der Zeitdifferenzen an der Gesamtzeitsparnis errechnet und diese Anteile anschließend kumuliert. Die ersten sieben VzG-Erhöhungen tragen bereits zu einer 50 prozentigen Fahrzeitsparnis bei, deshalb wurden diese als A-Maßnahmen bezeichnet. Das bedeutet, dass der Fokus auf diese Maßnahmen gesetzt werden soll. Mit der zusätzlichen Umsetzung der B - Maßnahmen kann die Wirkung bereits auf 75 % erhöht werden. Die letzten zwölf Maßnahmen tragen dann nochmals 25 % zum Gesamtergebnis bei.

Beginn (km)	Ende (km)	Differenz (km)	Geschwindigkeit alt (km/h)	Geschwindigkeit neu (km/h)	Differenz (km/h)	Differenz (Minuten)	%-Anteil	kumuliert	Priorität	Prozent	
59,067	60,737	1,67	40	45	5	0,28	11,57%	11,57%	A	1	4,17%
15,760	17,406	1,646	60	70	10	0,24	9,78%	21,35%	A	2	8,33%
7,464	8,257	0,793	35	40	5	0,17	7,07%	28,42%	A	3	12,50%
28,312	29,080	0,768	50	60	10	0,15	6,39%	34,80%	A	4	16,67%
19,868	21,902	2,034	65	70	5	0,13	5,58%	40,38%	A	5	20,83%
54,678	55,468	0,79	40	45	5	0,13	5,47%	45,85%	A	6	25,00%
27,082	27,700	0,618	50	60	10	0,12	5,14%	50,99%	A	7	29,17%
69,229	69,937	0,708	40	45	5	0,12	4,91%	55,90%	B	8	33,33%
66,550	66,640	0,09	30	80	50	0,11	4,68%	60,58%	B	9	37,50%
72,075	72,731	0,656	40	45	5	0,11	4,55%	65,12%	B	10	41,67%
19,673	19,868	0,195	40	60	20	0,10	4,05%	69,18%	B	11	45,83%
52,388	52,935	0,547	40	45	5	0,09	3,79%	72,97%	B	12	50,00%
66,640	66,772	0,132	30	45	15	0,09	3,66%	76,63%	C	13	54,17%
55,644	56,170	0,526	40	45	5	0,09	3,65%	80,27%	C	14	58,33%
42,183	42,968	0,785	50	55	5	0,09	3,56%	83,83%	C	15	62,50%
51,766	52,246	0,48	40	45	5	0,08	3,33%	87,16%	C	16	66,67%
8,984	9,332	0,348	35	40	5	0,07	3,10%	90,26%	C	17	70,83%
35,729	36,556	0,827	65	70	5	0,05	2,27%	92,53%	C	18	75,00%
27,700	28,168	0,468	50	55	5	0,05	2,12%	94,65%	C	19	79,17%
26,765	27,082	0,317	45	50	5	0,04	1,76%	96,41%	C	20	83,33%
8,257	8,477	0,22	45	50	5	0,03	1,22%	97,63%	C	21	87,50%
28,168	28,312	0,144	40	45	5	0,02	1,00%	98,63%	C	22	91,67%
24,022	24,220	0,198	50	55	5	0,02	0,90%	99,52%	C	23	95,83%
41,125	41,230	0,105	50	55	5	0,01	0,48%	100,00%	C	24	100,00%

Tabelle 12: Auswertungen VzG - Anhebung mittels „Pareto - Prinzip“⁶⁶

⁶⁵ Vgl. Schneider, Greimel – Fuhrmann, Gálffy, Wirth, Andre, Geissler, Grbenic, Grbenic, 2009, S. 174.

⁶⁶ Quelle: eigene Darstellung.

Durch das Erweitern der Tabelle 11 nach dem „Pareto - Prinzip“, sind noch genauere Bewertungen der einzelnen VzG - Abschnitte durchführbar. Tabelle 12 zeigt zwar, dass die 80/20-Regel nicht direkt anwendbar ist, allerdings ist deutlich ersichtlich, dass die A-Maßnahmen nur 29 % der Gesamtmaßnahmen ausmachen, gemeinsam allerdings schon über 50 % der Wirkung erzielen. Werden die B-Maßnahmen ebenfalls umgesetzt, werden bereits 73 % der Wirkung erreicht, wofür aber nur 50 % aller VzG-Erhöhungen durchgeführt werden müssen. Die Tabelle zeigt ebenfalls, dass die C-Maßnahmen die Hälfte aller Maßnahmen ausmachen, aber nur mehr zu 27 % zur Fahrzeiterersparnis beitragen.

6.2.2 Modul 2b – Gemeinsame Simulation des Halbstundentakts auf der Talstrecke und des Stundentakts auf der Bergstrecke

In einem nächsten Schritt wurden der Halbstundentakt auf der Talstrecke und der Stundentakt auf der Bergstrecke gemeinsam simuliert.

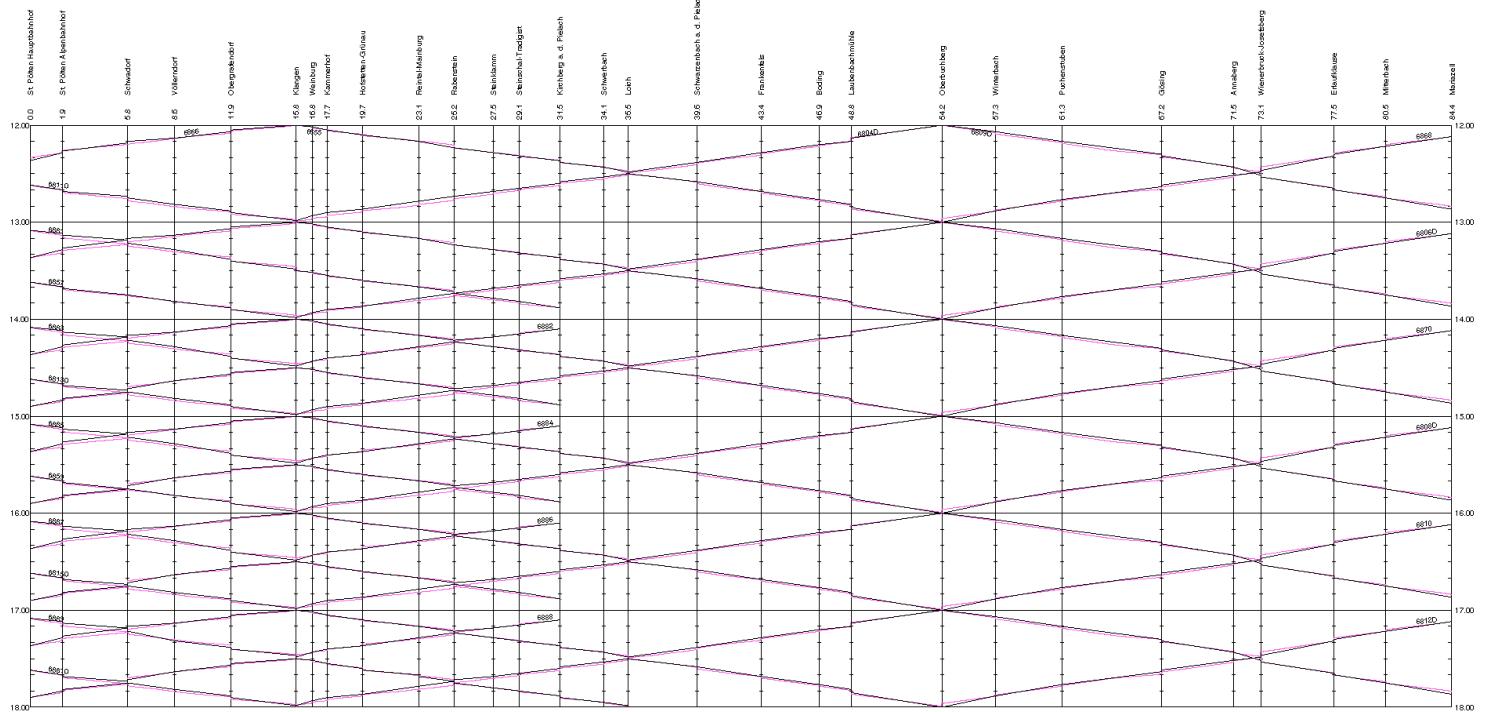


Abbildung 18: Gemeinsame Simulation des Halbstundentakts auf der Talstrecke und des Stundentakts auf der Bergstrecke⁶⁷

⁶⁷ Quelle: eigene Darstellung.

Abbildung 18 zeigt, dass eine gemeinsame Simulation des Halbstundentakts zwischen St. Pölten und Kirchberg und ein Stundentakt zwischen Laubenbachmühle und Mariazell mit den umgesetzten Maßnahmen aus Kapitel 6.1.4 reibungslos funktioniert.

6.3 Szenario 1 – Auswirkungen von hohen Temperaturen auf die Infrastruktur

Bei Temperaturanstiegen über 30 Grad Celsius kann es passieren, dass es in bestimmten Abschnitten zu Gleisverdrückungen kommt, da sich das Gleis aufgrund der Hitze zu verformen beginnt und es nicht mehr zulässt, dieses mit der geplanten Geschwindigkeit zu befahren.

Von den Verantwortlichen für die Infrastruktur werden in diesen Fällen Maßnahmen festgelegt, um den Betrieb aufrechtzuerhalten und die Sicherheit für Fahrgäste und Personal weiterhin zu gewährleisten. Deshalb muss in den Abschnitten in denen die Hitzeeinwirkung zu groß ist und damit den Zustand des Oberbaus beeinträchtigen, langsamer gefahren werden. Diese Langsamfahrstellen werden laufend evaluiert und bei ausreichender Abkühlung des Gleiskörpers wieder aufgelassen.

In vorliegendem Szenario werden solche „Langsamfahrstellen“ in die Simulation aufgenommen. Die Langsamfahrstellen wurden zwischen St. Pölten Hauptbahnhof und Laubenbachmühle in den Bereichen so angenommen, wie diese mit Stichtag 21.07.2019 (siehe Abbildung 19) auch im realen Betrieb vorgekommen sind.

- Fahrtrichtung 1 (21.07.19)
1. Langsamfahren mit Vmax 20 km/h zwischen St. Pölten Hbf. und St. Pölten Alpenbf. von km 1,120 bis km 1,140
 2. Langsamfahren mit Vmax 30 km/h zwischen St. Pölten Alpenbf. und Schwadorf von km 2,470 und km 2,520
 3. Langsamfahren mit Vmax 30 km/h zwischen St. Pölten Alpenbf. und Schwadorf von km 3,930 bis km 3,960
 4. Langsamfahren mit Vmax 30 km/h zwischen St. Pölten Alpenbf. und Schwadorf von km 4,750 bis km 4,780
 5. Langsamfahren mit Vmax 30 km/h zwischen St. Pölten Alpenbf. und Schwadorf von km 5,140 bis km 5,200
 6. Langsamfahren mit Vmax 20 km/h zwischen Schwadorf und Völlerndorf von km 7,460 bis km 7,520
 7. Langsamfahren mit Vmax 30 km/h zwischen Weinburg und Kammerhof von km 17,100 bis km 17,160
 8. Langsamfahren mit Vmax 30 km/h zwischen Reintal-Mainburg und Rabenstein von km 24,690 bis km 24,720
 9. Langsamfahren mit Vmax 30 km/h zwischen Steinklamm und Steinschall – Tradigist von km 28,700 bis 28,800
 10. Langsamfahren mit Vmax 30 km/h zwischen Steinschall – Tradigist und Kirchberg von km 29,650 bis km 29,800
 11. Langsamfahren mit Vmax 20 km/h zwischen Schwarzenbach und Frankenfels von km 39,630 bis 39,700
 12. Langsamfahren mit Vmax 20 km/h zwischen Schwarzenbach und Frankenfels von km 39,980 bis 40,020
 13. Langsamfahren mit Vmax 20 km/h zwischen Schwarzenbach und Frankenfels von km 40,100 bis 40,150
 14. Langsamfahren mit Vmax 20 km/h zwischen Schwarzenbach und Frankenfels von km 40,250 bis 40,400
 15. Langsamfahren mit Vmax 30 km/h zwischen Schwarzenbach und Frankenfels von km 42,270 bis 42,310; |
 16. Langsamfahren mit Vmax 30 km/h zwischen Boding und Laubenbachmühle von km 46,900 und 46,950
 17. Langsamfahren mit Vmax 10 km/h zwischen Boding und Laubenbachmühle von km 47,650 bis 47,750
 18. Langsamfahren mit Vmax 30 km/h zwischen Gösing und Wasserlochhäusl von km 67,850 und km 68,050
 19. Langsamfahren mit Vmax 20 km/h zwischen Wienerbrück-Josefsberg und Raingraben von km 72,960 bis km 73,250
 20. Langsamfahren mit Vmax 30 km/h zwischen Raingraben und Erlaufklause von km 75,850 bis km 75,950.

Abbildung 19: Übersicht über die Langsamfahrstellen mit Stichtag 21. Juli 2019⁶⁸

⁶⁸ Vgl. Schendl, 2019.

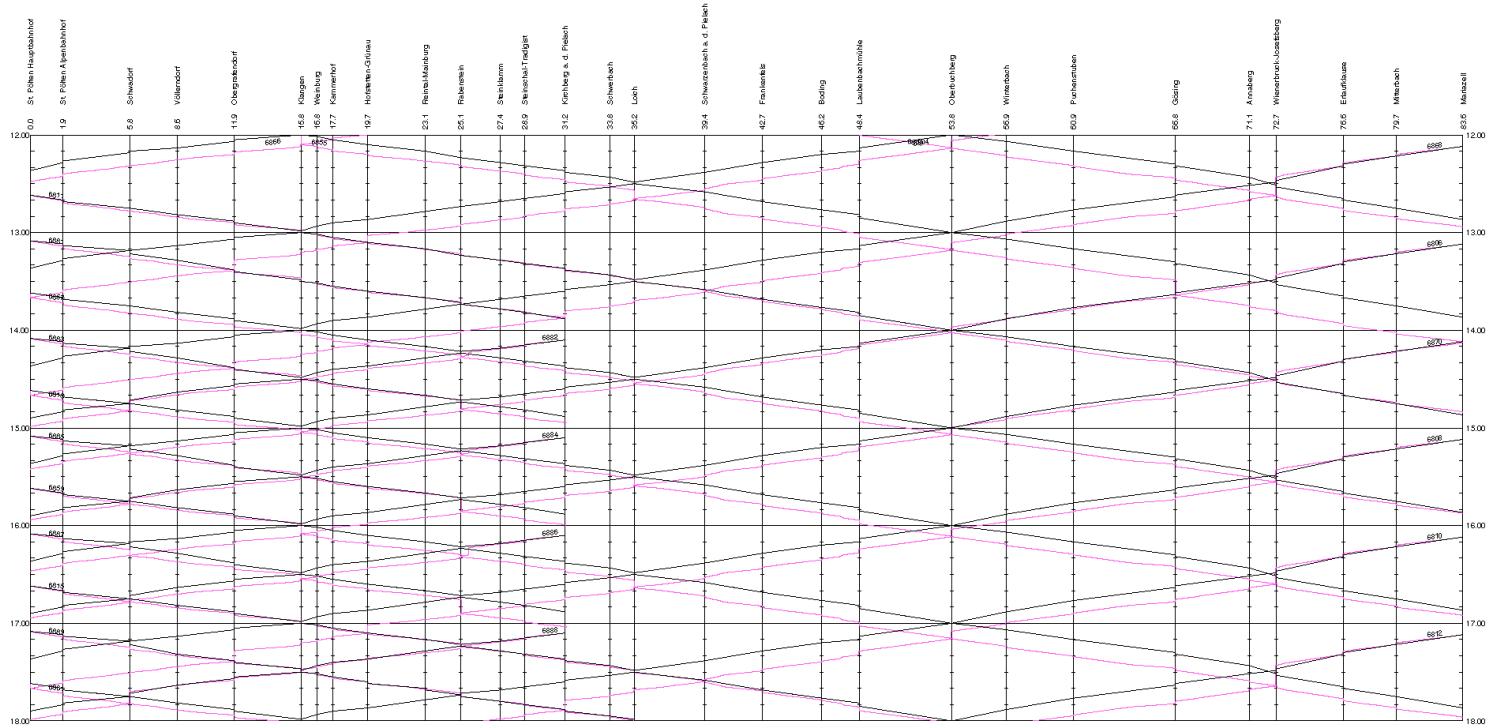


Abbildung 20: Auswirkungen von hohen Temperaturen auf die Infrastruktur⁶⁹

Abbildung 20 zeigt den Bildfahrplan mit den Auswirkungen von hohen Temperaturen auf die Infrastruktur im Zeitraum von 12:00 bis 18:00.

Die Simulation zeigt, dass sich für alle Zugfahrten Verspätungen aufbauen. Durch Kreuzungsverlegungen ist es möglich Verzögerungen teilweise wieder auszugleichen, jedoch Enden vor allem die Züge aus Mariazell zu spät in St. Pölten und in der Praxis können somit keine Anschlüsse in St. Pölten gewährleistet werden.

6.4 Szenario 2 – Simulation einer zusätzlichen Trasse zwischen St. Pölten Alpenbahnhof und Laubenbachmühle

Ein wichtiger Bestandteil des vielfältigen Angebots auf der Mariazellerbahn sind die Tourismus- beziehungsweise Charterfahrten. Die Grundsimulation umfasst grundsätzlich alle Fahrten, die für den Verkehr von Montag bis Freitag, vorgesehen sind, allerdings werden keine Sonderfahrten und Charterfahrten berücksichtigt. Neben den zusätzlichen Fahrten für kommerzielle Zwecke, bedarf es auch betrieblichen Nebenfahrten, wie zum Beispiel

⁶⁹ Quelle: eigene Darstellung.

Schulungs- oder Ausbildungsfahrten, die eine zusätzliche Trasse zu den geplanten Fahrten benötigen.

Im zweiten Szenario werden die Auswirkungen einer zusätzlichen Zugfahrt am Nachmittag ermittelt, ob der Halbstundentakt noch zulässt, solche Trassen zu realisieren.

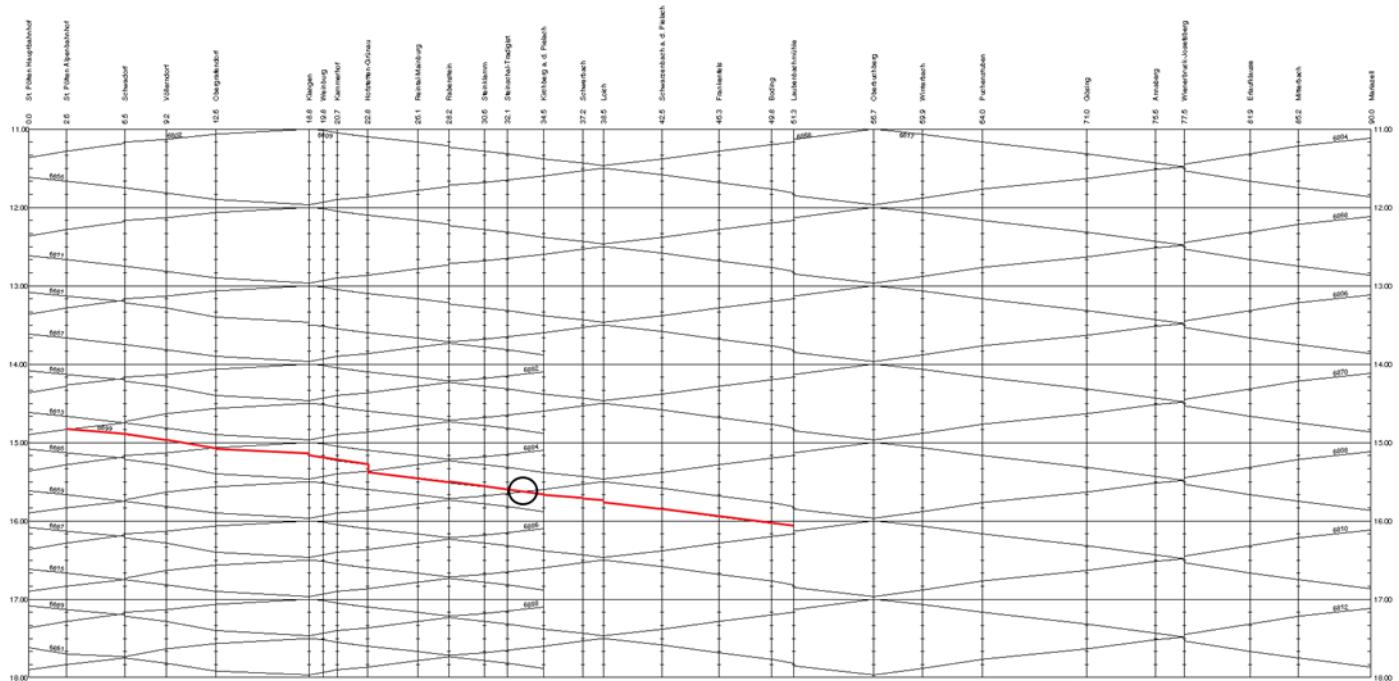


Abbildung 21: Bildfahrplan einer zusätzlichen Trasse zwischen St. Pölten Alpenbahnhof und Laubenbachmühle⁷⁰

In Abbildung 21 ist nur der Bildfahrplan mit den geplanten Trassen abgebildet, um die Bedarfstrasse besser darzustellen. Die rote Linie ist eine zusätzliche Zugfahrt von St. Pölten Alpenbahnhof nach Laubenbachmühle mit Abfahrt um 14:50. Die Trasse wurde so gewählt, dass diese theoretisch in das bestehende Fahrplangefüge passt und keinen Nachteil für eine andere Zugfahrt schafft.

Als Kreuzungspunkte für diese Trasse wären die Stationen Ober-Grafendorf und Hofstetten – Grünau geeignet. Allerdings ist noch eine Kreuzung mit dem Zug 6870, aus Mariazell kommend, zwischen Kirchberg an der Pielach und Steinschal – Tradigist notwendig, so wie es im schwarzen Kreis in Abbildung 21 erkennbar ist. Wird die Kreuzung auf Kirchberg an der Pielach gelegt, hat das eine Verspätung für den Zug 6870 zur Folge.

⁷⁰ Quelle: eigene Darstellung.

Derzeit besteht nur die Möglichkeit die Garnitur der zusätzlichen Fahrt auf dem Stumpfgleis in Rabenstein abzustellen und „einzusperren“, um eine Doppelkreuzung durchzuführen. Jedoch verfügt dieses Nebengleis über keine Rückfallweiche und über keine Oberleitung. Deshalb ist die Abwicklung dieser Maßnahme mit einem erhöhten Zeitaufwand verbunden und für die Elektrotriebwagen nur bedingt anwendbar. Um eine Zugkreuzung durchzuführen muss der zusätzliche Zug etwa zehn Minuten vor dem Planzug in Rabenstein sein. Im Anschluss daran ist die Weiche des Nebengleises manuell mittels Schlüsselfreigabe umzustellen. Nach Abstellen der Garnitur auf dem Stumpfgleis ist die Weiche zu sichern und die Kreuzung der beiden Planzüge kann stattfinden. Bis der Abschnitt wieder frei ist, die Weichen richtig gestellt sind und die zusätzliche Zuggarnitur bereit ist, die Station zu verlassen, werden weitere zehn Minuten gebraucht. Dieser Prozess benötigt in Folge dessen mindestens 20 Minuten. Vor dem Hintergrund, dass in Rabenstein im Halbstundentakt planmäßig alle 30 Minuten Zugkreuzungen stattfinden, besteht das Risiko, dass dieser Ablauf Verspätungen nach sich ziehen könnte.

Um die betriebliche Situation zu verbessern empfiehlt es sich, die Station Steinschal – Tradigist zu einem Kreuzungsbahnhof umzubauen. Dies hätte den weiteren Vorteil, dass verspätete Züge, die aus Mariazell kommen, das Fahrplangefüge des Halbstundentakts nicht gefährden, da die Wendezeiten in Kirchberg eingehalten werden können. Sollte sich die Wende in Kirchberg nicht ausgehen, müssen Züge des Halbstundentakts zwischen Rabenstein und Kirchberg ausfallen, mit der Folge das die Fahrgäste Richtung Kirchberg in Rabenstein warten müssen.

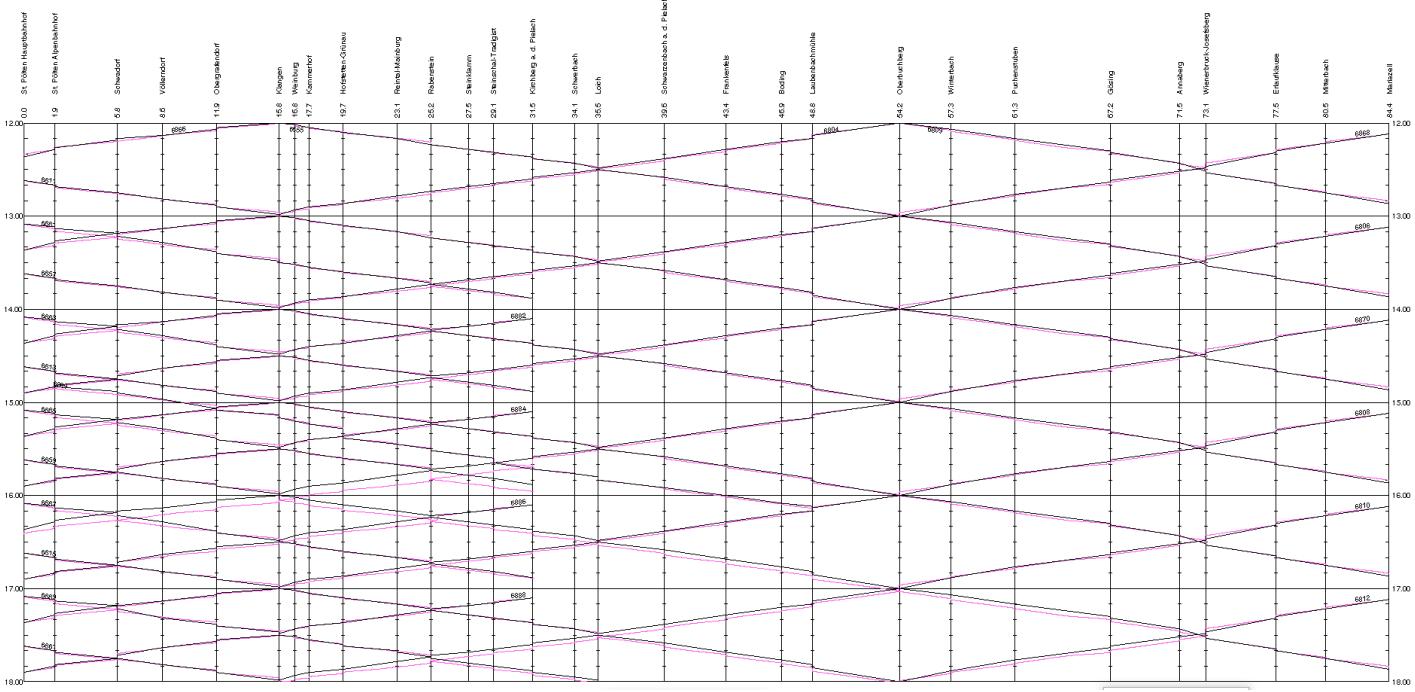


Abbildung 22: Auswirkungen einer zusätzlichen Trasse zwischen St. Pölten Altenbahnhof und Laubenbachmühle⁷¹

Abbildung 22 stellt dar, wie sich die zusätzliche Zugfahrt auf das Kreuzungsgefüge auswirkt. Der Gegenzug 6870 aus Mariazell mit der „Plankreuzung“ in Steinschal – Tradigist wartet in Kirchberg auf die Zugkreuzung und kommt aufgrund dessen in St. Pölten um etwa fünf Minuten zu spät an. Diese Verspätung wirkt sich außerdem auf den Halbstundentaktzug 6885 aus, dessen Ankunft in Kirchberg sich um circa fünf Minuten verzögert. Die Auswirkungen auf andere Züge werden wieder ausgeglichen und führen zu keiner Ankunftsverspätung in den Endbahnhöfen.

6.5 Szenario 3 – Auswirkungen einer Anschlussverspätung in St. Pölten Hauptbahnhof auf das Kreuzungsgefüge

Bei der Planung des Fahrplans wird bei der NÖVOG eine Mindestübergangszeit, zum Umsteigen in St. Pölten Hauptbahnhof zwischen Zügen der ÖBB Personenverkehr AG und der NÖVOG, von sieben Minuten angenommen. Jene Verbindungen, die eine geringere Umsteigezeit aufweisen, können nicht sichergestellt werden.

⁷¹ Quelle: eigene Darstellung.

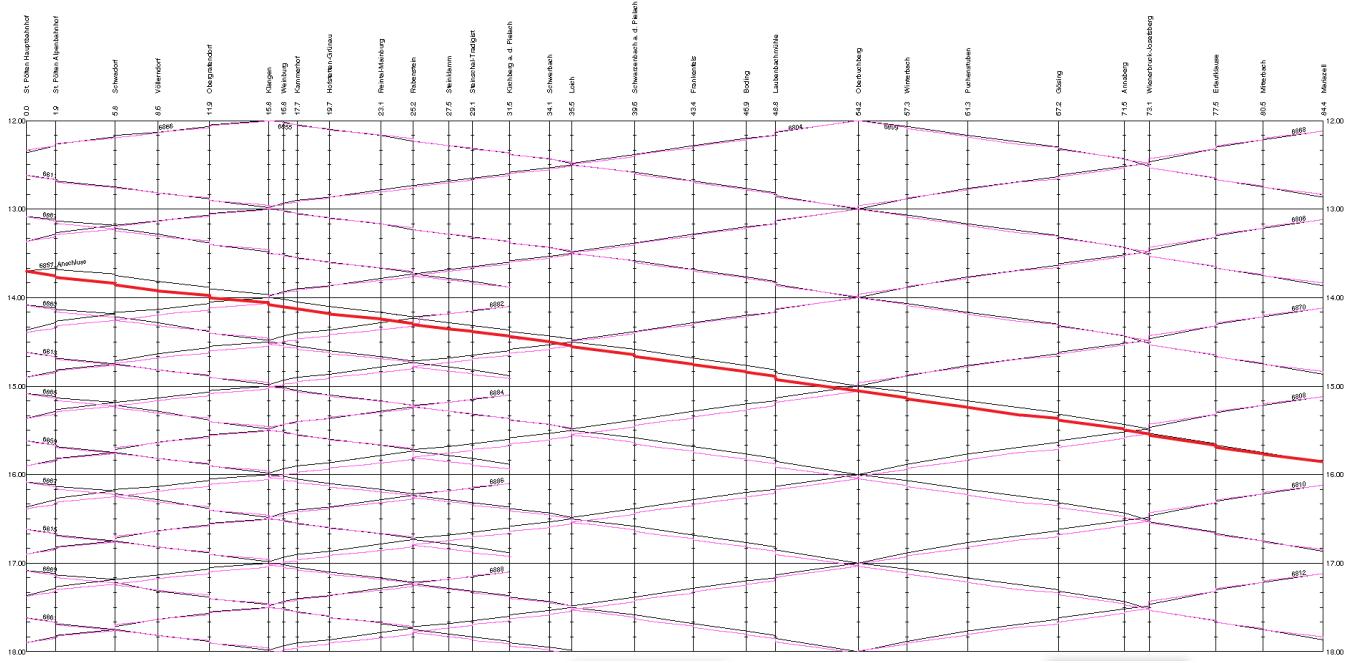
Die ZugbegleiterInnen der ÖBB Personenverkehr AG können die Verspätung an die NÖVOG DisponentInnen vorausmelden, welcher dann über die maximal mögliche Zuwartezzeit entscheidet. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass bei allen Zügen die maximale Zeit, für das Abwarten von Anschlüssen, fünf Minuten beträgt. Davon ausgenommen sind die Züge mit den Zugnummern 6803 (erster Zug in der Früh von St. Pölten Hauptbahnhof nach Mariazell), 6815 (letzter Zug am Abend nach Mariazell) und 6869 (letzter Zug nach Laubenbachmühle). Zug 6803 hat keine Zuwartezzeit, da sich seine Verspätung auf den restlichen Tag zu stark auswirken würde. Zug 6815 wartet bis zu acht Minuten und Zug 6868 sogar bis zu 15.

Wenn es zum Abwarten von Anschlüssen ohne Voranmeldung kommt, gelten folgende Rahmenbedingungen: Unter dem Umstand, dass der Zugbegleiter der ÖBB Personenverkehr AG nicht genug Zeit hat in den Zügen zwischen Wien und St. Pölten den Anschlussbedarf an die Mariazellerbahn zu erheben, warten die Züge der Mariazellerbahn auch ohne Voranmeldung auf Anschlusszüge der ÖBB. Deshalb haben die ZugbegleiterInnen der NÖVOG vor jeder Abfahrt in St. Pölten Hauptbahnhof zu prüfen, ob Anschlussverspätungen von Railjets vorliegen. Dabei wird grundsätzlich bis zu drei Minuten gewartet. Es wird dabei aber nur auf Fernverkehrszüge, aus Wien oder Salzburg kommend, zugewartet. Davon ausgenommen sind wieder die Züge 6803, 6815 und 6869, welche eine geringere oder höhere Zuwartezzeit aufweisen.

Grundsätzlich obliegt die Letztentscheidung über das Zuwarten von Anschlusszügen, in beiden Fällen, dem NÖVOG – Disponenten.⁷²

Das dritte Szenario soll nun die Auswirkungen schildern, die anzunehmen sind, wenn ein NÖVOG Zug fünf Minuten in St. Pölten Hauptbahnhof auf den Anschlusszug wartet.

⁷² Vgl. Anschlussregelung St. Pölten Hbf., 2018.

Abbildung 23: Simulation einer Anschlussverspätung ab St. Pölten Hauptbahnhof⁷³

Für den Zug 6857 der ab 13:37 von St. Pölten Hauptbahnhof nach Mariazell fährt, wird angenommen, dass er fünf Minuten in St. Pölten auf Anschlussreisende wartet. Die rote Linie in Abbildung 23 zeigt, dass die Planzeit während der Fahrt eingeholt werden kann und zu einer pünktlichen Ankunft in Mariazell führt.

Die dadurch entstehende Verspätung von ein paar Minuten für andere Zugfahrten beschränkt sich dabei auf einen geringen Teil und sind nicht erheblich.

6.6 Szenario 4 – Simulation der Auswirkungen der Szenarien eins bis drei

Die Szenarien eins bis drei beschreiben unterschiedliche Ereignisse, die das Fahrplan- und Kreuzungsgefüge negativ beeinflussen. Szenario vier fasst die Fälle aus Szenario eins, zwei und drei zusammen und zeigt die Resultate dieser Simulation.

⁷³ Quelle: eigene Darstellung.

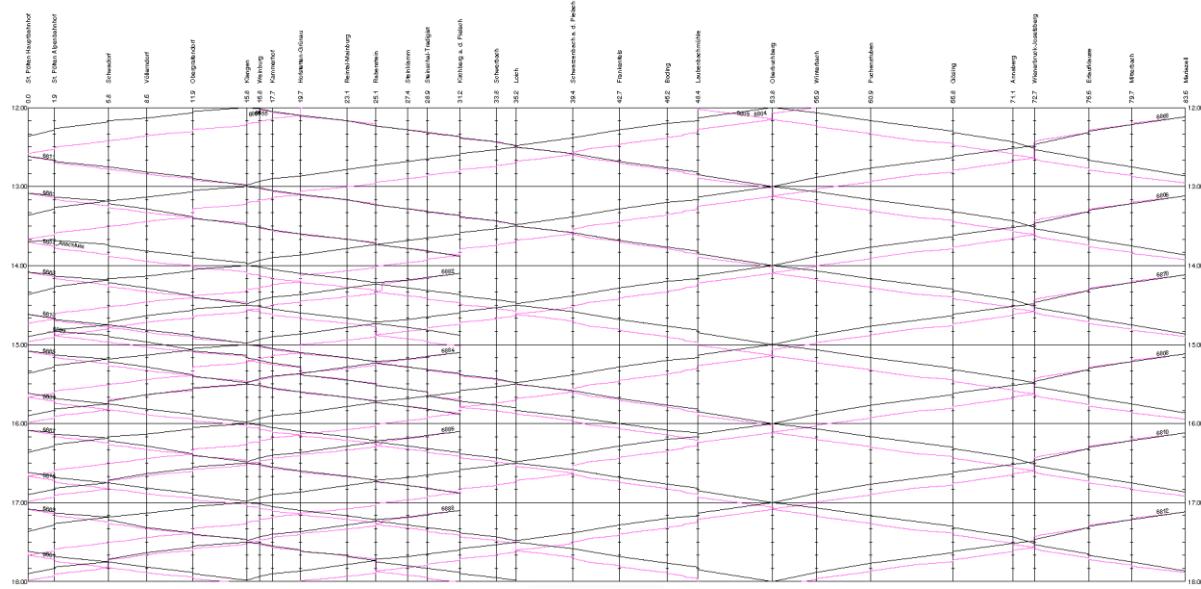


Abbildung 24: Auswirkungen der Szenarien eins bis drei⁷⁴

Durch die Langsamfahrstellen aufgrund der Hitze treten bei den Planzügen schon Verspätungen im Bereich von 10 bis 20 Minuten auf. Der Einfluss der zusätzlichen Fahrt und der Anschlussverspätung führen zu weiteren Einschränkungen der Fahrplanstabilität.

Konkret bedeutet das, dass kein Zug pünktlich in St. Pölten ankommt und Anschlüsse deshalb nicht mehr sichergestellt werden können. Die „regelmäßige“ Verspätung in St. Pölten von 20 Minuten im Laufe dieses Szenarios, führt zu späteren Abfahrten der Gegenzüge, sodass diese bereits im Ausgangsbahnhof warten müssen und die Fahrt mit Verzögerung beginnen.

In Richtung Mariazell haben die Züge am Ende der Fahrt bis zu zehn Minuten Verspätung, da aufgrund von Zugkreuzungsverlegungen und der vorangegangen VzG – Anhebungen, vor allem auf der Bergstrecke Fahrzeitreserven vorhanden sind, die es zulassen einen Teil der Verspätung wieder aufzuholen.

In der Simulation ist dieses Szenario durchführbar, jedoch ist in der Realität in solchen Fällen mit frühzeitigen Wenden oder Zugausfällen zu rechnen, weshalb die Betriebsführung schon ehestmöglich Maßnahmen setzen muss, um einen Kollaps des Fahrplans zu verhindern.

⁷⁴ Quelle: eigene Darstellung.

6.7 Szenario 5 – Simulation eines reinen Halbstundentakts

Die Abfahrt von jenen Zügen, die den Takt auf 30 Minuten verstärken sollen, fahren nun immer zur Minute fünf in St. Pölten Hauptbahnhof ab. Dadurch ergibt sich kein reiner Halbstundentakt. Dieser wäre erst gewährleistet, wenn die verstärkenden Züge zur Minute sieben in St. Pölten Hauptbahnhof beginnen würden, jedoch ist das derzeit nicht möglich, da sich die Zugkreuzungen in der Betriebsstelle Schwadorf mit den Gegenzügen nicht ausgehen.

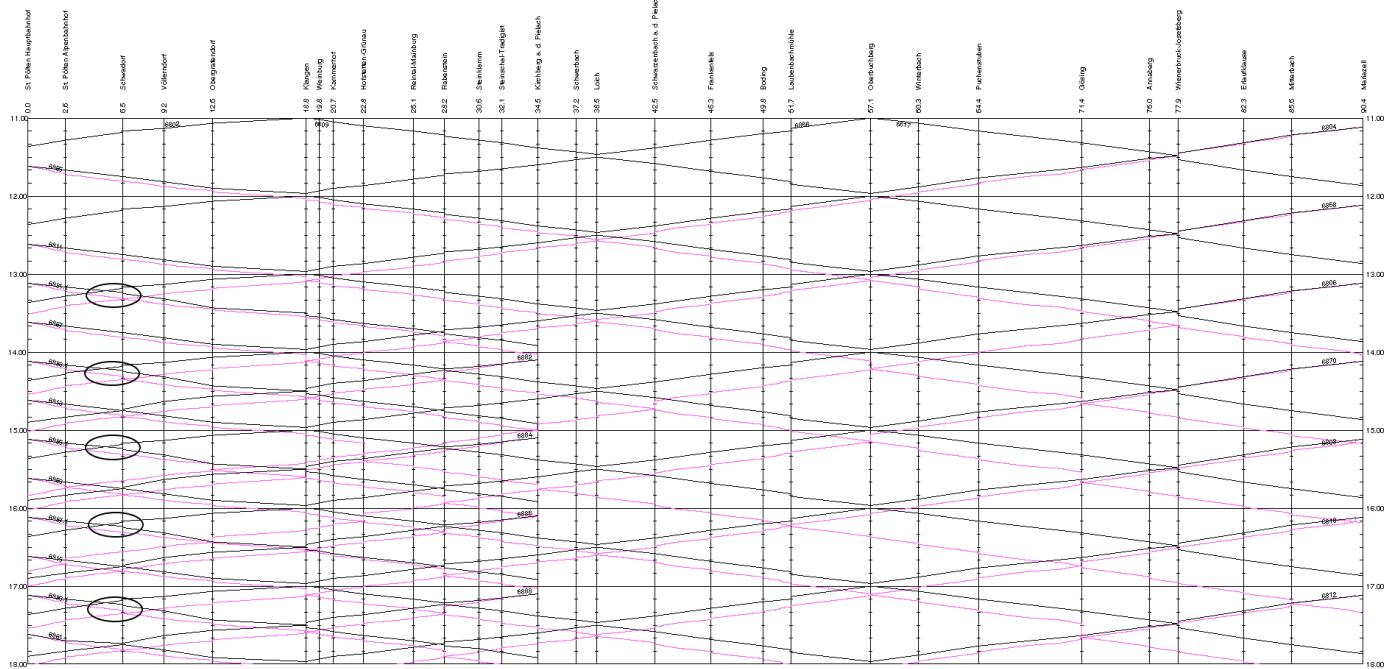


Abbildung 25: Simulation eines reinen Halbstundentakts⁷⁵

Abbildung 25 zeigt in den schwarzen Kreisen, dass der ideale Kreuzungspunkt zwischen Schwadorf und Alpenbahnhof liegt, da sich sonst durch die Kreuzungen in Schwadorf zu große Verspätungen aufbauen.

Somit müsste eine Neutrassierung, die eine Befahrbarkeit von 80 km/h zulassen würde oder ein selektiver zweigleisiger Ausbau im Bereich zwischen St. Pölten Alpenbahnhof und Schwadorf umgesetzt werden.

⁷⁵ Quelle: eigene Darstellung.

6.8 Ergebnisse der Simulation aus den Modulen und Szenarien

Da der derzeitige Fahrplan der Mariazellerbahn mit knappen Fahrzeitreserven versehen ist, können schon geringfügige Verschlechterungen der Infrastruktur zu erheblichen Auswirkungen im Betrieb führen.

Bei der Grundsimulation ist zu erkennen, dass die Kantenfahrzeiten zwischen Klangen und Rabenstein an der Pielach sowie zwischen Ober Buchberg und Wienerbruck – Josefsberg kaum bis gar nicht eingehalten werden können.

Bei dem Szenario welches die Langsamfahrstellen im gesamten Bereich der Strecke berücksichtigt, kommt es zu massiven Verspätungen, wo die Erreichbarkeit von Anschlüssen in St. Pölten nicht mehr gewährleistet ist.

Die Simulation der Anschlussverspätung oder einer zusätzlichen Trasse zwischen St. Pölten und Laubenbachmühle ergab, dass sich die Verspätungen nur auf die Gegenzüge auswirken.

Bei der gleichzeitigen Simulation von auftretenden Langsamfahrstellen, einer Anschlussverspätung und einer zusätzlichen Trasse kann beobachtet werden, dass das Fahrplangefüge an zusammenbricht und in der Realität frühere Wenden beziehungsweise Zugausfälle notwendig werden.

7 Fahrgastpotential

7.1.1 Allgemeine Fakten

Gemeinde	EinwohnerInnen ⁷⁶	EinwohnerInnenzuwachs (im Zeitraum von 2002 bis 2018) ⁷⁷	AußpendlerInnen gesamt ⁷⁸
Ober-Grafendorf	4.623	-2,82%	1.645
Weinburg	1.348	1,98%	495
Hofstetten-Grünau	2.620	5,44%	975
Rabenstein an der Pielach	2.546	4,49%	1.034
Kirchberg an der Pielach	3.210	3,07%	1.030

Tabelle 13: Übersicht der von der Taktverdichtung betroffenen Gemeinden

⁷⁶ Vgl. <https://www.statistik.at/atlas/pendler/>, 2019.

⁷⁷ Quelle: eigene Darstellung.

⁷⁸ Vgl. <https://www.statistik.at/atlas/pendler/>, 2019.

Derzeit verkehren von Montag bis Freitag stündlich 17 Züge von St. Pölten Hauptbahnhof bis Kirchberg an der Pielach und 19 Züge in die Gegenrichtung. Mit der Verdichtung des Taks auf 30 Minuten würden zehn zusätzliche Zugfahrten den Fahrplan ergänzen.

Die zu untersuchende Region verfügt derzeit über eine EinwohnerInnenzahl von 14.347 Personen. Aufgrund der Bevölkerungsentwicklung der letzten 16 Jahre, kann daraus gefolgt werden, dass die Wohnbevölkerung in den nächsten Jahren in den Umlandgemeinden von St. Pölten weiter zunehmen wird.

Durch diesen Anstieg der EinwohnerInnenzahlen wird sich auch das Verkehrsaufkommen in den Gemeinden erhöhen. Um dem steigenden Mobilitätsbedürfnis zu entsprechen, sollten Maßnahmen geplant werden, damit sich potentielle Neukunden nicht für den motorisierten Individualverkehr, sondern für den öffentlichen Verkehr entscheiden und Handlungen gesetzt werden, mit denen das Mobilitätsverhalten der Region nachhaltig verändert wird.

7.1.2 Elastizitäten

Mit dem Instrument der Elastizitäten kann beschrieben werden, in welchem Ausmaß sich eine Angebotsänderung auf die Nachfrage auswirkt. Dabei wird das Verhältnis der relativen Änderungen zweier Größen, welche durch einen Ursache-Wirkungs- Zusammenhang verbunden sind, ausgedrückt.

Es wird unterschieden in direkte und indirekte Elastizität. Die direkte Elastizität bedeutet, dass bei einer Elastizität von -0,5 die Nachfrage um 5% ansteigt, nachdem eine Preissenkung von 10% erfolgt ist. Indirekte Elastizität wäre am Beispiel des öffentlichen Verkehrs, eine Nachfragesteigerung aufgrund der Erhöhung der Treibstoffpreise für den motorisierten Individualverkehr.

Elastizitäten sind vor allem für eine erste und grobe Einschätzung nützlich. Das führt dazu, dass lediglich eine Tendenz beschrieben werden kann, wie sich eine Nachfrage aufgrund der Veränderung bestehender Maßnahmen auswirken würde.⁷⁹

Die mathematische Darstellung für Elastizitäten sieht wie folgt aus:

⁷⁹ Exl, 2015, 2.

$$e = \frac{\frac{\Delta F}{F}}{\frac{\Delta P}{P}} \quad (1)$$

Δrelative Änderung der Variablen
 FFahrgastanteil
 PEingabegröße (Bsp.: Preis)
 eElastizität

Abbildung 26: Mathematische Darstellung Elastizität⁸⁰

Für die Fahrgastprognosen der Mariazellerbahn können Elastizitäten angewandt werden, indem der empirische Wert einer bereits durchgeföhrten Berechnung übernommen wird. Dabei handelt es sich um Untersuchungsräume, die ähnliche Voraussetzungen wie die Mariazellerbahn erfüllen und bei denen auch im öffentlichen Verkehrssystem eine Taktverdichtung durchgeföhrte wurde, die eine Verdoppelung des Angebots mit sich gebracht hat. In Tabelle 14 sind unterschiedliche Beispiele der Taktverdichtung in verschiedenen Unternehmen beschrieben und welche Elastizitätswerte beziehungsweise Fahrgastzuwächse mit den durchgeföhrten Maßnahmen erreicht wurden.

Unternehmen	Taktverdichtung	Elastizitätswert	Fahrgastzuwachs
Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg	10 Minuten → 15 Minuten	0,1921	19,21%
Verkehrsbetriebe Luzern AG	30 Minuten → 15 Minuten	0,1156	11,56%
Holding Graz Linien	15 Minuten → 10 Minuten	0,5462	27,31%
Wiener Linien GmbH	15 Minuten → 10 Minuten	0,5372	26,86%
Niederösterreichische Verkehrs-organisationsges.m.b.H.	60 Minuten → 30 Minuten (Hauptverkehrszeit)	0,4822	24,11%

Tabelle 14: Vergleichswerte der Elastizitäten unterschiedlicher Beispiele⁸¹

Für eine Taktverdichtung einer Buslinie, wurde der Takt in der Hauptverkehrszeit von 30 Minuten auf 15 Minuten verdichtet. Etwa 211.000 Fahrgäste sind während des Untersuchungszeitraums (ein Jahr) mit dieser Linie gefahren. Die Berechnung des Wert der Elastizität ergab dabei einen Wert von 0,1156.

⁸⁰ Vgl. https://publik.tuwien.ac.at/files/pub-bi_4712.pdf, 2019.

⁸¹ Vgl. Exl, 2015.

Bei dem zweiten Beispiel ist eine Eisenbahnlinie die zuerst stündlich bedient wurde, mit einem Halbstundentakt in der Hauptverkehrszeit unter der Woche befahren worden. Im Vergleichszeitraum wurden etwa 20.328 Einstiege verzeichnet. Die Elastizität ergab für diese Strecke einen Wert von 0,4822.⁸²

In die vorliegende Prognose können die Werte für die Elastizität, den Fahrgastanteil, die Eingabegröße sowie die relative Änderung der Eingabegröße in die Formel eingesetzt und so umgeformt werden, dass eine relative Änderung des Fahrgastanteils am Ende herauskommt.

Folgend wird beschrieben, welcher Fahrgastzuwachs erwartet werden könnte, wenn in einer Berechnung mit dem eher niedrigen Wert von 0,1156 (=Wert 1) für die Elastizität gerechnet wird und bei der zweiten Berechnung der höhere Wert von 0,4822 (=Wert 2) genommen wird.

■ Berechnung mit Wert 1:

$$0,1156 = \frac{?}{\frac{394.200}{100,00\%}} \rightarrow \Delta F = 45.570$$

$$\frac{?}{100,00\%}$$

Abbildung 27: Elastizitätberechnung Wert 1⁸³

■ Berechnung mit Wert 2:

$$0,4822 = \frac{?}{\frac{394.200}{50,00\%}} \rightarrow \Delta F = 95.042$$

$$\frac{?}{100,00\%}$$

Abbildung 28: Elastizitätsberechnung Wert 2⁸⁴

Basierend von den Fahrgastzahlen vom Jahr 2018, beschreibt die Elastizitätsberechnung mit Wert 1, dass eine Steigerung der Personenanzahl pro Jahr von 45.570 Fahrgästen, durch die Taktverdichtung auf 30 Minuten, möglich sein könnte. Daraus ergibt sich eine Gesamtanzahl der Reisenden auf 585.570 Fahrgäste pro Jahr.

Wenn die gleiche Berechnung mit Wert 2 durchgeführt wird, wäre nach den Grundsätzen der Elastizität ein Fahrgastzuwachs von 95.042 Personen pro Jahr zu erwarten. Die Gesamtheit der Fahrgäste wäre dann 635.042.⁸⁵

⁸² Exl, 2015, 10-14.

⁸³ Quelle: eigene Darstellung.

⁸⁴ Quelle: eigene Darstellung.

⁸⁵ Quelle: eigene Interpretation.

Für die obigen Berechnungen, wird für den Wert des Fahrgastanteils 73% der gesamten Fahrgäste von 2018 angenommen, da nicht alle Fahrgäste von der Taktverdichtung betroffen sein werden. Nähere Erläuterungen dazu, siehe Kapitel 3.3.5.

7.1.3 Prognose

Um die Taktverdichtung einzuführen, bedarf es einer Vorlaufzeit von ein paar Jahren, um die notwendigen Vorkehrungen bezüglich der Infrastruktur treffen zu können. Als realistisch kann deshalb der Fahrplanwechsel im Dezember 2021 betrachtet werden.

Zwischen Montag und Freitag werden derzeit rund 1400 Fahrgäste im Bereich von St. Pölten Hauptbahnhof bis Kirchberg mit 36 Zügen pro Tag befördert. Aus internen Hochrechnungen ist bekannt, dass sich diese Zahl aus etwa 200 PendlerInnen, 500 FreizeitfahrerInnen und 700 SchülerInnen zusammensetzt.⁸⁶

Da davon ausgegangen werden kann, dass sich die Anzahl der SchülerInnen, aufgrund der Tatsache, dass jedes Jahr neue SchülerInnen dazukommen und andere als Fahrgäste wegfallen, in den nächsten Jahren konstant halten wird, ist das Wachstum eher bei den FreizeitfahrerInnen und PendlerInnen zu erwarten. Der Anstieg der Fahrgäste im SchülerInnenbereich kann unter Berücksichtigung des durchschnittlichen Bevölkerungswachstums der gesamten Region, mit etwa 2,43% angenommen werden.

⁸⁶ Vgl. NÖVOG, Fahrgastzahlen, 2018.

Untenstehende Tabelle bietet einen Überblick über die Veränderung der Fahrgastzahlen bis 2018. Danach ist eine Prognose dargestellt, wie sich die Fahrgastzahlen entwickeln falls eine Verdichtung des Fahrplans mit Fahrplanwechsel 2021 eingeführt wird.

Jahr	Fahrgastprognose – Elastizitätswert 1	Fahrgastprognose – Elastizitätswert 2
2012	500.000	500.000
2013	500.000	500.000
2014	500.000	500.000
2015	610.000	610.000
2016	515.000	515.000
2017	530.000	530.000
2018	540.000	540.000
2019	545.000	545.000
2020	550.000	550.000
2021	555.000	555.000
2022	600.570	650.042
2023	605.570	655.042
2024	610.570	660.042
2025	615.570	665.042
2026	620.570	670.042
2027	625.570	675.042

Tabelle 15: Fahrgastentwicklung 2012 bis 2027^{87,88},

Werden die bisherigen Fahrgastzahlen der Mariazellerbahn von 2012 bis 2018 mit einem Anstieg von 8% in diesem Zeitraum berücksichtigt und angenommen, dass die Fahrgastzahlen weiterhin in dieser Größenordnung wachsen, ist ein Zuwachs pro Jahr zwischen 5.000 und 10.000 Fahrgästen zu erwarten. Auch unter Berücksichtigung der ständigen Zunahme der Bevölkerung in der Region, ist die Möglichkeit gegeben, dass 2022 560.000 bis 570.000 Fahrgäste die Mariazellerbahn pro Jahr als Fortbewegungsmittel nutzen.

Mit der Taktverdichtung auf 30 Minuten wird die Zuganzahl um zehn Fahrten pro Tag erhöht. Das entspricht einer Steigerung der Zugfahrten von 21% gegenüber dem Stundentakt.⁸⁹ Unter Berücksichtigung der Elastizitätswerte ist die Möglichkeit gegeben, dass diese Änderung zu einer sprunghaften Veränderung der Fahrgastzahlen zwischen 45.570 und 95.042 kommt. In den Folgejahren wird weiter mit einem konstanten Anstieg der Fahrgastzahlen gerechnet.

⁸⁷ Vgl. NÖVOG Fahrgastzahlen, 2018.

⁸⁸ Quelle: eigene Darstellung.

⁸⁹ Quelle: eigene Interpretation.

8 Umsetzung der Taktverdichtung

Das folgende Kapitel beinhaltet Umsetzungsvorschläge und Mindestmaßnahmen, die getroffen werden müssen, für eine stabile Betriebsabwicklung des Halbstundentakts auf der Talstrecke und einen Stundentakt auf der Bergstrecke. Des Weiteren werden Vorschläge gemacht, um die größtmögliche Stabilität des Fahrplangefüges auch bei Unregelmäßigkeiten zu gewährleisten.

8.1 Fahrplan

Für die Taktverdichtung auf 30 Minuten ist ein neuer Fahrplan siehe Abbildungen 29 und 30 erstellt worden. In den Darstellungen sind alle neu eingefügten Züge in rot und die bisherigen Planzüge in schwarz dargestellt.

	6803	6851	6805	6807	6817	6809	6855	6811	6881	6857	6883	6813	6885	6859	6887	6815	6889	6861	6891	6863	6865	6867	6869	
St.Pölten Hbf	06:37	07:05	07:37	08:37	09:37	10:37	11:37	12:37	13:05	13:37	14:05	14:37	15:05	15:37	16:05	16:37	17:05	17:37	18:05	18:37	19:37	20:37	21:37	
St. Pölten																								
Alpenbahnhof	06:39	07:08	07:41	08:41	09:41	10:41	11:41	12:41	13:08	13:41	14:08	14:41	15:08	15:41	16:08	16:41	17:08	17:41	18:08	18:41	19:41	20:41	21:41	
Schwadorf	06:45	07:13	06:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:13	13:45	14:13	14:45	15:13	15:45	16:13	16:45	17:13	17:45	18:13	18:45	19:45	20:45	21:45	
Völlendorf	06:49	07:17	06:49	08:49	09:49	10:49	11:49	12:49	13:17	13:49	14:17	14:49	15:17	15:49	16:17	16:49	17:17	17:49	18:17	18:49	19:49	20:49	21:49	
Ober-Grafendorf	06:54	07:24	07:54	08:54	09:54	10:54	11:54	12:54	13:24	13:54	14:24	14:54	15:24	15:54	16:24	16:54	17:24	17:54	18:24	18:54	19:54	20:54	21:54	
Klangen	07:00	07:30	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	20:00	21:00	22:00	
Weinburg	07:01	07:31	08:01	09:01	10:01	11:01	12:01	13:01	13:31	14:01	14:31	15:01	15:31	16:01	16:31	17:01	17:31	18:01	18:31	19:01	20:01	21:01	22:01	
Kammerhof	07:03	07:33	08:03	09:03	10:03	11:03	12:03	13:03	13:33	14:03	14:33	15:03	15:33	16:03	16:33	17:03	17:33	18:03	18:33	19:03	20:03	21:03	22:03	
Hofstetten-Grünau	07:06	07:42	08:06	09:06	10:06	11:06	12:06	13:06	13:36	14:06	14:36	15:06	15:36	16:06	16:36	17:06	17:36	18:06	18:36	19:06	20:06	21:06	22:06	
Mainburg	07:10	07:45	08:10	09:10	10:10	11:10	12:10	13:10	13:40	14:10	14:40	15:10	15:40	16:10	16:40	17:10	17:40	18:10	18:40	19:10	20:10	21:10	22:10	
Rabenstein a. d.																								
Pielach	07:14	07:49	08:14	09:14	10:14	11:14	12:14	13:14	13:44	14:14	14:44	15:14	15:44	16:14	16:44	17:14	17:44	18:14	18:44	19:14	20:14	21:14	22:14	
Steinklamm	07:17	07:52	08:17	09:17	10:17	11:17	12:17	13:17	13:47	14:17	14:47	15:17	15:47	16:17	16:47	17:17	17:47	18:17	18:47	19:17	20:17	21:17	22:17	
Steinschall-Tradigist	07:19	07:54	08:19	09:19	10:19	11:19	12:19	13:19	13:49	14:19	14:49	15:19	15:49	16:19	16:49	17:19	17:49	18:19	18:49	19:19	20:19	21:19	22:19	
Kirchberg a. d.																								
Pielach	07:23	07:58	08:23	09:23	10:23	11:23	12:23	13:23	13:53	14:23	14:53	15:23	15:53	16:23	16:53	17:23	17:53	18:23	18:53	19:23	20:23	21:23	22:23	
Schwerbach	07:26	08:01	08:26	09:26	10:26	11:26	12:26	13:26	14:26	15:26	16:26	17:26	18:26	19:26	20:26	21:26	22:26							
Loich	07:30	08:05	08:30	09:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30	18:30	19:30	20:30	21:30	22:30							
Schwarzenbach a. d.																								
Pielach	07:35	08:10	08:35	09:35	10:35	11:35	12:35	13:35	14:35	15:35	16:35	17:35	18:35	19:35	20:35	21:35	22:35							
Frankenfels	07:41	08:17	08:41	09:41	10:41	11:41	12:41	13:41	14:41	15:41	16:41	17:41	18:41	19:41	20:41	21:41	22:41							
Boeding	07:46	08:22	08:46	09:46	10:46	11:46	12:46	13:46	14:46	15:46	16:46	17:46	18:46	19:46	20:46	21:46	22:46							
Laubenbachmühle	07:51	08:25	08:51	09:51	10:51	11:51	12:51	13:51	14:51	15:51	16:51	17:51	18:51	19:51	20:51	21:51	22:51							
Winterbach	08:04		09:04	10:04	11:04	12:04	13:04	14:04	15:04	16:04	17:04	18:04												
Puchenstuben	08:10		09:10	10:10	11:10	12:10	13:10	14:10	15:10	16:10	17:10	18:10												
Gösing	08:19		09:19	10:19	11:19	12:19	13:19	14:19	15:19	16:19	17:19	18:19												
Annaberg	08:26		09:26	10:26	11:26	12:26	13:26	14:26	15:26	16:26	17:26	18:26												
Wienerbrück-Jossefsberg	08:32		09:32	10:32	11:32	12:32	13:32	14:32	15:32	16:32	17:32	18:32												
Erlaufklause	08:40		09:40	10:40	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40	17:40	18:40												
Mitterbach	08:45		09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45												
Mariazell	08:52		09:52	10:52	11:52	12:52	13:52	14:52	15:52	16:52	17:52	18:52												

Abbildung 29: Tabellenfahrplan Halbstundentakt Fahrtrichtung 1⁹⁰

⁹⁰ Quelle: eigene Darstellung.

	6850	6852	6854	6856	6858	6860	6862	6864	6866	6868	6870	6884	6886	6888	6890	6892	6894	6896	6898	6899	6900	6910	6912	6913	6914
Mariazell									09:07	10:07	11:07	12:07	13:07	14:07	15:07	16:07	17:07	18:07	19:07						
Mitterbach									09:13	10:13	11:13	12:13	13:13	14:13	15:13	16:13	17:13	18:13	19:13						
Erztaufhause									09:19	10:19	11:19	12:19	13:19	14:19	15:19	16:19	17:19	18:19	19:19						
Wienersbrück-Josefsberg									09:29	10:29	11:29	12:29	13:29	14:29	15:29	16:29	17:29	18:29	19:29						
Annaberg									09:31	10:31	11:31	12:31	13:31	14:31	15:31	16:31	17:31	18:31	19:31						
Gösting									09:38	10:38	11:38	12:38	13:38	14:38	15:38	16:38	17:38	18:38	19:38						
Puchenstuben									09:46	10:46	11:46	12:46	13:46	14:46	15:46	16:46	17:46	18:46	19:46						
Winterbach									09:53	10:53	11:53	12:53	13:53	14:53	15:53	16:53	17:53	18:53	19:53						
Laubenbachmühle	04:40	05:10	05:40	06:10	06:40	06:55	08:10	09:10	10:10	11:10	12:10	13:10	14:10	15:10	16:10	17:10	18:10	19:10	20:10						
Bindig	04:42	05:12	05:42	06:12	06:42	06:57	08:12	09:12	10:12	11:12	12:12	13:12	14:12	15:12	16:12	17:12	18:12	19:12	20:12						
Frankenfels	04:47	05:17	05:47	06:17	06:47	07:02	08:17	09:17	10:17	11:17	12:17	13:17	14:17	15:17	16:17	17:17	18:17	19:17	20:17						
Schwarzenbach a. d. Pielach	04:53	05:23	05:53	06:23	06:53	07:08	08:23	09:23	10:23	11:23	12:23	13:23	14:23	15:23	16:23	17:23	18:23	19:23	20:23						
Loich	05:00	05:30	06:00	06:30	07:00	07:13	08:30	09:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30	18:30	19:30	20:30						
Schwerbach	05:02	05:32	06:02	06:32	07:02	07:17	08:32	09:32	10:32	11:32	12:32	13:32	14:32	15:32	16:32	17:32	18:32	19:32	20:32						
Kirchberg a. d. Pielach	05:06	05:36	06:06	06:36	07:06	07:26	08:36	09:36	10:36	11:36	12:36	13:36	14:06	14:36	15:06	15:36	16:06	16:36	17:06	17:36	18:36	19:36	20:36		
Steinschall-Tradigist	05:09	05:39	06:09	06:39	07:09	07:29	08:39	09:39	10:39	11:39	12:39	13:39	14:09	14:39	15:09	15:39	16:09	16:39	17:09	17:39	18:39	19:39	20:39		
Steinklamm	05:11	05:41	06:11	06:41	07:11	07:31	08:41	09:41	10:41	11:41	12:41	13:41	14:11	14:41	15:11	15:41	16:11	17:11	17:41	18:41	19:41	20:41			
Rabenstein a. d. Pielach	05:14	05:44	06:14	06:44	07:14	07:34	08:44	09:44	10:44	11:44	12:44	13:44	14:14	14:44	15:14	15:44	16:14	16:44	17:14	17:44	18:44	19:44	20:44		
Manburg	05:17	05:47	06:17	06:47	07:17	07:37	08:47	09:47	10:47	11:47	12:47	13:47	14:17	14:47	15:17	15:47	16:17	16:47	17:17	17:47	18:47	19:47	20:47		
Hofstetten-Grünau	05:22	05:52	06:22	06:52	07:22	07:42	08:52	09:52	10:52	11:52	12:52	13:52	14:22	14:52	15:22	15:52	16:22	16:52	17:22	17:52	18:52	19:52	20:52		
Kammerhof	05:24	05:54	06:24	06:54	07:24	07:44	08:54	09:54	10:54	11:54	12:54	13:54	14:24	14:54	15:24	15:54	16:24	16:54	17:24	17:54	18:54	19:54	20:54		
Weinburg	05:26	05:56	06:26	06:56	07:26	07:46	08:56	09:56	10:56	11:56	12:56	13:56	14:26	14:56	15:26	15:56	16:26	16:56	17:26	17:56	18:56	19:56	20:56		
Klagen	05:30	06:00	06:30	07:00	07:30	07:50	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	19:00	20:00	21:00		
Ober-Grafendorf	05:34	06:04	06:34	07:04	07:34	07:54	09:04	10:04	11:04	12:04	13:04	14:04	14:34	15:04	15:34	16:04	16:34	17:04	17:34	18:04	19:04	20:04	21:04		
Völlendorf	05:38	06:08	06:38	07:08	07:38	07:58	09:08	10:08	11:08	12:08	13:08	14:08	14:38	15:08	15:38	16:08	16:38	17:08	17:38	18:08	19:08	20:08	21:08		
Schwadorf	05:41	06:11	06:41	07:11	07:41	08:01	09:11	10:11	11:11	12:11	13:11	14:11	14:45	15:11	15:45	16:11	16:45	17:11	17:45	18:11	19:11	20:11	21:11		
St. Pölten	05:47	06:17	06:47	07:17	07:47	08:07	09:17	10:17	11:17	12:17	13:17	14:17	14:50	15:17	15:50	16:17	16:50	17:17	17:50	18:17	19:17	20:17	21:17		
Alpenbahnhof	05:52	06:22	06:52	07:22	07:52	08:12	09:22	10:22	11:22	12:22	13:22	14:22	14:54	15:22	15:54	16:22	16:54	17:22	17:54	18:22	19:22	20:22	21:22		
St. Pölten Hbf																									

Abbildung 30: Tabellenfahrplan Halbstundentakt Fahrtrichtung 2⁹¹

Die Abfahrten der Planzüge in St. Pölten Hbf verbleiben bei Minute 37. Für einen reinen Halbstundentakt wäre die Minute 07 als Abfahrtszeit für die Verstärker plausibel gewesen. Aufgrund der tatsächlich fahrbaren Fahrzeiten ist allerdings die Kreuzung mit den Gegenzügen in Schwadorf nicht möglich und die Halbstundentakt-Verstärker-Zugrassen beginnen deshalb schon zur Minute 05 in St. Pölten Hauptbahnhof.

Aus dem Tabellenfahrplan ist außerdem ersichtlich, dass sich die Verdichtung des Fahrplans in beiden Fahrtrichtungen nicht auf den ganzen Tag erstreckt, sondern nur auf den Zeitraum von 13:00 bis 18:00. Die Festlegung dieser Maßnahmen, ist darauf zurückzuführen, dass es lastrichtungsbezogen im Frühverkehr schon einen Halbstundentakt von Laubenbachmühle nach St. Pölten gibt und am Vormittag von St. Pölten in Richtung Kirchberg aufgrund der Nachfrage ein Halbstundentakt in einem ersten Schritt nicht sinnvoll wäre.

Die Züge 6851 mit der Abfahrt im derzeit gültigen Fahrplan um 07:12 ab St. Pölten und 6858 mit der Abfahrt um 06:35 in Laubenbachmühle sind in den Halbstundentakt eingegliedert worden und starten nun zur Minute 05 beziehungsweise 40.

Die Züge 6855, 6857 und 6859 die gegenwärtig nur von St. Pölten bis Laubenbachmühle fahren, werden bis Mariazell weitergeführt. In die Gegenrichtung betrifft diese Änderung die Züge 6866, 6868, 6870 und 6872, welche nun bereits ab Mariazell abfahren sollen.

Das Zugnummernschema für die eingeschobenen Planzüge, welche den Takt verdichten umfasst die Züge 6881, 6883, 6885, 6887, 6889 und 6891 von St. Pölten nach Kirchberg an der Pielach. Von Kirchberg an der Pielach verkehren folgende Züge nach St. Pölten: 6882, 6884, 6886 sowie 6888.

⁹¹ Quelle: eigene Darstellung.

8.2 Infrastrukturmaßnahmen

Für die Realisierung eines Halbstundentakts von St. Pölten bis Kirchberg und eines Stundentakts von Laubenbachmühle bis Mariazell sind einige Maßnahmen, den Oberbau betreffend, zu setzen. Der Fahrweg ist so herzustellen, dass er für die vorgesehene Verkehrsbeanspruchung vorbereitet ist.

Der Modulaufbau in Kapitel 6 beschreibt in welchen Abschnitten zumindest eine Anhebung des VzG notwendig wäre, um damit den Fahrplan zu stabilisieren und entstehende Verspätungen besser zu kompensieren. Diese Mindestmaßnahmen sind in manchen Bereichen bereits umgesetzt und müssten durch ein Gutachten für die Änderung freigegeben werden. In jenen Abschnitten, in denen noch keine Arbeiten durchgeführt wurden, müsste eine Gleisneulage inklusive teilweiser Unterbausanierung durchgeführt werden. Zusätzlich ist eine Nachregulierung der Oberleitung sowie die Anpassung der Überhöhungsrampen auf maximal 70 Millimeter notwendig.

Die oben genannten Maßnahmen sind vor allem in folgenden längeren Abschnitten vorzusehen:

- St. Pölten Alpenbahnhof – Ober Grafendorf
- Klangen – Kammerhof
- Steinklamm – Steinschal – Tradigist
- Boding – Laubenbachmühle
- Ober – Buchberg – Wienerbruck

Treten keine zusätzlichen Betriebseinschränkungen durch die Infrastruktur auf, reichen diese Maßnahmen aus um einen Halbstundentakt auf der Talstrecke und einen Stundentakt auf der Bergstrecke ohne größere Verspätungen abzuwickeln.

Dadurch, dass die Kantenfahrzeit zwischen Ober – Buchberg und Wienerbruck mit derzeit 30 Minuten kaum einhaltbar ist, müssen bereits bei geringen Verspätungen die Zugkreuzungen von Wienerbruck nach Gösing verlegt werden und es ist mit Zugverspätungen zu rechnen. Somit ist zusätzlich zu den VzG – Anhebungen entlang der Gesamtstrecke ein Umbau der Station Annaberg notwendig, da diese über keine Rückfallweichen verfügt und keine Kreuzungen in diesen Bahnhof verlegt werden können.

Selbst nach Erreichen der Kantenfahrzeit durch Geschwindigkeitsanhebungen ist der Bahnhofsumbau erforderlich, um im Verspätungsfall eine Möglichkeit zur Verlegung der Kreuzung zu haben, die eine Verspätung des Gegenzuges vermeidet.

Jedoch ist es ratsam weitere Schritte zu setzen die sich positiv auf das Fahrplangefüge auswirken, da die Wahrscheinlichkeit von auftretenden Unregelmäßigkeiten relativ hoch ist.

Der Betrieb unterliegt derzeit, vor allem in den Sommermonaten durch Gleisverdrückungen aufgrund der Hitze, Einschränkungen. Langsamfahrstellen entlang der Strecke gewährleisten in solchen Fällen die Sicherheit für Fahrgäste und Personal, jedoch ist die Fahrplanstabilität in diesem Zeitraum nicht mehr gegeben und Zugverspätungen sind die Konsequenz. Außerdem werden Anschlussverbindungen in St. Pölten dadurch gefährdet.

Weiters kommt hinzu, dass aufgrund der zunehmenden Fahrgastfrequenz immer weniger Durchfahrten bei Bedarfshaltestellen vorkommen und somit die Fahrplanreserven hier deutlich aufgebraucht sind und dadurch kaum mehr für Langsamfahrstellen zur Verfügung stehen.

Um den Bahnbetrieb pünktlich abwickeln zu können, ist es wichtig, Maßnahmen zu setzen, die immer wieder auftretenden Langsamfahrstellen aufgrund der Hitze zu reduzieren.

Aufgrund der oben genannten Punkte sind etwaige VzG – Reduktionen zum Beispiel aus Instandhaltungsgründen nur mit gleichzeitigen Anhebungen in anderen Abschnitten vertretbar, da sonst auch das Bestandsfahrplangefüge gefährdet wird.

Im zweiten Szenario wurden die Auswirkungen einer zusätzlichen Fahrt zwischen St. Pölten Alpenbahnhof und Laubenbachmühle beschrieben.

Durch den dichten Fahrplan im Nachmittagsverkehr und dieser zusätzlichen Fahrt von St. Pölten Alpenbahnhof nach Laubenbachmühle, kommt es zu einer Kreuzungsverlegung und weiterführenden Verspätungen, da im Bereich von Steinschal – Tradigist keine Zugkreuzung möglich ist.

Der Abschnitt zwischen Rabenstein und Kirchberg ist circa sechs Kilometer lang und verfügt über keine Kreuzungsmöglichkeit. Hier besteht die Möglichkeit, wie in Kapitel 6.4 beschrieben, die Garnitur der zusätzlichen Zugfahrt in Rabenstein auf einem Nebengleis abzustellen. Jedoch erfordert dies, wie ebenfalls erläutert wurde, einen erhöhten zeitlichen und betrieblichen Aufwand. Um die Verspätungen für die Folgezüge dennoch gering zu halten wäre deshalb ein weiterer Lösungsansatz eine derzeit eingleisig ausgeführte Station so umzubauen, dass eine neue Kreuzungsmöglichkeit entsteht.

Abbildung 31 zeigt einen Bildfahrplan, in dem es möglich ist, Zugkreuzungen in Steinschal – Tradigist durchzuführen.

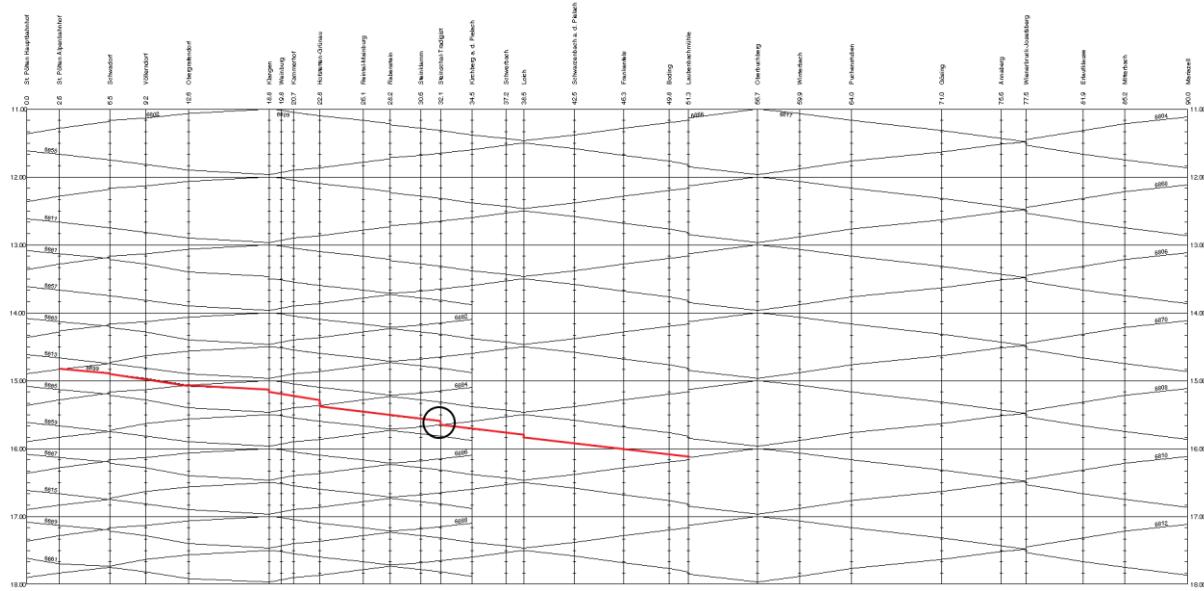


Abbildung 31: Zweigleisiger Ausbau der Station Steinschal – Tradigist ⁹²

Die rote Linie in Abbildung 31 zeigt die Bedarfstrasse, bei der es nun möglich ist zusätzliche Zugkreuzungen in der Station Steinschal – Tradigist durchzuführen. Damit ist es realistisch, dass der Bedarfszug Laubenbachmühle erreicht, ohne andere Zugfahrten negativ zu beeinflussen.

Wenn zukünftig bei einem Halbstundentakt die Kreuzungen, aufgrund von Verspätungen, verlegt werden müssen, kann die dadurch entstehende Verspätung aufgrund der kurzen Wendezeiten in St. Pölten Hauptbahnhof und Kirchberg an der Pielach nicht mehr aufgeholt werden. Wenn sich diese Verspätung dann nicht auf den ganzen Tag weiter auswirken soll, muss kurzfristig entschieden werden, ob es sinnvoll ist Zugfahrten, welche zu viel Verspätung haben, vorzeitig enden oder wenden zu lassen. In diesem Fall wäre ein Schienenersatzverkehr nicht möglich, da dieser so kurzfristig nicht verfügbar ist, somit müssten einzelne Zugfahrten teilweise oder gänzlich ausfallen.

Nebeneffekte des Halbstundentakts bezüglich der Infrastruktur, sind die Auswirkungen auf die Einsatzzeiten des Instandhaltungspersonals. Aufgrund der hohen Streckenbelegung werden Instandhaltungsarbeiten am Tag nur mehr eingeschränkt möglich. Es muss angedacht werden die Hauptarbeiten auf einen anderen Zeitpunkt zu verlegen. Dafür gibt es folgende Möglichkeiten: Entweder wird das Zeitfenster, in dem Stundentakt herrscht und somit längere Sperrzeiten möglich sind, am Vormittag oder am Abend ausgenutzt. Ansonsten müssen die Instandhaltungsarbeiten in die Nachtstunden verlegt werden, um die jährlichen Gesamtstreckensperren kurz zu halten. Bei Einführung von Nacharbeit für das

⁹² Quelle: eigene Darstellung.

Instandhaltungspersonal, muss sich die NÖVOG überlegen, wie die Motivation der MitarbeiterInnen angehoben werden kann und möglichst attraktiv gestaltet wird.

8.3 Fahrzeugmaßnahmen

Um den Halbstundentakt auf der Mariazellerbahn Talstrecke zwischen St. Pölten Hauptbahnhof und Kirchberg realisieren zu können, würde es pro Nachmittag zwei Triebwagen mehr im Umlauf brauchen, als es derzeit der Fall ist. Da derzeit im Frühverkehr, sieben von den neun Elektrotriebwagen benötigt werden, wird dies auch der zukünftige Bedarf für den Halbstundentakt am Nachmittag. Die beiden Garnituren die dafür benötigt werden, können nicht mehr als Verstärkung von hoch frequentierten Zügen eingesetzt werden. Der Stundentakt auf der Bergstrecke erfordert keine zusätzlichen Fahrzeugkapazitäten sondern nur die Verlängerung der Wanderzüge und der Planzüge.

Bei der Einführung des Halbstundentaktes am Nachmittag, kommt es zu einer Mehrleistung an Streckenkilometern für die neun ET's der Mariazellerbahn. Die Auswertung der unternehmensinternen Instandhaltungspläne ergab, dass die durchschnittlichen Kilometer, die ein ET pro Monat zurücklegt, zwischen 6.678 und 7.694 schwanken. Im Durchschnitt legt ein ET 7337 Kilometer in 30 Tagen zurück. In Bezug auf die Tabelle 4 der Instandhaltungsstufen der Himmelstreppe aus Kapitel 3.3.1.1.3 wird ersichtlich, dass für die Instandhaltungsarbeiten die Zeitfristen und nicht die Kilometer das ausschlaggebende Kriterium darstellen. Die Mehrleistung des Halbstundentaktes beträgt ca. 100.000 km jährlich und 400 km pro Tag. Daraus ergeben sich ca. 8.400 km im Monat je Fahrzeug. Aufgeteilt auf die neun ET's resultiert daraus eine durchschnittliche Kilometerleistung von 8.270 im Monat.

Es ist zu beachten, dass die Umlaufpläne so gestaltet werden, dass sich diese Mehrleistung von 8.400 km je Monat möglichst gleichmäßig auf alle ET's verteilt. Dadurch wird gewährleistet, dass das bisherige zeitabhängige Instandhaltungsmuster fortgeführt werden kann und sich somit keine größeren Wartungen im Ausmaß von mehreren Tagen überschneiden. Auf diese Weise kann die Fahrzeugverfügbarkeit auf einem hohen Niveau gehalten werden und es stehen immer ausreichend Triebwagen für die Umläufe zur Verfügung.

Derzeit werden nur im Frühverkehr sieben Fahrzeuge benötigt. Eventuelle kurze Reparaturen und Wartungen können anschließend an den Frühverkehr in der Werkstatt in Laubenbachmühle durchgeführt werden. Dies ist zukünftig für die am Nachmittag benötigten Züge nicht mehr möglich und es gäbe nur mehr ein freies Wartungsfenster am Vormittag von 08.00 bis 12:00.

Für die kürzeste Instandhaltungsstufe S4 werden 16 Stunden pro Fahrzeug benötigt. Dieser Wartungsaufwand ist mit vier WerkstättenmitarbeiterInnen in diesem Zeitraum realisierbar.

Neben dem kleinen Zeitfenster kommt erschwerend hinzu, dass normalerweise lediglich die Werkstatt im Bahnhof Laubenbachmühle für Arbeiten an den Elektrotriebwagen vorgesehen ist. Für die Taktverdichtung auf 30 Minuten, sollte, unter Berücksichtigung des Umlaufplans, auch gewährleistet werden, S4 Wartungen zusätzlich in der Werkstatt in St. Pölten Alpenbahnhof durchzuführen.

Bisher gibt es bei plötzlich auftretenden Störungen, wenn zum Beispiel ein Triebwagen durch ein technisches Gebrechen untauglich wird, die Lösung, das kurzfristig entweder ein abgestellter Triebwagen oder jener mit einem kurzen Umlauf als Ersatz eingesetzt werden kann. In Zukunft, wenn die Fahrzeugverfügbarkeit durch den Halbstundentakt eingeschränkt ist, sollte nach Lösungen gesucht werden, um Engpässe frühzeitig zu erkennen und zu verhindern.

Grundsätzlich ist es möglich den Halbstundentakt zwischen St. Pölten und Kirchberg sowie den Stundentakt zwischen Laubenbachmühle und Mariazell mit dem bestehenden Wagenmaterial abzudecken, jedoch sind Einschränkungen bei der Verstärkung von stark frequentierten Zügen beziehungsweise Charterfahrten zu erwarten und nicht mehr im derzeitigen Umfang durchführbar.

Da aufgrund des Halbstundentakts sieben Triebwagen benötigt werden und da ein Fahrzeug für planmäßige Wartungen in der Werkstatt steht, bleibt nur mehr ein Triebwagen für Verstärkungen, Bedarfsausbesserungen, ad hoc Störungen bei Himmelstreppen oder längeren Ausfällen nach Unfällen, übrig. Daraus ergibt sich, dass in diesen Fällen für Verstärkungen infolge Reisegruppen nur bedingt Fahrzeuge zur Verfügung stehen. Daher ist es vorteilhaft über die Beschaffung eines zehnten Triebwagens im Hinblick auf die prognostizierte Fahrgaststeigerung nachzudenken.

Für die oben aufgezählten Punkte wäre die Sinnhaftigkeit der Beschaffung eines zusätzlichen Triebwagens, zu überprüfen. Natürlich würde dieser auf den ersten Blick hohe Kosten verursachen. Allerdings unter Berücksichtigung der mit den Jahren anfallenden zusätzlichen Aufwände für Wartung und Instandhaltung sowie Personal und der schnelleren Abnutzung der bestehenden Flotte wäre dieser Punkt begründet. Vor allem weil dadurch wieder eine erhöhte Verfügbarkeit der Flotte garantiert ist. Auf Kundenwünsche kann wieder besser eingegangen werden und das Risiko für Zugausfälle, Schienenersatzverkehr und überfüllte Züge wird reduziert.

8.4 Personelle Maßnahmen

Aufgrund der höheren Laufleistung der Fahrzeuge und der Mehrbeanspruchung der Infrastruktur ergibt sich durch die Taktverdichtung ein größerer Personaleinsatz.

Zusätzlich zum Bestandspersonal, ist es notwendig zwei weitere FahrgastbetreuerInnen und zwei LokführerInnen einzustellen. Der Dienstantritt für das Betriebspersonal würde mit Laubenbachmühle jedoch unverändert bleiben.

In der Werkstatt in Laubenbachmühle wäre ein zusätzlicher Mitarbeiter/ eine zusätzliche Mitarbeiterin einzustellen, um die Mehrarbeit bewältigen zu können.

Die Werkstatt in St. Pölten Altenbahnhof ist derzeit nur für die Dieselfahrzeuge der NÖVOG vorgesehen. Sollte dieser Standort so adaptiert werden, dass kleine Wartungs- und Ausbesserungsarbeiten auch an den Himmelstreppen durchgeführt werden können, ist es notwendig hier mehrere MitarbeiterInnen zu LokführerInnen auszubilden, welche die Elektrotriebwagen bedienen können.

Außerdem ist mit einer Personalaufstockung im Bereich der Reinigungskräfte um eine weitere Person zu rechnen, damit die anfallenden Reinigungsarbeiten abgedeckt werden können.

Zusätzlich zu den personellen Maßnahmen müssen die Schichtpläne überarbeitet werden und es sollte ein Konzept ausgearbeitet werden, wie mit der Tatsache umgegangen wird, dass viele Arbeiten an der Infrastruktur nicht mehr am Tag durchgeführt werden können und dass auch die Wartungs- und Instandhaltungspläne an den Triebwagen einer Änderung unterzogen werden müssen.⁹³

8.5 Grobkostenplan

■ Infrastrukturkosten: 11.250.000 €

Die VzG - Anhebungen aus Kapitel 6.2.1 umfassen einen Bereich von zusammengerechnet etwa 15 Kilometer. Wenn davon ausgegangen wird, dass ein Meter Gleisneulage etwa 750€ kostet, führen die Berechnungen für die Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen zu den Gesamtkosten von 11.250.000 €. ⁹⁴ ⁹⁵ ⁹⁶

⁹³ Vgl. Gansch, 2019.

⁹⁴ Vgl. Schendl, 2019.

⁹⁵ Vgl. Tschudnig, 2019.

⁹⁶ Vgl. Schreilechner, 2019.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick der Zuordnung der Kosten laut den Maßnahmen nach Kapitel 6.2.1. Demnach gibt es jene Abschnitte die zu einer 50 prozentigen Fahrzeiter sparnis (A - Maßnahmen) beitragen, jene die zusätzlich die Fahrzeiter sparnis auf 75 Prozent erhöhen (B – Maßnahmen) und zuletzt die C – Maßnahmen, die die letzten 25 Prozent zum Gesamtergebnis beitragen.

Abschnitt	Länge (km)	Kosten (€)
A - Maßnahmen	8	6.000.000
B – Maßnahmen	2	1.500.000
C - Maßnahmen	5	3.750.000

Tabelle 16: Aufschlüsselung der Kosten der VzG - Abschnitte⁹⁷

Aus Tabelle 16 kann entnommen werden, dass die meisten Kosten für die VzG – Anpassungen auf den Abschnitten anfallen, die in die Kategorie der „A – Maßnahmen“ eingeordnet werden. Die Abschnitte der „B – Maßnahmen“ sind circa zwei Kilometer lang und würden in der Realisierung etwa 1,5 Millionen Euro kosten. Als letztes werden die „C – Maßnahmen“ mit 3.75 Millionen Euro gereiht.

Um die Fahrplanstabilität weiter zu erhöhen wird in Kapitel 8.2 angeraten eine Station zu einem zusätzlichen Kreuzungspunkt umzubauen sowie die Station Annaberg mit Rückfallweichen auszustatten. Diese Maßnahmen müssten mit etwa **450.000€** berücksichtigt werden.⁹⁸

■ Fahrzeugkosten: **83.000 €**

Die Kosten, welche auf die Fahrzeuge zurückzuführen sind, umfassen die laufend anfallenden Kosten für den Mehraufwand bei der Wartung aufgrund der höheren Laufleistung der Triebwagen.

Wenn ein zusätzliches Fahrzeug des Typs ET „Himmelstreppe“ angeschafft wird, muss mit etwa **6.500.000 €** gerechnet werden.⁹⁹

■ Personalkosten: **390.000 €**

Der Mehraufwand in der Wartung und Reinigung der Fahrzeuge sowie der Instandhaltung der Strecke führt dazu, dass zumindest vier zusätzliche MitarbeiterInnen eingestellt werden müssten. Die Personalaufstockung würde 365.000 € an laufenden Kosten mit sich bringen. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass umfangreichere Instandhaltungsarbeiten an der

⁹⁷ Quelle: eigene Darstellung.

⁹⁸ Vgl. Tschudig, 2019.

⁹⁹ Vgl. Gansch, 2019.

Strecke in die Nachtstunden verlegt und dadurch jährlich Zuschläge von etwa 25.000 € berücksichtigt werden müssen. ^{100, 101}

■ **Energiekosten: 48.000 €**

Aufgrund der Mehrleistung der Elektrotriebwagen durch den Halbstundentakt von circa 100.000 km pro Jahr kann mit einem laufenden Mehrkostenaufwand von etwa 48.000 € gerechnet werden.¹⁰²

■ **Sonstige Kosten: 85.000 €**

Die sonstigen Kosten beinhalten einerseits die Adoptionsarbeiten der Werkstatt in St. Pölten Alpenbahnhof, um auch dort kleinere Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten an den Triebwagen durchführen zu können¹⁰³

Maßnahme	Investitionskosten	laufende Kosten
VzG – Anhebungen „A – Maßnahmen“	6.000.000 €	
VzG – Anhebungen „B – Maßnahmen“	1.500.000 €	
VzG – Anhebungen „C – Maßnahmen“	3.750.000 €	
Fahrzeugkosten		83.000 €
Personalkosten		390.000 €
Energiekosten		48.000 €
sonstige Kosten	85.000 €	
Zwischensumme	11.335.000 €	521.000 €
Ausrüsten der Station Annaberg mit Rückfallweichen	150.000 €	
Umbau einer Station zu weiterem Kreuzungspunkt	300.000 €	
Anschaffung eines zehnten Triebwagens	6.500.000 €	
Summe	18.285.000 €	521.000 €

Tabelle 17: Kostenübersicht Halbstundentakt¹⁰⁴

¹⁰⁰ Vgl. Gansch, 2019.

¹⁰¹ Vgl. Tschudnig, 2019.

¹⁰² Vgl. Zinner, 2019.

¹⁰³ Vgl. Schendl 2019.

¹⁰⁴ Quelle: eigene Darstellung.

In Tabelle 17 werden alle anfallenden Kosten der Halbstundentaktverdichtung berücksichtigt. In den Maßnahmen sind auch Vorhaben die zwischen Laubenbachmühle und Mariazell durchgeführt werden sollten enthalten, obwohl der Halbstundentakt davon nicht direkt betroffen ist. Eine Differenzierung der Maßnahmen wurde nicht vorgenommen, weil die Arbeiten auf der Bergstrecke die Stabilität des Fahrplans zwischen St. Pölten und Laubenbachmühle indirekt beeinflussen und die Anzahl der verschleppten Verspätungen verringern können. Nach den sonstigen Kosten eine Zwischensumme gebildet, um eine Prioritätenreihung der unterschiedlichen Maßnahmen zu erreichen. Bei den Investitionskosten stehen die VzG – Anhebungen, gereiht nach Bedeutsamkeit, an den ersten Stellen. Nachdem diese Schritte umgesetzt wurden, ist es notwendig jene Arbeiten zu realisieren die unter den sonstigen Kosten angeführt werden.

Nachdem die Zwischensumme gebildet wurde, sind alle anderen Maßnahmen aufgelistet, die bei einer Taktverdichtung auf 30 Minuten dazu führen würden, dass ein optimales Fahrplangefüge entsteht, welches auch bei ungeplant eintretenden Ereignissen, Verspätungen abfangen kann.

Werden alle Kosten addiert, kann grob abgeschätzt werden, dass eine Taktverdichtung auf der Mariazellerbahn Talstrecke zu etwa **11.335.000 €** führen. (18.285.000 € inklusive dem zehnten Triebwagen, dem Umbau der Station Annaberg und der Schaffung einer zusätzlichen Kreuzungsmöglichkeit) an Gesamtkosten führen. Die laufenden Kosten würden sich, bei Umsetzung der Taktverdichtung auf 30 Minuten, auf circa **521.000 €** belaufen.

9 Schlussfolgerungen

Um das Fahrgastangebot der Mariazellerbahn in den Kundensegmenten der PendlerInnen, SchülerInnen und Individualreisenden zu erweitern, hat die vorliegende Arbeit die Umsetzbarkeit einer zusätzlichen Taktverdichtung im Nachmittagsverkehr und eines Stundentakts auf der Bergstrecke analysiert.

Durch die Einführung des Halbstundentakts können Zugverspätungen schwer kompensiert werden. Dies kann zur Kürzung von Zugläufen bis zum Beispiel zur Station Hofstetten – Grünau anstatt bis Kirchberg führen.

Die Mehrbeanspruchung des Oberbaus führt zu mehr Instandhaltungsaufwand und in weiterer Folge zu mehr Langsamfahrstellen, welche die Betriebsabwicklung einschränken. Bekannte Abschnitte in denen aufgrund von Hitze langsamer gefahren werden muss, sind zu beseitigen.

Durch Anpassungen der Infrastruktur können Anhebungen des VzG in bestimmten Abschnitten erreicht werden. Oberbau- und Unterbausanierungen sollen außerdem die Verfügbarkeit der Bestandsinfrastruktur erhöhen.

Aufgrund der dichten Streckenbelegung können umfangreichere Instandhaltungsarbeiten entlang der Strecke nicht mehr tagsüber durchgeführt werden. Es muss evaluiert werden, in welchen Zeitraum diese Arbeiten am besten umsetzbar sind.

Mit der Einführung der Taktverdichtung ist es nur mehr zwischen 08:00 und 13:00 möglich, Sonderfahrten für Test- oder Schulungszwecke bzw. Charterfahrten durchzuführen. Eine Bedarfstrasse am Nachmittag ist ohne eine zusätzliche Kreuzungsmöglichkeit nicht umsetzbar, wenn gravierende Auswirkungen auf andere Zugfahrten zu vermeiden sind.

Der Mehrbedarf an Triebwagen im Tal führt zu einer Veränderung im Ausflugs- und Tourismusverkehrs auf der Bergstrecke. Doppelführungen der Züge müssen genau geplant werden und es ist mit Kapazitätseinbußen zu rechnen.

Durch die Mehrleistungen erhöht sich der Personalaufwand beim Betriebs-, Werkstätten- und Reinigungspersonal. Das führt zu einer Anpassung der Schichten und einem Anstieg der Kosten in diesem Bereich.

Aufgrund des Halbstundentakts auf der Talstrecke und des Stundentakts auf der Bergstrecke erhöhen sich die Laufleistungen der neun Triebwagen um etwa 100.000 Kilometer pro Jahr. Durch diese Mehrkilometer wird der Instandhaltungsplan der Fahrzeuge nicht beeinflusst und kann beibehalten werden. Durch die Alterung der Fahrzeuge ist jedoch davon auszugehen, dass die Anzahl der Reparaturen steigen wird. Dieses Kriterium ist in der Verfügbarkeit zu berücksichtigen. Der aktuelle Umlauf ermöglicht ein schnelles Eingreifen und Austauschen von den Triebwagen bei Störungen. Dies ist im Halbstundenverkehr am Nachmittag nicht mehr möglich.

Die Diplomarbeit ergab, dass ein Halbstundentakt zwischen St. Pölten und Kirchberg sowie ein Stundentakt zwischen Laubenbachmühle und Mariazell mit dem vorhandenen Fuhrpark abgewickelt werden kann, wenn folgende Maßnahmen getroffen werden:

Oberbauverbesserungen zur Risikoprophylaxe von immer wiederkehrenden Hitzelangsamfahrstellen. Des Weiteren sind für einen stabilen Fahrplan folgende Um- und Neubauten erforderlich: Der Bahnhof Annaberg muss mit Rückfallweichen ausgestattet werden und der Bahnhof Steinschal – Tradigist sollte zweigleisig ausgebaut werden. Von gleich großer Bedeutung ist eine Zweispurinsel zwischen St. Pölten Altenbahnhof und Schwadorf. Die in Kapitel 6.2.1 beschriebenen VzG – Anhebungen sind ebenfalls durchzuführen.

Es ist allerdings zu empfehlen, um fahrzeugseitige Engpässe zu vermeiden und betriebliche Restriktionen zu verhindern, dass ein zehnter ET angeschafft werden sollte.

Um einen umfassenden Überblick zu erhalten, welche Abfolge die Maßnahmen in der Umsetzung erfordern, gibt diese Arbeit einen Vorschlag über die Prioritäten der einzelnen Schritte, um damit eine optimale Abwicklung des Halbstundentakts zu erreichen.

Internetquellen

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Mobilitätskonzept Niederösterreich 2030+,
http://www.noe.gv.at/noe/NOEL_Mobilitaetskonzept_180815_Druckversion.pdf, St. Pölten, 2014.

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Gemeindedaten,
<http://www.noe.gv.at/noe/Zahlen-Fakten/Statistik-Gemeinden.html>, St. Pölten, 2019.

Bundeskanzleramt Österreich, Gesamte Rechtsvorschrift für NÖ – Landesstraßenverzeichnis,
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrNO&Gesetzesnummer=20000792>, Wien, 2019.

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, #mission 2030 – Die österreichische Klima- und Energiestrategie,
https://www.bundeskanzleramt.gv.at/documents/131008/849801/20_18_beilagen_nb.pdf/e586d141-ee40-4949-98b9-91ae0ad2c565, Wien, 2018.

Google Maps, <https://www.google.at/maps/preview>, 2019.

Mostviertel Tourismus GmbH, Das Pielachtal: Tal der Dirndln,
<https://www.mostviertel.at/pielachtal>, Scheibbs, 2019.

Niederösterreichische Verkehrsorganisationsges.m.b.H., Die Himmelstreppe,
<https://www.mariazellerbahn.at/die-himmelstreppe-2>, St. Pölten, 2019.

Niederösterreichische Verkehrsorganisationsges.m.b.H., Mariazellerbahn Fahrplan 2019,
https://www.mariazellerbahn.at/data/_mariazellerbahn/mediadb/cms_mime/%7B9aa0a7fa-f8bf-dde9-cbb5-4c2647387ce0%7D.pdf, St. Pölten, 2019.

ÖBB – CI & M Werbeagentur GmbH, <http://www.bahnzauber-europa.at/Railjet%20Folder.pdf>, Wien, 2008.

Rüger, Bernhard, Bereitschaftselastizität, https://publik.tuwien.ac.at/files/pub-bi_4712.pdf, Wien, 2005.

Salzburg AG, Fahrplan der Pinzgauer Lokalbahn,
https://www.pinzgauerlokalbahn.at/content/dam/websites/pinzgauerlokalbahn/Downloads/Fahrplan_Krimml_2019_3.pdf, Zell am See, 2019.

Statistik Austria, Atlas der Erwerbspendlerinnen und –pendler,
<https://www.statistik.at/atlas/pendler/>, Wien, 2019.

Statistik Austria, Bevölkerung zu Jahresbeginn 2002 – 2019 nach Gemeinden,
https://statistik.gv.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/bevoelkerungsstand_und_veraenderung/bevoelkerung_zu_jahres-quartalsanfang/index.html, Wien, 2019.

Stern & Hafferl Verkehrsgesellschaft m.b.H., Infrastruktur, <https://www.linzer-lokalbahn.at/infrastruktur/>, Gmunden, 2019.

Stern & Hafferl Verkehrsgesellschaft m.b.H., Fahrplan Linzer Lokalbahn, https://www.stern-verkehr.at/wp-content/uploads/2018/11/Fahrplan-Zettelfahrplan-540x-270mm-LILO_2019-web.pdf, Gmunden, 2019.

Verkehrsverbund Ost – Region GmbH, Routenplaner VOR A nach B, <https://anachb.vor.at/>, Wien, 2019.

Wikipedia, Mariazellerbahn,
https://de.wikipedia.org/wiki/Mariazellerbahn#/media/Datei:Mariazellerbahn_map1.png, 2019.

Zillertaler Verkehrsbetriebe AG, Fahrplanauskunft,
<https://www.zillertalbahn.at/page.cfm?vpath=bahn/die-bahnlinie/fahrplanauskunft>, Jenbach, 2019.

Zillertaler Verkehrsbetriebe AG, Fahrplan der Zillertalbahn,
https://www.zillertalbahn.at/data.cfm?vpath=ma-wartbare-inhalte/ma-downloadfiles/fahrplan-2019_a3_ab-09122018_web2536, Jenbach, 2019.

Literaturquellen

Artl/Gröger/Gürtlich, Mariazell, Mariazellerland und die Mariazellerbahn, Wien, 2015.

Elsner, Michael, Betriebs- und Produktionsplanung – Strategieprozess, S. 5 (Manuskript der Lehrveranstaltung Betriebs- und Produktionsplanung an der FH St. Pölten), St. Pölten, 2017.

Exl, Richard, Nachfrage- und Erlösprognosen im öffentlichen Verkehr (1. Bachelorarbeit an der FH St. Pölten), St. Pölten, 2015.

Felsinger/Schober, Die Mariazellerbahn, Wien, 2002.

Hohl, Christian, Dienststellenleiter Citybahn Waidhofen, Niederösterreichische Verkehrsorganisationsges.m.b.H., Instandhaltungsrichtlinie für Schmalspurfahrzeuge (interne betriebliche Unterlage), St. Pölten, 2017.

MANOVA GmbH, Fahrgastbefragung NÖVOG Bahnen (interne Unterlage), Wien, 2014.

Niederösterreichische Verkehrsorganisationsges.m.b.H., Anschlussregelung St. Pölten Hbf. (interne betriebliche Unterlage), St. Pölten, 2018.

Niederösterreichische Verkehrsorganisationsges.m.b.H., Bildfahrplan der Mariazellerbahn (interne betriebliche Unterlage), St. Pölten, 2018.

Niederösterreichische Verkehrsorganisationsges.m.b.H., Grundsätze des Zugsicherungssystems RTMS (interne betriebliche Unterlage), St. Pölten, 2018.

Niederösterreichische Verkehrsorganisationsges.m.b.H., Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten und Besonderheiten (interne betriebliche Unterlage), St. Pölten, 2019.

Schneider/Greimel – Fuhrmann/Gálfy/Wirth/Andre/Geissler/Grbenic/Grbenic, Betriebswirtschaft HAK II, Wien, 2009.

Stadler Bussnang AG, Triebwagen ET1- ET9 (interne betriebliche Unterlage), Bussnang, 2013.

Interviews

Gansch, Thomas, Werkstättenleiter Laubenbachmühle, Niederösterreichische Verkehrsorganisationsges.m.b.H., persönliches Interview zum Thema Instandhaltung der Himmelstreppe, Laubenbachmühle, 22. Jänner 2019.

Holzmüller, Josef, Leiter – Stellvertreter Eisenbahnverkehr, Sattlberger, Thomas, Leiter – Stellvertreter Eisenbahnverkehr, Stern & Hafferl Verkehrsgesellschaft m.b.H., persönliches Interview zum Thema Entwicklung des Halbstundentakts auf der Linzer Lokalbahn, Gmunden, 05. Februar 2019.

Obholzer, Hannes, Bahnmeister, Zillertaler Verkehrsbetriebe AG, persönliches Interview zum Thema Entwicklung des Halbstundentakts auf der Zillertalbahn, Jenbach, 18. Februar 2019.

Schendl, Johannes, Leiter Infrastruktur Betriebsführung, Niederösterreichische Verkehrsorganisationsges.m.b.H. persönliches Interview zum Thema Fahrplan der Mariazellerbahn und Auswirkungen des Halbstundentakts auf den Eisenbahnbetrieb, St. Pölten, 19. Februar 2019.

Schreilechner, Markus, Leiter Unternehmensentwicklung, Niederösterreichische Verkehrsorganisationsges.m.b.H., persönliches Interview zum Thema Auswirkungen des Halbstundentakts auf das Unternehmen, St. Pölten, 11. April 2019.

Schroll, Philip, Mitarbeiter Unternehmensentwicklung; Niederösterreichische Verkehrsorganisationsges.m.b.H., persönliches Interview zum Thema Entwicklung der Fahrgastzahlen & Fahrgastbefragungen der NÖVOG in den letzten Jahren, St. Pölten, 11. April 2019.

Stramitzer, Walter, Centerleiter Pinzgauer Lokalbahn, Salzburg AG für Energie, Verkehr und Kommunikation, persönliches Interview zum Thema Entwicklung des Halbstundentakts auf der Pinzgauer Lokalbahn, St. Pölten, 04. Dezember 2018.

Tschudnig, Michael, Leiter Bahnmeisterei West, Niederösterreichische Verkehrsorganisationsges.m.b.H., persönliches Interview zum Thema Auswirkungen des Halbstundentakts auf die Infrastruktur, St. Pölten, 07. März 2019.

Zinner, Patrick, Leiter Energie- und Signalmeisterei, Niederösterreichische Verkehrsorganisationsges.m.b.H., persönliches Interview zum Thema Auswirkungen des Halbstundentakts auf den Energieverbrauch, St. Pölten, 07. März 2019.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtskarte Mariazellerbahn.....	13
Abbildung 2: PendlerInnenverteilung gemessen an der Gesamtbevölkerung	16
Abbildung 3: Schmalspurtriebwagen des Typs ET "Himmelstreppe"	19
Abbildung 4: Zug/Bremskraft "Himmelstreppe" in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit....	21
Abbildung 5: Zugkraft – Geschwindigkeitsdiagramm Stadler GTW 2/6 EMU – 94 81 4062 der Steiermärkischen Landesbahnen	22
Abbildung 6: Streckenverlauf der Linzer Lokalbahn.....	34
Abbildung 7: Linienführung der Zillertalbahn.....	37
Abbildung 8: Linienführung Pinzgauer Lokalbahn.....	39
Abbildung 9: Infrastruktur für die Betriebssimulationen	42
Abbildung 10: Bildfahrplan der Grundsimulation	45
Abbildung 11: Grundsimulation ohne VzG - Anpassungen	46
Abbildung 12: Simulation mit VzG- Anpassungen auf der Bergstrecke.....	47
Abbildung 13: Stundentakt auf der Bergstrecke.....	48
Abbildung 14: Halbstundentakt zwischen St. Pölten und Kirchberg	49
Abbildung 15: Übersicht über die VzG – Anhebungen.....	50
Abbildung 16: Halbstundentakt zwischen St. Pölten und Kirchberg ohne VzG – Anpassungen	51
Abbildung 17: Halbstundentakt zwischen St. Pölten und Kirchberg mit VzG – Anpassungen	51
Abbildung 18: Gemeinsame Simulation des Halbstundentakts auf der Talstrecke und des Stundentakts auf der Bergstrecke	55
Abbildung 19: Übersicht über die Langsamfahrstellen mit Stichtag 21. Juli 2019.....	56
Abbildung 20: Auswirkungen von hohen Temperaturen auf die Infrastruktur	57
Abbildung 21: Bildfahrplan einer zusätzlichen Trasse zwischen St. Pölten Alpenbahnhof und Laubenbachmühle.....	58
Abbildung 22: Auswirkungen einer zusätzlichen Trasse zwischen St. Pölten Alpenbahnhof und Laubenbachmühle.....	60
Abbildung 23: Simulation einer Anschlussverspätung ab St. Pölten Hauptbahnhof	62
Abbildung 24: Auswirkungen der Szenarien eins bis drei	63
Abbildung 25: Simulation eines reinen Halbstundentakts	64

Abbildung 26: Mathematische Darstellung Elastizität	67
Abbildung 27: Elastizitätsberechnung Wert 1	68
Abbildung 28: Elastizitätsberechnung Wert 2	68
Abbildung 29: Tabellenfahrplan Halbstundentakt Fahrtrichtung 1	71
Abbildung 30: Tabellenfahrplan Halbstundentakt Fahrtrichtung 2	72
Abbildung 31: Zweigleisiger Ausbau der Station Steinschal – Tradigist	75

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Gemeinden im Pielaichatal	14
Tabelle 2: Fahrzeitenvergleich der unterschiedlichen Verkehrsträger.....	17
Tabelle 3: Technische Daten Himmelstreppe	20
Tabelle 4: Instandhaltungsstufen ET – Himmelstreppe.....	23
Tabelle 5: Übersicht über die Wartungsintervalle der Himmelstreppen.....	24
Tabelle 6: Fahrgastentwicklung Mariazellerbahn 2012-2018	27
Tabelle 7: Fahrtzweck der Reisenden	28
Tabelle 8: Gruppengrößen der Reisenden.....	29
Tabelle 9: Übersicht der verschiedenen Module und Szenarien	43
Tabelle 10: Übersicht VzG - Anhebungen und deren Auswirkungen.....	52
Tabelle 11: Auswertung VzG - Anhebungen mittels „ABC – Analyse“.....	53
Tabelle 12: Auswertungen VzG - Anhebung mittels „Pareto - Prinzip“	54
Tabelle 13: Übersicht der von der Taktverdichtung betroffenen Gemeinden.....	65
Tabelle 14: Vergleichswerte der Elastizitäten unterschiedlicher Beispiele	67
Tabelle 15: Fahrgastentwicklung 2012 bis 2027,	70
Tabelle 16: Aufschlüsselung der Kosten der VzG - Abschnitte	79
Tabelle 17: Kostenübersicht Halbstundentakt.....	80

Anhang

Anhang 1: Fuhrpark Nostalgieverkehr NÖVOG¹⁰⁵

E7	E-Lok (ehemalig ÖBB 1099.07)
E10	E-Lok (ehemalig ÖBB 1099.10)
E14	E-Lok (ehemalig ÖBB 1099.14)
V9	Diesellok (ehemalig ÖBB 2095.09)
V10	Diesellok (ehemalig ÖBB 2095.10)
V15	Diesellok (ehemalig ÖBB 2095.15)
P1	Panoramawagen
P2	Panoramawagen
P3	Panoramawagen
P4	Panoramawagen
A3204	Salonwagen
A3112	Gesellschaftswagen
B3120	Ötscherbärwagen
B3146	Ötscherbärwagen
B3159	Ötscherbärwagen
B3167	Ötscherbärwagen
B3202	Ötscherbärwagen
WR5603	Speisewagen
BD4100	Ötscherbärwagen
WR5600	Buffetwagen
Mh6	Dampflokomotive

¹⁰⁵ Vgl. Schendl, 2019.

Anhang 2: Fahrplan der Mariazellerbahn gültig von 09. Dezember 2018 bis 14. Dezember 2020¹⁰⁶

St. Pölten Hbf. - Mariazell

gültig von 9. Dezember 2018 bis 14. Dezember 2019

NOVOG

Mariazell - St. Pölten Hbf.

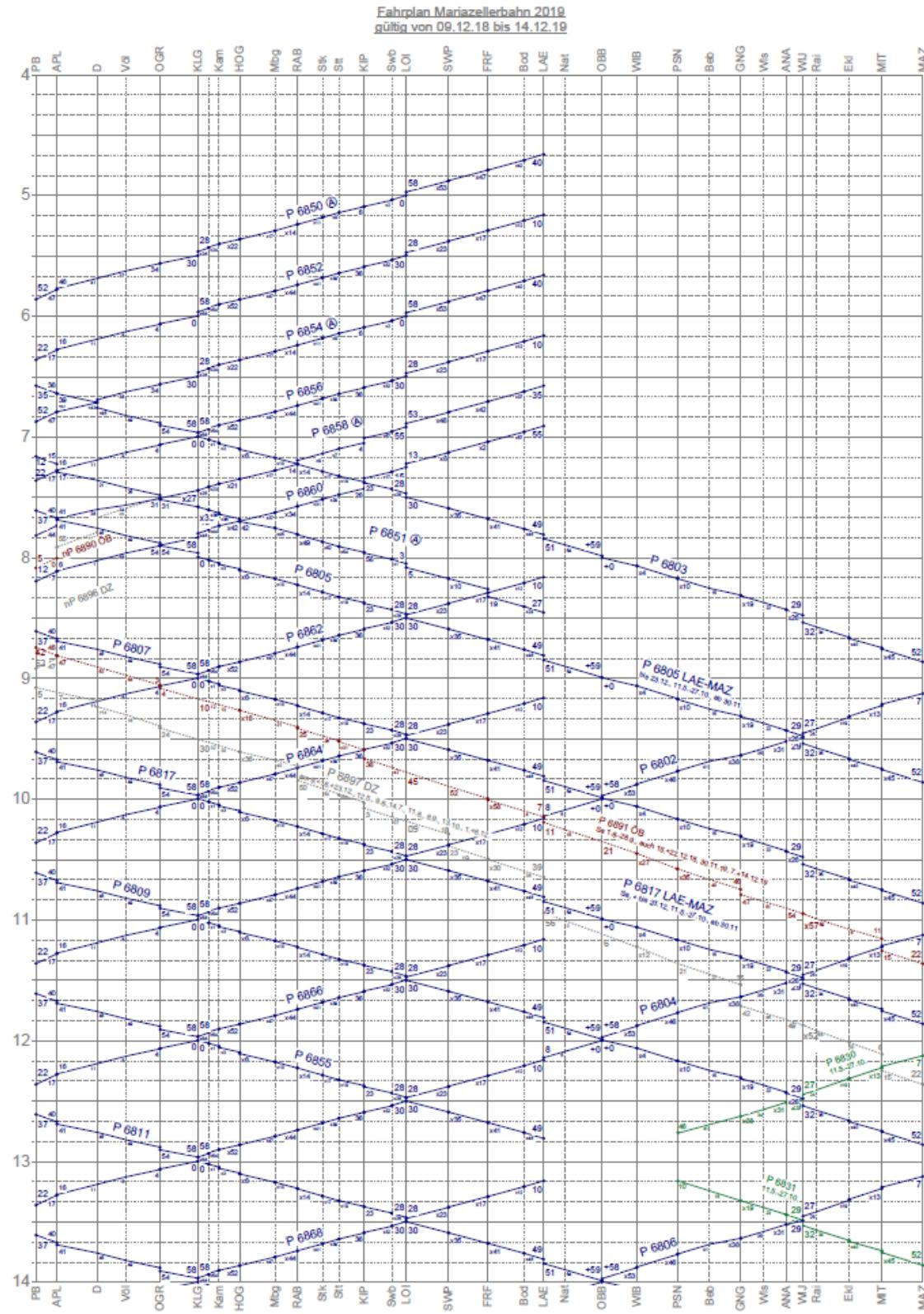
gültig von 9. Dezember 2018 bis 14. Dezember 2019

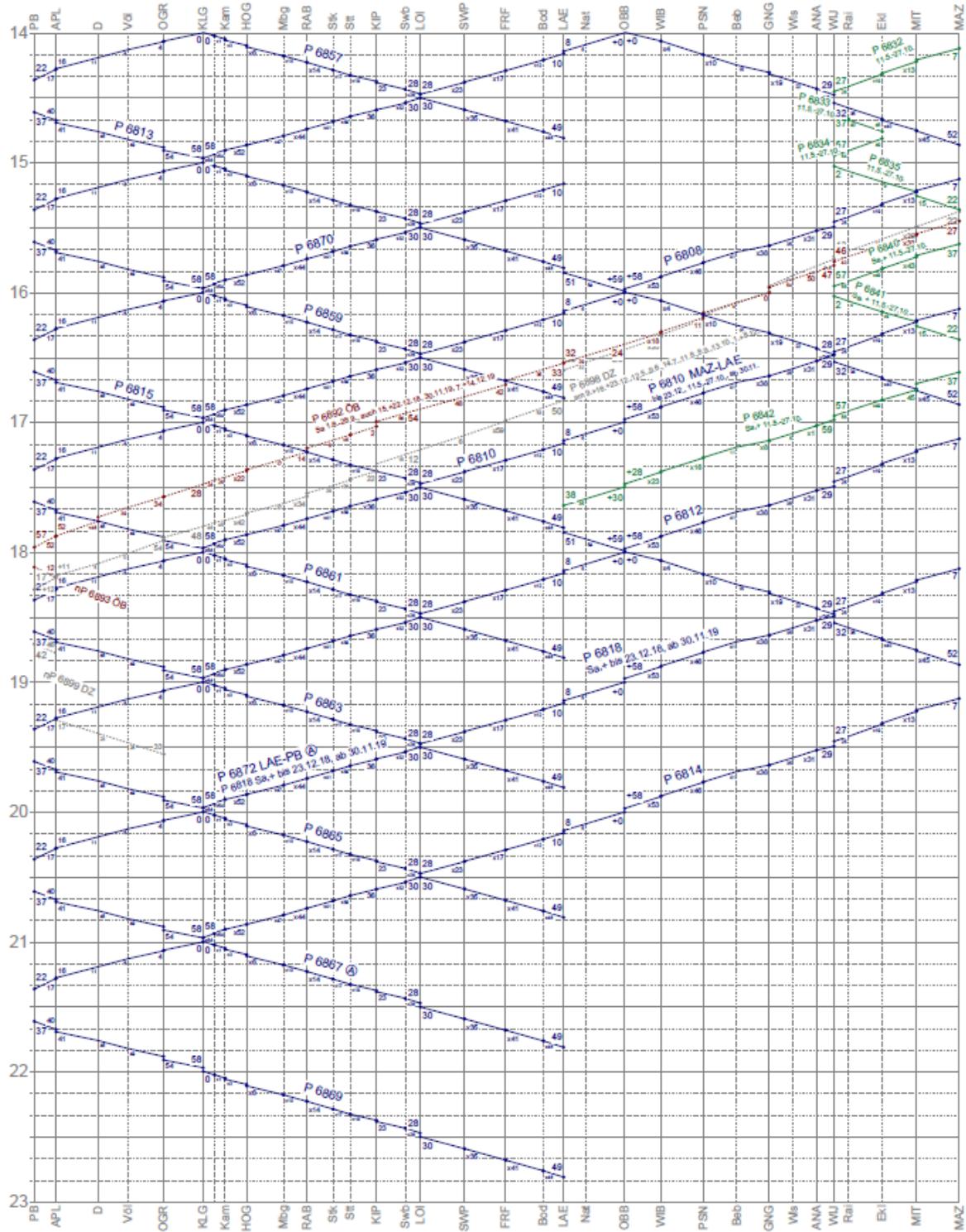
NOVOG

Marziesel Busbahnhof (Zentrum)		8:40	8:40	10:45	11:40	12:50	14:40	14:55	15:40	16:40	17:40										
Marziesel Bahnhof		8:40	8:44	10:49	11:45	12:51	14:45	14:56	15:44	16:44	17:45										
				Wendung		Wendung		Wendung		Wendung											
											Abfertigung										
Marziesel		8:07	11:07	12:07	13:07	14:07	15:07	15:27	15:22	15:37	16:07	16:37	17:07	18:07	19:07						
Mitterbach (Gemeindegebiet)		x:0:13	x:11:13	x:12:13	x:13:13	x:14:13	x:15:13	x:15:23	x:15:20	x:15:23	x:16:13	x:16:45	x:17:13	x:18:13	x:19:13						
Erlaufkause		x:0:19	x:11:19	x:12:19	x:13:19	x:14:19	x:14:49	x:15:19	x:15:1	x:15:49	x:16:19	x:16:49	x:17:19	x:18:19	x:19:19						
Wienberucker-Josefsberg		x:0:29	x:11:29	x:12:29	x:13:29	x:14:27	x:14:57	x:15:29	x:15:47	x:15:57	x:16:29	x:16:59	x:17:29	x:18:29	x:19:29						
Annaberg		x:0:31	x:11:31	x:12:31	x:13:31	x:14:31	x:15:31	x:15:31	x:15:31	x:15:31	x:16:31	x:17:31	x:18:31	x:19:31	x:20:31						
Gösing		x:0:38	x:11:38	x:12:38	x:13:38	x:14:38	x:15:38	x:16:00	x:16:00	x:16:38	x:17:08	x:17:38	x:18:38	x:19:38	x:20:38						
Puchenstuben		x:0:45	x:11:45	x:12:45	x:13:45	x:14:45	x:15:45	x:16:11	x:16:11	x:16:48	x:17:16	x:17:46	x:18:45	x:19:45	x:20:45						
Winterbach		x:0:53	x:11:53	x:12:53	x:13:53	x:14:53	x:15:53	x:16:18	x:16:20	x:16:53	x:17:23	x:17:53	x:18:53	x:19:53	x:20:53						
Laubenbachmühle		10:00	12:00	14:00	16:08	16:32	16:36	17:08	17:38	18:08	19:08	20:08									
Laubenbachmühle	ab	8:40	5:10	8:40	6:10	8:35	6:55	8:10	8:10	11:40	12:00	13:10	15:10	16:10	18:10	19:10					
Laubenbachmühle		x:0:42	x:0:12	x:0:12	x:0:37	x:0:57	x:0:52	x:0:12													
Frankenfels		x:0:47	x:0:17	x:0:17	x:0:42	x:0:02	x:0:17														
Schwarzenbach a. d. Piach		x:0:53	x:0:23	x:0:53	x:0:23	x:0:48	x:0:08	x:0:23													
Loich		x:0:00	x:0:30	x:0:00	x:0:30	x:0:55	x:0:15	x:0:30													
Schwerbach		x:0:02	x:0:32	x:0:32	x:0:57	x:0:17	x:0:32														
Kirchberg a. d. Piach		x:0:06	x:0:36	x:0:06	x:0:36	x:0:38															
Steinbach-Tragdist		x:0:39	x:0:00	x:0:39	x:0:07	x:0:29	x:0:39														
Steinklamm		x:0:11	x:0:41	x:0:11	x:0:41	x:0:39	x:0:41														
Rabenstein a. d. Piach		x:0:14	x:0:47	x:0:14	x:0:47	x:0:34	x:0:44														
Hofstetten-Grünau		x:0:21	x:0:47	x:0:21	x:0:47	x:0:37	x:0:47														
Kammerhof		x:0:24	x:0:52	x:0:22	x:0:52	x:0:21	x:0:52														
Weinburg		x:0:26	x:0:55	x:0:26	x:0:55	x:0:25	x:0:48	x:0:58													
Klangen		x:0:30	x:0:00	x:0:30	x:0:00	x:0:27	x:0:50	x:0:00													
Ober-Grafendorf		x:0:34	x:0:64	x:0:34	x:0:64	x:0:31	x:0:44	x:0:64													
S. Pölten Alpenb		x:0:47	x:0:17	x:0:47	x:0:17	x:0:07	x:0:17														
S. Pölten Hbf		0:52	6:22	0:52	7:22	8:49	8:12	9:22	10:22	11:22	12:22	13:22	14:22	15:22	16:22	17:22	18:22	19:22	20:22	21:22	
St. Pölten Hbf		6:02	6:32	7:02	7:32	8:02	8:32	9:32	10:32	11:32	12:32	13:32	14:32	15:32	16:32	17:32	18:16	18:32	19:32	20:32	21:32

¹⁰⁶Vgl. https://www.mariazellerbahn.at/data/_mariazellerbahn/mediadb/cms_mime/%7B9aa0a7fa-f8bf-dde9-chb5-4c2647387ce0%7D.pdf 22.05.2019

Anhang 3: Bildfahrplan der Mariazellerbahn¹⁰⁷





¹⁰⁷ Vgl. NÖVOG, Bildfahrplan, 2019.

Anhang 4: Fahrplan der Linzer Lokalbahn¹⁰⁸

Anhang 5: Fahrplan der Zillertalbahn¹¹⁰

LINIE ZB1/310		Jenbach - Mayrhofen i. Z.																													
Zug-Nr.	Verkehrseinschränkung	R119	R121	R123	R125	R127	R129	R131	R133	R135	D211	R137	R139	R141	R143	R145	R147	R149	R151	R153	R155	R157	R159	R161	R163	R165	R167	R169	R171		
Jenbach Bahnhof Zillertalbahn		6.30	6.52	7.46	8.03	8.36	9.09	9.36	10.09	10.36	10.42	11.08	11.36	12.09	12.36	13.09	13.36	14.09	14.36	15.09	15.38	16.09	16.36	17.09	17.36	18.09	18.36	18.56	20.07		
Rotholz Bahnhof	x	6.33	6.55	7.48	8.12	8.39	9.11	9.39	10.11	10.39		11.11	11.39	12.11	12.39	13.11	13.39	14.11	14.39	15.11	15.39	16.11	16.39	17.11	17.39	18.11	18.39	18.58	20.09		
Strass i. Z. Bahnhof	x	6.37	6.59	7.52	8.16	8.43	9.15	9.43	10.15	10.43	10.51	11.15	11.43	12.15	12.43	13.15	13.43	14.15	14.43	15.15	15.43	16.15	16.43	17.15	17.45	18.15	18.42	19.02	20.13		
Schlitters-Bruck a. Z. Bahnhof	x	6.39	7.03	7.55	8.19	8.46	9.18	9.46	10.18	10.46	10.59	11.18	11.46	12.18	12.46	13.18	13.46	14.18	14.46	15.18	15.46	16.18	16.46	17.18	17.48	18.18	18.46	19.06	20.17		
Gagerng Bahnhof	x	6.41	7.06	7.58	8.21	8.49	9.20	9.49	10.20	10.49		11.20	11.49	12.20	12.49	13.20	13.49	14.20	14.49	15.20	15.49	16.20	16.49	17.20	17.49	18.20	18.48	19.08	20.19		
Fügen-Hart i. Z. Bahnhof	6.46	7.09	8.04	8.25	8.54	9.24	9.54	10.24	10.54	11.12	11.24	11.54	12.24	12.54	13.24	13.54	14.24	14.54	15.24	15.54	16.24	16.54	17.24	17.54	18.24	18.52	19.12	20.23			
Kapling i. Z. Bahnhof	x	6.48	7.11	8.06	8.27	8.56	9.26	9.56	10.26	10.56		11.26	11.56	12.26	12.56	13.26	13.56	14.26	14.56	15.26	15.56	16.26	16.56	17.26	17.56	18.26	18.54	19.14	20.25		
Uderns i. Z. Bahnhof	6.49	7.13	8.08	8.29	8.58	9.28	9.58	10.28	10.58	11.17	11.28	11.58	12.28	12.58	13.28	13.58	14.28	14.58	15.28	15.58	16.28	16.58	17.28	17.58	18.28	18.56	19.16	20.26			
Ried i. Z. Bahnhof	x	6.52	7.16	8.12	8.32	9.01	9.31	10.01	10.31	11.01	11.23	11.31	12.01	12.31	13.01	13.31	14.01	14.31	15.01	15.31	16.01	16.31	17.01	17.31	18.01	18.31	18.59	19.19	20.29		
Kaltenbach-Stumm i. Z. Bahnhof	6.56	7.20	8.15	8.36	9.05	9.35	10.05	10.35	11.05	11.29	11.35	12.05	12.35	13.05	13.35	14.05	14.35	15.05	15.35	16.05	16.35	17.05	17.35	18.05	18.35	19.03	19.23	20.33			
Angererbach-Ahrnbach Bahnhof	x	6.58	7.22	8.17	8.38	9.07	9.37	10.07	10.37	11.07		11.37	12.07	12.37	13.07	13.37	14.07	14.37	15.07	15.37	16.07	16.37	17.07	17.37	18.07	18.37	19.07	19.25	20.35		
Aschau i. Z. Bahnhof	7.03	7.27	8.21	8.42	9.11	9.41	10.11	10.41	11.11	11.44	11.41	12.11	12.41	13.11	13.41	14.11	14.41	15.11	15.41	16.11	16.41	17.11	17.41	18.11	18.41	19.08	19.28				
Erlach i. Z. Bahnhof	x	7.05	7.29	8.23	8.44	9.13	9.43	10.13	10.43	11.13		11.43	12.13	12.43	13.13	13.43	14.13	14.43	15.13	15.43	16.13	16.43	17.13	17.43	18.13	18.43	19.11	19.31	20.41		
Zell a. Z. Bahnhof	7.10	7.35	8.28	8.49	9.18	9.48	10.18	10.48	11.18	11.55	11.48	12.18	12.48	13.18	13.48	14.18	14.48	15.18	15.48	16.18	16.48	17.18	17.48	18.18	18.48	19.15	19.35	20.45			
Laimach-Regionalmuseum Zillertal Bahnhof	x	7.12	7.37	8.29	8.50	9.19	9.49	10.19	10.49	11.19	11.58	11.49	12.19	12.49	13.19	13.49	14.19	14.49	15.19	15.49	16.19	16.49	17.19	17.49	18.19	18.49	19.16	19.36	20.46		
Ramsau i. Z.-Hippach Bahnhaltstell	7.16	7.41	8.33	8.54	9.23	9.53	10.23	10.53	11.23	12.03	11.53	12.23	12.53	13.23	13.53	14.23	14.53	15.23	15.53	16.23	16.53	17.23	17.53	18.23	18.53	19.23	19.40	20.50			
Bichl i. Z. Bahnhof	x	7.18	7.43	8.35	8.56	9.25	9.56	10.25	10.55	11.25	11.55	12.25	12.55	13.25	13.55	14.25	14.55	15.25	15.55	16.25	16.55	17.25	17.55	18.25	18.55	19.22	19.42	20.52			
Mayrhofen i. Z. Bahnhof	7.22	7.47	8.39	9.00	9.29	9.59	10.29	10.59	11.29	12.14	11.59	12.29	12.59	13.29	13.59	14.29	14.59	15.29	15.59	16.29	16.59	17.29	17.59	18.29	18.59	19.26	19.46	20.56			
LINIE ZB1/310		Mayrhofen i. Z. - Jenbach																													
Zug-Nr.	Verkehrseinschränkung	R118	Z102	R120	R122	R124	R126	R128	R130	R132	R134	R136	R138	R140	R142	R144	R146	R148	R150	D212	R152	R154	R156	R158	R160	R162	R164	R166	R168	R170	
Mayrhofen i. Z. Bahnhof		5.46	5.59	6.10	6.35	7.32	8.17	8.47	9.17	9.47	10.17	10.47	11.17	11.47	12.17	12.47	13.17	13.47	14.17	14.33	14.47	15.17	15.47	16.17	16.47	17.17	17.47	18.17	19.07	19.49	
Bichl i. Z. Bahnhof	x	5.49	1	6.13	6.38	7.35	8.20	8.50	9.20	9.50	10.20	10.50	11.20	11.50	12.20	12.50	13.20	13.50	14.20		14.50	15.20	15.50	16.20	16.50	17.20	17.50	18.20	19.10	19.52	
Ramsau i. Z.-Hippach Bahnhaltstell	x	5.52	6.04	6.16	6.41	7.38	8.23	8.53	9.23	9.53	10.23	10.53	11.23	11.53	12.23	12.53	13.23	13.53	14.23	14.43	14.53	15.23	15.53	16.23	16.53	17.23	17.53	18.23	19.13	19.55	
Laimach-Regionalmuseum Zillertal Bahnhof	x	5.54	1	6.18	6.43	7.39	8.25	8.55	9.25	9.55	10.25	10.55	11.25	11.55	12.25	12.55	13.25	13.55	14.25	14.46	14.55	15.25	15.55	16.25	16.55	17.25	17.55	18.25	19.15	19.57	
Zell a. Z. Bahnhof	x	5.57	6.08	6.21	6.47	7.42	8.29	8.59	9.29	9.59	10.29	10.59	11.29	11.59	12.29	12.59	13.29	13.59	14.29	14.50	14.59	15.29	15.59	16.29	16.59	17.29	17.59	18.29	19.19	20.00	
Erlach i. Z. Bahnhof	x	5.59	1	6.23	6.49	7.44	8.31	9.01	9.31	10.01	10.31	11.01	11.31	12.01	12.31	13.01	13.31	14.01	14.31		15.01	15.31	16.01	16.31	17.01	17.31	18.02	18.31	19.21	20.03	
Aschau i. Z. Bahnhof	x	6.03	6.13	6.27	6.53	7.48	8.35	9.05	9.35	10.05	10.35	11.05	11.35	12.05	12.35	13.05	13.35	14.05	14.35	14.59	15.05	15.35	16.05	16.35	17.05	17.35	18.05	18.35	19.24	20.06	
Angererbach-Ahrnbach Bahnhof	x	6.06	1	6.29	6.55	7.51	8.37	9.07	9.37	10.07	10.37	11.07	11.37	12.07	12.37	13.07	13.37	14.07	14.37		15.07	15.37	16.07	16.37	17.07	17.37	18.08	18.37	19.27	20.09	
Kaltenbach-Stumm i. Z. Bahnhof	x	6.10	6.18	6.34	6.54	6.59	7.55	8.41	9.11	9.41	10.11	10.41	11.11	11.41	12.11	12.41	13.11	13.41	14.11	14.41	15.15	15.11	15.41	16.11	16.41	17.11	17.41	18.11	18.41	19.31	20.12
Ried i. Z. Bahnhof	x	6.12	1	6.36	7.01	7.57	8.43	9.13	9.43	10.13	10.43	11.13	11.43	12.13	12.43	13.13	13.43	14.13	14.43	15.18	15.13	15.43	16.13	16.43	17.13	17.43	18.13	18.43	19.33	20.14	
Uderns i. Z. Bahnhof	x	6.16	6.24	6.40	7.06	8.01	8.47	9.17	9.47	10.17	10.47	11.17	11.47	12.17	12.47	13.17	13.47	14.17	14.47	15.29	15.17	15.47	16.17	16.47	17.17	17.47	18.18	18.47	19.37	20.19	
Kapling i. Z. Bahnhof	x	6.17	1	6.41	7.07	8.02	8.48	9.18	9.48	10.18	10.48	11.18	11.48	12.18	12.48	13.18	13.48	14.18	14.48		15.18	15.48	16.18	16.48	17.18	17.48	18.18	18.48	19.38	20.21	
Fügen-Hart i. Z. Bahnhof	x	6.20	6.28	6.46	7.10	8.05	8.52	9.23	9.52	10.23	10.52	11.23	11.52	12.23	12.52	13.23	13.52	14.23	14.52	15.37	15.23	15.52	16.23	16.52	17.23	17.52	18.24	18.52	19.41	20.24	
Gagerng Bahnhof	x	6.22	1	6.50	7.13	8.08	8.55	9.26	9.55	10.26	10.55	11.26	11.55	12.26	12.55	13.26	13.55	14.26	14.55		15.26	15.55	16.26	16.55	17.26	17.55	18.27	18.55	19.44	20.27	
Schlitters-Bruck a. Z																															

Anhang 6: Fahrplan der Pinzgauer Lokalbahn¹¹¹

Salzburg Verkehr
verbindet

Zell am See Lokalbahn - Krimml

gültig von 09.12.2018 - 14.12.2018

111

Val

https://www.pinzgauerlokalbahn.at/content/dam/websites/pinzgauerlokalbahn/Downloads/Fahrplan_Krimmel_2019_3.pdf, 2019.