



Ermittlung der Kapazität der Bestandsstrecke im Bayerischen Inntal in drei Varianten abhängig von Signaltechnik und Ausbau Bahnknoten Rosenheim

München, den 29.4.2019

Auftraggeber:
Brennerdialog Rosenheimer Land e.V.
Kuglmoosstr. 3a
83071 Stephanskirchen



Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangssituation und Aufgabenstellung	3
2.	Zur Methodik der Ermittlung von Kapazitäten	5
3.	Die drei betrachteten Fahrplan-Szenarien	8
3.1	Ist-Zustand	8
3.2	Verbesserte Signaltechnik	10
3.3	Verbesserte Signaltechnik plus Anhebung der Streckengeschwindigkeit	12
4.	Ergebnisse	14
4.1	Herleitung	14
4.2	Zusammenfassung der Ergebnisse	15
4.3	Interpretation der Ergebnisse	16
4.4	Empfehlung für kurzfristige Maßnahmen	17
5.	Bahnknoten Rosenheim	18
5.1	Bahnknoten Rosenheim in seiner heutigen Form	18
5.2	Möglicher Ausbau des Bahnknotens Rosenheim	19
5.3	Konsequenzen für die Kapazität der Bahnstrecken	23
6.	Kurzfassung	24
	Quellennachweise	28

Separate Abbildungen

- Abb. 1: Bildfahrplan Ist-Zustand von Kufstein nach Rosenheim mit graphisch dargestellten Blockstellen
- Abb. 2: Bildfahrplan Ist-Zustand
- Abb. 3: Bildfahrplan Optimale Signaltechnik
- Abb. 4: Bildfahrplan Optimale Signaltechnik plus Geschwindigkeitserhöhung
- Abb. 5: Fahrschaudiagramm Ist-Zustand und mögliche Geschwindigkeitsanhebung

In den Textbericht integrierte Abbildungen

- Abb. 6: Schematische Darstellung Bahnknoten Rosenheim heute
- Abb. 7: Schematische Darstellung kreuzungsfreier Ausbau Bahnknoten Rosenheim



1. Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Im aktuellen Entwurf des Bundesverkehrswegeplans soll als Zulauf für den künftigen Brenner-Basistunnel von München-Trudering bis Grafing die Signaltechnik verbessert und von Grafing nach Kiefersfelden eine neue Bahnstrecke gebaut werden. Die Diskussion um den Bahnausbau für den Brenner-Nordzulauf hat in den letzten Monaten an Fahrt gewonnen. Erst kürzlich hat die VIAREGG-RÖSSLER GmbH mit einer "Stellungnahme zu den "Anmerkungen zur 'kritischen Stellungnahme'..." die Frage der Korrektheit der "amtlichen" Verkehrsprognosen bzw. Szenarien wieder aufgeworfen.¹ So ist es durchaus möglich, dass die seit 2008 zu beobachtende Stagnation des Verkehrsaufkommens im Güterverkehr nicht vorübergehend, sondern dauerhaft ist. In der offiziellen "Trimode-Studie" der Bundesregierung wird bis zum Jahr 2050 im verkehrsärmsten Szenario 1 ein kontinuierliches Wachstum des Schienengüterverkehrs unterstellt, und selbst für das Jahr 2050 wird mit 258 eine Gesamtzahl an Zügen werktags unterstellt, die laut Aussage von DB Netze gut mit der bestehenden Infrastruktur zu bewältigen ist, wobei in diesem Fall allerdings keine Kapazitätsreserven mehr bestehen würden. Denn die Kapazitätsgrenze wird in der o. g. Stellungnahme mit 240 bis 258 Zügen pro Werktag angegeben². Heute wird die Bahnstrecke nur von 180 bis maximal 200 Zügen pro Tag genutzt.

Praktisch zeitgleich mit der neuen VR-Stellungnahme haben die DB Netze nun die Prämisse einer unbedingten durchgehenden Viergleisigkeit der künftigen Infrastruktur im Inntal selbst in Frage gestellt. Es soll nun neben der zweigleisigen Neubaustrecke ein Ausbau der bestehenden Strecke in verschiedenen Varianten wie auch ein geringfügiger Ausbau unter Beibehaltung der Zweigleisigkeit näher untersucht werden. Momentan ist noch nicht klar, inwieweit diese berechtigten und sinnvollen Varianten wirklich in der erforderlichen Tiefe und Ernsthaftigkeit betrachtet werden. Es ist denkbar, dass die Untersuchungen nicht vollständig objektiv durchgeführt werden und ein gewünschtes Ergebnis vorher schon politisch festgelegt wurde. Aufgrund des tatsächlichen eher geringen Verkehrsaufkommens und der Tatsache, dass bei einer zweigleisigen Neubaustrecke möglicherweise ein nennenswerter Teil der Güterzüge auf der alten, ohne Lärmschutz ertüchtigten Strecke verkehren könnten, um den schnellen Personenzügen auf der neuen geradlinig trassierten Strecke Platz zu machen, sind diese Überlegungen der stärkeren Einbeziehung der Bestandsstrecke sehr sinnvoll und voll und ganz berechtigt.

Die DB AG hat am 18.6.2018 gemeinsam mit den ÖBB erste konkretere Planungsüberlegungen für eine künftige neu zu bauende Brenner-Zulaufstrecke veröffentlicht.



Für die weiteren Überlegungen des sinnvollen bzw. erforderlichen Infrastrukturausbaus ist es von entscheidender Bedeutung, wie groß die Kapazität der bestehenden Infrastruktur tatsächlich ist. Die von DB Netze genannten 240 bis 260 Züge könnten von der allgemeinen Eisenbahner-Faustregel abgeleitet sein, dass eine zweigleisige Bahnstrecke mit durchschnittlichem Ausbaustandard (Signaltechnik) in etwa 240 Züge pro Tag mit guter Betriebsqualität verkraftet. Es wäre jedoch auch denkbar, dass diesen Zahlen konkrete Simulationen zugrundeliegen. Denn zwei Aspekte schränken die Kapazität der Inntalstrecke ein: Zum einen die relativ langen Blockabstände und zum anderen die zahlreichen Fahrstraßenkreuzungen im Bahnknoten Rosenheim, wo sich die Züge der verschiedenen verzweigenden und einmündenden Strecken gegenseitig behindern.

Die Grundüberlegung ist somit eine Betrachtung der nur zweigleisigen Strecke in unterschiedlichen Varianten mit unterschiedlichen Randbedingungen, mit unterschiedlichen technischen Ausrüstungen und Auslegungen, jedoch ohne zusätzliche Gleise und ohne eine veränderte Trassierung. Für jede Variante wird die Kapazität der Strecke ermittelt.

(1) Ist-Zustand

Es wird der Ist-Zustand zwischen Rosenheim und Kufstein betrachtet. Hierbei wird nicht nur der heutige Zustand der Signaltechnik als gegeben angesehen, sondern es werden auch die Fahrplanlagen der heutigen Personenzüge unverändert übernommen. Die Fragestellung ist dann, wieviele Güterzugfahrplanlagen zwischen den unveränderten Lagen der Personenzüge noch verfügbar sind.

(2) Verbesserte Signaltechnik

Dieselbe Betrachtung wird wiederholt mit der Annahme einer optimalen Signaltechnik, die dann eine kürzere Zugfolgezeit ermöglicht, wie das heute schon auf vielen vergleichbaren Strecken zum Teil seit Jahrzehnten der Fall ist.

(3) Verbesserte Signaltechnik plus Anhebung der Streckengeschwindigkeit

Die Kurvenradien lassen zum Teil größere Geschwindigkeiten zu als die aktuell zugelassene Geschwindigkeit. Im Rahmen einer neuen Signaltechnik wird man deshalb die Geschwindigkeiten geringfügig anheben, ohne dass an der Trasse an sich Änderungen vorgenommen werden. Dies kann eine Auswirkung auf die Kapazitäten haben, wobei allgemein eine Geschwindigkeitsanhebung eher zu einer niedrigeren Kapazität führt, dies aber nicht grundsätzlich der Fall sein muss.



(4) Beseitigung der Fahrstraßenkreuzungen im Knoten Rosenheim

Ein von Salzburg nach Kufstein fahrender Zug muss sowohl das Gleis von Rosenheim nach Salzburg als auch das von Kufstein nach Rosenheim ebenerdig kreuzen (sog. Fahrstraßenkreuzung). Dadurch entfallen entsprechende Fahrtmöglichkeiten. Für die oben genannten drei Varianten wird deshalb jeweils ausgeführt, welche Fahrplananlagen wegen der Fahrstraßenkreuzungen nicht realisierbar sind.

Weitere Fahrstraßenkreuzungen im Bahnknoten Rosenheim werden bei der Kapazitätsermittlung nicht weiter betrachtet. In der Anlage wird auf die Problematik noch näher eingegangen und die Frage gestellt, inwieweit die unterstellte hohe Anzahl von Zügen auf der Inntalstrecke im Bahnknoten Rosenheim und weiter nach München und Mühldorf ihre Fortsetzung finden können. Es wird ein möglicher Ausbau des Bahnknotens Rosenheim zur Beseitigung der Engpässe (ohne zusätzliche Gleise auf der freien Strecke) skizziert.

2. Zur Methodik der Ermittlung von Kapazitäten

Zur Ermittlung der Kapazität wird ein repräsentatives 2-h-Intervall eines Werktages näher betrachtet. Da sich der Fahrplan im Prinzip nach zwei Stunden wiederholt, ist diese Vereinfachung sinnvoll und sehr zielführend.

Der Zugverkehr auf der zu untersuchenden Strecke Rosenheim - Kufstein wurde mit Hilfe eines Computerprogramms für einen Zeitraum von kurz vor 10 h bis kurz nach 12 h vormittags für beide Richtungen simuliert. Hierbei wurden alle fahrplanmäßigen Fahrten von Personenzügen der Bahnstrecke incl. aller Beschleunigungs- und Bremsvorgänge und aller fahrplanmäßigen Haltezeiten auf Unterwegsbahnhöfen berücksichtigt.

Das verwendete Computerprogramm läßt in der Simulation der Zugfahrten die zweistündige Zeitspanne für jede simulierte Strecke in Zehntelsekunden-Schritten ablaufen und protokolliert hierbei Ort und Geschwindigkeit eines jeden Zuges. Jede so simulierte Fahrt wird graphisch als Weg-Zeit-Diagramm dargestellt. Die Weg-Zeit-Diagramme aller simulierten Zugfahrten auf einer bestimmten Strecke zusammen werden in einer gemeinsamen Graphik ausgewiesen, welche als "Bildfahrplan" bezeichnet wird, die in den separaten Abbildungen abgedruckt sind.



Das verwendete Computerprogramm berücksichtigt alle physikalisch relevanten Einflußgrößen der Fahrgeschwindigkeit, insbesondere die Längsneigung (Steigung bzw. Gefälle), die je nach Witterungsverhältnissen stark schwankende Haftreibung zwischen Rad und Schiene und auch den Luftwiderstand des Zuges, der sowohl von aerodynamischen Parametern des Fahrzeugs selbst als auch vom äußeren Luftdruck abhängt.

Die computergestützten Fahrsimulationen bauen zum einen auf streckenseitige Inputdaten auf, insbesondere Kilometrierung, Geschwindigkeitsbeschränkungen, Kurvenradien, Gradienten und Lage der Zwischenhalte, und zum anderen auf fahrzeugseitigen Inputdaten, beispielsweise Leistung, Masse, Länge, Höchstgeschwindigkeit und Fahrwiderstand der Züge.

Die streckenseitigen Inputdaten für die Simulationen der Zugfahrten per Computer wurden im vorliegenden Fall in erster Linie durch Auswertung topographischer Karten sowie Youtube-Videos von Führerstandsmittfahrten erstellt. In den Videos ist die gesamte Signalisierung der Strecke aus Sicht des Zugführers gut erkennbar.³

Hinsichtlich der technischen Inputdaten für die Züge kann die VIAREGG-RÖSSLER GmbH auf umfangreiches Datenmaterial zurückgreifen, das aus Unterlagen der DB AG, aus Fachbüchern und Fachzeitschriften ermittelt wurde und bereits in Form von Computerdateien vorliegt. Der Stadler "Flirt 3" (Meridian) war der einzige Zug, der anhand der veröffentlichten technischen Daten⁴ im Computer noch ergänzt werden musste.

Alle Fahrzeiten, die per Computerprogramm errechnet werden, enthalten einen pauschalen Fahrzeit-Zuschlag von 10%, der zu den technisch möglichen Fahrzeiten addiert wird. Die DB AG spricht hier vom "Regelzuschlag". Dieser Zuschlag ermöglicht einen relativ entspannten, verspätungsarmen Betriebsablauf und ist in jedem Fahrplan der DB AG enthalten. Ein derartiger Fahrzeit-Zuschlag ist bei allen öffentlichen Verkehrsmitteln üblich, die nach einem festen Fahrplan verkehren, also nicht nur bei Zügen und Linienbussen, sondern auch bei Linienflugzeugen. Mit diesem Zuschlag wird eine Fahrzeit-Reserve geschaffen, die es im Fall von geringen Verzögerungen und Störungen im Betriebsablauf immer noch ermöglicht, die in den Fahrplanta-bellen ausgedruckten Ankunfts- und Abfahrtszeiten einzuhalten. Für die Reisenden wird das Verkehrsmittel, das sie benutzen wollen, auf diese Weise verlässlicher.

Der aktuelle Personenverkehrs-Fahrplan konnte mit dem gewählten Zuschlag von 10% exakt nachgebildet werden. Die Höhe dieses Zuschlags wurde durch das Reproduzieren des heutigen Fahrplans ermittelt: Da die Abfahrtszeit bekannt ist und der Computer aus den Daten des Zuges und der Strecke eine Ankunftszeit ermitteln kann, wird der Zuschlag in einem iterativen



Rechenverfahren so lange verändert, bis nicht nur die Abfahrtszeit, sondern auch die Ankunftszeit mit der im Fahrplan ausgewiesenen Ankunftszeit übereinstimmt.

Der genannte Zuschlag bezieht sich nur auf die Zeit, welche der fahrenden Zug für einen bestimmten Streckenabschnitt benötigt (Fahrzeit), aber nicht auf die Haltezeiten auf Unterwegsbahnhöfen.

Es wurde der Streckenabschnitt von Rosenheim nach Kufstein betrachtet und simuliert.

Etwas schwieriger war die Ermittlung der genauen Fahrplanlagen des inner-österreichischen Railjets, da dieser in Deutschland nicht hält und deshalb die relevanten Zeiten nicht im öffentlich verfügbaren Fahrplan nachgeschlagen werden können. Es gibt im Zweistundentakt sich stündlich abwechselnde Linien "RJ" und "RJX". Der in Wörgl und Kufstein haltende RJX konnte anhand der im aktuellen Fahrplan ausgewiesenen Abfahrts- bzw. Ankunftszeit in Wörgl genau reproduziert werden. Hierbei musste darauf geachtet werden, dass momentan ein Baufahrplan gilt und erst im Juni 2019 wieder der repräsentative Normalzustand bestehen wird. Für die Ermittlung der Fahrplanlage des RJ war die Situation etwas schwieriger, da dieser nicht in Kufstein hält und die Durchfahrt nicht in den Fahrplänen ausgewiesen ist. Der RJ hält in Jenbach und verläßt somit die neue Unterinntaltrasse von Innsbruck nach Wörgl schon früher. Hier konnte durch Rückschlüsse anhand von anderen Zugfahrten mit denselben Zwischenhalten die genaue Fahrplanlage ermittelt werden.



3. Die drei betrachteten Fahrplan-Szenarien

Wie im Einleitungskapitel schon erläutert, werden drei Varianten des technischen Zustandes der Strecke betrachtet:

- (1) Ist-Zustand
- (2) Verbesserte Signaltechnik
- (3) Verbesserte Signaltechnik plus Anhebung der Streckengeschwindigkeit.

Die Herangehensweise ist hierbei immer dieselbe: In einem ersten Schritt werden in Anlehnung an den heutigen Fahrplan die Lagen der Personenverkehrstrassen festgelegt. In einem zweiten Schritt werden die Lücken zwischen den Personenzügen mit möglichst vielen Güterzügen "aufgefüllt". Wie man dann von der maximal möglichen Anzahl von Güterzügen pro Stunde zur werktäglichen Tageskapazität bei guter und mäßiger Betriebsqualität kommt, wird im Ergebnis-Kapitel 4 noch ausführlich dargestellt. In diesem Hauptkapitel geht es nur um die Ermittlung der Anzahl maximal möglicher Güterzugfahrten in einem repräsentativen 2-Stunden-Intervall.

Der vierte Aspekt der Beibehaltung oder Beseitigung der Fahrstraßenkreuzungen bei der Rosenheimer Kurve wird für jedes der drei Szenarien jeweils betrachtet. Es geht hierbei um folgende Problematik: Ein von Salzburg nach Kufstein fahrender Zug muss sowohl das Gleis von Rosenheim nach Salzburg als auch das von Kufstein nach Rosenheim ebenerdig kreuzen. Dadurch entfallen entsprechende Fahrtmöglichkeiten, weil diese Züge das "fremde" Gleis kurzzeitig belegen. Der Entfall von Fahrtmöglichkeiten betrifft ganze Fahrplanlagen. Es können dann entsprechend weniger Güterzüge von Kufstein nach Rosenheim verkehren. Die Gegenrichtung ist davon nicht betroffen, deshalb ist in der Fahrtrichtung von Kufstein nach Rosenheim die Kapazität der Strecke in der Tendenz geringer als in der Richtung von Rosenheim nach Kufstein.

3.1 Ist-Zustand

Die Simulation des Ist-Zustandes ist der aufwendigste Teil der Simulation, da die beschränkte Signaltechnik genau abgebildet werden muss.

Der Eisenbahnverkehr wird über sogenannte Blockstellen, als auch Streckenblock bezeichnet, gesteuert. Vor jeder dieser Blockstellen steht ein sog. Hauptsignal, dessen Signalbild entweder Rot oder Grün zeigt, ähnlich einer Verkehrsampel. Da ein Eisenbahnzug im Unterschied zu Straßenfahrzeugen nach dem Sichtkontakt zum Hauptsignal nicht rechtzeitig zum Stehen



kommt, wird der Zustand des Hauptsignals in der Regel rund 1 km zuvor durch ein sog. "Vorsignal" angezeigt, so dass der Fahrzeugführer ggfs. rechtzeitig den Bremsvorgang einleiten kann.

Entscheidend für den möglichen Zugfolgeabstand bzw. die Zugfolgezeit ist nun die Länge dieser Blockstellen. Je kürzer sie sind, desto mehr Züge können auf einer Strecke verkehren. Dabei bestimmt die Blockstelle, deren Durchfahrt am längsten dauert, die minimale Zugfolgezeit. Diese Zeitdauer ist nicht nur von der Länge der Blockstelle abhängig, sondern auch von der Geschwindigkeit, mit der die Züge die Blockstelle passieren. So beschränkt etwa die längste Blockstelle von Oberaudorf nach Norden mit 4,3 km Länge die Kapazität der Strecke in Süd-Nord-Richtung maßgeblich.

Eine Mindestzugfolgezeit von 4 Minuten hat sich als gerade noch fahrbar erwiesen, doch würde in diesem Fall an mehreren Stellen der Fahrzeugführer des nachfolgenden Zuges auf ein "Halt erwarten" zeigendes Vorsignal fahren und wenige 100 m davor würde das Vorsignal dann doch auf grün schalten. Eine solch enge Zugfolge sollte im Regelbetrieb vermieden werden. Deshalb wurde den Simulationen eine Mindestzugfolgezeit von 4,5 Minuten zugrundegelegt. Auf dieser einheitlichen Annahme beruht der weitere Fahrplan und die weitere Kapazitätsberechnung. In Abb. 1 sind die Zugfahrten in der Fahrtrichtung von Kufstein nach Rosenheim mit graphisch dargestellten Blockstellen dargestellt. Der nachfolgende Zug darf die gelben Rechtecke, die die Räume zwischen Vorsignal und Hauptsignal darstellen, nicht berühren und muss einen gewissen Sicherheitsabstand einhalten. Dieser Abstand stellt die Entfernung zwischen der Spitze des nachfolgenden Zuges und dem Vorsignal dar, wenn das Vorsignal von "Halt erwarten" auf "grün" schaltet. Würde der nachfolgende Zug durch das gelbe Rechteck laufen, so müsste der Zugführer des nachfolgenden Zuges schon eine Bremsung einleiten, obwohl bis zum Erreichen des Hauptsignal dieses dann doch noch auf Grün schalten würde. Die drei roten Pfeile in Abb. 1 zeigen exemplarisch die Länge der Sichtachsen von der Spitze des nachfolgenden Zuges bis zum Vorsignal, wenn es von rot auf grün schaltet.

Als Betriebsprogramm im Personenverkehr wurde das heutige Angebot abgebildet:

- ein stündlich verkehrender Regionalzug Stadler Flirt 3 (Meridian) mit einer Haltezeit von 60 Sekunden an allen Zwischenbahnhöfen und einer Anfahr- und Bremsverzögerung von $0,8 \text{ m/s}^2$, wie es in der technischen Beschreibung in Wikipedia für den 6-teiligen Zug beschrieben ist
- ein zweistündlich verkehrender lokbespannter EC von Rosenheim nach Kufstein mit Halt in Rosenheim und Kufstein
- stündlich verkehrende Railjet-Korridorzüge (abwechselnd RJ und RJX) mit leicht versetzten Fahrplanlagen.



Es wurde nicht von einer Wiederinbetriebnahme des früheren Haltes Pfraundorf ausgegangen. In der Tendenz würde ein zusätzlicher Haltepunkt im Nahverkehr die Kapazität der Strecke einschränken.

Vereinzelt gibt es noch zusätzliche Zugfahrten, so etwa im IC-Verkehr an bestimmten Feiertagen oder während der Wintermonate. Dies kann weitgehend vernachlässigt werden, da diese Fahrten nicht an den betrachteten Werktagen, sondern am Wochenende oder an Feiertagen stattfinden. Außerdem gibt es noch einen morgendlichen zusätzlichen Meridian, der in der Betrachtung der Tageszeit 10 bis 12 Uhr ebenfalls nicht weiter betrachtet wird. Wegen der pauschalen Hochrechnung auf den gesamten Tag sind derartige Ungenauigkeiten angemessen. Nachmittags fahren ohnehin keine zusätzlichen Regionalzüge.

Im Ergebnis werden die im Zwei-Stunden-Intervall zusätzlich zu den Personenzügen fahrbaren Güterzug-Fahrplanlagen gezählt. Der Bildfahrplan ist in Abb. 2 dargestellt.

Tab. 1: Anzahl Fahrplanlagen Güterzüge im 2-h-Intervall im Ist-Zustand

	Güterz.	gesamt
von Rosenheim nach Kufstein	15	20
von Kufstein nach Rosenheim		
- Rosenheimer Kurve nicht kreuzungsfrei	12	17
- Rosenheimer Kurve kreuzungsfrei	14	19

Bei der nicht vorhandenen Kreuzungsfreiheit der Rosenheimer Kurve entfallen zwei Fahrplanlagen von Kufstein nach Rosenheim.

3.2 Verbesserte Signaltechnik

Im folgenden Szenario wird eine optimale Signaltechnik unterstellt, die dann eine minimale Zugfolgezeit von exakt 3 Minuten bei guter Betriebsqualität ermöglicht. Dies kann auf zweierlei Weise geschehen: Entweder wird die Bahnstrecke mit dem Europäischen Signalsystem ETCS (European Train Control System) ohne ortsfeste Signale ausgestattet oder die Blockstellen werden auf den üblichen Minimalabstand von 1000 m verdichtet. In beiden Fällen kann dann die minimale Zugfolgezeit auf ca. 60 Sekunden plus die Zeitspanne des Durchfahrens der eigenen Zuglänge verkürzt werden (ca. 70 Sekunden bei Nahverkehrszügen und 90 Sekunden bei Güterzügen), so dass ein Fahrplan, der auf einer minimalen Zugfolgezeit von 3 Minuten beruht, gut beherrschbar ist und sogar etwas mehr Spielraum enthält als der Fahrplan des Ist-Zustandes mit 4,5 Minuten minimaler Zugfolgezeit.



In Expertenkreisen wird inzwischen das Signalsystem ETCS gegenüber einer dichten herkömmlichen Blockteilung nicht als zwangsläufig überlegen dargestellt. Doch würde sich das neue Signalsystem vor allem im grenzüberschreitenden Verkehr anbieten, zumal der Zeitpunkt der Notwendigkeit der Verbesserung der Signaltechnik ohnehin erst in der Zukunft liegen wird und bis dahin dieses neue Signalsystem eine größere Verbreitung gefunden hat. Für die weiteren Betrachtungen ist es ohne Belang, mit welchem Signalsystem die angenommenen 3 Minuten Mindestzugfolgezeit erreicht werden. Im Unterschied zum Ist-Zustand wird in diesem Szenario nicht mehr das konkrete Signalsystem simuliert, sondern die minimale Zugfolgezeit von 3 Minuten als maßgebend betrachtet.

Bei einer minimalen Zugfolgezeit von nur noch 3 Minuten ergibt sich eine drastisch gesteigerte Streckenkapazität gegenüber der bislang angenommenen 4,5 Minuten Zugfolgezeit. Es wird deshalb eine fiktive deutliche Ausweitung des Personenverkehrs unterstellt, da eine alleinige Ausweitung des Güterverkehrs in dieser Dimension gar keinen Sinn machen würde:

- Halbstundentakt der Meridian-Züge statt Stundentakt (100% mehr)
- Stundentakt statt Zweitstundentakt der EC-Züge von München nach Innsbruck (100% mehr)
- ein zusätzlicher österreichischer Korridorzug im 2-Stunden-Takt und somit einer 50% Angebotsausweitung.

Die Anzahl der Personenzüge pro Stunde und Richtung erhöht sich so von 2,5 auf 4,5 und im 2-Stunden-Intervall von 5 auf 9.

Der Bildfahrplan bei 3 Minuten minimaler Zugfolgezeit ist in Abb. 3 dargestellt. Die Ergebnisse sind wie folgt:

Tab. 2: Anzahl Fahrplanlagen Güterzüge im 2-h-Intervall bei verbesserter Signaltechnik

	Güterz.	gesamt
von Rosenheim nach Kufstein	15	24
von Kufstein nach Rosenheim		
- Rosenheimer Kurve nicht kreuzungsfrei	18	27
- Rosenheimer Kurve kreuzungsfrei	19	28

Bei dieser Darstellung wird somit ein großer Teil des Kapazitätsgewinns durch zusätzliche Personenzüge genutzt. Wenn die Rosenheimer Kurve nicht kreuzungsfrei ausgebaut wird, entfällt nur eine Fahrplanlage von Kufstein nach Rosenheim.



Dass es zwischen den Richtungen deutliche Abweichungen gibt - so ist der Kapazitätsgewinn durch die verbesserte Signaltechnik von Süd nach Nord viel höher als von Nord nach Süd, ergibt sich aus den konkreten Fahrplananlagen der Personenzüge. Es wären auch Fahrpläne bei Veränderung der Fahrplananlagen der Personenzüge denkbar, die dann leistungsfähiger wären. Dass bei diesem Fahrplan trotz der vielen Züge sich die Fahrstraßenkreuzung der Rosenheimer Kurve nur gering auswirkt, ist reiner Zufall - die Züge müssen meist dann das Gegengleis ebenerdig kreuzen, wenn eh kein Zug entgegenkommt. Würden die Fahrplananlagen der Personenzüge neu konzipiert, dann könnten die Fahrstraßenkreuzungen wieder eine größere Rolle spielen.

3.3 Verbesserte Signaltechnik plus Anhebung der Streckengeschwindigkeit

In einem dritten Szenario wird ausgehend von der vorherigen Variante mit verbessertem Signalsystem noch die Streckengeschwindigkeit angehoben, ohne dass jedoch die Streckenführung mit Neutrassierungen oder Begradigungen verändert wird. Eine solche Optimierung von Gleislagen, Weichen usw. ist im Rahmen einer Überarbeitung der Strecke mit neuer Signaltechnik üblich. Die bestehenden Kurvenradien lassen nämlich mit wenigen Ausnahmen bei entsprechender Gleisüberhöhung (also der Schräglage der Gleise) höhere Geschwindigkeiten zu. So kann etwa die Ausfahrt aus dem Bahnhof Rosenheim von 120 auf 150 km/h angehoben werden, wobei die Einschleifung der Rosenheimer Kurve geringfügig nach Süden verlegt werden muss, denn in der stark überhöhten Kurve dürften dann keine Weichen mehr liegen. Die freie Strecke ist aktuell nur für 140 km/h zugelassen. Hier wären auch 160 km/h möglich und sinnvoll. In Oberaudorf besteht ein Einbruch auf 110 km/h und in Kiefersfelden von 130 km/h, die jeweils keine weitere Erhöhung der Geschwindigkeit zulassen, an allen anderen Stellen ist eine Anhebung der Geschwindigkeit möglich. Abb. 4 zeigt den Bildfahrplan bei einer Streckengeschwindigkeit von 160 km/h. Der alte und der neue Geschwindigkeitsverlauf ist in Abb. 5 dargestellt.

Mit der Anhebung der Streckengeschwindigkeit können die EC/Railjet-Züge um 2 Minuten zwischen Rosenheim und Kufstein beschleunigt werden.

Zusätzlich zur Anhebung der Streckengeschwindigkeit wurde die Haltezeit für die Meridian-Züge von 60 Sekunden auf einheitlich 36 Sekunden reduziert. Dies erfordert durchgehend 76 cm hohe Bahnsteige für einen schnellen Fahrgastwechsel. Die Bahnsteige sind zum Teil von 50 auf 76 cm aufgestockt, es fehlt noch Flintsbach (beide Bahnsteige) sowie Raubling, Branenburg, Oberaudorf und Kiefersfelden, jeweils bei Gleis 1. Somit müssten noch sechs Bahnsteige erhöht werden, allesamt Seitenbahnsteige.



Tab. 3: Anzahl Fahrplanlagen Güterzüge im 2-h-Intervall bei verbesserter Signaltechnik plus Anhebung der Geschwindigkeit

	Güterz.	gesamt
von Rosenheim nach Kufstein	15	24
von Kufstein nach Rosenheim		
- Rosenheimer Kurve nicht kreuzungsfrei	19	28
- Rosenheimer Kurve kreuzungsfrei	21	30

Allgemein gilt die Regel: Je schneller die schnellsten Züge unterwegs sind, desto geringer ist die Kapazität. Deswegen überrascht das Ergebnis, dass durch eine Erhöhung der zulässigen Streckengeschwindigkeit die Kapazität erhöht wird. Die Erklärung liegt in den Meridian-Zügen: Wegen den Zwischenhalten sind diese Züge die langsamsten auf der Strecke, langsamer als die mit 120 km/h verkehrenden Güterzüge. Doch verfügt der Fahrzeugtyp Stadler Flirt 3 über eine Höchstgeschwindigkeit von 160 km/h. Somit werden durch die Geschwindigkeitsanhebung paradoxerweise gerade auch die langsamsten Züge beschleunigt, was durch die angenommene Verkürzung der Haltezeit auch noch unterstützt wird. Dadurch sinkt das Mischungsverhältnis der Geschwindigkeiten und die Leistungsfähigkeit der Strecke steigt etwas an.



4. Ergebnisse

4.1 Herleitung

In den vorangegangenen Kapiteln wurde die Anzahl von Zügen pro Richtung im Zwei-Stunden-Intervall ermittelt. Ein allgemeingültiges Verfahren zur Umrechnung von stündlich oder zweistündlich verkehrenden Zügen in Zügen pro Werktag gibt es nicht, es müssen deshalb plausible Annahmen getroffen werden.

Die erste derartige Entscheidung bezieht sich auf die Asymmetrie der zwei Richtungen. Es wird deshalb nur die schwächere Richtung gezählt. Die zweite Entscheidung bezieht sich auf die Unterscheidung zwischen Verkehr tagsüber und nachts. Üblicherweise rechnet man im Personenverkehr mit 18 Betriebsstunden und im Güterverkehr mit 24. Theoretisch wäre es nun denkbar, dass man die in der Nacht durch den Wegfall des Personenverkehrs freiwerdenden Fahrplanlagen durch zusätzliche Güterzüge auffüllt. Doch würden diese Güterzüge dann zu Tageszeiten andere Streckenabschnitte des europäischen Schienennetzes befahren, wo dann unter Umständen kein Platz wäre. Die einzig sinnvolle Herangehensweise ist es, einen gleichförmigen Güterverkehr über die 24 Stunden des Tages zu unterstellen. Das heißt, es wird angenommen, dass in der Nachtstunde nicht mehr und nicht weniger Güterzüge verkehren als tagsüber im Mischverkehr mit den Personenzügen. Dadurch entstehende Betriebspausen können dann beispielsweise für die Wartung der Strecke genutzt werden.

Um zur werktäglichen Gesamtzugzahl für beide Richtungen zu kommen, müssen somit die Zugzahlen der Zwei-Stunden-Intervalle im Personenverkehr mal 18 und im Güterverkehr mal 24 genommen werden.

Hierbei ergeben sich jedoch eher hohe Zugzahlen, die nicht praxistauglich sind. Es ist nämlich üblich, bei der vollen Nutzung einer Strecke quasi "Puffertrassen" bei der Fahrplangestaltung einzubauen. Würde dies nicht geschehen, so ergäbe sich bei einer Verspätung für den Fahrplan ein Domino-Effekt, nämlich dass ein verspäteter Zug eine Auswirkung auf viele nachfolgende Züge hat. Ein bewährtes Vorgehen ist es - sowohl bei der Fahrplangestaltung als auch bei Domino-Ketten - zur Sicherheit Elemente in einer regelmäßigen Reihenfolge wegzulassen. So kann beispielsweise jede 5. Fahrplantrasse weggelassen werden, das wäre eine Reduzierung der Leistungsfähigkeit um 20%. Das Weglassen jeder 4. Fahrplantrasse ergäbe dann eine Senkung der Leistungsfähigkeit um 25%. Bei hoch ausgelasteten TGV-Strecken, wo die Züge im 3-Minuten-Takt verkehren, werden von 20 prinzipiellen Fahrplantrassen pro Stunde und Richtung bewußt 3 freigelassen, so dass sich 17 Züge pro Stunde ergeben. Da es immer gewisse Kon-



flikte bei der Übergabe der Fahrplanlagen an die Anschlussstrecken gibt, ist die Nicht-Ausnutzung einiger Fahrplanlagen auch deshalb realistisch. Das Freihalten von 10% bis 25% der möglichen Fahrplantrassen ist angemessen, wobei bei 10% die Betriebsqualität noch als ausreichend und bei 25% als zufriedenstellend bis gut bezeichnet werden kann.

Tab. 4: Ergebnisse in Zügen pro Werktag, ohne Kreuzungsfreiheit Rosenheimer Kurve

	G-Züge eine Ri. 2-h-Intervall	P- züge	pro Werktag	
			-25%	-10%
(1) Ist-Zustand	12	5	284	340
(2) Verbesserte Signalt.	15	9	392	470
(3) (2) plus 160 km/h	15	9	392	470

Tab. 5: Ergebnisse in Zügen pro Werktag, mit Kreuzungsfreiheit Rosenheimer Kurve

	G-Züge eine Ri. 2-h-Intervall	P- züge	pro Werktag	
			-25%	-10%
(1) Ist-Zustand	14	5	320	383
(2) Verbesserte Signalt.	15	9	392	470
(3) (2) plus 160 km/h	15	9	392	470

4.2 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Kapazität der bestehenden Bahnstrecke ist höher, als man auf den ersten Blick vermuten könnte. Trotz der im Vergleich zu anderen deutschen Hauptstrecken auffallend schlechten Signaltechnik ist die Kapazität der Strecke relativ hoch, sie liegt trotz eines angenommenen großzügigen Abschlags von 25% gegenüber der theoretisch möglichen Anzahl von Fahrplantrassen bei rund 280 Zügen und somit um 40 Züge höher als von DB AG und ÖBB Infra angegeben. Dies liegt vor allem daran, dass die Differenz zwischen den langsamsten und schnellsten Zügen auf dieser Strecke relativ gering ist: Der Meridian wird mit sehr spurtstarken Fahrzeugen betrieben, die nur etwas langsamer sind als die ohne Halt fahrenden 120 km/h schnellen Güterzüge. Die niedrige Streckenhöchstgeschwindigkeit von 140 km/h verhindert die sonst übliche kapazitätssenkende Schere zwischen den Geschwindigkeiten von langsamen Güterzügen und schnellen IC-Zügen.



Nicht dargestellt wurden Varianten mit nur 100 km/h schnellen Güterzügen. Da weiterhin der Meridian der langsamste Zug ist, haben grobe Abschätzungen ergeben, dass sich die Kapazität der Strecke nicht grundlegend ändert. Bei einem Mischbetrieb von 100 km/h und 120 km/h schnellen Güterzügen sollten diese aber dann sortiert mit festen Fahrplanlagen für bestimmte Geschwindigkeiten verkehren.

Mit einer verbesserten Signaltechnik steigt die Leistungsfähigkeit der Strecke nochmals spürbar an, und zwar von rund 280 auf knapp 400 Züge pro Tag bei einer guten bis zufriedenstellenden und auf 470 Züge bei einer nur noch ausreichenden Betriebsqualität. Hierbei wurden sowohl zusätzliche Güterzüge als auch zusätzliche Personenzüge unterstellt, insbesondere ein Halbstundentakt der Meridian-Nahverkehrszüge.

4.3 Interpretation der Ergebnisse

Die hohen möglichen Zugzahlen auf der bestehenden Strecke ändern die Betrachtungsweise des Streckenausbaus zwischen Kufstein und Rosenheim deutlich: Letztlich sollte deshalb das Kernthema nicht mehr die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Strecke sein, denn die zweigleisige Strecke dürfte auch bei einem optimistischen Szenario der Entwicklung der Zugzahlen auf Jahrzehnte hin ausreichende Kapazitäten bieten. Da nur wenige Personenfernzüge verkehren, wird eine auf Personenverkehr hin ausgelegte Schnellstrecke wie von Köln nach Frankfurt nicht zu rechtfertigen sein. Aus Sicht der DB AG besteht somit gar kein Handlungsbedarf für zusätzliche Gleise, und stattdessen sollte der Lärmschutz im Vordergrund stehen. Dies spricht dafür, dass neben den bislang diskutierten Neubau-Varianten zusätzlich zur bestehenden Strecke auch kürzere Neutrassierungen der Altstrecke ohne zusätzliche Gleise, also unter Auflassung der bestehenden Trasse, zielführend sein könnten. Dies käme vor allem dort in Frage, wo die Bahnstrecke heute direkt durch Wohngebiete verläuft und/oder enge Kurven hat, um die auch hinsichtlich der Kapazität "unschädlichen" 160 km/h möglichst durchgehend erreichen zu können.

Des Weiteren ist festzustellen, dass bezogen auf die Gesamtstrecke München - Kiefersfelden der Abschnitt Rosenheim - Kiefersfelden keinen Engpass darstellt. Dieser ist vielmehr in der heute schon deutlich stärker ausgelasteten Strecke München - Rosenheim zu suchen, und hier vor allem im Abschnitt Trudering - Grafing, wo die IC- und RE-Züge 160 km/h schnell fahren, während die Güterzüge deutlich langsamer verkehren und dadurch eine kapazitätseinschränkende Mischung der Geschwindigkeiten auftritt, im Unterschied zum Abschnitt Grafing - Rosenheim, wo die zulässige Geschwindigkeit überwiegend unter 160 km/h liegt. Und gerade der Abschnitt Trudering - Grafing soll keine zusätzlichen Gleise erhalten.



Um die Strecke Rosenheim - Kufstein entsprechend der hier dargestellten Kapazitätsüberlegungen auslasten zu können, ist es deshalb am sinnvollsten, einen Teil der Güterzüge künftig von Rosenheim über Mühldorf nach Regensburg zu leiten. Die Strecke von Mühldorf nach Regensburg wurde inzwischen in den Vordringlichen Bedarf des Bundesverkehrswegeplans aufgenommen, während die Strecke von Rosenheim nach Mühldorf bislang nur im Potentiellen Bedarf aufgeführt ist.

Ein ganz entscheidender Punkt ist allerdings der Bahnknoten Rosenheim mit seinen diversen Fahrstraßenkreuzungen, denn in dieser Studie endet bislang die Betrachtung einfach im Bahnhof Rosenheim. Die Frage, ob die Fahrplanlagen im Bahnknoten überhaupt nutzbar sind, wird nicht beantwortet. Die folgende Anlage geht näher auf dieses Thema ein, denn eine volle Nutzung der in diesem Kapitel dargestellten Fahrplanlagen auf der Strecke Rosenheim - Kufstein erfordert eine Engpassfreiheit des Bahnknotens. Wie noch näher beschrieben wird, wird vor allem eine leistungsfähige Einbindung der Bahnlinie von Mühldorf umfangreichere Umbaumaßnahmen im Bereich des Bahnknotens Rosenheims erfordern. Möglicherweise war dies auch ein Grund, die Bahnstrecke vorläufig noch nicht in den vordringlichen Bedarf hochzustufen. Ein solcher Ausbau des Bahnknotens Rosenheim wäre dann auch für den Fall erforderlich, dass eine Neubaustrecke von Grafing nach Kiefersfelden an Rosenheim vorbei gebaut und dabei die Strecke nach Mühldorf nicht an die Neubaustrecke angebunden würde.

4.4 Empfehlung für kurzfristige Maßnahmen

Als kleine Maßnahmen mit einem Zeithorizont von ca. 2 Jahren könnten kleine Verbesserungen an der Strecke durchgeführt werden, die sofort die Betriebsqualität auf der Strecke verbessern und die Kapazitätsreserven der Strecke erhöhen könnten. So fielen bei der Simulation des Ist-Zustand die sehr unterschiedlichen Längen der Streckenblöcke auf. Wenn der Streckenblock nördlich Oberaudorf in beiden Richtungen sowie der Streckenblock von südlich Rosenheim (Einmündung Rosenheimer Kurve) bis kurz vor Pfraundorf (nur in der Richtung von Nord nach Süd) in jeweils zwei Streckenblöcke unterteilt würde, was jeweils den Bau eines Vor- und eines Hauptsignals sowie Anpassungen im Stellwerk erfordert, dann könnte guten Gewissens der im Fahrplan für den Ist-Zustand hier unterstellte minimale Zugfolgeabstand von 4,5 auf 4,0 Minuten gesenkt werden. Die in Kapitel 3.3 erwähnten zum Teil noch fehlenden 76 cm Bahnsteighöhen sollten ebenfalls zügig realisiert werden, so dass dann mit kürzeren Haltezeiten der Fahrplan des Meridian um 2 Minuten geringfügig gestrafft werden kann. Mit diesen Maßnahmen könnte die maximale Leistungsfähigkeit der Strecke gegenüber den Werten des Ist-Zustandes schon um rund 15% erhöht werden.

5. Bahnknoten Rosenheim

5.1 Bahnknoten Rosenheim in seiner heutigen Form

In Abb. 6 ist der Bahnknoten Rosenheim in seiner heutigen Form schematisch dargestellt. Hier laufen von Osten zwei Bahnlinien, nämlich die von Freilassing (lila) und von Kufstein (blau) zusammen und werden gemeinsam weiter über Grafing nach München geführt (ebenfalls blau).

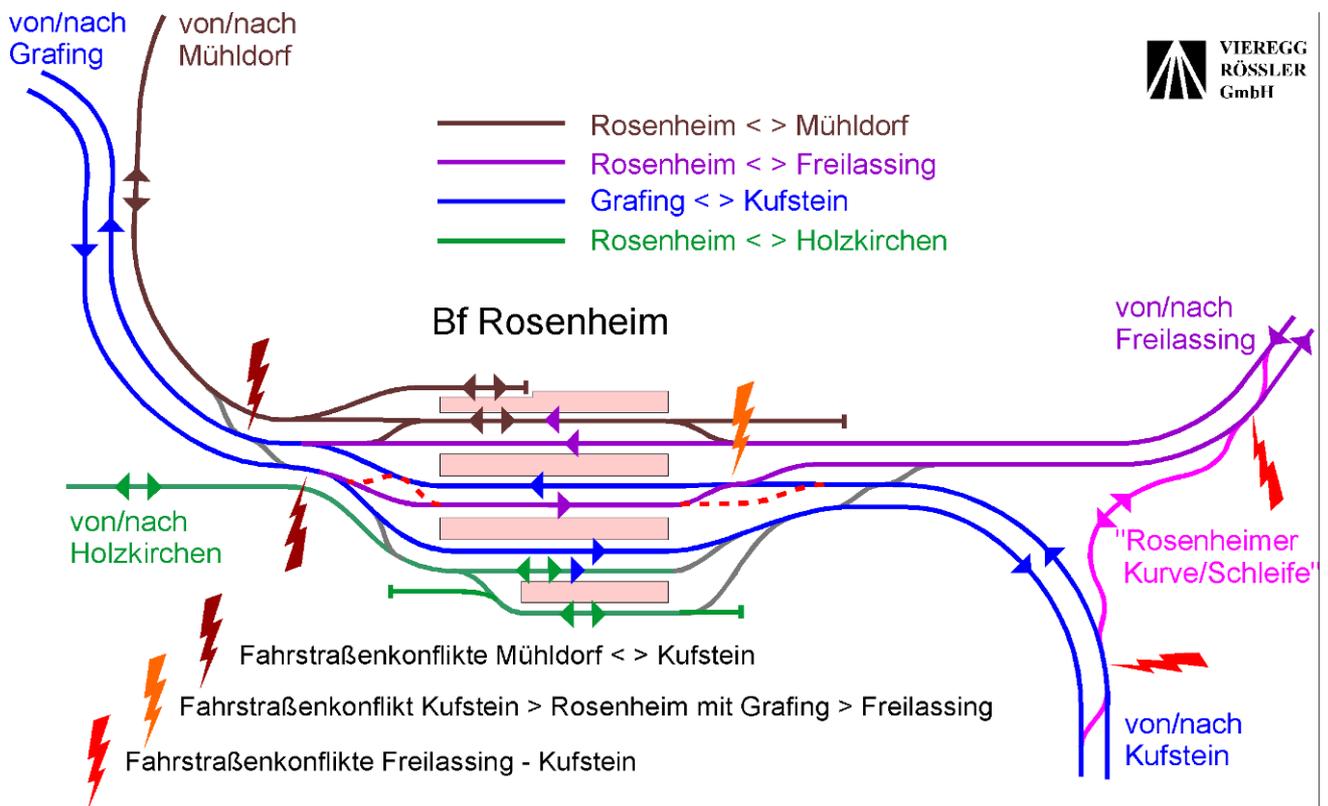


Abb 6: Schematische Darstellung Bahnknoten Rosenheim heute

Ganz im Norden des Gleisfeldes verläuft die heute nicht elektrische betrieblich eigenständige Bahnlinie von Rosenheim nach Mühldorf (braun), im Süden die ebenfalls eingleisige, jedoch elektrifizierte Bahnlinie von Rosenheim nach Holzkirchen und ebenfalls weiter nach München. Sowohl die Strecke von Mühldorf als auch die Strecke von Holzkirchen wird im Regelbetrieb nicht nach Osten durchgebunden, d.h. die Züge wenden in Rosenheim und fahren dieselbe Strecke wieder zurück. Betrieblich stellen die nördlichsten und die südlichsten Gleise jeweils quasi einen Kopfbahnhof dar, der im Regelverkehr nicht mit dem mittleren Gleisfeld verbunden ist, auf dem der Durchgangsverkehr stattfindet.



Im heutigen Regelbetrieb entstehen wie schon weiter oben erläutert zwei Fahrstraßenkreuzungen (rote Blitze), wenn ein innerösterreichischer Korridorzug von Salzburg nach Kufstein fährt. Er muss zuerst die Fahrstraße von Rosenheim nach Freilassing und dann die Fahrstraße von Kufstein nach Rosenheim queren. D.h. zu den jeweiligen Zeitpunkten dürfen auf den zwei genannten Relationen keine Züge verkehren. In etwa einmal pro Stunde fahren diese Korridorzüge.

Schwerer wiegt dagegen die Fahrstraßenkreuzung (orange), bei der die Züge von Grafing nach Freilassing die Fahrstraße von Kufstein nach Grafing queren müssen. Durch einen denkbaren Umbau mit einigen zusätzlichen Weichen und einer Verschiebung von Gleisen am Ostkopf des Bahnhofs (rot gestrichelt) lässt sich eine alternative Fahrstraße herstellen, bei der die Fahrstraßenkreuzung nicht am Ostkopf, sondern alternativ auch am Westkopf zu liegen kommt. Mit einer solchen Maßnahme würde die betriebliche Flexibilität etwas erhöht, weil dann der Ort der Fahrstraßenkreuzung fallweise festgelegt werden kann.

Noch problematischer ist der Fall, wenn man Züge von Mühldorf nach Kufstein durchbinden will, was bislang noch nicht stattfindet. Hier müssen gleich drei Fahrstraßen gequert werden: Und zwar die von Freilassing nach Grafing, von Grafing nach Freilassing und von Kufstein nach Grafing. In der Gegenrichtung sind es "nur" zwei statt drei Fahrstraßenkreuzungen. Dies führt in diesen Fällen letztlich zu einem kurzzeitigen Erliegen des gesamten Bahnbetriebs im Bahnknoten Rosenheim. In einem größeren Umfang sind solche Zugfahrten deshalb nicht realisierbar.

5.2 Möglicher Ausbau des Bahnknotens Rosenheim

Im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung ist eine Umfahrung des Bahnknotens Rosenheim in der Diskussion. Eine solche Umfahrung, die allerdings zwingend die längerfristig im Güterverkehr bedeutende Strecke von und nach Mühldorf anbinden sollte, stellt eine Lösung dar, zusätzliche Züge ohne den sonst erforderlichen Ausbau des Bahnknotens fahren zu können. Doch hat diese Lösung abgesehen von der Belastung von bislang unbelasteten Räumen den Nachteil, dass nur ein Teil der Züge davon profitieren und dass Rosenheim einen Teil seiner Fernverkehrsanbindung nach Süden verlieren würde. Deshalb ist der Ausbau des Bahnknotens eine sehr zielführende Alternative zu einem Neubau an Rosenheim vorbei. Bei der Umfahrungslösung würde nämlich nur ein kleiner Teil von Zügen um Rosenheim herumgeleitet, während die Mehrzahl der verbleibenden Züge weiterhin mit den heutigen Einschränkungen der zahlreichen Fahrstraßenkreuzungen leben müssten.



Die Beseitigung von Fahrstraßenkreuzungen geschieht mit sog. "Überwerfungen" oder "Überwerfungsbauwerken": Hier wird ein Gleis auf einer Brücke über ein anderes oder mehrere andere geführt oder in einem Tunnel unter den anderen Gleisen hindurch. Ein kreuzungsfreier Ausbau der Rosenheimer Kurve für den österreichischen Korridor erfordert den Bau eines zweiten Gleises, das im Tunnel die Gleise von und nach Kufstein sowie von und nach Freilassing unterfährt und nur in der Relation von Salzburg nach Kufstein genutzt wird. Diese neue Gleisverbindung muss zusätzlich zum bestehenden Gleis der Rosenheimer Kurve errichtet werden, das dann nur noch der Fahrtrichtung von Kufstein nach Salzburg dient.

Um die Fahrstraßenkreuzung mit dem orangenen Blitz in Abb. 6 zu beseitigen (von Kufstein nach Rosenheim kreuzt von Grafing nach Freilassing), ist ein größerer Aufwand erforderlich. Üblicherweise würde man dort, wo in Abb. 6 der Blitz sich befindet, sich also die Fahrstraßen kreuzen, für ein Gleis eine Brücke oder einen Tunnel bauen, oder aber das eine Gleis wird zur Hälfte abgesenkt und das andere Gleis zur Hälfte angehoben. Wegen der Eignung für Güterzüge sind jedoch nur geringe Steigungen zulässig, so dass die Höhenlage der Gleise auf ca. 1 km Länge verändert werden muss. Doch im Süden überquert die Miesbacher Straße auf einer Brücke die Gleise von und nach Kufstein, nach 400 m überqueren die Bahngleise auf einer Brücke die Mangfall und nach weiteren 250 m unterfährt die Kufsteiner Straße die Bahnanlagen. Der Bau eines Überwerfungsbauwerkes ist somit östlich des Bahnhofs praktisch nicht möglich.

In der Konsequenz müssen die Überwerfungen nicht am Bahnhofs-Ostkopf, sondern am Westkopf angeordnet werden. Im Bereich des Bahnhofs Rosenheim müssen dann die Gleise von und nach Freilassing einerseits und von und nach Kufstein vorsortiert sein. Es liegen dann zwei Gleisgruppen betrieblich voneinander getrennt nebeneinander, was man als Linienbahnhof bezeichnet.

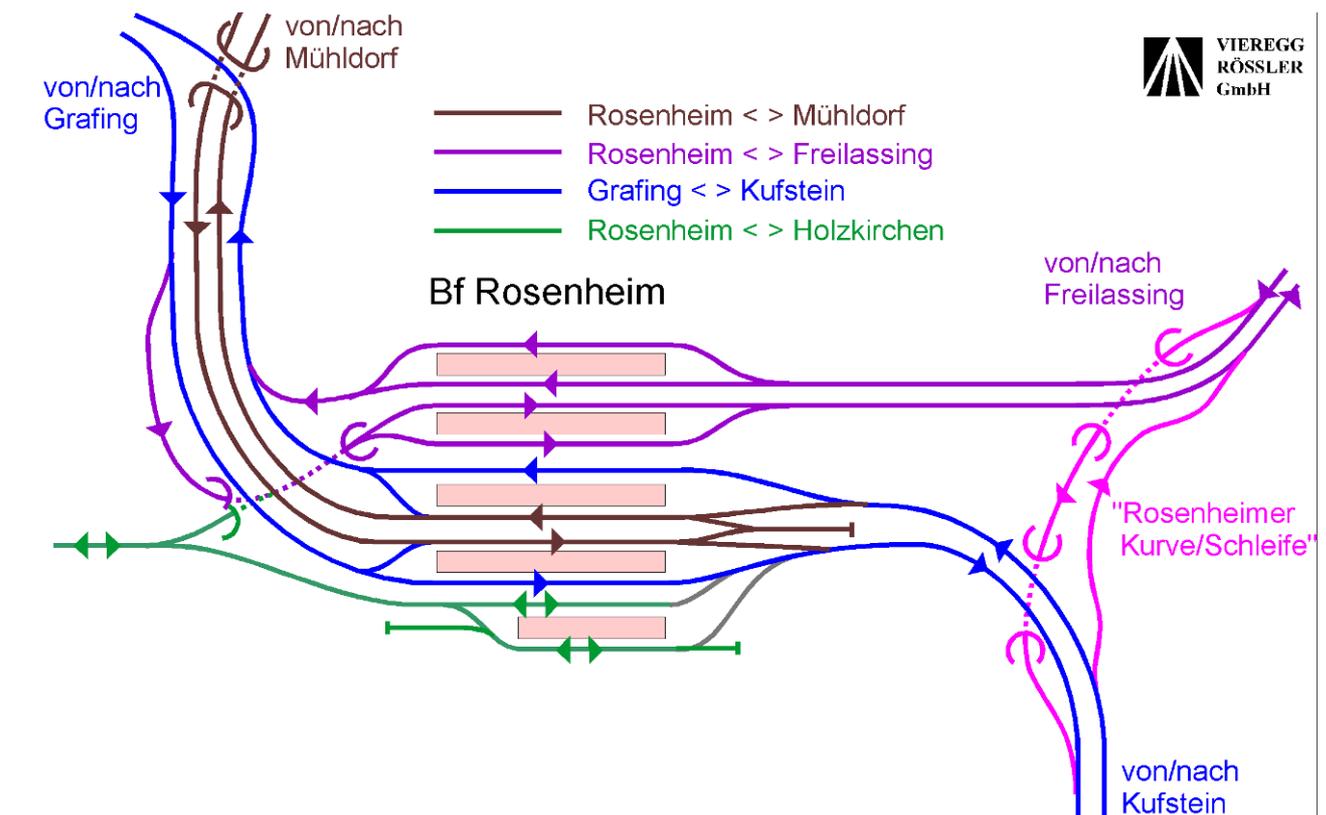


Abb. 7: Schematische Darstellung kreuzungsfreier Ausbau Bahnknoten Rosenheim

Der hier dargestellte schematische Gleisplan stellt die vollständige Kreuzungsfreiheit in allen Relationen her. Nur die Verbindung von Freilassing nach Mühldorf, die betrieblich keinen Sinn macht, wird im Gleisplan auch gar nicht abgebildet.

Jedes Gleissystem - das nach Freilassing und das nach Kufstein, erfordert vier Bahnsteigkanten, damit der Bahnhof nicht zu einem Engpass gegenüber der freien Strecke wird. Die Strecke von und nach Mühldorf wird schon im Rosenheimer Westen in das Kufsteiner Gleissystem eingeführt und verfügt im Bahnhof Rosenheim nicht über eine eigene Gleisgruppe. Dies ergibt acht Bahnsteigkanten, plus zwei Bahnsteigkanten im Süden für die Strecke von und nach Holzkirchen.

Die dargestellte Konzeption erfordert zwei Bahnsteiggleise mehr als heute. Im Süden besteht genügend Platz für Erweiterungen, denn die Gütergleise werden in Zukunft nicht mehr im ursprünglichen Umfang benötigt werden. Es gibt hierbei zwei Detailvarianten: Entweder wird das heutige Gleis 1a, das von Westen bis kurz vor das Bahnhofsgebäude reicht, auf Kosten des heutigen Hausbahnsteigs wieder verlängert. Hinsichtlich der Grundstücke ist der Platz hierfür vorhanden, für einen möglichen zweigleisigen Ausbau der



Strecke nach Mühldorf wurde der Platz im Westen freigehalten. Im Osten müssen Parkplätze auf Bahngelände geopfert werden. Oder südlich der Bahnsteige wird nicht nur ein zusätzlicher Bahnsteig, sondern es werden gleich zwei zusätzliche Bahnsteige gebaut. Dann kann auf die Nutzung des Inselbahnsteigs verzichtet werden.

Die Einbindung der Strecke von und nach Rosenheim in die nördliche Gleisgruppe zur Fortführung nach Freilassing (grüner Tunnelmund im Westen des Bahnhofs) ist optional. Eine weitere denkbare Variante wäre die standardmäßige Einführung der Holzkirchner Strecke in die nördliche (Freilassinger) Gleisgruppe. Dies würde dann das neunte und zehnte südliche Bahnsteiggleis wieder verzichtbar machen, so dass man auch weiterhin mit den heutigen acht Gleisen auskommen könnte.

Im Westen wird die neue Gleisführung mit unterschiedlichen Höhenlagen nicht trivial, aber machbar sein. Auch hier gibt es Zwangspunkte mit der Münchner Straße und der Pürstlingstraße. In diesem Bereich gibt es zwei grundlegend verschiedene Lösungen, die beide machbar sein dürften:

(1) Die neuen Bahnanlagen werden entlang der bestehenden Anlagen geführt. Der Platz ist hierfür mit dem durch Schrebergärten genutzten "Bahngraben" entlang der Pürstlingstraße vorhanden. Als Untervariante ist es vorstellbar, die im Bereich Egarten separat verlaufenden Bahnstrecken auf eine Trasse zusammenzuführen, die dann entweder der heutigen Strecke nach Grafing oder der Strecke nach Mühldorf folgt, wobei nördlich davon dann mit einer Neutrassierung die jeweils andere Strecke wieder erreicht wird.

(2) Eine interessante Option besteht darin, im Stadtgebiet von Rosenheim nordwestlich des Bahnhofs beide Bahnlinien abzubauen und durch eine Neutrassierung zu ersetzen, die dann nahe der Siedlungen im Tunnel verlaufen würde. Eine solche Trasse würde vom Bahnhof Rosenheim aus geradeaus nördlich Fürstätt verlaufen, um dann in einer großzügigeren Kurve nach Norden abzuschwenken. Sie könnte weitgehend unbehindert vom bestehenden Bahnverkehr gebaut werden, während beim Ausbau der bestehenden Trasse komplizierte Bauzustände erforderlich würden. Dies hätte außerdem neben der Komplett-Entlastung der Anwohner beider Bahnstrecken im Rosenheimer Nordwesten und der städtebaulich sinnvollen Aufhebung der Doppel-Zerschneidung den Vorteil, dass ohne Halt verkehrende EC-Züge von Grafing nach Kiefersfelden mit größerer Geschwindigkeit den Bahnhof Rosenheim passieren könnten, denn die östliche Ausfahrt ließe im Prinzip heute schon 150 km/h zu, während die Kurve im Westen nur 110 km/h zulässt.



5.3 Konsequenzen für die Kapazität der Bahnstrecken

Mit dem in Abb. 7 dargestellten Umbau des Bahnknotens Rosenheim kann die Kapazität der Bahnstrecken München - Rosenheim - Freilassing und Rosenheim - Kufstein deutlich erhöht werden. Wenn dann auch noch mit Hilfe eines Ausbaus der Bahnstrecke Rosenheim - Mühldorf die Bahnstrecke Rosenheim - München sowie der Bahnknoten München entlastet wird, dann kann die zweigleisige Bahnlinie Rosenheim - Kufstein in dem in den Kapiteln 3 und 4 dargestellten Umfang auch wirklich genutzt werden. Der skizzierte Ausbau des Bahnknotens Rosenheim stellt eine sinnvolle Alternative zu einer Neubaustrecke an Rosenheim vorbei dar.



6. Kurzfassung

Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Im aktuellen Entwurf des Bundesverkehrswegeplans soll als Zulauf für den künftigen Brenner-Basistunnel von München-Trudering bis Grafing die Signaltechnik verbessert und dann von Grafing nach Kiefersfelden eine neue Bahnstrecke gebaut werden. In der Diskussion um einen möglichen Aus- und Neubau sind zwei Fragen von großer Bedeutung: Zum einen die Frage der künftigen Entwicklung des Schienengüterverkehrs und zum anderen die Frage der Kapazitäten der bestehenden Strecken. Die Kapazitätsgrenze der Inntalstrecke von Rosenheim nach Kufstein wird von DB AG und ÖBB Infra mit 240 bis 258 Zügen angegeben. Heute wird die Bahnstrecke von 180 bis maximal 200 Zügen pro Tag genutzt. Würde der Verkehr über diese Werte steigen, so wäre der Bau zusätzlicher Gleise erforderlich. Doch neuerdings soll nun auch der Ausbau der bestehenden Strecke näher betrachtet werden, weil die vollständige Viergleisigkeit nicht mehr zwangsläufig als erforderlich angesehen wird.

In diesem Zusammenhang ist nun die Frage aufgeworfen worden, wieviel Züge pro Werktag die heutige Inntalstrecke wirklich verkraftet und wieviel Züge möglich wären, wenn das Signalsystem der Strecke optimal wäre.

Darüber hinaus stellt sich die Frage, inwieweit mögliche Engpässe auch außerhalb der zweigleisigen Bahnstrecke Rosenheim - Kufstein liegen könnten. Hierbei ist vor allem der Bahnknoten Rosenheim mit seinen zahlreichen sog. Fahrstraßenkreuzungen näher zu betrachten.

Drei Fahrpläne für ein repräsentatives 2-h-Intervall

Um die Frage beantworten zu können, wieviele Züge zwischen Rosenheim und Kufstein verkehren können, werden die Daten der Strecke (z. B. Geschwindigkeitsbeschränkungen, Höhenverlauf, Signaltechnik) im Computer erfasst und für ein repräsentatives 2-Stunden-Intervall wird der bestehende Fahrplan der Personenzüge am Computer reproduziert. Diese konkreten Fahrplanlagen werden als weitgehend fix angesehen. Von der bestehenden Signalisierung wird die mögliche minimale Zugfolgezeit abgeleitet. Unter Beachtung dieser minimalen Zugfolgezeit werden in die vorhandenen Lücken des Fahrplans die noch möglichen zusätzlichen Güterzugfahrten hineingelegt und es wird die Anzahl der möglichen Güterzugfahrten für beide Richtungen nachgezählt.

Heute fahren im 2-h-Intervall 5 Personenzüge pro Richtung: Alle 2 h ein EuroCity zwischen München und Innsbruck mit Halt in Rosenheim und Kufstein, dann stündlich ein Railjet-Korridorzug und stündlich ein Meridian Nahverkehrszug mit Halt an allen Zwischenbahnhöfen.



Es werden drei derartige Fahrpläne im 2-h-Intervall erzeugt:

- (1) Ist-Fahrplan bei bestehendem Zustand der Strecke hinsichtlich Signaltechnik und Strecken-Höchstgeschwindigkeit
- (2) Möglicher Fahrplan bei bestehendem Zustand der Strecke, aber mit optimaler Signaltechnik
- (3) Möglicher Fahrplan bei einem verbesserten Zustand der Strecke mit Erhöhung der Streckenhöchstgeschwindigkeit auf bis zu 160 km/h (ohne Änderung der Trasse, ohne zusätzliche Gleise).

Beim Fahrplan (1) werden wie heute 2,5 Personenzüge pro Stunde und Richtung unterstellt. Bei den Fahrplänen (2) und (3) wird diese Zahl fiktiv auf 4,5 hochgesetzt: EC München - Innsbruck im Stundentakt statt Zweistundentakt, Meridian-Nahverkehrszüge im Halbstundentakt, sowie zweistündlich ein zusätzlicher österreichischer Korridorzug.

Um von der Anzahl von Zügen im 2-h-Intervall zur Anzahl von Zügen pro Tag zu gelangen, werden die Zugzahlen entsprechend auf 18 h Betrieb im Personenverkehr und 24 h Betrieb im Güterverkehr hochgerechnet. Danach wird ein Abschlag von entweder 10% oder von 25% vorgenommen. Denn das Ausnutzen aller denkbaren Fahrplanlagen würde bei Verspätungen zu einem ungewünschten Dominoeffekt führen. Außerdem werden nicht alle möglichen Fahrplanlagen zwischen Rosenheim und Kufstein mit den Anschlussstrecken harmonisieren können. Ein Abschlag von 25% stellt eine gute Betriebsqualität dar, ein Abschlag von nur 10% dagegen nur eine ausreichende Betriebsqualität.

Die ermittelten Zugzahlen weichen in den zwei Richtungen deutlich voneinander ab. Es wird nur jeweils die schwächere Richtung gezählt.

Ergebnisse der Berechnungen

Tab. 4: Ergebnisse in Zügen pro Werktag, ohne Kreuzungsfreiheit Rosenheimer Kurve

	G-Züge eine Ri. 2-h-Intervall	P- züge	pro Werktag	
			-25%	-10%
(1) Ist-Zustand	12	5	284	340
(2) Verbesserte Signalt.	15	9	392	470
(3) (2) plus 160 km/h	15	9	392	470



Südlich Rosenheim müssen von Salzburg nach Kufstein verkehrende österreichische Korridorzüge das Gleis von Kufstein nach Rosenheim ebenerdig kreuzen. Im Ist-Zustand würde durch den Bau eines Überwerfungsbauwerkes pro Stunde ein Zug mehr verkehren können.

Die Anhebung der Streckenhöchstgeschwindigkeit von 140 km/h auf 160 km/h hat keine nennenswerte Auswirkung auf die Kapazität der Strecke.

Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

Trotz der im Vergleich zu ähnlichen bundesdeutschen Hauptstrecken auffallend schlechten Signaltechnik ist die Kapazität der Strecke mit 284 bis 340 Zügen pro Werktag relativ hoch. Dies liegt an der geringen Geschwindigkeitsdifferenz zwischen den 100 bis 120 km/h schnellen Güterzügen, den nur 140 km/h schnellen EC- und Railjet-Zügen sowie den spurtstarken Meridian-Nahverkehrszügen, die im Durchschnitt nur wenig langsamer als die Güterzüge unterwegs sind. Denn je ähnlicher die Durchschnittsgeschwindigkeit der Züge, desto mehr Züge können auf einer Strecke verkehren. Eine mögliche künftige Anhebung der Streckengeschwindigkeit auf die bundesweit für solche Strecken üblichen 160 km/h hat keine negative Auswirkung auf die Streckenkapazität - eher im Gegenteil, weil die Meridian-Nahverkehrszüge auch für 160 km/h zugelassen sind und so besser mit den Güterzügen "mitschwimmen" können.

Mit einer verbesserten Signaltechnik steigt die Leistungsfähigkeit der Strecke nochmals spürbar an, und zwar auf rund 400 bis 470 Züge pro Werktag.

Mit einem in Zweijahresfrist realisierbaren Minimalausbau (3 zusätzliche Hauptsignale, vollständige Aufstockung der Bahnsteige auf 76 cm) lässt sich auch ohne komplett neue Signaltechnik die Kapazität der Strecke um 15% steigern.

Die Ergebnisse der Berechnungen ändern die Sichtweise auf den Streckenausbau zwischen Rosenheim und Kufstein: Dieser Streckenabschnitt der Gesamtstrecke München - Kiefersfelden stellt nicht das Nadelöhr dar. Das bedeutet, dass zum einen der Fokus mehr auf andere Streckenabschnitte und die Bahnknoten gelegt werden sollte, und dass Varianten, die von einer dauerhaften Zweigleisigkeit in diesem Abschnitt ausgehen, durchaus sinnvoll sind. Neutrassierungen ohne zusätzliche Gleise und somit unter Auflasung der Altstrecke wären vor allem dort sinnvoll, wo die heutige Bahnlinie durch Wohngebiete verläuft und/oder sie enge Kurvenradien aufweist, so dass heute die sinnvollen und fahrplantechnisch noch unkritischen 160 km/h Geschwindigkeit nicht möglich sind.



Bahnknoten Rosenheim

Wenn die Bahnstrecke Rosenheim - Kufstein in der Zukunft stärker genutzt wird, dann ist es absehbar, dass der Bahnknoten Rosenheim sich zu einem Engpass entwickelt. Das trifft vor allem dann zu, wenn künftig auch noch die Bahnlinie Mühldorf - Rosenheim im Brenner-Zulauf für den Güterverkehr genutzt wird. Die Engpässe resultieren hierbei nicht aus einer zu geringen Anzahl von Gleisen, sondern aus den sog. Fahrstraßenkreuzungen. Diese liegen dann vor, wenn ein Zug einer bestimmten Relation die Gleise einer anderen Relation ebenerdig queren muss, vergleichbar mit einer Landstraße und Linksabbiegern, die die Gegenfahrbahn queren müssen. In Rosenheim gibt es mehrere derartige Fahrstraßenkreuzungen. Im Fall künftiger Güterzüge zwischen Mühldorf, Rosenheim und dem Brenner sind die Einschränkungen derart schwer, dass ein isolierter Ausbau der Strecke Mühldorf - Rosenheim ohne den Ausbau des Bahnknotens Rosenheim gar keinen Sinn machen würde.

Für den Ausbau des Bahnknotens Rosenheim sind mehrere Einzelmaßnahmen erforderlich. Für die Rosenheimer Kurve muss ein weiteres Gleis gebaut werden, das sowohl die Bahnstrecke Rosenheim - Kufstein als auch die Bahnstrecke Rosenheim - Freilassing in einem Tunnel unterquert. Weil im Osten des Hauptbahnhofs Rosenheim mehrere bauliche Zwangspunkte bestehen, ist hier der Bau von weiteren Überwerfungsbauwerken geometrisch-technisch nicht möglich. Deshalb müssen die erforderlichen Bauwerke, bei der ein Gleis mehrere andere Gleise unter- oder überquert, im Westen angeordnet werden. Hierbei bestehen zwei grundsätzliche Lösungsansätze: Entweder wird die Bahnstrecke in Richtung Grafing im Bestand entsprechend ausgebaut, wobei die Züge von und nach Mühldorf auch über diese Strecke in den Bahnknoten Rosenheim eingebunden werden, oder aber beide z. T. durch Wohnbebauung verlaufende Bahnstrecken von und nach Grafing und Mühldorf werden abgebaut und durch eine teilweise im Tunnel verlaufende 4-gleisige Neubaustrecke weiter westlich ersetzt. In beiden Fällen werden die zwei Bahnstrecken auf einer längeren Strecke gemeinsam geführt, um die wegen den begrenzten Steigungen erforderlichen Entwicklungslängen für die Überwerfungsbauwerke zu erhalten. Die letztere Variante würde größere Fahrgeschwindigkeiten für nicht in Rosenheim haltende EC-Züge ermöglichen und bietet zugleich eine städtebauliche Chance, die Doppel-Zerschneidung des Rosenheimer Nordwestens aufzuheben.

München, den 29.4.2019

(Dr. Martin Viaregg)

Quellennachweise

- 1) VIEREGG-RÖSSLER GmbH, Stellungnahme zu den "Anmerkungen zur 'kritischen Stellungnahme' der Vieregg-Rössler GmbH" von DB Netze/ÖBB Infra vom 11.3.2019 sowie zur Trimode-Studie "Verkehrsentwicklungsszenarien 2050..." bzgl. des Eisenbahn-Brenner-Nordzulaufes, München 18.3.2019
- 2) DB Netz AG/ÖBB-Infrastruktur AG, Projekt Brenner-Nordzulauf, Anmerkungen zur 'kritischen Stellungnahme' der Vieregg-Rössler GmbH, 11.3.2019
- 3) Es wurden vier Videos ausgewertet. Exemplarisch: <https://www.youtube.com/watch?v=bxzWn-h-Q5Q>
- 4) insbesondere: https://de.wikipedia.org/wiki/Stadler_Flirt