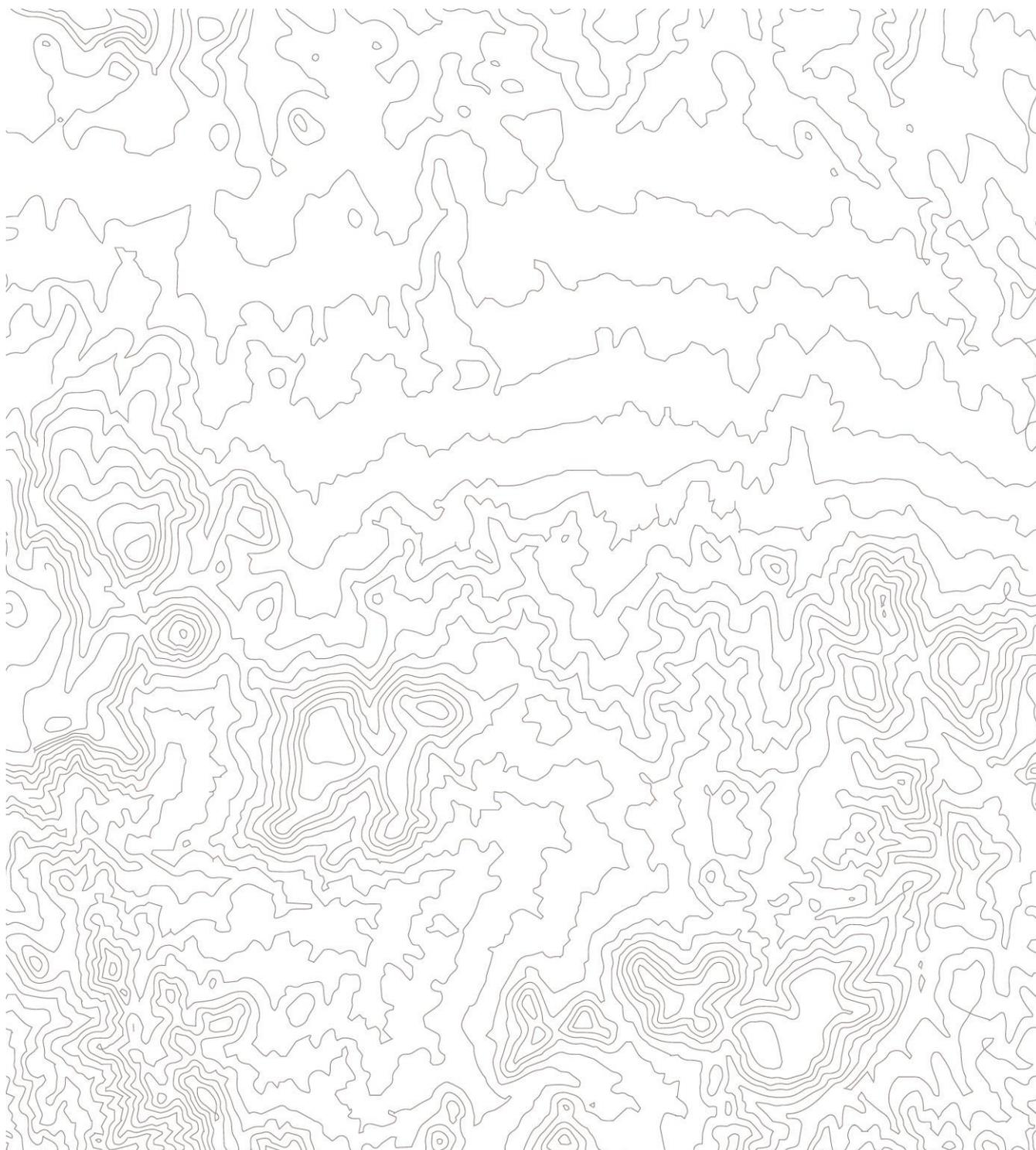


Perspektive BAHN 2050, Studie zum Kernsatz 5

Schlussbericht



Projektteam

Tobias Fumasoli
Benno Erismann
Matthias Hofer
Salem Blum

EBP Schweiz AG
Mühlebachstrasse 11
8032 Zürich
Schweiz
Telefon +41 44 395 16 16
info@ebp.ch
www.ebp.ch

Druck: 1. November 2021
2021-10-28_Schlussbericht_final.docx

Zusammenfassung

Mit der «Perspektive BAHN 2050» werden die relevanten Stossrichtungen für den Schienenverkehr im Hinblick auf die Planung des nächsten Ausbaus erarbeitet. Als Grundlage dazu werden zunächst acht Kernsätze geprüft. Gegenstand dieser Studie ist der Kernsatz 5: **«Im Export-, Import- und Binnengüterverkehr verdoppelt sich der Anteil der Schiene am Gesamtverkehr.»**

Referenz für das Modalsplit-Ziel sind die Transportleistungen im Jahr 2018. Wie aus Tabelle 1 entnommen werden kann, entspricht eine Verdoppelung des Modalsplits gegenüber 2018 einem Bahnanteil von rund 41%. Zur Erreichung dieses Ziels müsste die Bahnnachfrage gemäss Verkehrsperspektiven 2050 (VP2050, Basisszenario) somit mehr als verdoppelt werden.

	2018, VP2050	2050, VP2050	Modalsplit-Ziel	Differenz zu VP2050
Strasse	15'900	19'900	15'200	-4'800
Schiene	4'100	5'000	10'500	5'500
Modal-Split	20.4%	20.2%	40.9%	

Tabelle 1: Quantifizierung des Modalsplit-Ziels für die Transportleistungen im Binnen-, Import- und Exportverkehr (BIE) in Mio. Ntkm pro Jahr (gerundet)

Die Studie untersucht in drei Szenarien, in welchem Mass das Modalsplit-Ziel erreicht werden kann. Die Szenarien unterscheiden sich hinsichtlich der Kostenstruktur, der regulatorischen und finanziellen Massnahmen und des Einflusses möglicher Innovationen beim Schienengüterverkehr. Massnahmen ausserhalb des Bahnsystems sind nicht Gegenstand der Studie. Die Szenarien enthalten Folgendes:

- Szenario 1 berücksichtigt Preis-, respektive Kostensenkungen durch Effizienzgewinne und eine Qualitätssteigerung.
- Szenario 2 berücksichtigt zusätzlich weitere Kostensenkungen durch Kostenübernahmen von Bund und/oder Kantonen zur Attraktivitätssteigerung der Bahn.
- Szenario 3 berücksichtigt zusätzlich alternative Produktionskonzepte und Weiterentwicklungen des Rollmaterials, um weitere Marktanteile auf die Bahn zu verlagern. Zudem ist die Automatisierung des Schienenverkehrs berücksichtigt.

Die Verlagerungswirkung Strasse–Schiene durch Kostensenkungen und Qualitätssteigerungen bei bestehenden Produktionsformen (WLV und UKV) wird mittels Elastizitäten geschätzt. Basis bilden die VP2050. Alternative Produktionskonzepte wurden im Rahmen eines Expertenworkshops identifiziert und das Verlagerungspotenzial anhand einer Auswertung von

Strassengüterverkehrsdaten geschätzt. Abbildung 1 zeigt die Nachfrage Strasse und Schiene je für 2018, 2050 gemäss Verkehrsperspektiven, für das Modalsplit-Ziel und in den drei Szenarien. In den Szenarien kann zwar der Bahnanteil gegenüber den VP2050 erhöht werden, selbst im Szenario 3 mit einem Bahnanteil von ca. 34% kann das Ziel von ca. 41% aber nicht erreicht werden.

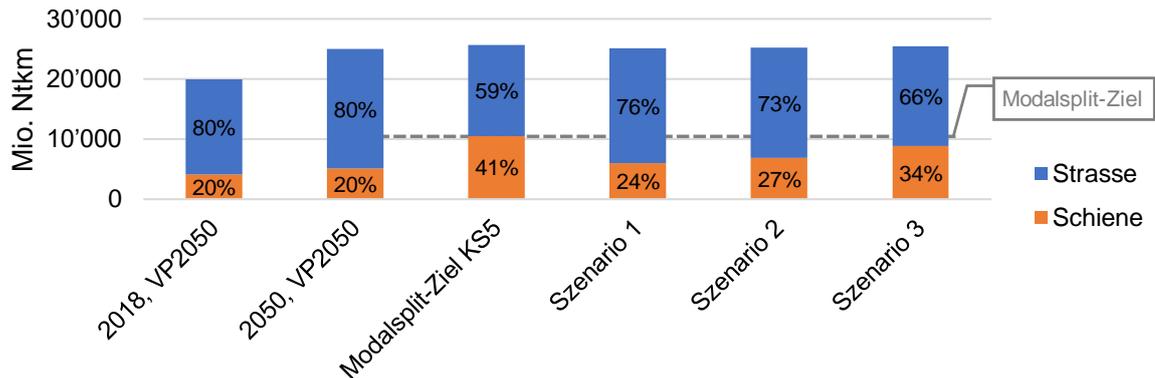


Abbildung 1 Transportleistung im Binnen-, Import- und Exportverkehr in Mio. Ntkm pro Jahr und modale Anteile

Die Tabelle 2 zeigt eine Übersicht der Wirkungen der Verlagerung Strasse–Schiene auf die Kosten im Bahnsystem, den Energieverbrauch und die Emissionen:

- Für eine Abschätzung der Investitionen in die Infrastruktur wird für die zusätzlich zu bewältigende Nachfrage der Mehrbedarf an Trassen abgeleitet und die zusätzliche Infrastruktur eingeschätzt. Ausgangsbasis ist das Angebot, die Kapazität und die Infrastruktur wie im Ausbauschnitt 2035 (AS 35) hinterlegt. Die Verlagerung Strasse–Schiene allein durch Massnahmen auf der Schiene erfordert ein sehr attraktives Angebot, das sich im Trassen- und Infrastrukturbedarf niederschlägt.
- Der Bedarf an zusätzlichen Umschlaganlagen für den konventionellen kombinierten Verkehr wird anhand des Mehrbedarfs an KV-Umschlägen abgeschätzt. Die in Szenario 3 hinterlegten Linienzüge benötigen zusätzlich 30 bis 40 kleinere bis mittlere Umschlaganlagen.
- Die Wirkung von Kostenübernahmen durch Bund und/oder Kantone sind in den Szenarien 2 und 3 enthalten. Offen ist, inwieweit die Linienzüge in Szenario 3 kostendeckend betrieben werden können.
- Die Reduktion des Endenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen (THG) durch die Verlagerung Strasse–Schiene werden anhand spezifischer Verbrauchs- und Emissionswerte aus den Energieperspektiven 2050+ (auf Basis Szenario WWB, «weiter wie bisher») abgeleitet.

		2050, VP2050	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Modalsplit-Anteil Schiene (BIE)		20%	24%	27%	34%
Investitionsausgaben	Mrd. CHF	–	0-2	3-10	50–70
Umschlaganlagen	Mrd. CHF	–	< 0.1	0.2–0.3	1.7–2.3
Kostenübernahme für Betrieb	Mrd. CHF/a	–	0	0.24	0.24
Differenz Endenergieverbrauch	PJ/a	–	-0.7	-1.4	-2.9
Differenz THG-Emissionen	Mt CO ₂ eq/a	–	-0.05	-0.10	-0.21

Tabelle 2: Vergleich der Resultate für die Szenarien mit der Prognose VP2050

Als Fazit lässt sich Folgendes ableiten:

- Die Verdoppelung des Modalsplits gegenüber 2018 entspricht einem Bahnanteil von rund 41%. Zur Erreichung dieses Ziels müsste die Bahnachfrage gemäss Verkehrsperspektiven 2050 mit rund 5'000 Mio. Ntkm im Jahr 2050 um ca. 5'500 Mio. Ntkm erhöht werden, d.h. sie müsste mehr als verdoppelt werden.
- Das Modalsplit-Ziel ist mit Massnahmen bei der Bahn allein kaum erreichbar. Die Nachfrage nach Massengütern nimmt gemäss VP2050 ab. Um zusätzliche Bahnanteile in der Grössenordnung des Modalsplit-Ziels zu erreichen, ist ein sehr attraktives Angebot resp. eine teilweise Kostenübernahme notwendig.
- Die Bahninfrastruktur wird mit dem im AS 35 geplanten Angebot in vielen Bereichen hoch ausgelastet sein. Bei gleichbleibenden Mindestzugfolgezeiten führen zusätzliche (Güter-) Züge oft zu Infrastrukturbedarf und zu Sprungkosten. Bei relativ kleinen Nachfragezunahmen dürften noch mit relativ kleinen Infrastrukturmassnahmen Lösungen möglich sein. Bei sehr grossen Nachfragezunahmen in der Grössenordnung des Verlagerungsziels sind, da das Angebot auf der Strasse als konstant zu betrachten ist, sehr attraktive Angebote notwendig, die dann aber auch einen sehr grossen Infrastrukturbedarf zur Folge haben.
- Hier betrachtet werden nur zusätzliche Güterverkehrsangebote. Durch die zu erwartenden Synergieeffekte zwischen Personen- und Güterverkehr dürften die dem Güterverkehr zuzurechnenden Investitionen tiefer ausfallen.
- Den Szenarien liegen nur Massnahmen bei der Bahn zugrunde. Mit Push-Massnahmen auf der Strasse könnte die Verlagerung auf die Schiene zusätzlich gefördert werden. Auch wären in einem solchen Umfeld höhere Auslastungen bei Zügen und Trassen denkbar.

Résumé

Avec la « perspective BAHN 2050 », les orientations principales pour le transport ferroviaire sont développées en vue de la planification de la prochaine étape d'expansion du réseau ferroviaire. Pour ce faire, huit phrases fondamentales seront d'abord examinées. L'objet de cette étude est la phrase fondamentale 5 : « **Dans le transport de marchandises à l'exportation, à l'importation et à l'intérieur, la part du rail dans le transport total est doublée** ».

La référence pour l'objectif de répartition modale est l'année 2018. Ce qui correspond avec l'année de base des perspectives d'évolution du transport 2050 (PET2050). Comme le montre le Tableau 1, un doublement de la répartition modale par rapport à 2018 correspond à une part du rail d'environ 41 %. Pour atteindre cet objectif, la demande ferroviaire devrait donc être plus que doublée selon les perspectives d'évolution du transport 2050 (scénario de référence).

	2018, PET2050	2050, PET2050	Objectif de répartition modale	Différence par rapport à PET2050
Route	15'900	19'900	15'200	-4'800
Rail	4'100	5'000	10'500	5'500
Répartition modale	20.4%	20.2%	40.9%	

Tableau 1 Quantification de l'objectif de répartition modale pour les services de transport dans le trafic intérieur, d'importation et d'exportation en millions de tkm net par an (arrondis)

La présente étude analyse dans trois scénarios dans quelle mesure l'objectif de répartition modale peut être atteint. Les trois scénarios diffèrent en ce qui concerne la structure des coûts, les mesures réglementaires et financières et l'influence d'éventuelles innovations dans le transport de marchandises sur rail. Les mesures en dehors du système ferroviaire ne font pas l'objet de l'étude. Nous distinguons les scénarios suivants :

- Le scénario 1 tient compte des réductions de prix et de coûts grâce à des gains d'efficacité et à une augmentation de la qualité.
- Le scénario 2 tient compte de réductions supplémentaires des coûts grâce à des subventions de la part de la confédération et/ou des cantons afin d'accroître l'attrait du transport sur rail.
- Le scénario 3 prend en compte des concepts de production alternatifs et de nouveaux développements du matériel roulant afin de transférer davantage de parts du volume transporté sur le rail. En outre, l'automatisation du transport ferroviaire est prise en compte.

Le transfert route-rail dû à la réduction de coûts et à l'augmentation de qualité est estimé à l'aide d'élasticités pour les formes de production existantes (TWC et TCNA). Les PET2050 en constituent la base. Des concepts de production alternatifs ont été identifiés dans le cadre d'un atelier d'experts et le

potentiel de transfert route-rail a été estimé sur la base d'une évaluation des données relatives au transport routier de marchandises. La Figure 1 montre la demande pour la route et le rail pour 2018 et 2050 selon les perspectives d'évolution du transport 2050 et selon l'objectif de répartition modale ainsi que les résultats des trois scénarios. Bien que la part du rail puisse être augmentée dans les scénarios par rapport à PET2050, même dans le scénario 3 avec une part du rail d'environ 34 %, l'objectif d'environ 41 % n'est pas atteint.

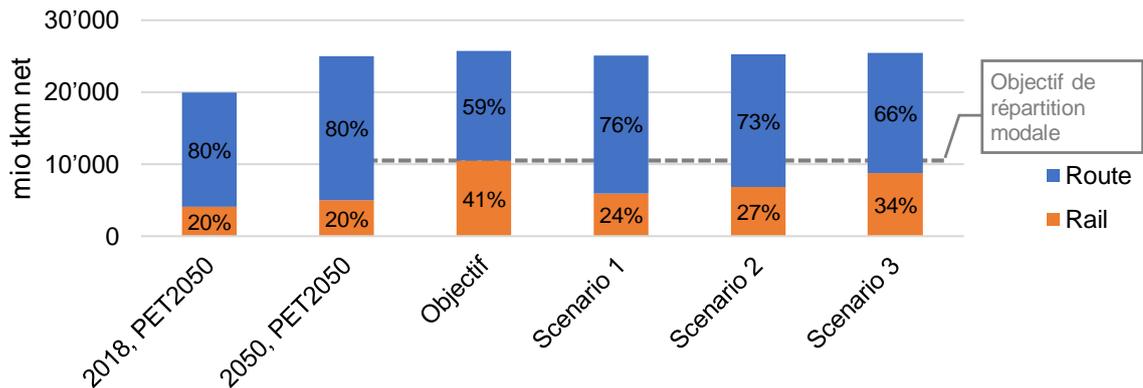


Figure 1 Prestation de transport dans le trafic intérieur, d'importation et d'exportation en millions de tkm net par an et parts modales rail-route

Le Tableau 2 donne un aperçu des effets du transfert modal de la route vers le rail sur les coûts du système ferroviaire, la consommation d'énergie et les émissions :

- Pour une estimation des investissements dans l'infrastructure, l'infrastructure supplémentaire est estimée sur la base de la demande supplémentaire de sillons. Cette demande de sillons est dérivée de la demande supplémentaire à traiter en volume à transporter sur rail. Le point de départ est l'offre, la capacité et l'infrastructure telles que définies dans l'étape d'aménagement 2035 (PRODES EA 35). Le passage de la route au rail par des mesures portant uniquement sur le rail nécessite une offre très attractive, ce qui doit se transférer dans des sillons attractifs avec des besoins en infrastructure accrus.
- Le besoin d'installations de transbordement supplémentaires pour le transport combiné conventionnel est estimé sur la base de la demande supplémentaire de transbordement des caisses mobiles. Les trains de marchandises cadencés du scénario 3 nécessitent 30 à 40 installations de transbordement supplémentaires de petite ou moyenne taille.
- L'effet des subventions supplémentaires de la confédération et/ou des cantons est pris en compte dans les scénarios 2 et 3. Il reste à voir dans quelle mesure les trains cadencés du scénario 3 peuvent être exploités de manière à couvrir leurs coûts.
- La réduction de la consommation d'énergie et en conséquence la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) grâce au transfert du trafic est dérivée des perspectives énergétiques 2050+ (sur la base du

sécenario PEA, « politique énergétique actuelle ») en utilisant des valeurs de consommation et d'émission spécifiques selon le Tableau 2.

		2050, PET2050	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Partage modal - rail		20 %	24 %	27 %	34 %
Dépenses d'investissement	milliards CHF	–	0-2	3-10	50–70
Installations de transbordement	milliards CHF	–	< 0.1	0.2–0.3	1.7–2.3
Subventions	milliards CHF/a	–	0	0.24	0.24
Différence de consommation d'énergie finale	PJ/a	–	-0.7	-1.4	-2.9
Différence émissions de GES	Mt CO ₂ eq/a	–	-0.05	-0.10	-0.21

Tableau 2 Comparaison des résultats des scénarios et de la prévision PET2050

L'étude a montré les conclusions suivantes :

- Le doublement de la répartition modale par rapport à 2018 correspond à une part du rail d'environ 41 %. Pour atteindre cet objectif, la demande ferroviaire devrait être augmentée d'environ 5'500 millions de tkm net en 2050, c'est-à-dire qu'elle devrait être plus que doublée.
- L'objectif de répartition modale ne peut difficilement être atteint avec les seules mesures ferroviaires. Selon PET2050, la demande de transports en vrac diminue. Pour obtenir des parts supplémentaires du rail de l'ordre de grandeur de l'objectif de répartition modale, une offre très attractive ou une subvention du transport sur rail est nécessaire.
- Avec l'offre prévue dans l'EA 35 l'infrastructure ferroviaire sera fortement utilisée dans de nombreuses régions. Avec des temps de parcours minimums constants, les trains (de marchandises) supplémentaires entraînent souvent des besoins en infrastructure ce qui entraîne un saut des coûts. En cas d'augmentation relativement faible de la demande, il existe encore des solutions possibles avec des mesures modérées. Dans le cas d'une augmentation importante de la demande, de l'ordre de grandeur de l'objectif de transfert modal, des offres sur rail très attractives sont nécessaires, ce qui entraîne alors également des besoins en infrastructures très importants.
- Seuls les services supplémentaires de transport de marchandises sont considérés ici, parce que l'offre sur la route devant être considérée comme constante. En raison des effets de synergie attendus entre les futurs besoins en transport de passagers et transport de marchandises sur rail, les investissements attribuables au transport de marchandises sont susceptibles d'être plus faibles.
- Les scénarios sont basés uniquement sur les mesures dans le système ferroviaire. Avec des mesures influençant le transport sur la route, le passage au rail pourrait être forcé davantage. Dans un tel environnement, un plus grand taux d'utilisation des trains et des sillons serait envisageable.

Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangslage und Aufgabenstellung	11
1.1	Ausgangslage	11
1.2	Aufgabenstellung	11
<hr/>		
2.	Untersuchungsablauf und Systemabgrenzung	12
2.1	Vorgehen	12
2.2	Systemabgrenzung	13
<hr/>		
3.	Analyse des heutigen Güterverkehrs, Verkehrsperspektiven und Modalsplit-Ziel	14
3.1	Nachfrage gemäss Verkehrsperspektiven 2050	14
3.2	Modalsplit-Ziel	15
3.3	Güterstruktur bei Strassentransporten 2017–2019	16
<hr/>		
4.	Festlegung der Szenarien	18
4.1	Vorgehen zur Bildung der Szenarien	18
4.2	Workshop Alternative Produktionsformen, Weiterentwicklung Rollmaterial und Automatisierung	18
4.3	Szenario 1	19
4.4	Szenario 2	20
4.5	Szenario 3	20
4.6	Übersicht Szenarien	21
<hr/>		
5.	Methoden zur Abschätzung der Nachfrage 2050 je Szenario	22
5.1	Ausgangsmengengerüst	22
5.2	Abschätzung von Nachfrageänderungen infolge Kosten- und Transportzeitänderungen mittels Nachfrageelastizitäten	22
5.3	Abschätzung von Nachfrageänderungen infolge Markterweiterungen	24
<hr/>		
6.	Nachfrage 2050 je Szenario	26
<hr/>		
7.	Abschätzung zusätzlicher Trassenbedarf	27
7.1	Einleitung	27
7.2	Methodik	27
7.3	Ergebnisse	30
<hr/>		
8.	Abschätzung Infrastrukturbedarf und Kosten (Strecken, Knoten)	32
8.1	Einleitung	32
8.2	Methodik	32

8.3	Infrastrukturbedarf und Kosten Szenario 1	33
8.4	Infrastrukturbedarf und Kosten Szenario 2	34
8.5	Infrastrukturbedarf und Kosten Szenario 3	36
<hr/>		
9.	Abschätzung Bedarf und Kosten Umschlaganlagen	39
9.1	KV-Terminals	39
9.2	Weitere Umschlaganlagen	40
<hr/>		
10.	Abschätzung der Emissionen und des Energieverbrauchs je Szenario	42
<hr/>		
11.	Fazit	43

Anhang

A1	Auswertung Gütertransporterhebung 2017–2019	44
A2	Alternative Produktionsformen, Weiterentwicklung Rollmaterial und Automatisierung	55
A3	Rechnerische Ermittlung Trassenbedarf je Szenario	64
A4	Grobprüfung Fahrbarkeit Szenario 2	68
A5	Grobprüfung Fahrbarkeit Szenario 3	77

1. Ausgangslage und Aufgabenstellung

1.1 Ausgangslage

Gemäss Botschaft zum Ausbauschritt 2035 des strategischen Entwicklungsprogramms Eisenbahninfrastruktur hat der Bundesrat den Auftrag, die Langfristperspektive Bahn im Hinblick auf die Planung des nächsten Ausbauschritts zu überarbeiten. Der Arbeitstitel hierfür lautet «Perspektive BAHN 2050».

Die Perspektive BAHN 2050 leitet aus den vorliegenden Bundesstrategien die relevanten Stossrichtungen für den nationalen sowie den internationalen Schienenpersonen- und Güterverkehr ab. Der Sachplan Verkehr Teil Programm bildet den übergeordneten Rahmen. Einen zentralen Stellenwert bei der Erarbeitung der Perspektive BAHN 2050 haben neu das 2017 vom Stimmvolk angenommene revidierte Energiegesetz und das Klimaziel 2050 «Netto-Null Treibhausgasemissionen», das der Bundesrat am 28. August 2019 beschlossen hat. Bzgl. «Netto-Null Treibhausgasemissionen» besteht in erster Linie Handlungsbedarf im Strassenverkehr. Auch mit einer Elektrifizierung im Strassenverkehr besteht weiterhin das Ziel, den Strassenverkehr auf die Bahn zu verlagern; dies da die Bahn u.a. eine grosse Beförderungskapazität auf kleiner Fläche und einen vergleichsweise geringeren Energieverbrauch aufweist.

Die verkehrspolitischen Schwerpunkte für die Perspektive BAHN 2050 bilden acht Kernsätze, welche aus den relevanten Strategien der verschiedenen Bundesämter abgeleitet sind. Gegenstand dieser Studie ist der Kernsatz 5: **«Im Export-, Import- und Binnengüterverkehr verdoppelt sich der Anteil der Schiene am Gesamtverkehr.»** Ziel der Studien ist es, fundierte Grundlagen zu erhalten, um anschliessend transparent und nachvollziehbar die Stossrichtungen für die Perspektive BAHN 2050 festlegen zu können.

1.2 Aufgabenstellung

Eine Verdoppelung des Anteils der Schiene im Güterverkehr bis 2050 ist sehr ambitioniert. Im Rahmen der Studie soll untersucht werden, welche Mittel zum Einsatz kommen müssten, um eine solche Verlagerung im Güterverkehr zu Gunsten der Bahn zu erreichen.

Der Fokus der Studie liegt auf der Bahn. Das reine Verlagerungspotential des Bahnangebots und die Auswirkungen einer Verlagerung auf die Bahn sollen erörtert werden. Andere Rahmenbedingungen (z.B. Strassenangebot, Mobility Pricing, steuerliche oder räumliche Massnahmen), die möglicherweise für eine Erfüllung des Klimaziels 2050 notwendig sind, bleiben explizit und bewusst von der Studie ausgeschlossen, damit das Verlagerungspotential auf die Bahn beziffert werden kann. Es handelt sich um eine Art «Laborstudie», bei welchen einzelne Aspekte analysiert werden.

Der Einfluss möglicher Innovationen ist darzustellen. Schliesslich sind erste grobe Schätzungen zu den finanziellen Folgen zu vorzunehmen.

2. Untersuchungsablauf und Systemabgrenzung

2.1 Vorgehen

Die Abbildung 2 zeigt die Arbeitsschritte der Studie zum Kernsatz 5 und die hauptsächlichsten Grundlagen respektive Inputs. Nachfolgend werden die Arbeitsschritte kurz erläutert.

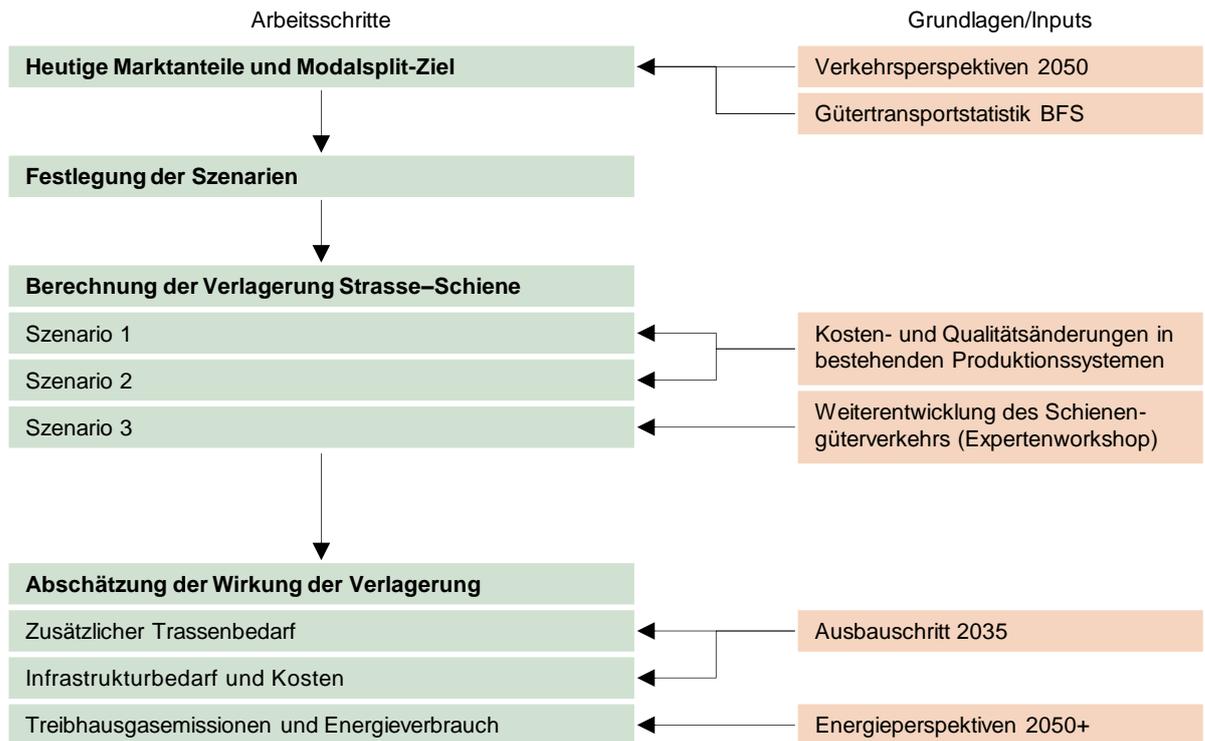


Abbildung 2: Vorgehen zur Studie Kernsatz 5

Für die Berechnung heutiger Marktanteile und des Modalsplit-Ziels werden als Grundlage die Verkehrsperspektiven 2050 (VP2050) verwendet. Zur Verfügung standen die vorläufigen Werte des Basisszenarios, differenziert nach Warenarten sowie nach Modus und Produktionsformen (Strasse leicht/schwer, Schiene WLW/UKV). Zentrale Messgrösse ist die Transportleistung in Nettotonnenkilometern (Ntkm).

Es werden drei Szenarien formuliert, welche die möglichen Entwicklungen des Bahnsystem bis 2050 aufzeigen sollen. Für bestehende Produktionssysteme (WLW, UKV) erfolgt eine Abschätzung des Umfangs möglicher Kostenänderungen und Qualitätsverbesserungen. Für die Identifikation von Weiterentwicklungen des Bahnsystems und deren Wirkungen wurde ein Expertenworkshop durchgeführt.

Die Berechnung der Verlagerung Strasse–Schiene je Szenario erfolgt anhand von Kosten- und Zeitelastizitäten. Die verlagerbaren Anteile werden aus einer Auswertung der Gütertransporterhebung GTE (Strassengüterverkehr), nach Warengruppen, Distanzen und Transportleistung abgeschätzt.

Die Wirkungsanalysen dienen der Vertiefung der Potenziale hinsichtlich ihrer Wirkungen auf die Bahninfrastruktur, die Finanzierung sowie

Treibhausgasemissionen und den Energieverbrauch. Ausgehend vom Ausbauschnitt 2035 (AS 35) wird der Mehrbedarf an Trassen ermittelt, welcher wiederum einen Infrastrukturbedarf mit sich bringt. Zudem wird abgeschätzt in welchem Mass zusätzliche Umschlagsanlagen Schiene–Strasse erforderlich sind. Daraus wird – isoliert für den Bahngüterverkehr – der Finanzierungsbedarf je Szenario abgeleitet. Für die Einordnung der Resultate in die Klimaziele des Bundes werden je Szenario die Treibhausgasemissionen und der Energieverbrauch im Horizont 2050 abgeschätzt.

2.2 Systemabgrenzung

Die Studie zum Kernsatz 5 befasst sich mit dem Binnen-, Import- und Exportgüterverkehr auf der Schiene. Die Anlage der Studie sieht vor, dass ausschliesslich Massnahmen im Schienenverkehr für die Abschätzung der Verlagerungswirkung in den Szenarien betrachtet werden. Flankierende Massnahmen im Strassengüterverkehr («Push-Massnahmen») sind explizit von der Betrachtung ausgeschlossen.

Die Herleitung der Nachfrage auf der Schiene in den Szenarien ist jeweils durch Änderungen des Bahnangebots begründet, insbesondere durch Änderung der Kostenstruktur, der Angebotsqualität oder die Erschliessung neuer Marktsegmente für die Bahn.

Zentrale Messgrösse ist die Transportleistung in Nettotonnenkilometern (Ntkm), da daraus die meisten relevanten Wirkungen abgeleitet werden können. Unter Nettotonnenkilometer wird hier entsprechend der VP2050 das Eigengewicht der transportierten Güter ohne das Gewicht allenfalls mittransportierter Container, Wechselbehälter oder Sattelaufleger verstanden, was der Definition von Netto-Nettotonnenkilometer (NNtkm) entspricht. Entsprechend werden hier die Begriffe Nettotonnenkilometer und Netto-Nettotonnenkilometer synonym verwendet.

Die Rahmenbedingungen hinsichtlich Infrastruktur und Trassen (im Personenverkehr) sind durch den Bahn-Ausbau Schritt 2035 (AS 35 bzw. AS 2035) vorgegeben. Zudem werden die im AS 35 hinterlegten Planungsparameter (Auslastung, Zugfolgezeiten, ...), soweit anwendbar, verwendet.

Räumlich ist die Studie auf die Schweiz beschränkt. Transportleistungen im Import- und Exportverkehr beziehen sich jeweils auf den in der Schweiz geleiteten Anteil. Des Weiteren werden Entwicklungen im Ausland nicht explizit erarbeitet.

Der zeitliche Betrachtungshorizont ist das Jahr 2050. Für diesen Zeitpunkt liegen Prognosen in Form der vorläufigen Resultate der Verkehrsperspektiven 2050 des Bundes vor. Sämtliche Massnahmen und Abschätzungen in den Szenarien beziehen sich somit auf den Prognosehorizont 2050. Das Analysejahr ist 2018, entsprechend der letzten retrospektiven Daten, die in den Verkehrsperspektiven 2050 für den Güterverkehr verwendet wurden.

3. Analyse des heutigen Güterverkehrs, Verkehrsperspektiven und Modalsplit-Ziel

3.1 Nachfrage gemäss Verkehrsperspektiven 2050

Die Verkehrsperspektiven 2050 des Bundes (ARE, 2021) weisen im Güterverkehr für das Szenario Basis die Verkehrsleistungen gemäss Tabelle 3 aus. Gegenüber 2018 betragen die Zunahmen bis 2050 im Binnenverkehr 24%, im Importverkehr 24% und im Exportverkehr 33%. Der Bahnanteil nimmt im Binnenverkehr von 2018 auf 2050 noch geringfügig zu, im Importverkehr aber deutlich und im Exportverkehr geringfügig ab.

		2018, VP2050		2050, VP2050	
		Mio. Ntkm	Modalsplit	Mio. Ntkm	Modalsplit
Binnen	Strasse schwer	10'717	74%	12'783	71%
	Strasse leicht	911	6%	1'414	8%
	Schiene UKV	287 ¹	2%	729	4%
	Schiene WLV	2'453	17%	2'932	16%
Import	Strasse schwer	2'591	74%	3'496	80%
	Strasse leicht	0	0%	0	0%
	Schiene UKV	59	2%	103	2%
	Schiene WLV	864	25%	775	18%
Export	Strasse schwer	1'666	80%	2'249	82%
	Strasse leicht	0	0%	0	0%
	Schiene UKV	23	1%	25	1%
	Schiene WLV	381	18%	476	17%
Summe BIE	Strasse schwer	14'975	75%	18'528	74%
	Strasse leicht	911	5%	1'414	6%
	Schiene UKV	368	2%	856	3%
	Schiene WLV	3'698	19%	4'183	17%

Tabelle 3: Transportleistungen und Modalsplit im Güterverkehr gemäss Verkehrsperspektiven 2050, Szenario Basis (ARE, 2021)

Die Warengruppe «Energieträger» weist bis 2050 einen starken Rückgang der Transportleistung auf, während bei «Stück- und Sammelgüter» ein starker Zuwachs erwartet wird. Die restlichen Warengruppen weisen keine grösseren Abweichungen auf (vgl. Abbildung 3).

¹ N.B.: Dieser Wert entspricht den vorläufigen Modelldaten der VP 2050, welcher von den retrospektiven Daten abweicht (344 Mio. Ntkm)

Die deutliche Abnahme des Bahnanteils im Importverkehr und die relativ geringe Zunahme im Binnenverkehr lässt sich somit damit begründen, dass die bahnaffine Nachfrage der Warengruppe «Energieträger» bis 2050 erheblich abnimmt.

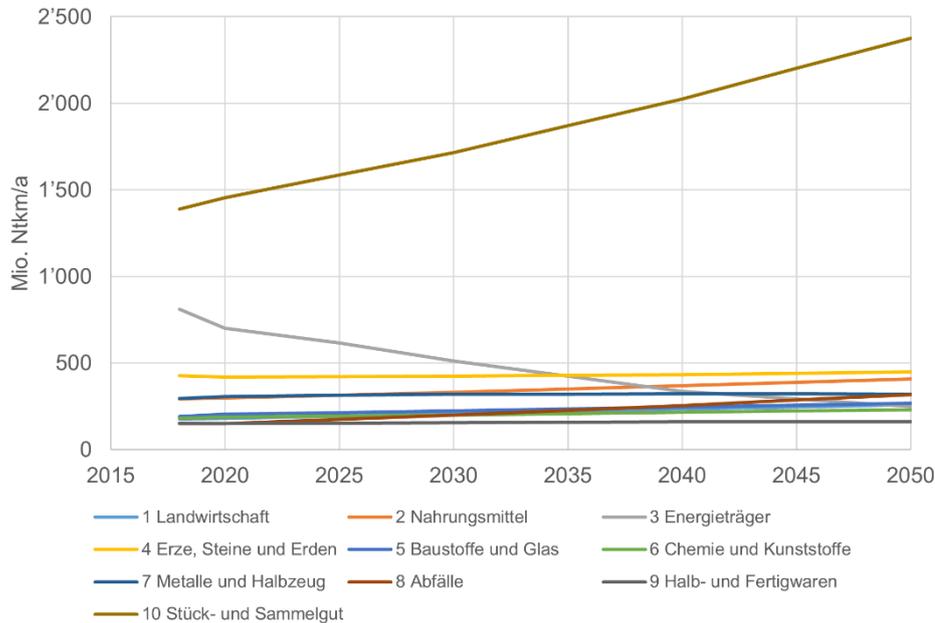


Abbildung 3: Prognose der Transportleistungen im Binnen-, Import und Exportverkehr auf der Schiene gemäss Verkehrsperspektiven 2050 (Grafik EBP)

Unterirdische Gütertransporte (Cargo Sous Terrain, CST) sind in den Verkehrsperspektiven 2050 nicht berücksichtigt. Deshalb wird CST auch in der vorliegenden Studie zum Kernsatz 5 nicht betrachtet. Einerseits ist das prognostizierte Aufkommen in CST in der ersten Etappe (Härkingen–Zürich) gemäss Studien des BAV² klein (ca. 1% des Gesamtaufkommens im Binnenverkehr). Andererseits wird der geplante Vollausbau von Cargo Sous Terrain als sehr ungewiss eingeschätzt.

3.2 Modalsplit-Ziel

Basierend auf dem Prognosezustand VP2050, Szenario Basis, wird aus den Transportleistungen das Modalsplit-Ziel errechnet. Das Modalsplit-Ziel ist die Verdoppelung des Anteils der Bahn bis 2050 (gegenüber dem Analysejahr 2018). Wie aus Tabelle 4 entnommen werden kann, entspricht eine Verdoppelung des Modalsplits gegenüber 2018 einem Bahnanteil von rund 41%. Zur Erreichung dieses Ziels müsste die Bahnnachfrage gemäss Verkehrsperspektiven 2050 mit rund 5'000 Mio. Ntkm im Jahr 2050 somit um ca. 5'500 Mio. Ntkm erhöht werden, d.h. sie müsste mehr als verdoppelt werden.

² Volkswirtschaftliche Aspekte und Auswirkungen des Projekts Cargo Sous Terrain (CST), Infras 2016

		2018, VP2050		2050, VP2050		2050, Modalsplit-Ziel	
		Mio. Ntkm	Modalsplit	Mio. Ntkm	Modalsplit	Mio. Ntkm	Modalsplit
Binnen	Strasse	11'628	80.8%	14'197	79.5%	11'291	61.7%
	Schiene	2'739	19.0%	3'660	20.5%	7'001	38.3%
Import	Strasse	2'591	73.7%	3'496	79.9%	2'171	47.5%
	Schiene	923	26.3%	878	20.1%	2'402	52.5%
Export	Strasse	1'666	80.5%	2'249	81.8%	1'725	61.0%
	Schiene	404	19.5%	501	18.2%	1'103	39.0%
BIE Total	Strasse	15'885	79.6%	19'942	79.8%	15'188	59.1%
	Schiene	4'066	20.4%	5'039	20.2%	10'507	40.9%

Tabelle 4: Modalsplit-Ziel im Güterverkehr

Die Summe der Nachfrage über Schiene und Strasse nimmt beim Modalsplit-Ziel im Vergleich zu den VP2050 zu. Dies ist darauf zurückzuführen, dass hier für die verlagerte Nachfrage von der Strasse auf die Schiene ein Weglängenfaktor berücksichtigt wird. Eine vertiefte Beschreibung zum Weglängenfaktor kann Kapitel 5 entnommen werden.

Die Warengruppe 3 (Energieträger) hat einen hohen Bahnanteil (im Binnenverkehr über 40%, Import/Export über 80%) und stark sinkende Mengen (Rückgang um ca. 70% bis 2050). Mit dem Verlagerungsziel müsste diese starke Einbusse auf der Bahn somit überkompensiert werden. Als Sensitivität wird deshalb zusätzlich geprüft, wie sich das Modalsplit-Ziel unter Ausklammerung der Warengruppe 3 darstellen würde. Betrachtet man das Total der Verkehrsleistung aus Binnen, Import und Export, so beträgt unter Ausklammerung der Warengruppe 3 der Bahnanteil gemäss VP2050 im Jahr 2018 ca. 17%, im Jahr 2050 ca. 19% und das Verlagerungsziel würde einem Bahnanteil von 35% entsprechen. Gegenüber den VP2050 wären in der Sensitivität zur Erreichung des Modalsplit-Ziels noch rund 4'000 Mio. Ntkm zu verlagern.

3.3 Güterstruktur bei Strassentransporten 2017–2019

Für eine Einschätzung der Verlagerung von der Strasse wird die Struktur des Strassengüterverkehrs betrachtet. Eine Auswertung der Einzeldaten der Gütertransporterhebung (GTE) der Jahre 2017 bis 2019 zeigt die Charakteristiken der Strassentransporte hinsichtlich Warengruppen, Frachtart, Distanzen und Mengen (Bündelung je Relation) auf.

Im Anhang 1 findet sich je Warengruppe eine Aufbereitung wie folgt:

- Transportleistung differenziert nach Binnen-, Import- und Exportverkehr
- Aufkommen je Relation (CH-Bezirke) nach Distanz im Binnenverkehr
- Anteile an der gesamten Transportleistung [Ntkm] je Relation (CH-Bezirke) nach Distanz im Binnenverkehr
- Anteile der Frachtarten im Binnenverkehr

Im Folgenden werden ausgewählte Kenngrößen mit Fokus auf die vorzunehmenden Abschätzungen in den Szenarien dargelegt.

Im urbanen Güterverkehr ist der Palettisierungsgrad relevant. Die höchsten Palettisierungsgrade (Frachtart 4) zeigen sich bei Nahrungsmitteln, Halb- und Fertigwaren sowie bei Stück- und Sammelgütern (Abbildung 4).

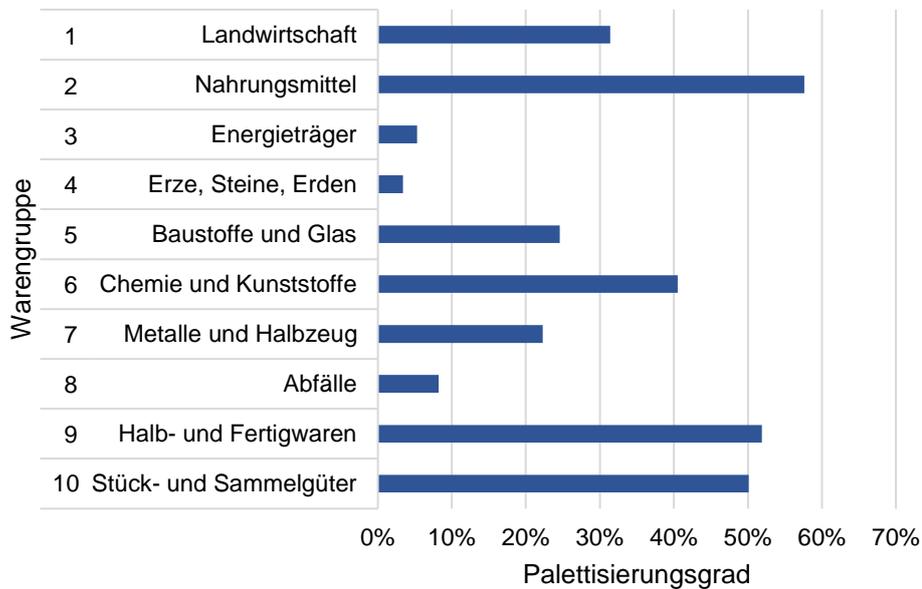


Abbildung 4 Palettisierungsgrad (Transportleistung) im Binnenverkehr nach Warengruppen, schwere Nutzfahrzeuge, Durchschnitt 2017–2019

Bei den Transportlängen zeigt sich eine Zweiteilung mit Warengruppen, die im Mittel weiter als 50 Kilometer transportiert werden (Warengruppen 1, 2, 6, 7, 9 und 10) und solchen unterhalb 30 Kilometern (Warengruppen 4, 5 und 8). Einzig Energieträger liegen dazwischen (Abbildung 5).

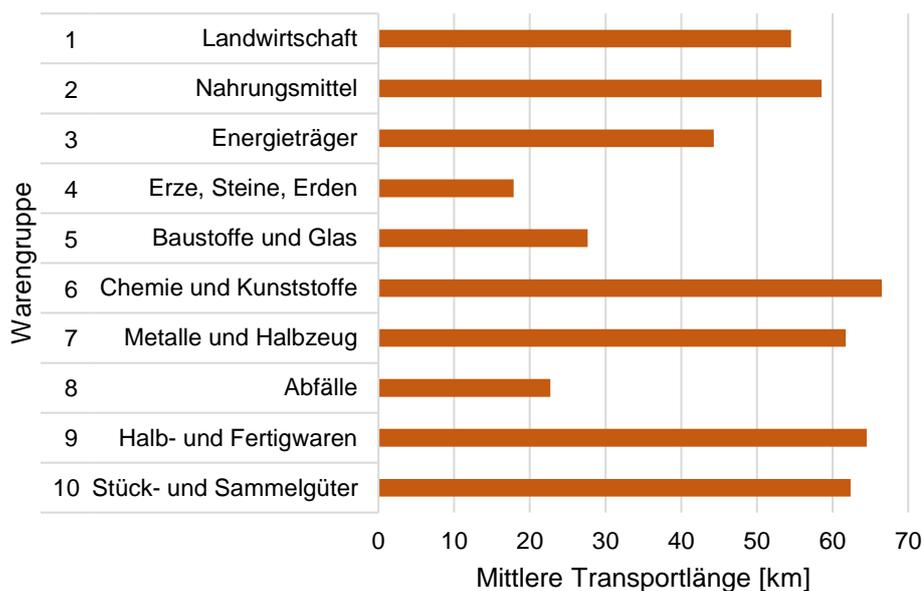


Abbildung 5 Mittlere Transportlängen im Binnenverkehr nach Warengruppen, schwere Nutzfahrzeuge, Durchschnitt 2017–2019

4. Festlegung der Szenarien

4.1 Vorgehen zur Bildung der Szenarien

Zur Ermittlung der verlagerbaren Verkehre im Binnen-, Import- und Exportverkehr werden drei aufeinander aufbauende Szenarien definiert. D.h. Szenario 2 enthält alle Massnahmen und Entwicklungen aus Szenario 1, Szenario 3 wiederum enthält alle Massnahmen aus Szenario 2. Der Aufbau der Szenarien gliedert sich wie folgt:

- **Szenario 1** berücksichtigt Kostensenkungen durch Effizienzgewinne und eine Qualitätssteigerung (schnellere Transporte), welche über die Annahmen der Verkehrsperspektiven 2050 hinausgehen.
- **Szenario 2** berücksichtigt zusätzlich weitere Kostensenkungen durch Kostenübernahmen (Subventionen) von Bund und Kantonen zur Attraktivitätssteigerung der Bahn.
- **Szenario 3** berücksichtigt zusätzlich alternative Produktionskonzepte und Weiterentwicklungen des Rollmaterials um weitere Marktanteile auf die Bahn zu verlagern. Die Automatisierung des Schienenverkehrs ist ebenfalls berücksichtigt.

Als Grundlage für die Bildung der Szenarien fanden Interviews und ein Workshop mit Fachexperten statt (vgl. Kapitel 4.2). Darauf aufbauend wurden die konkreten Annahmen zu den Szenarien festgelegt. Diese werden in den Kapiteln 4.3 bis 4.5 beschrieben, in Kapitel 4.6 findet sich ein Überblick zu den Szenarien.

4.2 Workshop Alternative Produktionsformen, Weiterentwicklung Rollmaterial und Automatisierung

Im Rahmen der Studie zum Kernsatz 5 sind alternative Produktionsformen, Weiterentwicklungen des Rollmaterials und Automatisierungen hinsichtlich ihrer Verbreitung und Wirkung auf den Bahngüterverkehr im Jahr 2050 zu prüfen. Der Schienengüterverkehr muss sich an sich ändernde Rahmenbedingungen anpassen, insbesondere die transportierten Warenarten.

Deshalb wurde in einem mehrstufigen Expertenworkshop erörtert, wie sich sowohl die bestehenden Produktionsformen weiterentwickeln könnten als auch wie für Güterbahnen neue Märkte zu erschliessen wären:

- In einem ersten Schritt wurde in Einzelinterviews eine möglichst vollständige Palette an Massnahmen (alternative Produktionsformen, Weiterentwicklungen des Rollmaterials und Automatisierung) erstellt.
- In einem zweiten Schritt wurden im Rahmen einer Plenumsveranstaltung die plausibelsten Lösungen ausgewählt und hinsichtlich ihrer Realisierungschancen (bis 2050) und Wirksamkeit (auf die Verlagerung) beurteilt. Die Beurteilung erfolgte in den Wirkungsdimensionen Kosten, Transportzeit, und Markterweiterung. Weitere Kriterien wie Zuverlässigkeit und Häufigkeit der Transporte wurden implizit in Kosten und Transportzeit berücksichtigt.

Tabelle 5 zeigt die diskutierten Innovationen bzw. Produkte und die erwartete Wirkung auf das Angebot. Die detaillierte Beschreibung der betrachteten Innovationen und die Beurteilung hinsichtlich Realisierbarkeit und Nachfragewirkung befindet sich in Anhang A2.

Innovation / Produkt	Wirkung auf:
Neue Produktionsformen	
Linienzug	Transportzeit; Häufigkeit; Erweiterung Markt
Automatisierung	
Automatisierte Güterzüge	Kosten
Automatisierter Container-Umschlag	Kosten
Weiterentwicklung bestehende Produktionsformen	
Effiziente Zustellung	Kosten
Effiziente Zugsbildung	Kosten; Transportzeit
Zustandsbasierte Instandhaltung	Kosten (über Zuverlässigkeit)
Produktive Trassen	Kosten; Transportzeit
Produktives Rollmaterial	Kosten
Transparente Transportdaten	Kosten (über Erhöhung Auslastung)
Rollmaterial für Markterweiterungen	Erweiterung Markt

Tabelle 5: Innovationen bzw. Produkte und die erwartete Wirkung auf das Angebot

Nicht näher betrachtet wurden bereits umgesetzte Innovationen (z.B. Adaptive Zuglenkung ADL), visionäre Ideen (z.B. autonome Güterwagen, Mischsysteme Güter-/Personenverkehr) sowie Entwicklungen, welche vor allem im Transitverkehr wirken (z.B. lange Güterzüge über 750 Meter).

Die Perspektive Bahn 2050 bezieht sich einzig auf Bahn und Strasse und schliesst bewusst – im Sinne einer «Laborstudie» – die Betrachtung weiterer Verkehrsträger aus. Die Betrachtung von Spezialsystemen (Cargo Sous Terrain, Hyperloop, etc.) wurde deshalb explizit ausgeschlossen.

Die Innovationen bzw. Produkte werden nun im Folgenden den Szenarien zugeordnet. Im Weiteren wird davon ausgegangen, dass einzelne Innovationen bzw. Produkte bereits in den Überlegungen zu den Verkehrsperspektiven 2050 implizit enthalten sind. Dabei handelt es sich um die Innovationen bzw. Produkte «Produktives Rollmaterial», «Zustandsbasierte Instandhaltung» und «Transparente Transportdaten».

4.3 Szenario 1

Die Verkehrsperspektiven 2050 rechnen mit leichten Kostenreduktionen des Bahntransports aufgrund geringfügig höherer Auslastungen des

Rollmaterials. Darüber hinausgehend berücksichtigt Szenario 1 weitere Effekte, namentlich:

- Die generelle Reduktion der Transportzeit insgesamt um 10%,
- eine Kostenreduktion von 15% im WLV und
- eine Kostenreduktion von 5% im UKV.

Die Reduktion der Transportzeit und Kosten ist darin begründet, dass bereits heute effizienzsteigernde Massnahmen absehbar sind (die vermutlich nicht in vollem Umfang in den Annahmen zu den Verkehrsperspektiven berücksichtigt sind):

- Vereinfachung des Rangierbetriebs/Zustellung durch die Einführung des 1-Personen-Betriebs (mittels automatischer Kupplung, Funkfernsteuerung und Kollisionswarnsystemen).
- Optimierung der Zugsbildung durch die automatische Bremsprobe im Güterverkehr und ggf. vereinfachte Zugkontrollen.
- Verbesserte Planung produktiverer Trassen, punktuell ergänzt durch zusätzliche Infrastruktur.

4.4 Szenario 2

Szenario 2 berücksichtigt zusätzlich weitere Kostensenkungen durch Kostenübernahmen (Subventionen) von Bund und Kantonen zur Attraktivitätssteigerung der Bahn. Gerechnet wird mit einer Reduktion der Gesamtkosten im Umfang von:

- 25% im Binnenverkehr (zusätzlich zu Szenario 1)
- 5% im Import- und Exportverkehr (zusätzlich zu Szenario 1; nur Bezuschussung Anteil CH)

Die Ausprägungen möglicher Kostenübernahmen sind vielfältig. Denkbar sind beispielsweise direkte Betriebszuschüsse an die Transportunternehmen und Verloader, eine Kostenübernahme von Umschlagsleistungen im UKV oder die Bestellung von lokalen Rangierleistungen durch Kantone (vergleichbar mit dem Personen-Regionalverkehr).

Der hier gewählte Umfang an Subventionen entspricht einer Kostenreduktion von rund 6–7 Rappen je Nettotonnenkilometer im UKV und 3–4 Rappen je Nettotonnenkilometer im WLV. Total ergibt dies (im Jahr 2050) rund 60 Mio. CHF für den UKV und rund 180 Mio. CHF im WLV.

4.5 Szenario 3

Szenario 3 enthält weitere Kostensenkungen, wenn auch in geringerem Mass als die Szenarien 1 und 2. Diese sind begründet in der zunehmenden Automatisierung des Bahnverkehrs und des Containerumschlags im UKV. Gerechnet wird mit einer Reduktion im Umfang von:

- 50% der Personalkosten in allen Produktionsformen. Die Gesamtkosten reduzieren sich dabei um weniger als 1%.
- 5% der Gesamtkosten im UKV.

Hauptbestandteil von Szenario 3 ist die Abschätzung zusätzlicher Potenziale aus der Weiterentwicklung der Güterbahnen zur Erschliessung weiterer Marktsegmente. Dies sind insbesondere die Etablierung von Linienzüge als neues Produktionskonzept im Binnenverkehr und neues Rollmaterial im Importverkehr.

Linienzüge werden als Mittel betrachtet, die Schiene auf die Wachstumsmärkte des Güterverkehrs in urbanen Räumen auszurichten und das Bahnangebot auf Relationen auszuweiten, welche sonst kein ausreichendes Aufkommen für Ganzzüge aufweisen. Die Herleitung der Verlagerungspotenziale durch Linienzüge sind im Methodenkapitel (Kapitel 5.3) näher beschrieben.

Weiterentwicklungen des Rollmaterials im Importverkehr ermöglichen die Markterweiterung auf langläufige klimageführte Transporte. Dazu ist die Energieversorgung und Sensorik zur Ladegutüberwachung erforderlich.

4.6 Übersicht Szenarien

Tabelle 6 zeigt zusammenfassend die Annahmen für alle drei Szenarien.

Veränderungen gegenüber 2018	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Grundannahmen (CO ₂ -Preise etc., Annahmen Strasse)	Wie 2050, Verkehrsperspektiven		
Produktives Rollmaterial und Vermeidung von Störungen durch zustandsbasierte Instandhaltung, Verbesserte Kapazitätsnutzung durch verbesserten Datenaustausch	Wie 2050, Verkehrsperspektiven In Auslastungsgewinnen VP2050 berücksichtigt		
Produktive Trassen, Effiziente Zustellung, Effiziente Zugsbildung	Transportzeit insgesamt generell um 10% reduziert WLV Kostenreduktion 15% UKV Kostenreduktion 5%		
Kostensenkungen durch Kostenübernahmen (Subventionen)		Kostenreduktion über alle Produktionsformen (Binnen: Gesamtkosten um 25% reduzieren, Import/Export: um 5%)	
Automatisierte Güterzüge			Personalkosten um 50% reduzieren (Reduktion der Gesamtkosten um weniger als 1%)
Automatisierter Container-Umschlag			5% Reduktion der Gesamtkosten im UKV
Neue Produktionsformen (Linienzüge auf Hauptachsen)			Abschätzung aus Auswertung GTE (nur Binnen, nur Warengruppen 2, 9 und 10)
Rollmaterial für neue Märkte			Abschätzung aus Auswertung GTE (Warengruppe 2, nur Import)

Tabelle 6: Annahmen zu den Parametern je Szenario

5. Methoden zur Abschätzung der Nachfrage 2050 je Szenario

5.1 Ausgangsmengengerüst

Grundlage der Berechnungen sind die Transportleistungen aus den Verkehrsperspektiven 2050, Szenario Basis. Der Prognosezustand 2050 dient jeweils – sofern nicht anders ausgewiesen – als Referenz für die Szenarien. Tabelle 7 zeigt das Ausgangsmengengerüst.

		Warengruppe										Summe
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Binnen	Strasse	1'541	2'499	137	2'076	1'335	562	359	1'185	630	3'873	14'197
	Schiene	182	222	126	420	259	94	67	230	66	1'994	3'660
Import	Strasse	662	394	23	376	452	297	225	137	588	342	3'496
	Schiene	41	12	113	30	6	125	158	26	81	286	878
Export	Strasse	114	308	2	152	143	243	221	334	575	156	2'249
	Schiene	36	174	9	0	4	11	94	62	15	96	501
BIE Total	Strasse	2'317	3'201	162	2'604	1'930	1'102	805	1'656	1'794	4'371	19'942
	Schiene	260	408	248	449	268	230	320	318	162	2'376	5'039

Tabelle 7: Ausgangsmengengerüst (2050) in Mio. Ntkm

Nebst den Summenwerten für die Strasse oder Schiene werden vereinzelt auch spezifische Werte, z.B. für den UKV, verwendet.

5.2 Abschätzung von Nachfrageänderungen infolge Kosten- und Transportzeitänderungen mittels Nachfrageelastizitäten

Für die Abschätzung der Wirkungen von Kostenänderungen und Qualitätssteigerungen werden Nachfrageelastizitäten angewendet. Die Kosten- und Zeitelastizitäten sind den Unterlagen zur «Aggregierten Methode Güterverkehr» (AMG) entnommen. Diese entstammen wiederum der Methode der Bundesverkehrswegeplanung (BVWP) in Deutschland und wurden für die AMG an die Schweizer Verhältnisse angepasst.

	ZeitLkw	KostenLkw	ZeitBahn	KostenBahn
Land-, Forstwirtschaft	-0.07	-0.27	-0.54	-2.1
Nahrungsmittel	-0.03	-0.13	-0.58	-2.24
Energieträger	-0.16	-0.95	-0.21	-1.23
Steine, Erden	-0.01	-0.14	-0.28	-2.78
Baustoffe, Glas	-0.01	-0.13	-0.28	-2.78
Chemie, Kunststoff	-0.08	-0.52	-0.34	-2.14
Metall	-0.06	-0.31	-0.29	-1.39
Sekundärrohstoffe	-0.02	-0.12	-0.4	-2.54
Halb-, Fertigwaren	-0.06	-0.16	-0.56	-1.38
Stück-, Sammelgüter	-0.01	-0.54	-0.02	-0.88

Tabelle 8 Zeit- und Kostenelastizitäten aus den Unterlagen zur AMG

Die Berechnung der Nachfrageänderung je Warengruppe erfolgt in drei Schritten wie folgt:

- Ermittlung der Nachfrageänderung Schiene mittels Elastizitäten
- Normierung der Gesamtnachfrage Strasse und Schiene auf den Eckwert VP2050
- Berücksichtigung des Weglängenfaktors

Abbildung 6 zeigt den Berechnungsablauf, der im Folgenden erläutert wird.

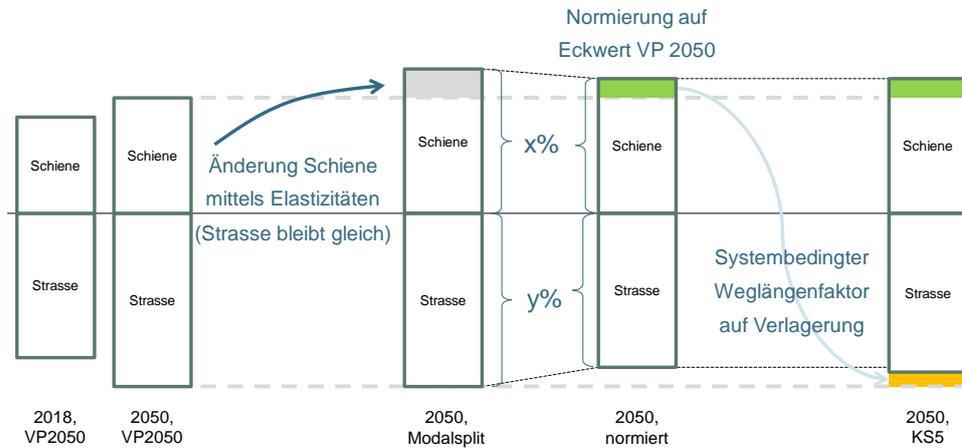


Abbildung 6: Berechnungsmethodik zur Verlagerung durch Kosten- und Zeitänderungen im Schienengüterverkehr unter Berücksichtigung einer systembedingten Zunahme der durchschnittlichen Transportdistanz.

1. Ermittlung der Nachfrageänderung Schiene mittels Elastizitäten

Die Elastizitäten werden auf die Transportleistungen auf der Schiene im Analysejahr 2018 angewendet (es wird vereinfachend davon ausgegangen, dass die durchschnittlichen Distanzen im Schienengüterverkehr in etwa konstant sind). Kosten- oder Qualitätsänderungen im Strassenverkehr sind in dieser Studie nicht hinterlegt.

$$Ntkm_{Szenario} = Ntkm_{Basis} \times \left(1 + E_{Kosten} \times \frac{k_{Szenario} - k_{Basis}}{k_{Basis}}\right) \times \left(1 + E_{Zeit} \times \frac{t_{Szenario} - t_{Basis}}{t_{Basis}}\right)$$

2. Normierung Gesamtnachfrage Strasse und Schiene auf Eckwert VP2050

Bei den Änderungen der Transportleistungen wird zunächst von einem konstanten gesamtmodalen Eckwert ausgegangen, d.h. es gibt keinen induzierten Verkehr im Güterverkehr. Deshalb werden die mittels Elastizitäten hochgerechneten Werte auf den gesamtmodalen Eckwert (Prognose VP2050) normiert. Die prozentualen Anteile gemäss Säule 2050, Modalsplit werden hierzu auf den gesamtmodalen Eckwert gemäss Säule 2050, VP2050 angewendet.

3. Berücksichtigung des Weglängenfaktors

Zuletzt werden systembedingte Änderungen der Transportleistungen infolge der Verlagerung von der Strasse auf die Schiene berücksichtigt. Dazu wird ein Weglängenfaktor angewendet, welcher berücksichtigt, dass die durchschnittliche Transportdistanz auf identischen Relationen auf der Schiene höher liegt als bei Strassentransporten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei der Verlagerung das Bahnangebot systembedingt weniger gut den Wunschlinien des Transports entspricht. Durch den Zwang zur Bündelung laufen Transportwege auf der Schiene über zentrale Bündelungspunkte – die Rangierbahnhöfe im Einzelwagenladungsverkehr und Containerterminals im kombinierten Verkehr. Zudem ist im kombinierten Verkehr der Vor- und Nachlauf zu berücksichtigen. Der Weglängenfaktor wurde auf durchschnittlich rund 15% geschätzt. Bei der Verlagerung eines Nettotonnenkilometers von der Strasse auf die Schiene wird deshalb auf der Strasse eine um 15% geringere Verlagerung erzielt.

$$\Delta Ntkm_{Strasse} = \frac{\Delta Ntkm_{Schiene}}{(1 + f_{Weglänge})}$$

Der Weglängenfaktor ist auch in den Berechnungen zum Modalsplit-Ziel berücksichtigt.

5.3 Abschätzung von Nachfrageänderungen infolge Markterweiterungen

Das Potenzial von Markterweiterungen im Schienengüterverkehr wird über eine Analyse des Strassengüterverkehrs abgeschätzt. Die Struktur von Strassentransporten gibt Aufschluss darüber, welche Anteile in welchem Segment als verlagerbar betrachtet werden können (vgl. Kapitel 3.3).

Grundlage für die Abschätzung ist eine Auswertung der Einzeldaten der Gütertransporterhebung (GTE) der Jahre 2017 bis 2019 sowie der Erhebung grenzquerender Güterverkehr (GQGV) von 2019. Die Daten enthalten die Mengen, Warengruppen, Distanzen und Destinationen einer Stichprobe von Transporten mit in der Schweiz immatrikulierten schweren Nutzfahrzeugen. Für die Auswertung werden die Destinationen (nach Postleitzahl) zu Relationen zwischen Bezirken aggregiert.

Für die Abschätzung des Potenzials von Linienzugkonzepten werden nur die Warengruppen Nahrungsmittel (NST 2), Halb- und Fertigwaren (NST 9)

sowie Stück- und Sammelgüter (NST 10) im Binnenverkehr betrachtet. Diese Warengruppen werden als am besten verlagerbar eingeschätzt, da hier hohe Palettisierungsgrade vorhanden sind (vgl. Kapitel 3.3). Zudem weisen diese Warengruppen relativ hohe Transportlängen auf. Abbildung 7 zeigt auf, welche Anteile der Transportleistungen in welche Distanzbereiche fallen. So entfällt (im Binnenverkehr) beispielsweise rund die Hälfte der gesamten Transportleistung in Warengruppe 2 auf Transporte über eine Distanz von weniger als 100 Kilometer.

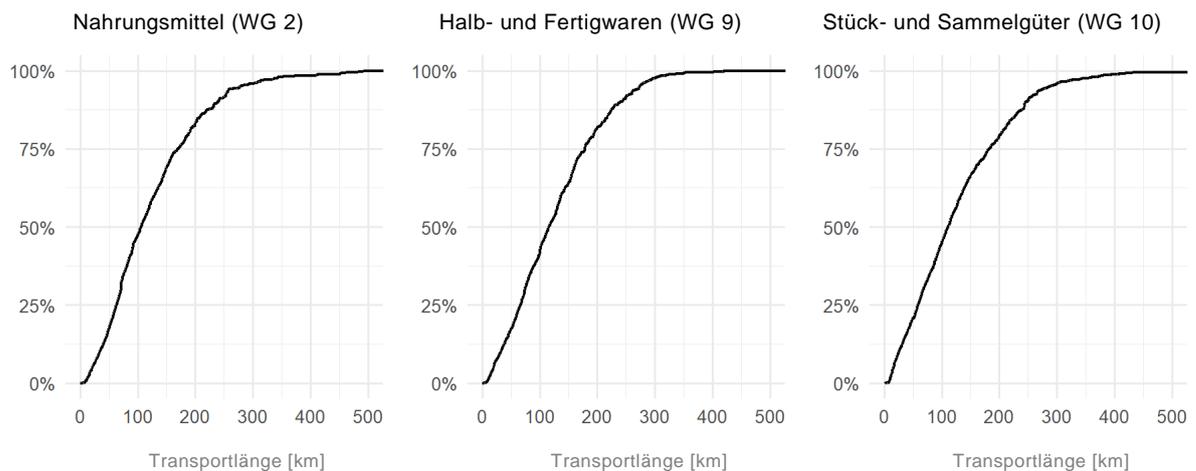


Abbildung 7 Verteilung der Transportlängen (Anteile der Transportleistung) im Binnenverkehr in den Warengruppen 2, 9 und 10

Der Anteil an der Transportleistung von Transporten über 100 Kilometer beträgt bei Nahrungsmitteln 52%, bei Halb- und Fertigwaren 58% und bei Stück- und Sammelgütern 55%.

Für die Abschätzung in Szenario 3 wird angenommen, dass davon wiederum 65% als verlagerbar betrachtet werden kann. Der resultierende Verlagerungsanteil wird mit den prognostizierten Transportleistungen auf der Strasse in den Verkehrsperspektiven 2050 verrechnet (nach Abzug der bereits in Szenario 1 und 2 verlagerten Anteile). Insgesamt resultiert so ein Verlagerungspotenzial von 14% der gesamten Transportleistung des schweren Strassengüterverkehrs im Binnenverkehr.

Im Importverkehr wurde im Rahmen der Expertengespräche Potenzial in der Warengruppe 2 (Nahrungsmittel) geortet. Es wird davon ausgegangen, dass mit Weiterentwicklungen des Rollmaterials rund ein Viertel der Importverkehre von Nahrungsmitteln auf die Bahn verlagert werden könnten. Das Verlagerungspotenzial beträgt insgesamt knapp 3% der gesamten Transportleistung des schweren Strassengüterverkehrs im Importverkehr.

6. Nachfrage 2050 je Szenario

Die Resultate der Berechnungen zeigen, dass mit den bestehenden Produktionsformen in den Szenarien 1 und 2 der Modalsplit-Anteil der Bahn von 20.4% (VP2050, Prognose 2050) auf 23.6% bis 27.0% erhöht werden könnte (vgl. Tabelle 9 bzw. Abbildung 8). Mit Szenario 3 wird das Modalsplit-Ziel nicht vollständig erreicht. Zwar wird im Binnenverkehr eine Verdoppelung des Bahnanteils rechnerisch erreicht, der Import- und Exportverkehr verfehlt das Ziel jedoch deutlich. Dies ist unter anderem auf die Annahme zurückzuführen, dass für den Import- und Exportverkehr weniger Möglichkeiten bestehen, die Schiene gezielt zu fördern.

		2050, Modalsplit-Ziel		2050, Szenario 1		2050, Szenario 2		2050, Szenario 3	
		Mio. Ntkm	Modal-split	Mio. Ntkm	Modal-split	Mio. Ntkm	Modal-split	Mio. Ntkm	Modal-split
Binnen	Strasse	11'291	61.7%	13'624	75.9%	12'911	71.5%	11'289	61.7%
	Schiene	7'001	38.3%	4'321	24.1%	5'143	28.5%	7'009	38.3%
Import	Strasse	2'171	47.5%	3'383	77.0%	3'355	76.3%	3'264	74.0%
	Schiene	2'402	52.5%	1'008	23.0%	1'041	23.7%	1'146	26.0%
Export	Strasse	1'725	61.0%	2'160	78.2%	2'140	77.3%	2'136	77.2%
	Schiene	1'103	39.0%	603	21.8%	627	22.7%	632	22.8%
BIE Total	Strasse	15'188	59.1%	19'167	76.4%	18'405	73.0%	16'688	65.5%
	Schiene	10'507	40.9%	5'933	23.6%	6'811	27.0%	8'786	34.5%

Tabelle 9: Nachfrage je Szenario und Modalsplit-Ziel

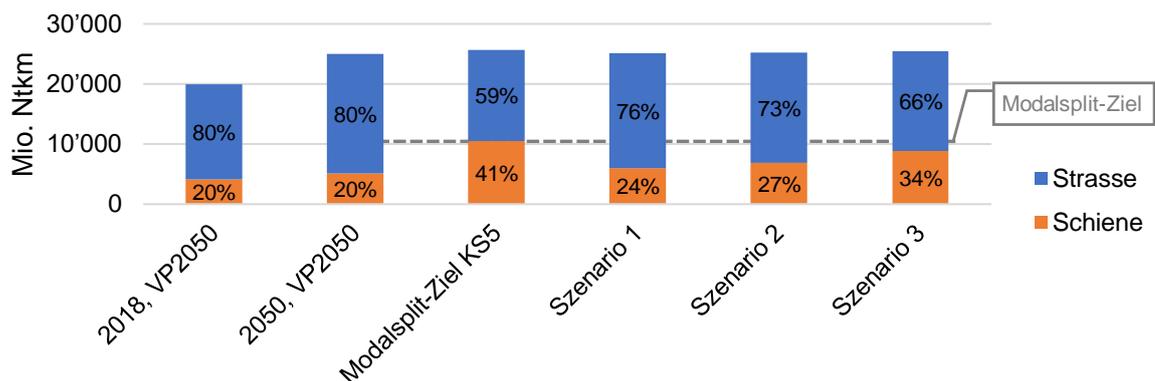


Abbildung 8 Vergleich der Resultate je Szenario mit dem Modalsplit-Ziel, dem Prognosezustand 2050 und dem Analysejahr 2018

Die anhand der genannten Methoden und Annahmen ermittelte Nachfrage (in Ntkm) je Szenario im Horizont 2050 bildet die Grundlage für die Abschätzungen des Trassenbedarfs, zusätzliche Infrastrukturen sowie Treibhausgasemissionen und des Energieverbrauchs.

7. Abschätzung zusätzlicher Trassenbedarf

7.1 Einleitung

Ziel dieses Arbeitsschrittes ist es, den Trassenbedarf im Güterverkehr einzuschätzen. Ausgangsbasis ist dabei der Ausbauschnitt 2035 mit dem dort hinterlegten Angebot im Personen- und Güterverkehr und der dort hinterlegten Infrastruktur.

Der Mehrbedarf an Trassen bildet die Basis zur Ermittlung der zusätzlichen Infrastruktur. Aus der zusätzlichen Infrastruktur soll so ein Eckwert zu den Kosten je Szenario abgeleitet werden. Auf Stufe der einzelnen Abschnitte (ca. 30) werden Unschärfen bezüglich Trassen, Infrastruktur und Kosten in Kauf genommen. Diese dürften sich ungefähr ausgleichen.

Die Methodik soll eine strategische Einschätzung zu den Kosten ermöglichen, für Detaillierungen wären viele Vertiefungen notwendig (Nachfrage je Abschnitt, bei der Infrastrukturermittlung Einbezug mögliche Änderungen Personenverkehr etc.).

7.2 Methodik

Aus Abbildung 9 kann der Ablauf zur Ermittlung der zusätzlichen Trassen entnommen werden. Darin auch festgehalten sind einige Annahmen. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte vertieft erläutert.

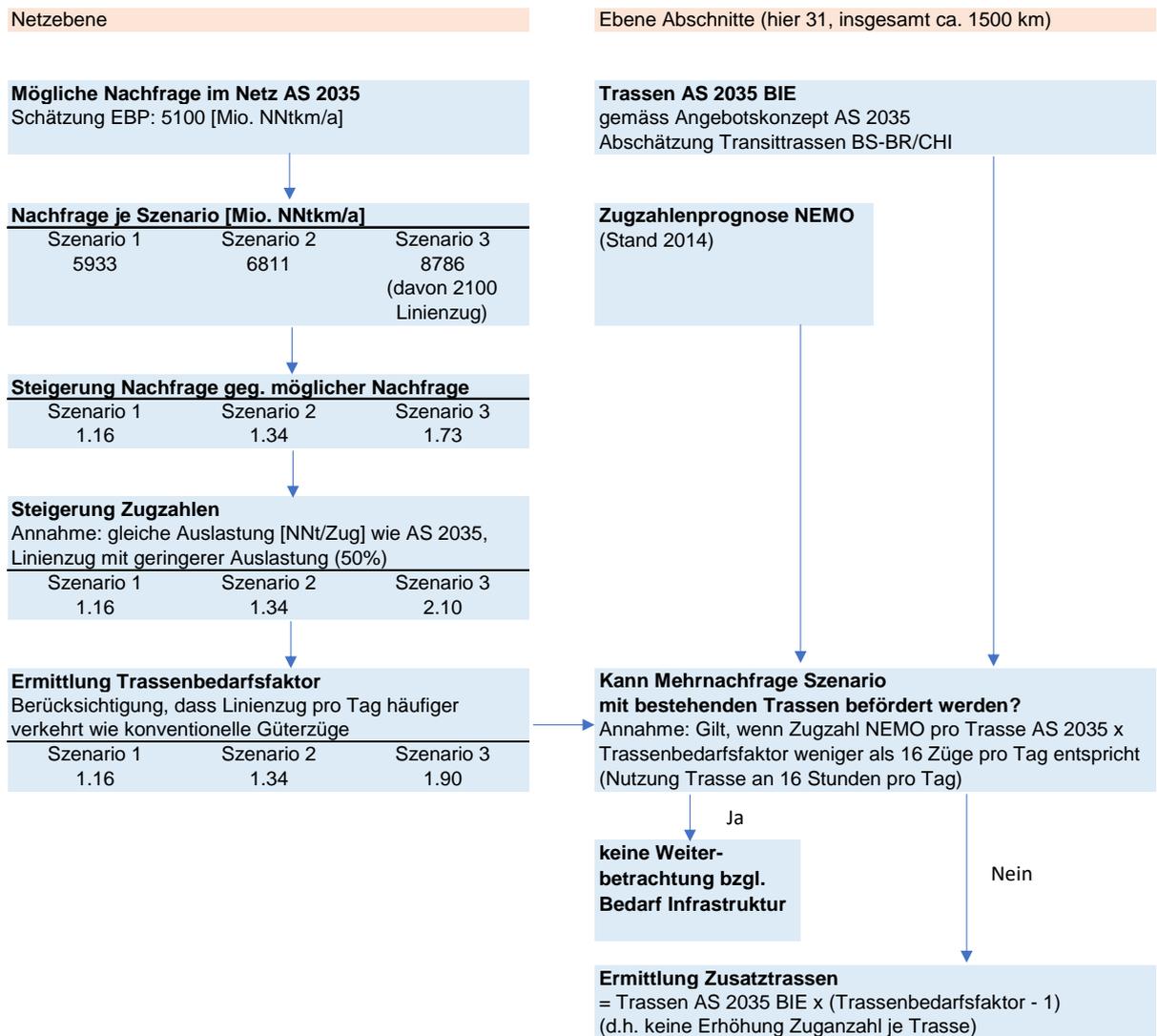


Abbildung 9 Ablaufschema zur Ermittlung der zusätzlichen Trassen

a) Mögliche Nachfrage im Netz AS 35

Zunächst gilt es abzuschätzen, welche Nachfrage im Binnen-, Import und Exportverkehr im AS 35 transportiert werden kann. Diese Grössenordnung wird abgeleitet aus der im AS 35 hinterlegten Nachfragemenge und der Aussage der SBB, dass auch nach Realisierung von AS 35 noch Überlasten bestehen. Gemäss dem Bericht «BAV: STEP AS 2030, Bedarfsanalyse, Verkehrsprognose, 29.10.2014» wird dem Ausbauschritt eine Nachfrage im Binnen-, Import und Exportverkehr von ca. 46 Mio. NNt/a hinterlegt. Die Überlasten werden zu 1 Mio. NNt/a eingeschätzt, so dass eine netzweite Kapazität von 45 Mio. NNt/a als Grössenordnung abgeleitet werden kann. Multipliziert man diese Nachfrage mit der durchschnittlichen Transportweite von 114 km gemäss den Verkehrsperspektiven 2050, so resultiert eine Transportmenge von 5'100 Mio. NNtkm/a.

b) Nachfrage je Szenario, Steigerung Nachfrage, Zugzahlen und Trassenbedarfsfaktor auf Netzebene

Es stellt sich nun die Frage, wie mit einer Nachfrage grösser 5'100 Mio. NNtkm/a umzugehen ist. Dabei handelt es sich um relativ geringe bis starke Steigerungen. Beim Szenario 1 beträgt die Nachfrage 5'933 Mio. NNtkm/a die Zunahme entsprechend einer Zunahme von 16%, beim Szenario 2 beträgt die Zunahme 34% und beim Szenario 3 73%.

Für die Umrechnung dieser Nachfragezunahme in stündliche Trassen (entsprechend Abgrenzung Angebotskonzept AS 35, Stand 03-2020) spielen verschiedene Faktoren hinein:

- Szenario 1 und 2: Die Nachfrage in einem Zug könnte allenfalls noch erhöht werden. Wir gehen hier aber davon aus, dass die Nachfrage bei den bestehenden Produktionsformen je Zug wie im AS 35 bestehen bleibt, entsprechend durchschnittlich 350 NNt/Zug³. Im Szenario 1 und 2 besteht zwar mit der Annahme der Effizienzgewinne und der Subventionierung im Grundsatz das Potenzial einer Auslastungserhöhung, da die Massengüter gemäss den Verkehrsperspektiven 2050 nun aber an Bedeutung verlieren, wird in diesen Szenarien von einer gleichbleibenden Auslastung ausgegangen. Netzweit resultiert somit eine Zunahme bei den Zugzahlen von 16% beim Szenario 1 und von 34% beim Szenario 2. Wäre generell nur die Zugzahl 2035 auf der Trasse 2035 führbar, so ergäbe sich ein Trassenbedarfsfaktor von 1.16 bzw. 1.34. Diese Thematik wird weiter unten auf Stufe der einzelnen Abschnitte noch vertieft.
- Szenario 3: Beim Linienzug gehen wir von einer um 50% reduzierten Auslastung je Zug aus, entsprechend 175 NNt/Zug. Dies, da es sich um eine Nachfrage handelt, die über ein attraktiveres Angebot zustande kommen muss. Die Anforderungen an Zeiten dürften sehr hoch sein, so dass die Bündelungsmöglichkeiten abnehmen.

Im konventionellen Verkehr nehmen die Zugzahlen entsprechend der Nachfrage um 32% zu, infolge der Linienzüge steigen die Zugzahlen zusätzlich um rund 80%⁴, so dass sich eine Zunahme von rund 110% ergibt. Die Trassen werden von einer unterschiedlichen Anzahl Züge pro Tag genutzt. Netzweit betrachtet dürften die Linienzüge, da diese in einem Taktfahrplan verkehren, häufiger verkehren als die konventionellen Züge. Der Trassenbedarfsfaktor wird deshalb nicht zu 2.1 angesetzt, sondern zu 1.9⁵.

Beim Trassenbedarfsfaktor wird die Kapazität der Trassen (Anzahl Züge je Trasse) vorerst gleich wie im AS 35 angenommen. Der Trassenbedarfsfaktor berücksichtigt allerdings nicht, dass die Trassen im AS 35 z.T. nur von geringen Zugzahlen genutzt werden. Deshalb wird bei relativ wenig genutzten

3 SBB: Dokumentation Bewertungsmethodik Güterverkehr STEP AS 2030, 12. November 2015

4 Im AS 2035 wird eine Nachfrage von 5'100 Mio. NNtkm/a bei einer Auslastung von 350 NNt/Zug unterstellt. Die Nachfrage in den Linienzügen beträgt 2'065 Mio. NNtkm/a, die Auslastung aber nur 175 NNt/Zug. Die Zunahme infolge Linienzüge ergibt sich somit zu $2065 \times 2 / 5100 = 0.8$ bzw. 80%

5 Annahme für Herleitung: Konventionelle Züge nutzen Trassen während 13 Stunden, Linienzüge während 18 Stunden. Mit Gewichtung der Nachfrage ergibt sich die Reduktion von ca. 10%.

Trassen der Trassenbedarfsfaktor nicht angewendet, d.h. es wird kein zusätzlicher Trassenbedarf unterstellt und die Kapazität der bereits vorhandenen Trasse(n) ausgenutzt. Darauf wird im folgenden Abschnitt eingegangen.

c) Ebene Abschnitte

Ausgangsbasis bilden die Trassen gemäss AS 35. Da hier nur Binnen-, Import und Exportverkehr relevant sind, werden die Trassenzahlen um den Transitverkehr bereinigt. Hier als Annahme hinterlegt sind folgende Trassenzahlen⁶:

— Basel–Chiasso: 5.5 Transittrassen

— Basel–Brig: 3.5 Transittrassen

Je Abschnitt stellt sich nun die Frage, inwieweit die prognostizierten Zugzahlen mit den bereits im AS 35 vorhandenen Trassen gefahren werden können. Auf einigen Abschnitten dürfte eine relativ ausgeglichene Nachfrage über den Tag erzielt werden, demgegenüber sind auf anderen Abschnitten grössere tageszeitliche Schwankungen zu erwarten. Diese konträren Effekte werden auf der Modellebene wie folgt berücksichtigt:

— Bei einigen Abschnitten ist ein Auffüllen der bestehenden Zugtrassen mit zusätzlichen Zügen möglich.

— Bei den anderen Abschnitten wird davon ausgegangen, dass das Verhältnis von Zugzahl zu erforderlicher Trasse dem Verhältnis aus dem AS 35 entspricht, d.h., es wird der Trassenbedarfsfaktor angewendet.

Ein Auffüllen der Trassen mit Zügen wird im gegenständlichen Modell dabei solange zugelassen, als das Produkt aus Zugzahl NEMO pro Trasse und Trassenbedarfsfaktor weniger als 16 Züge pro Tag ergibt. Dies entspricht einer Trassennutzung von 16 Zügen pro Tag.

7.3 Ergebnisse

Tabelle 10 zeigt die vorgesehenen Trassen des AS 35 sowie den Zusatzbedarf in den Szenarien 1, 2 und 3. Hier ausgewiesen sind die im Folgenden verwendeten gerundeten Werte. Die rechnerischen Werte finden sich im Anhang A3:

— Im Szenario 1 fällt die Zunahme bescheiden aus, bei den hier unterstellten Annahmen resultiert auf einzelnen Abschnitten zwischen Lausanne und Zürich ein Zusatzbedarf von einer Trasse.

— Im Szenario 2 ergibt sich neben der Achse Lausanne–Zürich auch auf einzelnen weiteren Strecken ein Zusatzbedarf.⁷

6 Als Ausgangsbasis für die Abschätzung der erforderlichen Trassen wird für BIE mit ganzen Trassen gerechnet. Werden z.B. von 6 Trassen 5.5 Transittrassen abgezogen, so wird als Ausgangsbasis 1 Trasse BIE angesetzt.

7 Bei den Szenarien 1 und 2 ergibt sich bei dieser Methodik kein Bedarf nach einer zusätzlichen durchgängigen Trasse Lausanne–Zürich. Wie in Kapitel 7.1 dargelegt, dient die Methodik zur Abschätzung eines Kosteneckwertes für die Schweiz und umfasst keine streckenscharfe Dimensionierung. Eine genaue Berechnung der Trassenanzahlen je Strecke würde eine Vielzahl von Vertiefungen bedingen.

— Im Szenario 3 resultiert ein sehr grosser Zusatzbedarf. Drei und mehr stündliche Trassen sind auf den Strecken Lausanne–Zürich–Winterthur und Basel–Olten/Brugg erforderlich. Auf diversen weiteren Strecken ergibt sich ein Zusatzbedarf von einer bis zwei stündlichen Trasse(n). Der sehr hohe Zusatzbedarf lässt sich damit begründen, dass neue Märkte erschlossen werden müssen, die hohe zeitliche Anforderungen haben. Die z.T. sehr hohen Zunahmen werden hier nicht weiter vertieft, da bei der Infrastrukturermittlung ab 3 Trassen pro Stunde sowieso der Maximalausbau, nämlich eine doppelspurige Neubaustrecke angesetzt wird.

Strecke	AS2035: Stündliche Trassen je Richtung	AS 2035: Stündliche Trassen BIE je Richtung	Szenario 1 Zusätzliche stündliche Trassen Szenario 1 gegenüber AS 2035	Szenario2: Zusätzliche stündliche Trassen gegenüber AS 2035	Szenario 3: Zusätzliche stündliche Trassen gegenüber AS 2035	Szenario 3: davon Linienzug
	[Trassen/h]	[Trassen/h]	[Trassen/h]	[Trassen/h]	[Trassen/h]	[Trassen/h]
1 Genf - Lausanne Triage	2	2	0	0	2	1 bis 2
2 Daillens - Vallorbe	1	1	0	0	0	0
3 Lausanne - Sion	2	2	0	1	2	1 bis 2
4 Sion - Visp	2	2	0	0	2	1 bis 2
5 Lausanne - Bern	2	2	0	0	0	0
6 Lausanne - Corneaux	4	4	1	1	4	2 bis 3
7 Corneaux - Solothurn	5	5	0	0	5	2 bis 3
8 Solothurn - Olten	6	6	0	0	5	3 bis 4
9 Olten - Lenzburg/Brugg	6	6	1	2	5	3 bis 4
10 Lenzburg/Brugg - Zürich	10	10	0	3	9	5 bis 6
11 Zofingen - Suhr	2	2	0	0	0	0
12 Suhr - Lenzburg	2	2	0	0	2	1 bis 2
13 Olten - Basel (Pratteln)	6	3	0	1	3	1 bis 2
14 Basel (Pratteln) - Brugg	8	3	0	1	3	1 bis 2
15 Zofingen - Rothenburg	2	2	0	0	0	0
16 Olten - Bern	5	2	0	1	2	1 bis 2
17 Bern - Thun	4	1	0	0	1	0 bis 1
18 Thun - Brig	4	1	0	0	1	0 bis 1
19 Lenzburg - Bellinzona	6	1	0	0	1	0 bis 1
20 Glattbrugg - Schaffhausen	4	4	0	0	0	0
21 Zürich - Winterthur	4	4	0	0	4	2 bis 3
22 Winterthur - Gossau	2	2	0	0	2	1 bis 2
23 Gossau - St. Gallen	2	2	0	0	0	0
24 Winterthur - Romanshorn	2	2	0	0	2	1 bis 2
25 Zürich - Sargans	2	2	0	1	2	1 bis 2
26 Sargans - Chur	3	3	0	0	0	0
27 Lyss - Biel	2	2	0	0	2	1 bis 2
28 Delémont - Basel	1	1	0	0	0	0
29 Romanshorn - St. Margrethen	1	1	0	0	0	0
30 Buchs SG - St. Margrethen	1	1	0	0	1	0 bis 1
31 Sargans - Buchs SG (via Schlaufe)	2	2	0	0	0	0

Tabelle 10 Trassen AS 35 und Trassenmehrbedarf in den Szenarien 1, 2 und 3

Festzuhalten ist, dass es sich um eine vereinfachte Modellschätzung handelt, die dazu dient, den Investitionsbedarf in Summe je Szenario abzuleiten. Auf einzelnen Abschnitten wird der Bedarf überschätzt, auf anderen unterschätzt.

8. Abschätzung Infrastrukturbedarf und Kosten (Strecken, Knoten)

8.1 Einleitung

Ausgangsbasis ist der Ausbauschnitt 2035 mit dem dort hinterlegten Angebot im Personen- und Güterverkehr und der dort hinterlegten Infrastruktur. Im Sinne einer Laborbedingung werden die im AS 35 eingeplanten Trassen als fix betrachtet⁸. Durch die zu erwartenden Synergieeffekte zwischen Personen- und Güterverkehr dürften die dem Güterverkehr zuzurechnenden Investitionen tiefer ausfallen.

8.2 Methodik

Für eine grobe Grössenordnung zur Abschätzung der Kosten wird nach zwei Kategorien unterschieden:

- Gegenüber dem AS 35 3 Trassenpaare pro Stunde und mehr im Szenario erforderlich: Hier wird eine zweigleisige Neubaustrecke im Tunnel unterstellt. Je Abschnitt werden zusätzlich zwei Verknüpfungsbauwerke angerechnet.
- Gegenüber dem AS 35 1–2 Trassenpaare pro Stunde im Szenario erforderlich: Hier wird die Fahrbarkeit in den grafischen Fahrplänen AS 35 grob geprüft, wobei folgende Grundsätze angewendet werden:
 - Ein Zeitfenster von mindestens 6 Minuten zwischen benachbarten bereits im AS 35 eingeplanten Trassen ermöglicht eine zusätzliche Gütertrasse.
 - Die Geschwindigkeit einer neuen Gütertrasse wird aus den Trassenlagen des Güterverkehrs gemäss AS 35 eingeschätzt.

Um eine gute Qualität anbieten zu können, sollen die Trassen wenig Überholvorgänge aufweisen (Grössenordnung 30–50 km ohne Überholvorgang).

Bei der Infrastruktur werden folgende Annahmen hinterlegt:

- Längere Abschnitte neu: 40% oberirdisch eingleisig, 35% Tunnel eingleisig, 25% Tunnel zweigleisig (längere Kreuzungsabschnitte)
- Kürzere Abschnitte neu: Einschätzung ob ein- oder zweigleisig aufgrund der zeitlichen Trassenlagen der beiden Fahrtrichtungen, Zweigleisusbauten und Kreuzungs-/Überholgleise oberirdisch, ansonsten Tunnel
- Ansetzen eines Verknüpfungsbauwerks bei Neubaustrecken je Einbindung in Bestand

Ausgehend von den Mengen an zusätzlicher Infrastruktur werden die Gesamtkosten je Szenario auf Basis von Durchschnittskostensätzen ermittelt. Die hier angesetzten Durchschnittskostensätze (siehe Tabelle 11) basieren auf diversen Quellen (AS 35) und weiteren Expertenschätzungen von EBP.

⁸ Als Grundlage für die Grobprüfung der Fahrbarkeit sind folgende Bildfahrpläne hinterlegt:
SBB: STEP AS 2035, Dokumentation Angebotskonzept, Stand 03-2020, 28.01.2020, Version 2.0

Element	Kostensatz (Preisbasis 2020)
Oberirdisch eingleisig	50 Mio. CHF/km
Tunnel eingleisig	100 Mio. CHF/km
Tunnel zweigleisig	140 Mio. CHF/km
Verknüpfung Tunnel mit Bestandsstrecke	180 Mio. CHF

Tabelle 11 Durchschnittskostensätze

8.3 Infrastrukturbedarf und Kosten Szenario 1

Im Szenario 1 werden auf den Strecken Lausanne-Richtung Biel und Olten-Lenzburg/Brugg je eine zusätzliche Trasse erforderlich.

Die Grobprüfung der Fahrbarkeit und die Ableitung des Infrastrukturbedarfs kann dem Anhang A4 (Szenario 2, da dieselben Massnahmen) entnommen werden.

Der Infrastrukturbedarf kann Tabelle 12 entnommen werden, die daraus abgeleiteten Kosten aus Tabelle 13.

Strecke	Infrastruktur je Strecke				
	Länge mit Ausbaubedarf insgesamt [km]	Systematische Aufteilung für Erm. Kosten			Verknüpfungen [1]
		Oberirdisch eingleisig [km]	Tunnel eingleisig [km]	Tunnel zweigleisig [km]	
1 Genf - Lausanne					
2 Daillens - Vallorbe					
3 Lausanne - Sion					
4 Sion - Visp - Brig					
5 Lausanne - Bern					
6 Lausanne - Corneaux	3	3			
7 Corneaux - Solothurn					
8 Solothurn - Olten					
9 Olten - Lenzburg/Brugg					2
10 Lenzburg/Brugg - Zürich					
11 Zofingen - Suhr					
12 Suhr - Lenzburg					
13 Olten - Basel					
14 Basel - Brugg					
15 Zofingen - Rothenburg					
16 Olten - Bern (Zulauf Bern siehe Bern-Biel)					
17 Bern - Thun					
18 Thun - Brig					
19 Raum Othmarsingen - Bellinzona					
20 Glattbrugg - Schaffhausen					
21 Zürich - Winterthur					
22 Winterthur - Gossau					
23 Gossau - St. Gallen					
24 Winterthur - Romanshorn					
25 Zürich - Sargans					
26 Sargans - Chur					
27 Bern - Biel					
28 Delémont - Basel					
29 Romanshorn - St. Margrethen					
30 Buchs SG - St. Margrethen					
31 Sargans - Buchs SG (via Schlaufe)					
Summe	3	3	0	0	2

Strecken ohne Infrastrukturbedarf

Tabelle 12 Einschätzung Infrastrukturbedarf Szenario 1

Element	Mengen 1)	Kostensatz 2)	Investitionsausgaben 3)
Oberirdisch eingleisig	3	50	0.2
Tunnel eingleisig	0	100	0.0
Tunnel zweigleisig	0	140	0.0
Verknüpfung Tunnel mit Bestandsstrecke	2	180	0.4
Summe			1

- 1) in km bzw. bei Verknüpfung Anzahl
 2) in Mio. CHF/km bei Verknüpfung je Stück
 3) in Milliarden Franken

Tabelle 13 Kostenschätzung Szenario 1

Um eine solche Kostengrößenordnung abzuleiten, waren eine Vielzahl von Annahmen notwendig. Im Sinne von Bandbreiten zur Kostengrößenordnung werden noch folgende Überlegungen einbezogen:

- Bei dieser relativ geringen Nachfragezunahme könnte allenfalls der Trassenbedarf mittels besserer Nutzung der Trasse (mehr Züge, schwere Züge) reduziert werden, so dass gar auf Ausbauten verzichtet werden kann.
- Allenfalls kommt aber auch ein zusätzlicher Trassenbedarf dazu.

Für das Szenario 1 wird deshalb nicht nur der rechnerische Wert ausgewiesen, sondern eine Bandbreite von 0 bis 2 Milliarden Franken.

8.4 Infrastrukturbedarf und Kosten Szenario 2

Auf der Strecke Lenzburg/Brugg–Zürich werden 3 Trassenpaare pro Stunde benötigt. Auf dieser Strecke wird in der Kostenermittlung entsprechend der obigen Methodik eine Neubaustrecke angesetzt.

Auf diversen weiteren Strecken werden 1 bis 2 zusätzliche Trassen erforderlich. Dabei handelt es sich um folgende Strecken, in Klammer angegeben ist dabei die zusätzliche Trassenanzahl (Trassen pro Stunde und Richtung):

- Lausanne–Sion (+1 Trasse)
- Lausanne–Corneaux (+1 Trasse)
- Olten–Lenzburg/Brugg (+ 2 Trassen)
- Olten–Basel (+1 Trasse)
- Basel–Brugg (+ 1 Trasse)
- Olten–Bern (+1 Trassen)
- Zürich–Sargans (+1 Trassen)

Die Grobprüfung der Fahrbarkeit und die Ableitung des Infrastrukturbedarfs kann dem Anhang A4 entnommen werden.

Der Infrastrukturbedarf kann Tabelle 14 entnommen werden, die Tabelle 15 zeigt die Kosten. Rund die Hälfte der Kosten sind dabei auf die Neubaustrecke Lenzburg/Brugg–Zürich zurückzuführen.

Strecke	Infrastruktur je Strecke				
	Länge mit Ausbaubedarf insgesamt [km]	Systematische Aufteilung für Erm. Kosten			Verknüpfungen [1]
		Oberirdisch eingleisig [km]	Tunnel eingleisig [km]	Tunnel zweigleisig [km]	
1 Genf - Lausanne					
2 Dailens - Vallorbe					
3 Lausanne - Sion	8		8		2
4 Sion - Visp - Brig					
5 Lausanne - Bern					
6 Lausanne - Corneaux	3	3			
7 Corneaux - Solothurn					
8 Solothurn - Olten					
9 Olten - Lenzburg/Brugg					2
10 Lenzburg/Brugg - Zürich	24			24	2
11 Zofingen - Suhr					
12 Suhr - Lenzburg					
13 Olten - Basel					2
14 Basel - Brugg	4	4			
15 Zofingen - Rothenburg					
16 Olten - Bern					2
17 Bern - Thun					
18 Thun - Brig					
19 Raum Othmarsingen - Bellinzona					
20 Glattbrugg - Schaffhausen					
21 Zürich - Winterthur					
22 Winterthur - Gossau					
23 Gossau - St. Gallen					
24 Winterthur - Romanshorn					
25 Zürich - Sargans	3	1	2		2
26 Sargans - Chur					
27 Bern - Biel					
28 Delémont - Basel					
29 Romanshorn - St. Margrethen					
30 Buchs SG - St. Margrethen					
31 Sargans - Buchs SG (via Schlaufe)					
Summe	42	8	10	24	12

Streifen: Strecken ohne Infrastrukturbedarf

Tabelle 14 Einschätzung Infrastrukturbedarf Szenario 2

Element	Mengen 1)	Kostensatz 2)	Investitionsausgaben 3)
Oberirdisch eingleisig	8	50	0.4
Tunnel eingleisig	10	100	1.0
Tunnel zweigleisig	24	140	3.4
Verknüpfung Tunnel mit Bestandsstrecke	12	180	2.2
Summe			7

- 1) in km bzw. bei Verknüpfung Anzahl
- 2) in Mio. CHF/km bei Verknüpfung je Stück
- 3) in Milliarden Franken

Tabelle 15 Kostenschätzung Szenario 2

Um eine solche Kostengrössenordnung abzuleiten, waren eine Vielzahl von Annahmen notwendig. Im Sinne von Bandbreiten zur Kostengrössenordnung werden noch folgende Überlegungen einbezogen:

- Massgebend zu den Kosten trägt die Neubaustrecke zwischen Lenzburg/Brugg und Zürich bei. Vor dem Hintergrund der in diesem Szenario hinterlegten Subventionen wäre es auch möglich, dass der Trassenbedarf mittels besserer Nutzung der Trasse (mehr Züge, schwerere Züge) reduziert werden kann, so dass auf eine Neubaustrecke verzichtet werden kann.
- Als eher optimistisch dürfte die Annahme sein, dass auf den weiteren Strecken kein sehr grosses Projekt mehr notwendig ist.

Für das Szenario 2 wird deshalb nicht nur der rechnerische Wert ausgewiesen, sondern eine Bandbreite von 3 bis 10 Milliarden Franken.

8.5 Infrastrukturbedarf und Kosten Szenario 3

Auf den Strecken Lausanne–Zürich–Winterthur und Basel–Olten werden 3 Trassenpaare pro Stunde und mehr benötigt. Auf diesen Strecken werden in der Kostenermittlung entsprechend der obigen Methodik Neubaustrecken angesetzt. Es wird davon ausgegangen, dass mit diesen Neubaustrecken auch die Überlasten im Abschnitt Basel–Brugg (Führung der Züge via Olten) und Suhr–Lenzburg (geeignete Anbindungen an Neubaustrecke) behoben werden können.

Auf diversen weiteren Strecken werden 1 bis 2 zusätzliche Trassen erforderlich. Dabei handelt es sich um folgende Strecken, in Klammer angegeben ist dabei die zusätzliche Trassenanzahl (Trassen pro Stunde und Richtung):

- Genf–Lausanne–Brig (+2 Trassen)
- Olten–Bern (+2 Trassen)
- Biel–Bern (+ 2 Trassen)
- Bern–Brig (+1 Trasse), beim Lötschberg via Bergstrecke
- Lenzburg/Brugg–Bellinzona (+ 1 Trasse), Gotthard via Bergstrecke
- Winterthur–Romanshorn (+2 Trassen)
- Winterthur–Gossau (+2 Trassen)
- Zürich–Sargans (+2 Trassen)
- Buchs SG–St. Margrethen (+ 1 Trasse)

Die Grobprüfung der Fahrbarkeit und die Ableitung des Infrastrukturbedarfs kann dem Anhang A5 entnommen werden.

Die Tabelle 16 zeigt den Infrastrukturbedarf je Strecke und die Tabelle 17 die daraus abgeleiteten Kosten. Die sehr hohen Kosten rühren insbesondere von der Neubaustrecke Lausanne–Winterthur mit Anbindung Basel her. Die Kosten hierfür betragen über 40 Milliarden Franken. Auch ein grosser Ausbaubedarf ergibt sich auf den Strecken Genf–Lausanne und Lausanne–Sion

mit rund 11 Milliarden Franken. Die weiteren Strecken tragen rund 9 Milliarden Franken dazu bei.

Strecke	Infrastruktur je Strecke				
	Länge mit Ausbaubedarf insgesamt [km]	Systematische Aufteilung für Erm. Kosten			Verknüpfungen [1]
		Oberirdisch eingleisig [km]	Tunnel eingleisig [km]	Tunnel zweigleisig [km]	
1 Genf - Lausanne	35	12	11	13	4
2 Daillens - Vallorbe					
3 Lausanne - Sion	47	12	11	25	3
4 Sion - Visp - Brig	14		14		3
5 Lausanne - Bern					
6 Lausanne - Corneaux	80			80	2
7 Corneaux - Solothurn	47			47	2
8 Solothurn - Olten	35			35	2
9 Olten - Lenzburg/Brugg	27			27	2
10 Lenzburg/Brugg - Zürich	24			24	2
11 Zofingen - Suhr					
12 Suhr - Lenzburg					
13 Olten - Basel	37			37	2
14 Basel - Brugg					
15 Zofingen - Rothenburg					
16 Olten - Bern (Zulauf Bern siehe Bern-Biel)					2
17 Bern - Thun	8	3	3	2	2
18 Thun - Brig					
19 Raum Othmars. - Bellinzona	4		4		2
20 Glattbrugg - Schaffhausen					
21 Zürich - Winterthur	28			28	2
22 Winterthur - Gossau	5	1		4	2
23 Gossau - St. Gallen					
24 Winterthur - Romanshorn	6	2	4		2
25 Zürich - Sargans	3	1		2	2
26 Sargans - Chur					
27 Bern - Biel	7			7	2
28 Delémont - Basel					
29 Romanshorn - St. Margrethen					
30 Buchs SG - St. Margrethen	14	14			
31 Sargans - Buchs SG (via Schlaufe)					
Summe	421	45	46	330	38

Strecken ohne Infrastrukturbedarf

Tabelle 16 Einschätzung Infrastrukturbedarf Szenario 3

Element	Mengen 1)	Kostensatz 2)	Investitionsausgaben 3)
Oberirdisch eingleisig	45	50	2.3
Tunnel eingleisig	46	100	4.6
Tunnel zweigleisig	330	140	46.2
Verknüpfung Tunnel mit Bestandsstrecke	38	180	6.8
Summe			60

- 1) in km bzw. bei Verknüpfung Anzahl
2) in Mio. CHF/km bei Verknüpfung je Stück
3) in Milliarden Franken

Tabelle 17 Kostenschätzung Szenario 3

Um eine solche Kostengrössenordnung abzuleiten, waren eine Vielzahl von Annahmen notwendig. Im Sinne von Bandbreiten zur Kostengrössenordnung werden noch folgende Überlegungen einbezogen:

- Als eher pessimistisch dürfte die Annahme sein, dass über den gesamten Abschnitt Lausanne–Solothurn die hier unterstellte Trassenanzahl⁹ notwendig ist und dass auch im gesamten Abschnitt eine Neubaustrecke notwendig wird. Geht man von günstigeren Annahmen aus, so dürften die Kosten erheblich reduziert werden.
- Als eher optimistisch dürfte die Annahme sein, dass auf den weiteren Strecken (alle ohne Lausanne–Winterthur mit Anbindung Basel und Genf–Lausanne–Sion) kein sehr grosses Projekt mehr notwendig ist.

Für das Szenario 3 wird deshalb nicht nur der rechnerische Wert ausgewiesen, sondern eine Bandbreite von 50 bis 70 Milliarden Franken.

9 So bilden z.B. im Abschnitt Lausanne–Corneaux die maximale Zugzahl im Raum Lausanne die Basis für die Einschätzung.

9. Abschätzung Bedarf und Kosten Umschlaganlagen

9.1 KV-Terminals

In allen Szenarien resultiert eine Zunahme des Aufkommens im kombinierten Verkehr (UKV). Der Mehrbedarf an KV-Terminals wird aus dem Zuwachs an Umschlägen (in TEU) gegenüber den Verkehrsperspektiven 2050 hergeleitet. Die Berechnung stützt sich auf bekannte Umrechnungsfaktoren¹⁰ (Auslastung, Leerquote, Umschlagfaktor und Umrechnung Behälter zu TEU).

Wie aus Tabelle 18 entnommen werden kann, beträgt der Mehrbedarf an Umschlägen zwischen 14'800 TEU (in Szenario 1) und 195'000 TEU (in Szenario 3).

		2050, VP2050	2050, Szenario 1	2050, Szenario 2	2050, Szenario 3
Aufkommen UKV	1000 Nt/a	7'510	7'570	8'270	8'340
Beladene Behälter	LE/a	518'300	522'300	571'000	575'900
Leere Behälter	LE/a	312'800	315'900	351'400	352'200
Summe Behälter	LE/a	831'100	838'200	922'400	928'200
Umschläge Behälter	LE/a	1'439'000	1'452'900	1'616'000	1'619'400
Umschläge TEU	TEU/a	1'591'200	1'606'000	1'780'000	1'786'200
Differenz zu VP2050	TEU/a		+14'800	+188'800	+195'000

Tabelle 18: Herleitung des Mehrbedarfs an Umschlägen im kombinierten Verkehr aufgrund des Aufkommenszuwachses im UKV auf der Schiene (BIE)

Zur räumlichen Verteilung des Aufkommens im UKV werden keine näheren Abschätzungen gemacht. Es zeigt sich jedoch, dass für das Wachstum im UKV bis zu fünf zusätzliche KV-Terminals erforderlich sein könnten. Anhand der Grössenklassen des BAV (vgl. Tabelle 19) wären beispielsweise zwei kleine, zwei mittlere und eine mittel-grosse Anlage erforderlich, um das Mehraufkommen in den Szenarien 2 und 3 abdecken zu können. Insgesamt dürften für KV-Terminals Mehrkosten im Rahmen von 0.2 bis 0.3 Milliarden Franken entstehen.

¹⁰ Bericht: Entwicklungen des UKV in der Schweiz: Vertiefende Betrachtungen (Infras, 2017)

	Mini	Klein	Mittel	Mittel-Gross	Gross
Annahmegleise inkl. Lok	220m	420m	420m	650m	750m
Umschlagsgleise	100m	200m	200–400m	600m	700m
Anzahl Terminalgleise	1	1–2	2–4	3–4	4–6
Schnelle Terminal-Ein-/Ausfahrt	Kann	Kann	Muss	Muss	Muss
Umschläge (TEU) / Jahr	<10'000	<30'000	30'000–60'000	60'000–120'000	120'000–300'000
Anzahl Zugpaare / Tag	Wagengruppen	≤2	≤4	≤8	≤12
Anzahl LKW / Tag	<30	<80	<160	<320	>320
Kostenschätzung [Mio. CHF]	8–10	20–30	40–60	80–100	120–140

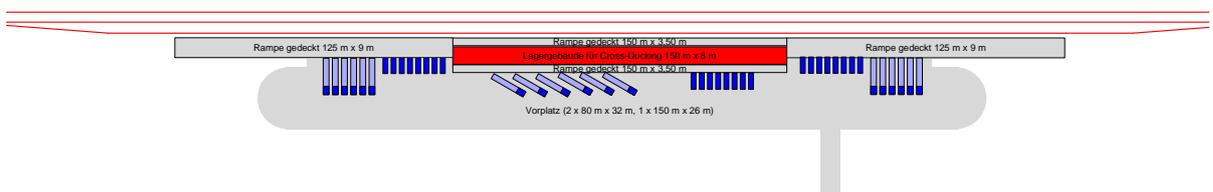
Tabelle 19: Terminaltypen (Quelle: BAV, Ergänzender Bericht zum Konzept für den Gütertransport auf der Schiene; Kostenschätzung EBP)

9.2 Weitere Umschlaganlagen

Für die Markterweiterung der Güterbahnen mittels Linienzugkonzepten wäre ein Netz von Umschlaganlagen erforderlich. Diese dienen der Versorgung urbaner Gebiete mit Konsumgütern (City Logistik), können aber auch weitere Warenarten und die Entsorgung umfassen. Die Annahmen für die Anlagentypen reichen von recht einfachen Crossdocking-Anlagen bis hin zu vollständigen Logistikzentren mit bis zu drei Ladegleisen.

Die Ausgestaltung richtet sich nach den Normalien des Personenverkehrs, d.h. die Terminals sollten eine Zuglänge bis zu 400 Meter und die Direkteinfahrt auf das Ladegleis ermöglichen (ohne separates Annahmegleis).

a)



b)

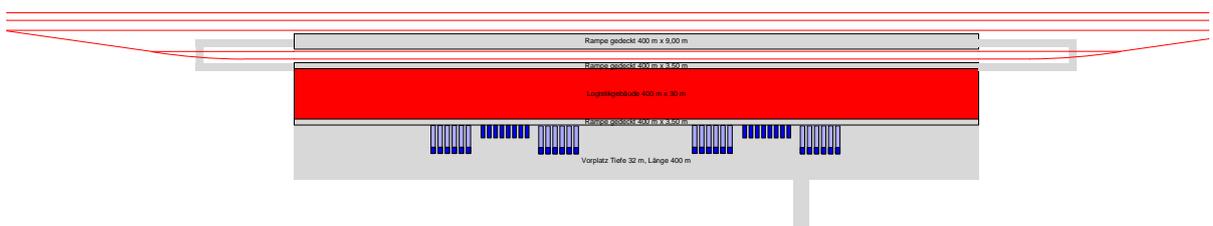


Abbildung 10 Musterlayouts für Umschlaganlagen für Linienzüge (a: eingleisig; b: dreigleisig)

Für ein flächendeckendes Angebot werden rund 30 bis 40 Anlagen erforderlich sein, was einer Dichte von einer Anlage alle 25 bis 35 Kilometer entspricht.

Die Kosten je Anlage werden auf 30 bis 90 Millionen Franken geschätzt (inkl. Landerwerb, ohne Drittnutzungen. Vgl. Tabelle 20). Bei durchschnittlich rund 50 Millionen Franken je Anlage liegt der gesamte Investitionsbedarf in einer Grössenordnung von 1.5 bis 2 Milliarden Franken.

Anlagentyp	Anzahl Ladegleise		
	1	2	3
Crossdocking (Logistikhalle auf rund 1/3 der Länge)	32	45	55
Anlage mit kleiner Logistikhalle über die gesamte Länge	37	50	59
Anlage mit grosser Logistikhalle über die gesamte Länge	67	80	89

Tabelle 20: Grobkostenschätzung für Umschlaganlagen für Linienzüge (Mio. CHF), inkl. Landerwerb, ohne Drittnutzung (Gewerbebauten)

10. Abschätzung der Emissionen und des Energieverbrauchs je Szenario

Hinsichtlich der Klimaziele des Bundes werden für die Szenarien die Änderungen der Treibhausgasemissionen und des Energieverbrauchs ermittelt.

Hierzu werden zunächst aus den Energieperspektiven 2050+ des Bundes¹¹ (EP2050+, Szenario WWB) spezifische Energieverbrauchs- und Emissionswerte im Horizont 2050 berechnet. Bei der Verlagerung von der Strasse wird davon ausgegangen, dass diese primär von den schweren Nutzfahrzeugen kommt. Mittels Ausmultiplikation mit den Transportleistungen können dann die Energieverbräuche resp. die Emissionen sowie deren Veränderungen ermittelt werden (siehe Tabelle 21).

			2050, VP2050	2050, Szenario 1	2050, Szenario 2	2050, Szenario 3
Transportleistung BIE Total	Strasse	Mio. Ntkm/a	19'942	19'167	18'405	16'688
	Schiene	Mio. Ntkm/a	5'039	5'933	6'811	8'786
Differenz Transportleistung BIE ggü. 2050, VP2050	Strasse	Mio. Ntkm/a	–	-776	-1'537	-3'254
	Schiene	Mio. Ntkm/a	–	893	1'771	3'747
Differenz Endenergieverbrauch BIE ggü. 2050, VP2050	Strasse	PJ/a	–	-0.8	-1.6	-3.4
	Schiene	PJ/a	–	0.1	0.2	0.5
	Total	PJ/a	–	-0.7	-1.4	-2.9
Differenz THG-Emissionen BIE ggü. 2050, VP2050	Strasse	Mt CO ₂ eq/a	–	-0.05	-0.10	-0.21
	Schiene	Mt CO ₂ eq/a	–	0.00	0.00	0.00
	Total	Mt CO₂eq/a	–	-0.05	-0.10	-0.21

Tabelle 21: Veränderung des Endenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen gegenüber VP2050 je Szenario

Die Resultate zeigen, dass mit der zusätzlichen Verlagerung in Szenario 3 der Endenergieverbrauchs um rund 2.9 PJ reduziert werden kann. Die Treibhausgasemissionen können um rund 210'000 Tonnen CO₂-Äquivalente gegenüber der Prognose VP2050 reduziert werden. Gemäss Szenario WWB entspricht das rund 3% der Emissionen des gesamten Verkehrssektors und rund 10% der Emissionen des Strassengüterverkehrs.

Als Sensitivität wird zusätzlich geprüft, wie sich die Treibhausgasemissionen und der Endenergieverbrauch entwickelt, wenn vom Szenario ZERO-Basis der EP2050+ ausgegangen wird. Im Gegensatz zu WWB sieht dieses Szenario vor, dass der Strassengüterverkehr bis 2050 weitgehend frei von CO₂-Emissionen ist. Bei den Treibhausgasemissionen ändert sich deshalb der Prognosewert für 2050 und die Reduktion beläuft sich auf noch knapp 1'200 Tonnen CO₂-Äquivalente. Beim Energieverbrauch ergeben sich kaum Änderungen gegenüber dem Szenario WWB.

¹¹ Prognos, TEP Energy, Infrac, Ecoplan (2021) Energieperspektiven 2050+ Szenarienergebnisse, i.A. des Bundesamtes für Energie BFE, Bern

11. Fazit

Als Fazit lässt sich Folgendes ableiten:

- Die Verdoppelung des Modalsplits gegenüber 2018 entspricht einem Bahnanteil von rund 41%. Zur Erreichung dieses Ziels müsste die Bahn-nachfrage gemäss Verkehrsperspektive 2050 mit rund 5'000 Mio. Ntkm im Jahr 2050 um ca. 5'500 Mio. Ntkm erhöht werden, d.h. sie müsste mehr als verdoppelt werden.
- Das Modalsplit-Ziel ist mit Massnahmen bei der Bahn allein kaum erreichbar. Die Nachfrage nach Massengütern nimmt gemäss VP2050 ab. Um zusätzliche Bahnanteile in der Grössenordnung des Modalsplit-Ziels zu erreichen, ist ein sehr attraktives Angebot resp. eine teilweise Kostenübernahme notwendig.
- Die Bahninfrastruktur wird mit dem im AS 35 geplanten Angebot in vielen Bereichen hoch ausgelastet sein. Bei gleichbleibenden Mindestzugfolgezeiten führen zusätzliche (Güter-) Züge oft zu Infrastrukturbedarf und zu Sprungkosten. Bei relativ kleinen Nachfragezunahmen dürften noch mit relativ kleinen Infrastrukturmassnahmen Lösungen möglich sein. Bei sehr grossen Nachfragezunahmen in der Grössenordnung des Verlagerungsziel sind, da das Angebot auf der Strasse als konstant zu betrachten ist, sehr attraktive Angebote notwendig, die dann aber auch einen sehr grossen Infrastrukturbedarf zur Folge haben.
- Hier betrachtet werden nur zusätzliche Güterverkehrsangebote. Durch die zu erwartenden Synergieeffekte zwischen Personen- und Güterverkehr dürften die dem Güterverkehr zuzurechnenden Investitionen tiefer ausfallen.
- Den Szenarien liegen nur Massnahmen bei der Bahn zugrunde. Mit Push-Massnahmen auf der Strasse könnte die Verlagerung auf die Schiene zusätzlich gefördert werden. Auch wären in einem solchen Umfeld höhere Auslastungen bei Zügen und Trassen denkbar.

A1 Auswertung Gütertransporterhebung 2017–2019

Inhalt

Warengruppe 1: Landwirtschaft

Warengruppe 2: Nahrungsmittel

Warengruppe 3: Energieträger

Warengruppe 4: Erze, Steine, Erden

Warengruppe 5: Baustoffe und Glas

Warengruppe 6: Chemie und Kunststoffe

Warengruppe 7: Metalle und Halbzeug

Warengruppe 8: Abfälle

Warengruppe 9: Halb- und Fertigwaren

Warengruppe 10: Stück- und Sammelgüter

Warengruppe 1: Landwirtschaft

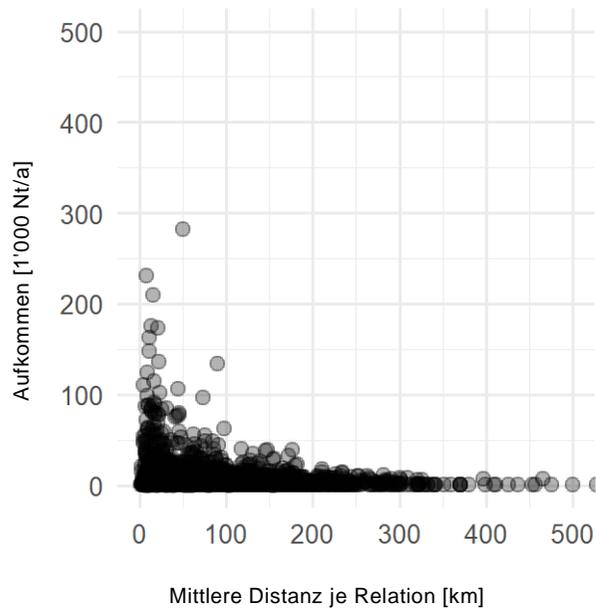
Transportleistungen, Durchschnitt 2017–2019, schwere Nutzfahrzeuge (SNF):

Binnen	1066 Mio. Ntkm/a	(79.9%)
Import	191 Mio. Ntkm/a	(14.3%)
Export	78 Mio. Ntkm/a	(5.8%)
Total BIE	1335 Mio. Ntkm/a	
Anteil der Warengruppe insgesamt: 9.1%		

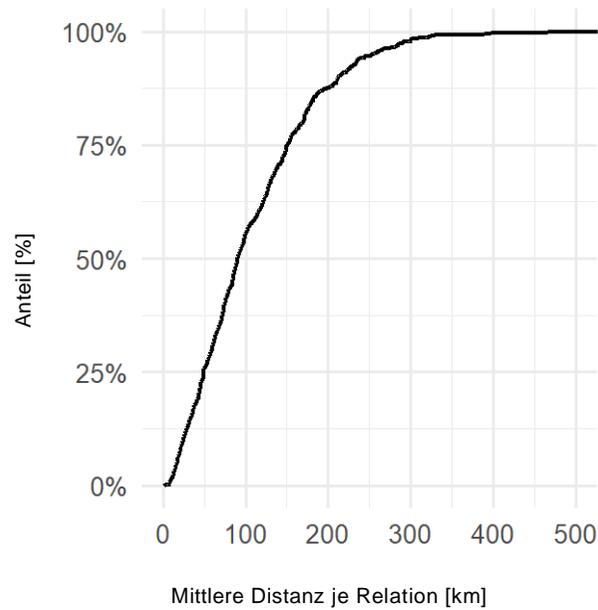
- Frachtarten:**
- 0 Flüssige Massengüter
 - 1 Trockene Massengüter
 - 2 Grosscontainer und andere grosse Behälter
 - 3 Andere Behälter
 - 4 Palettisierte Güter
 - 5 Gebündelte Güter
 - 6 Transport von Fahrzeugen mit eigenem Antrieb
 - 7 Transport von Fahrzeugen ohne eigenen Antrieb
 - 9 Übrige Frachtarten
 - NA Unbekannt

Details Binnenverkehr

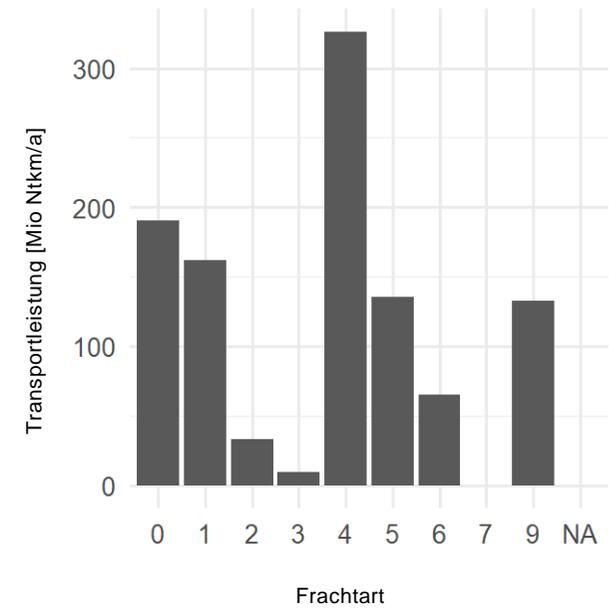
Aufkommen je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Anteile an der gesamten Transportleistung [Ntkm] je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Verteilung auf Frachtarten



Warengruppe 2: Nahrungsmittel

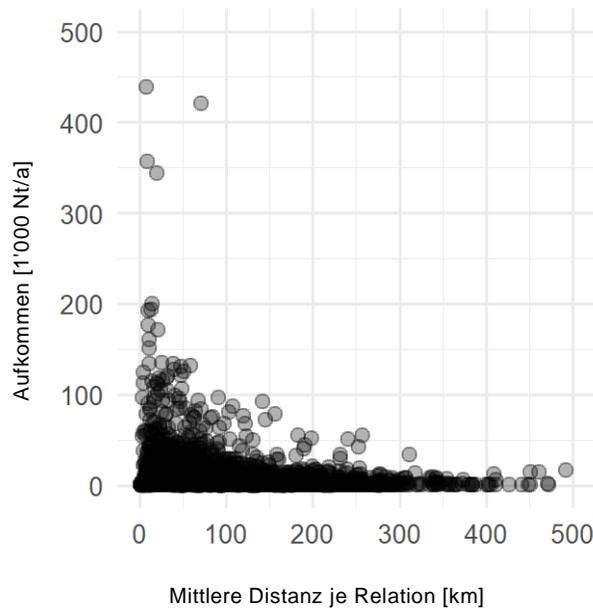
Transportleistungen, Durchschnitt 2017–2019, schwere Nutzfahrzeuge (SNF):

Binnen	2002 Mio. Ntkm/a (77.7%)
Import	403 Mio. Ntkm/a (15.7%)
Export	170 Mio. Ntkm/a (6.6%)
Total BIE	2575 Mio. Ntkm/a
Anteil der Warengruppe insgesamt: 17.5%	

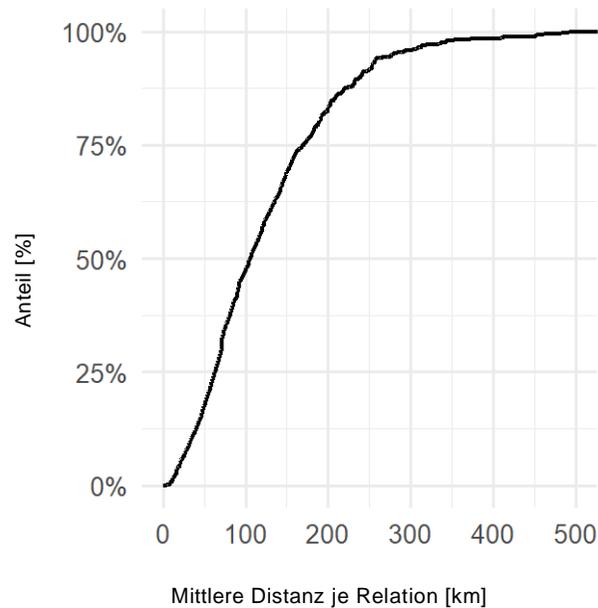
- Frachtarten:**
- 0 Flüssige Massengüter
 - 1 Trockene Massengüter
 - 2 Grosscontainer und andere grosse Behälter
 - 3 Andere Behälter
 - 4 Palettisierte Güter
 - 5 Gebündelte Güter
 - 6 Transport von Fahrzeugen mit eigenem Antrieb
 - 7 Transport von Fahrzeugen ohne eigenen Antrieb
 - 9 Übrige Frachtarten
 - NA Unbekannt

Details Binnenverkehr

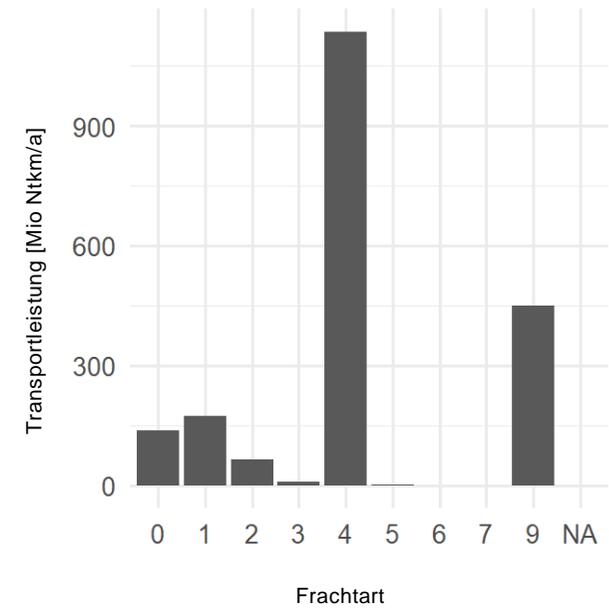
Aufkommen je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Anteile an der gesamten Transportleistung [Ntkm] je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Verteilung auf Frachtarten



Warengruppe 3: Energieträger

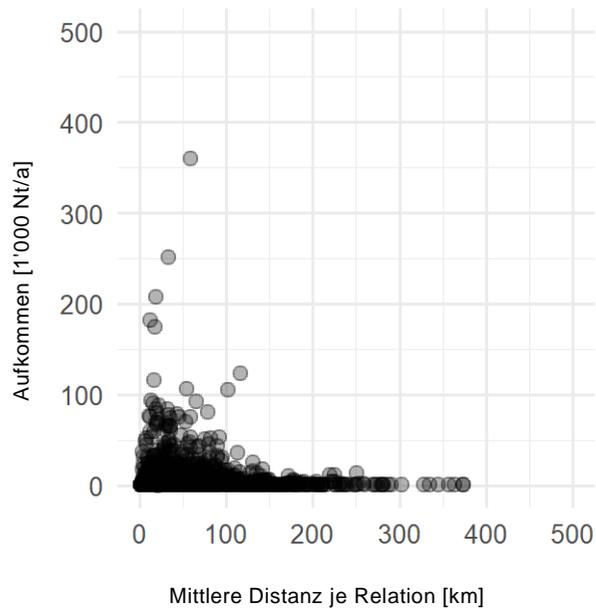
Transportleistungen, Durchschnitt 2017–2019, schwere Nutzfahrzeuge (SNF):

Binnen	485 Mio. Ntkm/a	(86.3%)
Import	62 Mio. Ntkm/a	(11.0%)
Export	15 Mio. Ntkm/a	(2.7%)
Total BIE	562 Mio. Ntkm/a	
Anteil der Warengruppe insgesamt: 3.8%		

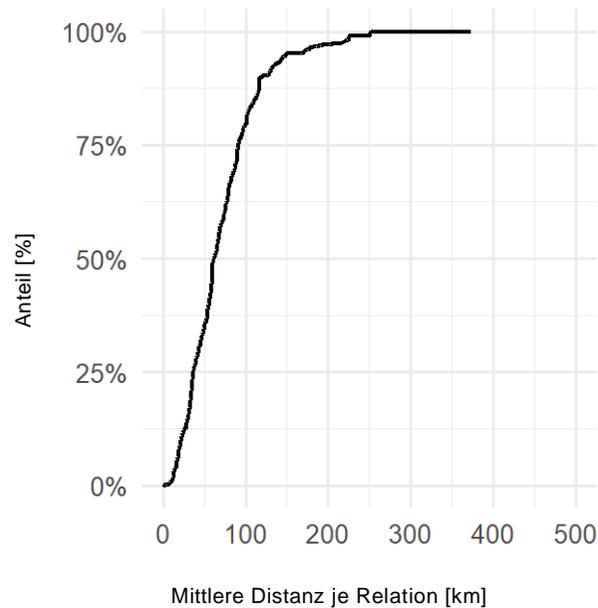
- Frachtarten:**
- 0 Flüssige Massengüter
 - 1 Trockene Massengüter
 - 2 Grosscontainer und andere grosse Behälter
 - 3 Andere Behälter
 - 4 Palettisierte Güter
 - 5 Gebündelte Güter
 - 6 Transport von Fahrzeugen mit eigenem Antrieb
 - 7 Transport von Fahrzeugen ohne eigenen Antrieb
 - 9 Übrige Frachtarten
 - NA Unbekannt

Details Binnenverkehr

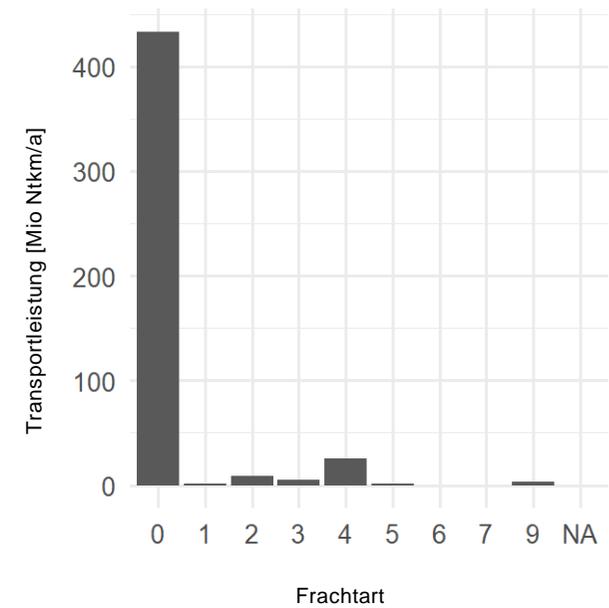
Aufkommen je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Anteile an der gesamten Transportleistung [Ntkm] je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Verteilung auf Frachtarten



Warengruppe 4: Erze, Steine, Erden

Transportleistungen, Durchschnitt 2017–2019, schwere Nutzfahrzeuge (SNF):

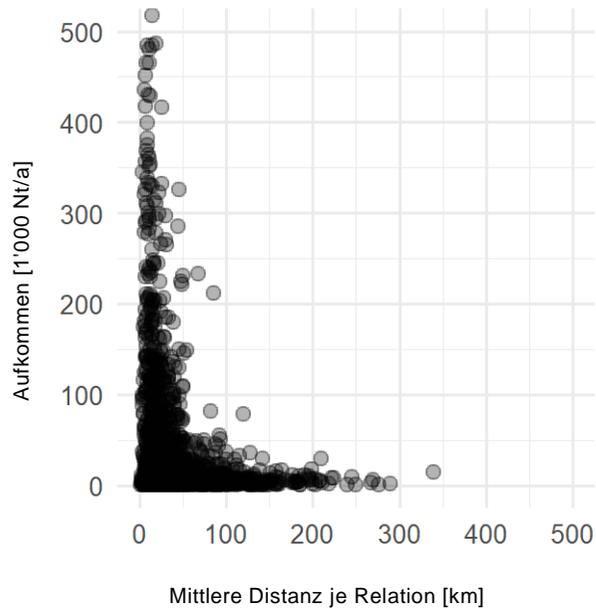
Binnen	1946 Mio. Ntkm/a	(86.4%)
Import	221 Mio. Ntkm/a	(9.8%)
Export	86 Mio. Ntkm/a	(3.8%)
Total BIE	2253 Mio. Ntkm/a	
Anteil der Warengruppe insgesamt: 15.3%		

Frachtarten:

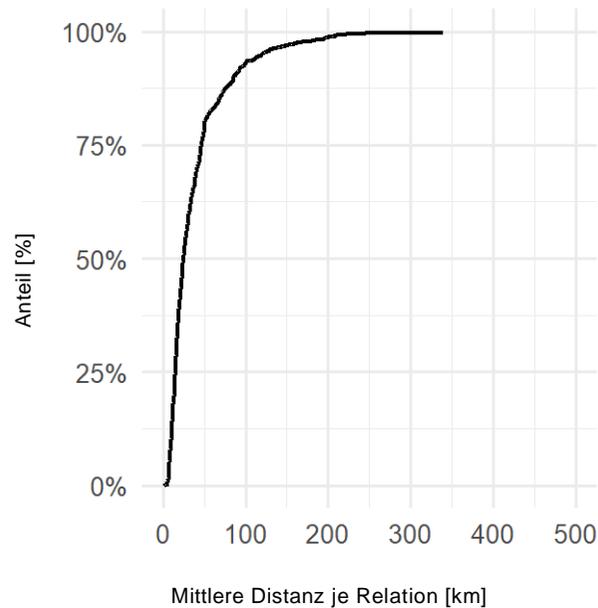
- 0** Flüssige Massengüter
- 1** Trockene Massengüter
- 2** Grosscontainer und andere grosse Behälter
- 3** Andere Behälter
- 4** Palettierte Güter
- 5** Gebündelte Güter
- 6** Transport von Fahrzeugen mit eigenem Antrieb
- 7** Transport von Fahrzeugen ohne eigenen Antrieb
- 9** Übrige Frachtarten
- NA** Unbekannt

Details Binnenverkehr

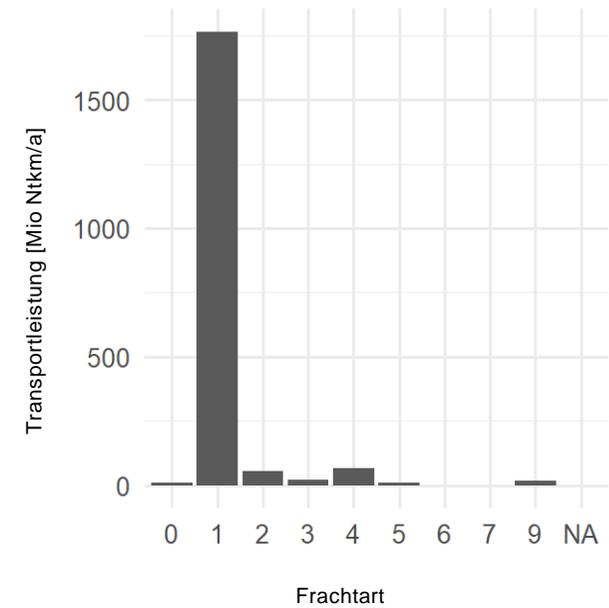
Aufkommen je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Anteile an der gesamten Transportleistung [Ntkm] je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Verteilung auf Frachtarten



Warengruppe 5: Baustoffe und Glas

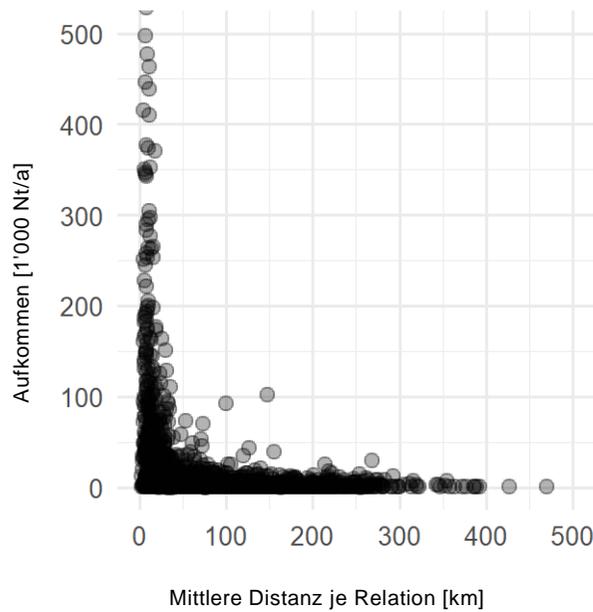
Transportleistungen, Durchschnitt 2017–2019, schwere Nutzfahrzeuge (SNF):

Binnen	1045 Mio. Ntkm/a	(69.3%)
Import	319 Mio. Ntkm/a	(21.1%)
Export	145 Mio. Ntkm/a	(9.6%)
Total BIE	1509 Mio. Ntkm/a	
Anteil der Warengruppe insgesamt: 10.3%		

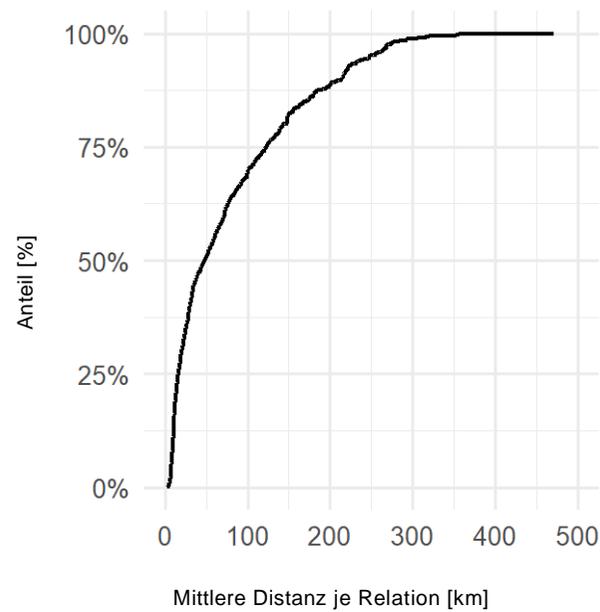
- Frachtarten:**
- 0 Flüssige Massengüter
 - 1 Trockene Massengüter
 - 2 Grosscontainer und andere grosse Behälter
 - 3 Andere Behälter
 - 4 Palettierte Güter
 - 5 Gebündelte Güter
 - 6 Transport von Fahrzeugen mit eigenem Antrieb
 - 7 Transport von Fahrzeugen ohne eigenen Antrieb
 - 9 Übrige Frachtarten
 - NA Unbekannt

Details Binnenverkehr

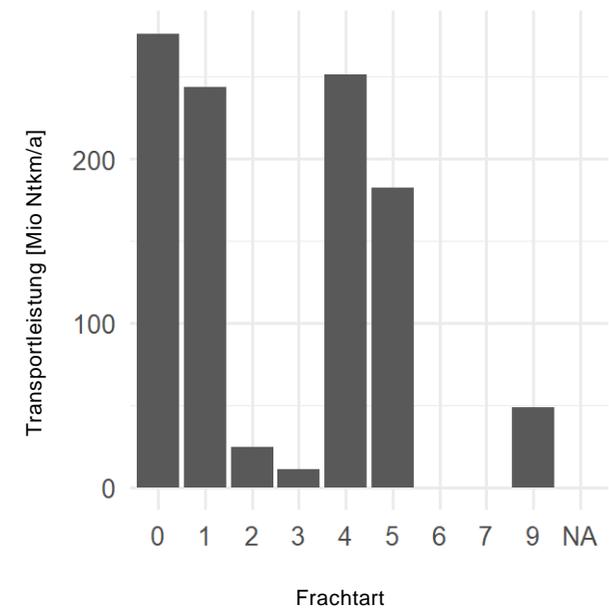
Aufkommen je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Anteile an der gesamten Transportleistung [Ntkm] je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Verteilung auf Frachtarten



Warengruppe 6: Chemie und Kunststoffe

Transportleistungen, Durchschnitt 2017–2019, schwere Nutzfahrzeuge (SNF):

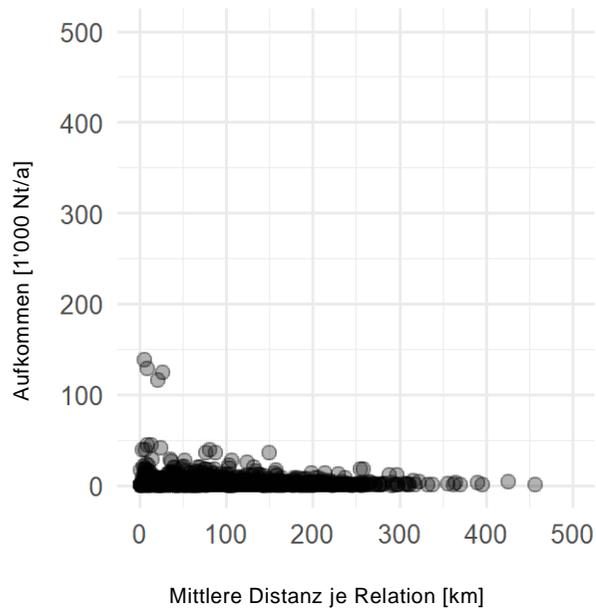
Binnen	305 Mio. Ntkm/a	(48.9%)
Import	192 Mio. Ntkm/a	(30.8%)
Export	127 Mio. Ntkm/a	(20.4%)
Total BIE	625 Mio. Ntkm/a	
Anteil der Warengruppe insgesamt: 4.3%		

Frachtarten:

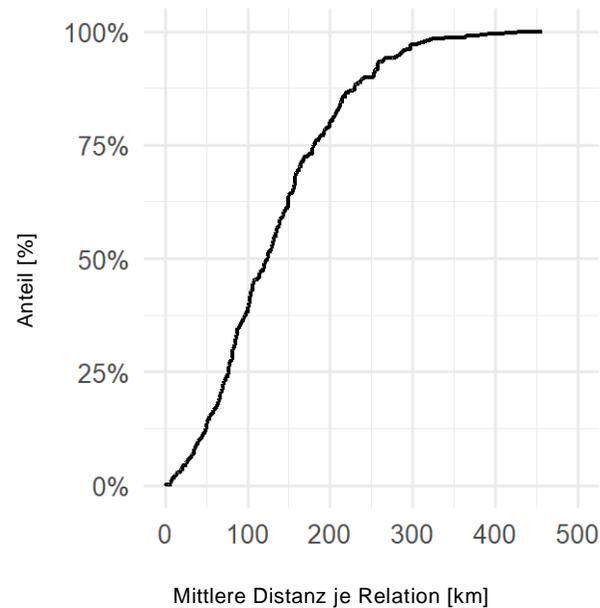
- 0** Flüssige Massengüter
- 1** Trockene Massengüter
- 2** Grosscontainer und andere grosse Behälter
- 3** Andere Behälter
- 4** Palettisierte Güter
- 5** Gebündelte Güter
- 6** Transport von Fahrzeugen mit eigenem Antrieb
- 7** Transport von Fahrzeugen ohne eigenen Antrieb
- 9** Übrige Frachtarten
- NA** Unbekannt

Details Binnenverkehr

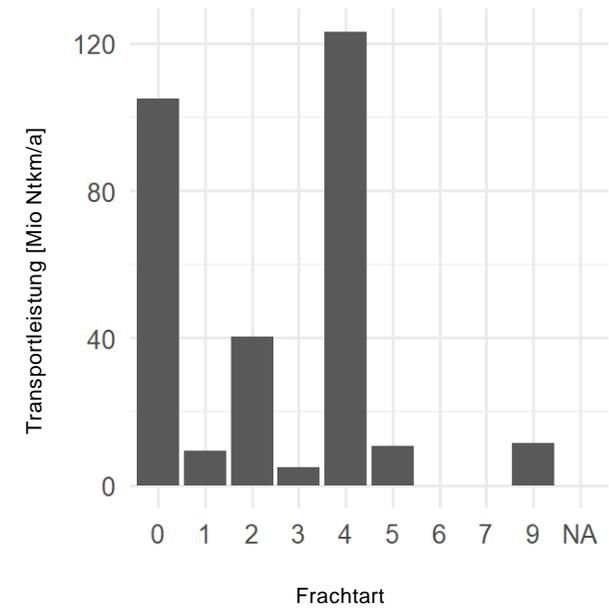
Aufkommen je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Anteile an der gesamten Transportleistung [Ntkm] je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Verteilung auf Frachtarten



Warengruppe 7: Metalle und Halbzeug

Transportleistungen, Durchschnitt 2017–2019, schwere Nutzfahrzeuge (SNF):

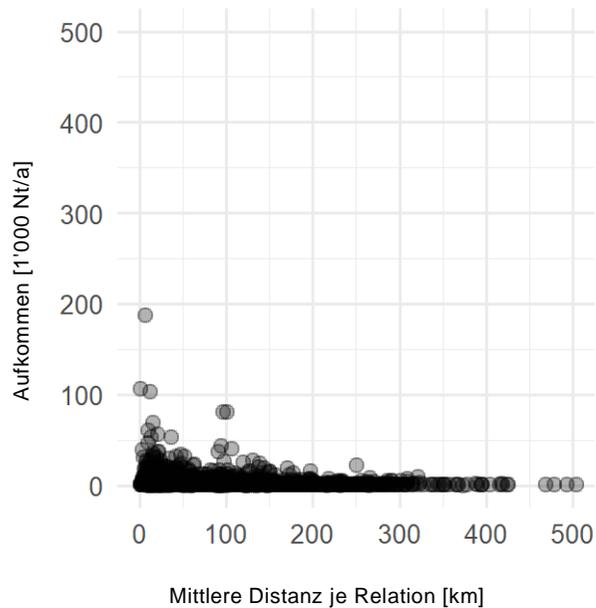
Binnen	392 Mio. Ntkm/a	(38.7%)
Import	354 Mio. Ntkm/a	(34.9%)
Export	267 Mio. Ntkm/a	(26.4%)
Total BIE	1014 Mio. Ntkm/a	
Anteil der Warengruppe insgesamt: 6.9%		

Frachtarten:

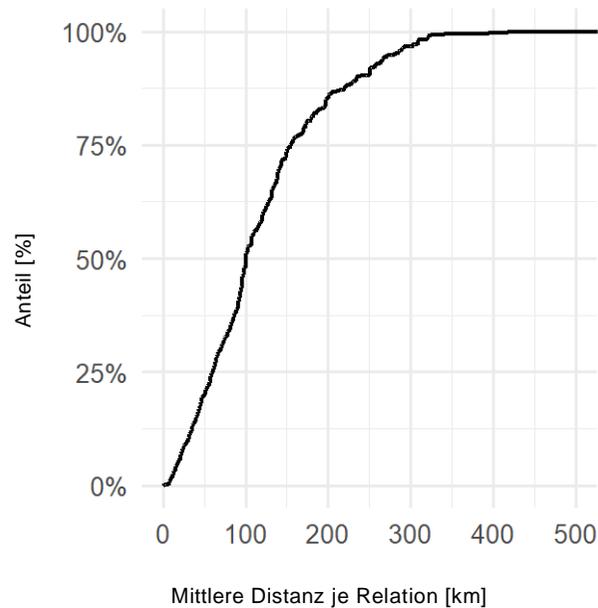
- 0** Flüssige Massengüter
- 1** Trockene Massengüter
- 2** Grosscontainer und andere grosse Behälter
- 3** Andere Behälter
- 4** Palettisierte Güter
- 5** Gebündelte Güter
- 6** Transport von Fahrzeugen mit eigenem Antrieb
- 7** Transport von Fahrzeugen ohne eigenen Antrieb
- 9** Übrige Frachtarten
- NA** Unbekannt

Details Binnenverkehr

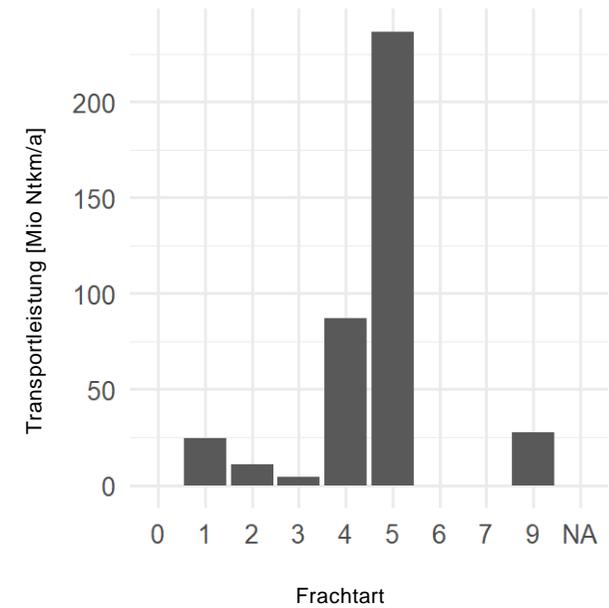
Aufkommen je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Anteile an der gesamten Transportleistung [Ntkm] je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Verteilung auf Frachtarten



Warengruppe 8: Abfälle

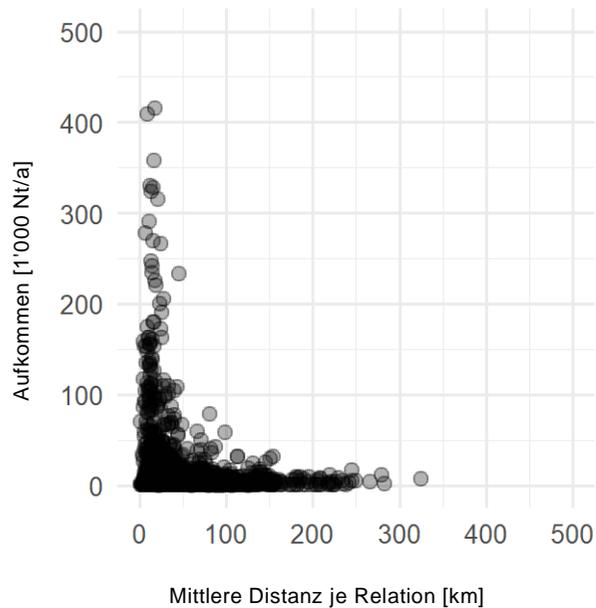
Transportleistungen, Durchschnitt 2017–2019, schwere Nutzfahrzeuge (SNF):

Binnen	824 Mio. Ntkm/a	(78.6%)
Import	39 Mio. Ntkm/a	(3.7%)
Export	185 Mio. Ntkm/a	(17.7%)
Total BIE	1048 Mio. Ntkm/a	
Anteil der Warengruppe insgesamt: 7.1%		

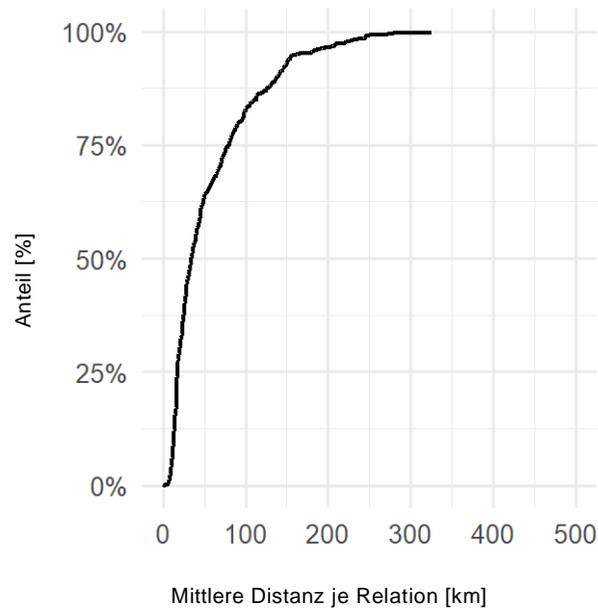
- Frachtarten:**
- 0 Flüssige Massengüter
 - 1 Trockene Massengüter
 - 2 Grosscontainer und andere grosse Behälter
 - 3 Andere Behälter
 - 4 Palettisierte Güter
 - 5 Gebündelte Güter
 - 6 Transport von Fahrzeugen mit eigenem Antrieb
 - 7 Transport von Fahrzeugen ohne eigenen Antrieb
 - 9 Übrige Frachtarten
 - NA Unbekannt

Details Binnenverkehr

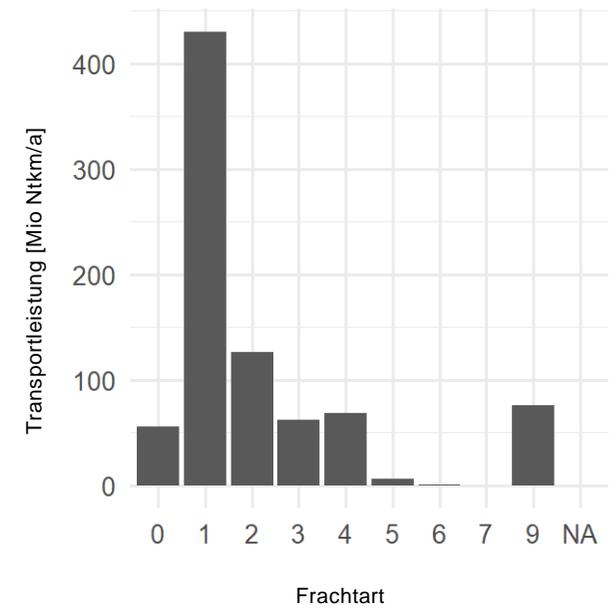
Aufkommen je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Anteile an der gesamten Transportleistung [Ntkm] je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Verteilung auf Frachtarten



Warengruppe 9: Halb- und Fertigwaren

Transportleistungen, Durchschnitt 2017–2019, schwere Nutzfahrzeuge (SNF):

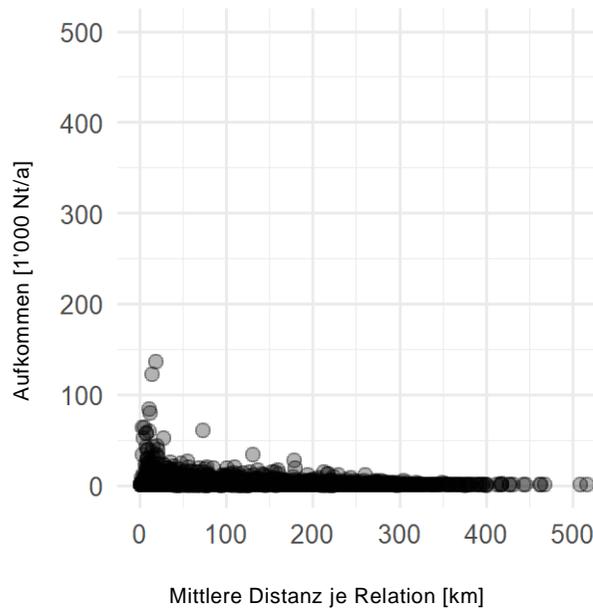
Binnen	568 Mio. Ntkm/a	(35.1%)
Import	567 Mio. Ntkm/a	(35.0%)
Export	483 Mio. Ntkm/a	(29.9%)
Total BIE	1618 Mio. Ntkm/a	
Anteil der Warengruppe insgesamt: 11.0%		

Frachtarten:

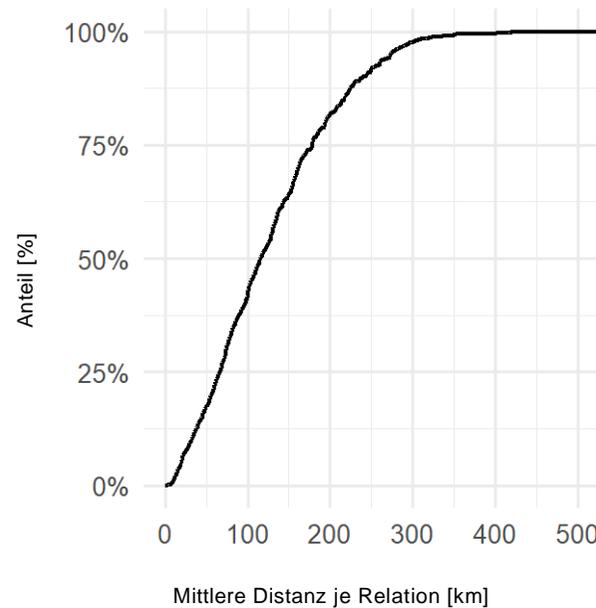
- 0 Flüssige Massengüter
- 1 Trockene Massengüter
- 2 Grosscontainer und andere grosse Behälter
- 3 Andere Behälter
- 4 Palettierte Güter
- 5 Gebündelte Güter
- 6 Transport von Fahrzeugen mit eigenem Antrieb
- 7 Transport von Fahrzeugen ohne eigenen Antrieb
- 9 Übrige Frachtarten
- NA Unbekannt

Details Binnenverkehr

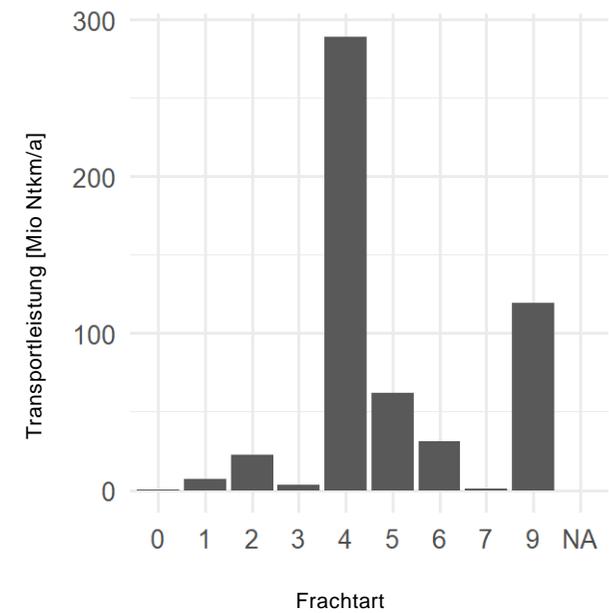
Aufkommen je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Anteile an der gesamten Transportleistung [Ntkm] je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Verteilung auf Frachtarten



Warengruppe 10: Stück- und Sammelgüter

Transportleistungen, Durchschnitt 2017–2019, schwere Nutzfahrzeuge (SNF):

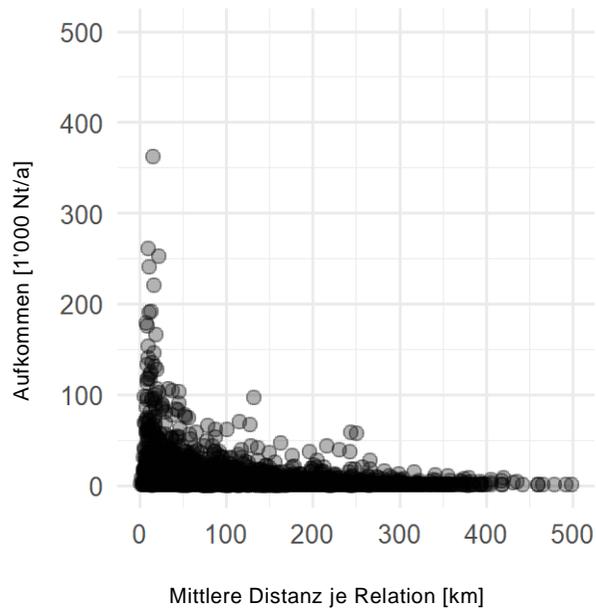
Binnen	1835 Mio. Ntkm/a	(85.7%)
Import	194 Mio. Ntkm/a	(9.1%)
Export	113 Mio. Ntkm/a	(5.3%)
Total BIE	2141 Mio. Ntkm/a	
Anteil der Warengruppe insgesamt: 14.6%		

Frachtarten:

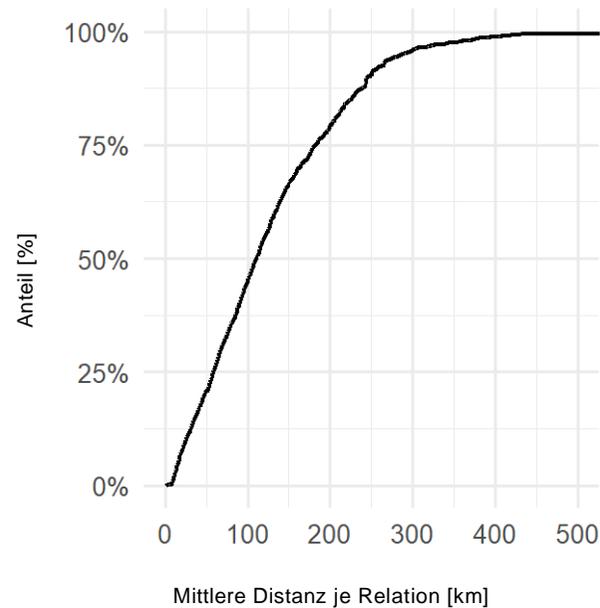
- 0** Flüssige Massengüter
- 1** Trockene Massengüter
- 2** Grosscontainer und andere grosse Behälter
- 3** Andere Behälter
- 4** Palettierte Güter
- 5** Gebündelte Güter
- 6** Transport von Fahrzeugen mit eigenem Antrieb
- 7** Transport von Fahrzeugen ohne eigenen Antrieb
- 9** Übrige Frachtarten
- NA** Unbekannt

Details Binnenverkehr

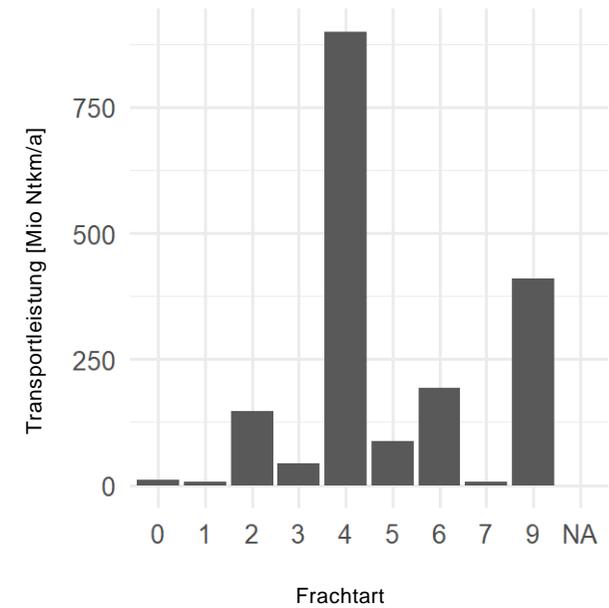
Aufkommen je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Anteile an der gesamten Transportleistung [Ntkm] je Relation (CH-Bezirke), nach Distanz



Verteilung auf Frachtarten



A2 Alternative Produktionsformen, Weiterentwicklung Rollmaterial und Automatisierung

Inhalt

Liste alternative Produktionsformen, Weiterentwicklungen
Rollmaterial und Automatisierung im Güterverkehr

Einschätzung hinsichtlich Realisierbarkeit und Wirkung auf
Verlagerung

Liste alternative Produktionsformen, Weiterentwicklungen Rollmaterial und Automatisierung im Güterverkehr

Bezeichnung Innovation / Beschrieb Produkt	Bereich			
	Rollmaterial	Produktionsablauf	Angebot	Infrastruktur
Neue Produktionsformen				
<p>Linienzüge</p> <p>Linienzüge mit Zwischenhalten zwischen Start- und Zielterminal ermöglichen eine Erweiterung des Angebots auf Destinationen/Relationen, welche sonst kein ausreichendes Aufkommen für Ganzzüge aufweisen.</p> <p>Entscheidend für die Realisierbarkeit ist das Vermeiden von Stillstandzeiten. Dazu sind attraktive Trassen nötig und die Produktion muss möglichst ohne Rangierungen möglich sein (z.B. durch feste Zugseinheiten). Zudem ist hocheffizienter und kostengünstiger Umschlag erforderlich.</p> <p>Linienzüge bieten sich für den Einsatz von Pendel- und Triebzügen und gegebenenfalls für Flügelungskonzepte und erhöhte Maximalgeschwindigkeit (> 120 km/h) an.</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Stark traktionierte Züge — Mit ep-Bremse und autom. Bremsprobe ausgerüstet — Ggf. Pendelzüge, Triebzüge — Ggf. mehrfachtraktionsfähige Triebfahrzeuge — Ggf. Güterzüge mit erhöhter Maximalgeschwindigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> — Minimierung Manöver (Rangieren) und Zugbildungsprozesse (Zugskontrolle) — Feste Zugseinheiten 	<ul style="list-style-type: none"> — Linienförmig — Zugflügelung auf Teilstrecken möglich 	<ul style="list-style-type: none"> — Leistungsfähige Terminals zur Minimierung der Umschlagszeit sowohl im KV wie auch im WLV (Rampe für Schiebewandwagen) — Durchfahrbare Ladegleise, überspannt (oder Traktion mit Last-Mile-Energieversorgung; im KV: Schwungeinfahrt)
Automatisierung				
<p>Automatisierte Güterzüge</p> <p>Die Automatisierung des Zugbetriebs (Automated Train Operation ATO) ermöglicht die Einsparung von Personalkosten, verringert die Abweichung zwischen der geplanten und der gefahrenen Trasse sowie erhöht den Gestaltungsspielraum bei der Fahrplangestaltung.</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Triebfahrzeuge mit ATO On Board Unit (OBU) 	<ul style="list-style-type: none"> — Bei GoA 4 (Grade of Automation) komplett autonome Durchführung von Fahrt, Abfahrt und Halten. 	<ul style="list-style-type: none"> — 	<ul style="list-style-type: none"> — Zugsicherung durch ETCS L2/L3
<p>Automatisierter Container-Umschlag</p> <p>Die Automatisierung des Umschlags in KV-Terminals ermöglicht die Einsparung von Personalkosten und ggf. die Verkürzung der Aufenthaltszeit in Umschlaganlagen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> — 	<ul style="list-style-type: none"> — 	<ul style="list-style-type: none"> — Je nach Technologie Erweiterung des Angebots auf kleine Anlagen. 	<ul style="list-style-type: none"> — Automatische Krananlagen in KV-Terminals

Bezeichnung Innovation / Beschrieb Produkt	Bereich			
	Rollmaterial	Produktionsablauf	Angebot	Infrastruktur
Weiterentwicklung bestehende Produktionsformen				
<p>Effiziente Zustellung/Rangierung</p> <p>Die Optimierung des Rangierbetriebs verringert die Kosten für die Zustellung. Erreicht wird dies durch eine Reduktion auf minimalen Personaleinsatz (1-Personen-Betrieb). Das Rangierpersonal wird dabei durch technische Hilfsmittel unterstützt, u.a. die automatische Überwachung des Fahrwegs, die (digitale) automatische Kupplung und die Funkfernsteuerung. Zudem übernimmt das Rangierpersonal auch die Zugsabfertigung (Zugskontrolle).</p> <p>In grösseren Anlagen können ggf. elektrisch ortsgestellte Weichen (EOW) zur Vereinfachung der Rangierprozesse eingesetzt werden.</p> <p>Wo keine Rangiermittel zur Verfügung stehen, kann ggf. ein Hybrid-, bzw. Zweikraftfahrzeug als Streckenlok zum Einsatz kommen, wobei das Lokpersonal alle Funktionen für Rangieren und Zugskontrolle übernimmt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Kollisionswarnsysteme — Automatische Kupplung — Funkfernsteuerung 	<ul style="list-style-type: none"> — Vereinfachte Rangiervorgänge — Vereinfachte Zugskontrolle — Keine manuelle Kontrolle der Kupplung erforderlich 	—	<ul style="list-style-type: none"> — Ggf. EOW
<p>Effiziente Zugsbildung/-abfertigung</p> <p>Mit der Optimierung der Zugsbildung werden Produktionsabläufe vereinfacht und dadurch Zeit eingespart und Kosten verringert. Dazu ist einerseits die automatische Bremsprobe erforderlich. Andererseits ist die Zugskontrolle mit technischen Hilfsmitteln zu vereinfachen, d.h. mit zusätzlichen strecken- und fahrzeugseitigen Kontrollleinrichtungen (Sensorik). Die technische Wagenkontrolle ist hinsichtlich einer risikoorientierten Beurteilung zu optimieren.</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Automatische Bremsprobe — Ggf. Einsatz von Drohnen für die Wagenuntersuchung 	<ul style="list-style-type: none"> — Vereinfachte Zugskontrolle — Keine manuelle Kontrolle der Bremsen erforderlich — Entwicklung einer risikobasierten Beurteilung von Wagenschäden 	—	<ul style="list-style-type: none"> — Ggf. ortsfeste Kontrollleinrichtungen («wayside intelligence»), insb. bei Ein-/Ausfahrt Terminals

Bezeichnung Innovation / Beschrieb Produkt	Bereich			
	Rollmaterial	Produktionsablauf	Angebot	Infrastruktur
<p>Zustandsbasierte Instandhaltung</p> <p>Die zustandsbasierte Instandhaltung hilft, Schäden frühzeitig zu erkennen bzw. zu antizipieren. Dadurch können ungeplante Betriebsunterbrüche und das Aussetzen von Wagen vermieden werden. Dazu müssen Güterwagen mit entsprechender Sensorik ausgerüstet sein und die Daten erhoben und gesammelt werden. Für die Datenauswertung sind geeignete Algorithmen zu entwickeln und die Intervention zu regeln.</p> <p>Als Nebeneffekt können die Daten auch zur Aufspürung von Schäden an der Bahninfrastruktur dienen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Sensorik auf Wagen — 	<ul style="list-style-type: none"> — Entwicklung einer risikobasierten Beurteilung von Schäden an Wagen und Infrastruktur — Weniger Unterbrüche durch Aussetzen von Wagen 	—	<ul style="list-style-type: none"> — Ggf. ortsfeste Kontrollleinrichtungen («wayside intelligence»), insb. bei Ein-/Ausfahrt Terminals
<p>Produktive Trassen</p> <p>Mit einer auf den Güterverkehr ausgerichteten Trassenplanung können Haltezeiten verringert oder vermieden werden. Bereits in den bestehenden Produktionsformen können so beträchtliche Effizienzgewinne erzielt werden.</p> <p>Geplante Zugshalte entstehen durch Überholungen und belegte Fahrmöglichkeiten in Knoten. Diese können durch zusätzliche Infrastruktur verhindert werden.</p>	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> — Umfahungsstrecken für grosse Knoten (Systemknoten) — GV-Durchfahrgleise (ohne Perronkante) für (kleine und) mittelgrosse Knoten — Ggf. Neubaustrecken auf hochbelasteten Korridoren
<p>Produktives Rollmaterial</p> <p>Die Ausrichtung des Rollmaterials auf maximale Produktivität soll dazu führen, dass Rollmaterial möglichst viele produktive Wagenkilometer zurücklegen kann.</p> <p>Beispielsweise können durch die Trennung von Wagenauf- und -unterbau saisonale Schwankungen im Rollmaterialeinsatz abgeschwächt werden. Durch den Einsatz von Grossraumwagen (Doppelstockprofil) und Leichtbau können Nutzlasten erhöht werden (und ggf. kürzere Züge geführt werden). Im Kies- und Aushubverkehr können Leerfahrten durch Doppelnutzungen mittels Wagenreinigung vermieden werden. Gedeckte Schüttgutwagen sind die Voraussetzung für den Einsatz in NEAT-Tunnels.</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Leichtbau/ Nutzlastserhöhung — — Standardisierung — Mehrfachnutzung — Bessere Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Lichtraumprofils 	<ul style="list-style-type: none"> — Teilweise nicht freizügig einsetzbares Rollmaterial 	—	—

Bezeichnung Innovation / Beschrieb Produkt	Bereich			
	Rollmaterial	Produktionsablauf	Angebot	Infrastruktur
<p>Transparente Transportdaten</p> <p>Eine Verbesserung des Datenaustauschs zwischen Verloader, EVU und EIU ermöglicht eine Verbesserung der Kapazitätsnutzung (Zugsauslastung und Trassennutzung). Transparente Transportdaten führen dazu, dass sich die Planbarkeit verbessert und ungenutzte freie Kapazitäten minimiert werden können.</p>	—	—	— Erhöhung der Angebotsqualität durch verbesserte Planbarkeit	—
<p>Rollmaterial für Markterweiterungen</p> <p>Weiterentwicklungen des Rollmaterials sind erforderlich, um weitere Marktsegmente für den Schienengüterverkehr zu erschliessen. Dazu gehören die Energieversorgung und Sensorik zur Ladegutüberwachung. Damit können vermehrt klimageführte Transporte durchgeführt werden. Zudem ist ein effektives Interventionskonzept nötig, um im Störfall Schäden oder Verluste zu vermeiden. Zusätzliche Sensorik vereinfacht zudem die präventive Instandhaltung des Rollmaterials. Im KV können kleinere Behältergrößen dazu dienen, das Angebot auf die urbane Güterversorgung zu erweitern.</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Energieversorgung von Wagen bzw. von (Kühl-) Containern — Überbrückung von Ausfällen der Energieversorgung (Batterie, Generator) — Sensorik auf Wagen — Kleinere Behältergrößen für den KV 	— Interventionskonzept bei Störungen und Fehlern	—	—

Einschätzung hinsichtlich Realisierbarkeit und Wirkung auf Verlagerung

Die Realisierbarkeit wird mit einer Note zwischen 0 und 2 benotet:

Realisierbarkeit bis 2050

0	Realisierung bis 2050 sehr unwahrscheinlich
1	Realisierung bis 2050 wahrscheinlich (z.B. in Nischen)
2	Realisierung bis 2050 sehr wahrscheinlich (Einsatz weit verbreitet)

Die Verlagerungswirkung einer Massnahme/Innovation ergibt sich aus einer Attraktivitätssteigerung für den Verlagerer aufgrund eines oder mehrerer der folgenden Kriterien:

Wirkung auf Verlagerung		Berechnungsgrundlage
Kosten	Der Preis für einen Transport, approximiert über die Kosten für die Leistungserstellung.	Kostenelastizität
Transportzeit	Die gesamte Transportzeit (brutto), d.h. inkl. Abfertigungs- und Umladevorgänge	Zeitlastizität
Zuverlässigkeit	Die Gewährleistung, dass Transporte in den definierten Zeitfenstern stattfinden.	–
Häufigkeit	Die Häufigkeit der Versand- und Empfangsmöglichkeit einer Sendung.	–
Erweiterung Markt	Die Erschliessung von Marktsegmenten, welche bislang nicht auf der Schiene bedient wurden.	–

Bezeichnung Innovation / Beschrieb Produkt	Einschätzung		
	Relevante Warengruppen	Wirkung auf Verlagerung infolge...	Realisierbarkeit bis 2050
Neue Produktionsformen			
Linienzug	v.a. WG 2, 9 und 10 (ausschliesslich Binnen)	Transportzeit Häufigkeit Erweiterung Markt	2
Automatisierung			
Automatisierte Güterzüge	Alle WG (v.a. Binnen, evtl. Import/Export)	Kosten (nur geringe Kosteneinsparungen)	0–2 (Mw. 1)
Automatisierter Container-Umschlag	WG 10 (Binnen/Import/Export)	Kosten	1–2 (Mw. 1.6)
Weiterentwicklung bestehende Produktionsformen			
Effiziente Zustellung	v.a. WG 1, 3, 4, 5 und 8 (Massengut) (Binnen/Import/Export)	Kosten	1–2 (Mw. 1.8)
Effiziente Zugsbildung	Alle WG (Binnen/Import/Export)	Kosten Transportzeit	2
Zustandsbasierte Instandhaltung	Alle WG (Binnen/Import/Export)	Kosten Zuverlässigkeit	1–2 (Mw. 1.8)
Produktive Trassen	Alle WG (Binnen/Import/Export)	Kosten Transportzeit	0–1 (Mw. 0.8)
Produktives Rollmaterial	Alle WG (Binnen/Import/Export)	Kosten	1–2 (Mw. 1.4)
Transparente Transportdaten	Alle WG (Binnen/Import/Export)	Kosten (über Erhöhung Auslastung)	1–2 (Mw. 1.2)
Rollmaterial für Markterweiterungen	v.a. WG 2 (v.a. Binnen, ggf. Import)	Erweiterung Markt	2

Hier nicht weiter berücksichtigt:

Bezeichnung Innovation / Beschrieb Produkt	Begründung in Stichworten
Automatisiertes Rangieren	Vollständige Automatisierung (d.h. ohne jegliches Personal) unwahrscheinlich, v.a. aufgrund von infrastrukturseitigen Anpassungen (Ersatz von Handweichen). Ersetzt durch 'effizientes Rangieren' mit minimalem Personaleinsatz.
Lange Güterzüge (> 750 m)	Kein Potenzial im Binnenverkehr. Bestenfalls im Transit ein Thema.
Gemischte Züge	Geringe Gesamtwirkung bei Personenzügen mit Güterbeförderung (z.B. Mitgabe von Kuriersendungen mit IC) Güterzüge mit Personenbeförderung, bspw. RoLa: Transitverkehr
Autonome Güterwagen	Hohe Investitionen, sowohl fahrzeug- als auch streckenseitig (Ersatz von Handweichen). Machbarkeit deshalb unwahrscheinlich (s. autom. Rangieren).
Adaptive Zuglenkung (ADL)	Bereits umgesetzt.

Warengruppen, Einteilung AMG

Nr.	Warengruppe	Bemerkung
1	Landwirtschaft	Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd, Forstwirtschaft und Fischerei (NST 1)
2	Nahrungsmittel	Nahrungs- und Genussmittel (NST 4)
3	Energieträger	Kohle, rohes Erdöl und Erdgas (NST 2) sowie Kokereierzeugnisse und Mineralölerzeugnisse (NST 7)
4	Erze, Steine, Erden	Erze, Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse (NST 3)
5	Baustoffe und Glas	Sonstige Mineralerzeugnisse (verarbeitete Baustoffe, Glas, etc.) (NST 9)
6	Chemie und Kunststoffe	Chemische Erzeugnisse und Chemiefasern; Gummi- und Kunststoffwaren (NST8)
7	Metalle und Halbzeug	Metalle und Halbzeug daraus, Metallerzeugnisse (ohne Maschinen und Geräte) (NST 10)
8	Abfälle	Sekundärrohstoffe; Abfälle (NST 14)
9	Halb- und Fertigwaren	Textilien und Bekleidung; Leder und Lederwaren; Holz sowie Holzwaren (ohne Möbel); Papier; Druckerzeugnisse; Maschinen und Ausrüstungen, elektronische Geräte; Fahrzeuge; Möbel; sonstige Erzeugnisse (NST 5, 6 und 11–13)
10	Stück- und Sammelgüter	Post, Pakete; Geräte und Material für die Güterbeförderung; Nichtmarktbestimmte Güter (Fahrzeuge zur Reparatur, Umzugsgut, etc.); Sammelgut; Nicht identifizierbare Güter (z.B. Waren in Containern); Sonstige Güter (NST15–20)

A3 Rechnerische Ermittlung Trassenbedarf je Szenario

Inhalt

Szenario 1

Szenario 2

Szenario 3

Rechnerische Ermittlung Trassenbedarf Szenario 1

Erläuterung anhand Rechenbeispiele:

— Genf–Lausanne:

Belegung der stündlichen Trassen mit Zügen (*hier 11.5 Züge je Tag/stündliche Trasse*) x Trassenbedarfsfaktor (*hier 1.16*) = 13.4 Züge je Tag/stündliche Trasse;

Da Wert kleiner 16 Züge je Tag/stündliche Trasse kein Bedarf

— Lausanne–Corneaux:

Belegung der stündlichen Trassen mit Zügen (*hier 14.5 Züge je Tag/stündliche Trasse*) x Trassenbedarfsfaktor (*hier 1.16*) = 16.8 Züge je Tag/stündliche Trasse;

Da Wert grösser 16 Züge je Tag/stündliche Trasse ergibt sich der Zusatzbedarf wie folgt: Trassen AS 35 BIE (*hier 4 stündliche Trassen*) x (Trassenbedarfsfaktor (*hier 1.16*) - 1) = 0.7 zusätzliche Trasse;

Kaufmännisch gerundet 1.0 Trasse. (Es wird mit mehr Kommastellen gerechnet, so dass sich Rundungsdifferenzen ergeben können)

Strecke	Züge/Tag je Richtung NEMO (max)	Stündliche Trassen AS2035 je Richtung	Belegung der stündlichen Trassen mit Zügen	Stündliche Trassen BIE AS 2035 je Richtung	Zusätzliche stündliche Trassen Szenario 1 gegenüber AS 2035	Zusätzliche stündliche Trassen Szenario 1 gegenüber AS 2035 (gerundet)
	[Züge/Tag]	[Trassen/h]	[Züge je Tag/stündliche Trasse]	[Trassen/h]	[Trassen/h]	[Trassen/h]
1 Genf - Lausanne Triage	23	2	11.5	2	0.0	0
2 Daillens - Vallorbe	3	1	3.0	1	0.0	0
3 Lausanne - Sion	34	2	17.0	2	0.3	0
4 Sion - Visp	19	2	9.5	2	0.0	0
5 Lausanne - Bern	10	2	5.0	2	0.0	0
6 Lausanne - Corneaux	58	4	14.5	4	0.7	1
7 Corneaux - Solothurn	50	5	10.0	5	0.0	0
8 Solothurn - Olten	70	6	11.7	6	0.0	0
9 Olten - Lenzburg/Brugg	87	6	14.5	6	1.0	1
10 Lenzburg/Brugg - Zürich	130	10	13.0	10	0.0	0
11 Zofingen - Suhr	10	2	5.0	2	0.0	0
12 Suhr - Lenzburg	21	2	10.5	2	0.0	0
13 Olten - Basel (Pratteln)	76	6	12.7	3	0.0	0
14 Basel (Pratteln) - Brugg	100	8	12.5	3	0.0	0
15 Zofingen - Rothenburg	15	2	7.5	2	0.0	0
16 Olten - Bern	60	5	12.0	2	0.0	0
17 Bern - Thun	63	4	15.8	1	0.2	0
18 Thun - Brig	48	4	12.0	1	0.0	0
19 Lenzburg - Bellinzona	100	6	16.7	1	0.2	0
20 Glattbrugg - Schaffhausen	31	4	7.8	4	0.0	0
21 Zürich - Winterthur	41	4	10.3	4	0.0	0
22 Winterthur - Gossau	22	2	11.0	2	0.0	0
23 Gossau - St. Gallen	8	2	4.0	2	0.0	0
24 Winterthur - Romanshorn	21	2	10.5	2	0.0	0
25 Zürich - Sargans	24	2	12.0	2	0.0	0
26 Sargans - Chur	13	3	4.3	3	0.0	0
27 Lyss - Biel	20	2	10.0	2	0.0	0
28 Delémont - Basel	7	1	7.0	1	0.0	0
29 Romanshorn - St. Margrethen	8	1	8.0	1	0.0	0
30 Buchs SG - St. Margrethen	9	1	9.0	1	0.0	0
31 Sargans - Buchs SG (via Schlaufe)	16	2	8.0	2	0.0	0

Rechnerische Ermittlung Trassenbedarf Szenario 2

Rechenbeispiele siehe Szenario 1. Hier beträgt der Trassenbedarfsfaktor 1.34.

Strecke	Züge/Tag je Richtung NEMO (max)	Stündliche Trassen AS2035 je Richtung	Belegung der stündlichen Trassen mit Zügen	Stündliche Trassen BIE AS 2035 je Richtung	Zusätzliche stündliche Trassen Szenario 2 gegenüber AS 2035	Zusätzliche stündliche Trassen Szenario 2 gegenüber AS 2035 (gerundet)
	[Züge/Tag]	[Trassen/h]	[Züge je Tag/ stündliche Trasse]	[Trassen/h]	[Trassen/h]	[Trassen/h]
1 Genf - Lausanne Triage	23	2	11.5	2	0.0	0
2 Dailens - Vallorbe	3	1	3.0	1	0.0	0
3 Lausanne - Sion	34	2	17.0	2	0.7	1
4 Sion - Visp	19	2	9.5	2	0.0	0
5 Lausanne - Bern	10	2	5.0	2	0.0	0
6 Lausanne - Corneaux	58	4	14.5	4	1.3	1
7 Corneaux - Solothurn	50	5	10.0	5	0.0	0
8 Solothurn - Olten	70	6	11.7	6	0.0	0
9 Olten - Lenzburg/Brugg	87	6	14.5	6	2.0	2
10 Lenzburg/Brugg - Zürich	130	10	13.0	10	3.4	3
11 Zofingen - Suhr	10	2	5.0	2	0.0	0
12 Suhr - Lenzburg	21	2	10.5	2	0.0	0
13 Olten - Basel (Pratteln)	76	6	12.7	3	1.0	1
14 Basel (Pratteln) - Brugg	100	8	12.5	3	1.0	1
15 Zofingen - Rothenburg	15	2	7.5	2	0.0	0
16 Olten - Bern	60	5	12.0	2	0.7	1
17 Bern - Thun	63	4	15.8	1	0.3	0
18 Thun - Brig	48	4	12.0	1	0.3	0
19 Lenzburg - Bellinzona	100	6	16.7	1	0.3	0
20 Glattbrugg - Schaffhausen	31	4	7.8	4	0.0	0
21 Zürich - Winterthur	41	4	10.3	4	0.0	0
22 Winterthur - Gossau	22	2	11.0	2	0.0	0
23 Gossau - St. Gallen	8	2	4.0	2	0.0	0
24 Winterthur - Romanshorn	21	2	10.5	2	0.0	0
25 Zürich - Sargans	24	2	12.0	2	0.7	1
26 Sargans - Chur	13	3	4.3	3	0.0	0
27 Lyss - Biel	20	2	10.0	2	0.0	0
28 Delémont - Basel	7	1	7.0	1	0.0	0
29 Romanshorn - St. Margrethen	8	1	8.0	1	0.0	0
30 Buchs SG - St. Margrethen	9	1	9.0	1	0.0	0
31 Sargans - Buchs SG (via Schlaufe)	16	2	8.0	2	0.0	0

Rechnerische Ermittlung Trassenbedarf Szenario 3

Rechenbeispiele siehe Szenario 1. Hier beträgt der Trassenbedarfsfaktor 1.90.

Strecke	Züge/Tag je Richtung NEMO (max)	Stündliche Trassen AS2035 je Richtung	Belegung der stündlichen Trassen mit Zügen	Zusätzliche stündliche Trassen Szenario 3 gegenüber AS 2035	Zusätzliche stündliche Trassen Szenario 3 gegenüber AS 2035 (gerundet)
	[Züge/Tag]	[Trassen/h]	[Züge je Tag/ stündliche Trasse]	[Trassen/h]	[Trassen/h]
1 Genf - Lausanne Triage	23	2	11.5	1.8	2
2 Dailens - Vallorbe	3	1	3.0	0.0	0
3 Lausanne - Sion	34	2	17.0	1.8	2
4 Sion - Visp	19	2	9.5	1.8	2
5 Lausanne - Bern	10	2	5.0	0.0	0
6 Lausanne - Corneaux	58	4	14.5	3.6	4
7 Corneaux - Solothurn	50	5	10.0	4.5	5
8 Solothurn - Olten	70	6	11.7	5.4	5
9 Olten - Lenzburg/Brugg	87	6	14.5	5.4	5
10 Lenzburg/Brugg - Zürich	130	10	13.0	9.0	9
11 Zofingen - Suhr	10	2	5.0	0.0	0
12 Suhr - Lenzburg	21	2	10.5	1.8	2
13 Olten - Basel (Pratteln)	76	6	12.7	2.7	3
14 Basel (Pratteln) - Brugg	100	8	12.5	2.7	3
15 Zofingen - Rothenburg	15	2	7.5	0.0	0
16 Olten - Bern	60	5	12.0	1.8	2
17 Bern - Thun	63	4	15.8	0.9	1
18 Thun - Brig	48	4	12.0	0.9	1
19 Lenzburg - Bellinzona	100	6	16.7	0.9	1
20 Glattbrugg - Schaffhausen	31	4	7.8	0.0	0
21 Zürich - Winterthur	41	4	10.3	3.6	4
22 Winterthur - Gossau	22	2	11.0	1.8	2
23 Gossau - St. Gallen	8	2	4.0	0.0	0
24 Winterthur - Romanshorn	21	2	10.5	1.8	2
25 Zürich - Sargans	24	2	12.0	1.8	2
26 Sargans - Chur	13	3	4.3	0.0	0
27 Lyss - Biel	20	2	10.0	1.8	2
28 Delémont - Basel	7	1	7.0	0.0	0
29 Romanshorn - St. Margrethen	8	1	8.0	0.0	0
30 Buchs SG - St. Margrethen	9	1	9.0	0.9	1
31 Sargans - Buchs SG (via Schlaufe)	16	2	8.0	0.0	0

A4 Grobprüfung Fahrbarkeit Szenario 2

Inhalt	Seite
Lausanne–Sion	1
Lausanne–Corneaux(–Biel)	2
Olten–Lenzburg–Zürich	3
Basel–Olten	4
Basel–Brugg	5
Bern–Burgdorf–Olten	6
Zürich HB–ZBT–Pfäffikon SZ	7
Pfäffikon SZ–Sargans	8

Als Grundlage für die Grobprüfung der Fahrbarkeit sind folgende Bildfahrpläne hinterlegt:

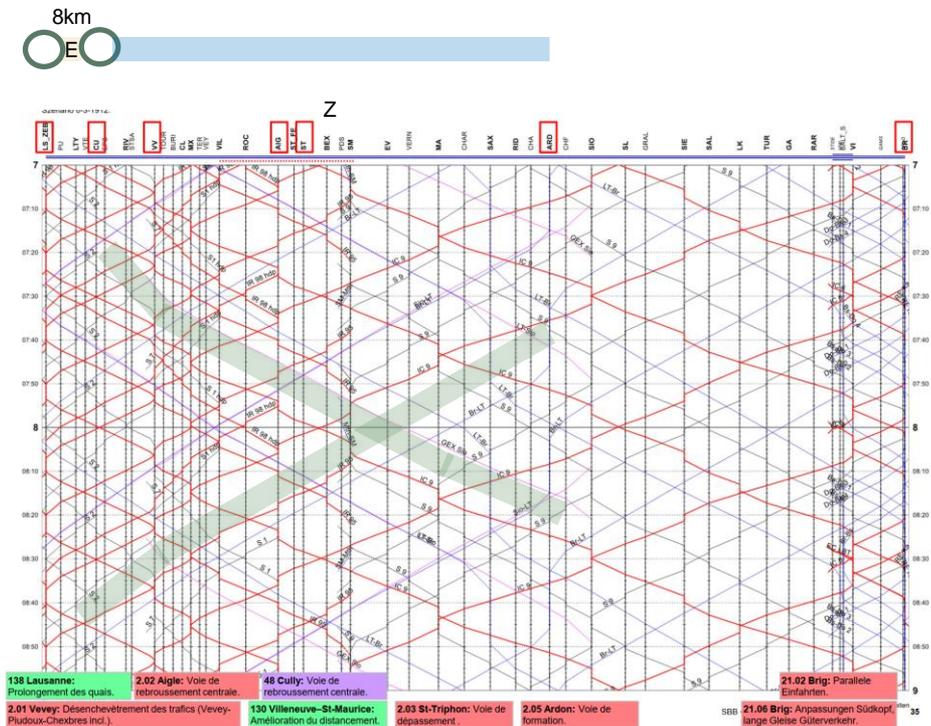
SBB: STEP AS 2035, Dokumentation Angebotskonzept, Stand 03-2020, 28.01.2020, Version 2.0

Lausanne–Sion

Ableitung
Infrastruktur



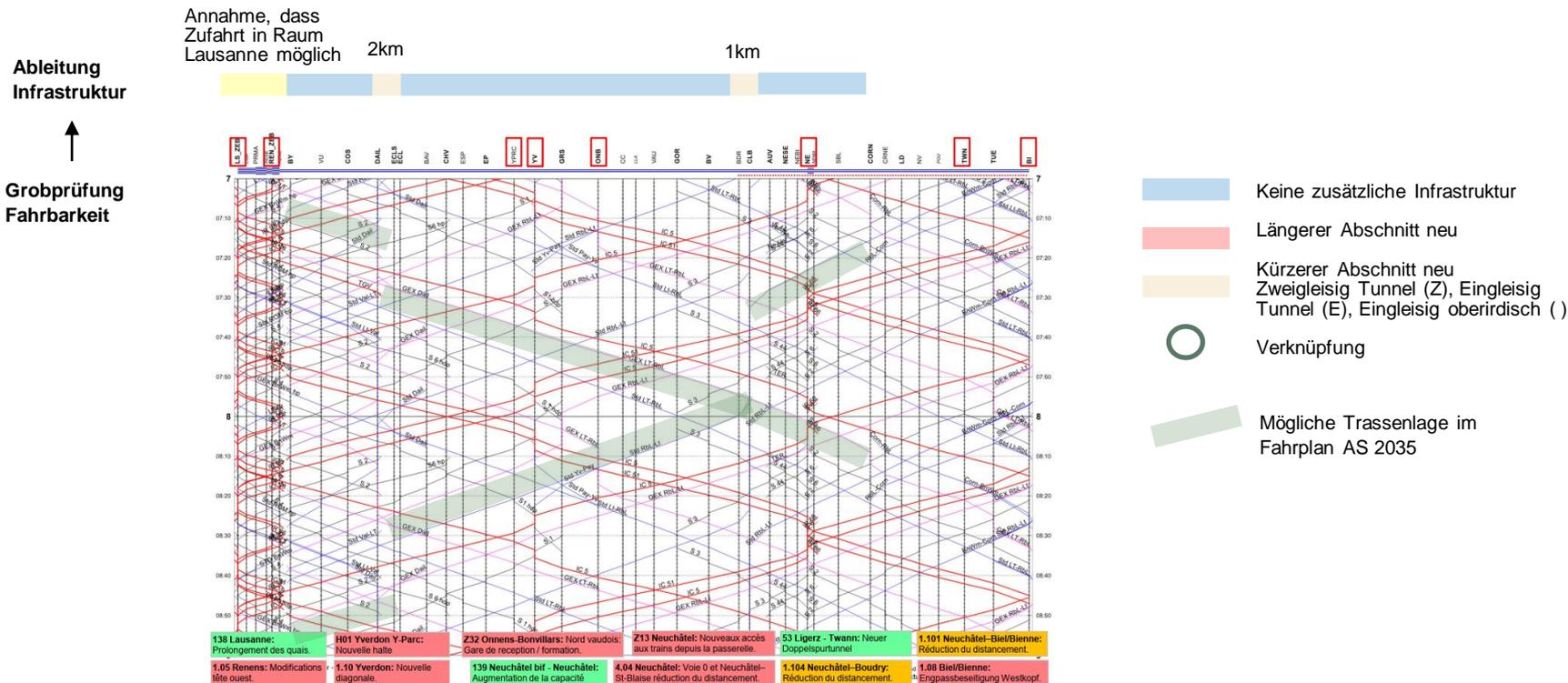
Grobprüfung
Fahrbarkeit



- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch ()
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im Fahrplan AS 2035

Bemerkung: Annahme, dass Nachfrage Richtung Wallis abnimmt und somit 1 Trasse bis Ardon reichen.

Lausanne–Corneaux(–Biel)



Basel–Olten

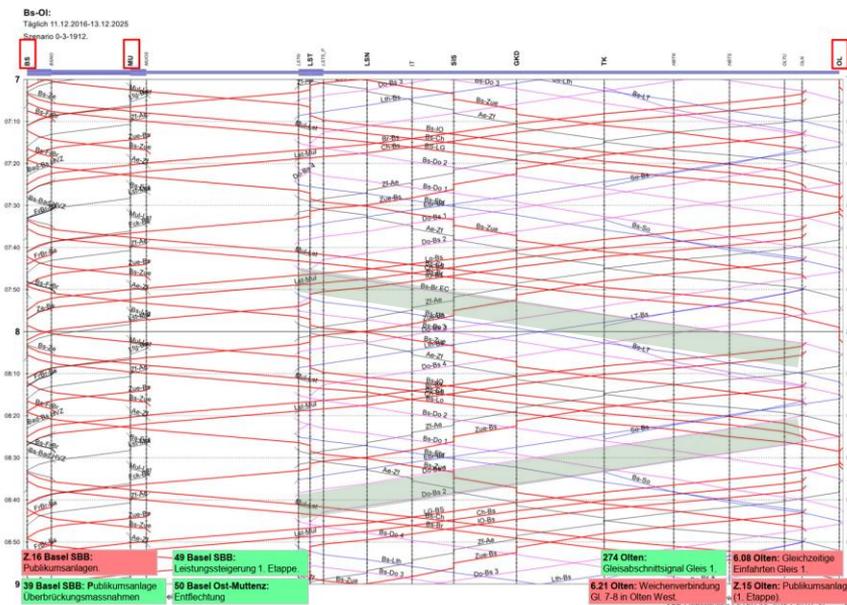
Ableitung
Infrastruktur



Grobprüfung
Fahrbarkeit

Annahme, dass Zufahrt in
Raum Basel möglich

Annahme, Einbindung mit
2 Verknüpfungen möglich



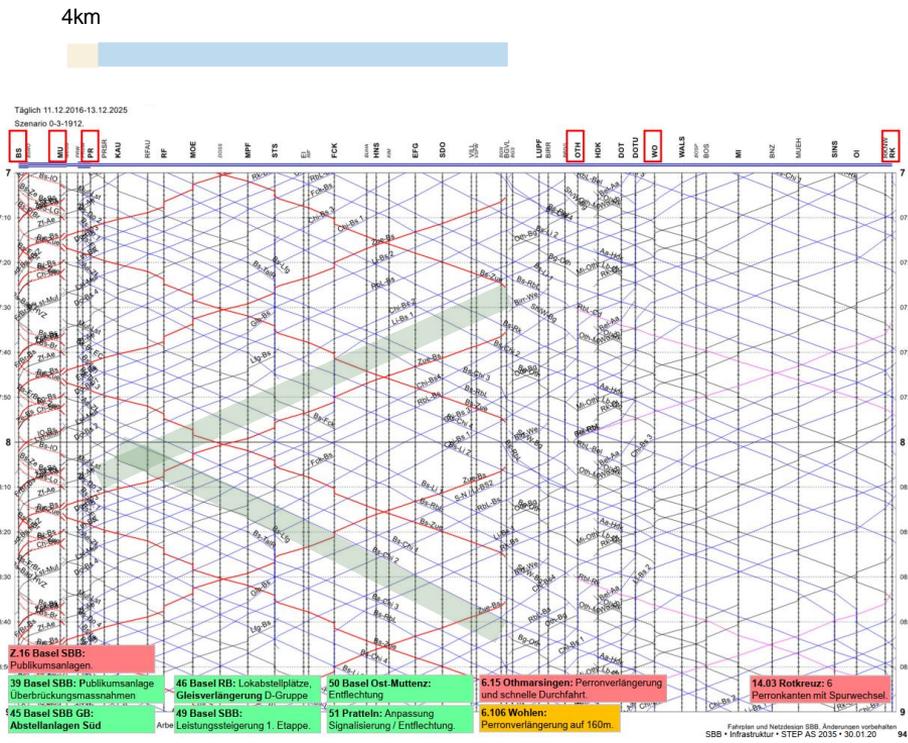
- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch ()
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im Fahrplan AS 2035

Basel–Brugg

Ableitung
Infrastruktur



Grobprüfung
Fahrbarkeit



- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch ()
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im Fahrplan AS 2035

Bern–Burgdorf–Olten

Ableitung
Infrastruktur

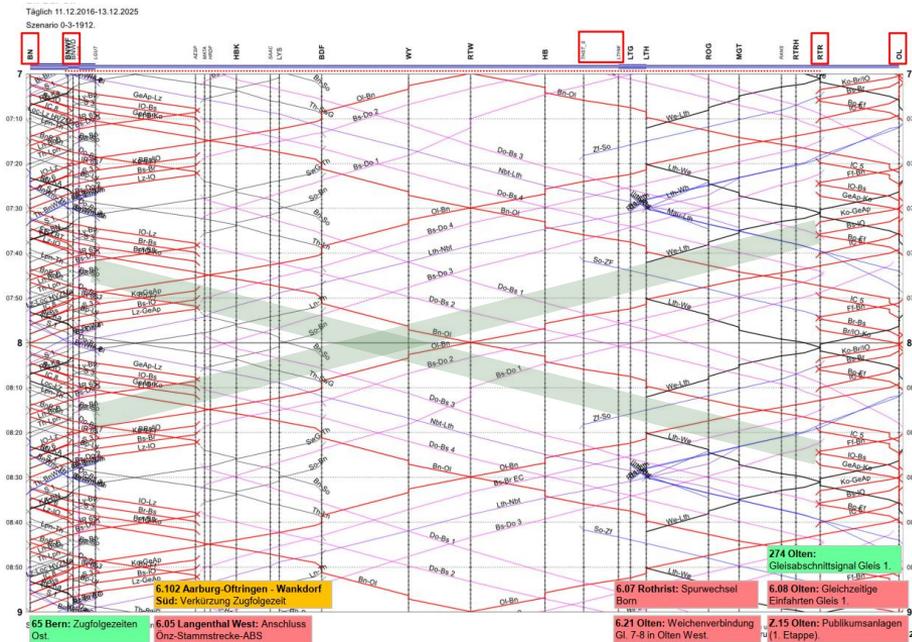


Grobprüfung
Fahrbarkeit

Annahme, dass Einbindung Richtung
Bern mit einer Verknüpfung möglich



Annahme, via Zofingen mit
einer Verknüpfung möglich



- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch ()
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im Fahrplan AS 2035

Zürich HB–ZBT–Pfäffikon SZ

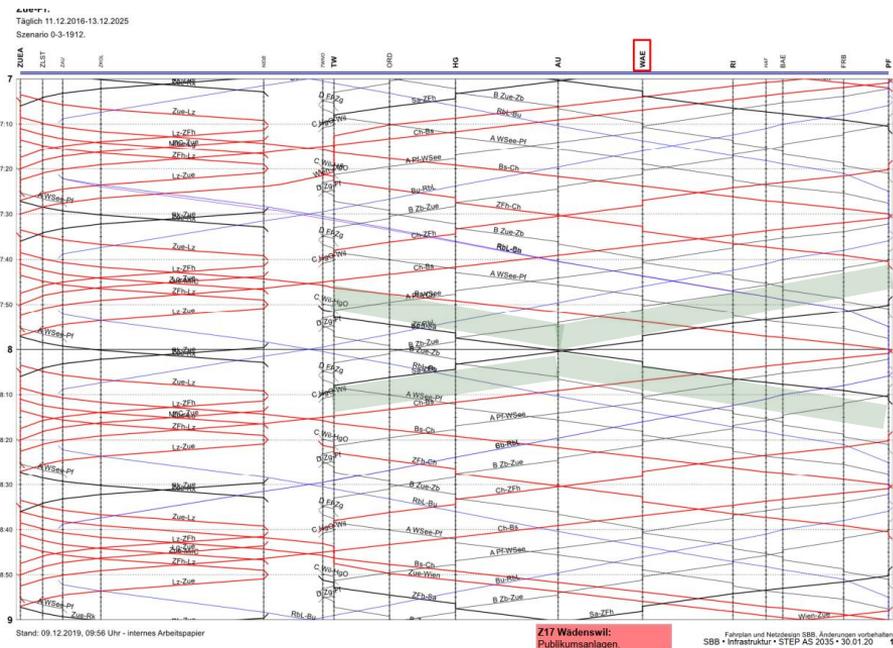
Ableitung
Infrastruktur



Grobprüfung
Fahrbarkeit

Annahme, dass Lösung im
4-Spur-Abschnitt möglich

Überholgleis
(1km)



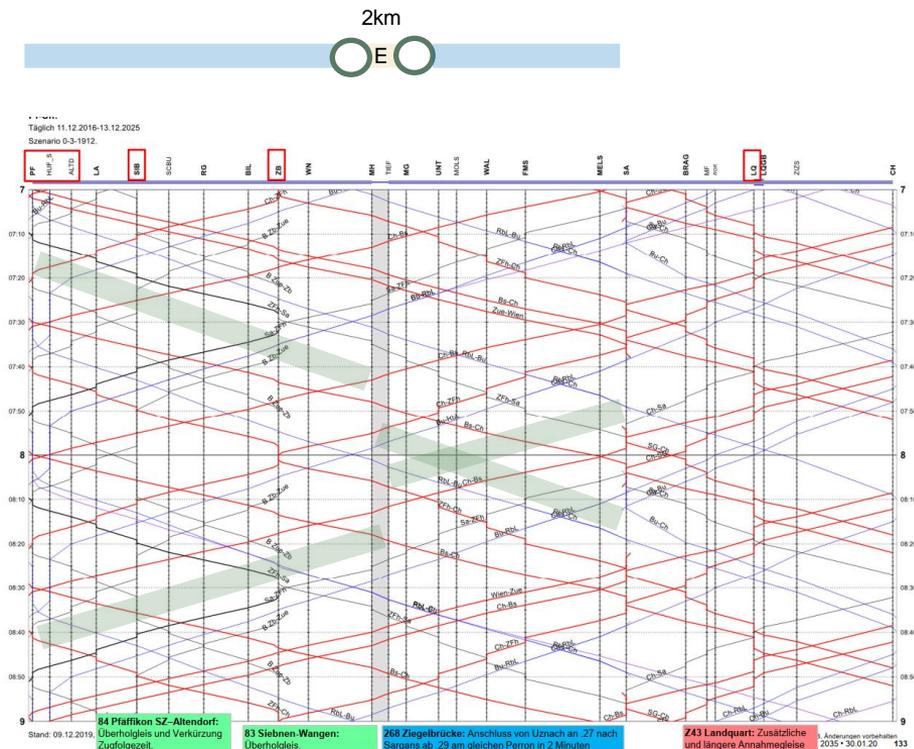
- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch ()
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im Fahrplan AS 2035

Pfäffikon SZ–Sargans

Ableitung
Infrastruktur



Grobprüfung
Fahrbarkeit



- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
- Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch ()
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im Fahrplan AS 2035

A5 Grobprüfung Fahrbarkeit Szenario 3

Inhalt	Seite
Genf–Lausanne	1
Lausanne–Sion–Brig	2
Bern–Burgdorf–Olten	3
Bern–Thun–Spiez	4
Spiez–Brig (Bergstrecke)	5
Raum Othmarsingen–Rotkreuz	6
Rotkreuz–Bellinzona	7
Winterthur–Gossau	8
Winterthur–Weinfelden	9
Weinfelden–Romanshorn	10
Zürich HB–ZBT–Pfäffikon SZ	11
Pfäffikon SZ–Sargans	12
Biel–Bern	13
St. Margrethen–Buchs SG	14

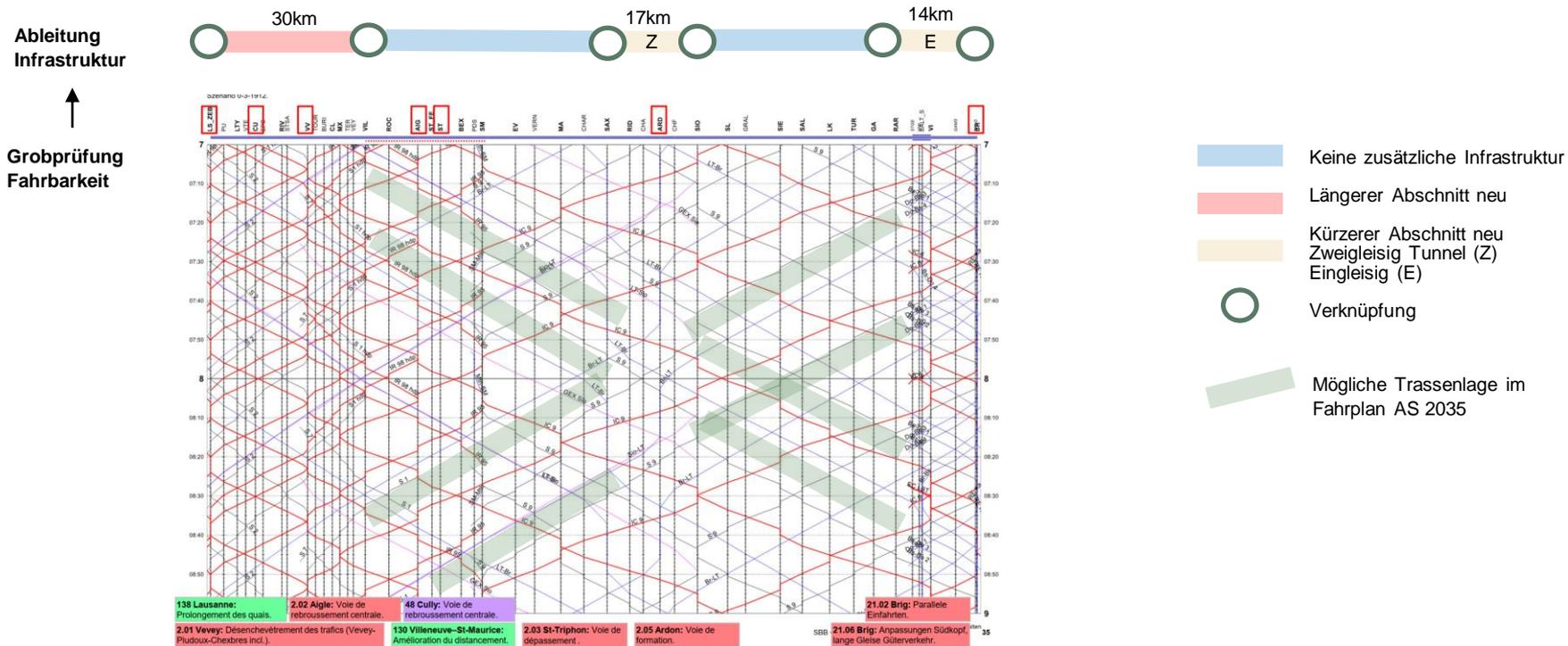
Als Grundlage für die Grobprüfung der Fahrbarkeit sind folgende Bildfahrpläne hinterlegt:

SBB: STEP AS 2035, Dokumentation Angebotskonzept, Stand 03-2020, 28.01.2020, Version 2.0

Genf–Lausanne



Lausanne–Sion–Brig



Bern–Burgdorf–Olten

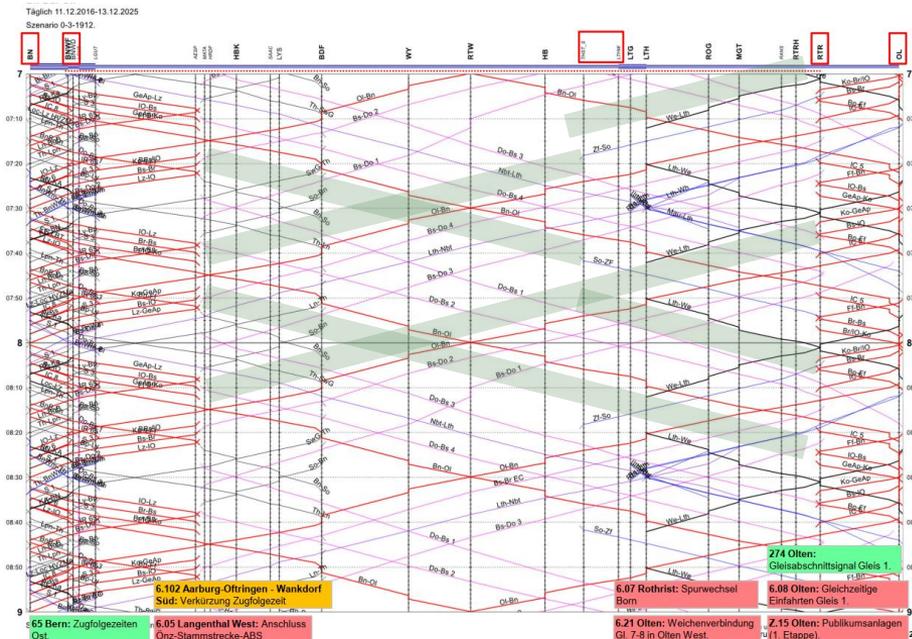
Ableitung
Infrastruktur



Grobprüfung
Fahrbarkeit

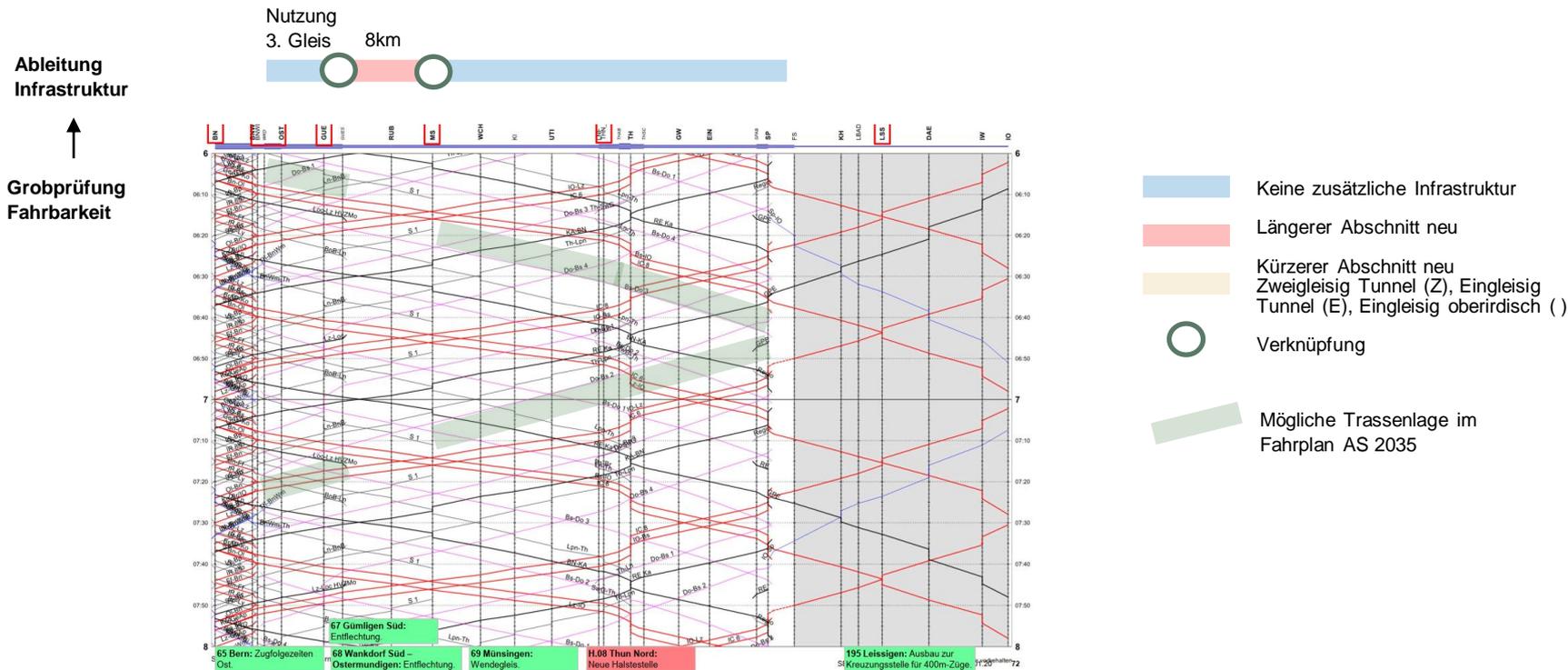
Massnahme bereits
bei Biel–Bern

Massnahme bereits bei
Olten–Solothurn



- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch ()
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im Fahrplan AS 2035

Bern–Thun–Spiez



Spiez–Brig (Bergstrecke)

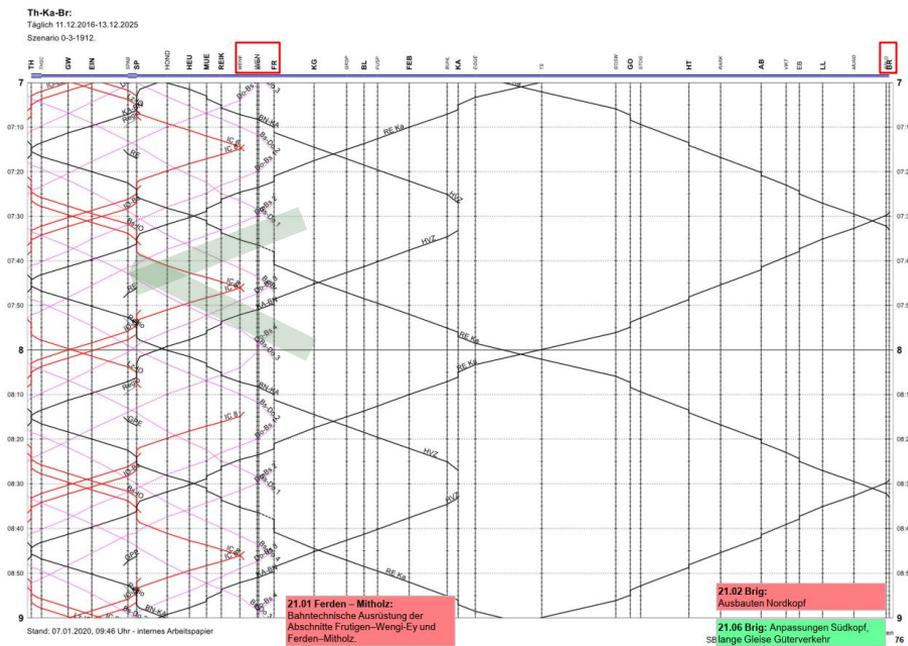
Siehe
vorne

Bis Brig über Bergstrecke kein Problem

Ableitung
Infrastruktur



Grobprüfung
Fahrbarkeit



- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig
Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch ()
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im
Fahrplan AS 2035

Raum Othmarsingen–Rotkreuz

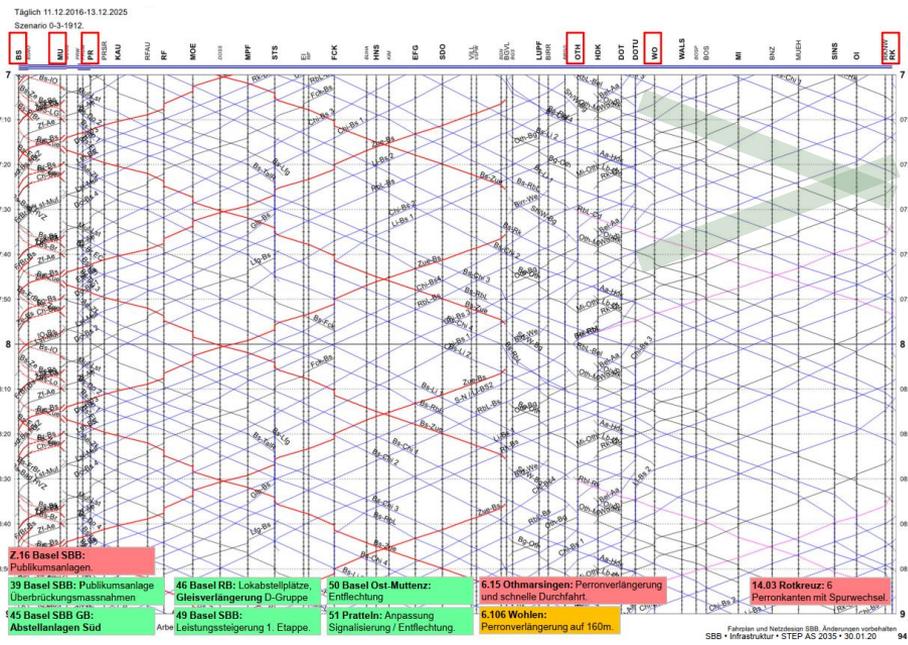
Anbindung an Strecke nach Zürich/Olten



Ableitung
Infrastruktur



Grobprüfung
Fahrbarkeit



- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch ()
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im Fahrplan AS 2035

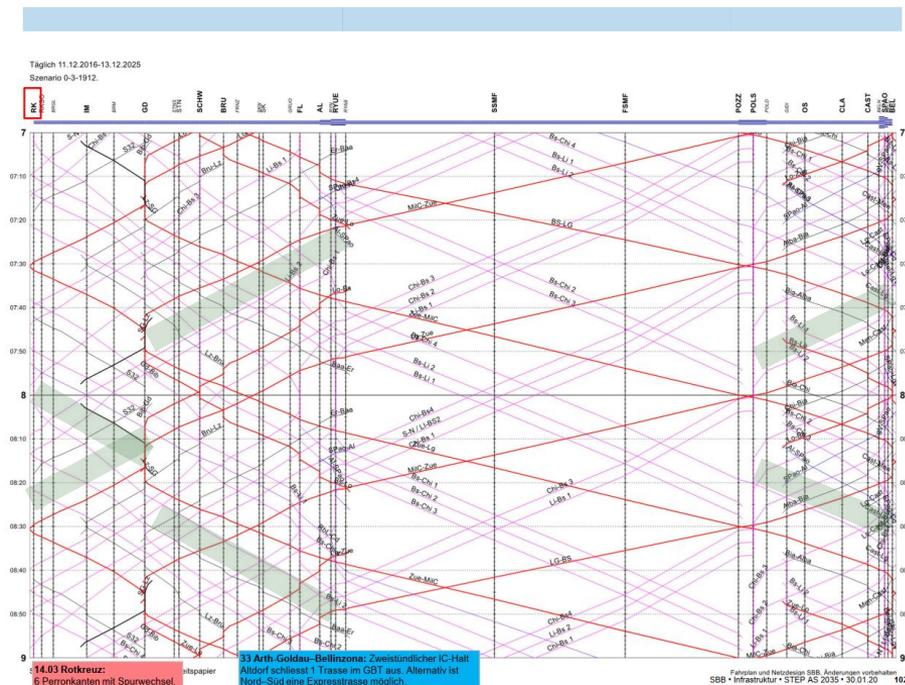
Rotkreuz–Bellinzona

Über Bergstrecke kein Problem

Ableitung
Infrastruktur



Grobprüfung
Fahrbarkeit



- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch (O)
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im Fahrplan AS 2035

Winterthur–Gossau

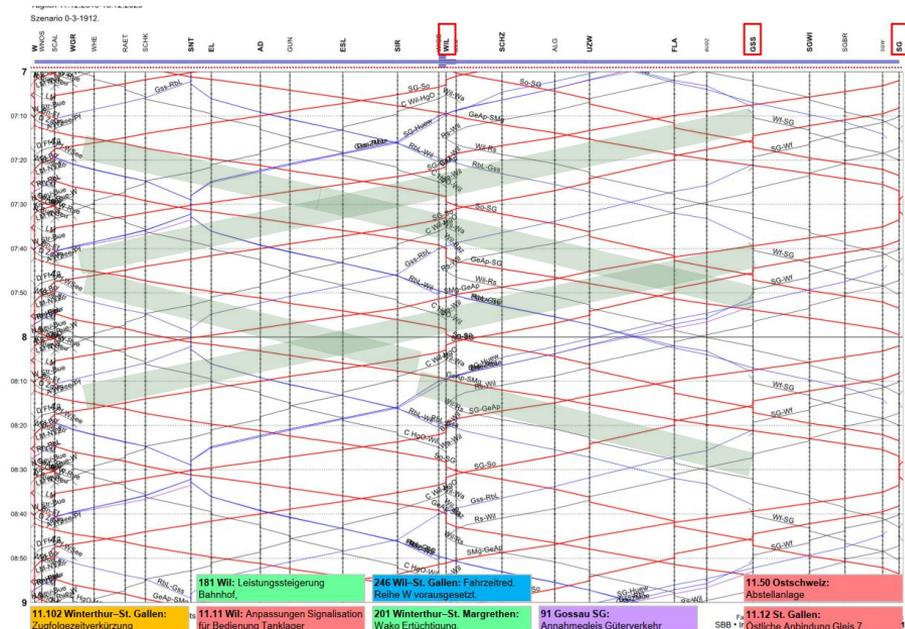
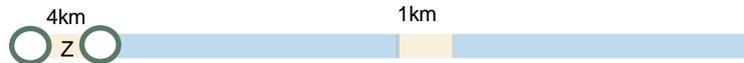
Ableitung
Infrastruktur



Grobprüfung
Fahrbarkeit

Anbindung an Strecke nach Zürich

Überholgleis im Raum Wil



- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch ()
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im Fahrplan AS 2035

Winterthur–Weinfelden

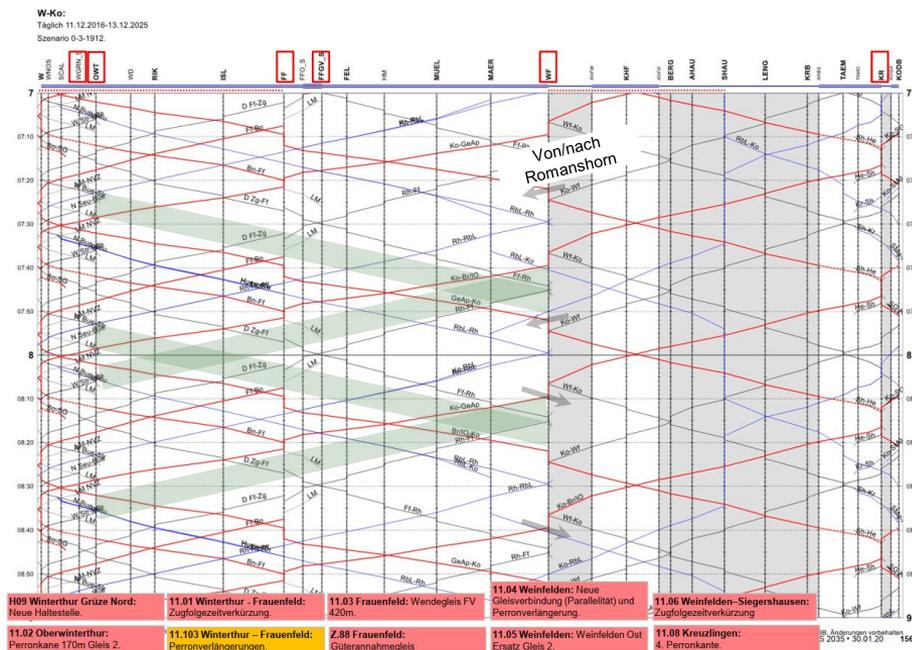
Ableitung
Infrastruktur



Grobprüfung
Fahrbarkeit

Anbindung an Strecke nach Zürich

Überholgleis im Raum Weinfelden



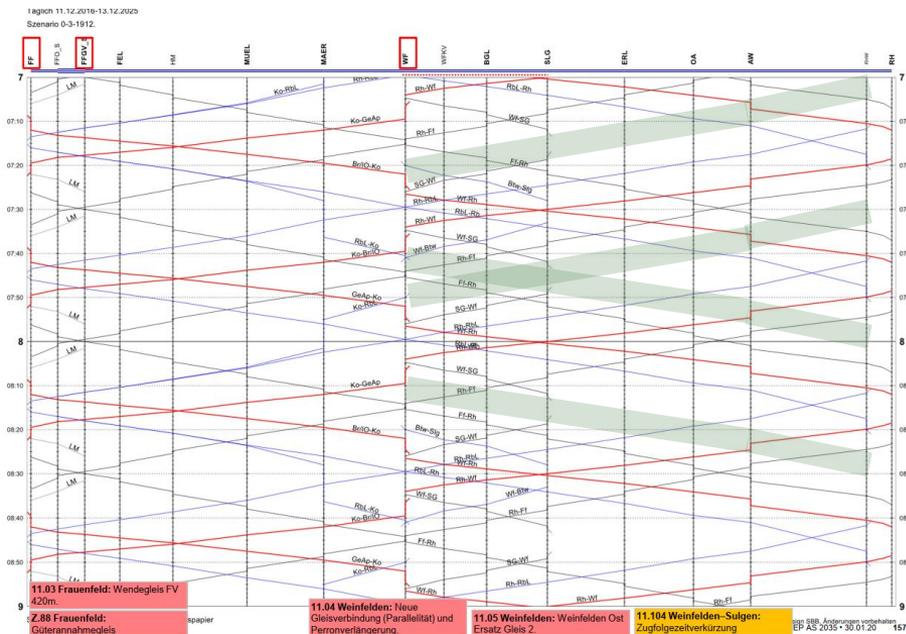
- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch ()
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im Fahrplan AS 2035

Weinfelden–Romanshorn

Ableitung
Infrastruktur



Grobprüfung
Fahrbarkeit



- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch ()
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im Fahrplan AS 2035

Zürich HB–ZBT–Pfäffikon SZ

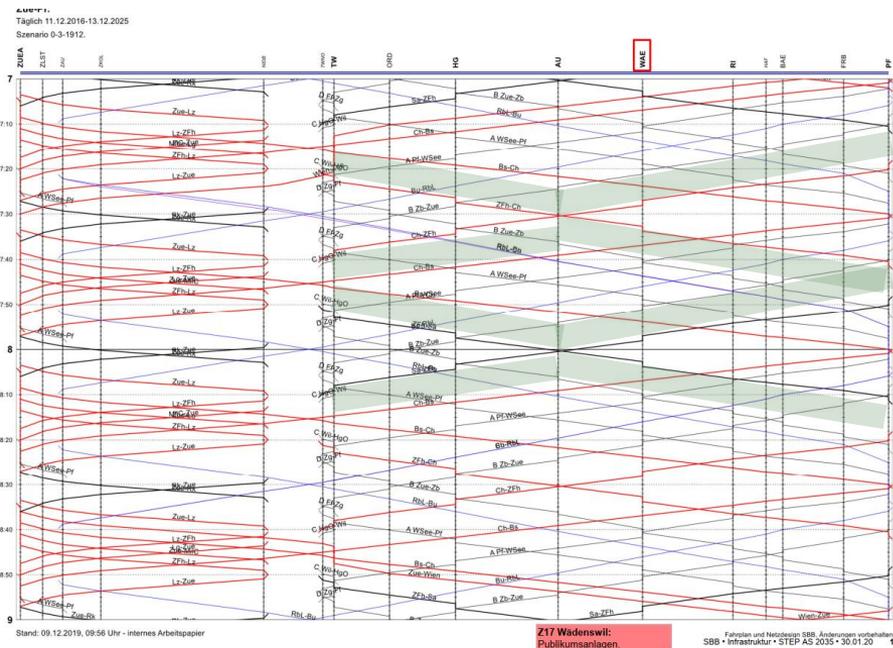
Ableitung
Infrastruktur



Grobprüfung
Fahrbarkeit

Annahme, dass Lösung im
4-Spur-Abschnitt möglich

Überholgleis
(1km)



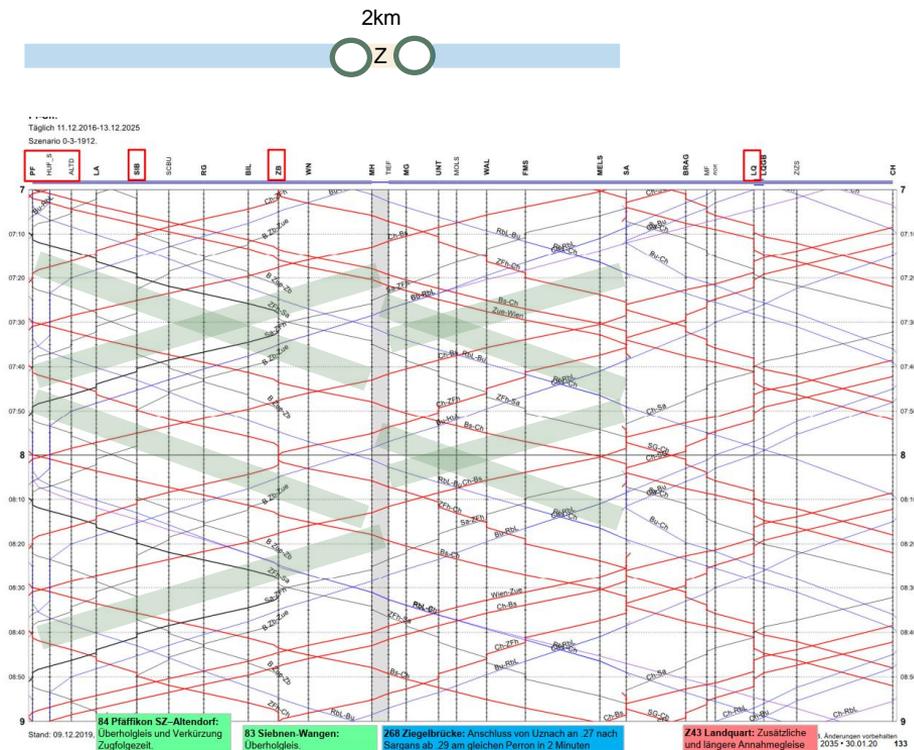
- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch ()
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im Fahrplan AS 2035

Pfäffikon SZ–Sargans

Ableitung
Infrastruktur



Grobprüfung
Fahrbarkeit



- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch ()
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im Fahrplan AS 2035

Biel–Bern

Ableitung
Infrastruktur



Grobprüfung
Fahrbarkeit



1.08 Biel: Engpassbeseitigung Westkopf

6.101 Staden - Biel: Zugfolgezeitverkürzung

65 Bern: Zugfolgezeiten Ost

- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch ()
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im Fahrplan AS 2035

St. Margrethen–Buchs SG

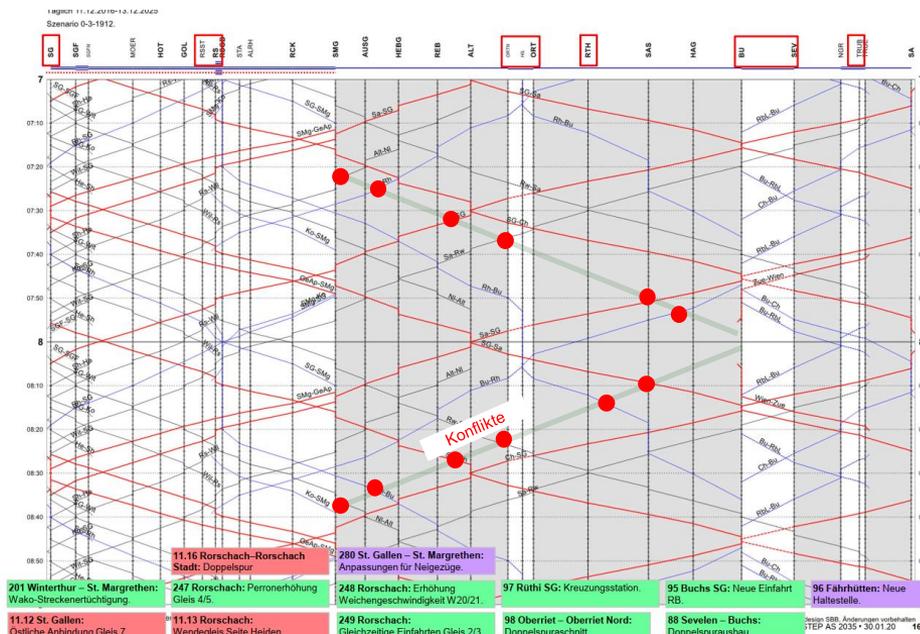
Ableitung
Infrastruktur



Grobprüfung
Fahrbarkeit

Kreuzungsgleise

6km 1km 2km 1km 4km



- Keine zusätzliche Infrastruktur
- Längerer Abschnitt neu
- Kürzerer Abschnitt neu
Zweigleisig Tunnel (Z), Eingleisig Tunnel (E), Eingleisig oberirdisch ()
- Verknüpfung
- Mögliche Trassenlage im Fahrplan AS 2035