



Ausbauszenarien Pyhrnbahn

Diplomarbeit
Sommersemester 2018

Christian Forstner, BSc
1610694806

Fachliche Betreuung: Dipl.-Ing. Thomas Preslmayr
Formale Betreuung: Dipl.-Ing. Thomas Preslmayr

Vorwort und Danksagung

Mein besonderer Dank geht an meinen formalen sowie fachlichen Betreuer, Herrn Dipl.-Ing. Thomas Preslmayr, der mich vor und während der Erstellung meiner Diplomarbeit großartig unterstützt hat. Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei den zuständigen Damen und Herren der Österreichischen Bundesbahnen, welche mir alle notwendigen Daten zur Verfügung gestellt haben.

Nicht nur mein beruflicher Werdegang, sondern auch das private Interesse an der Pyhrnstrecke hat mir bei der Auswahl des Diplomarbeitsthemas geholfen. Großes Interesse für mögliche Ausbauszenarien der Pyhrnstrecke sowie das Ziel vor Augen, die Bahn für viele Personen ein Stück attraktiver zu gestalten, haben die Auswahl des Themas für mich sehr leicht gemacht. Im Zuge meiner Recherchen wurde die Kenntnis der Pyhrnstrecke gestärkt und ein immer größer werdendes Interesse an den Zielstellungen geweckt.

Erklärung zur Veröffentlichung

Der Autor erklärt sich damit einverstanden, dass die FH St. Pölten die vorliegende Arbeit in geeigneter Weise unter Nennung des Autors 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

In der folgenden Arbeit wird die bestehende Infrastruktur sowie der Fahrplan der Pyhrnstrecke beschrieben. Weiter wurde ein neuer Fahrplan konstruiert, welcher eine Zielerreichung ermöglicht. Durch eine Bestandssimulation im Programm RailSys wurden Konflikte zwischen dem neu entworfenen Fahrplan und der bestehenden Infrastruktur ausgearbeitet. Um die Ziele, zur Einsparung der Kantenfahrzeit sowie zur Leistungssteigerung zu erreichen bzw. eine konfliktfreie Umsetzung des neuen Fahrplanes zu ermöglichen, wurden mehrere Ausbaumaßnahmen erarbeitet. Nach Einarbeitung der Ausbaumaßnahmen in das Programm RailSys, welche in Summe 357.317.472,8 € kosten, wurde eine erneute Simulation durchgeführt. Zuletzt wurden Berechnungen des Infrastrukturbenutzungsentgeltes durchgeführt und ein Vergleich zwischen aktuellen sowie neuen Einnahmen gegenübergestellt. Um Relationen zu den gesteigerten Mehreinnahmen zu erhalten, welche durch das erhöhte Angebot im Personen- sowie Güterverkehr erzielt werden, ist eine Tabelle mit den Einnahmen durch das Infrastrukturbenutzungsentgelt angeführt.

Abstract

The following thesis describes the existing infrastructure as well as the timetable of the Pyhrnstrecke. Furthermore, a new timetable is designed, which makes it possible to achieve different goals. An inventory simulation on the RailSys program resulted conflicts between the redesigned timetable and the existing infrastructure. In order to achieve the goals of saving time on the track as well as to increase performance and to enable a conflict-free implementation of the new timetable, several expansion measures are developed. After processing the expansion measures in the RailSys program, which cost a total of € 357,317,472.8, a new simulation was carried out. Most recently, infrastructure usage fee calculations were made and a comparison was made between current and new revenues. In order to obtain relations, which are achieved by the increased offer in passenger and freight traffic, a table with the income through the infrastructure use fee is quoted.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	6
1.1	Erläuterung der Problemstellung.....	6
1.2	Forschungsfrage/Ziel der Arbeit.....	6
1.3	Methoden und Aufbau der Arbeit.....	7
2	Bestandsanalyse	8
2.1	Streckenführung, Bahnhöfe und VzG.....	8
2.1.1	Hauptbahnhof Linz	9
2.1.2	Bahnhof Linz-Wegscheid.....	10
2.1.3	Bahnhof Traun.....	11
2.1.4	Bahnhof Nettingsdorf.....	12
2.1.5	Bahnhof Neuhofen an der Krems.....	13
2.1.6	Bahnhof Kematen an der Krems	14
2.1.7	Bahnhof Rohr-Bad Hall.....	15
2.1.8	Bahnhof Kremsmünster.....	16
2.1.9	Bahnhof Wartberg an der Krems.....	17
2.1.10	Bahnhof Schlierbach	18
2.1.11	Bahnhof Kirchdorf an der Krems	19
2.1.12	Bahnhof Micheldorf.....	20
2.1.13	Bahnhof Klaus	20
2.1.14	Bahnhof Steyrling	21
2.1.15	Bahnhof Hinterstoder.....	22
2.1.16	Bahnhof Pießling-Vorderstoder	23
2.1.17	Bahnhof Windischgarsten.....	24
2.1.18	Bahnhof Spital am Pyhrn.....	25
2.1.19	Betriebstelle Linzerhaus	26
2.1.20	Bahnhof Ardnig.....	26
2.1.21	Bahnhof Selzthal	27
2.2	Fahrplan Pyhrnstrecke	28
3	Kapazitätsengpässe	28
4	Maßnahmen aus dem Rahmenplan	30
4.1	Ziele aus dem Rahmenplan.....	30
4.2	Rahmenplanprojekte	31
4.3	Zielerreichung des Rahmenplans.....	33
5	Simulation der bestehenden Infrastruktur.....	33
5.1	Ziel Simulation	33
5.2	Parameter der Trassenkonstruktion in RailSys	33
5.3	Fahrplankonstruktion	34
5.4	Zielfahrplan von Linz Hbf. in Richtung Kirchdorf an der Krems	35

5.4.1	Angebotsübersicht des Fahrplanes Linz Hbf. in Richtung Kirchdorf an der Krems	36
5.4.2	Conclusio Fahrplan von Linz Hbf. in Richtung Kirchdorf an der Krems	38
5.5	Zielfahrplan von Kirchdorf an der Krems in Richtung Linz Hbf.	39
5.5.1	Angebotsübersicht des Fahrplans von Kirchdorf an der Krems nach Linz Hbf.	40
5.5.2	Conclusio Fahrplan von Linz Hbf. in Richtung Kirchdorf an der Krems	42
5.6	Übersicht der Maßnahmen	43
5.6.1	Maßnahmen zur Konfliktbeseitigung	43
5.6.2	Maßnahmen zur Steigerung der Kantenfahrzeit	44
6	Ausbauszenario Pyhrnstrecke	45
6.1	Ziele	45
6.2	Ausbauabschnitt Nettingsdorf - Neuhofen an der Krems	45
6.2.1	Kostenaufstellung für den Ausbau Nettingsdorf - Neuhofen an der Krems:	46
6.2.2	Conclusio Ausbauabschnitt Nettingsdorf - Neuhofen an der Krems	47
6.3	Ausbauabschnitt Neuhofen an der Krems - Kematen an der Krems	48
6.3.1	Kostenaufstellung für den Ausbau Neuhofen an der Krems - Kematen an der Krems:	48
6.3.2	Conclusio Ausbauabschnitt Neuhofen an der Krems - Kematen an der Krems	49
6.4	Ausbauabschnitt Kematen an der Krems - Rohr-Bad Hall	49
6.4.1	Kostenaufstellung für den Ausbau Kematen an der Krems - Rohr-Bad Hall:	50
6.4.2	Conclusio Ausbauabschnitt Kematen an der Krems - Rohr-Bad Hall	51
6.5	Ausbauabschnitt Rohr-Bad Hall - Kremsmünster	51
6.6	Ausbauabschnitt Kremsmünster - Krift	52
6.7	Ausbauabschnitt Wartberg an der Krems - Kirchdorf an der Krems	52
6.7.1	Kostenaufstellung für den Ausbau Wartberg an der Krems - Kirchdorf an der Krems:	53
6.7.2	Conclusio Ausbauabschnitt Wartberg an der Krems - Kirchdorf an der Krems	54
6.8	Ausbauabschnitt Kirchdorf an der Krems - Micheldorf	54
6.8.1	Kostenaufstellung für den Ausbau Kirchdorf an der Krems - Micheldorf:	55
6.8.2	Conclusio Ausbauabschnitt Kirchdorf an der Krems - Micheldorf	56
6.9	Ausbauabschnitt Micheldorf - Klaus	56
6.9.1	Kostenaufstellung für den Ausbau Micheldorf - Klaus:	58
6.9.2	Conclusio Ausbauabschnitt Micheldorf - Klaus	58
6.10	Ausbauabschnitt Klaus - Hinterstoder	59
6.10.1	Kostenaufstellung für den Ausbau Klaus - Hinterstoder:	60
6.10.2	Conclusio Ausbauabschnitt Klaus - Hinterstoder	61
6.11	Ausbauabschnitt Bahnhof Hinterstoder	61
6.11.1	Kostenaufstellung für den Ausbauabschnitt Bahnhof Hinterstoder:	62
6.11.2	Conclusio Ausbauabschnitt Bahnhof Hinterstoder	62
6.12	Ausbauabschnitt Hinterstoder - Roßleithen	63
6.13	Ausbauabschnitt Bahnhof Ardning	63
6.13.1	Kostenaufstellung für den Ausbauabschnitt Bahnhof Ardning:	64
6.13.2	Conclusio Ausbauabschnitt Bahnhof Ardning	64
6.14	Gesamtkosten Ausbauszenarien	64

7	Simulation Ausbauszenarien.....	65
7.1	Bildfahrpläne nach Ausbauszenario.....	65
7.2	Conclusio Ausbauszenario	67
8	Berechnung Infrastrukturbenützungsentgelt	68
8.1	Definition Infrastrukturbenützungsentgelt.....	68
8.2	Aktuelle Einnahmen durch das Infrastrukturbenützungsentgelt.....	71
8.3	Zukünftige Einnahmen durch das Infrastrukturbenützungsentgelt.....	74
8.4	Conclusio Infrastrukturbenützungsentgelt	77
9	Conclusio	78

1 Einleitung

1.1 Erläuterung der Problemstellung

In den letzten Jahren wurde die Pyhrn-Autobahn laufend modernisiert und ist mit der Inbetriebnahme der Tunnelkette Klaus im Jahr 2018 vollständig zweispurig befahrbar. Im Wettbewerb mit dem motorisierten Individualverkehr bedeuten diese Ausbauten auf der Autobahn einen immer größer werdenden Wettbewerbsnachteil für den Schienenverkehr, wodurch die Leistungsfähigkeit sowie die Fahrzeit auf der Schiene gegenüber der Straße immer unausgeglichener wird. Lange eingleisige Abschnitte und kurze Bahnhofslängen stellen für den Betrieb dieser Eisenbahnstrecke eine große Herausforderung dar. Viele dieser Streckenabschnitte weisen neben den betrieblichen Einschränkungen auch enge Bogenradien auf, welche viele Geschwindigkeitseinschränkungen auf der Strecke mit sich bringen. Durch diese Einschränkungen ist die Reisezeit im Vergleich zur Autobahn nicht mehr konkurrenzfähig, welche sich im Fernverkehr nachteilig auswirkt. Im S-Bahn-Verkehr der Linie S4¹ zwischen Linz Hbf. und Kirchdorf an der Krems ist dieser Nachteil aufgrund der Stausituationen im Großraum Linz nicht so ausgeprägt. Im folgenden Streckenverlauf befindet sich mit dem Bosrucktunnel einer der ältesten in Österreich betriebenen Eisenbahntunnel, welcher die beiden Bundesländer Oberösterreich und Steiermark verbindet. Aufgrund der alten Bauweise und der damals geltenden Bauordnung ist dieser Tunnel für einen modernen Schienenverkehr nicht mehr geeignet, weil er den Verkehr durch die Einschränkungen im Lichtraumprofil beeinflusst. Weiter beinhaltet der Tunnel mit seiner Länge von 4766 m auf vielen Stellen Wassereinschlüsse, welche eine überdurchschnittlich hohe Instandhaltung erfordern.²

1.2 Forschungsfrage/Ziel der Arbeit

Das zentrale Ziel der Diplomarbeit ist die Ausarbeitung eines Ausbausvorschlages betreffend einer Leistungssteigerung der Pyhrnstrecke im Personen- sowie Güterverkehr, welche durch ein mögliches Ausbauszenario erreicht wird. Im Schienenpersonenverkehr soll die Kantenfahrzeit zwischen Linz Hbf. und Selzthal von aktuell 86 Minuten auf unter 75 Minuten verkürzt werden. Weiter wird im Nahverkehr ein Mobilitätspaket umgesetzt, welches den

¹ Quelle entnommen aus: <http://www.oebb.at/de/entdecken/s-bahn-oberoesterreich> (Zugriff, am 12.12.2017)

² Quelle entnommen aus: <http://worldofporr.porr-group.com/index.php?id=6639#/page/1> (Zugriff, am 12.12.2017)

Ballungsraum Linz verstärkt anbinden wird. Konkret wird im Personenverkehr folgendes Fahrplanangebot angenommen und geplant, wodurch eine Steigerung von 40 Verbindung auf 70 Verbindungen erreicht wird. Durch die Ausweitung des Angebotes werden um 75 % mehr Personenverkehrszüge für die Kunden/In bereitgestellt.

- Intercity-Verbindung zwischen Linz Hbf. und Graz ganztägig im Stundentakt
- REX Verbindung zwischen Linz Hbf. und Liezen ganztägig im Stundentakt
- S-Bahn - Verbindung zwischen Linz Hbf. und Kirchdorf an der Krems ganztägig im Halbstundentakt

Im Schienengüterverkehr werden aktuell 20 Güterzüge in der Zeit von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr geführt. Auch hier wird eine stündliche Güterzugtrasse eingeplant, wodurch der Fahrplan, welcher als Grundlage dient, 34 Güterzugtrassen vorsieht, was eine Steigerung um 70 % bedeutet. Für die Erreichung der zentralen Forschungsfrage sind folgende Punkte erforderlich:

- Ist der neu gestaltete Fahrplan auf der Bestandsinfrastruktur umsetzbar?
Um diesen Punkt zu klären, wird eine Bestandsimulation durchgeführt.
- Sind Ausbauszenarien notwendig, um den neu geplanten Fahrplan umzusetzen?
Hier wird eine Simulation die einzelnen Streckenabschnitte und deren Leistungsmerkmale auswerten.
- Welche Kosten fallen für Ausbauabschnitte an?
Eventuell notwendige Ausbauszenarien werden mit Kosten hinterlegt.

1.3 Methoden und Aufbau der Arbeit

Um die Ziele der Diplomarbeit zu erreichen, werden folgende Vorgehensweisen gewählt.

- Expertengespräche mit zuständigen Fachleuten aus den Fachbereichen:
 - Dipl.-Ing.(FH) Johann Haider, Fachbereich Telematik, ÖBB
 - Ing. Rudolf Lösch, Fachbereich Ober- bzw. Unterbau, ÖBB
 - Ing. Florian Wagner BSc, MSc, Fachbereich Oberleitung, ÖBB
 - Dipl.-Ing. Thomas Fruhmann, Projektleitung Neu- und Ausbau, ÖBB
 - Dipl.-Ing. David Mayerhofer, Fachbereich Verkehrsplanung, Tecton Consult
 - Gustav Kollisch, Betriebsmanager Linz - Selzthal, ÖBB
- Internet Recherchen
- Skripten aus Lehrveranstaltungen
- Kostenschätzung der sicherungstechnischen Maßnahmen (Preisbasis 01.01.2018)
 - Unterteilung in Bahnhöfe
 - Unterteilung in Streckenabschnitte
- Kostenschätzung der oberbautechnischen Maßnahmen (Preisbasis 01.01.2018)
 - Unterteilung in Bahnhöfe

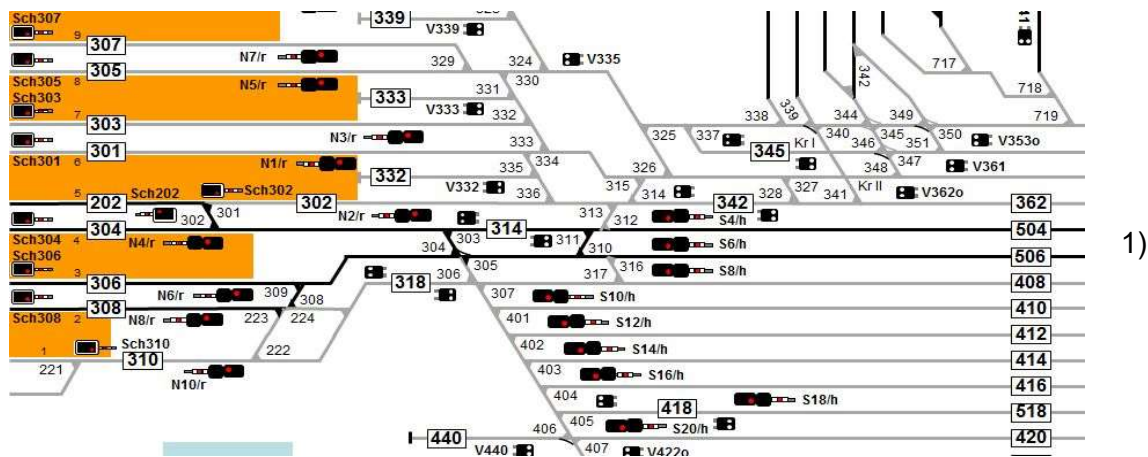
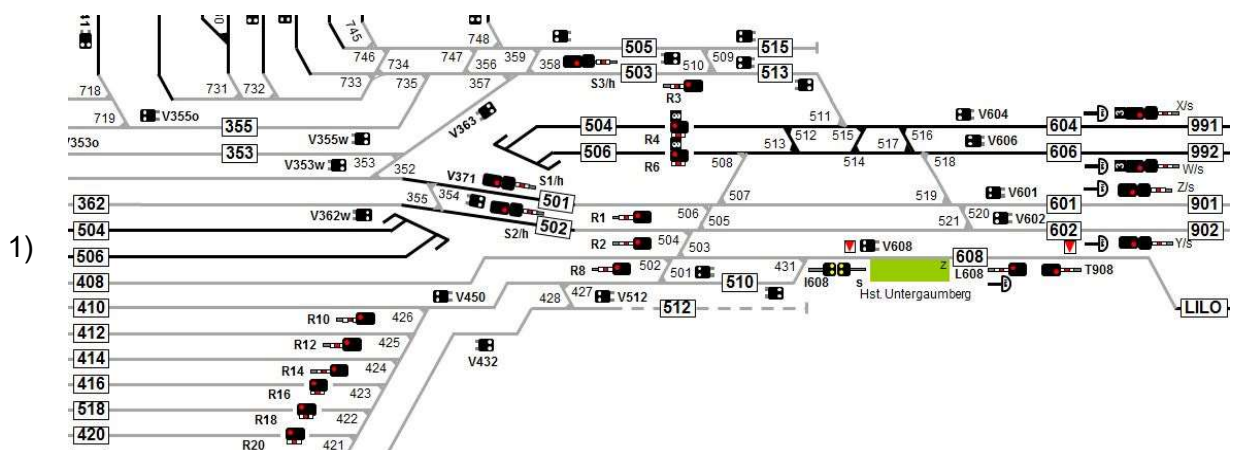
- Unterteilung in Streckenabschnitte
- Kostenschätzung der fahrleitungstechnischen Maßnahmen (Preisbasis 01.01.2018)
 - Unterteilung in Bahnhöfe
 - Unterteilung in Streckenabschnitte
- Kostenschätzung der fernwirktechnischen Maßnahmen (Preisbasis 01.01.2018)
 - Unterteilung in Bahnhöfe
 - Unterteilung in Streckenabschnitte
- Betriebssimulation von Eisenbahnnetzen auf Basis von OpenTrack
 - Darstellung der Bestandsinfrastruktur
 - Darstellung der Ausbauvariante
- Besichtigungen vor Ort
 - an Bahnhöfen
 - Streckenabschnitten
 - Konstruktiver Ingenieurbau (Tunnel und Brücken)

2 Bestandsanalyse

2.1 Streckenführung, Bahnhöfe und VzG

In den folgenden Punkten 2.1.1 bis 2.1.21 wird eine schematische Darstellung der Strecke von Linz Hbf. bis Selzthal gezeigt und mit den Punkten Streckenhöchstgeschwindigkeit und Neigungsverhältnisse aus dem VzG (Verzeichnis örtlich zulässige Geschwindigkeit) kombiniert. Um eine Übersichtlichkeit zu bewahren, werden die gezeichneten Lageübersichten nur eine Betriebsstelle beinhalten und auf die notwendigsten Elemente der Betriebsführung reduziert.

2.1.1 Hauptbahnhof Linz

Abbildung 1: schematische Übersicht Linz Hbf., Teil 1³Abbildung 2: schematische Übersicht Linz Hbf., Teil 2⁴

■ Streckenführung

Im Bahnhof Linz Hbf. bei den Gleisen 304 und 306 beginnt die Strecke mit der ÖBB Nummer 20401, welche den Bahnsteigen 3 und 4 zugehörig ist. Bei den Zwischensignalen N4 und N6 fängt ein Weichenbereich mit einem Übergang in den Nahverkehrstunnel an, welcher den beiden Gleisen der Pyhrnstrecke das Auskreuzen mit der Weststrecke ermöglicht. Im weiteren Streckenverlauf wird im Bahnkilometer 3,250 die Haltestelle Linz-Oed erreicht. Die nächstliegende Betriebsstelle ist der Bahnhof Linz Wegscheid.

³ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

⁴ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

■ VzG

Die Höchstgeschwindigkeit des Ausfahrbereiches im Bahnhof liegt bei 90 km/h und wird bei Kilometer 1,750 durch einen Bogen beeinflusst. Dieser Bogen verringert die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf einer Länge von 361 m auf 80 km/h. Ab dem ÖBB Kilometer 2,111 wird die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf 110 km/h angehoben. Die Neigungsverhältnisse im Bereich des Nahverkehrstunnels mit 22 ‰ und 26 ‰ stellen einen Nachteil im Schienengüterverkehr dar, wodurch der Nahverkehrstunnel hauptsächlich von Personenzügen genutzt wird.

2.1.2 Bahnhof Linz-Wegscheid

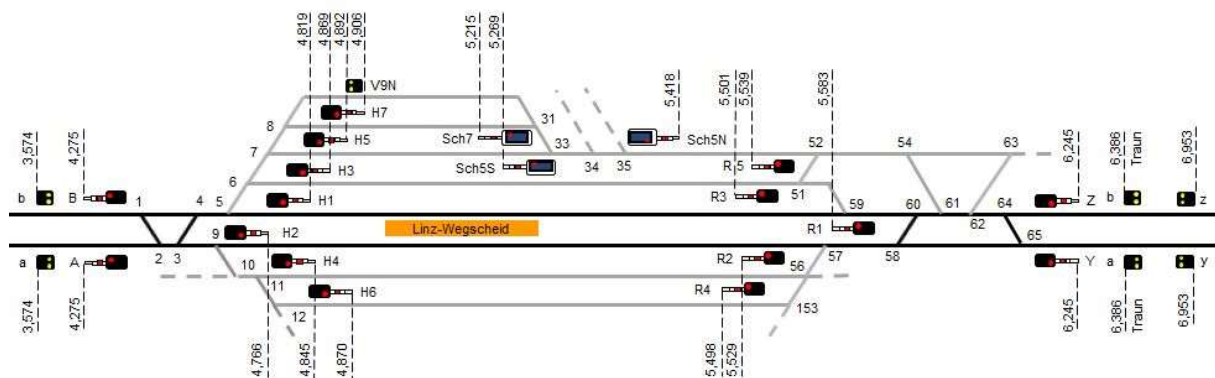


Abbildung 3: schematische Übersicht Bf. Wegscheid⁵

■ Streckenführung

Zwischen den Bahnhöfen Linz Hbf. und Linz-Wegscheid befindet sich die Haltestelle Linz-Oed, welche von den S-Bahn - Zügen angefahren wird. Für die Betriebsabwicklung tritt bei haltenden S-Bahn - Zügen eine längere Streckenbelegung auf, wodurch eine Beeinflussung auf die Folgezugsfahrt entsteht. Der Bahnhof Linz-Wegscheid besitzt durch seine 13 Anschlussbahnen einen hohen Stellenwert im Schienengüterverkehr und ist mit Gleislängen bis 764 m ausgestattet.

■ VzG

Die Geschwindigkeit auf den durchgehenden Hauptgleisen beträgt 110 km/h und wird im Bahnkilometer 5,100 auf 100 km/h verringert. Die maximale Gradiente dieser Betriebsstelle

⁵ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

beträgt 10 %, liegt im Bereich der Einfahrsignale A und B und hat eine Ausdehnung von 400 m.

2.1.3 Bahnhof Traun

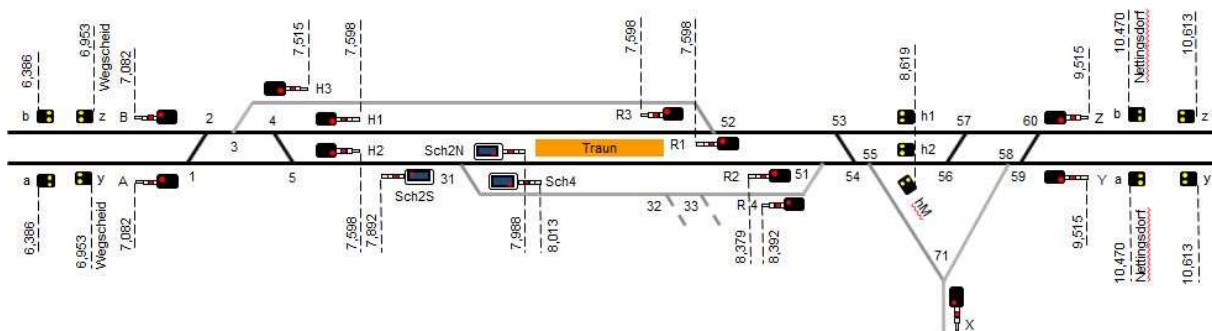


Abbildung 4: schematische Übersicht Bf. Traun⁶

■ Streckenführung

Zwischen den Bahnhöfen Linz-Wegscheid und Traun befindet sich die Haltestelle St. Martin bei Traun, welche von den S-Bahn - Zügen angefahren wird. Für die Betriebsabwicklung tritt bei haltenden S-Bahn - Zügen eine längere Streckenbelegung auf, wodurch eine Beeinflussung der Folgezugfahrten auftritt. Der Bahnhof Traun besitzt neben den beiden durchgehenden Hauptgleisen der Pyhrnstrecke auch eine Verbindung zum Bahnhof Rutzing, von wo das Gleis weiter zum Bahnhof Marchtrenk geführt wird und in die Westbahnstrecke mündet. Die Verbindung zwischen der Westbahn- und Pyhrnstrecke wird durch den steigenden Güterverkehr verstärkt als Bypass der überlasteten Westbahnstrecke verwendet, wodurch das Gleis zwischen Marchtrenk und Traun immer mehr an Wichtigkeit gewinnt.

■ VzG

Die Höchstgeschwindigkeit der beiden Hauptgleise im Bahnhof Traun sowie an den anliegenden Streckengleisen beträgt 100 km/h. Von den Ausfahrtsignalen R1, R2 und R3 im Bahnhof Traun bis hin zum Streckengleis Richtung Marchtrenk gilt im gesamten Weichenbereich eine Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h. Mit einer durchschnittlichen Neigung von 3 ‰ stellt der Bahnhof keine Probleme für den Schienengüterverkehr dar. Vor

⁶ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

der Traunbrücke befindet sich ein 200 m langes Teilstück mit einer Gradienten von 8 ‰, welches den Niveauunterschied zwischen Bahnhof und Brücke ausgleicht.

2.1.4 Bahnhof Nettingsdorf

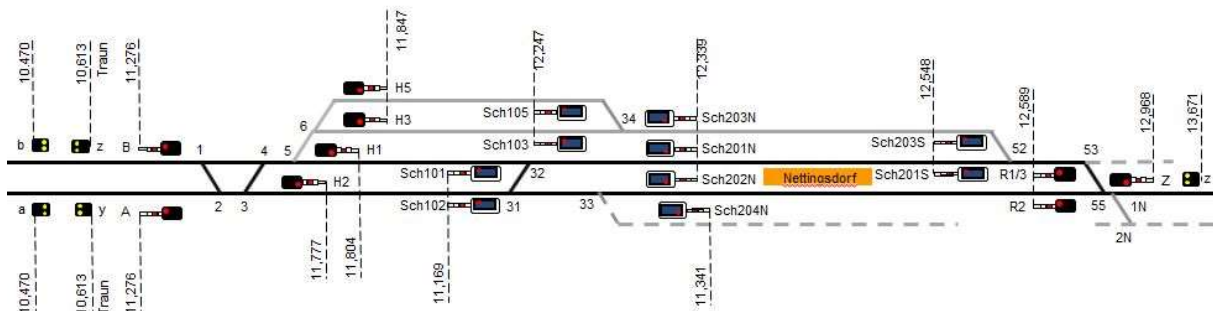


Abbildung 5: schematische Übersicht Bf. Nettingsdorf⁷

- Streckenführung

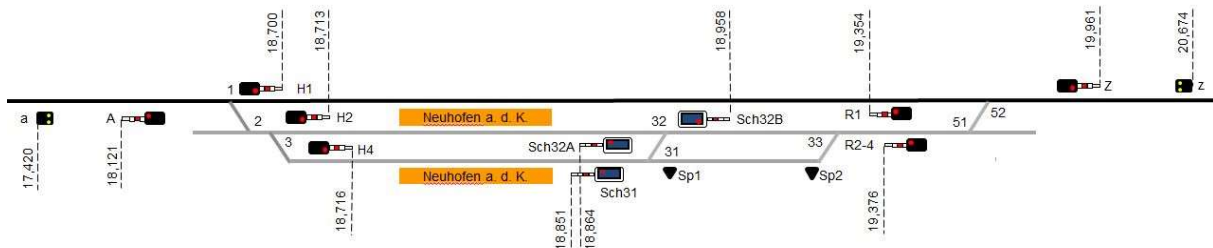
Zwischen den Bahnhöfen Traun und Nettingsdorf befindet sich die Haltestelle Ansfelden, welche von den S-Bahn - Zügen angefahren wird. Für die Betriebsabwicklung tritt bei haltenden S-Bahn - Zügen eine längere Streckenbelegung auf, wodurch eine Beeinflussung der Folgezugfahrten auftritt. Der Bahnhof Nettingsdorf besitzt neben den beiden durchgehenden Hauptgleisen der Pyhrnstrecke mit dem Bahnhofsgleis 3 zwischen den Signalen H3 und Sch203S ein 701 m langes Gleis, welches zum Kreuzen bzw. Vorfahren von Güterzügen sehr wertvoll ist. Weiter besitzt der Bahnhof ein Ladegleis samt Verladerampe sowie eine Anschlussbahn. Bei den Ausfahrtsignalen R1/3 und R2 endet der erste zweigleisige Abschnitt der Pyhrnstrecke und geht in ein eingleisiges Streckengleis über.

■ VzG

Die Höchstgeschwindigkeit der beiden Hauptgleise im Bahnhof Nettingsdorf sowie an den anliegenden Streckengleisen beträgt 100 km/h. Vom Ausfahrtsignal R1/3 im Bahnhof Nettingsdorf bis hin zum Streckengleis gilt im Weichenbereich eine Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h. Mit einer maximalen Gradiente von 6 ‰ und einer durchschnittlichen Neigung von 4 ‰ stellt der Bahnhof keine Probleme für den Schienengüterverkehr dar.

⁷ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

2.1.5 Bahnhof Neuhofen an der Krens

Abbildung 6: schematische Übersicht Bf. Neuhofen an der Krens⁸

■ Streckenführung

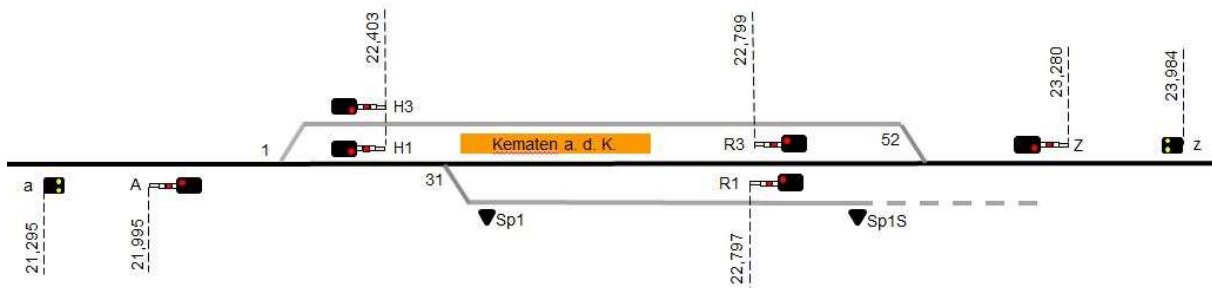
Zwischen den Bahnhöfen Nettingsdorf und Neuhofen an der Krens befindet sich die Haltestelle Nöstlbach-St.Marien, welche von den S-Bahn - Zügen angefahren wird. Für die Betriebsabwicklung tritt bei haltenden S-Bahn - Zügen eine längere Streckenbelegung auf, wodurch eine Beeinflussung der Folgezugfahrten auftritt. Der Bahnhof Neuhofen an der Krens besitzt neben dem durchgehenden Hauptgleis der Pyhrnstrecke mit dem Bahnhofsgleis 2 zwischen den Signalen H2 und R2-4 ein 660 m langes Gleis, welches zum Kreuzen bzw. Vorfahren von S-Bahnzügen verwendet wird. Bei Güterzugkreuzungen mit einer maximalen Zuglänge von 700 Meter ist der Bahnhof nicht geeignet, da die Gleisanlagen zu kurz sind. Weiter besitzt der Bahnhof ein Ladegleis samt Verladerampe.

■ VzG

Die Höchstgeschwindigkeit des Hauptgleises im Bahnhof Neuhofen an der Krens beträgt 100 km/h. Zwischen der Haltestelle Nöstlbach-St.Marien und dem Bahnhof Neuhofen an der Krens liegt ein 976 m langer Abschnitt, welcher nur mit einer Höchstgeschwindigkeit von 90 km/h befahren werden kann. Mit einer maximalen Gradienten von 8 ‰ und einer durchschnittlichen Neigung von 2 ‰ stellt der Bahnhof keine Probleme für den Schienengüterverkehr dar.

⁸ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

2.1.6 Bahnhof Kematen an der Krens

Abbildung 7: schematische Übersicht Bf. Kematen an der Krens⁹

■ Streckenführung

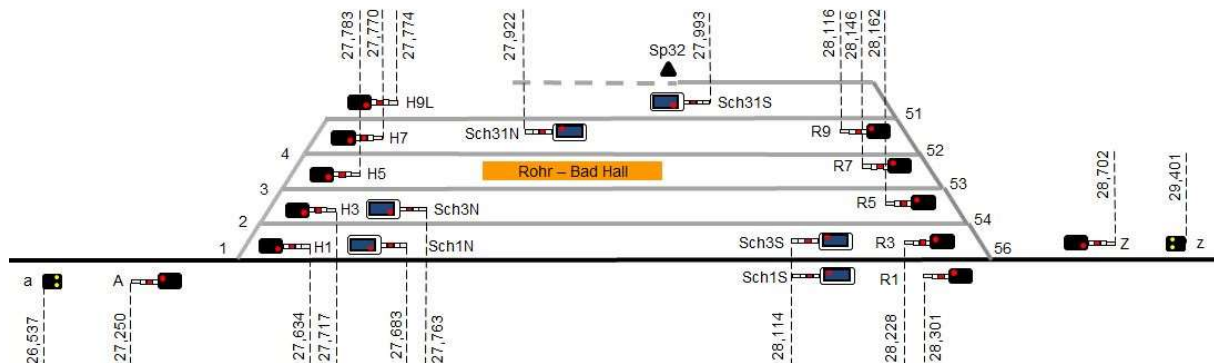
Der Bahnhof Kematen an der Krens besitzt neben dem durchgehenden Hauptgleis der Pyhrnstrecke mit dem Bahnhofgleis 3 zwischen den Signalen H3 und R3 ein 396 m langes Gleis, welches zum Kreuzen bzw. Vorfahren von Personenzügen verwendet wird. Dieses Gleis ist für Güterzugkreuzungen zu kurz und kann nur in wenigen Fällen verwendet werden. Weiter besitzt der Bahnhof ein Ladegleis samt Verladerampe sowie eine Anschlussbahn.

■ VzG

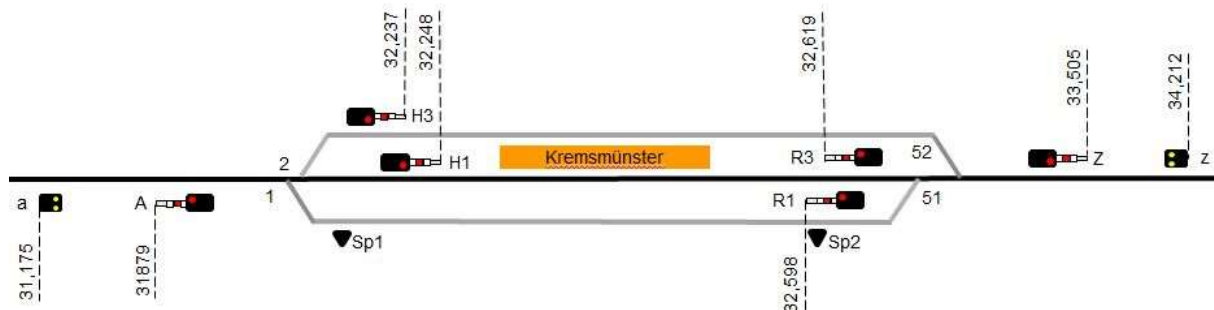
Die Höchstgeschwindigkeit des Hauptgleises im Bahnhof Kematen an der Krens sowie an den anliegenden Streckengleisen beträgt 100 km/h. Von den Ausfahrtsignalen H3 und R3 im Bahnhof Kematen an der Krens bis hin zum Streckengleis gilt im Weichenbereich eine Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h. Mit einer maximalen Gradiente von 10 ‰ und einer durchschnittlichen Neigung von 5 ‰ stellt der Bahnhof keine Probleme für den Schienengüterverkehr dar.

⁹ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

2.1.7 Bahnhof Rohr-Bad Hall



2.1.8 Bahnhof Kremsmünster

Abbildung 9: schematische Übersicht Bf. Kremsmünster¹¹

■ Streckenführung

Der Bahnhof Kremsmünster besitzt neben dem durchgehenden Hauptgleis der Pyhrnstrecke mit dem Bahnhofgleis 3 zwischen den Signalen H3 und R3 ein 382 m langes Gleis, welches zum Kreuzen bzw. Vorfahren von Personenzügen sehr wertvoll ist. Ein Kreuzen bzw. Vorfahren von Güterzügen mit einer Länge von mehr als 382 m ist nicht möglich. Weiter besitzt der Bahnhof ein Ladegleis samt Verladerampe.

■ VzG

Die Höchstgeschwindigkeit des Hauptgleises im Bahnhof Kremsmünster sowie an den anliegenden Streckengleisen beträgt 100 km/h, verringert sich allerdings auf einer Strecke von 429 m auf 90 km/h. Von den Ausfahrtsignalen H3 und R3 im Bahnhof Kremsmünster bis hin zum Streckengleis gilt im Weichenbereich eine Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h. Die maximale Gradienten beträgt auf einer Länge von 800 m 13 ‰ und hat einen Einfluss auf die Zughakengrenzlast.

¹¹ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

2.1.9 Bahnhof Wartberg an der Krems

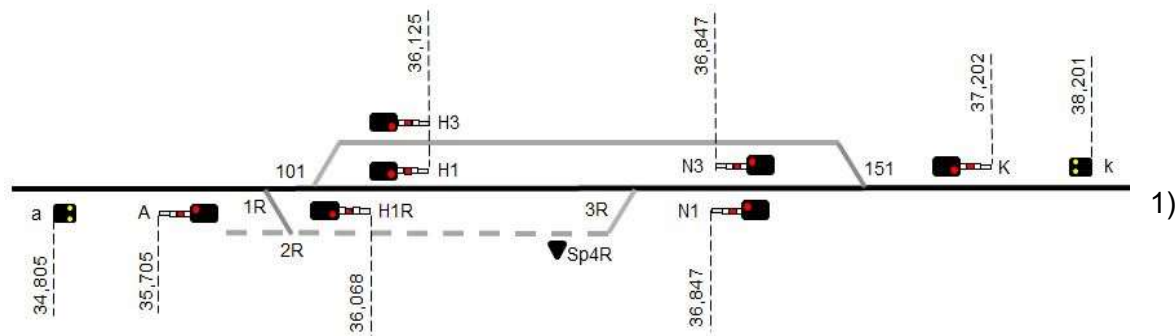


Abbildung 10: schematische Übersicht Bf. Wartberg an der Krems, Teil1¹²

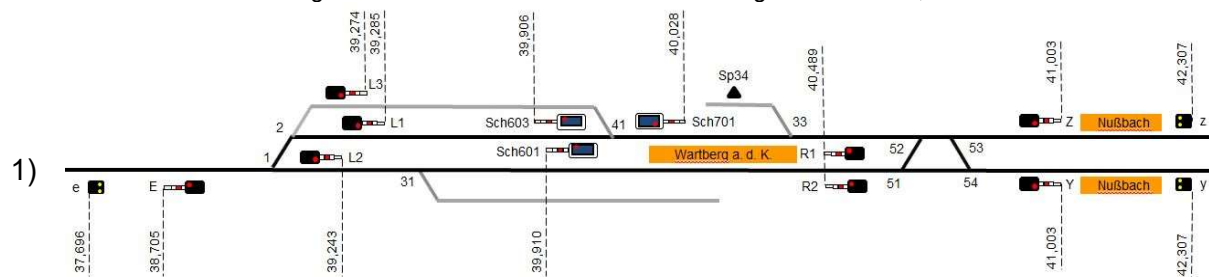


Abbildung 11: schematische Übersicht Bf. Wartberg an der Krems, Teil 2¹³

- Streckenführung

Zwischen den Bahnhöfen Kremsmünster und Wartberg an der Krems befindet sich die Betriebsstelle Krift, welche von Wartberg an der Krems ferngestellt wird. Für die Betriebsabwicklung ist die Betriebsstelle Krift von hoher Bedeutung, da die beiden Gleise zwischen den Signalen H1 und N1 sowie H3 und N3 jeweils eine Länge von 722 m aufweisen, wodurch das Kreuzen bzw. Vorfahren von allen im Netz der ÖBB verkehrenden Güterzügen ermöglicht wird. Im Bahnhof Wartberg an der Krems beginnt bei der Weiche 1 ein 8,325 km langer, 2-gleisiger Abschnitt der Pyhrnstrecke. Neben den beiden Bahnhofgleisen verfügt der Bahnhof Wartberg an der Krems über ein drittes Bahnhofgleis, welches zwischen den Signalen L3 und Sch603 eine Länge von 632 m aufweist und zum Kreuzen bzw. Vorfahren von Güterzügen wertvoll ist. Weiter besitzt der Bahnhof zwei Ladegleise.

■ VzG

¹² schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

¹³ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

Die Höchstgeschwindigkeit im Bahnhof Krift wird im Kilometer 35,918 von 100 km/h auf 120 km/h erhöht. Ein- bzw. Ausfahrten in das Gleis 3 im Bahnhof Krift sind mit einer Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h zulässig. Die Höchstgeschwindigkeit im Bahnhof Wartberg an der Krems beträgt 120 km/h. Ein Wechsel auf das beginnende zweite Streckengleis über die Weiche 1 ist mit einer Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h zulässig. Das Bahnhoﬂgleis 3 zwischen den Signalen L3 und Sch603 kann ebenfalls mit einer Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h befahren werden. Die maximale Gradienten im Bahnhof Krift beträgt auf einer Länge von 200 m 13 ‰ und hat einen Einfluss auf die Zughakenrenzlast. Die maximale Gradienten im Bahnhof Wartberg an der Krems beträgt auf einer Länge von 929 m 11 ‰ und hat einen Einfluss auf die Zughakenrenzlast.

2.1.10 Bahnhof Schlierbach

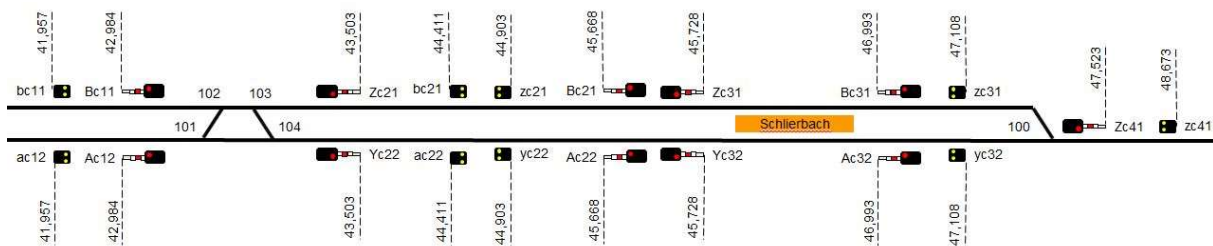


Abbildung 12: schematische Übersicht Bf. Schlierbach¹⁴

- Streckenführung

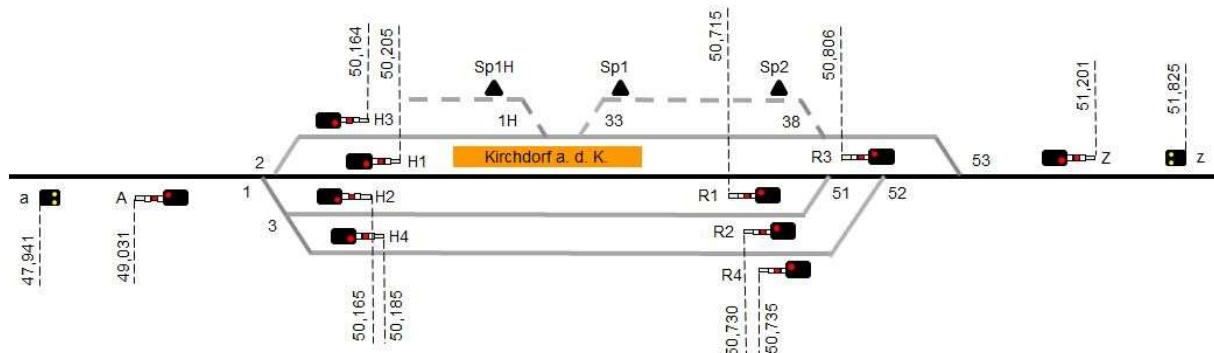
Zwischen dem Bahnhof Wartberg an der Krems und der Haltestelle Schlierbach befindet sich die Haltestelle Nußbach, welche von den S-Bahn - Zügen angefahren wird. Für die Betriebsabwicklung tritt bei haltenden S-Bahn - Zügen eine längere Streckenbelegung auf, wodurch eine Beeinflussung auf die Folgezugsfahrt gegeben ist. Am Ende der Betriebststelle Schlierbach endet der 2-gleisige Bereich der Pyhrnstrecke an der Weiche 100.

- VzG

Die Höchstgeschwindigkeit der beiden Hauptgleise wird in Kilometer 44,847 von 120 km/h auf 140 km/h angehoben, wodurch die Höchstgeschwindigkeit in der Betriebsstelle Schlierbach 140 km/h beträgt. Die maximale Gradiente in der Betriebsstelle Schlierbach beträgt auf einer Länge von 300 m 12 ‰ und hat einen Einfluss auf die Zughakengrenzlast.

¹⁴ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

2.1.11 Bahnhof Kirchdorf an der Krems

Abbildung 13: schematische Übersicht Bf. Kirchdorf an der Krems¹⁵

■ Streckenführung

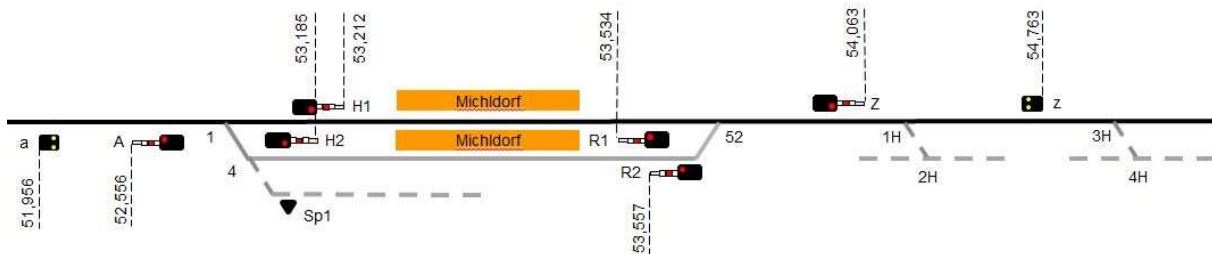
Der Bahnhof Kirchdorf an der Krems besitzt neben dem durchgehenden Hauptgleis der Pyhrnstrecke drei weitere Bahnhofsgleise. Zwischen den Signalen H3 und R3 verfügt der Bahnhof Kirchdorf an der Krems über ein 642 m langes Gleis, welches zum Kreuzen bzw. Vorfahren von Güterzügen wertvoll ist. Das Bahnhofsgleis 2 mit einer Länge von 565 m sowie das Bahnhofsgleis 4 mit einer Länge von 550 m sind für lange Güterzüge nicht geeignet. Weiter besitzt der Bahnhof zwei Ladegleise samt Verladerampe und einer Wiegetechnik sowie eine Anschlussbahn.

■ VzG

Die Höchstgeschwindigkeit des Hauptgleises verringert sich in Kilometer 49,837 von 140 km/h auf 70 km/h. Auf die Bahnhofsgleise 2, 3 und 4 sind Ein- bzw. Ausfahrten mit einer Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h zulässig. Die maximale Gradienten im Bahnhof Kirchdorf an der Krems beträgt auf einer Länge von 200 m 14 ‰ und hat einen Einfluss auf die Zughakengrenzlast.

¹⁵ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

2.1.12 Bahnhof Micheldorf

Abbildung 14: schematische Übersicht Bf. Micheldorf¹⁶

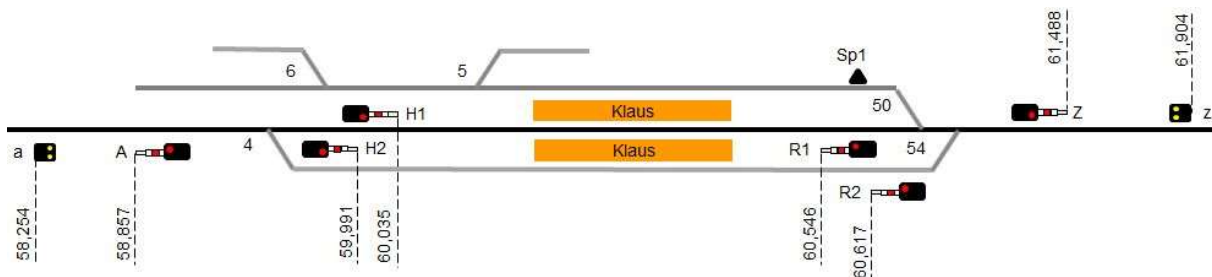
■ Streckenführung

Der Bahnhof Micheldorf besitzt neben dem durchgehenden Hauptgleis der Pyhrnstrecke mit dem Bahnhofsgleis 2 zwischen den Signalen H2 und R2 ein 372 m langes Gleis, welches zum Kreuzen bzw. Vorfahren von Personenzügen wertvoll ist. Ein Kreuzen bzw. Vorfahren von Güterzügen mit einer Länge von mehr als 372 m ist nicht möglich. Weiter besitzt der Bahnhof ein Ladegleis und zwei Anschlussbahnen.

■ VzG

Die Höchstgeschwindigkeit des Hauptgleises beträgt 70 km/h und wird in Kilometer 54,600 auf 80 km/h erhöht. Auf das Bahnhofsgleis 2 sind Ein- bzw. Ausfahrten mit einer Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h zulässig. Die maximale Gradienten im Bahnhof Micheldorf beträgt auf einer Länge von 200 m 16 ‰ und hat einen Einfluss auf die Zughakengrenzlast.

2.1.13 Bahnhof Klaus

Abbildung 15: schematische Übersicht Bf. Klaus¹⁷¹⁶ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)¹⁷ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

■ Streckenführung

Der Bahnhof Klaus besitzt neben dem durchgehenden Hauptgleis der Pyhrnstrecke mit dem Bahnhofsgleis 2 zwischen den Signalen H2 und R2 ein 626 m langes Gleis, welches zum Kreuzen bzw. Vorfahren von Personenzügen wertvoll ist. Ein Kreuzen bzw. Vorfahren von Güterzügen mit einer Länge von mehr als 626 m ist nicht möglich. Weiter besitzt der Bahnhof ein Ladegleis.

■ VzG

Die Höchstgeschwindigkeit des Hauptgleises beträgt 80 km/h und wird in Kilometer 56,640 auf 70 km/h verringert. Auf das Bahnhofsgleis 2 sind Ein- bzw. Ausfahrten mit einer Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h zulässig. Die maximale Gradienten im Bahnhof Klaus beträgt auf einer Länge von 100 m 13 ‰ und hat einen Einfluss auf die Zughakengrenzlast.

2.1.14 Bahnhof Steyrling



Abbildung 16: schematische Übersicht Bf. Steyrling¹⁸

■ Streckenführung

Der Bahnhof Steyrling besitzt neben dem durchgehenden Hauptgleis der Pyhrnstrecke mit dem Bahnhofsgleis 2 zwischen den Signalen H2 und R2 ein 295 m langes Gleis, welches zum Kreuzen bzw. Vorfahren von Personenzügen wertvoll ist. Ein Kreuzen bzw. Vorfahren von Güterzügen mit einer Länge von mehr als 295 m ist nicht möglich. Weiter besitzt der Bahnhof ein Ladegleis und eine Anschlussbahn.

■ VzG

Die Höchstgeschwindigkeit des Hauptgleises beträgt 70 km/h. Auf das Bahnhofsgleis 2 sind Ein- bzw. Ausfahrten mit einer Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h zulässig. Die maximale

¹⁸ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

Gradiente im Bahnhof Steyrling beträgt auf einer Länge von 400 m 3 ‰ und hat keinen Einfluss auf den Schienengüterverkehr.

2.1.15 Bahnhof Hinterstoder

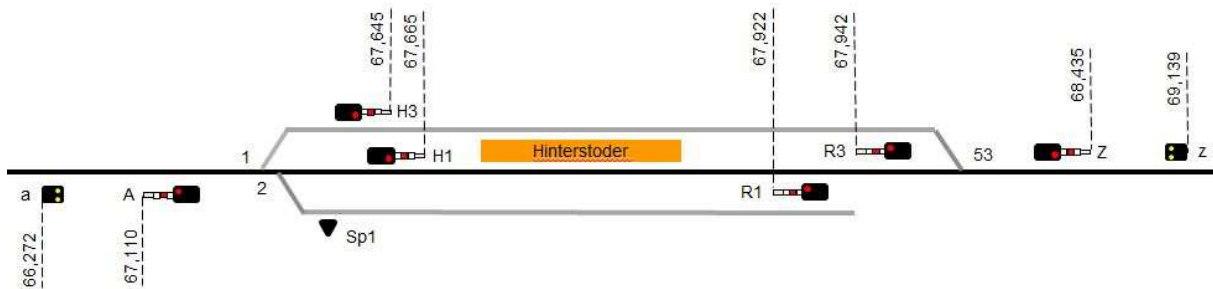


Abbildung 17: schematische Übersicht Bf. Hinterstoder¹⁹

■ Streckenführung

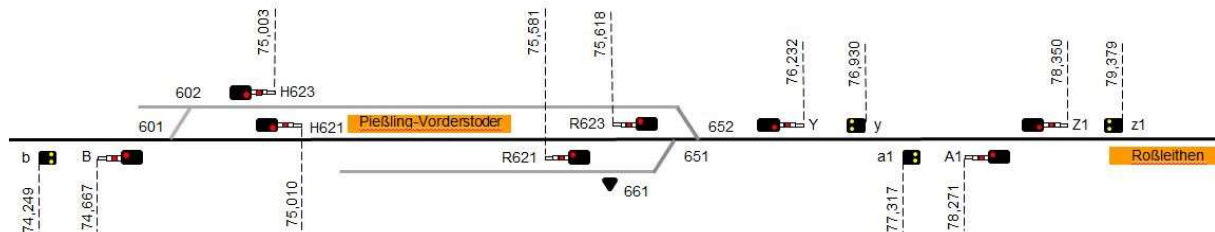
Der Bahnhof Hinterstoder besitzt neben dem durchgehenden Hauptgleis der Pyhrnstrecke mit dem Bahnhofsgleis 3 zwischen den Signalen H3 und R3 ein 277 m langes Gleis, welches zum Kreuzen bzw. Vorfahren von Personenzügen wertvoll ist. Ein Kreuzen bzw. Vorfahren von Güterzügen mit einer Länge von mehr als 277 m ist nicht möglich. Weiter besitzt der Bahnhof ein Ladegleis.

■ VzG

Die Höchstgeschwindigkeit des Hauptgleises beträgt 70 km/h. Auf das Bahnhofsgleis 2 sind Ein- bzw. Ausfahrten mit einer Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h zulässig. Die maximale Gradiente im Bahnhof Steyrling beträgt auf einer Länge von 300 m 17 ‰ und hat einen Einfluss auf die Zughakengrenzlast.

¹⁹ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

2.1.16 Bahnhof Pießling-Vorderstoder

Abbildung 18: schematische Übersicht Bf. Pießling-Vorderstoder²⁰

■ Streckenführung

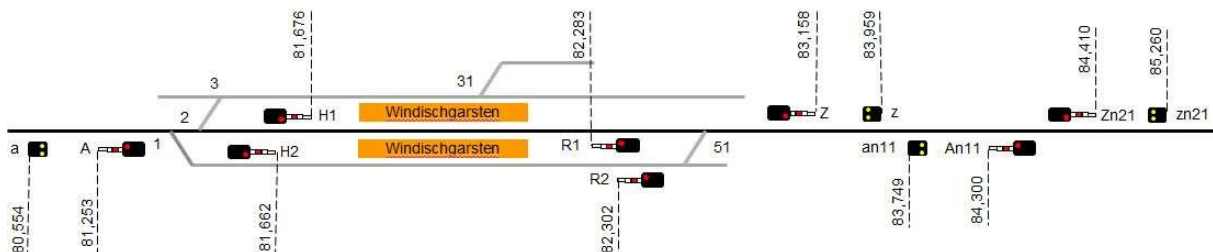
Zwischen dem Bahnhof Pießling-Vorderstoder und dem Bahnhof Windischgarsten befindet sich die Haltestelle Roßleithen, welche von den S-Bahn - Zügen angefahren wird. Für die Betriebsabwicklung tritt bei haltenden S-Bahn - Zügen eine längere Streckenbelegung auf, wodurch eine Beeinflussung auf die Folgezugsfahrt auftritt. Der Bahnhof Hinterstoder besitzt neben dem durchgehenden Hauptgleis der Pyhrnstrecke mit dem Bahnhofgleis 3 zwischen den Signalen H623 und R623 ein 615 m langes Gleis, welches zum Kreuzen bzw. Vorfahren von Personen- sowie Güterzügen wertvoll ist. Ein Kreuzen bzw. Vorfahren von Güterzügen mit einer Länge von mehr als 615 m ist nicht möglich. Weiter besitzt der Bahnhof ein Ladegleis.

■ VzG

Die Höchstgeschwindigkeit des Hauptgleises beträgt 70 km/h und wird in Kilometer 77,403 auf 90 km/h erhöht. Vor der Haltestelle Roßleithen im Kilometer 78,996 wird die höchstzulässige Geschwindigkeit auf 80 km/h reduziert. Auf das Bahnhofgleis 2 sind Ein- bzw. Ausfahrten mit der Streckenhöchstgeschwindigkeit von 70 km/h zulässig. Die maximale Gradienten im Bahnhof Pießling-Vorderstoder beträgt auf einer Länge von 300 m 15 ‰ und hat einen Einfluss auf die Zughakengrenzlast.

²⁰ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

2.1.17 Bahnhof Windischgarsten

Abbildung 19: schematische Übersicht Bf. Windischgarsten²¹

■ Streckenführung

Der Bahnhof Windischgarsten besitzt neben dem durchgehenden Hauptgleis der Pyhrnstrecke mit dem Bahnhofsgleis 2 zwischen den Signalen H2 und R2 ein 640 m langes Gleis, welches zum Kreuzen bzw. Vorfahren von Personen- sowie Güterzügen wertvoll ist. Ein Kreuzen bzw. Vorfahren von Güterzügen mit einer Länge von mehr als 640 m ist nicht möglich. Weiter besitzt der Bahnhof ein Abstellgleis mit zwei Abstellstutzen.

■ VzG

Die Höchstgeschwindigkeit des Hauptgleises beträgt 80 km/h und wird vor dem Einfahrtsignal in Kilometer 80,894 auf 70 km/h reduziert. Auf das Bahnhofsgleis 2 sind Ein- bzw. Ausfahrten mit einer Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h zulässig. Die maximale Gradienten im Bahnhof Windischgarsten beträgt auf einer Länge von 200 m 17 ‰ und hat einen Einfluss auf die Zughakengrenzlast.

²¹ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

2.1.18 Bahnhof Spital am Pyhrn

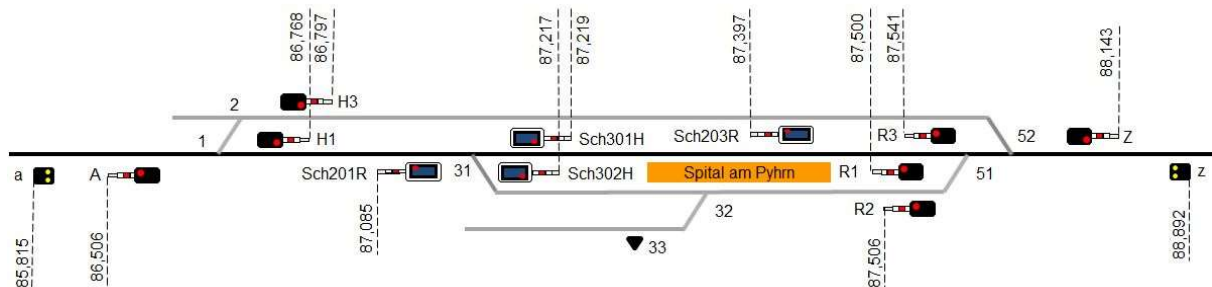


Abbildung 20: schematische Übersicht Bf. Spital am Pyhrn²²

■ Streckenführung

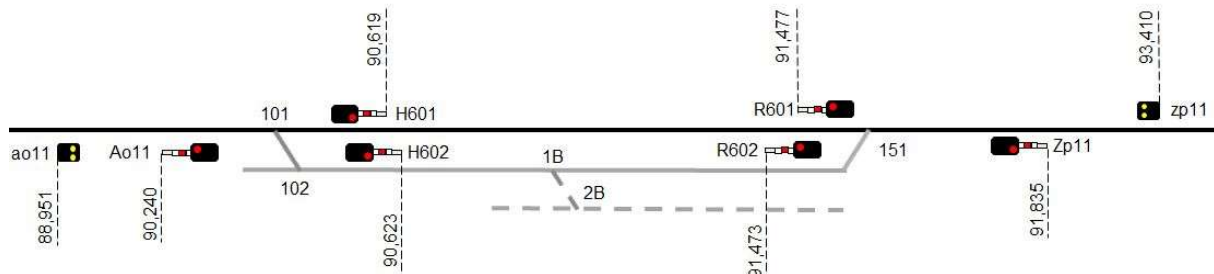
Zwischen den Bahnhöfen Windischgarsten und Spital am Pyhrn befindet sich der Selbstblock Windischgarsten 1, welcher für Folgefahrten wertvoll ist. Der Bahnhof Spital am Pyhrn besitzt neben dem durchgehenden Hauptgleis der Pyhrnstrecke 2 weitere Bahnhofgleise. Zwischen den Signalen H3 und R3 liegt ein 744 m langes Gleis, welches zum Kreuzen bzw. Vorfahren von Güterzüge wertvoll ist. Das Bahnhofgleis 2 zwischen den Signalen Sch302H und R2 mit einer Länge von 289 m ist zum Kreuzen bzw. Vorfahren von Personenzügen wertvoll. Weiter besitzt der Bahnhof ein Ladegleis.

■ VzG

Die Höchstgeschwindigkeit des Hauptgleises beträgt 70 km/h und wird vor dem Selbstblock Windischgarsten 1 auf 100 km/h angehoben. Von Kilometer 86,700 bis 87,632 befindet sich eine Geschwindigkeitstreppe, welche die höchstzulässige Geschwindigkeit wieder auf 70 km/h reduziert. Auf das Bahnhofgleis 3 sind Ein- bzw. Ausfahrten mit einer Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h zulässig. Auf das Bahnhofgleis 2 sind Ein- bzw. Ausfahrten mit einer Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h zulässig. Die maximale Gradienten im Bahnhof Spital am Pyhrn beträgt auf einer Länge von 100 m 16 ‰ und hat einen Einfluss auf die Zughakengrenzlast.

²² schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

2.1.19 Betriebsstelle Linzerhaus

Abbildung 21: schematische Übersicht Bst. Linzerhaus²³

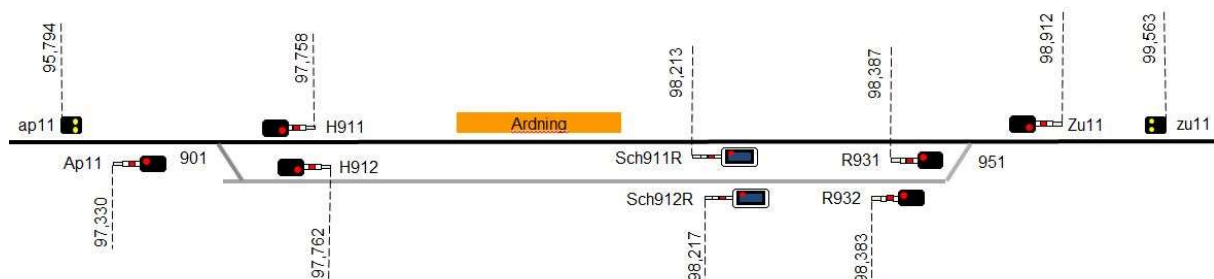
■ Streckenführung

Die Betriebsstelle Linzerhaus besitzt neben dem durchgehenden Hauptgleis der Pyhrnstrecke mit dem Bahnhofgleis 2 zwischen den Signalen H602 und R602 ein 850 m langes Gleis, welches zum Kreuzen bzw. Vorfahren von Personen- sowie Güterzügen wertvoll ist. Weiter besitzt die Betriebsstelle eine Anschlussbahn.

■ VzG

Die Höchstgeschwindigkeit des Hauptgleises beträgt 70 km/h. Auf dem Streckengleis 2 sind Ein- bzw. Ausfahrten mit der Streckenhöchstgeschwindigkeit von 70 km/h zulässig. Die maximale Gradienten in der Betriebsstelle Linzerhaus beträgt auf einer Länge von 100 m 16 ‰ und hat einen Einfluss auf die Zughakengrenzlast.

2.1.20 Bahnhof Ardning

Abbildung 22: schematische Übersicht Bf. Ardning²⁴

²³ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

²⁴ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

■ Streckenführung

Zwischen der Betriebsstelle Linzerhaus und dem Bahnhof Ardning befindet sich der Bosrucktunnel, in welchem die Notbremsüberbrückung zu aktivieren ist. Der Bahnhof Ardning besitzt neben dem durchgehenden Hauptgleis der Pyhrnstrecke mit dem Bahnhofsgleis 2 zwischen den Signalen H912 und R932 ein 621 m langes Gleis, welches zum Kreuzen bzw. Vorfahren von Personen- sowie Güterzügen wertvoll ist. Ein Kreuzen bzw. Vorfahren von Güterzügen mit einer Länge von mehr als 621 m ist nicht möglich.

■ VzG

Die Höchstgeschwindigkeit des Hauptgleises beträgt 100 km/h und wird in Kilometer 96,693 auf 70 km/h verringert. Auf das Bahnhofsgleis 2 sind Ein- bzw. Ausfahrten über die Weiche 901 mit einer Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h und Ein- bzw. Ausfahrten über die Weiche 951 mit einer Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h zulässig. Die maximale Gradienten im Bahnhof Ardning beträgt auf einer Länge von 900 m 21 ‰ und hat einen Einfluss auf die Zughakengrenzlast.

2.1.21 Bahnhof Selzthal

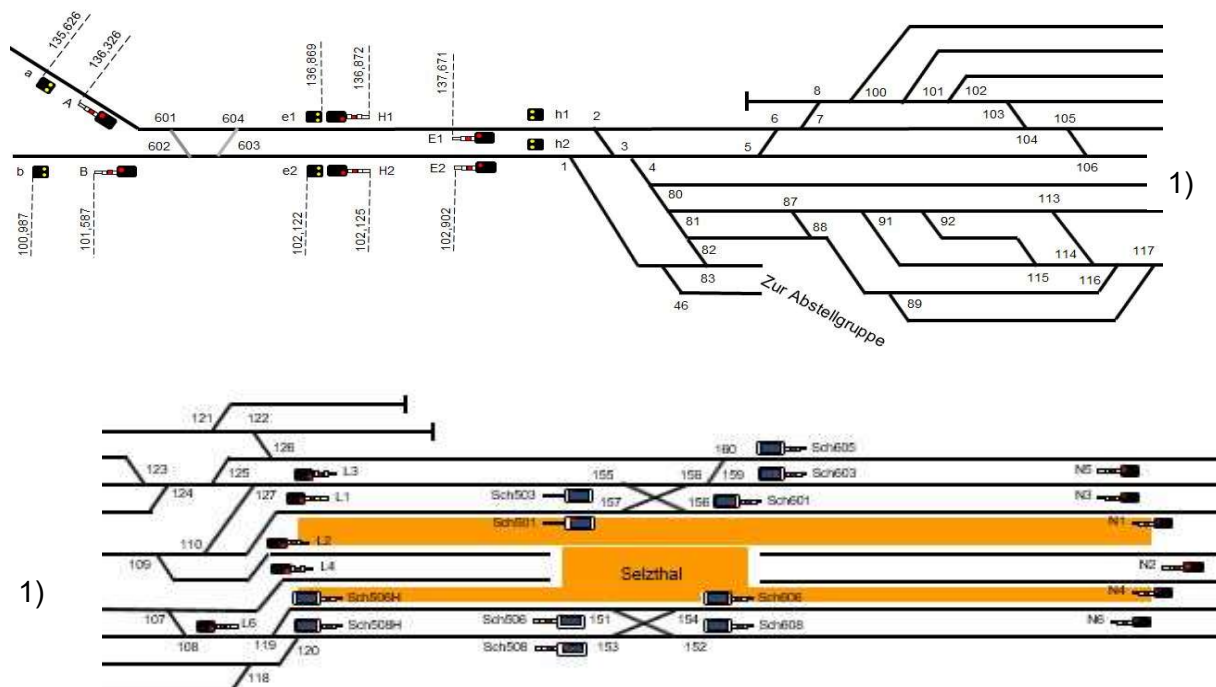


Abbildung 23: schematische Übersicht Bf. Selzthal²⁵

²⁵ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (04.03.2018)

■ Streckenführung

Der Bahnhof Selzthal besitzt neben dem durchgehenden Hauptgleis der Pyhrnstrecke auch ein zweites Hauptgleis der Strecke Selzthal bis Hieflau, womit der Bahnhof ab den Weichen 601 und 602 zweigleisig ausgeführt ist. Der Bahnhof verfügt über 17 Abstellgleise, welche für alle Zuglängen der im ÖBB-Netz verkehrenden Züge geeignet sind. Der Bahnhof Selzthal verfügt über sechs Bahnsteigkanten, wobei vier als Kopfbahnsteige ausgeführt sind.

■ VzG

Die Höchstgeschwindigkeit des Hauptgleises beträgt 80 km/h und wird im Bahnhof auf 60 km/h verringert. Auf die Bahnhofgleise, welche zu den Bahnsteigkanten führen, sind Ein- bzw. Ausfahrten mit einer Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h zulässig. Die maximale Gradienten im Bahnhof Selzthal beträgt auf einer Länge von 700 m 5 ‰ und hat keinen Einfluss auf den Güterverkehr.

2.2 Fahrplan Pyhrnstrecke

Um eine Übersicht der aktuell angebotenen Verkehre zu bekommen, befinden sich im Anhang der Diplomarbeit die Bildfahrpläne der Pyhrnstrecke. Diese Fahrpläne dienen als Grundlage für die neuen Planungen und werden als Richtwert für Durchfahrtszeiten herangezogen.

3 Kapazitätsengpässe

Die Pyhrnstrecke verfügt über viele eingleisige Streckenabschnitte, welche für den Betrieb eine Herausforderung darstellen. Erschwerend zu diesen eingleisigen Streckenabschnitten ist die Streckenhöchstgeschwindigkeit ein maßgeblicher Faktor für den Betrieb der Strecke. Die Streckenhöchstgeschwindigkeit liegt oft nur bei 70 km/h. Die Streckenbelegungszeiten und somit die Zugfolgezeiten sind sehr hoch, wodurch das Kreuzen der Züge eine Herausforderung darstellt. In folgendem Expertengespräch mit dem Betriebsmanager der Pyhrnstrecke, Herrn Gustav Kollisch, ÖBB Infrastruktur AG, Netz Betrieb werden Probleme im alltäglichen Betrieb geschildert.

Fachgespräch mit Herrn Gustav Kollisch vom 17.09.2018:

Im Gespräch mit Herrn Gustav Kollisch wurden folgende aus der Diplomarbeit gewonnene Erkenntnisse geschildert und mit den Erfahrungen eines langjährigen Betriebsmanagers besprochen. Folgende Punkte wurden angesprochen:

- Anzahl der Zugfahrten pro Tag
- Anzahl der vorhandenen Gleise in Bahnhöfen
- Kurze Gleisnutzlängen in vielen Bahnhöfen
- Lange eingleisige Streckenabschnitte
- Höchstgeschwindigkeit der Strecke
- Bahnsteiglängen

Beim Thema Zugfahrten spiegelt sich im Expertengespräch mit Herrn Gustav Kollisch der Bildfahrplan wieder. Der Streckenabschnitt zwischen Linz Hbf. und Kirchdorf an der Krems, auf welchem der S-Bahn - Verkehr stattfindet, ist betrieblich eine große Herausforderung. Dieser Streckenabschnitt muss ganz genau betrachtet werden, da zwischen Linz Hbf. und Traun eine zweigleisige Strecke vorhanden ist, und somit andere betriebliche Voraussetzungen herrschen als zwischen Traun und Kirchdorf an der Krems. Auf dem erstgenannten Streckenabschnitt zwischen Linz Hbf. und Traun verkehren an Werktagen 193 Züge.²⁶ Da dieser Streckenabschnitt zur Gänze zweigleisig befahrbar ist und in Linz durch einen eigenen Nahverkehrstunnel geführt wird, treten im Regelbetrieb keine Kapazitätsengpässe auf. Auf dem Streckenabschnitt von Traun bis Kirchdorf an der Krems, welcher zum Großteil eingleisig ausgebaut ist, verkehren an Werktagen 114 Züge.²⁷ Die Anzahl der Zugfahrten und die Tatsache des großteils eingleisigen Streckennetzes stellen selbst im Regelbetrieb große Herausforderungen für den Geschäftsbereich Netz Betrieb dar. Da ein Ziel der Arbeit die Kapazitätssteigerung der Strecke zwischen Linz und Selzthal ist, wird dieses Thema in den folgenden Ausbauvorschlägen behandelt.

Betreffend Anzahl der vorhandenen Gleise in Bahnhöfen sowie deren Nutzlängen wurde auch vermehrt auf den Streckenabschnitt zwischen Linz Hbf. und Kirchdorf an der Krems verwiesen. Ein großes Problem stellt der Bahnhof Neuhofen an der Krems dar. In Neuhofen an der Krems finden halbstündliche Systemkreuzungen der S-Bahnen sowie REX-Züge statt. Da der Bahnhof Neuhofen an der Krems nur über 2 Gleise verfügt, ist dieser Bahnhof in den Verkehrszeiten der Personenzüge für Güterzugkreuzungen nicht zu nutzen. Die nachfolgenden Bahnhöfe Kematen an der Krems, Rohr - Bad Hall und Kremsmünster eignen sich mit einer maximalen Bahnhofgleislänge von 433 m nur zum Kreuzen für Güterzüge bis rund 420 m. Der wachsende Verkehr auf der Schiene stellt durch die vorhandenen Rahmenbedingungen für den Betrieb eine Herausforderung in der Zuglenkung dar. Da ein Ziel der Arbeit die Kapazitätssteigerung der Strecke zwischen Linz Hbf. und Selzthal ist, wird dieses Thema in den folgenden Ausbauvorschlägen behandelt.

In Bezug auf eingleisige Streckenabschnitte wurde die Problematik eines Streckenabschnittes besonders hervorgehoben. Zwischen den Bahnhöfen Micheldorf und Klaus befindet sich ein

²⁶ Quelle: E-Mail, Aramis Auswertung LBZ 1311 N_Zugzahlen GL_Linz vom 13.09.2018 (17.09.2018)

²⁷ Quelle: E-Mail, Aramis Auswertung LBZ 1311 N_Zugzahlen GL_Linz vom 13.09.2018 (17.09.2018)

rund 7 km langer eingleisiger Abschnitt, welcher mit einer Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h zu befahren ist. Somit ergibt sich für durchfahrende Züge bei konstant bleibender Geschwindigkeit eine rechnerische Streckenbelegungszeit von 6 Minuten. Sollten an diesem Streckenabschnitt Kreuzungen notwendig werden, wird die Leistungsfähigkeit aufgrund der langen Streckenbelegungszeit stark sinken. Weiter befindet sich auf diesem Streckenabschnitt eine Anschlussbahn, welche bei Bedienfahrten in bzw. aus der Anschlussbahn eine längere Streckenbelegung verursacht. Da ein Ziel der Arbeit die Kapazitätssteigerung der Strecke zwischen Linz Hbf. und Selzthal ist, wird dieses Thema in den folgenden Ausbauvorschlägen behandelt.

Das Thema Streckenhöchstgeschwindigkeit stellt nicht nur im Zusammenhang mit den Personenzügen einen Rückstand in Vergleich zum Straßenverkehr dar, sondern wirkt sich auch auf den Güterzugsverkehr aus, da die Kreuzungen der Züge durch lange Streckenbelegungen behindert werden. Da ein Ziel der Arbeit die Verbesserung der Kantenfahrzeit zwischen Linz Hbf. und Selzthal ist, wird dieses Thema in den folgenden Ausbauvorschlägen behandelt.

Als letztes Gesprächsthema wurden die Bahnsteiglängen behandelt. Seit der Umstellung auf den S-Bahnverkehr in Oberösterreich und den damit verbundenen Angebotssteigerungen im Personennahverkehr wird die S-Bahnstrecke Linz Hbf. - Kirchdorf an der Krems immer stärker genutzt. Um diesen steigenden Fahrgastzahlen gerecht zu werden, kann zum einen der Taktabstand verkürzt oder das Fassungsvermögen der Garnituren vergrößert werden. Da der großteils eingleisige Streckenbereich eine Taktverkürzung nicht zulässt, werden in den Früh- bzw. Abendverkehrsspitzen Doppelgarnituren eingesetzt. Mit den aktuell im Einsatz befindlichen Garnituren stellt dies kein Problem dar. Mit der Anschaffung der Talent 3 - Züge der Firma Bombardier werden bei den ÖBB zwei verschieden lange Garnituren zum Einsatz kommen. Die kurze Garnitur mit einer Länge von 75 m sowie die lange Garnitur mit einer Länge von 100 m. Werden nun zwei lange Garnituren in Doppeltraktion geführt, werden in vielen Bahnhöfen die Längen der Bahnsteigkanten nicht ausreichen.

4 Maßnahmen aus dem Rahmenplan

4.1 Ziele aus dem Rahmenplan

Die Ziele aus dem Rahmenplan werden in folgende fünf Hauptaugenmerke unterteilt.²⁸

■ Stärkung des Modalsplit im Güter- und Personenverkehr

²⁸ Quelle entnommen aus: https://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/ausbauplan/downloads/presentation_rahmenplan_oebb_2018.pdf (Zugriff am 24.09.2018)

- Erhöhung der Sicherheit durch Auflassung von Eisenbahnkreuzungen sowie durch die Einführung von neuen Zugsicherungssystemen wie ETCS
- Erhöhung der Pünktlichkeit durch gezielte Instandhaltung sowie stabile Anlagen und Systeme
- Einfacher Zugang zur Bahn
 - Integrierter Taktfahrplan (ITF)
 - Moderne Bahnhöfe inkl. Barrierefreiheit
 - Ausbau der Park & Ride - Anlagen
 - Ausstattung der Bahnhöfe mit WLAN
 - Verknüpfung der Verkehrsträger (z.B.: Bus)
 - Angebote wie Carsharing
 - Informationen und Einkaufen am Bahnhof
- Steigerung der Leistung durch mehr Kapazitäten und Stabilität

4.2 Rahmenplanprojekte

Folgende Projekte, welche sich auf der Strecke Linz Hbf. - Selzthal befinden, sind im Rahmenplan 2018 - 2023 festgelegt:

- BAP015 Klaus Bahnhofsumbau, inkl. ESTW Planung ²⁹
- PEK306 Klaus Bahnhofsumbau, inkl. ESTW Bau ³⁰

Das Projekt Bahnhofsumbau Klaus inklusive der Errichtung des elektronischen Stellwerks aus dem Rahmenplan wurde in ein Planungs- sowie Bauprojekt unterteilt. Die Notwendigkeit eines neuen elektronischen Stellwerks wurde durch die Migration in die Betriebsfernsteuerzentrale Linz notwendig. Das einmalige Kürzel vor den jeweiligen Projekten ist eine Projektsbezeichnung und wird vor jedem Vorhaben angegeben.

Die Kosten für das Planungsprojekt werden mit 1.300.000 € angegeben.

Die Kostenermittlung für das Bauprojekt ergibt ein Auftragsvolumen von 18.600.000 €, wobei 14.000.000 € in der Rahmenplanperiode 2018 bis 2023 anfallen.

- BAP016 Steyrling Bahnhofsumbau, inkl. ESTW Planung ³¹
- PEK302 Steyrling Bahnhofsumbau, inkl. ESTW Bau ³²

²⁹ Quelle entnommen aus: https://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/ausbauplan/downloads/praesentation_rahmenplan_oebb_2018.pdf (24.09.2018)

³⁰ Quelle entnommen aus: https://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/ausbauplan/downloads/praesentation_rahmenplan_oebb_2018.pdf (24.09.2018)

³¹ Quelle entnommen aus: https://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/ausbauplan/downloads/praesentation_rahmenplan_oebb_2018.pdf (24.09.2018)

³² Quelle entnommen aus: https://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/ausbauplan/downloads/praesentation_rahmenplan_oebb_2018.pdf (24.09.2018)

Das Projekt Bahnhofsumbau Steyrling inklusive seiner Errichtung des elektronischen Stellwerks aus dem Rahmenplan wurde in ein Planungs- sowie Bauprojekt unterteilt. Die Notwendigkeit eines neuen elektronischen Stellwerks wurde durch die Migration in die Betriebsfernsteuerzentrale Linz notwendig.

Die Kosten für das Planungsprojekt werden mit 1.500.000 € angegeben.

Die Kostenermittlung für das Bauprojekt ergibt ein Auftragsvolumen von 20.500.000 €.

■ PE5304 Linzerhaus Errichtung Ausweiche, Planung und Bau³³

Das Projekt Linzerhaus wurde bereits im Jahr 2016 in Betrieb genommen und befindet sich bereits als Bestandsanlage in der Diplomarbeit. Das bereits realisierte Projekt wurde in einem gemeinsamen Planungs- und Bauprojekt umgesetzt. Die Betriebsausweiche Linzerhaus mit Gesamtkosten von 15.800.000 € wurde im Bahnhof Spital am Pyhrn inkludiert und mit Ende 2016 in die Betriebsfernsteuerzentrale Linz migriert. Die Kosten für die Betriebsausweiche Linzerhaus befinden sich zur Gänze in der Rahmenplanperiode 2013 bis 2018.

■ BAL005 Nettingsdorf - Rohr-Bad Hall, zweigleisiger Ausbau, Planung³⁴

Die Planung für einen zweigleisigen Ausbau zwischen Nettingsdorf und Rohr-Bad Hall wurde vom Geschäftsbereich Asset Management noch nicht kommuniziert. Da dieses Planungsprojekt den Großteil der Jahresquoten mit den Jahren 2024ff hinterlegt hat, liegt diesem Projekt bislang nur eine Infrastrukturentwicklung zugrunde. Das Planungsprojekt wurde mit Gesamtkosten von 13.700.000 € beziffert, wobei 4.400.000 € in die Rahmenplanperiode 2018 bis 2023 fallen.

■ SEQ002 HIPPI, zweigleisiger Ausbau, Planung

Die Planung für einen zweigleisigen Ausbau zwischen Hinterstoder und Pießling-Vorderstoder wurde vom Geschäftsbereich Asset Management bereits in Auftrag gegeben, eine Umsetzung des Projektes liegt zur Gänze außerhalb der Rahmenplanperiode 2018 bis 2023.

■ Bosrucktunnel

Der Bosrucktunnel, welcher seit Jahren ein erhöhtes Instandhaltungsbudget beansprucht und durch seine alte Bauweise nicht für alle Lichtraumprofile befahrbar ist, wurde nicht in den Rahmenplan aufgenommen. In den Entwürfen für den Rahmenplan 2023 bis 2028 ist aktuell kein Budget für den Bosrucktunnel vorgesehen.

Die Kosten für die im Rahmenplan 2018 bis 2023 beinhalteten Projekte der Pyhrnstrecke betragen 41.700.000 €.

³³ Quelle entnommen aus: https://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/ausbauplan/downloads/presentation_rahmenplan_oebb_2018.pdf (24.09.2018)

³⁴ Quelle entnommen aus: https://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/ausbauplan/downloads/presentation_rahmenplan_oebb_2018.pdf (24.09.2018)

4.3 Zielerreichung des Rahmenplans

Durch die Umsetzung der Projekte können drei Ziele aus dem Rahmenplan umgesetzt werden. Die Ziele zur Erhöhung der Sicherheit durch Implementierung neuer Zugsicherungssysteme wie ETCS, wodurch die Bauprojekte lediglich ein neues Stellwerk vorsehen und keine ETCS Streckenausrüstung. Allerdings werden durch das neue elektronische Stellwerk die Rahmenbedingungen für eine mögliche ETCS Streckenausrüstung geschaffen.

Als zweites Ziel wird die Erhöhung der Pünktlichkeit durch gezielte Instandsetzung erreicht. Durch die Erneuerung der Stellwerke Klaus und Steyrling wird dieses Ziel erreicht.

Als drittes Ziel werden die Bahnhöfe Klaus und Steyrling mit neuen Bahnsteigen und einem barrierefreien Zugang ausgestattet.

Zur Erreichung aller Ziele, welche im Rahmenplan hinterlegt sind, werden keine Maßnahmen getätigt. Die Ziele wie W-LAN und Einkaufen am Bahnhof wird für Frequenz starke Bahnhöfe wichtig werden. Weiter wird ein Carsharing Angebot auf kleineren Bahnhöfen wenig Erfolg mit sich bringen.

5 Simulation der bestehenden Infrastruktur

5.1 Ziel Simulation

Das Ergebnis dieser Simulation ist es, die in der Zielsetzung unter Punkt 1.2 gesteckten Anforderungen an den Personen- sowie Güterverkehr, ohne einer Veränderung der Infrastruktur aufzuzeigen. Weiter werden durch die Simulation die Streckenabschnitte der bestehenden Infrastruktur gezeigt, wo in den nachfolgenden Ausbauszenarien Maßnahmen zur Zielerreichung berücksichtigt werden, um einen Betrieb zu gewährleisten. Ebenfalls werden die Parameter, welche im Trassierungsprogramm RailSys berücksichtigt wurden sowie der Fahrplan, welcher als Grundlage für die Analyse herangezogen wurde, gezeigt. Ein weiteres Ziel ist es, eine Infrastrukturvariante zu entwerfen, welche so geringe Kosten als nur möglich verursacht. Durch diese Zielsetzung an die Ausbaumaßnahmen wurde das Erreichen einer Knotenanbindung in Linz Hbf. in den Hintergrund gereiht und das Risiko einer eventuellen Verschiebung der Knotenanbindung in Kauf genommen.

5.2 Parameter der Trassenkonstruktion in RailSys

Um die Fahrplananalyse real gestalten zu können, benötigt das Trassierungsprogramm RailSys sehr viele Daten der Infrastruktur sowie des Wagenmaterials. Um einen Überblick über

die Genauigkeit der Fahrplananalyse zu erhalten, werden die verwendeten Parameter gelistet. Für die Auswertung der gleisgenauen Infrastruktur werden folgende Daten ins System eingearbeitet:

- Die Länge aller Gleisabschnitte in Bahnhöfen und Strecken
- Die kilometrische Lage aller auf der Infrastruktur notwendigen Elemente wie:
 - Signale (Hauptsignale, Schutzsignale, Vorsignale, Vorsignal auf dem Mast des Hauptsignals, Vershubsignale)
 - Eisenbahnkreuzungen
 - Weichen (Bauform, Lage, Oberbaugeschwindigkeiten in beiden Fahrtrichtungen)
 - Fahrplanbezugspunkte
 - Geschwindigkeitsanzeiger zur Angabe von Geschwindigkeitsbrüchen
- Die Neigungen sowie Radien der Strecke
- Fahrstraßenziele in den Bahnhöfen, Strecken und Überleitstellen
- Länge sowie Höhe der Bahnsteige
- Sicherungstechnische Bauart der Stellwerke, um Fahrstraßeneinstellzeiten sowie Fahrstraßenauflösezeiten errechnen zu können.
- Zugbeeinflussungssystem (PZB, ETCS oder LZB)
- Traktionsarten der Strecke (elektrisch oder nicht elektrisch)
- Tunnelparameter wie Tunnelquerschnitt und Tunnelwiderstand

Durch die Eingaben der Parameter zur Infrastruktur kann eine sehr genaue Simulation der Strecke durchgeführt werden. Um eine schlüssige Gesamtanalyse zu erreichen, werden nicht nur genaueste Daten der Infrastruktur benötigt, sondern auch sehr viele Eingaben zu dem verwendeten Wagenmaterial. Folgende Daten der Beispielzüge wurden für die Analyse der Pyhrnstrecke verwendet:

- Bauart der Lokomotive/Triebwagen
- Zugkraft anhand eines Zugkraftdiagrammes
- Sämtliche Widerstände, welche bei einer Zugfahrt auftreten (Rollwiderstand, Luftwiderstand, Anfahrwiderstand, Lagerwiderstand)
- Anhängelast in Bruttotonnen
- Gesamtzuglängen in Meter
- Laufweg (von Bahnhof/Gleis, über Bahnhof/Gleis, nach Bahnhof/Gleis)

5.3 Fahrplankonstruktion

Die Basis der Fahrplankonstruktion ist die zugrunde gelegte Infrastruktur, auf welcher der Fahrplan konstruiert werden soll. Weiter werden die dynamischen Fahrzeitberechnungen der einzelnen Züge benötigt, um deren Verhalten bei der Zugfahrt korrekt abzubilden. Zu diesen

beiden Grundsteinen in der Fahrplankonstruktion sind für eine seriöse Planung noch folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Fahrzeitreserven, welche sich in Regelzuschläge und Sonderzuschläge unterteilen
 - Regelzuschläge: sollen planbare Bauvorhaben sowie kleinere technische oder betriebliche Störungen abfedern.
 - Sonderzuschläge: sollen Reserven für große Bauvorhaben oder lange andauernden Beeinträchtigungen der Infrastruktur beinhalten. Diese Sonderzuschläge sind in den Schienennetznutzungsbedingungen zu verlautbaren.
- Mindestaufenthaltszeit
 - Ist jene Zeit, welche ein Eisenbahnverkehrsunternehmen mindestens für einen Fahrgastwechsel und Abfertigung des Zuges benötigt.
- Mindestwendezeit
 - Ist jene Zeit, welche benötigt wird, um eine Garnitur nach Ankunft der Zugfahrt für den Kunden/ die Kundin wieder bereit zu stellen. Hierbei sind Gehzeiten der Lokführer/In sowie die Zeit, welche benötigt wird um einen Zug abfahrtsbereit zu melden, berücksichtigt.
- Pufferzeit
 - Ist jene Zeit, welche eingeplant wird, um bei eng getakteten Zugkreuzungen einen gewissen Handlungsspielraum zu schaffen.

Mit den eingepflegten Daten ist es nun möglich, im Programm RailSys eine Fahrplanerstellung zu erarbeiten. Für die Simulation wurde folgender Fahrplan verwendet.

5.4 Zielfahrplan von Linz Hbf. in Richtung Kirchdorf an der Krems

Für die Simulation des folgenden Fahrplans wurden jene Punkte berücksichtigt, welche unter Kapitel 5.1 bis 5.3 beschrieben sind. Die nachfolgende Tabelle zeigt alle startenden Züge von Linz Hbf. in Richtung Selzthal im Zeitraum von 06:56 Uhr bis 10:12 Uhr. Der gesamte Fahrplan findet sich im Anhang wieder. Da die Verkehrsarten S-Bahn, REX und IC verschiedene Haltemuster sowie Endhaltestellen haben, wurde Kirchdorf an der Krems als Anhaltspunkt ausgewählt.

Von	Uhrzeit	Nach	Uhrzeit	Zugnummer	Type
Linz Hbf.	06:56	Kirchdorf an der Krems	07:46	3907	S-Bahn
Linz Hbf.	07:12	Liezen	08:43	1905	REX
Linz Hbf.	07:21	Kirchdorf an der Krems	08:11	3909	S-Bahn
Linz Hbf.	07:51	Selzthal / Graz Hbf.	09:04	905	IC
Linz Hbf.	07:56	Kirchdorf an der Krems	08:46	3911	S-Bahn

Linz Hbf.	08:12	Liezen	09:43	1907	REX
Linz Hbf.	08:21	Kirchdorf an der Krems	10:11	3913	S-Bahn
Linz Hbf.	08:51	Selzthal / Graz Hbf.	10:04	907	IC
Linz Hbf.	08:56	Kirchdorf an der Krems	09:46	3915	S-Bahn
Linz Hbf.	09:12	Liezen	10:43	1909	REX
Linz Hbf.	09:21	Kirchdorf an der Krems	10:11	3917	S-Bahn
Linz Hbf.	09:51	Selzthal / Graz Hbf.	11:04	909	IC
Linz Hbf.	09:56	Kirchdorf an der Krems	10:46	3919	S-Bahn
Linz Hbf.	10:12	Liezen	11:43	1911	REX

Tabelle 1: Zielfahrplan von Linz Hbf. in Richtung Kirchdorf an der Krems ³⁵

In der oben gezeigten Tabelle ist ersichtlich, dass ein stündlicher IC- und REX-Takt angeboten wird. Weiter werden auch die S-Bahnen ganztags im Halbstunden-Takt geführt, wobei die Zeitabstände nicht je 30 Minuten, sondern 25 beziehungsweise 35 Minuten betragen. Der Taktknotenpunkt Linz Hbf. wird nicht bei jeder Verkehrsart eingehalten. Zwischen den halbstündlichen S-Bahnen verkehren die REX- sowie IC-Verbindungen.

5.4.1 Angebotsübersicht des Fahrplanes Linz Hbf. in Richtung Kirchdorf an der Krems

In den folgenden Punkten werden die geplanten Parameter je Angebotsart aufgelistet und die fahrplanrelevanten Daten übersichtlich aufgegliedert.

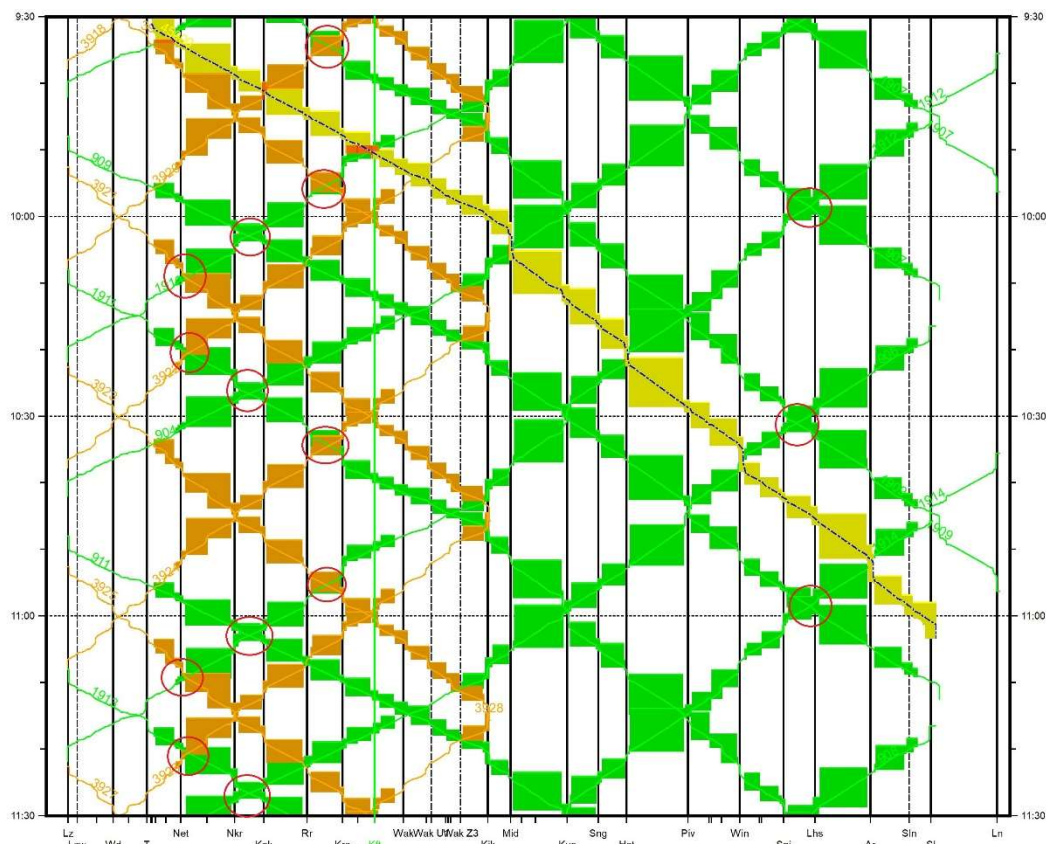
- S-Bahn Angebot zwischen Linz Hbf. und Kirchdorf an der Krems:
 - 36 Verbindungen zwischen Linz Hbf. und Kirchdorf an der Krems
 - Halbstundentakt auf der S-Bahn unter Beibehaltung aller Haltepunkte
 - Der S-Bahnverkehr wird mit einfachen Garnituren der Baureihe 4024 angeboten
 - Steigerung der S-Bahn-Verbindungen von 24 auf 36 Fahrten, was einem Wachstum von 50 % entspricht
 - Planhaltezeit von einer Minute in Bahnhöfen und einer halben Minute in Haltestellen
 - Der Fahrplan beinhaltet 5 % Fahrplanreserven
- REX Angebot zwischen Linz Hbf. und Liezen
 - 18 Verbindungen zwischen Linz Hbf. und Liezen.
 - Stundentakt im REX-Verkehr, wobei ein Haltepunkt in Steyrling entfällt

Der REX Verkehr wird mit Lokomotiven der Baureihe 1044 und Cityshuttle-Garnituren angeboten. Da sich die Cityshuttle-Garnituren kurz vor dem Austausch

³⁵ Tabelle erstellt von Christian Forstner (05.07.2019)

befinden, werden eventuell neue Garnituren für die REX-Verbindungen verwendet. Mit der Simulation von Cityshuttle-Garnituren und einer Lokomotive der Baureihe 1044 werden auch zukünftige Garnituren verkehren können, da die Performance der neuen Garnituren besser ist als jene des Cityshuttles.

- Steigerung der REX-Verbindungen von acht auf 18 Fahrten, was einem Wachstum von 125 % entspricht
 - Planhaltezeit von einer Minute in Bahnhöfen und einer halben Minute in Haltestellen
 - Der Fahrplan beinhaltet 5 % Fahrplanreserven
-
- IC Angebot zwischen Linz Hbf. und Graz Hbf.
 - 15 Verbindungen zwischen Linz Hbf. und Graz Hbf.
 - Stundentakt im IC-Verkehr mit Zwischenhalten in Kirchdorf an der Krems und Windischgarsten
 - Der IC-Verkehr wird mit Garnituren der Baureihe 4744 angeboten
 - Steigerung der IC-Verbindungen von 2 auf 15 Fahrten, was einem Wachstum von 750 % entspricht
 - Planhaltezeit von zwei Minuten in allen Bahnhöfen
 - Der Fahrplan beinhaltet 5 % Fahrplanreserven
-
- Güterverkehr Richtung Selzthal
 - 17 Verbindungen Richtung Selzthal im Tageszeitraum zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr. Dieser Wert entspricht einem Wachstum von 60 % gegenüber den aktuell verkehrenden Güterzügen im vergleichbaren Zeitraum
 - Steigerung der Güterzugtrassen im Nachtzeitraum zwischen 22:00 Uhr und 06:00 Uhr von aktuell elf Verbindungen auf 18 Verbindungen, wodurch wiederum eine Steigerung von 60 % erreicht wird.
 - Stündliche Güterzugtrasse im Tageszeitraum zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr
 - Der Güterverkehr wird mit zwei in Doppeltraktion geführten Lokomotiven der Baureihe 1116, 1600 t Zuggewicht und einer Zuglänge von 550 m geplant, wodurch alle neu geplanten Güterzüge so lang wie der aktuell längste verkehrende Zug sind.

Abbildung 24: Bildfahrplan auf bestehender Infrastruktur³⁶

Im oben gezeigten Bildfahrplan wurde die bestehende Infrastruktur mit dem geplanten Fahrplan simuliert. Um eine Übersichtlichkeit zu erhalten, wurden alle S-Bahnen in oranger Farbe, alle IC- und REX-Züge, welche auf der Strecke verkehren, in grüner Farbe dargestellt. Die gelb markierte Trasse zeigt eine beispielhafte Güterzugtrasse. Weiter ist zu sehen, dass die Kantenfahrzeit bei allen IC-Zügen durch die neu angepassten Haltemuster auf 80 Minuten gesenkt werden kann, wodurch das Ziel mit einer Kantenfahrzeit unter 75 Minuten noch nicht erreicht wurde. Zusätzlich wurden alle unter Punkt 5.4.2 gelisteten Konflikte eingekreist, um eine grafische Übersicht auf dem Bildfahrplan zu erhalten.

5.4.2 Conclusio Fahrplan von Linz Hbf. in Richtung Kirchdorf an der Krems

Im oben dargestellten Ausschnitt aus dem Bildfahrplan sind alle Verbindungen im Zeitraum von 09:30 Uhr und 11:30 Uhr zu sehen. Folgende Konflikte haben sich auf der bestehenden Infrastruktur ergeben:

³⁶ Abbildung erstellt von Christian Forstner (07.07.2019)

- Keine Konflikte im Fernverkehr
- Konflikte im S-Bahnverkehr
 - Konflikt mit REX zwischen Nettingsdorf und Neuhofen an der Krems
 - Konflikt mit IC zwischen Kematen an der Krems und Rohr-Bad Hall
 - Konflikt mit S-Bahn zwischen Kremsmünster und Krift
 - Konflikt mit S-Bahn zwischen der Abzweigung Wartberg an der Krems 3 und Kirchdorf an der Krems
 - Konflikt mit REX zwischen der Abzweigung Wartberg an der Krems 3 und Kirchdorf an der Krems
- Konflikte im REX Verkehr
 - Konflikt mit IC zwischen Neuhofen an der Krems und Kematen an der Krems
 - Konflikt mit REX zwischen Hinterstoder und Pießling-Vorderstoder
 - Konflikt mit IC zwischen Spital am Pyhrn und der Betriebsausweiche Linzerhaus
- Konflikte im Güterverkehr
 - Konflikt mit S-Bahn zwischen Kematen an der Krems und Rohr-Bad Hall
 - Konflikt mit REX zwischen Kremsmünster und Krift
 - Geplante Kreuzungen in den Bahnhöfen Micheldorf, Hinterstoder, Windischgarsten und Ardning

5.5 Zielfahrplan von Kirchdorf an der Krems in Richtung Linz Hbf.

Für die Simulation des folgenden Fahrplans wurden wiederum jene Punkte berücksichtigt, welche unter Kapitel 5.1 bis 5.3 beschrieben wurden. Die Tabelle zeigt Zugfahrten in Richtung Linz mit den Durchfahrzeiten in Kirchdorf an der Krems im Zeitraum von 07:44 Uhr bis 09:40 Uhr.

Von	Uhrzeit Kirchdorf an der Krems	Nach	Uhrzeit	Zugnummer	Type
Liezen	07:44	Linz Hbf.	08:19	1908	REX
Kirchdorf an der Krems	07:47	Linz Hbf.	08:37	3916	S-Bahn
Graz	08:10	Linz Hbf.	08:40	902	IC
Kirchdorf an der Krems	08:23	Linz Hbf.	09:13	3918	S-Bahn
Liezen	08:44	Linz Hbf.	09:19	1910	REX
Kirchdorf an der Krems	08:47	Linz Hbf.	09:37	3920	S-Bahn
Graz	09:10	Linz Hbf.	09:40	904	IC

Tabelle 2: Zielfahrplan von Kirchdorf an der Krems Richtung Linz Hbf.³⁷

³⁷ Tabelle erstellt von Christian Forstner (05.07.2019)

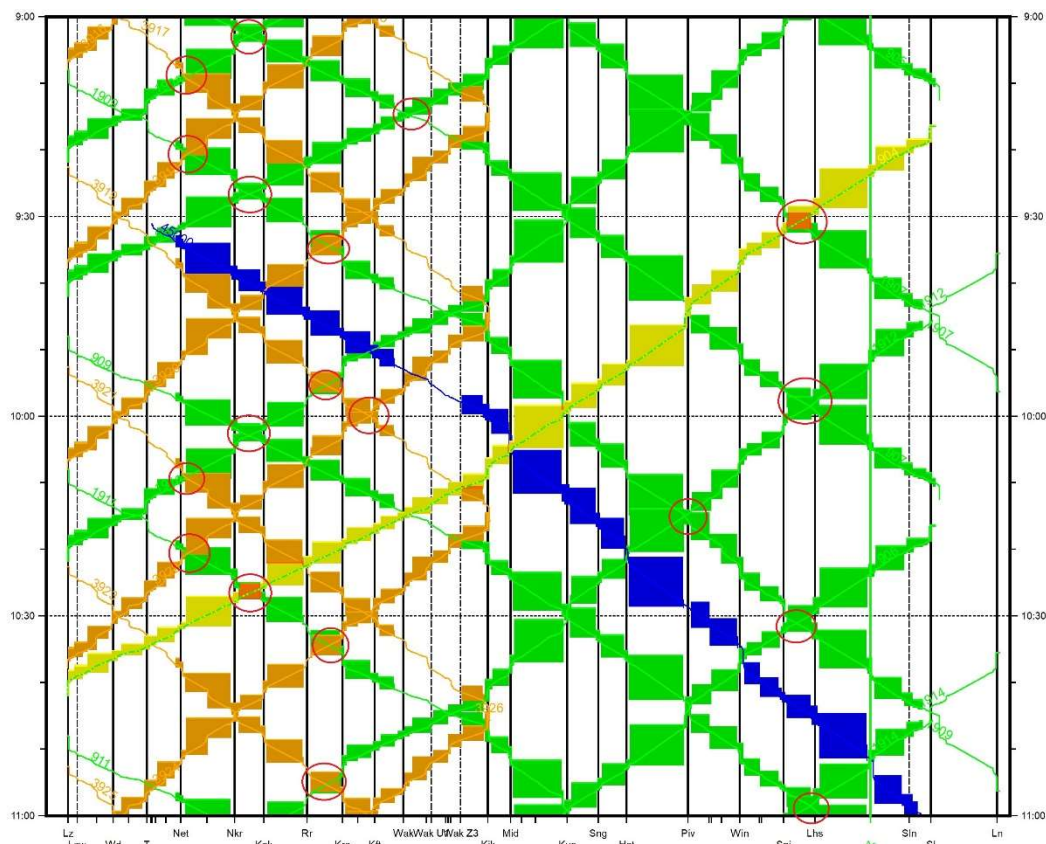
In der oben gezeigten Tabelle ist ersichtlich, dass ein stündlicher IC- und REX-Takt vorhanden ist. Weiter werden auch die S-Bahnen ganztags im Halbstunden-Takt geführt, wobei die Zeitabstände nicht je 30 Minuten, sondern 24 beziehungsweise 36 Minuten betragen. Der Taktknotenpunkt Linz Hbf. wird nicht bei jeder Verkehrsart eingehalten. Zwischen den halbstündlichen S-Bahnen verkehren die REX- sowie IC-Züge.

5.5.1 Angebotsübersicht des Fahrplans von Kirchdorf an der Krems nach Linz Hbf.

- S-Bahn Angebot zwischen Kirchdorf an der Krems und Linz Hbf.
 - 37 Verbindungen zwischen Kirchdorf an der Krems und Linz Hbf.
 - Halbstundentakt auf der S-Bahn unter Beibehaltung aller Haltepunkte
 - Der S-Bahnverkehr wird mit einfachen Garnituren der Baureihe 4024 angeboten
 - Steigerung der S-Bahn-Verbindungen von 24 auf 37 Fahrten, was einem Wachstum von 54 % entspricht.
 - Planhaltezeit von einer Minute in Bahnhöfen und einer halben Minute in Haltestellen
 - Der Fahrplan beinhaltet 5% Fahrplanreserven
- REX Angebot zwischen Liezen und Linz Hbf.
 - 17 Verbindungen zwischen Liezen und Linz Hbf.
 - Stundentakt im REX-Verkehr, wobei ein Haltepunkt in Steyring entfällt
 - Der REX Verkehr wird mit Lokomotiven der Baureihe 1044 und Cityshuttle-Garnituren angeboten. Da sich die Cityshuttle-Garnituren kurz vor dem Austausch befinden, werden eventuell neue Garnituren für die REX-Verbindungen verwendet. Mit der Simulation von Cityshuttle-Garnituren und einer Lokomotive der Baureihe 1044 werden auch zukünftige Garnituren verkehren können, da die Performance der neuen Garnituren besser ist als jene des Cityshuttles.
 - Steigerung der REX-Verbindungen von 8 auf 17 Fahrten, was einem Wachstum von 112,5 % entspricht
 - Planhaltezeit von einer Minute in Bahnhöfen und einer halben Minute in Haltestellen
 - Der Fahrplan beinhaltet 5 % Fahrplanreserven
- IC Angebot zwischen Graz Hbf. und Linz Hbf.
 - 16 Verbindungen zwischen Graz Hbf. und Linz Hbf.
 - Stundentakt im IC-Verkehr, wobei die Haltepunkte in Neuhofen an der Krems, Rohr-Bad Hall, Klaus und Spital am Pyhrn entfallen
 - Der IC Verkehr wird mit Garnituren der Baureihe 4744 angeboten

- Steigerung der IC-Verbindungen von 2 auf 16 Fahrten, was einem Wachstum von 800 % entspricht.
- Planhaltezeit von zwei Minuten in allen Bahnhöfen
- Der Fahrplan beinhaltet 5 % Fahrplanreserven

- Güterverkehr Richtung Linz
 - 17 Verbindungen Richtung Selzthal im Tageszeitraum zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr. Dieser Wert entspricht einer Steigerung von 60 % gegenüber den aktuell verkehrenden Güterzügen im vergleichbaren Zeitraum
 - Steigerung der Güterzugtrassen im Nachtzeitraum zwischen 22:00 Uhr und 06:00 Uhr von aktuell 11 Verbindungen auf 18 Verbindungen, wodurch wiederum eine Steigerung von 60 % erreicht wird.
 - Stündliche Güterzugstrasse im Tageszeitraum zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr
 - Der Güterverkehr wird mit zwei in Doppeltraktion geführten Lokomotiven der Baureihe 1116, 1600 t Zuggewicht und einer Zuglänge von 550 m geplant, wodurch alle neu geplanten Güterzüge so lang wie der aktuell längste verkehrende Zug sind.

Abbildung 25: Bildfahrplan auf bestehender Infrastruktur³⁸

Im oben gezeigten Bildfahrplan wurde die bestehende Infrastruktur mit dem geplanten Fahrplan simuliert. Um eine Übersichtlichkeit zu erhalten, wurden alle S-Bahnen in Orange gefärbt. Alle IC- und REX-Züge, welche auf der Strecke verkehren, wurden in grüner Farbe dargestellt. Die gelb markierte Trasse zeigt einen Güterzug. Weiter ist zu sehen, dass die Kantenfahrzeit bei allen IC-Zügen durch die neu angepassten Haltemuster auf 80 Minuten gesenkt werden kann, wodurch das Ziel, mit einer Kantenfahrzeit unter 75 Minuten noch nicht erreicht wurde. Zusätzlich wurden alle unter Punkt 5.5.2 gelisteten Konflikte eingekreist, um eine grafische Übersicht auf dem Bildfahrplan zu erhalten.

5.5.2 Conclusio Fahrplan von Linz Hbf. in Richtung Kirchdorf an der Krems

In oben dargestelltem Ausschnitt aus dem Bildfahrplan sind alle Verbindungen im Zeitraum von 09:00 Uhr und 11:00 Uhr zu sehen. Folgende Konflikte haben sich auf der bestehenden Infrastruktur ergeben:

³⁸ Abbildung erstellt von Christian Forstner (07.07.2019)

- Keine Konflikte im Fernverkehr
- Konflikte im S-Bahnverkehr
 - Konflikt mit REX zwischen Nettingsdorf und Neuhofen an der Krems
 - Konflikt mit IC zwischen Kematen an der Krems und Rohr-Bad Hall
 - Konflikt mit S-Bahn zwischen Kremsmünster und Krift
 - Konflikt mit S-Bahn zwischen der Abzweigung Wartberg an der Krems 3 und Kirchdorf an der Krems
 - Konflikt mit REX zwischen der Abzweigung Wartberg an der Krems 3 und Kirchdorf an der Krems
- Konflikte im REX Verkehr
 - Konflikt mit IC zwischen Neuhofen an der Krems und Kematen an der Krems
 - Konflikt mit REX zwischen Hinterstoder und Pießling-Vorderstoder
 - Konflikt mit IC zwischen Spital am Pyhrn und der Betriebsausweiche Linzerhaus
- Konflikte im Güterverkehr
 - Konflikt mit S-Bahn zwischen Kematen an der Krems und Rohr-Bad Hall
 - Konflikt mit REX zwischen Kremsmünster und Krift
 - Geplante Kreuzungen in den Bahnhöfen Micheldorf, Hinterstoder, Windischgarsten und Ardning

5.6 Übersicht der Maßnahmen

Um die Konflikte aus den Punkten 5.4.2 und 5.5.2 lösen zu können, werden Ausbauten an der Infrastruktur notwendig, wobei man die Ausbauszenarien in zwei Kategorien unterteilen kann. Jene Kategorie, die am häufigsten zutrifft, ist jene, um den geplanten Fahrplan umsetzen zu können sowie die zweite Kategorie, welche zur Steigerung der Kantenfahrzeiten und somit zur Performancesteigerung der Fahrzeit dient. Nachfolgende Punkte werden die notwendig gewordenen Ausbauszenarien auflisten und eine kurze Erklärung beinhalten. Die näheren Details werden in den Punkten 6.2 bis 6.13 erläutert.

5.6.1 Maßnahmen zur Konfliktbeseitigung

- Der Ausbauabschnitt Nettingsdorf - Neuhofen an der Krems wird für die Umsetzbarkeit des neuen Fahrplanes benötigt, da der eingleisige Abschnitt zwischen den beiden Bahnhöfen mit dem Zielfahrplan nicht umsetzbar wäre.
- Der Ausbauabschnitt Neuhofen an der Krems - Kematen an der Krems wird für die Umsetzbarkeit des neuen Fahrplanes benötigt. Die neuen Weichen in den dafür

benötigten Abzweigstellen werden so geplant, dass keine Verminderung der Geschwindigkeit notwendig ist.

- Der Ausbauabschnitt Kematen an der Krems - Rohr ist wiederum für die Umsetzbarkeit des geplanten Fahrplanes notwendig. Analog zu vorigem Projekt werden die Weichen der Streckenhöchstgeschwindigkeit von 100 km/h angepasst, wodurch ein wechseln von der Bestandsstrecke auf die neue Strecke mit der Streckenhöchstgeschwindigkeit möglich ist.
- Der Ausbauabschnitt Wartberg an der Krems - Kirchdorf an der Krems ist für die Umsetzbarkeit des Fahrplanes notwendig. Weiter werden im Bahnhof Kirchdorf an der Krems Weichenverbindungen sowie eine zusätzliche Bahnsteigkante für den steigenden Zugverkehr notwendig.
- Der Ausbauabschnitt Micheldorf - Klaus ist nicht nur für die Umsetzbarkeit des Fahrplanes ein wichtiges Erfordernis, da die eingleisige Bestandsstrecke ein Hindernis für das steigende Verkehrsaufkommen bedeutet.
- Der Ausbauabschnitt Klaus - Hinterstoder ist analog zum vorherigen Punkt für beide Komponenten notwendig, da der neue Fahrplan auf der Bestandsinfrastruktur nicht umsetzbar gewesen wäre.
- Um die Umsetzbarkeit des neuen Fahrplans zu gewährleisten, wird im Bahnhof Ardnig eine zusätzliche Bahnsteigkante notwendig.

5.6.2 Maßnahmen zur Steigerung der Kantenfahrzeit

- Der Bahnhof Nettingsdorf wird im Zuge der Ausbaumaßnahmen mit zwei neuen Einfahrweichen ausgestattet. Dies ermöglicht eine schnellere Zugkreuzung sowie eine schnellere Durchfahrt durch den Bahnhof.
- Der Ausbauabschnitt Kirchdorf an der Krems - Micheldorf ist für die Steigerung der Kantenfahrzeit notwendig. Durch die Umbaumaßnahmen kann die Streckengeschwindigkeit erhöht werden, wodurch auch die Streckenbelegungszeit zwischen den beiden Bahnhöfen verringert werden kann.
- Der Ausbauabschnitt Micheldorf - Klaus mit der Errichtung des zweigleisigen Tunnels mit einer Höchstgeschwindigkeit von 160 km/h wird nicht nur für die Leistungssteigerung, sondern auch für die Erreichung der Kantenfahrzeit benötigt. Neben der Anhebung der Streckenhöchstgeschwindigkeit wird auch eine Verkürzung der Strecke zwischen den Bahnhöfen realisiert. Diese Tunnelvariante wird bevorzugt, da in diesem Streckenabschnitt, eine hohe Einsparung in der Fahrzeit möglich ist und eine Streckenbegradigung kaum umsetzbar wird.
- Im Ausbauabschnitt Klaus - Hinterstoder wird die eingleisige Strecke durch eine zweigleisige Strecke ersetzt und begradigt. Dabei wird ein zweigleisiger Tunnel errichtet wodurch die Streckengeschwindigkeit auf 140 km/h angehoben werden kann. Die Steigerung der Kantenfahrzeit ist dabei ein zentrales Thema.

6 Ausbauszenario Pyhrnstrecke

6.1 Ziele

Wie das Conclusio der Bestandssimulation gezeigt hat, kann die Erreichung der Ziele zur Verkürzung der Kantenfahrzeit von 86 Minuten auf 75 Minuten sowie zur Steigerung der Leistungsfähigkeit im Personenverkehr und im Schienengüterverkehr mit der bestehenden Infrastruktur nicht erreicht werden. Verbesserungen an der Infrastruktur werden notwendig und in den nachfolgenden Punkten beschrieben. Neben der Einhaltung der gesteckten Ziele sind die Investitions- sowie Instandhaltungskosten ausschlaggebende Größen, welche entsprechend berücksichtigt werden. Um die Leistungssteigerung zu erreichen, ist neben den Ausbaumaßnahmen auch die Erhaltung der bestehenden Trasse ein wichtiges Ziel, da durch die Erhaltung viele Anschlussbahnen im Betrieb bleiben. Der Streckenabschnitt von Linz Hbf. bis Kirchdorf an der Krems wird in puncto Leistungssteigerung eine große Rolle spielen. Der steigende Güterverkehr sowie die S-Bahn - Verbindung zwischen Kirchdorf an der Krems und Linz Hbf. stellen die oft eingleisige Strecke vor große Herausforderungen. Trotz der steigenden Verkehre auf diesem Streckenabschnitt wird die VzG-Geschwindigkeit nicht angehoben, da aktuell ein sehr homogenes Geschwindigkeitsgefüge herrscht. Auf diesem Streckenabschnitt werden zur Erreichung der Kantenfahrzeit von 75 Minuten lediglich kleinere Anpassungen vorgenommen. Das Hauptaugenmerk in der Erreichung der Kantenfahrzeit liegt auf dem Abschnitt von Kirchdorf an der Krems nach Hinterstoder. Durch die Errichtung zweier Tunnel kann nicht nur die Streckenhöchstgeschwindigkeit angehoben werden, sondern auch die Strecke verkürzt werden. Die VzG-Geschwindigkeiten der beiden Tunnel liegen bei 160 km/h bzw. bei 140 km/h.

6.2 Ausbauabschnitt Nettingsdorf - Neuhofen an der Krems

Zwischen den Bahnhöfen Nettingsdorf und Neuhofen an der Krems liegt eine 6.111 m lange eingleisige Strecke, welche in den Hauptverkehrszeiten stark befahren wird. Um den steigenden Pendlerverkehr im Großraum Linz attraktiveren zu können, wird ein zweigleisiger Ausbau dieses Streckenabschnittes notwendig. In Fahrtrichtung Selzthal wird der Bahnhof Nettingsdorf eine kurze eingleisige Strecke mit 711 m aufweisen, da nach den Ausfahrtsignalen eine Brücke und eine Eisenbahnkreuzungsanlage umgebaut werden müssten. Weiter müsste aus einer Siedlung ein Haus abgelöst werden, wodurch die Kosten weiter ansteigen und der Entschluss getroffen wurde, nach dem Bahnhof Nettingsdorf ein 711 m langes eingleisiges Teilstück zu belassen, welches an einer Abzweigstelle in ein zweigleisiges Streckenstück übergeht. Dieses zweigleisige Streckenstück mit einer Länge von 5.400 m wird an den

Bahnhof Neuhofen an der Krems angeschlossen. Die Streckengeschwindigkeit wird wie auf der Bestandsstrecke 100 km/h betragen. Nachfolgende Grafik zeigt den neuen zweigleisigen Streckenabschnitt zwischen den Bahnhöfen Nettingsdorf und Neuhofen an der Krems. Weiter werden im Bahnhof Nettingsdorf die Weichen 53 und 55 durch Weichen mit einem Radius von 1200 m ersetzt, wodurch die Geschwindigkeit in die Ablenkung der beiden Weichen von 60 km/h auf 100 km/h erhöht werden kann. Durch diesen Weichenumbau werden alle durchfahrenden Züge Richtung Linz mit erhöhter Geschwindigkeit das Regelgleis befahren können, wodurch Gewinne in der Fahrzeit sowie in der Betriebsabwicklung erzielt werden.

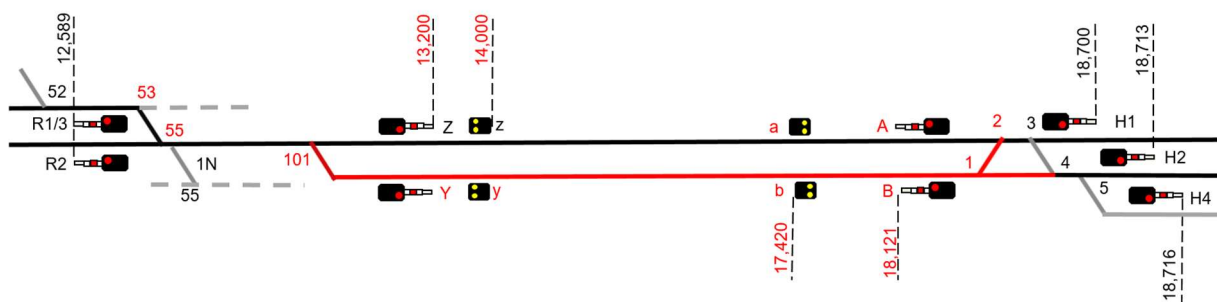


Abbildung 26: Ausbauabschnitt Nettingsdorf - Neuhofen an der Krems³⁹

In oben gezeigter Übersicht werden alle neuen Umbaumaßnahmen in roter Farbe dargestellt. Nachfolgende Tabelle zeigt die Kosten, welche durch die Ausbaumaßnahmen anfallen.

6.2.1 Kostenaufstellung für den Ausbau Nettingsdorf - Neuhofen an der Krems:

Bezeichnung	Einheit	Menge	Preis/EH	Gesamtpreis
Sicherungstechnik inklusive 2 EKSA, 3 Weichen, 3 Hauptsignale, 3 Vorsignale, Kabelanlage, Arbeitszeit	Stück	1	1.650.000	1.650.000 ⁴⁰
Grundeinlösen für neue Trasse	m ²	54.000	9,72	524.880
Unter- und Oberbau	Km	5,4	4.368.000	23.587.200
Fahrleitungsbau	Km	5,4	540.000	2.916.000
Konstruktiver Ingenieurbau Durchlässe	Stück	3	85.000	255.000
Summe				28.933.080

Tabelle 3: Ausbauabschnitt Nettingsdorf - Neuhofen an der Krems⁴¹

³⁹ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (07.06.2019)

⁴⁰ Quelle entnommen aus: Kostenermittlungstool der ÖBB Infrastruktur AG (09.07.2019)

⁴¹ Tabelle erstellt von Christian Forstner (06.07.2019)

Der Preis für einen Kilometer Strecke wurde aus Recherchen hergeleitet. Der Durchschnitt ergab 3.500.000 €/km⁴². Da diese Preisangaben aus dem Jahr 2010 waren, wurde der Inflationswert von 24,8 %⁴³ hinzugerechnet, wodurch sich eine Summe von 4.368.000 €/km ergeben hat. Dieser Wert wird in allen Tabellen als Preis pro Kilometer verwendet.

Die Kostenermittlung des Fachbereiches Energie ergab für einen Kilometer Fahrleitungsbau einen Durchschnittspreis von 540.000 €/km. In dieser Kostenermittlung wurden 10 % Nacht- und Feiertagszuschläge berücksichtigt. Weiter wurden 15 % Umbauten an der Bestandsanlage berücksichtigt, um Anschlüsse an die Bestandsstrecke zu ermöglichen.⁴⁴ Dieser Wert wird in allen Tabellen als Preis pro Kilometer verwendet.

Die Grundstückspreise zwischen Nettingsdorf und Neuhofen an der Krems werden mit 124,47 €/m² für das Bauland sowie 9,72 €/m² für das Grünland beziffert. Die Auswertung des Flächenwidmungsplanes hat ergeben, dass die für den Ausbau benötigte Fläche zur Gänze im Grünland liegt. Der Größenbedarf wird mit 5400 m mal 10 m angegeben, wodurch eine Fläche von 54.000 m² benötigt wird, welche eine Grundeinlöse in der Höhe von 524.880 € zur Folge hat.⁴⁵

6.2.2 Conclusio Ausbauabschnitt Nettingsdorf - Neuhofen an der Krems

Durch den selektiv zweigleisigen Ausbau und der damit verbundenen Reduzierung des eingleisigen Abschnittes um 5.400 m werden in beide Fahrtrichtungen Zugfolgen schneller abgewickelt. Die selektive Variante ist durch ihre Kostenersparnis eine Lösung, um die Finanzierbarkeit dieses Projekt leichter zu erreichen und auch eine mögliche Umsetzung schneller zu erwirken. Daher können im steigenden S-Bahn - Verkehr vermehrt Zugverbindungen angeboten und der Fahrplan im Nahverkehr des Ballungsraumes Linz attraktiviert werden. Weiter können ad hoc Verkehre schneller eingeleitet und nicht wie üblich erst in den Abendstunden abgearbeitet werden. Durch die Simulation wurde die selektive Ausbauvariante bestätigt, da für eine reibungslose Abwicklung des Fahrplanes keine durchgehend zweigleisige Strecke benötigt wird. Weiter wurden durch die neuen Einfahrweichen im Bahnhof Nettingsdorf Gewinne in der Fahrzeit sowie in der Betriebsabwicklung erzielt. Die Gesamtinvestitionssumme von 28.933.088 € wird durch eine Leistungssteigerung im Streckenteil Nettingsdorf - Neuhofen an der Krems nicht nur aus dem Infrastrukturinvestitionstopf bezahlt, sondern kann auch durch Mehreinnahmen an IBE teilfinanziert werden.

⁴² Quelle entnommen aus: <http://ooe.radlobby.at/cms/index.php?id=151> (Zugriff am 29.07.2019)

⁴³ Quelle entnommen aus: https://www.statistik.at/persoentlicher_inflationsrechner/ (Zugriff am 29.07.2019)

⁴⁴ E-Mail von Herrn Ing. Florian Wagner BSc, MSc, Fachbereich Oberleitung, ÖBB

⁴⁵ Quelle entnommen aus: <https://www.bodenpreise.at/> (Zugriff 11.06.2019)

6.3 Ausbauabschnitt Neuhofen an der Kreams - Kematen an der Kreams

Zwischen den Bahnhöfen Neuhofen an der Kreams und Kematen an der Kreams liegt eine 3.027 m lange eingleisige Strecke. Um den steigenden Pendlerverkehr im Großraum Linz attraktivieren zu können, wird ein zweigleisiger Ausbau dieses Streckenabschnittes notwendig. In Fahrtrichtung Linz nach Kirchdorf an der Kreams wird der Bahnhof Neuhofen an der Kreams weiter eine eingleisige Strecke mit 1.024 m Länge aufweisen, da nach den Ausfahrtsignalen zwei Eisenbahnkreuzungsanlagen umgebaut werden müssten. Weiter müssten aus einer Siedlung mehrere Häuser abgelöst oder ein Teil deren Grundstücke abgekauft werden, wodurch die Kosten weiter ansteigen. Daher wurde der Entschluss getroffen, nach dem Bahnhof Neuhofen an der Kreams ein 1024 m langes eingleisiges Teilstück zu belassen, welches an einer Abzweigstelle in ein zweigleisiges Streckenstück übergeht. Dieses zweigleisige Streckenstück mit einer Länge von 2.003 m wird an den Bahnhof Kematen an der Kreams angeschlossen. Die Streckengeschwindigkeit wird wie auf der Bestandsstrecke 100 km/h betragen. Nachfolgende Grafik zeigt den neuen zweigleisigen Streckenabschnitt zwischen den Bahnhöfen Neuhofen an der Kreams und Kematen an der Kreams.

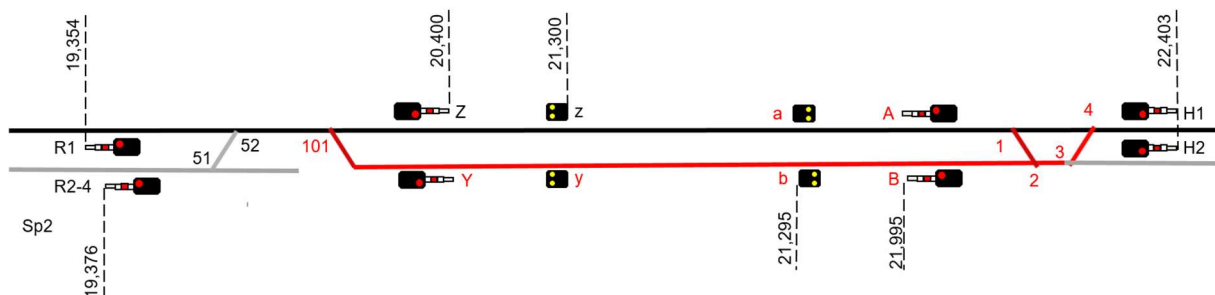


Abbildung 27: Ausbauabschnitt Neuhofen an der Kreams - Kematen an der Kreams ⁴⁶

6.3.1 Kostenaufstellung für den Ausbau Neuhofen an der Kreams - Kematen an der Kreams:

Bezeichnung	Einheit	Menge	Preis/EH	Gesamtpreis
Sicherungstechnik inklusive 5 Weichen, 3 Hauptsignale, 3 Vorsignale, Kabelanlage, Arbeitszeit	Stück	1	1.420.000	1.420.000 ⁴⁷
Grundeinlösen für neue Trasse	m ²	20.030	6,50	130.195
Unter- und Oberbau	km	2,003	4.368.000	8.749.104

⁴⁶ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (07.06.2019)

⁴⁷ Quelle entnommen aus: Kostenermittlungstool der ÖBB Infrastruktur AG (09.07.2019)

Fahrleitungsbau	km	2,003	540.000	1.081.620
Konstruktiver Ingenieurbau Durchlässe	Stück	2	85.000	170.000
Summe				11.550.919

Tabelle 4: Ausbauabschnitt Neuhofen an der Krems - Kematen an der Krems⁴⁸

Die Grundstückspreise zwischen Neuhofen an der Krems und Kematen an der Krems werden mit 92,92 €/m² für das Bauland sowie 6,50 €/m² für das Grünland beziffert. Die Auswertung des Flächenwidmungsplanes hat ergeben, dass die für den Ausbau benötigte Fläche zur Gänze im Grünland liegt. Der Größenbedarf wird mit 2.003 m mal 10 m angegeben, wodurch eine Fläche von 20.030 m² benötigt wird, welche eine Grundeinlöse in der Höhe von 130.195 € ergibt.⁴⁹

6.3.2 Conclusio Ausbauabschnitt Neuhofen an der Krems - Kematen an der Krems

Durch den selektiv zweigleisigen Ausbau und der damit verbundenen Reduzierung des eingleisigen Abschnittes um 2.003 m werden in beide Fahrtrichtungen Zugfolgen schneller abgewickelt. Die selektive Variante ist durch ihre Kostenersparnis eine gute Lösung, um die Finanzierbarkeit dieses Projektes leichter zu erreichen und auch eine mögliche Umsetzung schneller zu erwirken. Daher können im steigenden S-Bahn - Verkehr vermehrt Zugverbindungen angeboten und der Fahrplan im Nahverkehr des Ballungsraumes Linz attraktiviert werden. Weiter können ad hoc Verkehre schneller eingeleitet und nicht wie üblich erst in den Abendstunden abgearbeitet werden. Durch die Simulation wurde die selektive Ausbauvariante bestätigt, da für eine reibungslose Abwicklung des Fahrplanes keine durchgehend zweigleisige Strecke benötigt wird. Die Gesamtinvestitionssumme von 11.550.919 € wird durch eine Leistungssteigerung im Streckenteil Kematen an der Krems - Rohr-Bad Hall nicht nur aus dem Infrastrukturinvestitionstopf bezahlt, sondern kann auch durch Mehreinnahmen an IBE teilfinanziert werden.

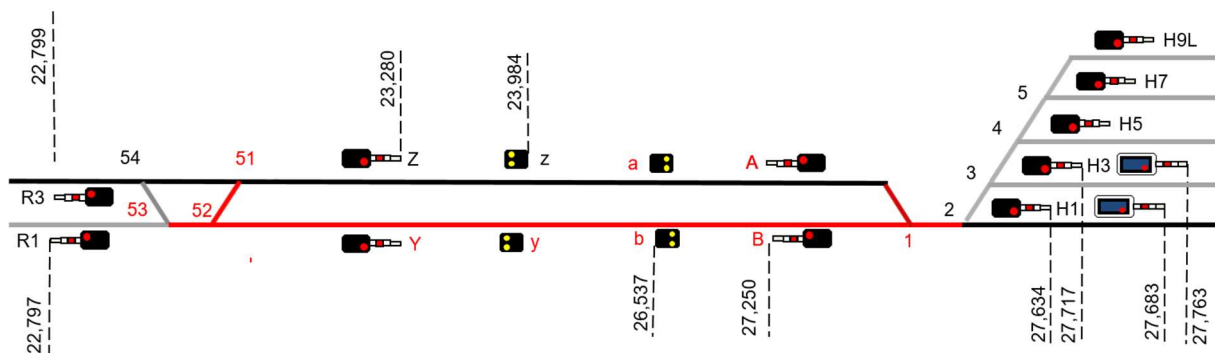
6.4 Ausbauabschnitt Kematen an der Krems - Rohr-Bad Hall

Zwischen den Bahnhöfen Kematen an der Krems und Rohr-Bad Hall liegt eine 4.835 m eingleisige Strecke. Um den steigenden Pendlerverkehr im Großraum Linz attraktiveren zu können, wird ein zweigleisiger Ausbau dieses Streckenabschnittes notwendig. In Fahrtrichtung 2 gesehen wird der Bahnhof Rohr-Bad Hall weiter eine kurze eingleisige Strecke mit 304 m

⁴⁸ Tabelle erstellt von Christian Forstner (06.07.2019)

⁴⁹ Quelle entnommen aus: <https://www.bodenpreise.at/> (Zugriff 11.06.2019)

aufweisen, da nach den Ausfahrtsignalen eine Brücke umgebaut werden müsste, wodurch die Kosten weiter ansteigen. Daher wurde der Entschluss getroffen, vor dem Bahnhof Rohr-Bad Hall ein 304 m langes eingleisiges Teilstück zu belassen, welches an einer Abzweigstelle in ein zweigleisiges Streckenstück übergeht. Dieses zweigleisige Streckenstück mit einer Länge von 4.531 m wird an den Bahnhof Kematen an der Kreams angeschlossen. Die Streckengeschwindigkeit wird wie auf der Bestandsstrecke 100 km/h betragen. Die nachfolgende Grafik zeigt den neuen zweigleisigen Streckenabschnitt zwischen den Bahnhöfen Kematen an der Kreams und Rohr-Bad Hall.

Abbildung 28: Ausbaubereich Kematen an der Kreams - Rohr-Bad Hall⁵⁰

6.4.1 Kostenaufstellung für den Ausbau Kematen an der Kreams - Rohr-Bad Hall:

Bezeichnung	Einheit	Menge	Preis/EH	Gesamtpreis
Sicherungstechnik inklusive 2 EKSA, 4 Weichen, 3 Hauptsignale, 3 Vorsignale, Kabelanlage, Arbeitszeit	Stück	1	2.130.000	2.130.000 ⁵¹
Grundeinlösen für neue Trasse	m ²	45.310	7,18	325.325,8
Unter- und Oberbau	km	4,531	4.368.000	19.791.408
Fahrleitungsbau	km	4,531	540.000	2.446.740
Konstruktiver Ingenieurbau Durchlässe	Stück	2	85.000	170.000
Summe				24.863.473,8

Tabelle 5: Ausbaubereich Kematen an der Kreams - Rohr-Bad Hall⁵²

⁵⁰ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (07.06.2019)

⁵¹ Quelle entnommen aus: Kostenermittlungstool der ÖBB Infrastruktur AG (09.07.2019)

⁵² Tabelle erstellt von Christian Forstner (06.07.2019)

Die Grundstückspreise zwischen Kematen an der Krems und Rohr-Bad Hall werden mit 72,44 €/m² für das Bauland sowie 7,18 €/m² für das Grünland beziffert. Die Auswertung des Flächenwidmungsplanes hat ergeben, dass die für den Ausbau benötigte Fläche zur Gänze im Grünland liegt. Der Größenbedarf wird mit 4.531 m mal 10 m angegeben, wodurch eine Fläche von 54.310 m² benötigt wird, welche eine Grundeinlöse in der Höhe von 325.325,8 € ergibt.⁵³

6.4.2 Conclusio Ausbauabschnitt Kematen an der Krems - Rohr-Bad Hall

Durch den selektiv zweigleisigen Ausbau und der damit verbundenen Reduzierung des eingleisigen Abschnittes um 4.531 m werden in beide Fahrtrichtungen Zugfolgen schneller abgewickelt. Die selektive Variante ist durch ihre Kostenersparnis eine Lösung, um die Finanzierbarkeit dieses Projekt leichter zu erreichen und auch eine mögliche Umsetzung schneller zu erwirken. Daher können im steigenden S-Bahn - Verkehr vermehrt Zugverbindungen angeboten und der Fahrplan im Nahverkehr des Ballungsraumes Linz attraktiviert werden. Weiter können ad hoc Verkehre schneller eingeleitet und nicht wie üblich erst in den Abendstunden abgearbeitet werden. Durch die Simulation wurde die selektive Ausbauvariante bestätigt, da für eine reibungslose Abwicklung des Fahrplanes keine durchgehend zweigleisige Strecke benötigt wird. Die Gesamtinvestitionssumme von 24.863.473,8 € wird durch eine Leistungssteigerung im Streckenteil Kematen an der Krems - Rohr-Bad Hall nicht nur aus dem Infrastrukturinvestitionstopf bezahlt, sondern kann auch durch Mehreinnahmen an IBE teilfinanziert werden.

6.5 Ausbauabschnitt Rohr-Bad Hall - Kremsmünster

Zwischen den Bahnhöfen Rohr-Bad Hall und Kremsmünster wurde folgende Ausbauvariante geplant: Nach der Erstellung des Fahrplanes und der sukzessiven Kontrolle der Leistungsfähigkeit der Strecke konnte auf diesen Ausbauabschnitt verzichtet werden. Die Ziele, welche an die Schieneninfrastruktur gestellt werden, sind auch ohne unten ersichtlicher Ausbaumaßnahme an der Infrastruktur umsetzbar. Der Bildfahrplan unter Kapitel 7.1 zeigt eine konfliktfreie Umsetzung des neuen Fahrplanes, trotz dieses eingleisigen Streckenabschnittes.

⁵³ Quelle entnommen aus: <https://www.bodenpreise.at/> (Zugriff 11.06.2019)

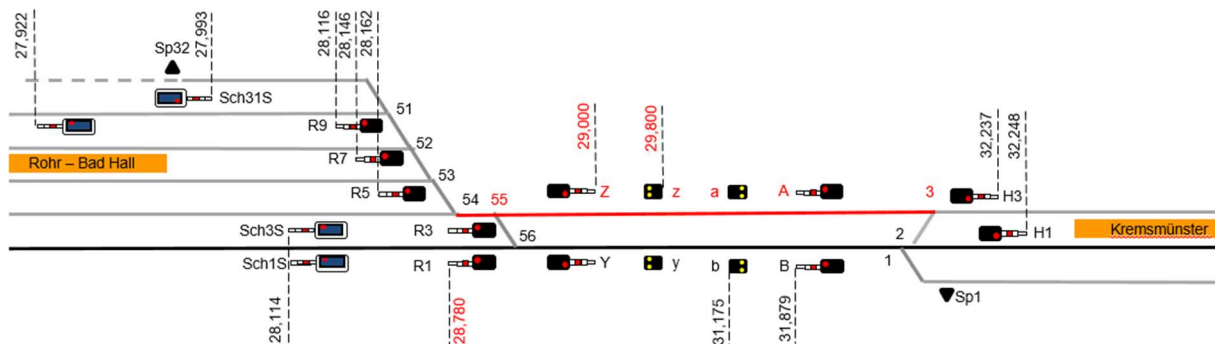
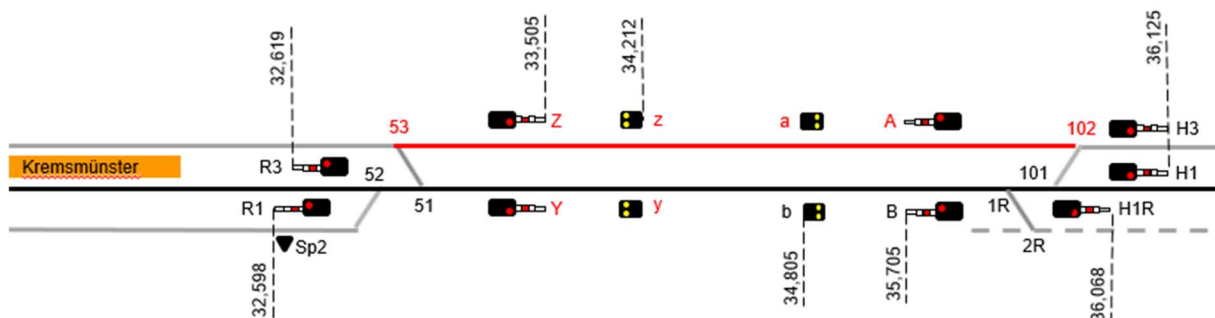


Abbildung 29: Ausbauabschnitt Rohr-Bad Hall - Kremsmünster⁵⁴

6.6 Ausbauabschnitt Kremsmünster - Krift

Zwischen den Bahnhöfen Kremsmünster und Krift wurde folgende Ausbauvariante geplant: Nach der Erstellung des Fahrplanes und der sukzessiven Kontrolle der Leistungsfähigkeit der Strecke konnte auf diesen Ausbauabschnitt verzichtet werden. Die Ziele, welche an die Schieneninfrastruktur gestellt werden, sind auch ohne unten ersichtlicher Ausbaumaßnahme an der Infrastruktur umsetzbar. Der Bildfahrplan unter Kapitel 7.1 zeigt eine konfliktfreie Umsetzung des neuen Fahrplanes, trotz dieses eingleisigen Streckenabschnittes.

Abbildung 30: Ausbauabschnitt Kremsmünster - Krift⁵⁵

6.7 Ausbauabschnitt Wartberg an der Krems - Kirchdorf an der Krems

Zwischen den Betriebstellen Abzweigung Wartberg an der Krems 3 und Kirchdorf an der Krems liegt eine 3.172 m lange eingleisige Strecke. Um den steigenden Pendlerverkehr im Großraum Linz attraktiveren zu können, wird ein zweigleisiger Ausbau dieses

⁵⁴ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (14.06.2019)

⁵⁵ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (14.06.2019)

Streckenabschnittes notwendig. Dieses zweigleisige Streckenstück wird an der Abzweigung Wartberg an der Krems 3 und dem Bahnhof Kirchdorf an der Krems angeschlossen. Die Streckengeschwindigkeit wird wie auf der Bestandsstrecke 140 km/h betragen. Um die steigende Anzahl an S-Bahnen mit Halt im Bahnhof Kirchdorf an der Krems betrieblich lösen zu können, wird eine neue Bahnsteigkante neben dem Bahnhofgleis 4 gebaut und an den bestehenden Personentunnel angeschlossen. Um mit den auf Gleis 4 wendenden S-Bahn - Garnituren auf das Regelgleis Richtung Linz zu gelangen, wird die neue Weichenverbindung über die Weichen 1 und 2 notwendig. Die nachfolgende Grafik zeigt den neuen zweigleisigen Streckenabschnitt zwischen der Abzweigung Wartberg an der Krems 3 und dem Bahnhof Kirchdorf an der Krems sowie die Umbaumaßnahmen im Bahnhof Kirchdorf an der Krems.

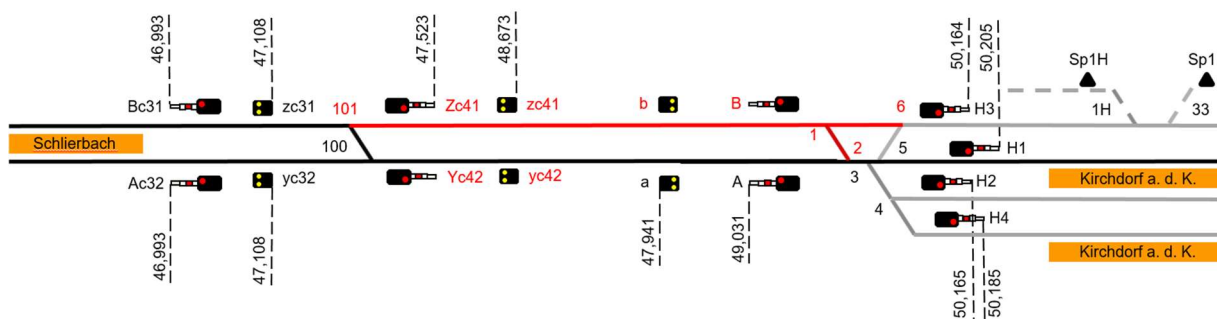


Abbildung 31: Ausbauabschnitt Wartberg an der Krems - Kirchdorf an der Krems⁵⁶

6.7.1 Kostenaufstellung für den Ausbau Wartberg an der Krems - Kirchdorf an der Krems:

Bezeichnung	Einheit	Menge	Preis/EH	Gesamtpreis
Sicherungstechnik inklusive 3 Weichen, 3 Hauptsignale, 3 Vorsignale, Kabelanlage, Arbeitszeit	Stück	1	1.240.000	1.240.000 ⁵⁷
Grundeinlösen für neue Trasse	m ²	31.720	7,18	381.468,8
Unter- und Oberbau	km	3,172	4.368.000	13.855.296
Fahrleitungsbau	km	3,172	540.000	1.712.880
Konstruktiver Ingenieurbau Durchlässe	Stück	2	85.000	170.000
Summe				17.296.644,8

Tabelle 6: Ausbauabschnitt Wartberg an der Krems, Kirchdorf an der Krems⁵⁸

⁵⁶ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (15.06.2019)

⁵⁷ Quelle entnommen aus: Kostenermittlungstool der ÖBB Infrastruktur AG (09.07.2019)

⁵⁸ Tabelle erstellt von Christian Forstner (06.07.2019)

Die Grundstückspreise zwischen Wartberg an der Krems und Kirchdorf werden mit 87,03 €/m² für das Bauland, sowie 10,04 €/m² für das Grünland beziffert. Die Auswertung des Flächenwidmungsplanes hat ergeben, dass die für den Ausbau benötigte Fläche zur Gänze im Grünland liegt. Der Größenbedarf wird mit 3.172 m mal 10 m angegeben, wodurch eine Fläche von 31.720 m² benötigt wird, welche eine Grundeinlöse in der Höhe von 318.468,8 € ergibt.⁵⁹

6.7.2 Conclusio Ausbauabschnitt Wartberg an der Krems - Kirchdorf an der Krems

Durch den zweigleisigen Ausbau und der damit verbundenen Beseitigung des eingleisigen Abschnittes werden in beide Fahrtrichtungen Zugfolgen schneller abgewickelt. Daher können im steigenden S-Bahn - Verkehr vermehrt Zugverbindungen angeboten und der Fahrplan im Nahverkehr des Ballungsraumes Linz attraktiviert werden. Weiter können ad hoc Verkehre schneller eingeleitet und nicht wie üblich erst in den Abendstunden abgearbeitet werden. Die Gesamtinvestitionssumme von 17.296.644,8 € wird durch eine Leistungssteigerung im Streckenteil Wartberg an der Krems - Kirchdorf an der Krems nicht nur aus dem Infrastrukturinvestitionstopf bezahlt, sondern kann auch durch Mehreinnahmen an IBE teilfinanziert werden.

6.8 Ausbauabschnitt Kirchdorf an der Krems - Micheldorf

Auf dem Streckenabschnitt Kirchdorf an der Krems bis Micheldorf mit einer Länge von 1,783 km und einer Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h wird der Bogen nach dem Bahnhof Kirchdorf an der Krems begradigt. Durch diese Umbaumaßnahme kann die Höchstgeschwindigkeit auf 100 km/h erhöht und die Streckenlänge um 98 m verringert werden. In folgender Grafik wird die in blau eingefärbte Bestandsstrecke mit den in rot eingezeichneten Umbaumaßnahmen dargestellt. Durch die Linienverschwenkung wird der Bogen entschärft, wodurch der Geschwindigkeitsbruch im Bahnhof Kirchdorf an der Krems von 140 km/h auf 70 km/h verringert werden kann und nach der Umbaumaßnahme von 140 km/h auf 100 km/h in Betrieb genommen wird. Durch die Umbaumaßnahmen sind 5 Grundstücke betroffen. Durch die Ausbaumaßnahmen können Einsparungen in der Fahrzeit erzielt werden. Ein Ausbau auf eine zweigleisige Strecke ist nicht erforderlich, da zwischen den beiden Bahnhöfen Kirchdorf an der Krems und Micheldorf lediglich ein 1,783 m langer Streckenabschnitt liegt, welcher durch die Erhöhung der Geschwindigkeit in 64,2 Sekunden befahren werden kann. Durch die Erhöhung der VzG-Geschwindigkeit sind die beiden Einfahrtvorsignale der Bahnhöfe Kirchdorf an der

⁵⁹ Quelle entnommen aus: <https://www.bodenpreise.at/> (Zugriff 21.06.2019)

Krems und Micheldorf sowie die Einschaltstellen der EKSA in km 51,613 zu versetzen. Die Kosten für die Arbeiten werden in Kapitel 6.8.1 betrachtet.

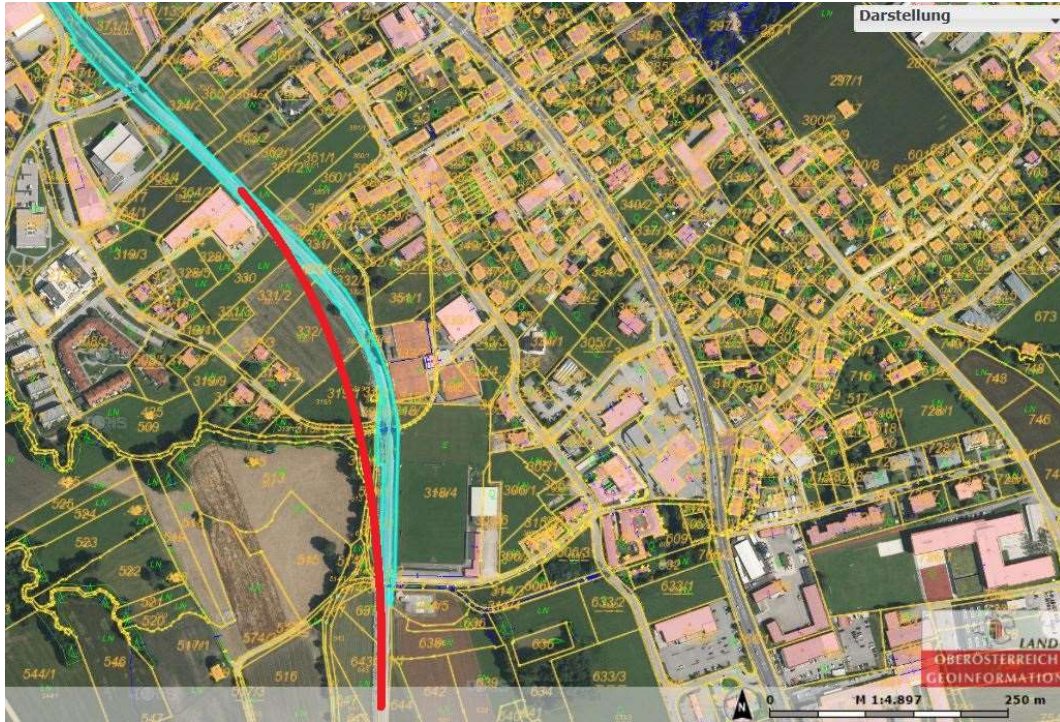


Abbildung 32: Übersichtsplan Bogen Kirchdorf an der Krems⁶⁰

6.8.1 Kostenaufstellung für den Ausbau Kirchdorf an der Krems - Micheldorf:

Bezeichnung	Einheit	Menge	Preis/EH	Gesamtpreis
Sicherungstechnik inklusive 2 Vorsignale, 1 EKSA Einschaltstelle, Kabelanlage, Arbeitszeit	Stück	1	635.000	635.000
Grundeinlösen für neue Trasse	m ²	17.830	10,04	179.013,2
Unter- und Oberbau	km	1.783	4.368.000	7.788.144
Fahrleitungsbau	km	1.783	540.000	962.820
Summe				9.564.977,2

Tabelle 7: Ausbauabschnitt Kirchdorf an der Krems - Micheldorf⁶¹

⁶⁰ Quelle entnommen aus: www.doris.at (Zugriff 21.07.2018)

⁶¹ Tabelle erstellt von Christian Forstner (07.07.2019)

Die Grundstückspreise zwischen Kirchdorf an der Krems und Micheldorf werden mit 87,03 € für das Bauland sowie 10,04 € für das Grünland beziffert. Die Auswertung des Flächenwidmungsplanes hat ergeben, dass die für den Ausbau benötigte Fläche zur Gänze im Grünland liegt. Der Größenbedarf wird mit 1.783 m mal 10 m angegeben, wodurch eine Fläche von 17.830 m² benötigt wird, welche eine Grundeinlöse in der Höhe von 179.013,2 € ergibt.⁶²

6.8.2 Conclusio Ausbauabschnitt Kirchdorf an der Krems - Micheldorf

Durch die Linienverschwenkung wurde die Streckenlänge von 1.783 m auf 1.685 m verringert und die Streckenhöchstgeschwindigkeit von 70 km/h auf 100 km/h angehoben. Durch diese beiden Maßnahmen kann die Streckenbelegungszeit für durchfahrende Züge mit einer Streckenhöchstgeschwindigkeit von 91 Sekunden auf 61 Sekunden verringert werden. Im Zusammenhang mit dieser Linienverschwenkung und der damit verbundenen Anhebung der Streckenhöchstgeschwindigkeit kann der Geschwindigkeitsbruch von 140 km/h auf 70 km/h im Bahnhof Kirchdorf an der Krems von 140 km/h auf 100 km/h verringert werden. Somit wird auf einer Länge von 3,697 km die Höchstgeschwindigkeit auf 100 km/h angehoben, wodurch eine gesamte Zeitersparnis von 61 Sekunden erreicht wird. Die Gesamtinvestitionssumme von 9.564.977,2 € wird durch eine Leistungssteigerung im Streckenteil Kirchdorf an der Krems - Micheldorf nicht nur aus dem Infrastrukturinvestitionstopf bezahlt, sondern kann auch durch Mehreinnahmen an IBE teilfinanziert werden.

6.9 Ausbauabschnitt Micheldorf - Klaus

Der Streckenabschnitt zwischen den Bahnhöfen Micheldorf und Klaus mit einer Länge von 6.782 m und einer Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h wird durch einen zweigleisigen Tunnel ersetzt, wodurch nicht nur die Reisegeschwindigkeit von 80 km/h auf 160 km/h erhöht wird, sondern auch die Leistungsfähigkeit gesteigert werden kann. Die Bestandsstrecke wird ab dem Bahnhof Micheldorf zu einer Anschlussbahn, wobei die Strecke bis zu den beiden Anschlussbahnbetreibern Hoffmann und Kirchdorf an der Kremser Zementbeteiligung GesmbH beibehalten wird. Zwischen der Anschlussbahn Kirchdorf an der Kremser Zementbeteiligung GesmbH und dem Bahnhof Klaus wird die Bestandsstrecke abgetragen. Weiter wird durch die Erhöhung der VzG-Geschwindigkeit zwischen den Bahnhöfen Kirchdorf an der Krems und Micheldorf von 70 km/h auf 100 km/h der Bahnhofsbereich Micheldorf mit 100 km/h befahren. Für die Tunnelstrecke, welche nach dem Bahnhof Micheldorf abgesenkt wird und vor dem Bahnhof Klaus wieder in den Bestand mündet, wird eine

⁶² Quelle entnommen aus: <https://www.bodenpreise.at/> (Zugriff 21.06.2019)

Höchstgeschwindigkeit von 160 km/h projiziert. Folgende Grafik zeigt den Abschnitt zwischen den beiden Bahnhöfen Micheldorf und Klaus.



Abbildung 33: Übersichtsplan Micheldorf - Klaus⁶³

In oben gezeigter Karte wird die in gelb gefärbte Bestandsstrecke sowie die in rot gefärbte Neubaustrecke gezeigt. Durch die Anhebung der Streckenhöchstgeschwindigkeiten in den Bahnhöfen Micheldorf und Klaus wird der neue Streckenabschnitt für eine Geschwindigkeit von 160 km/h ausgelegt. Folgende Übersicht zeigt noch Details zum Streckenabschnitt.

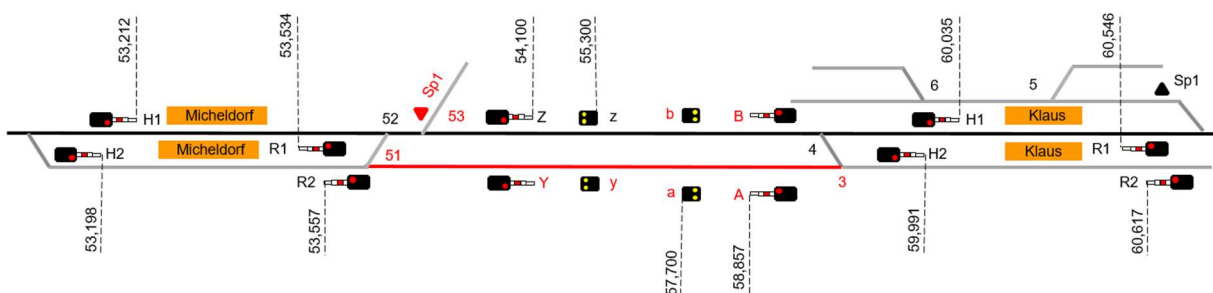


Abbildung 34: Ausbauabschnitt Micheldorf - Klaus⁶⁴

In oben gezeigter Übersicht ist der zweigleisige Abschnitt zwischen den Bahnhöfen Micheldorf und Klaus zu sehen. Weiter wird der Bahnhof Micheldorf um einen elektronischen Sperrschuh erweitert, ab welchem die Bestandsstrecke bis zu den beiden Anschlussbahnen führt. Aus der Bestandsstrecke wird ab der Weiche 53 eine Anschlussbahn.

⁶³ Quelle entnommen aus: www.doris.at (Zugriff 21.07.2018)

⁶⁴ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (25.07.2019)

6.9.1 Kostenaufstellung für den Ausbau Micheldorf - Klaus:

Bezeichnung	Einheit	Menge	Preis/EH	Gesamtpreis
Sicherungstechnik inklusive 3 Weichen, 3 Hauptsignale, 3 Vorsignale, Kabelanlage, Arbeitszeit	Stück	1	1.580.000	1.580.000 ⁶⁵
Unter- und Oberbau	km	5,753	4.368.000	25.129.104
Fahrleitungsbau	km	5,753	540.000	3.106.620
Konstruktiver Ingenieurbau Tunnel	m	5.215	25.456	132.753.040
Summe				162.568.764

Tabelle 8: Ausbauabschnitt Micheldorf - Klaus⁶⁶

Der Preis für einen Meter Tunnel wurde aus Recherchen hergeleitet. Das Mittel der Preisspanne ergab 21.500 €/m⁶⁷. Da diese Preisangaben aus dem Jahr 2010 waren, wurde der Inflationswert von 18,4 %⁶⁸ hinzugerechnet, wodurch sich eine Summe von 25.456 €/m ergeben hat.

6.9.2 Conclusio Ausbauabschnitt Micheldorf - Klaus

Nach dem Bahnhof Micheldorf wurde die Strecke in einen 5.215 m langen zweigleisigen Tunnel abgesenkt und im Bahnhof Klaus wieder an den Bahnhof angeschwenkt. Durch diese Trassenfestlegung wurde die Strecke zwischen den beiden Bahnhöfen um 1.029 m verkürzt. Die Streckenhöchstgeschwindigkeit, welche auf 160 km/h festgelegt wurde, ermöglicht eine hohe Leistungsfähigkeit des Tunnels. Durch die Anschwenkung der zweigleisigen Strecken an die Bahnhöfe Micheldorf und Klaus wurde ein Umbau der betroffenen Bahnhofsköpfe notwendig, um die Betriebsabwicklung zu gewährleisten. Die Gesamtinvestitionssumme von 162.568.764 € wird durch eine Leistungssteigerung im Streckenteil Micheldorf - Klaus nicht nur aus dem Infrastrukturinvestitionstopf bezahlt, sondern kann auch durch Mehreinnahmen an IBE teilfinanziert werden. Die Zeitersparnis im beschriebenen Abschnitt beträgt 144 Sekunden.

⁶⁵ Quelle entnommen aus: Kostenermittlungstool der ÖBB Infrastruktur AG (09.07.2019)

⁶⁶ Tabelle erstellt von Christian Forstner (07.07.2019)

⁶⁷ Quelle entnommen aus: <http://www.westerwald-taunus-tunnel.de/finanzierung/> (Zugriff am 29.07.2019)

⁶⁸ Quelle entnommen aus: https://www.statistik.at/persoenerlicher_inflationsrechner/ (Zugriff am 29.07.2019)

6.10 Ausbauabschnitt Klaus - Hinterstoder

Der Streckenabschnitt zwischen den Bahnhöfen Klaus und Hinterstoder mit der Länge von 7.099 m und einer Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h wird durch eine zweigleisige Strecke ersetzt. Auf dem Streckenabschnitt außerhalb der Tunnelstrecke sowie im Bahnhof Klaus wird die bestehende Infrastruktur saniert und die Streckengeschwindigkeit in diesem Bereich von 70 km/h auf 140 km/h erhöht. Ab dem Bahnhof Klaus wird eine Begradigung der Strecke durchgeführt, wodurch die Streckenhöchstgeschwindigkeit auf 140 km/h angehoben werden kann und die Streckenlänge um 237 m auf 6.862 m verringert wird. Eine neue zweigleisige Brücke mit einer Länge von 64 m und der neue 1.816 m lange Tunnel, welcher parallel zur Autobahn verläuft, werden mit einer Höchstgeschwindigkeit von 140 km/h zu befahren sein. Im Bahnhof Hinterstoder wird dieser zweigleisige Abschnitt wieder in die bestehende Infrastruktur eingebunden. Durch die Erhöhung der Streckenhöchstgeschwindigkeit wird ein größerer Vorsignalabstand benötigt. Weiter müssen für den Umbau die Fachdienste Unter- und Oberbau, Telematik sowie Energietechnik betrachtet werden. Die neue Strecke wird mit dem Oberleitungstyp 1.3 ausgestattet. Nachfolgende Grafik zeigt den Ausbauabschnitt zwischen den Bahnhöfen Klaus und Hinterstoder.

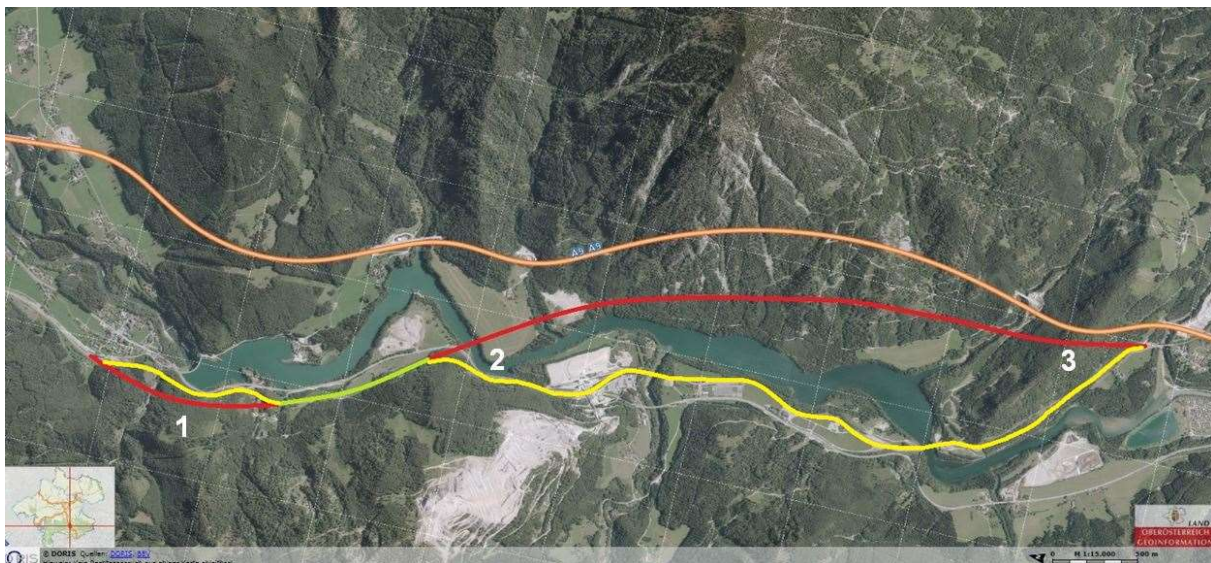


Abbildung 35: Übersichtsplan Klaus - Hinterstoder⁶⁹

In oben gezeigter Karte wird die in gelb gefärbte Bestandsstrecke sowie die in rot gefärbte Neubaustrecke gezeigt. Jener Streckenteil, welcher in grün eingefärbt ist, wird auf der Bestandsstrecke geführt, wo allerdings Adaptierungen zur Anhebung der Höchstgeschwindigkeit durchgeführt werden. Folgende Übersicht zeigt noch Details zum

⁶⁹ Quelle entnommen aus: www.doris.at (Zugriff 04.09.2019)

Streckenabschnitt. Weiter zeigt folgendes Schema die Übersicht der beiden Bahnhöfe Klaus und Hinterstoder, wo die Weichenverbindungen an den Einfahrweichen ersichtlich sind.

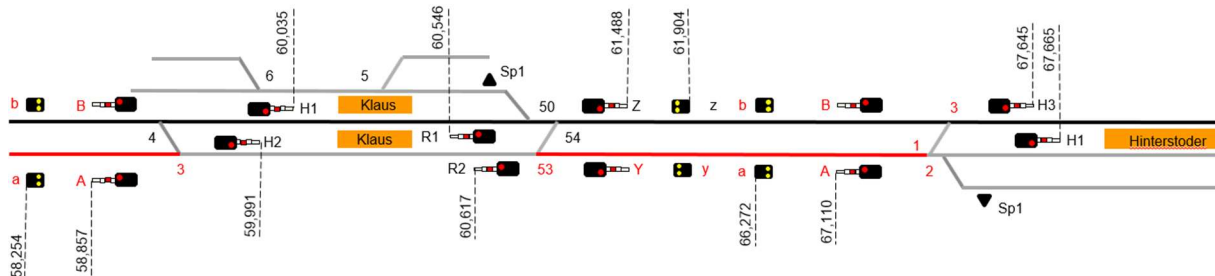


Abbildung 36: Ausbauabschnitt Klaus - Hinterstoder⁷⁰

6.10.1 Kostenaufstellung für den Ausbau Klaus - Hinterstoder:

Bezeichnung	Einheit	Menge	Preis/EH	Gesamtpreis
Sicherungstechnik inklusive 5 Weichen, 3 Hauptsignale, 3 Vorsignale, Kabelanlage, Arbeitszeit	Stück	1	1.930.000	1.930.000 ⁷¹
Grundeinlösen für neue Trasse	m ²	70.990	2,20	156.178
Unter- und Oberbau	km	7,099	4.368.000	31.008.432
Fahrleitungsbau	km	7,099	540.000	3.833.460
Konstruktiver Ingenieurbau Brücke	Stück	1	18.000.000	18.000.000
Konstruktiver Ingenieurbau Tunnel	Stück	1.816	25.456	46.228.096
Summe				101.156.166

Tabelle 9: Ausbauabschnitt Klaus - Hinterstoder⁷²

Die Grundstückspreise zwischen Klaus und Hinterstoder werden mit 51,43 € für das Bauland sowie 2,20 € für das Grünland beziffert. Die Auswertung des Flächenwidmungsplanes hat ergeben, dass die für den Ausbau benötigte Fläche zur Gänze im Grünland liegt. Der Größenbedarf wird mit 7.099 m mal 10 m angegeben, wodurch eine Fläche von 70.990 m² benötigt wird, welche eine Grundeinlöse in der Höhe von 156.178 € ergibt.⁷³

⁷⁰ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (09.07.2019)

⁷¹ Quelle entnommen aus: Kostenermittlungstool der ÖBB Infrastruktur AG (09.07.2019)

⁷² Tabelle erstellt von Christian Forstner (07.07.2019)

⁷³ Quelle entnommen aus: <https://www.bodenpreise.at/> (Zugriff 21.06.2019)

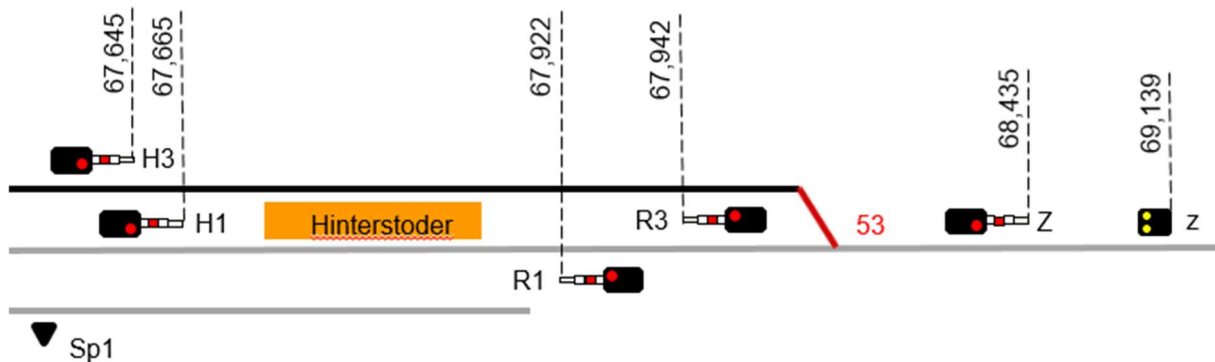
Die Kostenermittlung des Fachbereiches Konstruktiver Ingenieurbau ergab für eine Brücke mit einer Länge von 63 m Kosten in der Höhe von 18.000.000 €. Die Zeitersparnis bei diesem Streckenabschnitt beträgt 132 Sekunden.

6.10.2 Conclusio Ausbauabschnitt Klaus - Hinterstoder

Nach dem Bahnhof Klaus wurde die bestehende Infrastruktur begradigt, wodurch die Teilstrecke 1 um 32 m verkürzt wurde und die Streckenhöchstgeschwindigkeit auf 140 km/h angehoben wird. Weiter wird die Strecke über eine 64 m lange Brücke in einen 1.816 m langen zweigleisigen Tunnel eingebunden und im Bahnhof Hinterstoder wieder an den Bahnhof angeschwenkt. Durch diese Trassenfestlegung wird die Strecke zwischen den beiden Bahnhöfen um 237 m verkürzt und die Streckenhöchstgeschwindigkeit auf 140 km/h erhöht. Durch die Errichtung des Tunnels und der zweigleisigen Anschwenkung an die Bahnhöfe Klaus und Hinterstoder wurde ein Umbau der Bahnhöfe notwendig. Die Gesamtinvestitionssumme von 101.156.166 € wird durch eine Leistungssteigerung im Streckenteil Klaus - Hinterstoder nicht nur aus dem Infrastrukturinvestitionstopf bezahlt, sondern kann auch durch Mehreinnahmen an IBE teilfinanziert werden.

6.11 Ausbauabschnitt Bahnhof Hinterstoder

Im Bahnhof Hinterstoder wird die Weiche 53 vom Weichenradius 500 m auf 1.200 m ausgetauscht. Durch diese Weichenneulage sind keine Signalverschiebungen notwendig, da das Einfahrsignal 421 m von der Weiche entfernt ist und auch an den Ausfahrtsignalen keine Umbaumaßnahme notwendig wird. Nach der Umbaumaßnahme werden Ausfahrten aus dem Bahnhof Hinterstoder mit 100 km/h möglich sein, wodurch eine durchgängige Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h möglich wird.

Abbildung 37: Ausbauabschnitt Bahnhof Hinterstoder⁷⁴

In oben gezeigter Übersicht wird die neue Weiche im Bahnhof Hinterstoder gezeigt. Durch diesen Umbau sind Fahrten in und aus Gleis 3 mit einer Geschwindigkeit von 100 km/h möglich.

6.11.1 Kostenaufstellung für den Ausbauabschnitt Bahnhof Hinterstoder:

Bezeichnung	Einheit	Menge	Preis/EH	Gesamtpreis
Sicherungstechnik inklusive 1 Weiche, Kabelanlage, Arbeitszeit	Stück	1	165.000	165.000 ⁷⁵
Oberbau für die Weiche 53	km	0,180	4.368.000	786.240
Fahrleitungsanpassung	km	0,180	540.000	97.200
Summe				1.048.440

Tabelle 10: Ausbauabschnitt Hinterstoder⁷⁶

6.11.2 Conclusio Ausbauabschnitt Bahnhof Hinterstoder

Durch die Anpassung der Weiche 53 im Bahnhof Hinterstoder können Aus- bzw. Einfahrten mit 100 km/h abgewickelt werden. Durch die zweigleisige Ausbaumaßnahme bis zum Bahnhof Hinterstoder mit der damit verbundenen Anhebung der Streckenhöchstgeschwindigkeit wird der Bahnhof Hinterstoder mit 140 km/h erreicht. Da die Geschwindigkeit nach dem Bahnhof

⁷⁴ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (09.07.2019)

⁷⁵ Quelle entnommen aus: Kostenermittlungstool der ÖBB Infrastruktur AG (09.07.2019)

⁷⁶ Tabelle erstellt von Christian Forstner (07.07.2019)

Hinterstoder wieder auf 100 km/h angehoben wird, müsste durch die bestehende Weiche 53 ein Geschwindigkeitsbruch auf 60 km/h eingeführt werden. Die Gesamtinvestitionssumme von 1.048.440 € wird durch eine Leistungssteigerung rund um den Bahnhof Hinterstoder nicht nur aus dem Infrastrukturinvestitionstopf bezahlt, sondern kann auch durch Mehreinnahmen an IBE teilfinanziert werden.

6.12 Ausbauabschnitt Hinterstoder - Roßleithen

Dieser Streckenabschnitt wurde nicht berücksichtigt, da es seitens der Österreichischen Bundesbahnen bereits Planungen für einen Ausbau im besagten Streckenabschnitt gibt. Da dieses Projekt noch nicht Inhalt des aktuellen Rahmenplans von 2018 bis 2023 ist, wurden keine Planunterlagen in der Diplomarbeit aufgenommen. Weiter wurde das Projekt unter dem Kapitel 4.2 Rahmenplanprojekte aufgenommen.

6.13 Ausbauabschnitt Bahnhof Ardning

Durch das gesteigerte Angebot im Personen- sowie Güterverkehr wird im Bahnhof Ardning eine Kreuzung zwischen dem REX Richtung Selzthal mit dem IC Richtung Linz notwendig. Um den Betriebsablauf nicht zu behindern, benötigt der REX Richtung Selzthal, welcher die Durchfahrt des IC Richtung Linz abwartet, eine zweite Bahnsteigkante neben dem Bahnhofgleis 2. Folgende Übersicht zeigt die neue Bahnsteigkante im Bahnhof Ardning, durch welche der Betriebsablauf gewährleistet wird.

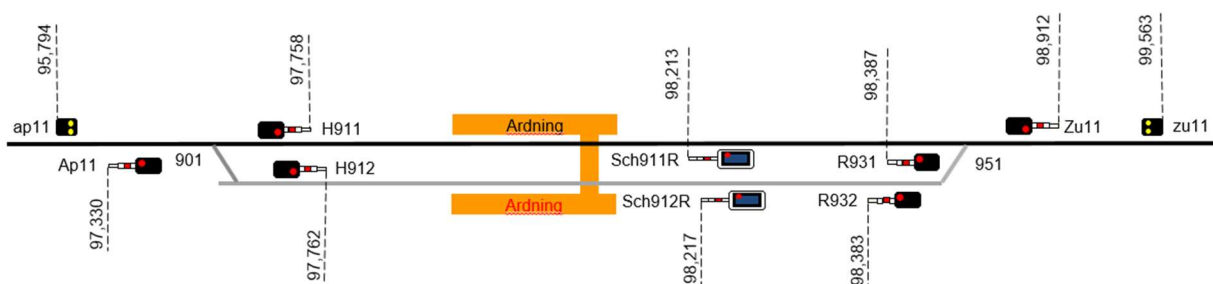


Abbildung 38: Ausbauabschnitt Bahnhof Ardning⁷⁷

⁷⁷ schematische Übersicht gezeichnet von Christian Forstner (09.07.2019)

6.13.1 Kostenaufstellung für den Ausbauabschnitt Bahnhof Ardning:

Bezeichnung	Einheit	Menge	Preis/EH	Gesamtpreis
Sicherungstechnik inklusive Signal Zustimmung, Kabelanlage, Arbeitszeit	Stück	1	95.000	95.000 ⁷⁸
Bahnsteigkante	m	160	1500	240.000
Summe				335.000

Tabelle 11: Ausbauabschnitt Bahnhof Ardning⁷⁹

6.13.2 Conclusio Ausbauabschnitt Bahnhof Ardning

Durch die Adaptierung einer zusätzlichen Bahnsteigkante im Bahnhof Ardning kann der Betriebsablauf der Pyhrnstrecke gewährleistet werden. Die Gesamtkosten für den Umbau betragen 335.000 €.

6.14 Gesamtkosten Ausbauszenarien

In folgender Tabelle werden die Kosten der Ausbauszenarien aufgelistet. Um eine Übersichtlichkeit zu bewahren, werden die Projektbezeichnungen und Kapitelnummern mit aufgenommen.

Bezeichnung	Kapitel	Gesamtpreis
Nettingsdorf - Neuhofen an der Krems	6.2	28.933.088 €
Neuhofen an der Krems - Kematen an der Krems	6.3	11.550.919 €
Kematen an der Krems - Rohr - Bad Hall	6.4	24.863.473,8 €
Wartberg an der Krems - Kirchdorf an der Krems	6.7	17.296.644,8 €
Kirchdorf an der Krems - Micheldorf	6.8	9.564.977,2 €
Micheldorf - Klaus	6.9	162.568.764 €
Klaus - Hinterstoder	6.10	101.156.166 €
Hinterstoder	6.11	1.048.440 €

⁷⁸ Quelle entnommen aus: Kostenermittlungstool der ÖBB Infrastruktur AG (09.07.2019)

⁷⁹ Tabelle erstellt von Christian Forstner (07.07.2019)

Ardning	6.13	335.000 €
Summe		357.317.472,8 €

Tabelle 12: Gesamtkosten Ausbauszenarien⁸⁰

7 Simulation Ausbauszenarien

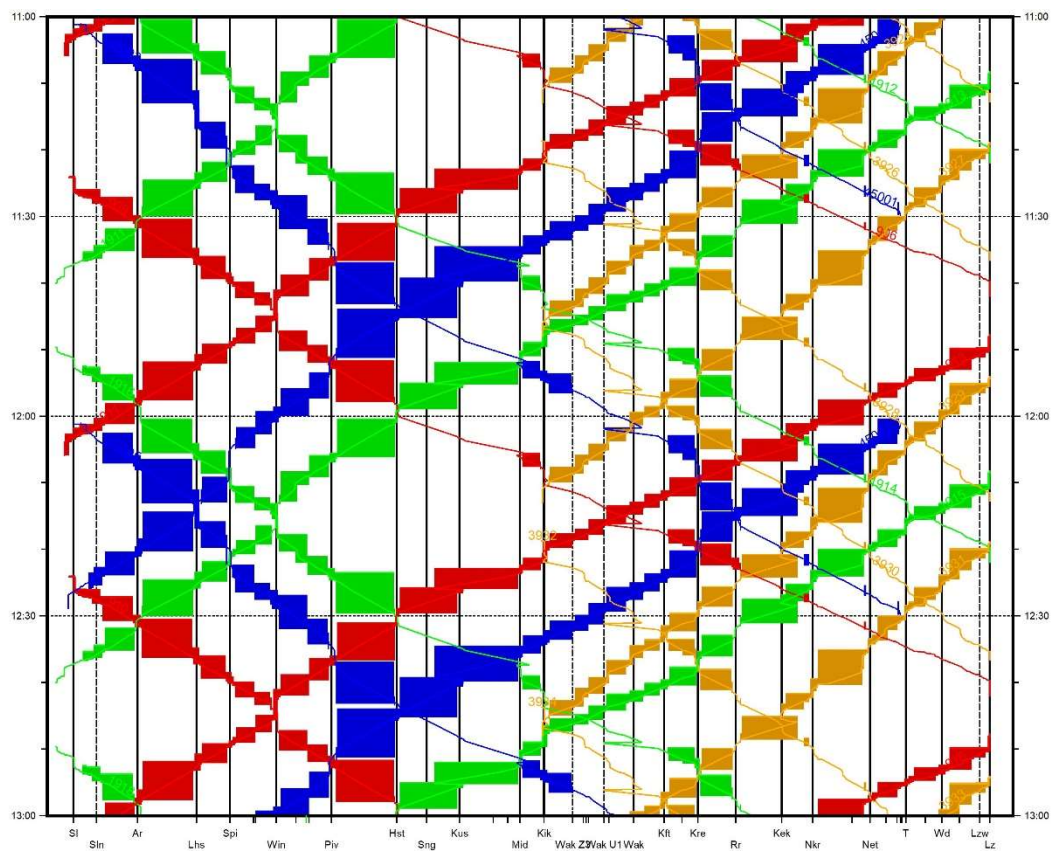
Bei der Erstellung der Simulation Ausbauszenario wurden alle unter den Punkten 6.2 bis 6.13 angeführten Projekte umgesetzt. Die folgenden Punkte zeigen ein Kantenmodell der Pyhrnstrecke sowie einen Bildfahrplan, welcher sämtliche Verkehre unter Berücksichtigung der Zielsetzung beinhaltet.

7.1 Bildfahrpläne nach Ausbauszenario

Nach Eingabe der Infrastrukturmaßnahmen und der Implementierung des neuen Fahrplanes wurde ein Bildfahrplan erstellt. Ziel bei der Erstellung des Fahrplanes war eine konfliktfreie Lösung zu finden, welche auch Fahrzeitreserven berücksichtigt. Nachfolgende Grafik zeigt den Bildfahrplan der Strecke Selzthal bis Linz Hbf. und alle verkehrenden Züge in der Zeit zwischen 11:00 Uhr und 13:00 Uhr.

- Rote Darstellung: IC zwischen Graz Hbf. und Linz Hbf.
- Grüne Darstellung: REX zwischen Liezen und Linz Hbf.
- Orange Darstellung: S-Bahn zwischen Kirchdorf an der Krems und Linz Hbf.
- Blaue Darstellung: Güterverkehr zwischen Selzthal und Linz Hbf.

⁸⁰ Tabelle erstellt von Christian Forstner (29.07.2019)

Abbildung 39: Bildfahrplan aus RailSys⁸¹

Durch den neuen Fahrplan mit geänderten Abfahrtszeiten sowie geänderten Haltemustern ergibt sich auf der Pyhrnstrecke ein neues Taktgefüge. Folgende Punkte werden die Besonderheiten je Zuggattung detaillierter ersichtlich machen. Die unten angeführten Umsteigezeiten wurden auf ÖBB Railjet und Railjet Express-Züge berechnet.

■ IC-Verbindung zwischen Linz Hbf. und Graz Hbf.

Bei diesen stündlich verkehrenden Zügen wurden die Umsteigezeiten der bestehenden Railjet-Verbindungen berücksichtigt. Die neuen Umsteigezeiten der Railjet Express-Züge aus Wien kommend beträgt sieben Minuten und die Umsteigezeiten der Railjet-Züge aus Salzburg kommend 23 Minuten. Die aktuellen Umsteigezeiten betragen aus Wien kommend 30 Minuten und aus Salzburg kommend 46 Minuten. Weiter wurde das Ziel hinsichtlich Einsparung der Kantenfahrzeit erreicht. Die neue Reisezeit beträgt 73 Minuten und liegt somit zwei Minuten unter dem Zielwert.

■ IC-Verbindungen zwischen Graz Hbf. und Linz Hbf.

⁸¹ Abbildung erstellt von Christian Forstner (03.07.2019)

Bei diesen stündlichen Verbindungen werden die Umsteigezeiten der Richtung Wien verkehrenden Züge im neuen Fahrplan mit 28 Minuten zu Buche stehen. Die Umsteigezeiten der Richtung Salzburg verkehrenden Züge beträgt hingegen lediglich 6 Minuten. Die aktuellen Umsteigezeiten für Züge Richtung Salzburg beträgt 47 Minuten sowie 29 Minuten für Anschlüsse Richtung Wien. Weiter wurde das Ziel hinsichtlich Einsparung der Kantenfahrzeit erreicht. Die neue Reisezeit beträgt 73 Minuten und liegt somit 2 Minuten unter dem Zielwert.

■ REX-Verbindungen zwischen Linz Hbf. und Liezen

Bei diesen stündlich verkehrenden Zügen betragen die Umsteigezeiten der bestehenden Railjet-Verbindungen aus Wien kommend 28 Minuten und die Umsteigezeiten der Railjet-Züge aus Salzburg kommend 44 Minuten. Die aktuellen Umsteigezeiten betragen aus Wien kommend 30 Minuten und aus Salzburg kommend 46 Minuten.

■ REX-Verbindungen zwischen Liezen und Linz Hbf.

Bei diesen stündlichen Verbindungen betragen die Umsteigezeiten der Richtung Wien verkehrenden Züge im neuen Fahrplan elf Minuten sowie der Richtung Salzburg verkehrenden Züge dreizehn Minuten. Die aktuellen Umsteigezeiten für Züge Richtung Salzburg betragen 29 Minuten sowie 27 Minuten für Anschlüsse Richtung Wien.

■ S-Bahn - Verbindung zwischen Linz Hbf. und Kirchdorf an der Krems

Bei diesen halbstündlich verkehrenden Zügen wurden die Umsteigezeiten der bestehenden Railjet-Verbindungen berücksichtigt. Die neuen Umsteigezeiten der Railjet Express-Züge aus Wien kommend betragen zwölf Minuten und die Umsteigezeiten der Railjet-Züge aus Salzburg kommend sieben Minuten. Die aktuellen Umsteigezeiten betragen aus Wien kommend sechs Minuten und aus Salzburg kommend acht Minuten.

■ S-Bahn-Verbindungen zwischen Kirchdorf an der Krems und Linz Hbf.

Bei diesen stündlichen Verbindungen werden die Umsteigezeiten der Richtung Wien verkehrenden Züge im neuen Fahrplan mit 17 Minuten zu Buche stehen. Die Umsteigezeiten der Richtung Salzburg verkehrenden Züge betragen hingegen lediglich neun Minuten. Die aktuellen Umsteigezeiten für Züge Richtung Salzburg betragen acht Minuten sowie sechs Minuten für Anschlüsse Richtung Wien.

7.2 Conclusio Ausbauszenario

Wie unter den Punkten 5.4.1 und 5.5.1 beschrieben, wird mit der Inkraftsetzung des neuen Fahrplanes das Angebot im Personenverkehr von täglich 68 Fahrten in beide Richtungen auf 139 Fahrten in beide Richtungen ausgeweitet. Durch die Ausbaumaßnahmen, welche unter dem Kapitel 6 zu finden sind, wird die dafür benötigte Infrastruktur vorgeschlagen, um die

Steigerung der Zugfahrten zu ermöglichen. In Summe werden die Kosten für die Ausbaumaßnahmen 357.317.472,8 € betragen. In nachfolgendem Kapitel 8 werden die Mehreinnahmen an Infrastrukturbenützungsentgelt erarbeitet, welche für die Abschreibung der Investitionskosten mit einberechnet werden können.

8 Berechnung Infrastrukturbenützungsentgelt

Folgendes Kapitel soll eine mögliche Teilfinanzierung der Ausbaumaßnahmen, welche in den Kapiteln 6.2 bis 6.13 beschrieben wurden, schildern. Da die Schieneninfrastruktur für alle Verkehrsdienstleister diskriminierungsfrei zur Verfügung gestellt werden muss, gelten für alle dieselben Rahmenbedingungen. Bei der Pyhrnstrecke handelt es sich um eine Strecke, welche durch die ÖBB Infrastruktur AG betrieben wird, wodurch im nachfolgenden Punkt 8.1 auf die Schienennetznutzungsbedingungen, in welchen das Infrastrukturbenützungsentgelt geregelt ist, eingegangen wird.

8.1 Definition Infrastrukturbenützungsentgelt

Das Infrastrukturbenützungsentgelt setzt sich im Wesentlichen aus fünf Größen zusammen. Folgende Formel zeigt die Zusammensetzung des Wegeentgelts

$$\text{Wegeentgelt}_{\text{Zugfahrt}} = \text{Zugkm} * z + \text{Btkm}_2 * \text{btk} \pm \text{Zu-/Abschläge}$$

Abbildung 40: Formel Infrastrukturbenützungsentgelt⁸²

■ Zugkm

Unter dem Punkt Zugkm werden die gefahrenen Kilometer eingesetzt.

■ z

Der Punkt z behandelt die Zugkilometerkomponente je Marktsegment, welche in die Formel eingesetzt werden. Folgende Tabelle zeigt die unterschiedlichen Faktoren, welche für die Variable z zur Verwendung kommen können.

■ Btkm

Unter dem Punkt Btkm wird das Bruttotonnengewicht des Zuges eingetragen

⁸² Quelle entnommen aus: <https://infrastruktur.oebb.at/de/geschaeftpartner/schienennetz/snnb/snnb-2019/schienennetz-nutzungsbedingungen-2019.pdf> (Zugriff am 12.07.2019)

■ btk

Der Punkt btk behandelt die Bruttotonnenkilometerkomponente, welche in die Formel eingesetzt werden. Folgende Tabelle zeigt die unterschiedlichen Faktoren, welche für die Variable btk zur Verwendung kommen können.

■ +/- Zu-/Abschläge

Unter diesem Punkt können mehrere Komponenten für einen Zu-/Abschlag zur Geltung kommen. Der erste Faktor sind die Triebfahrzeuge, die in drei Kategorien unterteilt werden. Ein zweiter möglicher Zuschlag ist jener für eine überlastete Infrastruktur. Weiter wird das Performance Regime bezüglich der Verspätungsminuten berücksichtigt. Der letzte Punkt kann lediglich eine Gutschrift für den Infrastrukturnutzer berücksichtigen. Der Lärmbonus wird je umgerüstete Achse eines Güterwagens per Kilometer gutgeschrieben. Der Maximalbeitrag für diese Gutschrift beträgt 425 €. Nachfolgende Tabelle zeigt die Zu-/Abschläge, welche bei einer Zugfahrt anfallen können.

Folgende Tabelle zeigt die verschiedenen Zugkilometerkomponenten

Zugkilometerkomponente					(z)
1.1.1. a	Eigenwirtschaftlicher Personenverkehr	Zugkm	0,800	1,199	1,999
1.1.1. b	Gemeinwirtschaftlicher Personenfernverkehr	Zugkm	0,800	0,794	1,594
1.1.1.c	Nahverkehr stark	Zugkm	0,937	1,035	1,972
1.1.1. d	Nahverkehr schwach	Zugkm	0,937	0,653	1,590
1.1.1. e	Güterverkehr manipuliert	Zugkm	0,899	-	0,899
1.1.1.f	Güterverkehr nicht manipuliert	Zugkm	0,899	0,452	1,351
1.1.1. g	Dienstzug ⁷	Zugkm	0,899	-	0,899

Abbildung 41: Zugkilometerkomponenten je Marktsegment⁸³

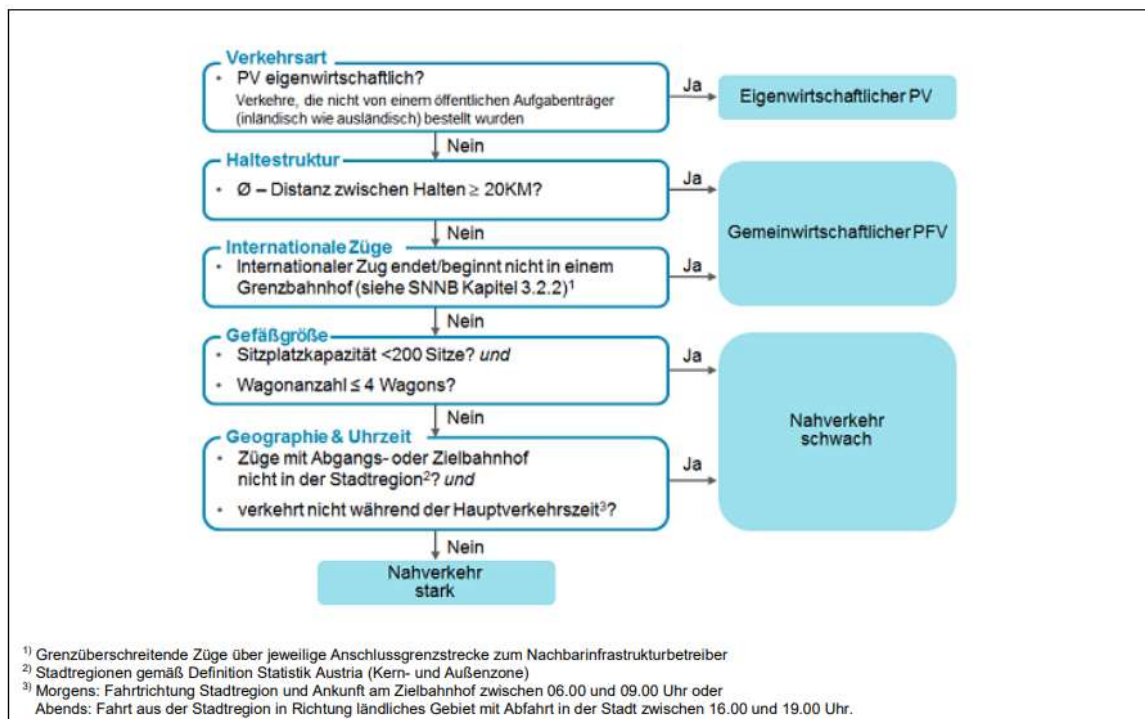
Folgende Tabelle zeigt die Bruttotonnenkilometerkomponente je Marktsegment.

⁸³ Quelle entnommen aus: <https://infrastruktur.oebb.at/de/geschaeftpartner/schienenetz/snnb/snnb-2019/schienenetz-nutzungsbedingungen-2019.pdf> (Zugriff am 12.07.2019)

Bruttotonnenkilometerkomponente					(btk)
1.1.2.a	Eigenwirtschaftlicher Personenverkehr	Btkm	0,001732	-	0,001732
1.1.2.b	Gemeinwirtschaftlicher Personenfernverkehr	Btkm	0,001732	-	0,001732
1.1.2.c	Nahverkehr stark	Btkm	0,002864	-	0,002864
1.1.2.d	Nahverkehr schwach	Btkm	0,002864	-	0,002864
1.1.2.e	Güterverkehr manipuliert	Btkm	0,001573	-	0,001573
1.1.2.f	Güterverkehr nicht manipuliert	Btkm	0,001573	-	0,001573
1.1.2.g	Dienstzug ⁸	Btkm	0,001573	-	0,001573

Abbildung 42: Bruttotonnenkilometerkomponente für die IBE Berechnung⁸⁴

Folgende Tabelle zeigt die Einteilung in die verschiedenen Marktsegmente.

Abbildung 43: Einteilung der Marktsegmente⁸⁵

⁸⁴ Quelle entnommen aus: <https://infrastruktur.oebb.at/de/geschaeftpartner/schienenennetz/snnb/snnb-2019/schienenennetz-nutzungsbedingungen-2019.pdf> (Zugriff am 12.07.2019)

⁸⁵ Abbildung entnommen aus: <https://infrastruktur.oebb.at/de/geschaeftpartner/schienenennetz/snnb/snnb-2019/schienenennetz-nutzungsbedingungen-2019.pdf> (Zugriff am 12.07.2019)

Folgende Tabelle zeigt die Zu-/Abschläge, welche bei einer Zugfahrt anfallen können.

Nr.	Zu- und Abschläge	Einheit	Entgelt in € exkl. 20% USt
1.1.3.1.a	Triebfahrzeugfaktor Kategorie A	Zugkm	-0,0285
1.1.3.1.b	Triebfahrzeugfaktor Kategorie B	Zugkm	0,0000
1.1.3.1.c	Triebfahrzeugfaktor Kategorie C	Zugkm	0,0282
1.1.4.1	Zuschlag für überlastete Eisenbahninfrastruktur	Zugkm	1,3175
1.1.5	Performance Regime – Zahlung/Gutschrift gemäß Saldo Verspätungsminuten	Minute	+/- 0,5942
1.1.6	Lärmbonus ⁹	Achskm	0,01

Abbildung 44: Tabelle der Zu-/Abschläge⁸⁶

8.2 Aktuelle Einnahmen durch das Infrastrukturbenutzungsentgelt

■ Marktsegment Personennahverkehr, S-Bahn:

Für die Berechnung der S-Bahn - Verbindungen werden folgende Parameter benötigt.

Für die S-Bahn - Verbindungen werden Garnituren der Baureihe 4024 verwendet. Diese Garnituren haben ein Gewicht von 116 Tonnen und bieten Sitzplätze für 199 Personen, wodurch diese Garnituren in die Kategorie Nahverkehr schwach eingestuft werden. Weiter gibt es im Bestandsfahrplan 3 Kategorien an verkehrenden Zügen.

- 36 Verbindungen, welche täglich verkehren
- 4 Verbindungen, welche täglich außer Sonn- und Feiertag verkehren
- 8 Verbindungen, welche täglich außer Samstag, Sonn- und Feiertag verkehren

Es ergeben sich somit 3 Kategorien, welche separat betrachtet werden müssen und wie folgt berechnet werden.

- 1.1.1d Nahverkehr schwach Zugkm: 1,590 €
- 1.1.2d Nahverkehr schwach Btkm: 0,002864 €

⁸⁶ Abbildung entnommen aus:

<https://infrastruktur.oebb.at/de/geschaeftpartner/schienenennetz/snnb/snnb-2019/schienenennetz-nutzungsbedingungen-2019.pdf> (Zugriff am 12.07.2019)

Für den S-Bahnverkehr zwischen Linz Hbf. und Kirchdorf an der Krems mit einer Streckenlänge von 50,5 km ergibt sich folgendes Infrastrukturbenutzungsentgelt:

- $50,5 \text{ km} * 1,590 \text{ €/km} + (116 \text{ t} * 0,002864 \text{ €}) = 97,072312 \text{ € pro Zugfahrt}$

Im Bestandsfahrplan werden folgende 36 S-Bahn - Verbindungen angeboten:

- $36 \text{ Verbindungen} * 97,072312 \text{ €} = 3.494,603232 \text{ € pro Tag}$
- $4 \text{ Verbindungen} * 97,072312 \text{ €} = 388,289248 \text{ € pro Tag}$
- $8 \text{ Verbindungen} * 97,072312 \text{ €} = 776,578496 \text{ € pro Tag}$
- $365 \text{ Tage} * 3.494,603232 \text{ €} + 297 \text{ Tage} * 388,289248 \text{ €} + 245 \text{ Tage} * 776,578496 \text{ €} = \mathbf{1.581.113,817856 \text{ € pro Jahr}}$

■ Marktsegment Personennahverkehr, REX:

Für die Berechnung der REX-Verbindungen werden folgende Parameter benötigt:

Für die REX-Verbindungen werden eine Lokomotive der Baureihe 1044 sowie drei Cityshuttle-Zwischenwagen und ein Cityshuttle-Steuerwagen verwendet. Dieser Zug hat ein Gewicht von 235 Tonnen und bietet Sitzplätze für 284 Personen. Durch die hohe Anzahl an Personen würde diese Wagenkonfiguration in die Kategorie Nahverkehr stark fallen. Allerdings werden nur bis zu vier Wagen verwendet, wodurch die Einstufung in die Kategorie Nahverkehr schwach erfolgen kann. Weiter gibt es im Bestandsfahrplan 3 Kategorien an verkehrenden Zügen.

- 8 Verbindungen, welche täglich zwischen Linz Hbf. und Liezen verkehren
- 2 Verbindungen, welche täglich zwischen Linz Hbf. und Selzthal verkehren
- 2 Verbindungen, welche täglich außer Samstag, Sonn- und Feiertag zwischen Linz Hbf. und Selzthal verkehren
- 4 Verbindungen, welche täglich außer Samstag, Sonn- und Feiertag zwischen Linz Hbf. und Spital am Pyhrn verkehren

Es ergeben sich also 4 Kategorien, welche separat betrachtet werden müssen und unter folgenden Kategorien berechnet werden:

- 1.1.1d Nahverkehr schwach Zugkm: 1,590 €
- 1.1.2d Nahverkehr schwach Btkm: 0,002864 €

Somit ergeben sich für den REX - Bahnverkehr zwischen Linz Hbf. und Liezen verschiedene Streckenlängen:

- Linz Hbf. - Liezen: $111,6 \text{ km} * 1,590 \text{ €/km} + (235 \text{ t} * 0,002864 \text{ €}) = 252,555264 \text{ € pro Zugfahrt}$

- Linz Hbf. - Selzthal: $104,4 \text{ km} * 1,590 \text{ €/km} + (235 \text{ t} * 0,002864 \text{ €}) = 236,261376 \text{ € pro Zugfahrt}$
- Linz Hbf. - Spital am Pyhrn: $87,4 \text{ km} * 1,590 \text{ €/km} + (235 \text{ t} * 0,002864 \text{ €}) = 197,789696 \text{ € pro Zugfahrt}$

Im Bestandsfahrplan werden folgende 16 REX-Verbindungen angeboten:

- 8 Verbindungen * $252,555264 \text{ €} = 2020,442112 \text{ € pro Tag}$
- 2 Verbindungen * $236,261376 \text{ €} = 472,522752 \text{ € pro Tag}$
- 2 Verbindungen * $236,261376 \text{ €} = 472,522752 \text{ € pro Tag}$
- 4 Verbindungen * $197,789696 \text{ €} = 791,158784 \text{ € pro Tag}$

- $365 \text{ Tage} * 2020,442112 \text{ €} + 365 \text{ Tage} * 472,522752 \text{ €} + 245 \text{ Tage} * 472,522752 \text{ €} + 245 \text{ Tage} * 791,158784 \text{ €} = \mathbf{1.219.534,15168 \text{ € pro Jahr}}$

■ Marktsegment Personenfernverkehr, IC:

Für die Berechnung der IC-Verbindungen werden folgende Parameter benötigt:

Für die IC-Verbindungen werden eine Lokomotive der Baureihe 1044 sowie vier Intercitywagen verwendet. Dieser Zug hat ein Gewicht von 250 Tonnen. Die Einstufung wird in die Kategorie gemeinwirtschaftlicher Personenfernverkehr vorgenommen.

- 1.1.1b Gemeinwirtschaftlicher Personenfernverkehr Zugkm: $1,594 \text{ €}$
- 1.1.2b Gemeinwirtschaftlicher Personenfernverkehr Btkm: $0,001732 \text{ €}$

Somit ergibt sich für den IC-Bahnverkehr zwischen Linz Hbf. und Graz Hbf. mit einer Streckenlänge von 233 km folgendes Infrastrukturbenützungsentgelt:

- $233 \text{ km} * 1,594 \text{ €/km} + (250 \text{ t} * 0,001732 \text{ €}) = 472,291 \text{ € pro Zugfahrt}$

Im Bestandsfahrplan werden 4 Verbindungen angeboten:

- 4 Verbindungen * $472,291 \text{ €} = 1.889,164 \text{ € pro Tag}$
- $365 \text{ Tage} * 1.889,164 \text{ €} = \mathbf{689.544,86 \text{ € pro Jahr}}$

In Summe werden im Personenverkehr Infrastrukturbenützungsentgelte in der Höhe von **3.490.192,829536 €** eingenommen.

■ Marktsegment Güterverkehr:

Beim Marktsegment des Güterverkehrs wird der Bestand nicht betrachtet, da sich an den Bestandsverkehren keine Veränderungen ergeben. Die zusätzlichen Infrastruktureinnahmen,

welche durch den neuen Fahrplan erwirtschaftet werden, sind unter Kapitel **Fehler!**
Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. beschrieben.

8.3 Zukünftige Einnahmen durch das Infrastrukturbenützungsentgelt

Für die Berechnung des Infrastrukturbenützungsentgeltes ist eine Gliederung der Zugfahrten je Marktsegment notwendig. Nachfolgend werden die Zugfahrten je Marktsegment mit deren Formeln beschrieben und für die Jahresberechnung aufbereitet.

■ Marktsegment Personennahverkehr, S-Bahn:

Für die Berechnung der S-Bahn-Verbindungen werden folgende Parameter benötigt:

Für die S-Bahn-Verbindungen werden Garnituren der Baureihe 4024 verwendet. Diese Garnituren haben ein Gewicht von 116 Tonnen und bieten Sitzplätze für 199 Personen, wodurch diese Garnituren in die Kategorie Nahverkehr schwach eingestuft werden.

- 1.1.1d Nahverkehr schwach Zugkm: 1,590 €
- 1.1.2d Nahverkehr schwach Btkm: 0,002864 €

Somit ergibt sich für den S-Bahnverkehr zwischen Linz Hbf. und Kirchdorf an der Krems mit einer Streckenlänge von 50,5 km folgendes Infrastrukturbenützungsentgelt:

- $50,5 \text{ km} * 1,590 \text{ €/km} + (116 \text{ t} * 0,002864 \text{ €}) = 97,072312 \text{ € pro Zugfahrt}$

Mit Inkraftsetzung des neuen Fahrplanes werden täglich 73 S-Bahn - Verbindungen angeboten.

- $73 \text{ Verbindungen} * 97,072312 \text{ €} = 7.086,278776 \text{ € pro Tag}$
- $365 \text{ Tage} * 7.086,278776 \text{ €} = \mathbf{2.586.491,75324 \text{ € pro Jahr}}$

■ Marktsegment Personennahverkehr, REX:

Für die Berechnung der REX-Verbindungen werden folgende Parameter benötigt:

Für die REX-Verbindungen werden eine Lokomotive der Baureihe 1044 sowie drei Cityshuttle-Zwischenwagen und ein Cityshuttle-Steuerwagen verwendet. Dieser Zug hat ein Gewicht von 235 Tonnen und bietet Sitzplätze für 284 Personen. Durch die hohe Anzahl an Personen würde diese Wagenkonfiguration in die Kategorie Nahverkehr stark fallen. Allerdings werden nur bis zu vier Wagen verwendet, wodurch die Einstufung in die Kategorie Nahverkehr schwach erfolgen kann.

- 1.1.1d Nahverkehr schwach Zugkm: 1,590 €
- 1.1.2d Nahverkehr schwach Btkm: 0,002864 €

Somit ergibt sich für den REX-Bahnverkehr zwischen Linz Hbf. und Liezen mit einer Streckenlänge von 110,4 km folgendes Infrastrukturbenutzungsentgelt:

- $110,4 \text{ km} * 1,590 \text{ €/km} + (235 \text{ t} * 0,002864 \text{ €}) = 249,839616 \text{ € pro Zugfahrt}$

Mit Inkraftsetzung des neuen Fahrplanes werden täglich 35 REX-Verbindungen angeboten.

- $35 \text{ Verbindungen} * 325,425152 \text{ €} = 8.744,38656 \text{ € pro Tag}$
- $365 \text{ Tage} * 11.389,88032 \text{ €} = \mathbf{3.191.701,0944 \text{ € pro Jahr}}$

■ Marktsegment Personenfernverkehr, IC:

Für die Berechnung der IC-Verbindungen werden folgende Parameter benötigt:

Für die IC-Verbindungen werden Garnituren der Baureihe 4744 verwendet. Diese Garnitur hat ein Gewicht von 145 Tonnen und bietet Sitzplätze für 259 Personen. Die Einstufung wird in die Kategorie gemeinwirtschaftlicher Personenfernverkehr vorgenommen.

- 1.1.1b Gemeinwirtschaftlicher Personenfernverkehr Zugkm: 1,594 €
- 1.1.2b Gemeinwirtschaftlicher Personenfernverkehr Btkm: 0,001732 €

Somit ergibt sich für den IC-Bahnverkehr zwischen Linz Hbf. und Graz Hbf. mit einer Streckenlänge von 231,8 km folgendes Infrastrukturbenutzungsentgelt:

- $231,8 \text{ km} * 1,594 \text{ €/km} + (145 \text{ t} * 0,001732 \text{ €}) = 427,703452 \text{ € pro Zugfahrt}$

Mit Inkraftsetzung des neuen Fahrplanes werden täglich 35 REX-Verbindungen angeboten.

- $31 \text{ Verbindungen} * 427,703452 \text{ €} = 13.258,807012 \text{ € pro Tag}$
- $365 \text{ Tage} * 13.258,807012 \text{ €} = \mathbf{4.839.464,55938 \text{ € pro Jahr}}$

In Summe werden im Personenverkehr Infrastrukturbenutzungsentgelte in der Höhe von **11.583.262,62942 €** eingenommen.

■ Marktsegment Güterverkehr:

Beim Marktsegment Güterverkehr wurden Recherchen vorgenommen, um eine durchschnittliche Laufleistung eines Güterzuges zu eruieren. Diese durchschnittliche Laufleistung wird für die Berechnung der Mehreinnahmen des Infrastrukturbenutzungsentgeltes herangezogen, da durch die neuen Güterzugtrassen nicht nur Verkehre auf der Pyhrnstrecke gesteigert werden können, sondern im gesamten Schienennetz. Zur Ermittlung des Durchschnittswertes wurden zwei Quellen verglichen:

- Quelle 1 wurde mit einer Laufleistung von 410,9 km pro Tag angegeben⁸⁷
- Quelle 2 wurde mit einer Laufleistung von 397 km pro Tag angegeben⁸⁸
 - Der Durchschnittswert entspricht somit 403,95 km, gerundet 404 km

Für die Berechnung der Güterzug - Verbindungen werden folgende Parameter benötigt:

Für die Güterzug - Verbindungen werden zwei Lokomotiven der Baureihe 1116 verwendet. Das Gesamtgewicht des Güterzuges wird mit 1.600 t angenommen, welches einem Standardwert entspricht. Für die Einstufung des Marktsegmentes werden zwei verschiedene Kategorien verwendet. Die manipulierten Güterzüge, welche 62 % der verkehrenden Züge ausmachen und die nicht manipulierten Güterzüge, welche 38 % der Züge betrifft.⁸⁹

- 1.1.1e Güterverkehr manipuliert Zugkm: 0,899 €
- 1.1.1f Güterverkehr nicht manipuliert Zugkm: 1,351 €
- 1.1.2e Güterverkehr manipuliert Btkm: 0,001573 €
- 1.1.2f Güterverkehr nicht manipuliert Btkm: 0,001573 €

Wie in den Kapiteln **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** beschrieben ist, werden die Güterzugtrassen um 60 % gesteigert, wodurch sich im Tageszeitraum von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr sowie im Nachtzeitraum von 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr eine Steigerung um je sieben Trassen pro Fahrtrichtung ergibt. In Summe werden täglich um 28 Güterzugtrassen mehr angeboten. Werden nun die Prozentsätze der manipulierten sowie nicht manipulierten Züge berücksichtigt, ergibt dies folgende Werte:

- Manipulierte Verkehre mit 62 % von 28 Verbindungen entspricht einem Wert von 17,36, also 17 Züge
- Nicht manipulierte Verkehre mit 38 % von 28 Verbindungen entspricht einem Wert von 10,64, also elf Züge

Im Marktsegment Güterverkehr manipuliert ergibt sich mit einer durchschnittlichen Streckenlänge von 404 km folgendes Infrastrukturbenutzungsentgelt:

- $404 \text{ km} \cdot 0,899 \text{ €/km} + (1600 \text{ t} \cdot 0,001573 \text{ €}) = 1.379,9832 \text{ € pro Zugfahrt}$

⁸⁷ Quelle entnommen aus: <https://www.handelsblatt.com/technik/das-technologie-update/weisheit-der-woche/schienenverkehr-welche-strecke-legt-ein-zug-insgesamt-zurueck/8896436.html?ticket=ST-2243038-7kkprZXE2RSeGASoEfTd-ap5> (Zugriff am 29.07.2019)

⁸⁸ Quelle entnommen aus:

<https://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=12&ved=2ahUKEwju3NOt29rjAhW6kcMKHZ5mC6EQFjALegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fwww.bahnindustrie.at%2Fdownload%2F98%2FEWV-Foerderung-Schlussbericht-Mai.pdf&usq=AOvVaw05Fvviqv8Wn6xlmBnt2cOv> (Zugriff am 29.07.2019)

⁸⁹ Quelle entnommen aus: https://www.schienencontrol.gv.at/files/1-Homepage-Schienen-Control/1h-Veranstaltungen/Symposium%202017/Vortrag_Robert-Prinz.pdf (Zugriff am 29.07.2019)

Mit Inkraftsetzung des neuen Fahrplanes werden täglich 17 zusätzliche Güterzüge im Marktsegment Güterverkehr manipuliert angeboten:

- 17 Verbindungen * 1.379,9832 € = 23.459,7144 € pro Tag
- 365 Tage * 23.459,7144 € = **8.562.795,756 €** pro Jahr

Im Marktsegment Güterverkehr nicht manipuliert ergibt sich mit einer durchschnittlichen Streckenlänge von 404 km folgendes Infrastrukturbenützungsentgelt:

- $404 \text{ km} * 1,351 \text{ €/km} + (1600 \text{ t} * 0,001573 \text{ €}) = 1.562,5912 \text{ € pro Zugfahrt}$

Mit Inkraftsetzung des neuen Fahrplanes werden täglich 17 zusätzliche Güterzüge im Marktsegment Güterverkehr manipuliert angeboten.

- 11 Verbindungen * 1.562,5912 € = 17.188,5032 € pro Tag
- 365 Tage * 17.188,5032 € = **6.273.803,668 €** pro Jahr

In Summe werden im Güterverkehr Mehreinnahmen durch Infrastrukturbenützungsentgelt in der Höhe von **14.836.599,424 €** lukriert.

8.4 Conclusio Infrastrukturbenützungsentgelt

Die Rechenbeispiele in den Kapiteln **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** stellen die Vergleiche des aktuellen Infrastrukturbenützungsentgeltes zum Infrastrukturbenützungsentgelt, welches nach den Ausbauvarianten samt gesteigerten Verkehren erwirtschaftet werden kann, dar. Im Personenverkehr werden aktuell Einnahmen in der Höhe von 3.490.192,829536 € erwirtschaftet. Im Vergleich zu den Einnahmen des bestehenden Angebotes können im Personenverkehr mit gesteigertem Verkehrsaufkommen Infrastrukturbenützungsentgelte in der Höhe von 11.583.262,62942 € eingenommen werden, was Mehreinnahmen in der Höhe von 8.093.069,799 € bedeuten.

Im Schienengüterverkehr wurde der Bestand nicht berechnet, da eine seriöse Aussage zu verkehrenden Zügen über einen Zeitraum eines gesamten Fahrplanes nicht getätigt werden kann. Dadurch wurde im Marktsegment des Güterverkehrs lediglich jener Wert berechnet, welcher durch die Ausbaumaßnahmen zusätzlich eingenommen wird. Da bei den Schienennetznutzungsbedingungen zwischen manipulierten und nicht manipulierten Güterverkehren unterschieden wird, wurden die zusätzlichen Trassen gemäß einer Statistik aufgeteilt. In Summe können im Schienengüterverkehr Mehreinnahmen in der Höhe von 14.836.599,424 € erwirtschaftet werden.

Addiert man nun die beiden Werte des Personen- sowie Güterverkehrs zusammen, ergibt dies Mehreinnahmen von **22.929.669,2238 €**.

9 Conclusio

In der Diplomarbeit, welche sich mit möglichen Ausbauszenarien der Pyhrnstrecke beschäftigt, werden neben den Szenarien auch eine Bestandsanalyse der Infrastruktur sowie des Fahrplanes durchgeführt. Im Kapitel Bestandsanalyse werden die Bahnhöfe sowie Betriebstellen der Pyhrnstrecke einer Analyse unterzogen. Weiter wurde auch der Bestandsfahrplan an Hand eines Bildfahrplanes zur Analyse beigezogen. Bei dieser Analyse fiel auf, dass viele Bahnhöfe sehr kurze Bahnhofgleise besitzen, wodurch ein Kreuzen bzw. Vorfahren nur in ausgewählten Betriebstellen möglich ist. Weiter sind auf der Pyhrnstrecke sehr viele eingleisige Streckenabschnitte vorhanden, welche eine Leistungsfähigkeit stark beeinträchtigen und für den steigenden Personen- sowie Güterverkehr nicht ausreichen. Hierbei wurden Schwachstellen an der Infrastruktur lokalisiert und in den entsprechenden Kapiteln beschrieben. In Folge der Arbeit wurden Rahmenplanprojekte beschrieben, welche sich bereits in der Planung bzw. Umsetzung befinden. Nach Auflistung der Rahmenplanprojekte wurde ersichtlich, dass diese Projekte, welche großteils Stellwerksneubauten sind, zwar die Sicherheit sowie Verfügbarkeit steigern, allerdings das Problem der Kapazitätsengpässe nicht lösen. Als nächstes wurde ein neuer Fahrplan entworfen, welcher die Ziele der Kapazitätssteigerung im Personen- sowie Güterverkehr beinhalten. Konkret wurde im Personenverkehr ein ganztägiger 30 Minutentakt der S-Bahn sowie ein ganztägiger Stundentakt im REX- und IC-Verkehr geplant. Im Güterverkehr wurden im Tageszeitraum eine stündliche Angebotstrasse eingeplant, was einer Steigerung von 60 % entspricht. Neben den Steigerungen im Tageszeitraum wird auch im Nachtzeitraum eine Angebotssteigerung von 60 % geplant. Nach Implementierung dieses neuen Fahrplanes wurde eine Simulation auf der Bestandsinfrastruktur durchgeführt. Bei dieser Simulation wurde ein Ergebnis geliefert, welches in der Bestandsanalyse erwartet wurde. In einem aus der Simulation ausgewerteten Bildfahrplan wurden die Konflikte aufgezeigt, um in den Ausbauszenarien gezielt gegensteuern zu können. Nach der Erörterung der Konflikte wurden unter dem Kapitel Ausbauszenarien neue Maßnahmen entworfen. Konkret wurden auf 7 Streckenabschnitten sowie 2 Bahnhöfen Maßnahmen zur Umsetzbarkeit des Zielfahrplanes entworfen. Nach dem Entwurf der Ausbauszenarien wurde eine erneute Simulation durchgeführt, um eine Erreichbarkeit der Zielsetzungen zu kontrollieren. Die Simulation ergab, dass die Kantenfahrzeit mit 73 Minuten unter dem Zielwert liegt. Weiter wurde die Zielsetzung im Güterverkehr mit einer Steigerung von 60 % umgesetzt. Ein neuer Bildfahrplan zeigt die konfliktfreie Umsetzung des neu geplanten Fahrplanes. Weiter wurden die Kosten der Ausbauszenarien gelistet, welche mit 357.317.472,8 € zu Buche stehen. Im letzten Kapitel wurde das Infrastrukturbenützungsentgelt betrachtet und ein Vergleich zwischen dem Bestand und dem neuen Angebot gezeigt. Das Infrastrukturbenützungsentgelt wurde im Bestand nur

für den Personenverkehr berechnet, da eine seriöse Berechnung im Güterverkehr nicht möglich war. Die Höhe der Einnahmen betragen 3.490.192,829536 €. Die Berechnungen mit dem neuen Fahrplan wurden für den Personenverkehr sowie für die gesteigerten Trassen im Güterverkehr durchgeführt. Durch die großen Steigerungen im Personenverkehr wurden die Einnahmen um 8.093.069,799 € auf 11.583.262,62942 € gesteigert. Im Güterverkehr wird der bestehende Verkehr beibehalten, wodurch sich keine Änderungen des Infrastrukturbenützungsentgeltes ergibt. Die geplante Steigerung um 60 % und die damit verbundenen Mehreinnahmen werden aufgezeigt. Konkret betragen die Mehreinnahmen beim Infrastrukturbenützungsentgelt im Güterverkehr 14.836.599,424 €. Addiert man die beiden Werte, entsteht durch den neuen Fahrplan eine jährliche Steigerung von 22.929.669,2238 €.

Literatur

Onlinequellen:

- ÖBB, S-Bahn Oberösterreich
<http://www.oebb.at/de/entdecken/s-bahn-oberoesterreich> (Zugriff, am 12.12.2017)
- Porr, Projektübersicht
<http://worldofporr.porr-group.com/index.php?id=6639#/page/1> (Zugriff, am 12.12.2017)
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Rahmenplan 2018 bis 2023
https://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/ausbauplan/downloads/presentation_rahmenplan_oebb_2018.pdf (Zugriff am 24.09.2018)
- Radlobby Oberösterreich
<http://ooe.radlobby.at/cms/index.php?id=151> (Zugriff am 29.07.2019)
- Statistik Austria, Inflationsrechner
https://www.statistik.at/persoenerlicher_inflationsrechner/ (Zugriff am 29.07.2019)
- Bodenpreise, Flächenwidmungsplan
<https://www.bodenpreise.at/> (Zugriff 11.06.2019)
- Land Oberösterreich, Flächenwidmungsplan
www.doris.at (Zugriff 21.07.2018)
- Westerwald Taunus Tunnel, Finanzierung
<http://www.westerwald-taunus-tunnel.de/finanzierung/> (Zugriff am 29.07.2019)
- ÖBB Infrastruktur AG, Schienennetznutzungsbedingungen
<https://infrastruktur.oebb.at/de/geschaeftpartner/schienennetz/snnb/snnb-2019/schienennetz-nutzungsbedingungen-2019.pdf> (Zugriff am 12.07.2019)
- Handelsblatt, Schienenverkehre
<https://www.handelsblatt.com/technik/das-technologie-update/weisheit-der-woche/schienenerverkehr-welche-strecke-legt-ein-zug-insgesamt-zurueck/8896436.html?ticket=ST-2243038-7kkprZXE2RSeGASoEfTd-ap5> (Zugriff am 29.07.2019)
- SCHIG, Modell zur Optimierung der Wirkungen der Beihilfen des Bundes für die Erbringung von Schienengüterverkehrsleistungen im Einzelwagenverkehr (EWV)
<https://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=12&ved=2ahUKEWju3NOt29rjAhW6kcMKHZ5mC6EQFjALegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fwww.bahnindustrie.at%2Fdownload%2F98%2FEWV-Foerderung-Schlussbericht-Mai.pdf&usq=AOvVaw05Fvviqv8Wn6xlmBnt2cOv> (Zugriff am 29.07.2019)
- ÖBB Infrastruktur AG, Herausforderung Wegeentgeltmodell 2018
https://www.schienercontrol.gv.at/files/1-Homepage-Schiener-Control/1h-Veranstaltungen/Symposium%202017/Vortrag_Robert-Prinz.pdf (Zugriff am 29.07.2019)

E-Mail:

- E-Mail von Herrn Gustav Kollisch (E-Mail vom 13.09.2018)
Aramis Auswertung LBZ 1311 N_Zugzahlen GL_Linz vom 13.09.2018 (17.09.2018)
- E-Mail von Herrn Ing. Florian Wagner BSc, MSc, Fachbereich Oberleitung, ÖBB
Preiskalkulation, Fachbereich Oberleitung

Fachliteratur:

- Verzeichnis örtlich zulässiger Geschwindigkeit
VzG
- Bildfahrplan der Pyhrnstrecke

Fachgespräch:

- Fachgespräch mit Herrn Gustav Kollisch am 17.09.2018:

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: schematische Übersicht Linz Hbf., Teil 1	9
Abbildung 2: schematische Übersicht Linz Hbf., Teil 2	9
Abbildung 3: schematische Übersicht Bf. Wegscheid	10
Abbildung 4: schematische Übersicht Bf. Traun	11
Abbildung 5: schematische Übersicht Bf. Nettingsdorf	12
Abbildung 6: schematische Übersicht Bf. Neuhofen an der Krems	13
Abbildung 7: schematische Übersicht Bf. Kematen an der Krems	14
Abbildung 8: schematische Übersicht Bf. Rohr-Bad Hall	15
Abbildung 9: schematische Übersicht Bf. Kremsmünster.....	16
Abbildung 10: schematische Übersicht Bf. Wartberg an der Krems, Teil1	17
Abbildung 11: schematische Übersicht Bf. Wartberg an der Krems, Teil 2	17
Abbildung 12: schematische Übersicht Bf. Schlierbach	18
Abbildung 13: schematische Übersicht Bf. Kirchdorf an der Krems	19
Abbildung 14: schematische Übersicht Bf. Micheldorf	20
Abbildung 15: schematische Übersicht Bf. Klaus	20
Abbildung 16: schematische Übersicht Bf. Steyrling.....	21
Abbildung 17: schematische Übersicht Bf. Hinterstoder	22
Abbildung 18: schematische Übersicht Bf. Pießling-Vorderstoder	23
Abbildung 19: schematische Übersicht Bf. Windischgarsten	24
Abbildung 20: schematische Übersicht Bf. Spital am Pyhrn.....	25
Abbildung 21: schematische Übersicht Bst. Linzerhaus.....	26
Abbildung 22: schematische Übersicht Bf. Ardning	26
Abbildung 23: schematische Übersicht Bf. Selzthal	27
Abbildung 24: Bildfahrplan auf bestehender Infrastruktur	38
Abbildung 25: Bildfahrplan auf bestehender Infrastruktur	42
Abbildung 26: Ausbauabschnitt Nettingsdorf - Neuhofen an der Krems.....	46
Abbildung 27: Ausbauabschnitt Neuhofen an der Krems - Kematen an der Krems	48
Abbildung 28: Ausbauabschnitt Kematen an der Krems - Rohr-Bad Hall.....	50
Abbildung 29: Ausbauabschnitt Rohr-Bad Hall - Kremsmünster	52

Abbildung 30: Ausbauabschnitt Kremsmünster - Krift.....	52
Abbildung 31: Ausbauabschnitt Wartberg an der Krems - Kirchdorf an der Krems	53
Abbildung 32: Übersichtsplan Bogen Kirchdorf an der Krems.....	55
Abbildung 33: Übersichtsplan Micheldorf - Klaus.....	57
Abbildung 34: Ausbauabschnitt Micheldorf - Klaus	57
Abbildung 35: Übersichtsplan Klaus - Hinterstoder	59
Abbildung 36: Ausbauabschnitt Klaus - Hinterstoder	60
Abbildung 37: Ausbauabschnitt Bahnhof Hinterstoder	62
Abbildung 38: Ausbauabschnitt Bahnhof Ardning	63
Abbildung 39: Bildfahrplan aus RailSys	66
Abbildung 40: Formel Infrastrukturbenützungsentgelt.....	68
Abbildung 41: Zugkilometerkomponenten je Marktsegment	69
Abbildung 42: Bruttotonnenkilometerkomponente für die IBE Berechnung	70
Abbildung 43: Einteilung der Marktsegmente	70
Abbildung 44: Tabelle der Zu-/Abschläge	71

Tabellenverzeichnis

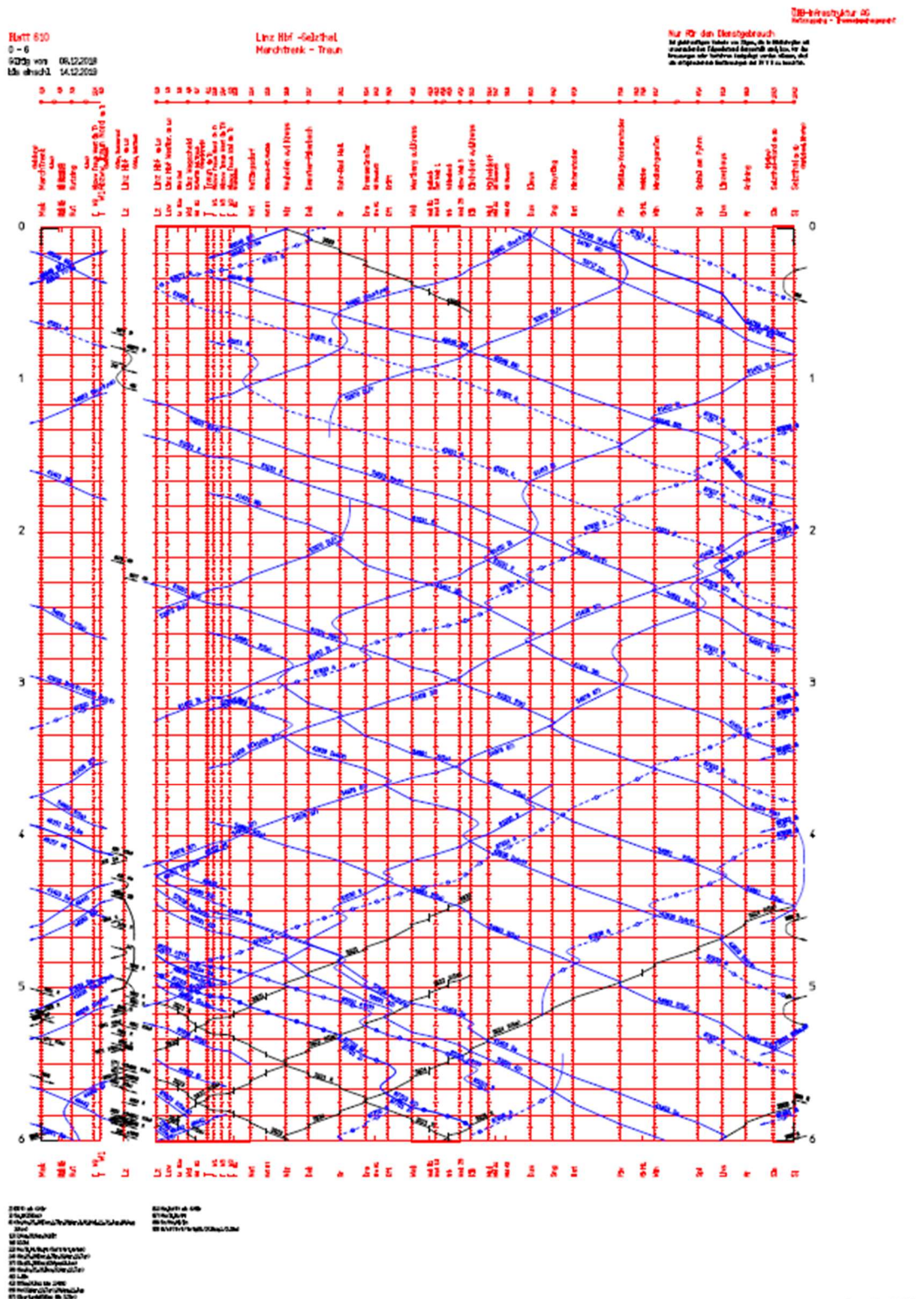
Tabelle 1: Zielfahrplan von Linz Hbf. in Richtung Kirchdorf an der Krems	36
Tabelle 2: Zielfahrplan von Kirchdorf an der Krems Richtung Linz Hbf.	39
Tabelle 3: Ausbauabschnitt Nettingsdorf - Neuhofen an der Krems.....	46
Tabelle 4: Ausbauabschnitt Neuhofen an der Krems - Kematen an der Krems	49
Tabelle 5: Ausbauabschnitt Kematen an der Krems - Rohr-Bad Hall.....	50
Tabelle 6: Ausbauabschnitt Wartberg an der Krems, Kirchdorf an der Krems	53
Tabelle 7: Ausbauabschnitt Kirchdorf an der Krems - Micheldorf.....	55
Tabelle 8: Ausbauabschnitt Micheldorf - Klaus	58
Tabelle 9: Ausbauabschnitt Klaus - Hinterstoder	60
Tabelle 10: Ausbauabschnitt Hinterstoder	62
Tabelle 11: Ausbauabschnitt Bahnhof Ardning	64
Tabelle 12: Gesamtkosten Ausbauszenarien	65
Tabelle 13: Zielfahrplan von Linz Hbf. in Richtung Kirchdorf an der Krems	92
Tabelle 14: Zielfahrplan von Kirchdorf an der Krems in Richtung Linz Hbf.	95

Abkürzungsverzeichnis

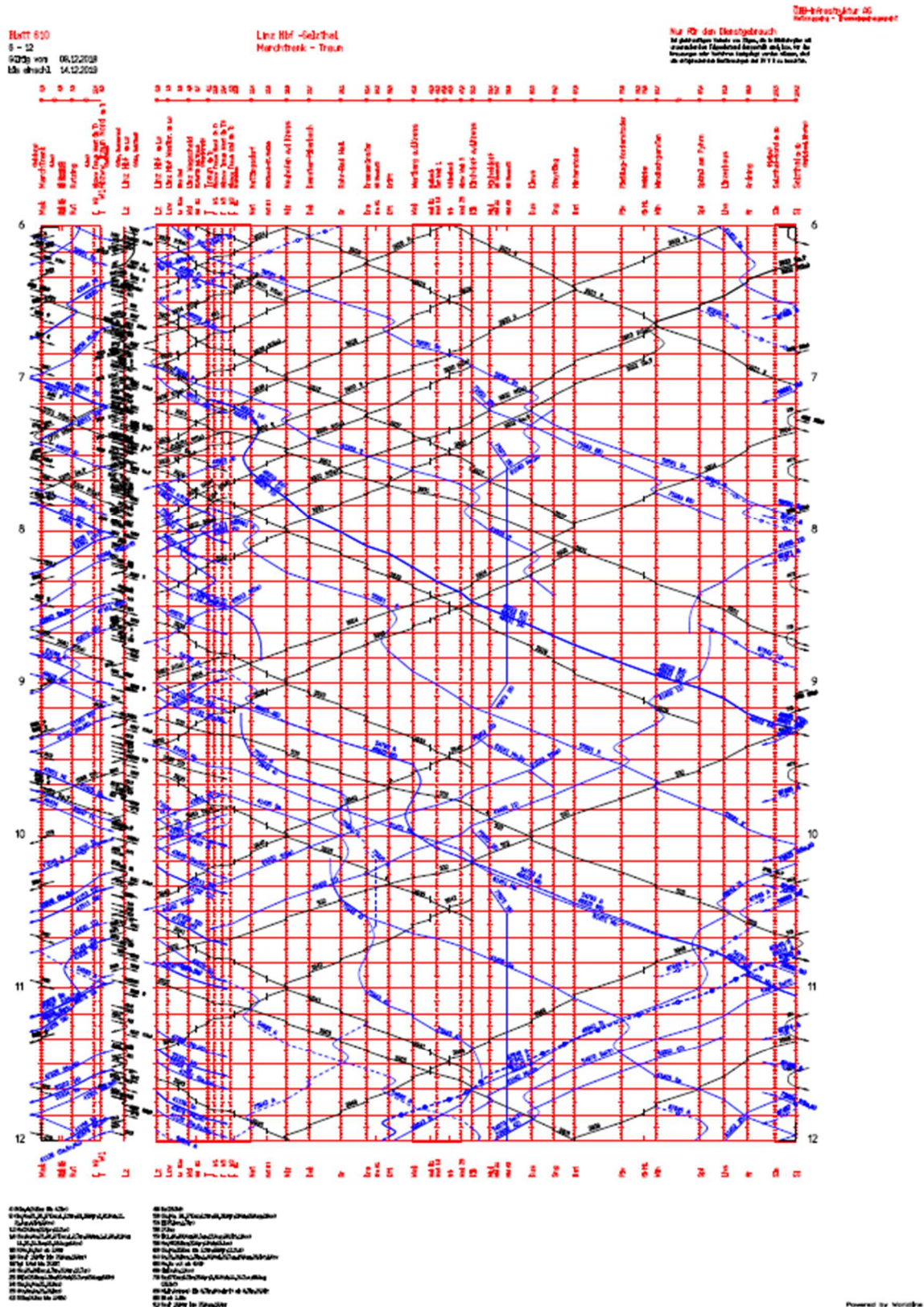
Aramis	Advanced Railway Automation Management Information System
Bf.	Bahnhof
BMVIT	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Btk	Bruttotonnenkilometerkomponente
Btkm	Bruttotonnenkilometer
ESTW	Elektronische Stellwerk
ETCS	European Train Control System
Hbf.	Hauptbahnhof
IBE	Infrastrukturbenützungsentgelt
IC	Intercity
ITF	Integrierter Taktfahrplan
LZB	Linienförmige Zugbeeinflussung
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen
PZB	Punktförmige Zugbeeinflussung
REX	Regionalexpress
VzG	Verzeichnis örtlicher zulässiger Geschwindigkeiten
Zugkm	Zugkilometer

Anhang

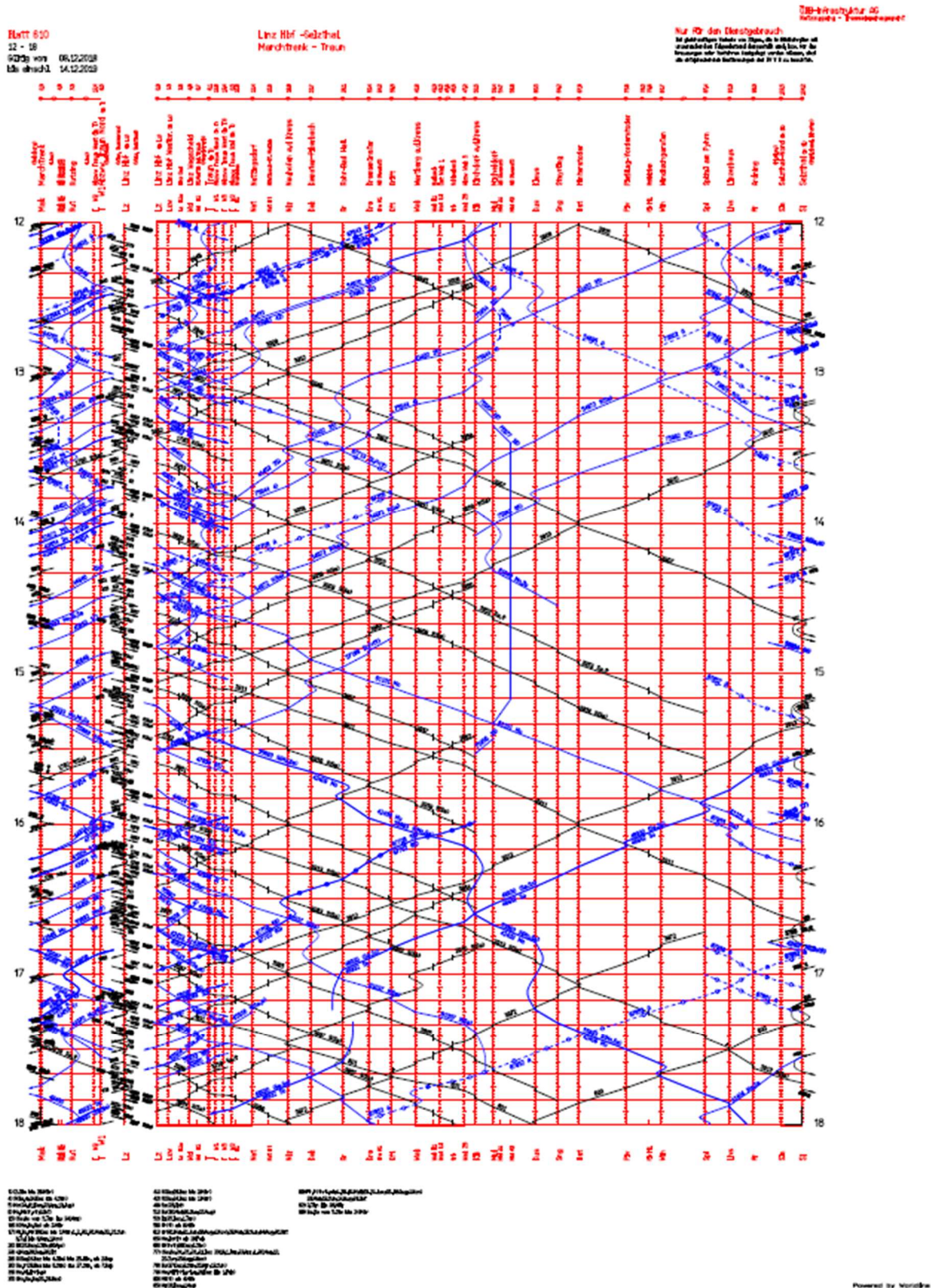
Folgender Bildfahrplan zeigt den Zeitrahmen von 18:00 Uhr bis 24:00 Uhr



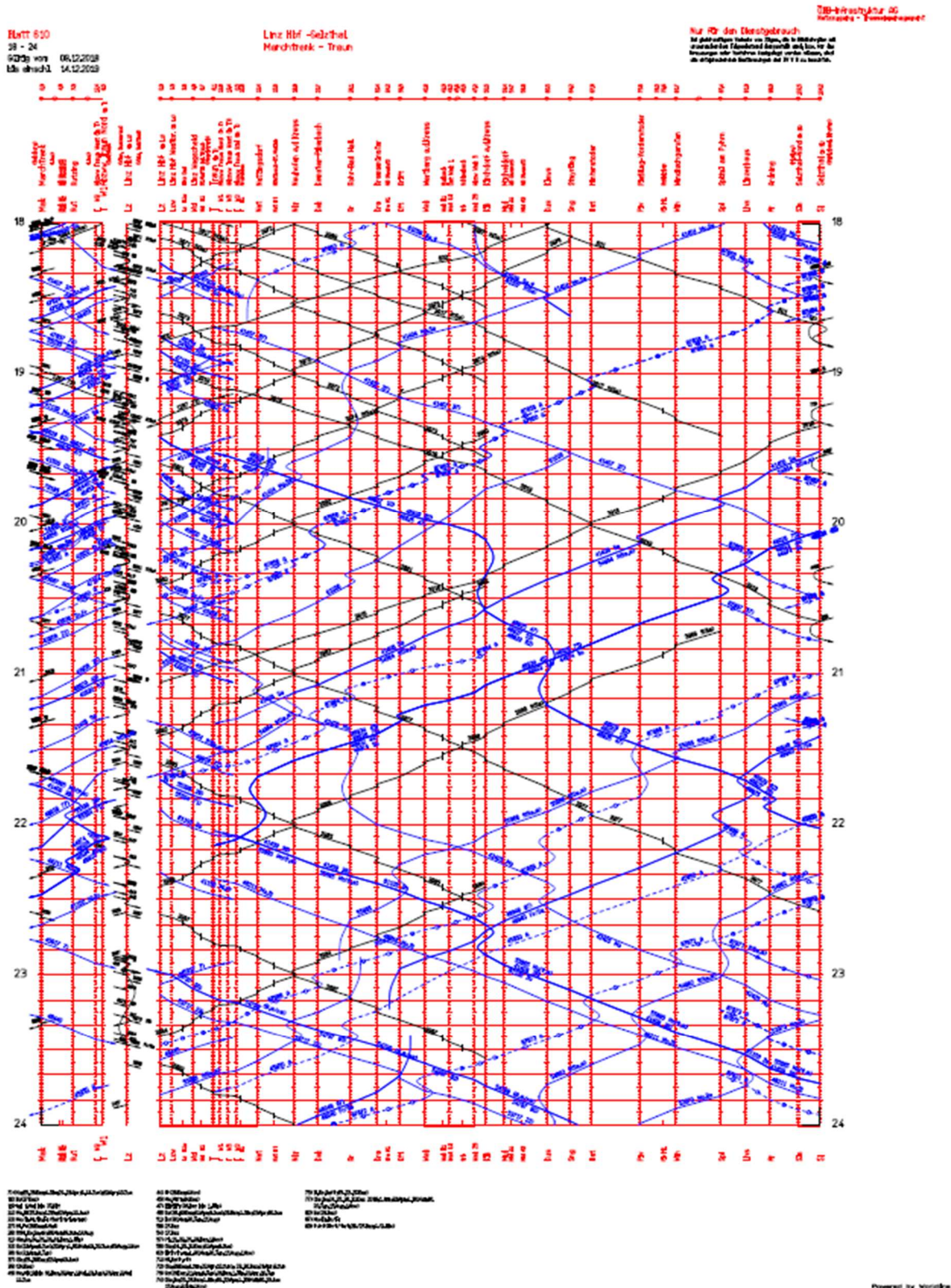
Folgender Bildfahrplan zeigt den Zeitrahmen von 06:00 Uhr bis 12:00 Uhr



Folgender Bildfahrplan zeigt den Zeitrahmen von 12:00 Uhr bis 18:00 Uhr



Folgender Bildfahrplan zeigt den Zeitrahmen von 18:00 Uhr bis 24:00 Uhr



Nachfolgende Tabelle zeigt den neuen Fahrplan von Linz Hbf. in Richtung Kirchdorf.

Von	Uhrzeit	Nach	Uhrzeit	Zugnummer	Type
Linz Hbf.	05:12	Liezen	06:43	1901	REX
Linz Hbf.	05:21	Kirchdorf an der Krems	06:11	3901	S-Bahn
Linz Hbf.	05:36	Nettingsdorf	05:52	4901	S-Bahn
Linz Hbf.	05:51	Selzthal / Graz Hbf.	07:04	901	IC
Linz Hbf.	05:56	Kirchdorf an der Krems	06:46	3903	S-Bahn
Linz Hbf.	06:12	Liezen	07:43	1903	REX
Linz Hbf.	06:21	Kirchdorf an der Krems	07:11	3905	S-Bahn
Linz Hbf.	06:36	Neuhofen/Krems	06:59	4903	S-Bahn
Linz Hbf.	06:51	Selzthal / Graz Hbf.	08:04	903	IC
Linz Hbf.	06:56	Kirchdorf an der Krems	07:46	3907	S-Bahn
Linz Hbf.	07:12	Liezen	08:43	1905	REX
Linz Hbf.	07:21	Kirchdorf an der Krems	08:11	3909	S-Bahn
Linz Hbf.	07:51	Selzthal / Graz Hbf.	09:04	905	IC
Linz Hbf.	07:56	Kirchdorf an der Krems	08:46	3911	S-Bahn
Linz Hbf.	08:12	Liezen	09:43	1907	REX
Linz Hbf.	08:21	Kirchdorf an der Krems	10:11	3913	S-Bahn
Linz Hbf.	08:51	Selzthal / Graz Hbf.	10:04	907	IC
Linz Hbf.	08:56	Kirchdorf an der Krems	09:46	3915	S-Bahn
Linz Hbf.	09:12	Liezen	10:43	1909	REX
Linz Hbf.	09:21	Kirchdorf an der Krems	10:11	3917	S-Bahn
Linz Hbf.	09:51	Selzthal / Graz Hbf.	11:04	909	IC
Linz Hbf.	09:56	Kirchdorf an der Krems	10:46	3919	S-Bahn
Linz Hbf.	10:12	Liezen	11:43	1911	REX
Linz Hbf.	10:21	Kirchdorf an der Krems	11:11	3921	S-Bahn
Linz Hbf.	10:51	Selzthal / Graz Hbf.	12:04	911	IC
Linz Hbf.	10:56	Kirchdorf an der Krems	11:46	3923	S-Bahn
Linz Hbf.	11:12	Liezen	12:43	1913	REX
Linz Hbf.	11:21	Kirchdorf an der Krems	12:11	3925	S-Bahn
Linz Hbf.	11:51	Selzthal / Graz Hbf.	13:04	913	IC
Linz Hbf.	11:56	Kirchdorf an der Krems	12:46	3927	S-Bahn
Linz Hbf.	12:12	Liezen	13:43	1915	REX
Linz Hbf.	12:21	Kirchdorf an der Krems	13:11	3929	S-Bahn

Linz Hbf.	12:51	Selzthal / Graz Hbf.	14:04	915	IC
Linz Hbf.	12:56	Kirchdorf an der Krems	13:46	3931	S-Bahn
Linz Hbf.	13:12	Liezen	14:43	1917	REX
Linz Hbf.	13:21	Kirchdorf an der Krems	14:11	3933	S-Bahn
Linz Hbf.	13:51	Selzthal / Graz Hbf.	15:04	917	IC
Linz Hbf.	13:56	Kirchdorf an der Krems	14:46	3935	S-Bahn
Linz Hbf.	14:12	Liezen	15:43	1919	REX
Linz Hbf.	14:21	Kirchdorf an der Krems	15:11	3937	S-Bahn
Linz Hbf.	14:51	Selzthal / Graz Hbf.	16:04	919	IC
Linz Hbf.	14:56	Kirchdorf an der Krems	15:46	3939	S-Bahn
Linz Hbf.	15:12	Liezen	16:43	1921	REX
Linz Hbf.	15:21	Kirchdorf an der Krems	16:11	3941	S-Bahn
Linz Hbf.	15:51	Selzthal / Graz Hbf.	17:04	921	IC
Linz Hbf.	15:56	Kirchdorf an der Krems	16:46	3943	S-Bahn
Linz Hbf.	16:12	Liezen	17:43	1923	REX
Linz Hbf.	16:21	Kirchdorf an der Krems	17:11	3945	S-Bahn
Linz Hbf.	16:51	Selzthal / Graz Hbf.	18:04	923	IC
Linz Hbf.	16:56	Kirchdorf an der Krems	17:46	3947	S-Bahn
Linz Hbf.	17:12	Liezen	18:43	1925	REX
Linz Hbf.	17:21	Kirchdorf an der Krems	18:11	3949	S-Bahn
Linz Hbf.	17:51	Selzthal / Graz Hbf.	19:04	925	IC
Linz Hbf.	17:56	Kirchdorf an der Krems	18:46	3951	S-Bahn
Linz Hbf.	18:12	Liezen	19:43	1927	REX
Linz Hbf.	18:21	Kirchdorf an der Krems	19:11	3953	S-Bahn
Linz Hbf.	18:51	Selzthal / Graz Hbf.	20:04	927	IC
Linz Hbf.	18:56	Kirchdorf an der Krems	19:46	3955	S-Bahn
Linz Hbf.	19:12	Liezen	20:43	1929	REX
Linz Hbf.	19:21	Kirchdorf an der Krems	20:11	3957	S-Bahn
Linz Hbf.	19:51	Selzthal / Graz Hbf.	21:04	929	IC
Linz Hbf.	19:56	Kirchdorf an der Krems	20:46	3959	S-Bahn
Linz Hbf.	20:12	Liezen	21:43	1931	REX
Linz Hbf.	20:21	Kirchdorf an der Krems	21:11	3961	S-Bahn
Linz Hbf.	20:51	Selzthal / Graz Hbf.	22:04	931	IC
Linz Hbf.	20:56	Kirchdorf an der Krems	21:46	3963	S-Bahn

Linz Hbf.	21:12	Liezen	22:43	1933	REX
Linz Hbf.	21:21	Kirchdorf an der Krems	22:11	3965	S-Bahn
Linz Hbf.	21:56	Kirchdorf an der Krems	22:46	3967	S-Bahn

Tabelle 13: Zielfahrplan von Linz Hbf. in Richtung Kirchdorf an der Krems⁹⁰

Folgende Tabelle zeigt den Zielfahrplan Richtung Linz. Die Abfahrtszeiten in der Tabelle entsprechen den Durchfahrtszeiten in Kirchdorf an der Krems.

Von	Uhrzeit Kirchdorf an der Krems	Nach	Uhrzeit	Zugnummer	Type
Kirchdorf an der Krems	04:23	Linz Hbf.	05:13	3902	S-Bahn
Liezen	04:44	Linz Hbf.	05:19	1902	REX
Kirchdorf an der Krems	04:47	Linz Hbf.	05:37	3904	S-Bahn
Kirchdorf an der Krems	05:23	Linz Hbf.	06:13	3906	S-Bahn
Liezen	05:44	Linz Hbf.	06:19	1904	REX
Kirchdorf an der Krems	05:47	Linz Hbf.	06:37	3908	S-Bahn
Nettingsdorf	06:38	Linz Hbf.	06:55	4902	S-Bahn
Kirchdorf an der Krems	06:23	Linz Hbf.	07:13	3910	S-Bahn
Liezen	06:44	Linz Hbf.	07:19	1906	REX
Kirchdorf an der Krems	06:47	Linz Hbf.	07:37	3912	S-Bahn
Neuhofen/Krems	07:30	Linz Hbf.	07:55	4904	S-Bahn
Kirchdorf an der Krems	07:23	Linz Hbf.	08:13	3914	S-Bahn
Liezen	07:44	Linz Hbf.	08:19	1908	REX
Kirchdorf an der Krems	07:47	Linz Hbf.	08:37	3916	S-Bahn
Graz	08:10	Linz Hbf.	08:40	902	IC
Kirchdorf an der Krems	08:23	Linz Hbf.	09:13	3918	S-Bahn
Liezen	08:44	Linz Hbf.	09:19	1910	REX
Kirchdorf an der Krems	08:47	Linz Hbf.	09:37	3920	S-Bahn
Graz	09:10	Linz Hbf.	09:40	904	IC

⁹⁰ Tabelle, erstellt von Christian Forstner (05.07.2019)

Kirchdorf an der Krems	09:23	Linz Hbf.	10:13	3922	S-Bahn
Liezen	09:44	Linz Hbf.	10:19	1912	REX
Kirchdorf an der Krems	09:47	Linz Hbf.	10:37	3924	S-Bahn
Graz	10:10	Linz Hbf.	10:40	906	IC
Kirchdorf an der Krems	10:23	Linz Hbf.	11:13	3926	S-Bahn
Liezen	10:44	Linz Hbf.	11:19	1914	REX
Kirchdorf an der Krems	10:47	Linz Hbf.	11:37	3928	S-Bahn
Graz	11:10	Linz Hbf.	11:40	908	IC
Kirchdorf an der Krems	11:23	Linz Hbf.	12:13	3930	S-Bahn
Liezen	11:44	Linz Hbf.	12:19	1916	REX
Kirchdorf an der Krems	11:47	Linz Hbf.	12:37	3932	S-Bahn
Graz	12:10	Linz Hbf.	12:40	910	IC
Kirchdorf an der Krems	12:23	Linz Hbf.	13:13	3934	S-Bahn
Liezen	12:44	Linz Hbf.	13:19	1918	REX
Kirchdorf an der Krems	12:47	Linz Hbf.	13:37	3936	S-Bahn
Graz	13:10	Linz Hbf.	13:40	912	IC
Kirchdorf an der Krems	13:23	Linz Hbf.	14:13	3938	S-Bahn
Liezen	13:44	Linz Hbf.	14:19	1920	REX
Kirchdorf an der Krems	13:47	Linz Hbf.	14:37	3940	S-Bahn
Graz	14:10	Linz Hbf.	14:40	914	IC
Kirchdorf an der Krems	14:23	Linz Hbf.	15:13	3942	S-Bahn
Liezen	14:44	Linz Hbf.	15:19	1922	REX
Kirchdorf an der Krems	14:47	Linz Hbf.	15:37	3944	S-Bahn
Graz	15:10	Linz Hbf.	15:40	916	IC
Kirchdorf an der Krems	15:23	Linz Hbf.	16:13	3946	S-Bahn
Liezen	15:44	Linz Hbf.	16:19	1924	REX

Kirchdorf an der Krems	15:47	Linz Hbf.	16:37	3948	S-Bahn
Graz	16:10	Linz Hbf.	16:40	918	IC
Kirchdorf an der Krems	16:23	Linz Hbf.	17:13	3950	S-Bahn
Liezen	16:44	Linz Hbf.	17:19	1926	REX
Kirchdorf an der Krems	16:47	Linz Hbf.	17:37	3952	S-Bahn
Graz	17:10	Linz Hbf.	17:40	920	IC
Kirchdorf an der Krems	17:23	Linz Hbf.	18:13	3954	S-Bahn
Liezen	17:44	Linz Hbf.	18:19	1928	REX
Kirchdorf an der Krems	17:47	Linz Hbf.	18:37	3956	S-Bahn
Graz	18:10	Linz Hbf.	18:40	922	IC
Kirchdorf an der Krems	18:23	Linz Hbf.	19:13	3958	S-Bahn
Liezen	18:44	Linz Hbf.	19:19	1930	REX
Kirchdorf an der Krems	18:47	Linz Hbf.	19:37	3960	S-Bahn
Graz	19:10	Linz Hbf.	19:40	924	IC
Kirchdorf an der Krems	19:23	Linz Hbf.	20:13	3962	S-Bahn
Liezen	19:44	Linz Hbf.	20:19	1932	REX
Kirchdorf an der Krems	19:47	Linz Hbf.	20:37	3964	S-Bahn
Graz	20:10	Linz Hbf.	20:40	926	IC
Kirchdorf an der Krems	20:23	Linz Hbf.	21:13	3966	S-Bahn
Liezen	20:44	Linz Hbf.	21:19	1934	REX
Kirchdorf an der Krems	20:47	Linz Hbf.	21:37	3968	S-Bahn
Graz	21:10	Linz Hbf.	21:40	928	IC
Kirchdorf an der Krems	21:23	Linz Hbf.	22:13	3970	S-Bahn
Liezen	21:44	Linz Hbf.	22:20	1936	REX
Kirchdorf an der Krems	21:47	Linz Hbf.	22:37	3972	S-Bahn
Graz	22:10	Linz Hbf.	22:40	930	IC

Kirchdorf an der Krems	22:23	Linz Hbf.	23:13	3974	S-Bahn
------------------------	-------	-----------	-------	------	--------

Tabelle 14: Zielfahrplan von Kirchdorf an der Krems in Richtung Linz Hbf. ⁹¹

⁹¹ Tabelle erstellt von Christian Forstner (05.07.2019)