

mrs

Verkehrsplanung
Raumentwicklung
Beratung
Analysen
Konzepte



Die Zentralbahn

« Zentralbahn 2030 »

Technischer Bericht



Auftragnehmer:

Müller, Romann & Schuppisser
Birmensdorferstrasse 55
8004 Zürich

Tel: 044 / 245 46 00
Mail: info@mrs-zh.ch

Zürich, 7. Dezember 2009

Zentralbahn 2030

Technischer Bericht

Auftragnehmer:

Müller, Romann & Schuppisser
Birmensdorferstrasse 55
8055 Zürich

Auftragnehmer, Autor:

Paul Romann
Büro Müller, Romann & Schuppisser
Tel: 044 / 245 46 02
Mail: paul.romann@mrs-zh.ch

Konzeptionelle Viriato, Überlegungen Angebot

Michael Fankhauser
SBB AG
I-TM-VP
6003 Luzern
Mail: michael.fankhauser@sbb.ch

Bewertung der Module

Samuel Waldvogel
lic. oec. publ.
8400 Winterthur
Mail: samuel.waldvogel@gmail.com

Zürich, 7. Dezember 2009

Inhalt

Zusammenfassung	4
(Die Zusammenfassung ist identisch mit der zehnsseitigen Kurzfassung vom 7. Dezember 2009)	
1. Ausgangslage	14
1.1 „Zentralbahn 2030“ – eine Aufgabenstellung des Bundes	14
2. Vorgehen und Methodik	15
2.1 Strategische Stossrichtungen	15
2.2 Vorgehen	16
3. Die Angebotskonzepte 2009 bis 2014	17
3.1 Übersicht über die Angebotskonzepte der Zentralbahn	17
3.2 Mengengerüst und Haltepolitik	18
3.3 Zu den Angebotskonzepten „Übergangskonzept“, „Fahrplan 2011“ und „Vx“	20
4. Trendwachstum 2008 bis 2030	25
4.1 Quelle der Daten	25
4.2 Nachfrageentwicklung der Zentralbahn 2000 bis 2008	25
4.3 Einbezug der Strasse	27
4.4 Trendwachstum des Fahrgastaufkommens bis 2030	29
4.5 Begründung der hohen Nachfragewerte	29
5. Referenzzustand 2030	30
5.1 Allgemeines – Definition	30
5.2 Datengrundlage und Zonenbildung	30
5.3 Nachfrageentwicklung bis 2030	32
6. Kapazitätsüberlegungen	39
6.1 Rollmaterialbedarf bei „Vx“ resp. Referenzzustand	39
6.2 Sitzplatzangebot in den sechs Querschnitten bei „Vx“	40
6.3 Zulässige Auslastung des Rollmaterials	41
6.4 Nachfrage in den sechs Querschnitten in der Spitzenstunde	42
6.5 Schlussfolgerungen zum Massnahmenbedarf aus Kapazitätssicht	47
7. Grundlagen zum Angebotskonzept „Zentralbahn 2030“	48
7.1 Zu den Zielen der „Zentralbahn 2030“	48
7.2 Angebotsgestaltungsgrundsätze	49
7.3 Bildung von Modulen	51
8. Angebotskonzept „Zentralbahn 2030“	55
8.1 Angebotskonzept Modul B	55
8.2 Angebotskonzept Modul C	57
8.3 Angebotskonzept Modul D	59

9. Infrastrukturmassnahmen „Zentralbahn 2030“	61
9.1 Grundlagen für die Berechnung der Infrastrukturkosten	62
9.2 Streckenausbauten	62
9.3 Haltestellen	74
9.4 Übersicht über die Infrastrukturkosten	76
10. Auswirkungen der Module A bis D	77
10.1 Einleitung	77
10.2 Betriebskosten, Zugstunden und Zugskilometer der Module A bis D	77
10.3 „Zentralbahn 2030“, Modul A: Perronverlängerungen	78
10.4 „Zentralbahn 2030“, Modul B: touristischer Ausbau	79
10.5 „Zentralbahn 2030“, Modul C: Ausbau S-Bahnbereich	81
10.6 „Zentralbahn 2030“, Modul D: Vollausbau	82
10.7 Übersicht über die vier Ausbaumodule	84
10.8 Nachfrage und Kapazität in der Spitzenstunde	86
10.9 Interpretation der Ergebnisse und Schlussfolgerungen	87
11. Anhang A: Mengengerüste und Liniengrafiken	88
Liniengrafiken Angebotskonzept 2009	88
Liniengrafiken Angebotskonzept „Fahrplan 2011“	91
Liniengrafiken Angebotskonzept „Vx“ / Modul A, Perronverlängerung	94
Liniengrafiken Angebotskonzept Modul B, touristischer Ausbau	98
Liniengrafiken Angebotskonzept Modul C, Ausbau Pendler	105
Liniengrafiken Angebotskonzept Modul D, Ausbau Pendler & Touristen	111
12. Anhang B: Berechnungstabellen der stunden- und distanzabhängigen Kosten	118
Fahrplan Ist-Zustand (2009)	119
Angebotskonzept „Vx“	120
Modul A	121
Modul B	122
Modul C	123
Modul D	124

Zusammenfassung

(Die Zusammenfassung ist identisch mit der zehnteiligen Kurzfassung vom 7. Dezember 2009)

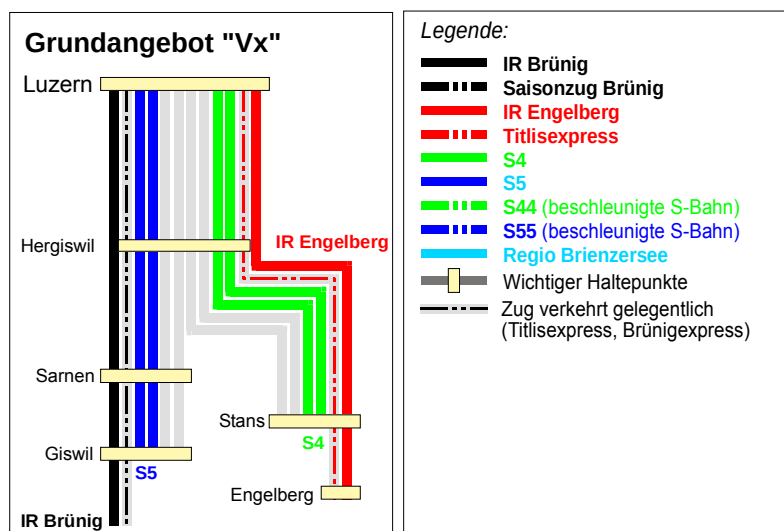
Die „Bahn 2030“ ist das Nachfolgeprojekt der „Bahn 2000“ resp. „ZEB“. Für 21 resp. 12 Mrd. Franken soll das schweizerische Schienennetz – verteilt auf 25 Jahre – weiter ausgebaut werden. Werden 21 Mrd. Franken investiert, können sowohl das nationale Netz wie auch die Schienennetze der Agglomerationen ausgebaut werden, bleibt es bei 12 Mrd. Fr., konzentrieren sich die Investitionen auf das nationale Netz.

Die „Bahn 2030“ umfasst grundsätzlich das gesamte Schienennetz der Schweiz. Das heisst, neben der SBB auch die KTU. Mit der Studie „Zentralbahn 2030“ wird untersucht, wie sich das Angebot und damit das Netz der Zentralbahn bis zum Horizont 2030 und weiter entwickeln sollen.

Grundlage für alle Überlegungen zur „Zentralbahn 2030“ bildet das Angebotskonzept „Vx“, welches 2008 erarbeitet wurde und Ende 2013 (Fahrplan 2014) in Betrieb gehen wird. „Vx“ ist ein zukunftsorientiertes Angebotskonzept mit je einem Halbstundentakt von S4 und S5, welche sich im Kernbereich Luzern – Hergiswil zum Viertelstundentakt überlagern.

Abbildung Z-01:

Mengengerüst des Angebotskonzepts „Vx“ (Grundtakt), welches von der Zentralbahn ab dem Fahrplan 2014 gefahren wird.



Trendwachstum 2014 bis 2030

Mit dem Trendwachstum wird die Anzahl Fahrgäste ermittelt, welche von der Zentralbahn im Zieljahr 2030 zu transportieren sind, wenn „Vx“ bis zum Zieljahr *unverändert* gefahren wird.

Die Zentralbahn hat seit 2000 eine sehr starke Fahrgastzunahme von 4.32% pro Jahr hinter sich. Dieses starke Wachstum ist sicherlich zum Teil durch die Hochkonjunktur mit bestimmt. Für das Trendwachstum wird darum mit einer deutlich tieferen Wachstumsrate von 2.8% gerechnet.

Im Raum Ennethorw zwängen sich Nationalstrasse, Kantonsstrasse und Zentralbahn auf engstem Raum zwischen dem See und dem Hältwald, einem Ausläufer des Pilatus. Die vor kurzem sanierte und ausgebaut Nationalstrasse ist in den massgebenden Spitzenstunden ausgelastet; die parallel verlaufende Kantonsstrasse besitzt nur noch sehr geringe Kapazitätsreserven. Es wird darum angenommen, dass ein

Teil des Verkehrswachstums, das bei ungehindertem Verkehrsfluss auf der Strasse stattfinden würde, von der Zentralbahn übernommen werden muss. Dies führt zu einem zusätzlichen Fahrgastwachstum von 0.6% pro Jahr, allerdings nur im S-Bahnbereich (Luzern – Wolfenschiessen und Luzern – Giswil).

Damit ergibt sich im Pendler- resp. S-Bahnbereich ein Verkehrswachstum von 3.4% pro Jahr. Im Touris-musbereich – wo der Engpass Ennethorw keinen Einfluss hat – hingegen ein solches von 2.8%.

Referenzzustand: 2030

Der *Referenzzustand* im Jahre 2030 entspricht auf den Ebenen *Angebot*, *Infrastruktur* und *Rollmaterial* (Anzahl Sitzplätze) dem Angebotskonzept „Vx“. Die Fahrgastzahlen für 2030 errechnen sich aus dem oben hergeleiteten Trendwachstum vom 3.4% resp. 2.8%.

Zeigt sich, dass mit dem Angebot „Vx“ weniger Sitzplätze angeboten werden, als gemäss Trendszenario benötigt werden, besteht ein Handlungsbedarf. Das Angebot – Anzahl Züge, Anzahl angebotene Sitz-plätze – muss erhöht werden.

Methodisch erschwerend wirkt sich die Einführung von „Vx“ im Fahrplan 2014 aus. Da diese Einführung als gesichert gelten darf, muss sie bei der Ermittlung des Referenzzustandes mitberücksichtigt werden.

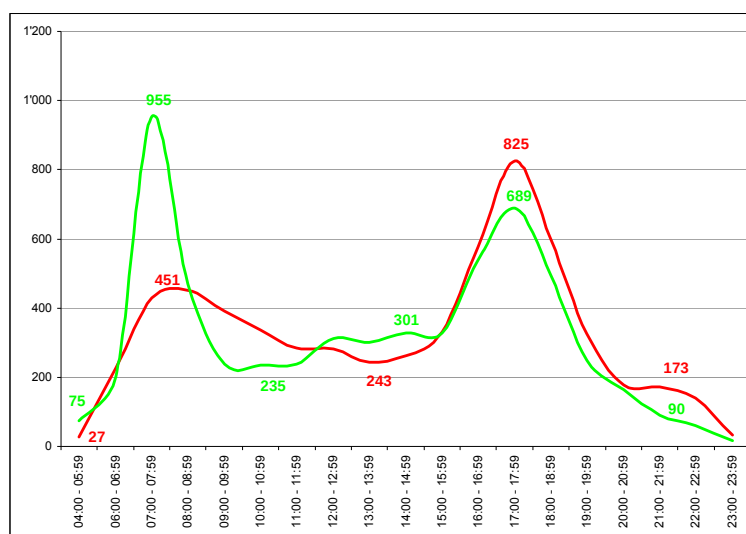
„Vx“ bringt gegenüber dem heutigen Fahrplan eine massive Steigerung der Angebotsqualität: Es verkeh-ren mehr Züge, das Angebot wird systematisiert (Halbstundentakt S4, S5, Viertelstundentakt zwischen Luzern und Hergiswil). Die Rechnung zeigt: Als Folge der Einführung von „Vx“ ergibt sich eine Fahrgast-zunahme von 18.8%. Die Zahl der täglichen Fahrgäste steigt 2014 von 25'500 auf 30'300 an. Dies zu-sätzlich zu den jährlichen 3.4% resp. 2.8% des Trendwachstums.

Starke Spitzenwerte

Für die Bemessung des zukünftigen Angebots massgebend ist die Zahl der Fahrgäste in der Spitzen-stunde. Die folgende Abbildung zeigt die Tagesganglinie im Bereich der Einfahrt Luzern: 15.5% aller Fahrgäste benutzen die Zentralbahn in der Zeit zwischen 07:00 und 08:00 (Richtung Luzern).

Abbildung Z-02:

Tagesganglinie bei der Einfahrt Luzern, an einem durchschnittlichen Werktag des Jahres 2008. Grüne Kurve Richtung Lu- zern, rote Kurve Richtung Hergiswil. In der Spitzenstunde werden 15.8% aller Fahrgäste befördert. Damit ist die Belas- tung in der Einfahrt Luzern in der Spit- zenstunde zwischen 07:00 und 08:00 für die Bemessung des Angebots auf dem ganzen Netz massgebend.



Im Jahre 2030, für welches der Referenzzustand gilt, benützen im Querschnitt Einfahrt Bahnhof Luzern rund 33'800 Fahrgäste die Zentralbahn. In der Spitzenstunde zwischen 07:00 und 08:00 sind es rund 15% aller Fahrgäste des Tages, oder etwas über 2'500 Fahrgäste in der massgebenden Richtung (Richtung Luzern).

Im Querschnitt Einfahrt Luzern werden bei „Vx“ 2313 Sitzplätze eingesetzt. Bei 2'500 Fahrgästen und rund 2'300 Sitzplätzen reicht die Sitzplatzzahl im Jahre 2030 offensichtlich nicht aus. Die Rechnung ergibt, dass die hundertprozentige Auslastung im Querschnitt Einfahrt Luzern etwa im Jahre 2028 erreicht ist. *)

Die Jahrzahl 2028 ist allerdings recht stark vom tatsächlichen Verkehrswachstum abhängig. Wächst die Zahl der Fahrgäste schneller, wird die Kapazitätsgrenze früher erreicht, ist das Wachstum langsamer, eben später. Das Angebotskonzept „Vx“ reicht darum bei einem hohen Wachstum von 4% nur bis etwa 2024, bei einem geringeren Wachstum von 2.5% aber bis 2035.

Allerdings: Die Wachstumsrate bestimmt lediglich den Zeitpunkt des Erreichens der Kapazitätsgrenze von „Vx“. Dass „Vx“ in mittlerer Zeit nicht mehr genügt, wird nicht in Frage gestellt.

*) Im Kernbereich (Luzern – Hergiswil) wird von einer maximalen Auslastung von 90% aller Sitzplätze ausgegangen. Das bedeutet, dass ein namhafter Anteil der Fahrgäste auf diesem Streckenabschnitt stehen muss, da die vorhandenen Sitzplätze wegen der erschwerten Zirkulationsverhältnisse während der Spitzenzeiten nicht alle besetzt sein werden. Wegen der kurzen Reisezeiten werden zwischen Luzern und Hergiswil Stehplätze akzeptiert, nicht jedoch auf den übrigen Streckenabschnitten. Hier soll jeder Fahrgast einen Sitzplatz finden, weshalb ein Besetzungsgrad von 80% als volle Auslastung gilt.

Vier Module

Eine Steigerung der Kapazität von „Vx“ ist grundsätzlich auf zwei Wegen möglich: Es können *längere* oder *zusätzliche* Züge eingesetzt werden. Bei der „Zentralbahn 2030“ werden beide Wege betrachtet. Die Option *zusätzliche Züge* lässt sich aber noch verfeinert betrachten, indem gefragt wird, welche Art von Verkehr in Zukunft vermehrt nachgefragt werden wird. Die beiden Hauptbereiche der Zentralbahn sind der *touristische Verkehr*, sowie der *Pendlerverkehr*.

Betrachtet werden vier Module mit den folgenden Charakteristiken:

- Modul A: Längere Züge: Infrastrukturmassnahme: Verlängerung aller Perronkanten auf 190 Meter.
- Modul B: „Touristisches Szenario“: Ausbau der Infrastruktur im Hinblick auf einen „Brünigexpress“, der halbstündlich zum IR Brünig verkehrt. Fahren der „Brünigexpress“ und der „Titlis-Express“ nicht, können die Trassen für die beschleunigte S44 und S55 verwendet werden (Stundentakt). Infrastrukturmassnahme: Ausbauten im Tal- und im Bergbereich.
- Modul C: „Szenario Pendler“: Die S-Bahn wird durch die beschleunigten, halbstündlich verkehrenden S44 und S55 ergänzt. Infrastrukturmassnahme: Ausbauten im Talbereich.
- Modul D: Kombination der Module B und C: Sowohl der touristische, wie auch der Pendlerverkehr steigen massiv an. Es werden die Massnahmen der Module B und C umgesetzt. Infrastrukturmassnahme: Ausbauten im Tal- und im Bergbereich.

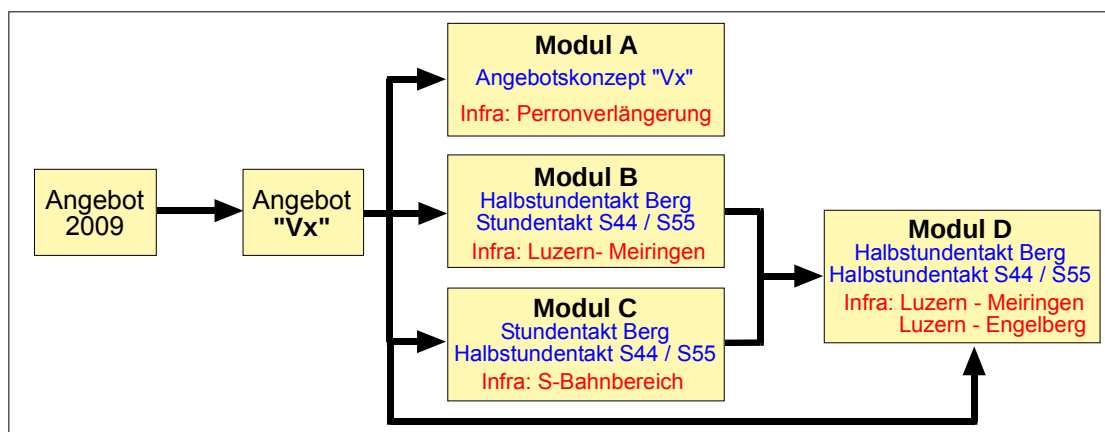


Abbildung Z-03: Mögliche Entwicklungsszenarien. Ausgehend von „Vx“ lassen sich alle vier Module direkt erreichen. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass zuerst das Modul B oder C umgesetzt wird und der Schritt zu Modul D später erfolgt. Das Modul A kann allein, oder als einzige Massnahme umgesetzt werden. Das Modul A kann aber auch eine Zusatzmassnahme zu den Modulen B, C oder D sein.

Die Abbildung 03 zeigt die grosse Vielfalt an Entwicklungsmöglichkeiten, welche sich für die Zentralbahn auf der Grundlage der vier Module ergeben. Zentralbahn und Besteller sind damit in der Lage, zielorientiert auf sehr unterschiedliche Entwicklungen zu reagieren.

Mengengerüste der Module A bis D

Die Abbildung 04 (siehe folgende Seite) zeigt die Mengengerüste der Angebotskonzepte der Module A bis D. Der Grundtakt aller Module stimmt mit dem Angebot von „Vx“ überein. Der Grundtakt (resp. „Vx“) ist gleichzeitig auch das Angebot des Moduls A, bei welchem gegenüber „Vx“ ja nur mit längeren Zügen gefahren wird.

Die Module B, C und D kennen je ein Szenario „Pendler“ sowie ein Szenario „Touristen“. Das Szenario „Pendler“ wird von Montag bis Freitag während den Spitzenzeiten gefahren, das Szenario „Touristen“ bei grossem Verkehrsaufkommen an den Wochenenden. In den Zwischenzeiten gilt für alle Module das Grundangebot entsprechend „Vx“.

Bei den Modulen B bis D verkehren die beiden IR ab Luzern ohne Halt bis Stans resp. Sarnen und stellen so eine sehr schnelle Verbindung zwischen dem Agglomerationszentrum Luzern und den beiden Kantonshauptorten von Ob- und Nidwalden her.

Beim Modul B wird die Bergstrecke Brünig so ausgebaut, dass der IR Brünig halbstündlich verkehren kann („Brünigexpress“). Die Trassen des „Brünigexpress“ und des „Titlisexpress“ können werktags in den Spitzenzeiten von den beschleunigten S-Bahnen S44 und S55 im Stundentakt benutzt werden. Für die S44 und die S55 gilt die Haltepolitik der IR, was heisst, dass ein erster Halt erst in Stans resp. Sarnen möglich ist.

Beim Modul C werden die S44 und S55 zum Halbstundentakt ausgebaut, während der IR Brünig nach wie vor nur im Stundentakt verkehrt. IR und beschleunigte S-Bahnlinien besitzen unabhängige Trassen,

sodass die Haltepolitik von S44 und S55 beim Modul C gemäss den tatsächlichen Anforderungen dieser Züge gewählt werden kann (Halte im Horw, Hergiswil, Stansstad und Alpnach Dorf).

Das *Modul D* ist die Summe der Module B und C. Beide IR wie auch die S44 und die S55 können gleichzeitig im Halbstundentakt verkehren. In der Regel werden aber entweder die beiden IR (jeweils halbstündlich, Szenario „Touristen“), oder aber die S44 und die S55 (Szenario „Pendler“) im Einsatz sein.

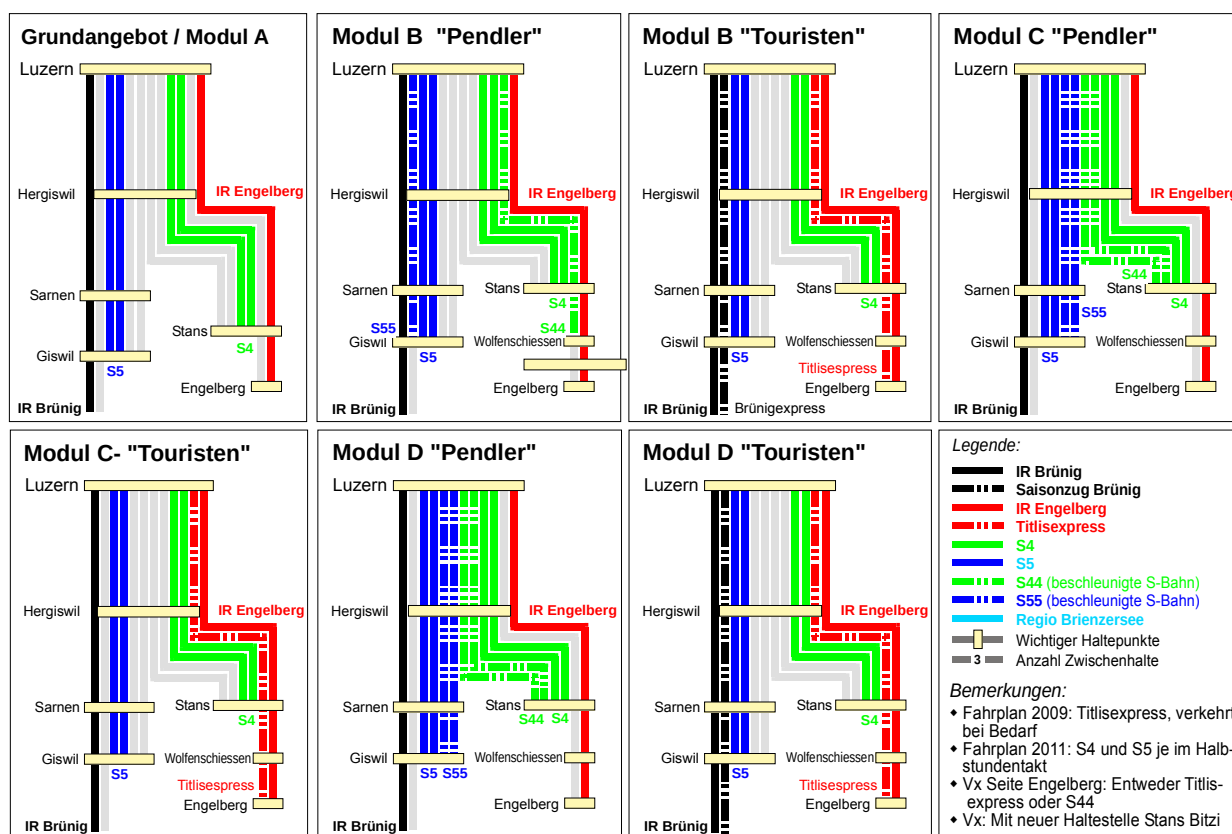


Abbildung Z-04: Mengengerüste der Module A bis D. Dargestellt sind jeweils die Angebote in den Spitzenstunden werktags (Szenarien „Pendler“) resp. an den Wochenenden („Szenarien „Touristen“). Das Grundangebot in den Zwischenstunden ist bei allen Modulen identisch und stimmt mit „Vx“ wie auch mit dem Modul A überein.

Infrastruktur und Infrastrukturkosten

Jedes der vier Module verlangt spezifische Infrastrukturmassnahmen. Auf der Übersichtskarte der Abbildung 05 ist dargestellt, welche Ausbauten zur Diskussion stehen. Der Kostentabelle der Abbildung 06 ist zu entnehmen, wie viel die Umsetzung jedes Moduls kostet.

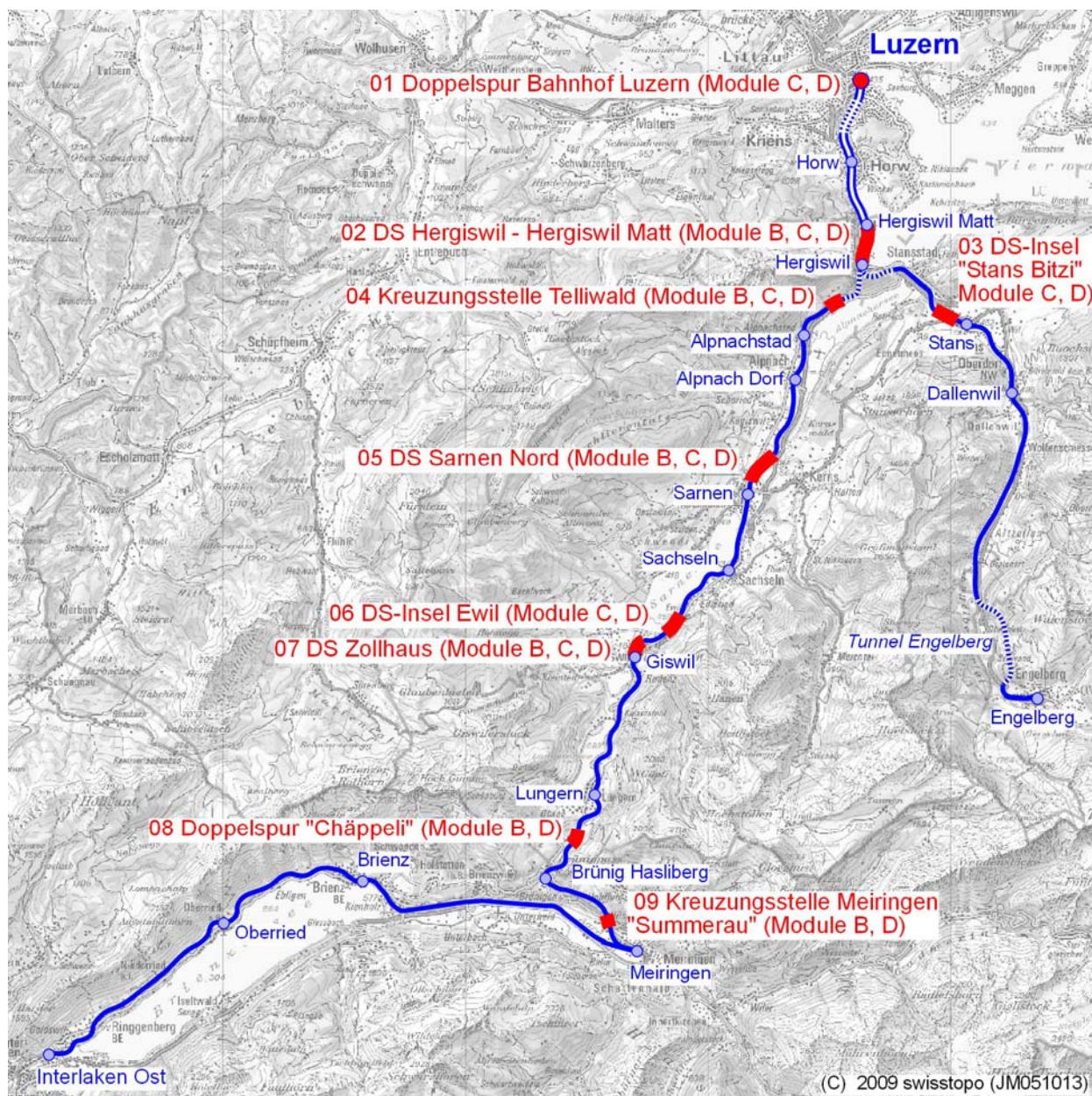


Abbildung Z-05: Die Übersichtskarte zeigt die neun Objekte, welche – je nach Modul – im Rahmen der „Zentralbahn 2030“ umgesetzt werden müssen. Bei jedem Objekt ist angegeben, bei welchem Modul es notwendig ist. Die Infrastrukturmassnahmen des Moduls A – Verlängerung der Haltestellenkanten auf 190 Meter – sind nicht aufgeführt.

Die Kostenschätzungen der Tabelle 06 basieren auf Einheitspreisen und weisen – wie dies für Infrastrukturmassnahmen im aktuellen Planungsstand üblich ist – eine Kostengenaugkeit von plus/minus 50 Prozent auf. Werden sämtliche in der Tabelle 06 aufgeführten Objekte gebaut, verursacht dies Investitionen von 117 Mio. Fr. Das Modul A „Verlängerung der Haltestellen“ ist mit 26 Mio. Fr. das kostengünstigste.

Die Module B und C sind Alternativen: Bei B (64 Mio. Fr.) wird die Bergstrecke Brünig ausgebaut, sodass der IR Brünig halbstündlich verkehren kann. Beim Modul C (76 Mio. Fr.) erfolgen die Investitionen im

Talbereich. Die S4 und die S5 werden durch die je halbstündlich verkehrenden beschleunigten S-Bahnlinien S44 und S55 ergänzt. Werden die Module B und C umgesetzt ergibt sich das Modul D (91 Mio. Fr.).

Das Modul D stellt gewissermassen den Endzustand der „Zentralbahn 2030“ dar. Führt der Weg zu Modul D über das Modul B, kostet der erste Schritt 64 Mio. Fr. (Modul B), der zweite Schritt 27 Mio. Fr. (Ergänzung von Modul B zu Modul D). Erfolgt der Weg via Modul C lauten die entsprechenden Zahlen 76 Mio. Fr. (Modul C) und 15 Mio. Fr. (Ergänzung zu Modul D).

Nr.	Infrastruktur-Objekt	Kosten total [Mio. Fr.]	Modul A Verlängerung Haltestellen [Mio. Fr.]	Modul B Halbstunden-takt Brünig [Mio. Fr.]	Modul C Halbstunden-takt S44/S55 [Mio. Fr.]	Modul D Halbstunden-takt alle Züge [Mio. Fr.]
01	Doppelspur Bahnhof Luzern	17			17	17
02	Doppelspur Hergiswil	17		17	17	17
03	Kreuzungsstelle "Stans Bitzi"	5			5	5
04	Kreuzungsstelle Tellwald (Alpnachersee)	14		14	14	14
05	Doppelspur Sarnen Nord	11		11	11	11
06	Kreuzungsstelle Ewil Maxon	5			5	5
07	Doppelspur Zollhaus	7		7	7	7
08	Doppelspur Chäppeli	13		13		13
09	Kreuzungsstelle Meiringen Summerau	2		2		2
10	Verlängern Haltestellen auf 190 Meter, Erschliessung	26	26			
Total Kosten Infrastruktur "Zentralbahn 2030"		117	26	64	76	91

Abbildung Z-06: Zusammenstellung der Infrastrukturmassnahmen und -kosten der Module A bis D.

Doppelspurausbau Hergiswil – Hergiswil Matt

Die Module B, C und D bedingen eine durchgehende Doppelspur zwischen Luzern und Hergiswil. Wie die Doppelspur im Bahnhof Luzern aussehen soll wird im Rahmenplan Luzern, der zurzeit erarbeitet wird, geklärt. Die sich ergebenden betrieblichen Probleme – à Niveau-Kreuzungen zwischen Normal- und Metterspur – sind beträchtlich.

Ein weiterer Problembereich stellt die Doppelspur zwischen Hergiswil und Hergiswil Matt dar. In der Abbildung 07 sind drei Optionen dargestellt:

- Option 1: Ausbau der Stammstrecke auf Doppelspur. Die enge Kurve bei der Überquerung des Steinibaches, welche lediglich mit 50 km/h befahren werden kann, bleibt dabei bestehen. Die Option 1 ist 20 bis 30 Sekunden langsamer als die Tunnelvariante (Option 2). Alle Angebote („Vx“, „Zentralbahn 2030“ – „Viriato“-Grafiken siehe Anhang A) sind mit den heutigen, langsamen Fahrzeiten gerechnet. Kosten: 17 Mio. Fr.
- Option 2: Tunnel zwischen der Haltestelle Hergiswil Matt und Hergiswil. Die Linienführung erlaubt eine durchgehende Geschwindigkeit von 90 km/h. Gegenüber der gerechneten Fahrzeiten ergäben sich bei der Tunnelvarianten eine zusätzliche Reserve von 20 bis 30 Sekunden (Stabilität des Fahrplans). Kosten, gemäss einer detaillierten Kostenschätzung: 125 Mio. Fr.
- Option 3: Doppelspurausbau der Stammstrecke, aber mit einer Trasseekorrektur beim Steinibach. Eine Geschwindigkeit von etwa V80 sollte möglich sein (nicht untersucht). Das Hauptproblem stellt die

Querung des Steinibachs dar, der ein sehr grosses Gefälle besitzt. Es ist zu untersuchen, ob der Steinibach unter- oder überquert werden kann. Kosten: 29 Mio. Fr.

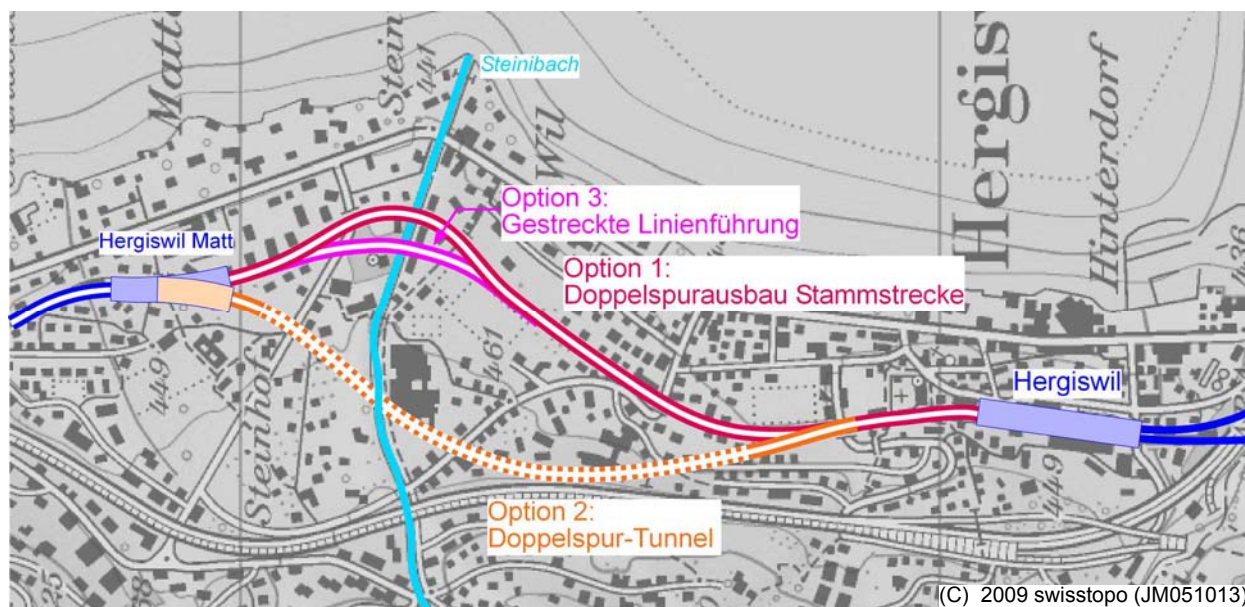


Abbildung Z-07: Doppelspur Hergiswil – Hergiswil Matt mit drei Optionen: Option A: Doppelspurausbau der Stammstrecke. Option B: Tunnel. Option C: Ausbau der Stammstrecke mit gestreckter Linienführung.

Die Angebotskonzepte der Module B, C und D benötigen eine Doppelspur zwischen Hergiswil und Hergiswil Matt. Welche der drei Optionen umgesetzt wird ist aus Sicht des Angebots unerheblich. Gerechnet sind alle Angebotskonzepte mit der längsten Fahrzeit gemäss Option A (Ausbau der Stammstrecke). In den Kostenschätzungen zu Händen des Bundes (Bundesamt für Verkehr BAV) wurden von den tiefsten Kosten des Moduls A ausgegangen. Diese Option genügt theoretisch den Anforderungen der Zentralbahn.

Die Optionen A und B führen offen durch das Siedlungsgebiet von Hergiswil. Die Opposition gegen die Verlängerung der bestehenden Doppelspur vom „Schlüssel“ bis und mit Hergiswil Matt zeigt, dass bei einer oberirdischen Verlängerung der Doppelspur bis in den Bahnhof Hergiswil mit grössten Widerständen zu rechnen wäre.

Die Wahl der Option hängt damit nicht von den betrieblichen Bedürfnissen der Zentralbahn ab, sondern vom politisch machbaren und ist somit letztlich eine Finanzierungsfrage.

Vergleich der Module A bis D

In der Tabelle 08 sind verschiedene, für den Betrieb wichtige Parameter für die diskutierten Angebotskonzepte zusammengestellt. Die angeführten Werte beziehen sich auf den Übergang vom Referenzfall (Angebotskonzept „Vx“) zum Planfall (Module A bis D).

Die *Betriebskosten* steigen bei allen Modulen gegenüber dem Referenzfall an, allerdings in sehr unterschiedlichem Masse. Die Zunahme bewegt sich zwischen 8% resp. 2.55 Mio. Fr. beim Modul C und 12% resp. 4.00 Mio. Fr. beim Modul D.

		Referenzfall	Modul A	Modul B	Modul C	Modul D
Investitionskosten	[Mio. CHF]	0	26	64	71	91
Betriebskosten pro Jahr	[Mio. CHF pro Jahr]	32.57	35.15	35.46	35.12	36.56
Zunahme in Mio. Fr.	[Mio. CHF pro Jahr]	0.00	2.59	2.90	2.55	4.00
Zunahme in Prozent	[Mio. CHF pro Jahr]		8%	9%	8%	12%
Nachfrage	[Fahrgäste pro Tag]	49'827	49'827	52'697	55'703	55'883
Zunahme Anz. Fahrgäste	[Fahrgäste pro Tag]	0	0	2'870	5'876	6'056
Zunahme in Prozent	[Prozent]		0%	6%	12%	12%
Einnahmen pro Jahr	[Mio. CHF pro Jahr]	66.10	66.10	70.21	71.50	73.03
Zunahme in Mio. Fr.	[Mio. CHF pro Jahr]	0.00	0.00	4.11	5.40	6.92
Zunahme in Prozent	[Mio. CHF pro Jahr]		0%	6%	8%	10%
Auslastung in der HVZ	[Prozent]	119%	81%	104%	91%	92%

Abbildung Z-08: Vergleich von verschiedenen Parametern der Module A bis D (siehe Text).

Durch den Übergang vom Referenzfall zu den Planfällen der Module B bis D ergeben sich über das Trendwachstum hinausgehende Fahrgastzunahmen von 6% bis 12%. Zu keiner Nachfragesteigerung führt das Modul A, weil für die Bewältigung der Fahrgastzunahme die Zugskompositionen verlängert werden, was die Zahl der angebotenen Sitzplätze erhöht, das Angebot (Fahrplan) aber nicht verbessert.

Der Nachfragesprung führt auch zu zusätzlichen Einnahmen. Diese bewegen sich zwischen 4.11 und rund 6.92 Mio. Fr. pro Jahr, resp. zwischen 6% und 10%. Da die Fahrgastzunahme zu einem grossen Teil auf den S-Bahnbereich entfällt, die zusätzlichen Fahrten daher mehrheitlich kurz sind, nehmen die Einnahmen gegenüber dem Fahrgastzuwachs unterproportional zu.

Attraktivität, sowie betriebliche und planerische Flexibilität

Mit „Vx“ erhält die Zentralbahn 2014 ein attraktives Angebotskonzept, dessen Kapazität – je nach Nachfragewachstum – bis gegen 2030 ausreichen sollte. Die untersuchten Module A bis D bauen auf „Vx“ auf. Mit den Modulen B bis D wird das Angebot über „Vx“ hinaus verbessert. Die Attraktivität für die Fahrgäste steigt weiter an. Insbesondere die beschleunigten S-Bahnlinien S44 und S55 tragen viel zu dieser Attraktivitätssteigerung bei.

Gleichzeitig wird die betriebliche Flexibilität deutlich verbessert, indem die Zusatzangebote der beiden Szenarien „Pendler“ resp. „Touristen“ unabhängig voneinander sind, und jeder Zug sein eigenes Fahrplantrasse besitzt (Modul D). Damit stehen sowohl in den Spitzenzeiten an den Werktagen wie auch an den Wochenenden fest geplante, stabile Fahrplantrassen zu Verfügung, welche genutzt werden können, ohne dass die Fahrpläne der andern Züge, insbesondere des Grundtakts beeinträchtigt werden.

Die Flexibilität der „Zentralbahn 2030“ gilt aber nicht nur auf der betrieblichen, sondern vor allem auch auf der planerischen Ebene: Erhöht sich die Nachfrage primär im touristischen Segment, wird das Modul B umgesetzt, nehmen jedoch in erster Linie die Pendlerströme zu erhält die Umsetzung des Moduls C Priorität.

rität. Erfolgt eine integrale Zunahme des Verkehrs, müssen beide Module umgesetzt werden, womit sich das Modul D ergibt. *Damit ist die Zentralbahn für alle denkbaren Entwicklungen gerüstet.*

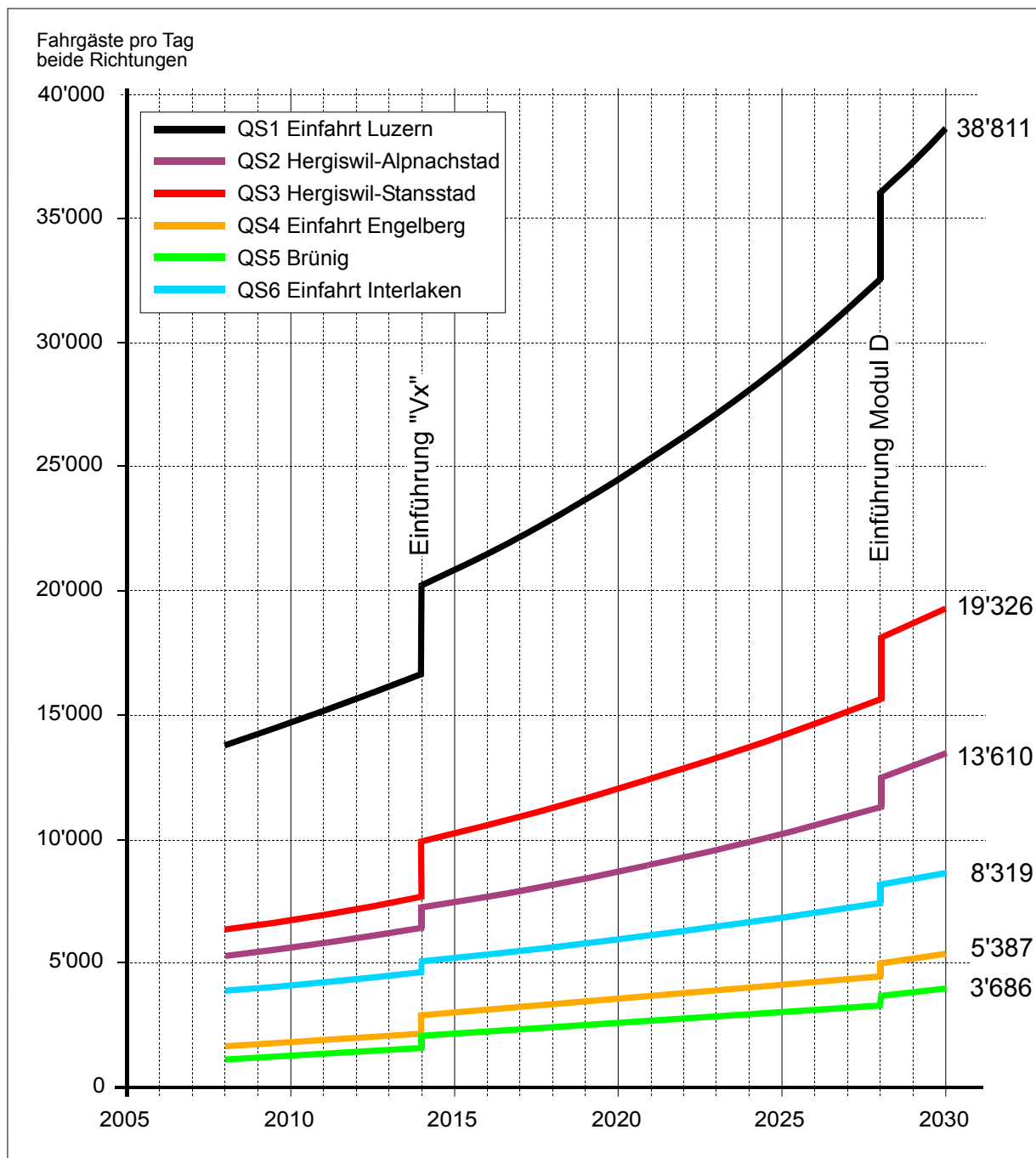


Abbildung Z-09: Entwicklung der Nachfrage in den sechs Querschnitten QS1 bis QS6. Die beiden Nachfragesprünge markieren die Einführung von „Vx“ im Jahre 2014 und der „Zentralbahn 2030“ im Jahre 2027. Dargestellt ist der Nachfragezuwachs, der sich beim Modul D ergibt. Die Module B und C generieren einen kleineren Nachfragezuwachs. Das Jahr 2028 wird gewählt, weil dann das Referenzszenario auf der Basis der gewählten Wachstumsraten nicht mehr ausreicht.

1. Ausgangslage

1.1 „Zentralbahn 2030“ – eine Aufgabenstellung des Bundes

Die „Bahn 2030“ ist das Nachfolgeprojekt der „Bahn 2000“ resp. „ZEB“. Für 21 resp. 12 Mrd. Franken soll das schweizerische Schienennetz – verteilt auf 25 Jahre – weiter ausgebaut werden. Werden 21 Mrd. Franken investiert, können sowohl das nationale Netz wie auch die Schienennetze der Agglomerationen ausgebaut werden, bleibt es bei 12 Mrd. Fr., konzentrieren sich die Investitionen auf das nationale Netz.

Die „Bahn 2030“ umfasst grundsätzlich das gesamte Schienennetz der Schweiz. Das heisst, neben der SBB auch die KTU. Mit der vorliegenden Studie wird untersucht, wie sich das Netz der Zentralbahn bis im Horizont 2030 und weiter entwickeln soll. Analog zum nationalen Projekt heisst dasjenige der Zentralbahn darum „Zentralbahn 2030“, oder „ZB 2030“.

1.1.1 Angebotsorientierte Planung

Wie in der Schweiz seit der „Bahn 2000“ üblich, erfolgt die Planung der „Zentralbahn 2030“ *angebotsorientiert* und nicht *infrastrukturorientiert*. Das heisst, im Zentrum der Planung steht der Ausbau und die Erweiterung des Angebots – des Fahrplans – und nicht die Infrastruktur. Die notwendige Infrastruktur ergibt sich aus den Bedürfnissen des Angebots.

Damit wird sichergestellt, dass die meist sehr kostspieligen Infrastruktur-Massnahmen auch tatsächlich benötigt und genutzt werden. Weitere Stichworte in diesem Zusammenhang sind die „Etap pierung“ sowie die „Aufwärtskompatibilität“: Der Ausbau soll nach und nach – in Etappen – geschehen und jedes Infrastruktur-Element, welches für eine bestimmte Etappe gebaut wird, soll auch in späteren Etappen Verwendung finden. Es soll keine „verlorenen Investitionen“ geben.

Die drei Elemente

- Angebotsorientierte Planung
- Etappierung
- Aufwärtskompatibilität

sind wichtige Grundsätze, welche den Entwurf der „Zentralbahn 2030“ prägen. Damit kann garantiert werden, dass die ausgewiesenen Investitionen notwendig sind und einen langfristigen Nutzen aufweisen.

1.1.2 Zur aktuellen Angebotsplanung der Zentralbahn

Die Zentralbahn ist gegenwärtig im Begriff, ihre Infrastruktur in zwei grossen Schritten auszubauen. Die beiden Kernprojekte sind der Tunnel Engelberg, sowie der Doppelspurausbau zwischen Luzern und Kriens Mattenhof (Tieflegung).

Die Zentralbahn war immer bemüht, jede Ausbauetappe sehr rasch in Form eines verbesserten Angebots an die Kunden weiter zu geben. Das führte zu einem relativ raschen Wechsel der Fahrpläne. Der gegenwärtige Fahrplan basiert auf einer überarbeiteten Version des „Übergangskonzepts“ (siehe unten).

Der wegen unvorhersehbaren Wassereintrüben vom Pech verfolgte Tunnel Engelberg soll Ende 2010 fertig gestellt sein. Dank der deutlich flacheren Zahnradrampe von nur noch 105 Promillen anstelle der heutigen 246 Promillen kann das Rollmaterial der Zentralbahn in Zukunft uneingeschränkt auf dem ganzen Netz eingesetzt werden. Dank kürzerer Fahrzeit genügen ab 2011 zwei Kompositionen für den stündlichen Umlauf, an Stelle der heutigen drei Kompositionen. Mit der Inbetriebnahme des Tunnels Engelberg erfolgt auch der Wechsel vom heutigen „Übergangskonzept“ zum Angebotskonzept „Fahrplan 2011“.

Im Bau ist auch die Tieflegung und Doppelspurausbau zwischen Luzern Steghof und Kriens Mattenhof. Ebenfalls zu dieser Etappe gehört die Verlängerung der schon bestehenden Doppelspur vom „Schlüssel“ (Kantonsgrenze Luzern / Obwalden) um rund 500 Meter bis und mit der Haltestelle Hergiswil Matt. Diese Ausbauten sind Voraussetzung für die Inbetriebnahme des Angebotskonzepts „Vx“, voraussichtlich Ende 2013 (Fahrplan 2014).

2. Vorgehen und Methodik

2.1 Strategische Stossrichtungen

Die Bewältigung von zusätzlicher Nachfrage ist grundsätzlich auf zwei Arten möglich:

- durch längere Züge, resp. grössere Kompositionen: Überprüfung der Infrastruktur auf Ausbaulängen der Bahnhöfe (Perronkanten) und Kreuzungsstationen.
- durch zusätzliche Züge, resp. Verdichtung des Angebots: Überprüfung der Infrastruktur auf Lage und Anzahl der Kreuzungsmöglichkeiten sowie Doppelspurabschnitte.

In der Grafik 2-01 sind die Zusammenhänge grafisch dargestellt: Um von der niedrigen Kapazität A zu einer höheren Kapazität (B resp. C) zu gelangen, gibt es verschiedene Ziele, aber auch verschiedene Wege, wie diese Ziele erreicht werden können: B und C entsprechen der gleichen Kapazität; bei B verkehren kurze Züge in kurzen Intervallen, bei C hingegen lange Züge in grossen Intervallen. C lässt sich aber auch auf andern Wegen erreichen, indem zuerst die mögliche Zuglänge ausgeschöpft und dann noch der Takt verkürzt wird (Weg a), oder aber zuerst der Takt verdichtet und erst dann mit der vollen Zuglänge gefahren wird (Weg b). Einen Mittelweg stellt derjenige mit Punkt D als Ziel dar.

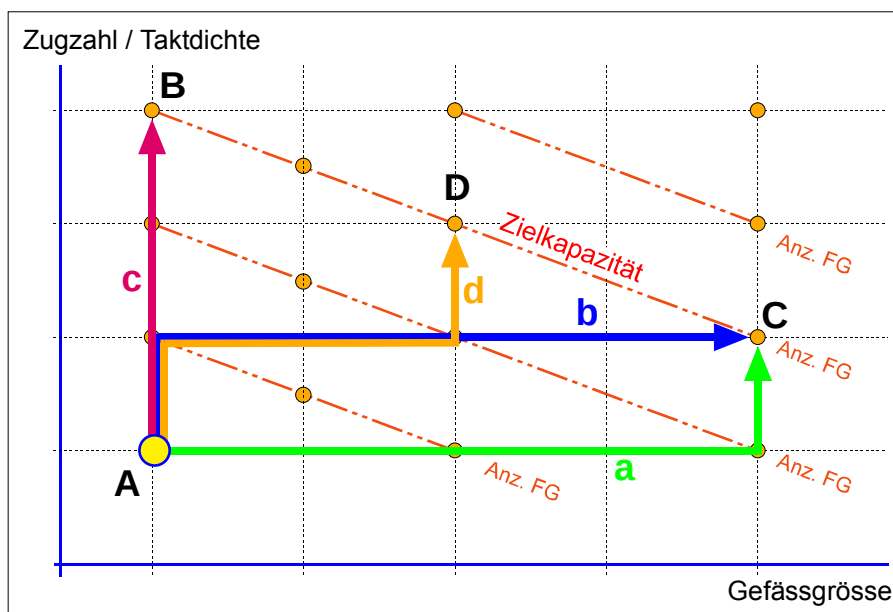


Abbildung 2-01: Es gibt eine Reihe verschiedener Wege um von einer tiefen zu einer höheren Kapazität zu gelangen (siehe Text vorhergehende Seite).

Im Rahmen der Planung der „Zentralbahn 2030“ sollen beide Optionen verfolgt werden, weil nicht offensichtlich ist, welcher Weg am nachhaltigsten und kostengünstigsten zum Ziel führt.

Infrastrukturseitig benötigen längere Züge längere Perronkanten, ein dichteres Angebot hingegen neue Kreuzungsstellen resp. Doppelspurinseln. Die Option „längere Züge“ schafft lediglich zusätzliche Kapazität, bei einer Taktverdichtung wird zusätzlich auch die Attraktivität erhöht. In diesem Sinne ist die Option „Taktverdichtung“ für den Fahrgast attraktiver.

2.2 Vorgehen

Das weitere Vorgehen umfasst die folgenden Arbeitsschritte.

- Ausgangslage: Angebotskonzepte „Fahrplan 2011“ und „Vx“.
- Ermitteln der Nachfrage auf dem Netz der Zentralbahn im Jahre 2030. Betrachtet werden sechs Querschnitte, welche für das in sechs Netzbereiche gegliederte Netz der Zentralbahn massgebend sind (Querschnitt mit der jeweils grössten und damit massgebenden Belastung).
- Referenzzustand: Bestimmen der Nachfrage im Zielhorizont 2030 auf der Basis der Nachfrageentwicklung bis 2030. Grundlage bildet das Angebot „Vx“ mit dem 2014 eingesetzten Rollmaterial.
- Entwickeln des Angebotskonzepts „Zentralbahn 2030“. Entsprechend den in der Abbildung 3-01 dargestellten Optionen, soll die „Zentralbahn 2030“ sowohl Taktverdichtungen, resp. zusätzliche Züge, wie auch eine Vergrösserung der Gefässe enthalten.
- Definition von vier Modulen.
- Ermitteln der Infrastruktur zu den einzelnen Modulen.
- Bewertung: Ermitteln von betriebswirtschaftlich relevanten Aspekten.

3. Die Angebotskonzepte 2009 bis 2014

3.1 Übersicht über die Angebotskonzepte der Zentralbahn

Die folgende Zusammenstellung vermittelt einen Überblick über die aktuellen und geplanten Angebotskonzepte und den Zeitraum, für welchen sie voraussichtlich gelten werden:

„Übergangskonzept“	bis Ende 2010
„Fahrplan 2011“	2011 bis Ende 2013
„Vx“	ab 2014
„Zentralbahn 2030“	Inbetriebnahme offen *)

*) Hängt von der Zunahme der Nachfrage und damit unter anderem von der Attraktivität des Angebots ab!

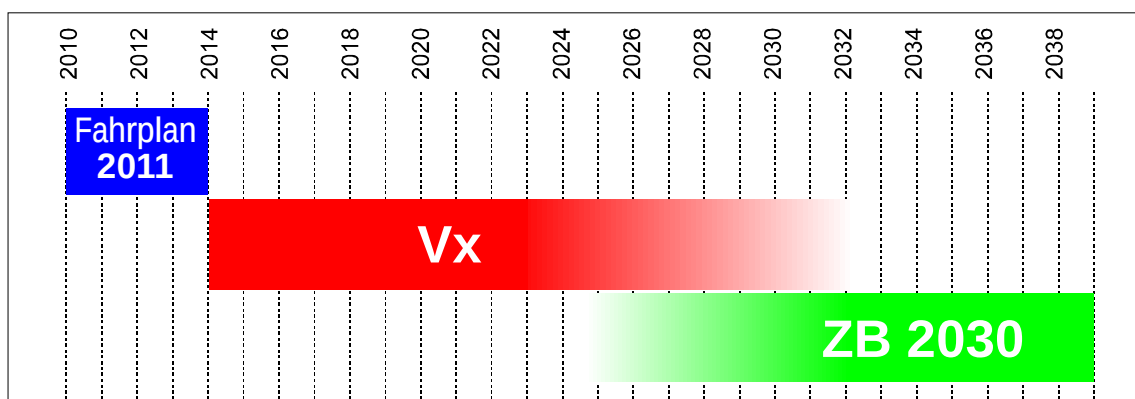


Abbildung 3.01: Die Angebotskonzepte „2009“, „Fahrplan 2011“ und „Vx“ auf der Zeitachse. Der Übergang vom „Fahrplan 2011“ zu „Vx“ geschieht 2014. Wann der Übergang von „Vx“ zu „Zentralbahn 2030“ stattfinden wird ist offen und hängt von der Entwicklung der Nachfrage und damit unter anderem von der Attraktivität des Angebots ab.

In diesem Kapitel werden die Angebotskonzepte 2009 („Übergangskonzept“), „Fahrplan 2011“ und „Vx“ vorgestellt. Die Liniengrafiken finden sich im Anhang A. Wie alle Liniengrafiken dieses Berichts sind sie mit „viriato“ gerechnet und basieren auf den aktuellen, resp. der für „Vx“ notwendigen Infrastruktur der Zentralbahn.

Dank diesem genauen, auch für die jeweils aktuellen Fahrpläne verwendeten Rechenprogramm ist sichergestellt, dass alle Angebotskonzepte in den angeführten Zeithorizonten auch tatsächlich gefahren werden können.

Alle Konzepte wurden von Michael Fankhauser, SBB AG, I-TM-VP in Zusammenarbeit mit Paul Romann vom Planungsbüro „mrs“ konzipiert und von M. Fankhauser mit dem Programm „Viriato“ gerechnet.

3.2 Mengengerüst und Haltepolitik

In der Abbildung 3-02 ist die Entwicklung vom heutigen Fahrplan (2009 „Übergangskonzept“) über das Angebotskonzept „Fahrplan 2011“ (2011 bis 2014) bis zu „Vx“ (ab 2014) in Form von Mengengerüsten dargestellt. Eingetragen ist auch die Anzahl der Zwischenhalte zwischen den grossen, in den Grafiken vorhandenen Haltepunkten. Die Abbildung 3-02 vermittelt damit einen leicht verständlichen Überblick über die drei Angebotskonzepte, welche heute und in naher Zukunft gefahren werden sollen.

Sofort erkennbar ist, dass die Zahl der stündlich verkehrenden Züge in den nächsten fünf Jahren deutlich zunimmt. Gleichzeitig wird das Angebot im ersten Schritt (Fahrplan 2011) systematisiert, indem sowohl die S4 wie auch die S5 im Halbstundentakt verkehren. In einem zweiten Schritt – mit „Vx“ – folgt dann eine weitere Systematisierung, indem sich die beiden halbstündlich verkehrenden S-Bahnen S4 und S5 im Kernbereich zwischen Luzern und Hergiswil zum Viertelstundentakt ergänzen.

3.2.1 Grund- und Ergänzungsangebot

Weiter besteht bei „Vx“ die Option, das „Grundangebot“ durch ein „Ergänzungsangebots“ – stündlich verkehrende S44 und S55 mit Halt nur an den wichtigeren Haltepunkten – zu erweitern. Im Gegensatz zum Grundangebot, welches vollständig systematisiert ist, verkehren die Züge des Ergänzungsangebots dann, wenn noch Trasseen vorhanden sind. Das führt zu unbefriedigenden Fahrplänen mit teilweise längeren Aufenthalten. Damit besteht beim Ergänzungsangebot für die Zeit nach 2014 noch ein beträchtlicher Nachholbedarf.

Gleichzeitig mit der Verdichtung des Angebots (S-Bahn-Halbstundentakt auf beiden Ästen) erfolgt auch eine Änderung der *Haltepolitik*, indem der IR Brünig wie auch der IR Engelberg – von den Aufgaben der Naherschliessung entlastet – im Nahbereich von Luzern beschleunigt werden. So verkehrt der IR Brünig bei „Vx“ ohne Halt zwischen Luzern und Sarnen, der IR Engelberg ohne Halt von Luzern bis Stans. Damit sind die Kantonshauptorte Sarnen und Stans schnell mit dem Agglomerationszentrum Luzern verbunden.

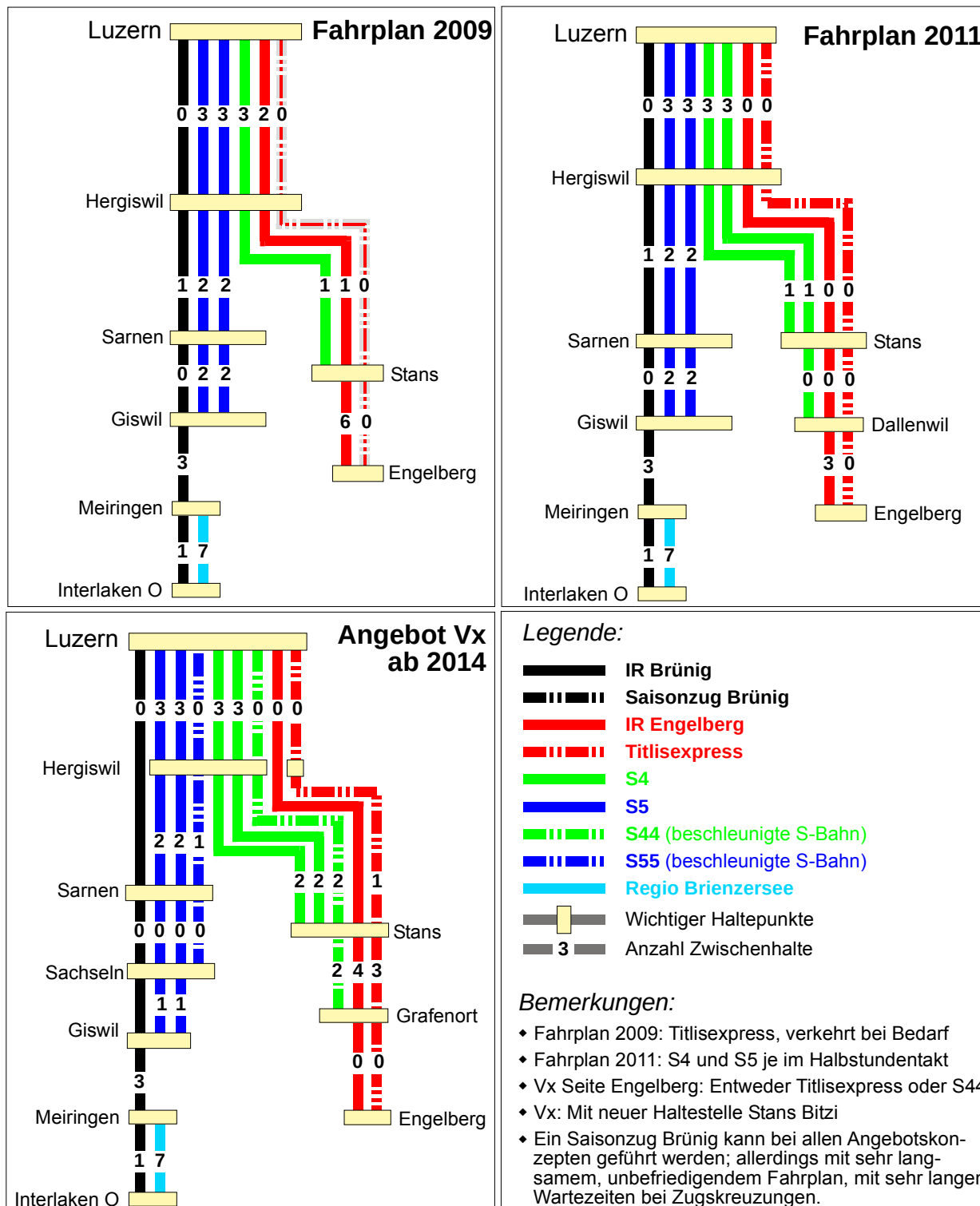


Abbildung 3-02: Mengengerüst und Haltepolitik des Fahrplans 2009, des Fahrplan 2011 und von „Vx“. Klar erkennbar die Zunahme der Zugzahl zwischen heute (2009) und „Vx“.

3.3 Zu den Angebotskonzepten „Fahrplan 2009“, „Fahrplan 2011“ und „Vx“

3.3.1 Fahrplan 2009 („Übergangskonzept“)

Der Fahrplan 2009 basiert auf der aktuell vorhandenen Infrastruktur. Wichtiges Element ist die Doppelspur zwischen Kriens Mattenhof und „Schlüssel“ (Kantonsgrenze Luzern – Obwalden). Obschon dieser Doppelspurabschnitt knapp 4.7 Kilometer recht lang ist, verkehren die S4 und S5 unmittelbar hintereinander. Gründe dafür sind unter anderem Anschlüsse in Luzern.

Das Grundangebot des aktuellen Fahrplans umfasst je einen stündlich verkehrenden IR Luzern ⇌ Brünig ⇌ Interlaken Ost resp. Luzern ⇌ Engelberg, sowie die halbstündlich verkehrenden S4 (Luzern ⇌ Stans) und S5 (Luzern ⇌ Giswil). Dabei übernimmt der IR Engelberg zwischen Luzern und Stans die Rolle der S4.

Auf der Engelbergerseite verkehren damit zwei Züge pro Stunde und Richtung, auf der Brünigseite sind es drei. Das Grundangebot wird ergänzt durch den stündlich verkehrenden „Regio Brienzersee“ zwischen Interlaken Ost und Meiringen.

In Spitzenzeiten – an schönen Wochenenden im Winter – kann das Grundangebot durch den „Titli-sexpress“ ergänzt werden. Dieser kann jedoch nur in der jeweiligen Lastrichtung verkehren.

Die Liniengrafiken des Fahrplans 2009 – hergestellt mit dem Fahrplanprogramm „Viriato“ – sind im Anhang A dargestellt:

- Anhang A: Abbildung A-02: Liniengrafik 2009 Seite Brünig
- Anhang A: Abbildung A-03: Liniengrafik 2009 Seite Engelberg.

3.3.2 Das Angebotskonzept „Fahrplan 2011“

Anlass, das „Übergangskonzept“ zu verlassen und zum Angebotskonzept „Fahrplan 2011“ zu wechseln, ist die Inbetriebnahme des Tunnels Engelberg Ende 2010. Mit der neuen Rampe nach Engelberg wird die Steigung von heute 246 Promillen auf 105 Promille reduziert, was den Einsatz der Brüniglokomotiven HGe 101 erlaubt. Die Fahrzeit IR Engelberg verkürzt sich damit soweit, dass für einen stündlichen Umlauf nur noch zwei und nicht drei Kompositionen benötigt werden. Ein betrieblicher Vorteil ist der freie Einsatz des gleichen Rollmaterials sowohl auf dem Brünig, wie auch nach Engelberg.

„Fahrplan 2011“ bringt damit sowohl betriebliche Vorteile (Einsparung einer Komposition, einheitliches Rollmaterial) wie auch eine Reisezeiteinsparung für die Fahrgäste. Allerdings verliert die Zentralbahn wegen der Verlegung in den Tunnel im Bereich der Steilrampe auch viel an Attraktivität.

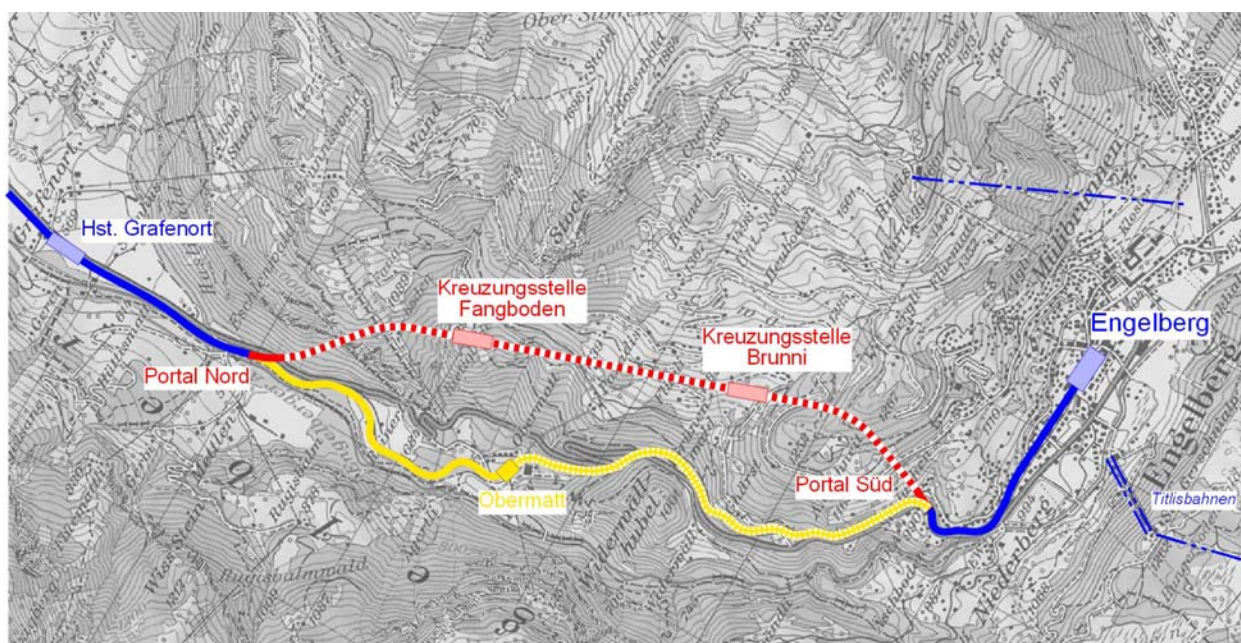


Abbildung 3-03: Übersicht über die neue Rampe vom Talgrund (Grafenort) nach Engelberg (Tunnel Engelberg) mit den beiden Kreuzungsstellen „Fangboden“ und „Brunni“.

Nach wie vor verkehren die S4 und die S5 bei „Fahrplan 2011“ zwischen Luzern und Hergiswil unmittelbar hintereinander, weil die Doppelspur zwischen Kriens Mattenhof und Hergiswil Matt nach wie vor keine regelmässige Verteilung der S-Bahnzüge erlaubt. Obschon stündlich vier Züge verkehren, wird damit den Fahrgästen im Raum Luzern – Hergiswil faktisch nur ein Halbstundentakt angeboten.

- Anhang A: Abbildung A-05: Liniengrafik „Fahrplan 2011“, Seite Brünig
- Anhang A: Abbildung A-06: Liniengrafik „Fahrplan 2011“ Seite Engelberg.

3.3.3 Angebotskonzept „Vx“ (2014)

Mit der Fertigstellung der beiden grossen Infrastrukturvorhaben

- Tunnel Engelberg, flachere und betriebssichere Rampe zwischen dem Talgrund und Engelberg, Inbetriebnahme voraussichtlich 2010,
- Tieflegung und Doppelspurausbau Luzern Langensand – Kriens Mattenhof, und Doppelspurausbau Horw Süd (Schlüssel) – Hergiswil Matt (inkl. Haltestelle), Ende 2013,

kann das Angebotskonzept „Vx“ in Betrieb genommen werden.

„Vx“ genügt den Randbedingungen einer modernen Vororts- resp. S-Bahn. Zudem besitzt „Vx“ ein beträchtliches Entwicklungspotential. *Aus diesen beiden Gründen ist es geeignet, als Basis der „Zentralbahn 2030“ zu dienen.* „Vx“ ist im Schlussbericht „Zukünftige Angebotskonzepte“ vom 24. Januar 2008 ausführlich dokumentiert.

Als *Ausgangslage* resp. *Referenzfall* dient also nicht der aktuelle Fahrplan, sondern ein zukünftiges Angebotskonzept, dessen Einführung in viereinhalb Jahren definitiv ist. Dieser Sachverhalt wird bei den Prognosen über die zukünftige Entwicklung zu berücksichtigen sein.

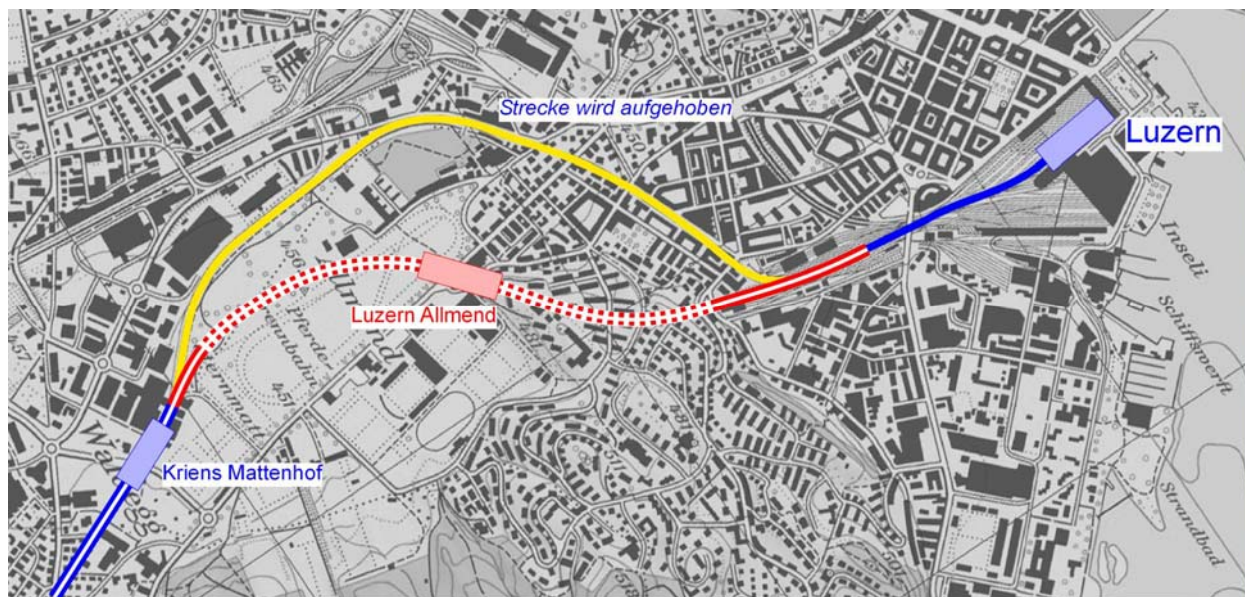


Abbildung 3-04: Tieflegung und Doppelspurausbau zwischen Luzern Steghof und Kriens Mattenhof mit der der neuen Haltestelle Luzern Allmend. Dieser Doppelspurabschnitt ist Voraussetzung für die Inbetriebnahme des Angebotskonzepts „Vx“.

Grund- und Ergänzungsangebot

Das Angebotskonzept „Vx“ umfasst die zwei Teilbereiche „Grundangebot“ und „Ergänzungsangebot“. Diese genügen den Randbedingungen eines attraktiven, systematischen Angebots in unterschiedlichem Masse (siehe auch Liniengrafiken der Abbildungen im Anhang A-08, A-09 und A-10):

- **Grundangebot:** Es umfasst den IR Luzern $\rightleftharpoons$ Interlaken Ost, den IR Luzern $\rightleftharpoons$ Engelberg sowie die beiden S-Bahnlinien S4 und S5. Charakteristisch für die beiden je im Stundentakt verkehrenden IR ist der optimierte Umlauf mit vier Kompositionen über den Brünig, resp. zwei Kompositionen nach Engelberg (heute je eine Komp. mehr). Wesenszug der beiden S-Bahnlinie ist der Halbstundentakt bis Giswil resp. bis Stans, der sich auf dem Abschnitt Luzern – Hergiswil zum reinen Viertelstundentakt verdichtet.
- **Ergänzungsangebot** bestehend aus dem „Titlisexpress“ nach Engelberg, „Brünigexpress“, sowie den beiden beschleunigten S-Bahnlinien S44 und S55. Diese, das Grundangebot ergänzenden Züge, verkehren gelegentlich, d.h. bei grosser Nachfrage. Ihr Fahrplan wird durch die im Grundangebot noch vorhandenen Lücken bestimmt. Er wirkt deshalb eher zufällig. *Investitionen, welche ausschliesslich dem Ergänzungsangebot dienen, werden im Rahmen der Einführung von „Vx“ keine getätigt.*

Beim Grundangebot sind das Taktgefüge sowie die Umläufe optimiert. Sichergestellt sind in Luzern die Anschlüsse zwischen der Zentralbahn (IR Brünig, IR Engelberg) und den wichtigsten Fernverkehrszügen der Normalspur (IR $\rightleftharpoons$ Zürich, IC $\rightleftharpoons$ Bern, IR $\rightleftharpoons$ Basel) und in Interlaken Ost zwischen IR Brünig und IC $\rightleftharpoons$ Bern (Berücksichtigt ist der aktuelle Fahrplan (2009); zu späteren Fahrplänen der Normalspur können keine Aussagen gemacht werden).

Nur bedingt optimieren lassen sich die Anschlüsse der S-Bahnlinien S4 und S5 auf die Züge der Normalspur, weil einerseits die Trasseen mit guten Anschlüssen von der beiden IR belegt sind und andererseits der Viertelstundentakt der S-Bahn zwischen Luzern und Hergiswil zwingend zu verschiedenen Anschlussbrüchen führt.

Die folgende Tabelle vermittelt einen Überblick über das Angebot „Vx“ (Grundangebot):

IR Brünig	Luzern $\rightleftharpoons$ Brünig $\rightleftharpoons$ Interlaken Ost	Stundentakt	4 Kompositionen
IR Engelberg	Luzern $\rightleftharpoons$ Engelberg	Stundentakt	2 Kompositionen
S4	Luzern $\rightleftharpoons$ Stans ($\rightleftharpoons$ Wolfenschiessen)	Halbstundentakt	3 Kompositionen *)
S5	Luzern $\rightleftharpoons$ Giswil	Halbstundentakt	4 Kompositionen *)
Regio Brienzersee	Meiringen $\rightleftharpoons$ Interlaken Ost	Stundentakt	2 Kompositionen

*) Die Kompositionen der S-Bahn wechseln in Luzern in die jeweils andere Linie; beide Linien brauchen zusammen sieben Kompositionen.

Gegenüber dem aktuellen Fahrplan ergeben sich damit bei „Vx“ erhebliche Verbesserungen, sowohl auf der betrieblichen Ebene, wie auch in Bezug auf die Qualität des Angebots für die Fahrgäste.

Betriebliche Verbesserungen von „Vx“

- **IR Brünig:** Heute werden fünf Kompositionen benötigt. Einer knappen Wendezeit von 10 Minuten in Interlaken Ost stehen 51 Minuten in Luzern gegenüber. In Luzern bleibt die Lokomotive (HGe 101) in der Regel zwischen Zug und Prellbock während fast einer Stunde blockiert (Bedarf 6 Lokomotiven). Bei Vx kann der IR Brünig mit neuen Pendelzügen um rund 10 Minuten pro Richtung beschleunigt werden. Damit sinkt der Bedarf an Kompositionen von fünf auf vier. Die frei werdenden Lokomotiven HGe 101 werden für andere Züge verwendet, insbesondere für den IR Engelberg, den „Titlisexpress“, oder die S55.

Fazit: Fahrzeitreduktion von 10 Minuten, Einsparung einer ganzen Komposition und einer zusätzlichen Lokomotive.

- **IR Engelberg:** Die Zahl der Kompositionen sinkt von heute drei auf zwei. Die Wendezeit in Engelberg reduziert sich von heute 33 Minuten auf neun Minuten.
- **S4 Luzern – Stans:** Regelmässiger Halbstundentakt. Die S4 und der IR Engelberg werden getrennt geführt, während heute der IR Engelberg im Talbereich die Funktion der S4 übernimmt.

Verbesserungen für den Fahrgast

Die beiden IR erhalten den Charakter von „Fernverkehrszügen“: Der IR Brünig verkehrt ohne Halt zwischen Luzern und Sarnen, der IR Engelberg hält erstmals in Stans. Ausserhalb des S-Bahnbereichs übernehmen die beiden IR die Aufgabe des Feinverteilers. Damit ergibt sich eine klare Rollenteilung zwischen den IR und der S-Bahn. Damit verbunden ist eine Verkürzung der Reisezeit der beiden IR von 10 Minuten (- 8.3%) beim IR Brünig und von 15 Minuten (- 24.6%) beim IR Engelberg.

Keine Beschleunigung erfährt die S-Bahn. Der Vorteil von „Vx“ für den Fahrgast liegt bei der Systematisierung des Fahrplans. Sowohl S4 wie auch S5 fahren im Halbstundentakt; zwischen Luzern und Hergiswil verdichten sie sich zum Viertelstundentakt.

Die Liniengrafiken des Angebotskonzepts von „Vx“ befinden sich im Anhang A:

Ergänzungsangebot

Der Brünigexpress besitzt bei „Vx“ einen sehr langsamen, wenig befriedigenden Fahrplan. Es handelt sich um ein „Abfallprodukt“, da im Rahmen der Investitionen in das Angebot „Vx“ nur Investitionen in das Grundangebot getätigt werden. Siehe dazu insbesondere Modul B.

- Anhang A: Abbildung A-08: Liniengrafik „Vx“, Seite Brünig
- Anhang A: Abbildung A-09: Liniengrafik „Vx“, Seite Engelberg, Szenario „Pendler“.
- Anhang A: Abbildung A-10: Liniengrafik „Vx“, Seite Engelberg, Szenario „Touristen“

4. Trendwachstum 2008 bis 2030

4.1 Quelle der Daten

Zur Herleitung der Wachstumsraten der Fahrgastzahlen der Zentralbahn zwischen 2008 und 2030 werden die folgenden Faktoren berücksichtigt:

- Nachfrageentwicklung der Zentralbahn zwischen 2000 und 2008
- Die besondere Rolle des „Nadelöhrs“ Ennethorw
- Verkehrsprognosen Strasse bis 2030

4.2 Nachfrageentwicklung der Zentralbahn 2000 bis 2008

Die folgende Tabelle zeigt, wie sich die Nachfrage der Zentralbahn in der Zeit zwischen 2000 und 2008 entwickelt hat.

Jahr	Brüniglinie			Seite Engelberg			Zentralbahn total		
	Fahrgäste in 1000	Veränderung gegenüber Vorjahr	Veränderung gegenüber 2000	Fahrgäste in 1000	Veränderung gegenüber Vorjahr	Veränderung gegenüber 2000	Fahrgäste in 1000	Veränderung gegenüber Vorjahr	Veränderung gegenüber 2000
2000 bis 2006: Alte Zählweise									
2000	3'093		0.00%	2'183		0.00%	5'276		0.00%
2001	3'139	1.49%	1.49%	2'272	4.08%	4.08%	5'411	2.56%	2.56%
2002	3'150	0.35%	1.84%	2'303	1.36%	5.50%	5'453	0.78%	3.35%
2003	3'350	6.35%	8.31%	2'327	1.04%	6.60%	5'677	4.11%	7.60%
2004	3'410	1.79%	10.25%	2'448	5.20%	12.14%	5'858	3.19%	11.03%
2005	2) 3'480	2.05%	12.51%	2'267	-7.39%	3.85%	5'747	-1.89%	8.93%
2006	4'377	25.78%	41.51%	2'352	3.75%	7.74%	6'729	17.09%	27.54%
2007 bis 2008: Neue Zählweise									
2007	1) 3'682		0.00%	2'248		0.00%	5'930		0.00%
2008	3'695	0.35%	0.35%	2'509	11.61%	11.61%	6'204	4.62%	4.62%
1) 2007: Änderung der Zählmethode: Die Daten vor und nach 2007 sind nicht miteinander vergleichbar!									
2) Hochwasser: Betriebsausfälle August/ September 2005									

Abbildung 4-01: Nachfrageentwicklung 2000 bis 2008 für die Brünigachse sowie die Strecke nach Engelberg. Aufgeführt ist die Zahl der Passagiere (in 1000).

Bei der Interpretation der Nachfrageentwicklung der letzten acht Jahre sind zwei Ereignisse zu diskutieren:

- Hochwasser 2005: Betriebsausfälle in den Monaten August und September, insbesondere im Raum Engelberg. Die Fahrgastzahlen fielen gegenüber dem Jahr 2004 um 7.39% auf dem Ast Engelberg und um 1.89% auf der Zentralbahn insgesamt. Die Wachstumskurve zeigt, dass der Einbruch von 2005 im darauf folgenden Jahr voll kompensiert werden konnte.
- Änderung der Zählmethode 2007: Wegen der Änderung der Zählmethode sind die Resultate vor 2007 nicht direkt mit den Resultaten der späteren Jahre vergleichbar. Die neuen Werte liegen deutlich tiefer als die alten. Eine Hochrechnung auf der Basis der alten Werte ergibt für 2008 eine Fahrgastzahl von rund 7'400'000.

Die Zahl der Fahrgäste hat von 2000 bis 2008 von 5'276'000 auf 7'400'000 zugenommen (alte Zählung extrapoliert). Das entspricht einem Wachstum von insgesamt 40.2%, oder von 4.32% pro Jahr.

Zu berücksichtigen ist, dass seit 2007 eine neue, genauere Methode zur Fahrgastzählung verwendet wird. Die neue Methode liefert tiefere Zahlen (Abbildung 04-02, Zahlen in rosa). Basis der Hochrechnungen sind die 6'204'000 Fahrgäste, welche die neuere Methode für 2008 ergeben hat. Bei der oben ermittelten jährlichen Zunahme von 4.32% pro Jahr ergäbe dies für 2030 rund 15'700'000 Fahrgäste (+ 53.6%).

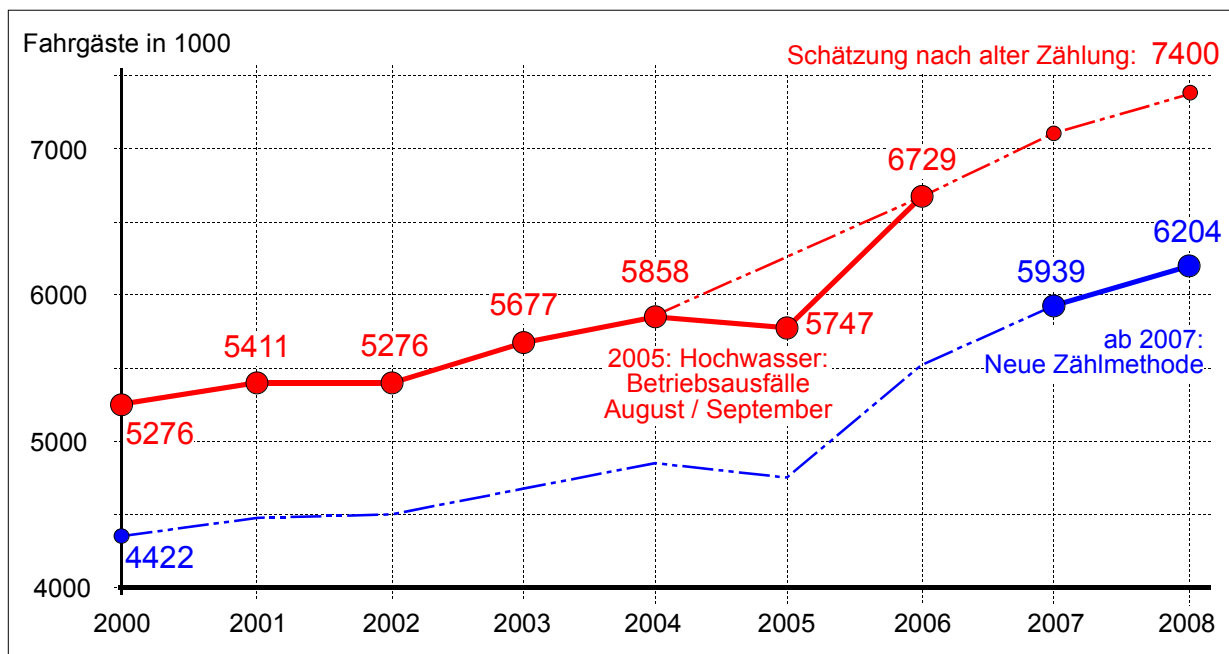


Abbildung 4-02: Nachfrageentwicklung 2000 bis 2008 (gesamte Zentralbahn). Wegen hochwasserbedingten Betriebsausfällen gab es im Jahre 2005 einen Einbruch bei den Fahrgastzahlen, der jedoch durch starkes Wachstum im folgenden Jahr wieder voll kompensiert werden konnte. Die seit 2007 angewandte neue Methode der Fahrgastzählung liefert Resultate, welche deutlich tiefer liegen als die früheren Werte (blaue Kurve). Für die nachfolgenden Berechnungen wird die blaue Kurve (neue Zählmethode) bis 2000 zurückgerechnet.

4.3 Einbezug der Strasse

4.3.1 Das Nadelöhr Ennethorw und aktueller Modalsplit

Zwischen Hergiswil und Horw drängen sich die Nationalstrasse A2, die Kantonsstrasse und die Zentralbahn auf engstem Raum zwischen See und den Ausläufern des Pilatus („Haltiwald“). Der gesamte Verkehr (Ausnahme Schiff) von Ob- und Nidwalden nach Luzern und dem übrigen Mittelland fliesst durch diesen Engpass. Es gibt keine Ausweichroute.

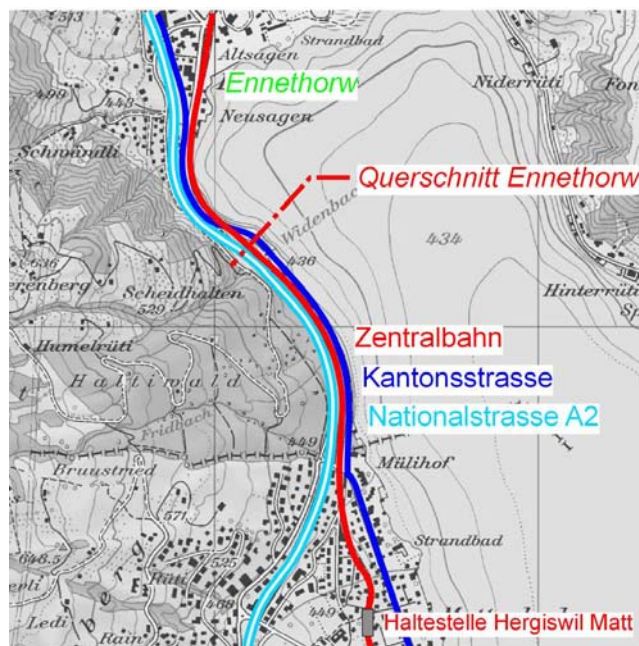


Abbildung 4-03:

Der Querschnitt „Ennethorw“ zwischen Hergiswil und Horw, wo die Nationalstrasse A2, die Kantonsstrasse sowie die Zentralbahn auf engem Raum entlang dem See verlaufen.

Wird der vom Verkehrsaufkommen her untergeordnete Brünigpass beiseite gelassen, sind die beiden Kantone Ob- und Nidwalden nur über diesen einzigen Korridor mit dem Mittelland verbunden. Die Kapazität der drei in diesem Korridor verlaufenden Verkehrsträger bestimmt die Erschliessungsqualität der beiden Kantone. Daraus ergeben sich einige wichtige Schlüsse:

- Nationalstrasse A2 und die Kantonsstrasse wurden in den letzten Jahren ausgebaut; eine Erhöhung der Kapazität der Strasse steht nicht an. Die Nordtangente Luzern wurde vom Bund nicht ins Aggloprogramm aufgenommen und dürfte deshalb auch langfristig nicht gebaut werden.
- Die Kapazität der Strasse ist – zumindest in den massgebenden Spitzenzeiten – weitgehend ausgeschöpft. Zwar wäre sowohl auf der A2 wie auch auf der Kantonsstrasse im Querschnitt Ennethorw noch Kapazität vorhanden; nicht jedoch im Bereich der Einfahrt Luzern.
- Da die Leistungsfähigkeit der Strasse nicht mehr zunehmen dürfte, muss die Zentralbahn das gesamte, oder doch einen wesentlichen Anteil des zukünftigen Verkehrswachstums aufnehmen. Dies gilt insbesondere für die massgebenden Spitzenstunden.

4.3.2 Verkehrsprognosen Strasse

Die Daten zum Strassenverkehr stammen aus: „Perspektiven des schweizerischen Strassenverkehrs“, Bundesamt für Raumentwicklung, 2006, sowie „Aggregierte Verkehrsprognosen Schweiz und EU“, Zusammenstellung vorhandener Prognosen, Bundesamt für Raumentwicklung, Bern 2002.

Gemäss der neueren Quelle nimmt der Verkehr auf der Strasse im aktuellen Jahrzehnt um 1.3% pro Jahr zu, sinkt zwischen 2010 und 2020 auf 0.6% pro Jahr und zwischen 2020 und 2030 auf 0.3% pro Jahr (Mittel pro Jahr: 0.49%). Die Reduktion vom aktuellen Wachstum im Bereich von 1.3% pro Jahr auf nur noch 0.3% erscheint äusserst fragwürdig. Sie erinnert stark an ältere Prognosen, welche die gleiche Tendenz zeigten und regelmässig überboten wurden. Die Verkehrszunahme von 2008 bis 2030 würde noch lediglich 11% betragen.

Die zweite Prognose (Literatur 4) geht von Wachstumsraten zwischen 0.5% und 1.3% pro Jahr aus, reicht allerdings nur bis 2020. Eine Wachstumsrate von 1.3% führt bis 2030 zu einer Verkehrszunahme von rund 33% gegenüber heute. Für die Abschätzungen der Nachfrage der Zentralbahn im Jahre 2030 soll ein Mittelwert von 1.0% pro Jahr gewählt werden. Das führt zu einer Gesamtzunahme 2008 bis 2030 von 24%.

In der folgenden Tabelle wird ermittelt, wie hoch der Ziel-/Quellverkehr aus den Kantonen Ob- und Nidwalden heute und 2030 ist. Dabei gelten die Überlegungen bezüglich Engpass Ennethorw, wie sie im vorangehenden Kapitel dargelegt wurden.

2008	Automatische Zählstelle Ennethorw, A2			60'885	DTV (Fahrzeuge pro Tag)
	Automatische Zählstelle Seelisbergtunnel, A2			- 20'509	DTV (Fahrzeuge pro Tag)
	Automatische Zählstelle Kantonsstrasse Ennethorw			+ 2'709	DTV (Fahrzeuge pro Tag)
	Total Querschnitt Ennethorw 2008			43'085	DTV (Fahrzeuge pro Tag)
	Total Personen mit Ziel/Quelle OW/NW (gerundet)	Besetzungsgrad	1.2	52'000	Reisende pro Tag
2030	Verkehrszunahme 2008 bis 2030	in Prozent	24.00%	64'480	Reisende pro Tag
		Zunahme absolut		12'480	Reisende pro Tag

Abbildung 4-04: Verkehrsentwicklung Strasse im Querschnitt Ennethorw 2008 bis 2030: Gemäss Prognose soll die Strasse im Jahre 2030 gegenüber heute im Querschnitt Ennethorw täglich von zusätzlichen 12'500 Personen mit Ziel/Quelle in Ob- oder Nidwalden benützt werden.

Von den rund 60'000 Fahrzeugen der automatischen Zählstelle Ennethorw, sind rund 20'000 Fahrzeuge Durchgangsverkehr. Wird die Brünigpassstrasse als eher untergeordnet eingestuft, haben etwa 40'000 Fahrzeuge auf der A2 Ziel und/oder Quelle in den Kantonen Ob- und Nidwalden. Hinzu kommen noch die 2'700 Fahrzeuge auf der Kantonsstrasse. (Zustand 2008).

4.4 Trendwachstum des Fahrgastaufkommens bis 2030

Zur Ermittlung Wachstumsraten der Zentralbahn bis im Jahre 2030 werden die folgenden beiden Werte herangezogen:

- Nachfrageentwicklung der Zentralbahn 2000 bis 2008, + 4.32% pro Jahr
- Verkehrsentwicklung auf der Strasse 2008 bis 2030 im Querschnitt Ennethorw, + 1.00% pro Jahr

Die Zunahme der Fahrgastzahlen der Zentralbahn von 4.32% pro Jahr ist sicherlich zu einem Teil durch die Hochkonjunktur bedingt. Für die folgenden Berechnungen wird von einer Fahrgastzunahme ausgegangen, welche etwa einen Drittel unter derjenigen der vergangenen Jahre liegt. Das sind 2.8% pro Jahr.

Von dem einen Prozent Verkehrswachstum des Ziel-/Quellverkehrs auf der Strasse (Querschnitt Ennethorw) soll ein Teil von der Bahn übernommen werden. Angenommen wird ein zusätzliches Wachstum der Bahn von 0.6% im Jahr. Damit wird der hohen Belastung der Strasse in den Spitzenzeiten Rechnung getragen. Diese Überlegungen führen zu folgenden Fahrgastzunahmen:

• S-Bahnbereich:	Wachstum mit Anteil Strasse	=	2.80% + 0.6%	=	3.40% pro Jahr
• Übrige Bereiche:	Wachstum ohne Anteil Strasse			=	2.80% pro Jahr

4.5 Begründung der hohen Nachfragewerte

Diese, für die folgenden Berechnungen verwendete Nachfrageentwicklung ist hoch. Sie sollen deshalb umfassend begründet werden:

- Das Einzugsgebiet der Zentralbahn, insbesondere der S-Bahn, stimmt mit den beiden Kantonen Ob- und Nidwalden zusammen. Diese sind mit ihrem Agglomerationszentrum Luzern nur via Zentralbahn, resp. Nationalstrasse A2 und Kantonsstrasse verbunden. Die Strasse ist heute bereits überlastet (Spitzenzeiten). Damit wird die Zentralbahn in Zukunft einen sehr grossen Anteil des Wachstums übernehmen müssen, das an sich auf der Strasse stattfinden würde.
- Die Nachfragezahlen dienen dazu, die Infrastruktur in zukünftigen Zeithorizonten zu bestimmen. Sollte das Wachstum kleiner sein als angenommen, können Infrastruktur-Massnahmen später gebaut werden. Darum sind die Wachstumsraten bewusst auf der sicheren Seite angesiedelt.
- Die von der Zentralbahn für Marketing-Überlegungen festgelegten Wachstumswerte bewegen sich im Bereich von 2.0% bis 2.5%. Sie liegen damit tiefer als die in diesem Bericht angenommenen Werte. Dies ist richtig, weil die vom Marketing angenommenen Werte in der Praxis ja eher übertroffen werden sollen.
- Das Nachfragewachstum der letzten acht Jahre lag – ereignisbereinigt – konstant im Bereich von 4.3%. Das Wachstum von 3.4% resp. 2.8% liegt deutlich unter diesem Wert, obschon es kaum ein Argument gibt, warum die Zentralbahn in den nächsten Jahren deutlich langsamer wachsen sollte.
- Die langfristigen Nachfrageprognosen waren in der Vergangenheit regelmässig zu tief. Es muss davon ausgegangen werden, dass auch die für die nächsten beiden Jahrzehnte angenommene Abflachung nicht oder nicht im angenommenen Ausmass eintritt.

5. Referenzzustand 2030

5.1 Allgemeines – Definition

Der Referenzzustand 2030 entspricht angebotsseitig – Fahrplan, Rollmaterial, Infrastruktur – dem Konzept „Vx“. Alle Massnahmen, welche bis zur Einführung von „Vx“ umgesetzt werden, sind Bestandteil des Referenzfalls und können damit nicht Teil der Planfälle sein.

Nachfrageseitig wird daher als Referenzzustand das Angebot „Vx“ und das im Jahr 2030 zu erwartende Fahrgastaufkommen gewählt. Im Referenzfall wird keine Rücksicht auf allfällige Kapazitätsüberschreitungen genommen. Auftretende Überlastungen dienen als Hinweis, wo und wie das Angebotskonzept „Vx“ auszubauen ist, um der Nachfrage 2030 genügen zu können.

Die Planfälle 2030 enthalten somit Massnahmen (Angebotsausbauten, Infrastrukturmassnahmen, neues Rollmaterial, etc.), welche über das Angebot „Vx“ hinausgehen. Diese Massnahmen können ihrerseits Auswirkungen auf das zu erwartende Fahrgastaufkommen 2030 haben.

5.2 Datengrundlage und Zonenbildung

5.2.1 Datengrundlage

Grundlage für die Nachfrageabschätzung bilden die Fahrgastzählungen und -befragungen der SBB für das Jahr 2008. Bei diesen Befragungen wurden die Fahrgäste gezählt und gleichzeitig nach ihrem Abgangs- und Zielbahnhof befragt. Anhand der Häufigkeit der Nennungen kann daher eine haltestellengenaue Wunschlinienmatrix erstellt werden.

Je nach Relation sind die Zählungen unterschiedlich repräsentativ. Auf gewissen Strecken sind sehr viele Erhebungen vorhanden, auf anderen Streckenabschnitten beruhen die Daten auf einer eher schmalen Basis. Insgesamt erscheinen die Daten jedoch in ihrer Grössenordnung plausibel. Das gilt insbesondere für die wichtigen Relationen mit grossen Fahrgastzahlen.

5.2.2 Zonenbildung

Um die Datenflut zu reduzieren und die nachfolgenden Berechnungen etwas übersichtlicher zu gestalten, wird das Netz der Zentralbahn in 16 Zonen eingeteilt. Jeder Zone ist ein Haltepunkt (Zonenschwerpunkt) zugeordnet, auf welchen sich alle Berechnungen beziehen.

Zone Nr.	Bereich	Zone	Haltestellen
Zone 01	Kernbereich	Luzern	Luzern
Zone 02		Horw	Kriens Mattenhof Horw Hergiswil Matt
Zone 03		Hergiswil	Hergiswil
Zone 04	Seite Brünig	Alpnach	Alpnachstad Alpnach Dorf
Zone 05		Sarnen	Sarnen
Zone 06		Sachseln	Sachseln Ewil Maxon
Zone 07		Giswil	Giswil
Zone 08		Brünig	Kaiserstuhl Lungern Brünig-Hasliberg
Zone 09		Meiringen	Meiringen
Zone 10		Brienz	Brienz
Zone 11		Brienzersee	Brienzwiler
			Brienz West
			Eblingen
			Oberried
			Niederried
Zone 12			Ringgenberg
Zone 13		Interlaken Ost	
Zone 14	Seite Engelberg	Stans	Stans
		Stansstad	Stansstad
Zone 15		Talbereich Nidwalden	Dallenwil
			Niederrickenbach
			Wolfenschiessen
Zone 16		Grafenort	
		Engelberg	Engelberg
Zone-X	Andere Relationen		

Abbildung 5-01:

Zonenbildung im Netz der Zentralbahn. Jeder Zone ist ein Schwerpunkt-Bahnhof zugeordnet, auf welchen sich alle folgenden Berechnungen beziehen.

5.2.3 Sechs Querschnitte

Um einen Vergleich der Nachfrage mit dem Sitzplatzangebot zu ermöglichen, werden im Netz der Zentralbahn sechs Querschnitte definiert, welche massgebend sind für das Verkehrsaufkommen der Zentralbahn. Diese Querschnitte QS1 bis QS6 sind:

Querschnitt	QS1	Einfahrt Luzern
Querschnitt	QS2	Einfahrt Hergiswil, Loppertunnel I (Hergiswil – Alpnachstad)
Querschnitt	QS3	Einfahrt Hergiswil, Loppertunnel II (Hergiswil – Stansstad)
Querschnitt	QS4	Einfahrt Engelberg
Querschnitt	QS5	Brünig Passhöhe (Brünig Hasliberg)
Querschnitt	QS6	Einfahrt Interlaken Ost

5.3 Nachfrageentwicklung bis 2030

Zwei Faktoren sind für die Prognose der Nachfrage im Referenzfall 2030 zu berücksichtigen:

-
- *Das Trendwachstum 2008 bis 2030:* Dieses wird im S-Bahnbereich mit 3.4% pro Jahr angenommen, im übrigen Netz wird ein Trendwachstum von 2.8% pro Jahr unterstellt (vgl. Kapitel 4).
 - *Die Auswirkungen des Angebots „Vx“:* „Vx“ wurde als Referenzangebot definiert. Die durch „Vx“ im Vergleich zum heutigen Angebot erreichten Verbesserungen des Angebots haben jedoch eine markante Wirkung auf die Fahrgastnachfrage. Diese Wirkung muss ermittelt und in der Referenznachfrage berücksichtigt werden.
-

Die Berechnung der im Referenzfall zu erwartenden Nachfrage geschieht daher in den folgenden vier Schritten:

-
1. Die Nachfrage 2008 (Ausgangslage) wird dargestellt.
 2. Aufgrund des Trendwachstums wird die zu erwartende Nachfrage für das Jahr 2014 errechnet (Nachfrage 2014 ohne „Vx“).
 3. Das Angebot „Vx“ wird eingeführt und dessen Auswirkungen auf die Nachfrage ermittelt.
 4. Auf Basis der resultierenden „Nachfrage 2014 mit Vx“ und unter Berücksichtigung des Trendwachstums zwischen 2014 und 2030 wird zum Schluss die Referenznachfrage 2030 ermittelt.
-

5.3.1 Nachfrage 2008 – Ausgangslage

Grundlage für die Nachfrage bilden die Fahrgastzählungen für das Jahr 2008. Sie sind in der Abbildung 5-02 dargestellt. Die Zahl der Reisenden ist für jede Richtung separat ausgewiesen. Damit wird eine teilweise beträchtliche Unpaarigkeit sichtbar. So weist die Tabelle von Sachseln nach Hergiswil 19 Reisende aus, von Hergiswil nach Sachseln aber nur 9. Eine Überprüfung der wichtigen Relationen mit einer grossen Zahl von Fahrgästen – diese sind für die Berechnungen massgebend – zeigt aber doch eine relativ gute, jedenfalls genügende Übereinstimmung bei der Paarigkeit.

In der Zone „X-Andere“ sind jene Fahrgäste zusammengefasst, welchen einen Teil der Strecke mit der Zentralbahn, einen andern aber mit einem andern öffentlichen Verkehrsmittel zurücklegen. Das sind Relationen wie Buochs, Ennetbürgen, Pilatus etc. innerhalb des Erschliessungsbereichs der Zentralbahn, oder aber sämtliche Relationen in der übrigen Schweiz. Letztere dürften quantitativ den grössten Teil ausmachen.

	Z_NACH																	
Z_VON	01_Luzern	02_Horw	03_Hergiswil	04_Alpnach	05_Sarnen	06_Sachseln	07_Giswil	08_Brüning	09_Meiringen	10_Brien	11_Brienzersee	12_Interlaken	13_Stansstad	14_Stans	15_Tal_NW	16_Engelberg	X_andere	Total
01_Luzern	0	704	373	273	589	103	154	111	68	43	2	357	256	928	128	340	214	4'642
02_Horw	582	24	31	22	56	7	13	3	0	0	0	3	29	111	11	11	246	1'151
03_Hergiswil	332	35	0	19	56	9	9	8	4	1	0	7	27	137	25	27	111	807
04_Alpnach	276	25	22	3	113	13	27	13	2	1	0	6	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	115	614
05_Sarnen	601	58	56	123	0	75	149	80	6	3	0	8	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	385	1'543
06_Sachseln	108	9	19	16	82	0	14	7	1	0	0	4	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	83	344
07_Giswil	156	12	8	27	143	17	16	55	6	3	0	3	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	106	553
08_Brüning	83	5	12	9	78	10	29	43	58	11	1	15	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	186	540
09_Meiringen	59	1	5	4	13	1	3	87	0	120	28	175	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	327	823
10_Brien	37	0	1	1	4	2	2	13	116	0	36	179	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	346	736
11_Brienzersee	5	0	0	0	0	0	0	1	32	41	27	115	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	110	330
12_Interlaken	411	1	2	4	12	2	3	29	177	198	104	0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	189	1'132
13_Stansstad	229	28	23	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0	85	14	15	128	522
14_Stans	906	119	118	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	78	0	134	92	575	2'024
15_Tal_NW	123	20	18	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	18	150	28	60	92	508
16_Engelberg	330	14	25	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	10	86	66	0	406	936
X_andere	268	262	115	100	346	81	75	228	367	345	80	123	132	607	57	325	417	3'928
Total	4'505	1'319	828	601	1'491	322	493	678	837	764	276	994	550	2'104	463	870	4'036	21'132

Abbildung 5-02: Nachfrage-Matrix 2008. Sie bildet die Grundlage für alle folgenden, die Nachfrage betreffenden Berechnungen. Angegeben ist die Zahl der Reisenden pro Tag und Richtung. Für die mit „k.A.“ (keine Angaben) bezeichneten Relationen – es handelt sich um Verbindungen zwischen dem Ast Brüni und dem Ast Engelberg und umgekehrt („Übereckanschluss“) – existieren keine Angaben.

5.3.2 Nachfrageentwicklung bis 2014 und Einfluss der Einführung von „Vx“

Die Berechnung der Nachfrage nach der Einführung von „Vx“ (2014) geschieht in zwei Schritten:

- 1.) Wachstum der Nachfrage zwischen 2008 und 2014 unter der Annahme, es gelte 2014 nach wie vor der Fahrplan 2009 (Abbildung 5-03).
- 2.) Nachfrageveränderung als Folge der Einführung von „Vx“. („Fahrplan 2011“ wird nicht speziell berücksichtigt, da dessen Einführung erst kurz vor der Inbetriebnahme von „Vx“ erfolgt. „Fahrplan 2011“ und „Vx“ bilden in diesem Sinne einen einzigen Ausbauschritt.) (Abbildung 5-04).

Diesen Rechnungen wird dabei das im vorhergehenden Kapitel definierte Wachstum der Fahrgastzahlen zu Grunde gelegt. Dabei wird unterschieden zwischen dem S-Bahnbereich mit 3.4% Wachstum pro Jahr und dem übrigen Netz mit 2.8%.

	Z_NACH																		
Z_VON	01_Luzern	02_Horw	03_Hergiswil	04_Alpnach	05_Sarnen	06_Sachseln	07_Giswil	08_Brüning	09_Meiringen	10_Brienz	11_Brienzersee	12_Interlaken	13_Stansstad	14_Stans	15_Tal_NW	16_Engelberg	X_andere	Total	
01_Luzern	0	861	455	333	719	126	189	131	80	50	3	421	313	1134	151	401	261	5'629	
02_Horw	712	30	38	27	68	9	16	3	0	0	0	3	35	136	13	13	301	1'405	
03_Hergiswil	405	43	0	24	69	11	11	10	5	1	0	8	34	168	29	32	135	984	
04_Alpnach	337	30	27	3	138	16	33	16	2	1	0	7	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	141	750	
05_Sarnen	734	71	69	150	0	92	182	94	7	3	0	9	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	471	1'881	
06_Sachseln	132	11	23	20	100	0	17	8	2	0	0	5	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	101	420	
07_Giswil	191	15	10	33	175	21	19	65	7	3	0	4	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	129	673	
08_Brüning	98	6	14	11	91	12	34	50	68	13	1	18	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	219	637	
09_Meiringen	69	1	5	4	16	2	4	103	0	141	32	207	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	386	971	
10_Brienz	44	0	2	1	4	2	2	15	137	0	42	211	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	408	869	
11_Brienzersee	6	0	0	0	0	0	0	1	38	48	31	135	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	130	390	
12_Interlaken	485	1	3	4	14	3	3	35	209	234	122	0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	223	1'336	
13_Stansstad	279	34	29	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0	104	17	17	156	637	
14_Stans	1108	146	144	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	96	0	158	109	703	2'464	
15_Tal_NW	151	24	22	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	21	176	33	71	109	607	
16_Engelberg	403	17	30	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	11	101	78	0	479	1'120	
X_andere	328	320	140	122	422	99	92	269	434	407	94	145	162	742	68	384	493	4'719	
Total	5'481	1'611	1'012	734	1'817	392	601	800	988	902	326	1'173	671	2'561	547	1'027	4'845	25'490	
Wachstum pro Jahr	Pendlerbereich Luzern						3.4 %/J.		1.034		Luzern - Stans, Luzern - Giswil								
	Tourismus						2.8 %/J.		1.028		Übrige Bereiche								

Abbildung 5-03: Nachfrage-Matrix 2014 *ohne angebotsseitige Massnahmen*. Berechnet wird, wie sich die Zahl der Fahrgäste zwischen 2008 und 2014 entwickeln würde, wenn beim Angebot keine Massnahmen getroffen werden, das heisst, wenn die Angebotskonzepte „Fahrplan 2011“ und „Vx“ nicht eingeführt würden das heisst 2014 nach wie vor der heutige Fahrplan gälte.

Mit der Einführung von „Vx“ ist eine beträchtliche Angebotsverbesserung verbunden. In einem zweiten Schritt wird festgestellt, welches Nachfragewachstum durch den Übergang vom heutigen Fahrplan zum Angebot „Vx“ ausgelöst wird.

Der Angebotsausbau hat auf zwei Arten einen Einfluss auf die Nachfrage:

- Durch die neuen Infrastrukturen (v.a. Einführung Bahnhof Luzern, Tunnel nach Engelberg) kann die Reisezeit auf einzelnen Relationen gesenkt werden.
- Es werden auf einzelnen Relationen mehr Verbindungen angeboten; insbesondere auch wegen der Systematisierung des Fahrplans, dank der die Züge zeitlich regelmässiger verteilt sein werden.

Dabei gelten die vom BAV vorgegebenen Elastizitätsfaktoren:

Nachfrageelastizität Reisezeit	- 0.8
Nachfrageelastizität Angebotsdichte	+ 0.4

Abbildung 5-04: Nachfrageelastizitäten für Reisezeit und Angebotsdichte, wie sie vom BAV vorgegeben sind.

Die Reisezeitelastizität bedeutet, dass z.B. eine Reisezeitverkürzung um 10% auf einer bestimmten Relation eine Zunahme der Nachfrage von 8% bewirkt. Wird die Zahl der Verbindungen verdoppelt, erhöht sich die Zahl der Reisenden bei einer Angebotselastizität von 0.4 um + 40%.

Unter Berücksichtigung dieser Nachfrageveränderungen kann im Jahre 2014 nach der Einführung von „Vx“ die folgende Nachfrage erwartet werden (Abbildung 5-05).

	Z_NACH																		
Z_VON	01_Luzern	02_Horw	03_Hergiswil	04_Alpnach	05_Sarnen	06_Sachseln	07_Giswil	08_Brüng	09_Meiringen	10_Brienz	11_Brienzersee	12_Interlaken	13_Stansstad	14_Stans	15_Tal_NW	16_Engelberg	X_andere	Total	Veränderung zum Referenzfall
01_Luzern	0	1205	577	327	863	197	193	133	84	53	3	452	372	1536	246	647	261	7'148	27%
02_Horw	996	30	57	32	77	10	17	3	0	0	0	3	37	136	17	20	301	1'737	24%
03_Hergiswil	514	65	0	25	68	14	8	7	4	1	0	8	42	185	35	47	135	1'157	18%
04_Alpnach	330	36	28	3	138	18	26	10	2	1	0	6	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	142	741	-1%
05_Sarnen	881	80	68	150	0	134	153	88	7	3	0	9	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	489	2'062	10%
06_Sachseln	205	13	30	23	146	0	18	9	2	1	0	6	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	111	565	35%
07_Giswil	196	16	8	26	147	23	19	65	8	3	0	4	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	130	645	-4%
08_Brüng	100	6	10	7	86	14	34	50	80	14	1	20	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	221	642	1%
09_Meiringen	73	1	5	3	16	2	4	120	0	157	38	239	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	411	1'069	10%
10_Brienz	46	0	1	1	4	2	2	16	208	0	49	274	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	446	1'050	21%
11_Brienzersee	6	0	0	0	0	0	0	1	44	56	31	144	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	132	414	6%
12_Interlaken	520	1	3	4	15	3	3	39	326	304	130	0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	223	1'571	18%
13_Stansstad	332	36	36	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0	94	13	25	159	696	9%
14_Stans	1500	146	159	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	86	0	242	173	751	3'058	24%
15_Tal_NW	246	31	26	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	16	271	33	113	160	895	47%
16_Engelberg	650	25	44	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	16	161	124	0	722	1'743	56%
X_andere	328	320	140	124	439	109	92	270	461	444	95	145	165	793	100	578	493	5'096	8%
Total	3'122	1'445	769	586	1'439	396	435	814	1'224	1'037	347	1'310	735	3'174	809	1'603	5'286	30'287	19%
Wachstum pro Jahr	Pendlerbereich Luzern						3.4 %/J.		1.034		Luzern - Stans, Luzern - Giswil								
	Tourismus						2.8 %/J.		1.028		Übrige Bereiche								

Abbildung 5-05: Nachfrage-Matrix 2014, wenn 2014 das Angebotskonzept „Vx“ eingeführt wird. Es wird angenommen, die Angebotsverbesserungen von „Vx“ gegenüber dem vorhergehenden Fahrplan würden von den Fahrgästen sofort konsumiert, das heisst wirksam. In Wirklichkeit benötigt dieser Prozess mehrere Jahre.

Insgesamt nimmt die Zahl der Fahrgäste von 24'490 ohne „Vx“ (Abbildung 5-04) auf 30'287 mit „Vx“ zu. Die Einführung von „Vx“ generiert knapp 4'800 zusätzliche Fahrgäste. Das entspricht einer Zunahme von 19.6%.

5.3.3 Nachfrageentwicklung bis 2030

Für die Berechnung des Referenzzustands 2030 wird davon ausgegangen, dass nach der Einführung von „Vx“ im Jahre 2014 keine weiteren Massnahmen getroffen werden. Angebot und Infrastruktur bleiben während dieser 16 Jahre unverändert.

Ferner wird angenommen, dass sich das Trendwachstum bis 2030 unverändert fortsetzt, d.h. dass die Nachfrage im S-Bahnbereich um 3.4% pro Jahr und im restlichen Netz um 2.8% pro Jahr zunimmt.

Die folgende Abbildung 5-06 zeigt die erwartete Nachfrage im Jahr 2030. Diese Nachfrage bildet den Referenzfall 2030 für die Beurteilung der Massnahmenmodule A bis D. Die vier Module werden im Kapitel 7 beschrieben.

	Z_NACH																	
Z_VON	01_Luzern	02_Horw	03_Hergiswil	04_Alpnach	05_Sarnen	06_Sachseln	07_Giswil	08_Brüning	09_Meiringen	10_Brienz	11_Brienzersee	12_Interlaken	13_Stansstad	14_Stans	15_Tal_NW	16_Engelberg	X_andere	Total
01_Luzern	0	2'058	985	558	1'474	336	330	207	130	82	4	703	635	2'623	382	1'006	446	11'959
02_Horw	1'701	51	98	54	132	17	30	5	1	0	0	5	64	232	26	30	513	2'959
03_Hergiswil	877	111	0	42	116	25	14	11	6	1	0	12	72	315	54	73	231	1'960
04_Alpnach	564	61	48	6	236	32	44	16	3	1	0	10	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	243	1'262
05_Sarnen	1'504	137	116	257	0	228	261	137	11	5	0	15	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	835	3'504
06_Sachseln	351	21	52	40	249	0	31	15	3	1	0	9	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	189	962
07_Giswil	334	28	14	44	251	39	33	101	12	5	0	6	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	222	1'088
08_Brüning	155	9	15	11	133	21	52	78	124	22	2	32	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	343	999
09_Meiringen	113	2	7	5	25	3	6	187	0	245	59	372	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	639	1'663
10_Brienz	71	0	2	2	7	4	3	26	323	0	76	426	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	693	1'633
11_Brienzersee	9	0	0	0	0	0	0	2	68	87	49	223	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	205	644
12_Interlaken	809	2	4	6	23	5	5	61	507	472	202	0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	347	2'443
13_Stansstad	567	62	62	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0	160	20	39	272	1'183
14_Stans	2'562	249	271	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	147	0	377	269	1'282	5'158
15_Tal_NW	382	48	41	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	25	421	51	176	249	1'392
16_Engelberg	1'012	39	69	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	26	250	194	0	1'123	2'712
X_andere	559	546	239	211	749	187	158	421	717	691	148	226	282	1'354	155	900	766	8'307
Total	11'570	3'423	2'023	1'237	3'394	896	967	1'266	1'904	1'613	541	2'038	1'251	5'354	1'259	2'494	8'599	49'827
Wachstum pro Jahr		Pendlerbereich Luzern						3.4 %/J.		1.034		Luzern - Stans, Luzern - Giswil						
		Tourismus						2.8 %/J.		1.028		Übrige Bereiche						

Abbildung 5-06: Nachfrage-Matrix 2030 (Referenzzustand 2030): Es wird davon ausgegangen, dass nach der Einführung von „Vx“ im Jahre 2014 keine weiteren Massnahmen getroffen werden. Angebot, und Infrastruktur bleiben während dieser 16 Jahre unverändert.

Das Trendwachstum zwischen 2014 und 2030 bewirkt ein Fahrgastwachstum von 19'540 Fahrgästen (auf dem ganzen Netz). Das entspricht einer Zunahme von etwas mehr als 64%.

5.3.4 Vergleich der Nachfrage 2008, 2014 und 2030

In der Abbildung 5-07 ist dargestellt, wie sich die Nachfrage bis 2014 resp. bis 2030 entwickelt. Das Trendwachstum vom 3.4% resp. 2.8% lässt die Zahl der Fahrgäste, welche die Zentralbahn pro Tag benutzen, bis 2014 um 21% oder um 4'358 Fahrgäste ansteigen. Durch die Angebotsverbesserungen, welche sich mit der Einführung von „Vx“ im Dezember 2013 (Fahrplan 2014) ergeben, erhöht sich die Zahl der Fahrgäste nochmals um 19% oder um 4'797 Fahrgäste.

Bis 2030 steigt die Zahl der Fahrgäste um weitere 65% (19'540) an, bis auf 49'827. Basis bilden auch hier die oben ermittelten Zuwachsraten von 3.4% im S-Bahnbereich resp. 2.8% in den übrigen Teilen des Netzes.

Unterstellt ist, dass nach der Einführung von „Vx“ im Jahre 2014 in den Bereichen Angebot und Infrastruktur keine weiteren Veränderungen eintreten.

Zustand/Jahr	Fahrgäste	Veränderung	Zuwachs	
			absolut	Prozent
2008	21'132	100%		
Zuwachs 2008 bis 2014			4'358	21%
2014 ohne "Vx"	25'490	121%		
Zuwachs wegen "Vx"			4'797	19%
2014 mit "Vx"	30'287	143%		
Zuwachs 2014 bis 2030			19'540	65%
2030	49'827	236%		

Abbildung 5-07: Entwicklung der Nachfrage 2008 (Ist-Zustand), 2014 (mit und ohne „Vx“) und 2030 (Zielzustand). Die Fahrgastzunahme zwischen 2008 und 2014 beträgt 21%. Die Einführung von „Vx“ bringt ein zusätzliches Wachstum von 19%. Bis 2030 nimmt die Zahl der Fahrgäste auf knapp 50'000 oder um 65% zu.

5.3.5 Nachfrage in den sechs Querschnitten

In der Abbildung 5-08 ist dargestellt, wie die Zahl der Fahrgäste von 2008 bis 2030 zunimmt. Die Tabelle enthält die Zahl der Fahrgäste während eines durchschnittlichen Werktages (Szenario „Pendler“) resp. des Wochenendes bei den Relationen von/nach Engelberg und dem Brünig (Szenario „Touristen“).

Das Jahr 2014 ist in der Tabelle zweimal enthalten: Die obere Zahl gibt die Zahl der Fahrgäste ohne „Vx“ an (es gilt der Fahrplan 2011), die untere Zahl mit „Vx“. (Differenz: Nachfragesprung, welcher sich aus der Einführung des Angebots „Vx“ ergibt). Dabei wird angenommen, dieser Nachfragesprung würde innerhalb eines Jahres realisiert, wobei in der Realität dafür etwa drei Jahre benötigt werden.

Querschnitt		QS1	QS2	QS3	QS4	QS5	QS6	Angebot
Jahr	Bemerkungen	Einfahrt Luzern	Alpnachsta d-Hergiswil	Stansstad- Hergiswil	Einfahrt Engelberg	Brünig	Einfahrt Interlaken	
2008		13'701	5'388	6'307	1'806	1'808	3'908	Fahrplan 2001
2009		14'151	5'562	6'513	1'859	1'858	4'018	
2010		14'615	5'743	6'726	1'913	1'910	4'130	
2011		15'095	5'929	6'946	1'969	1'964	4'246	
2012		15'590	6'121	7'173	2'027	2'019	4'365	
2013		16'102	6'319	7'407	2'086	2'075	4'487	
2014	1)	16'630	6'524	7'649	2'147	2'134	4'613	Angebotskonzept "Vx"
2014	2)	20'276	7'125	9'978	3'347	2'190	5'115	
2015		20'936	7'357	10'297	3'440	2'252	5'258	
2016		21'617	7'597	10'625	3'537	2'315	5'405	
2017		22'321	7'844	10'964	3'636	2'380	5'556	
2018		23'047	8'099	11'314	3'737	2'446	5'712	
2019		23'798	8'363	11'675	3'842	2'515	5'872	
2020		24'572	8'636	12'047	3'950	2'585	6'036	
2021		25'372	8'917	12'431	4'060	2'657	6'205	
2022		26'198	9'207	12'828	4'174	2'732	6'379	
2023		27'051	9'507	13'237	4'291	2'808	6'558	
2024		27'931	9'816	13'660	4'411	2'887	6'741	
2025		28'840	10'136	14'095	4'534	2'968	6'930	
2026		29'779	10'466	14'545	4'661	3'051	7'124	
2027		30'748	10'807	15'009	4'792	3'136	7'324	
2028		31'749	11'159	15'488	4'926	3'224	7'529	
2029		32'783	11'522	15'982	5'064	3'314	7'739	
2030	3)	33'850	11'897	16'491	5'206	3'407	7'956	
1)		Fahrgastzunahme 2008 bis 2014 ohne Veränderung des Angebots (ohne "Vx")						
2)		Fahrgastzunahme 2014 mit der Inbetriebnahme von "Vx"						
3)		Fahrgastzunahme 2014 bis 2030 ohne Veränderung des Angebots						

Abbildung 5-08: Zahl der Fahrgäste pro Tag in beiden Richtungen in den sechs Querschnitten QS1 bis QS6 in den Horizonten 2008, 2014 und 2030. Im Jahre 2014 wird „Vx“ eingeführt. Die Differenz der beiden Zahlen des Jahres 2014 gibt die Fahrgaststeigerung dank der Angebotsverbesserung von „Vx“ an. Im Querschnitt QS1 Luzern beträgt sie etwas mehr als 3'646 Fahrgäste pro Tag, bei der Einfahrt Interlaken Ost sind es 502 zusätzliche Fahrgäste.

Nach der Einführung von „Vx“ ergeben sich in den Bereichen Angebot und Infrastruktur bis 2030 keine Veränderungen mehr. Die laufende Erneuerung des Rollmaterials schlägt sich rechnerisch *nicht* auf die die Fahrgastzahlen nieder, da angenommen wird, das neue Rollmaterial weise die gleiche Anzahl Sitzplätze auf, wie das 2014 bei der Einführung von „Vx“. Die Zahl der Fahrgäste nimmt entsprechend dem Trendwachstum von 3.4% im S-Bahnbereich resp. von 2.8% in den übrigen Netzbereichen zu.

6. Kapazitätsüberlegungen

6.1 Rollmaterialbedarf bei „Vx“, resp. Referenzzustand

Die Abbildung 6-01 zeigt das Rollmaterial, welches ab 2014 beim Angebotskonzept „Vx“ zum Einsatz gelangen wird. Zu berücksichtigen ist, dass entweder werktags die S44 resp. die S55 verkehren, oder an den Wochenenden der „Titlisexpress“.

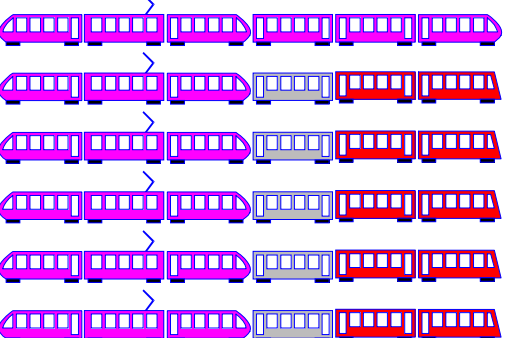
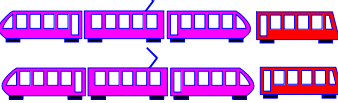
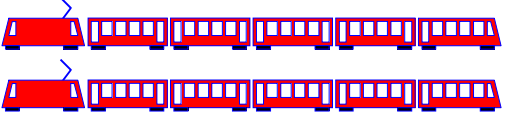
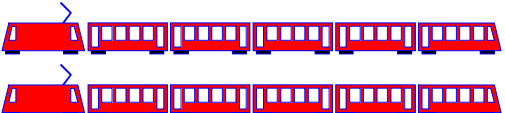
	IR Brünig NeRo: Grundmodul 7-teilig Zusatzmodul 3-teilig 464 Sitzplätze / 180 Meter
	IR Engelberg HGe101 + A + BD + B + B + GSW 335 Sitzplätze / 135 Meter
	S4 / S5 SPATZ + GSW 276 Sitzplätze / 100 Meter SPATZ + Modul (3-teilig) 321 Sitzplätze / 106 Meter
	RV Interlaken Ost - Meiringen SPATZ + ABt 193 Sitzplätze / 70 Meter
	S44 / S55 HGe 101 + B + B + BD + A + ABt 252 Sitzplätze / 105 Meter (Spitzenzeiten Mo bis Fr)
	Titlisexpress / Brünigexpress HGe 101 + B + B + BD + A + ABt 252 Sitzplätze / 105 Meter (Spitzenzeiten Wochenende)
	

Abbildung 6-01: Rollmaterial, welches 2014 beim Angebotskonzept „Vx“ zum Einsatz gelangt.

6.2 Sitzplatzangebot in den sechs Querschnitten bei „Vx“

In der folgenden Tabelle wird das Sitzplatzangebot (Kapazität) des bei „Vx“ eingesetzten Rollmaterials in allen sechs Querschnitten für das Szenario „Pendler“ (Werktags) und „Touristen“ (Wochenende) berechnet.

Zug	Komposition	Szenario "Pendler"			Szenario "Touristen"		
		Züge	Sitzplätze		Züge	Sitzplätze	
		pro Std.	pro Komp	pro Std.	pro Std.	pro Komp	pro Std.
		[Anz.]	[Anz.]	[Anz.]	[Anz.]	[Anz.]	[Anz.]
QS1 Einfahrt Luzern							
IR Brünig	Nero 7+3 teilig	1	464	464	1	464	464
IR Engelberg	HGe101+A+3B+GSW	1	367	367	1	367	367
S4	SPATZ + Modul (3-teilig)	2	316	632	2	316	632
S5	SPATZ + Modul (3-teilig) od. 2 SPATZ	2	316	632	2	316	632
S44	HGe101+3B+A+ABt	1	280	280			
S55	HGe101+3B+A+ABt	1	280	280			
Titlisexpress	HGe101+3B+A+ABt				1	280	280
Total Angebot in der Spitzenstunde		8		2'655	7		2'375
QS2 Alpnachstad (Lopper I)							
IR Brünig	Nero 7+3 teilig	1	464	464	1	464	464
S5	SPATZ + Modul (3-teilig) od. 2 SPATZ	2	316	632	2	316	632
S55	HGe101+3B+A+ABt	1	280	280			
Total Angebot in der Spitzenstunde		4		1'376	3		1'096
QS3 Stansstad (Lopper II)							
IR Engelberg	HGe101+A+3B+GSW	1	367	367	1	367	367
S4	SPATZ + Modul (3-teilig)	2	316	632	2	316	632
S44	HGe101+3B+A+ABt	1	280	280			
Titlisexpress	HGe101+3B+A+ABt				1	280	280
Total Angebot in der Spitzenstunde		4		1'279	4		1'279
QS4 Einfahrt Engelberg							
IR Engelberg	HGe101+A+3B+GSW	1	367	367	1	367	367
Titlisexpress	HGe101+3B+A+ABt				1	280	280
Total Angebot in der Spitzenstunde		1		367	2		647
QS5 Brünig							
IR Brünig	Nero 7+3 teilig	1	464	464	1	464	464
Total Angebot in der Spitzenstunde		1		464	1		464
QS6 Einfahrt Interlaken Ost							
IR Brünig	Nero 7+3 teilig	1	464	464	1	464	464
RV Brienersee	SPATZ + ABt	1	188	188	1	188	188
Total Angebot in der Spitzenstunde		2		652	2		652

Abbildung 6-02: Sitzplatzangebot bei der Einführung von „Vx“ (2014) in den sechs Querschnitten QS1 bis QS6.

6.3 Zulässige Auslastung des Rollmaterials

Beantwortet werden muss die Frage, ob eine Auslastung von bis zu 100% zulässig ist. Die folgenden Argumente zeigen, dass dies in der Regel nicht der Fall ist:

- 1.) Die Fahrgäste sind nicht regelmässig auf alle Züge verteilt.
- 2.) Ab einem Besetzungsgrad von etwa 70% beginnen sich die Kundenreklamationen zu häufen. Das heisst, dass ab einem Besetzungsgrad von 70% bei den Fahrgästen das Gefühl entsteht, der Zug sei überfüllt.
- 3.) Die Nachfrage schwankt während der Woche beträchtlich. Es gibt einzelne „Topzüge“, welche deutlich über dem Mittel liegende Fahrgastzahlen aufweisen.

Im Idealfall sollte die Auslastung 70% der Sitzplätze nicht überschreiten. Für die folgenden Berechnungen wird von den folgenden Werten ausgegangen:

- Kernbereich Luzern – Hergiswil (Querschnitt Einfahrt Luzern): maximale Auslastung 90%
- Übrige Netzteile (Querschnitte QS2 bis QS6) maximale Auslastung 80%

Mit diesen Werten wird den Fahrgästen auf kurzen Reisen (Kernbereich; Luzern – Hergiswil) ein Stehplatz zugemutet, auf längeren Reisen hingegen mit grosser Wahrscheinlichkeit ein Sitzplatz angeboten (kurze Reisen, welche nicht Luzern als Ziel oder Quelle haben, werden bei dieser Regelung nicht erfasst).

Die folgende Tabelle zeigt die massgebende Anzahl Sitzplätze in jedem der sechs Querschnitte, welche für die folgenden Berechnungen eingesetzt werden.

Querschnitt		Szenario "Pendler"			Szenario "Touristen"		
		Angebot (Sitzplätze) Spitzenstunde	akzeptierte Auslastung	Massgebende Anzahl Sitzplätze	Angebot (Sitzplätze) Spitzenstunde	akzeptierte Auslastung	Massgebende Anzahl Sitzplätze
		[FG]	[%]	[FG]	[FG]	[%]	[FG]
QS1	Einfahrt Luzern	2'655	90%	2'390			
QS2	Alpnachstad (Lopper I)	1'376	80%	1'101			
QS3	Stansstad (Lopper II)	1'279	80%	1'023			
QS4	Einfahrt Engelberg	367	80%	294	647	80%	518
QS5	Brünig	464	80%	371	464	80%	371
QS6	Einfahrt Interlaken Ost	652	80%	522			
Total / Durchschnitt		6'793	83.9%	5'700	1'111	80.0%	889

Abbildung 6-03: Die um den Auslastungsfaktor korrigierte Anzahl Sitzplätze in den sechs Querschnitten für das bei „Vx“ ab 2014 eingesetzte Rollmaterial für die Szenarien „Pendler“ und „Touristen“. Mit diesen Sitzplatzzahlen wird trotz der kontinuierlich stattfindenden Rollmaterialerneuerung bis 2030 gerechnet,

6.4 Nachfrage in den sechs Querschnitten in der Spitzenstunde

Die notwendige Kapazität des Systems „Zentralbahn“ ist durch die Spitzenstunde bedingt. In diesem Sinne ist die Spitzenstunde die „massgebende Stunde“ und zwar sowohl für den Bedarf an Rollmaterial als auch für die notwendige Länge der Perronanlagen.

Die Zahl der Fahrgäste in der Spitzenstunde 2014 wird aus der Tagesganglinie von 2008 abgeleitet. Die Abbildung 6-04 zeigt die Tagesganglinie eines durchschnittlichen Werktags bei der Einfahrt Luzern (QS1). Die grüne Kurve (Fahrtrichtung Luzern) besitzt zwischen 07:00 und 08:00 eine klare Spitze von 955 Fahrgästen. Dies sind 15.8% aller während des ganzen Tages Richtung Luzern reisenden Fahrgäste. In Anlehnung an diesen Wert wird für die Berechnung der Spitzenbelastung in den Horizonten 2014 bis 2030 angenommen, dass 15% des Tagesverkehrs auf die Spitzenstunde fallen.

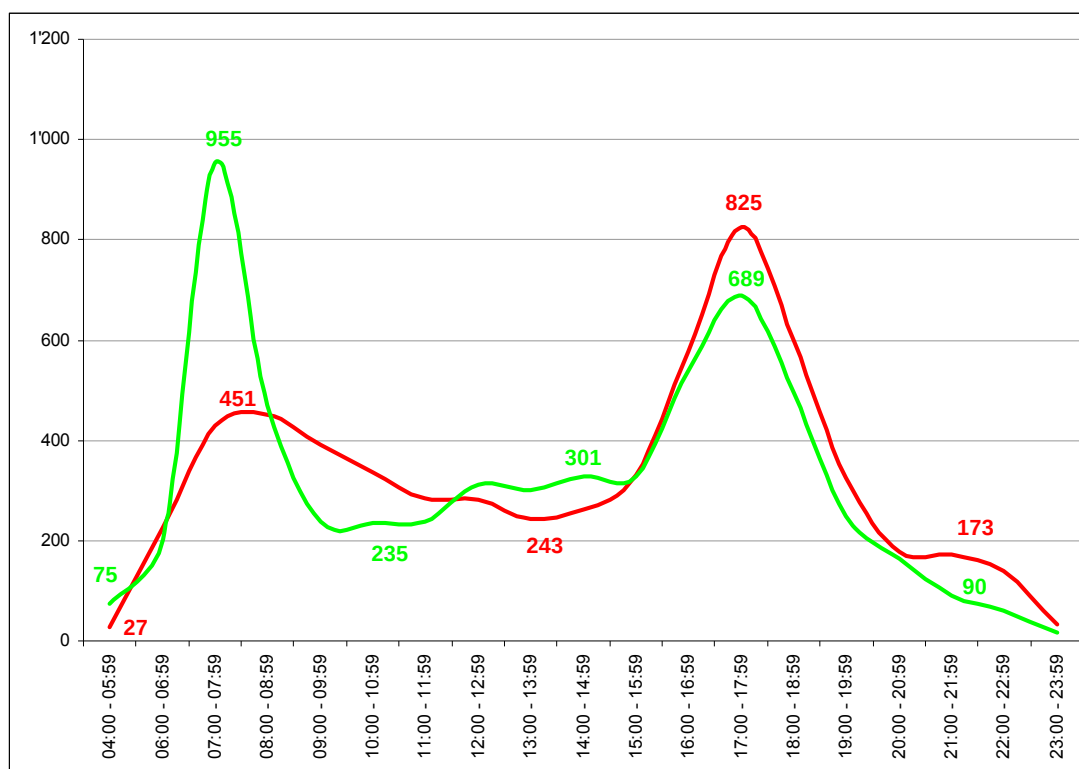


Abbildung 6-04: Tagesganglinie bei der Einfahrt Luzern an einem durchschnittlichen Werktag im Jahre 2008 (grüne Kurve: nach Luzern; rote Kurve: von Luzern). In der Spitzenstunde werden 955 Fahrgäste in Richtung Luzern transportiert. Das sind 15.8% des Tagesverkehrs. Für die Berechnung der Spitzenbelastungen 2014 bis 2030 in den sechs Querschnitten wird ein Wert von 15% angenommen.

Aus der Zahl der Fahrgäste pro Tag in jedem der sechs Querschnitte (siehe Abbildung 5-08) lässt sich damit die Zahl der Fahrgäste in der Spitzenstunde berechnen. Damit ist die für die Dimensionierung des Angebots massgebende Grösse bekannt (Abbildung 6-05). Ausgedrückt wird sie in „Fahrgäste pro Stunde und Richtung“.

			2008			
			Fahrgäste pro Tag		Fahrgäste Spitzenstunde pro Richtung	
			beide Richt.	pro Richtung	Anzahl FG	Anteil am Tagesverkehr
QS1	Einfahrt Luzern	Werktag	13'701	6'851	1'028	15.0%
QS2	Alpnachstad	Werktag	5'388	2'694	404	15.0%
QS3	Stansstad	Werktag	6'307	3'154	473	15.0%
QS4	Engelberg	Werktag	1'806	903	135	15.0%
QS5	Brünig	Werktag	1'808	904	136	15.0%
QS6	Interlaken O	Werktag	3'908	1'954	293	15.0%

Abbildung 6-05: Fahrgastzahlen in der Spitzenstunde (pro Richtung), ermittelt unter der Annahme, dass der Spitzenstunden-Anteil von 15%, wie er für die Einfahrt Luzern ermittelt wurde – siehe Abbildung 6-04 – für alle Querschnitte gelte.

In der Tabelle 6-06 (siehe folgende Seite) wird die Entwicklung der Fahrgastzahlen in der Spitzenstunde in allen sechs Querschnitten von 2008 bis 2044 dargestellt. Dabei wird angenommen dass das angenommene Wachstum von 3.4% im S-Bahnbereich und von 2.8% in den übrigen Bereichen bis zu jenem fernen Horizont gleich bleibt.

Die gelb hinterlegten Felder zeigen an, bis zu welchem Jahr die massgebende Sitzplatzzahl (siehe Abbildung 6-03) unter diesen Umständen ausreicht.

In den Querschnitten Stansstad – Hergiswil (QS3) und Einfahrt Interlaken (QS6) wird die Sitzplatzzahl in der Spitzenstunde bereits 2023 ausgeschöpft. 2026 folgt die Einfahrt Engelberg (QS4) und 2027 die Einfahrt Luzern (QS1). Im Querschnitt Alpnachstad – Hergiswil (QS2) genügt die Zahl der angebotenen Sitzplätze bis 2034 und auf dem Brünig (QS5) gar bis 2043.

Vorbehalt am Brünig

Am längsten reicht die Kapazität des Rollmaterials im Querschnitt Brünig (QS5), nämlich bis 2043. Hier ist allerdings ein Vorbehalt anzubringen, indem die Kapazität bei den Brünigzügen an schönen Wochenenden bereits heute nicht mehr ausreicht. In solchen Fällen werden zwischen Giswil und Meiringen Postautos eingesetzt.

Die Überlastung tritt heute nur an relativ wenigen Wochenenden auf. Mit zunehmender Anzahl Reisender wird sich die Situation verschärfen. Der Tourismusverkehr ist eines der beiden Kerngeschäfte der Zentralbahn. Damit stellt sich die Frage, wann das Angebot am Brünig vom Stunden- zum Halbstundentakt ausgebaut werden soll, resp. ausgebaut werden muss.

Mangels schlüssiger Daten kann diese Frage in Bezug an dieser Stelle nicht beantwortet werden. Eine spezielle Untersuchung dieser Frage ist unerlässlich und muss im Anschluss der vorliegenden Arbeit vorgenommen, resp. nachgeholt werden.

Jahr	Bemerkungen	QS1	QS2	QS3	QS4	QS5	QS6
		Einfahrt Luzern	Alpnachstad- Hergiswil	Stansstad- Hergiswil	Einfahrt Engelberg	Brünig	Einfahrt Interlaken
Anteil Spitzenstunde am gesamten Tagesverkehr		15.0%					
Fahrgast-Kapazität Rollmaterial "Vx"		2'390	1'101	1'023	294	371	652
zulässige Auslastung		90%	80%	80%	80%	80%	80%
2008		1'028	404	473	135	136	293
2009		1'061	417	488	139	139	301
2010		1'096	431	504	143	143	310
2011		1'132	445	521	148	147	318
2012		1'169	459	538	152	151	327
2013		1'208	474	556	156	156	337
2014	1)	1'247	489	574	161	160	346
2014	2)	1'497	549	720	187	176	380
2015		1'546	567	743	192	190	390
2016		1'596	585	767	197	196	401
2017		1'649	604	792	203	201	413
2018		1'702	624	817	208	207	424
2019		1'758	644	843	214	212	436
2020		1'816	665	871	220	218	448
2021		1'875	687	899	226	224	461
2022		1'936	709	928	233	231	474
2023		2'000	732	958	239	237	487
2024		2'065	756	988	246	244	501
2025		2'133	781	1'020	253	251	515
2026		2'203	806	1'053	260	258	529
2027		2'275	832	1'087	267	265	544
2028		2'349	860	1'122	275	272	559
2029		2'426	888	1'158	282	280	575
2030	3)	2'505	917	1'196	290	288	591
2031		2'590	948	1'236	298	296	611
2032		2'679	980	1'279	307	304	632
2033		2'770	1'013	1'322	315	313	653
2034		2'864	1'048	1'367	324	322	675
2035		2'961	1'083	1'413	333	331	698
2036		3'062	1'120	1'461	343	340	722
2037		3'166	1'158	1'511	352	349	747
2038		3'274	1'198	1'563	362	359	772
2039		3'385	1'238	1'616	372	369	798
2040		3'500	1'280	1'671	383	380	825
1)		Fahrgastzunahme 2008 bis 2014 ohne Veränderung des Angebots					
2)		Fahrgastzunahme 2014 mit der Inbetriebnahme von "Vx"					
3)		Fahrgastzunahme 2014 bis 2030 ohne Veränderung des Angebots					

Abbildung 6-06: Entwicklung der Fahrgastzahlen in der Spitzenstunde in allen sechs Querschnitten von 2008 bis 2030. Die gelben Felder markieren das Jahr, in welchem die Kapazität des bei „Vx“ eingesetzten Rollmaterials nicht mehr ausreicht. Basis ist die „massgebende Sitzplatzzahl“ (siehe Abb. 6-03). – Im Querschnitt QS3 Stansstad – Hergiswil wird die Grenze vor der Einfahrt Luzern (QS1) erreicht, weil in QS3 nur eine Auslastung von 80%, im QS1 hingegen eine solche von 90% als zulässig betrachtet (kurze Fahrzeiten, Stehplätze werden akzeptiert).

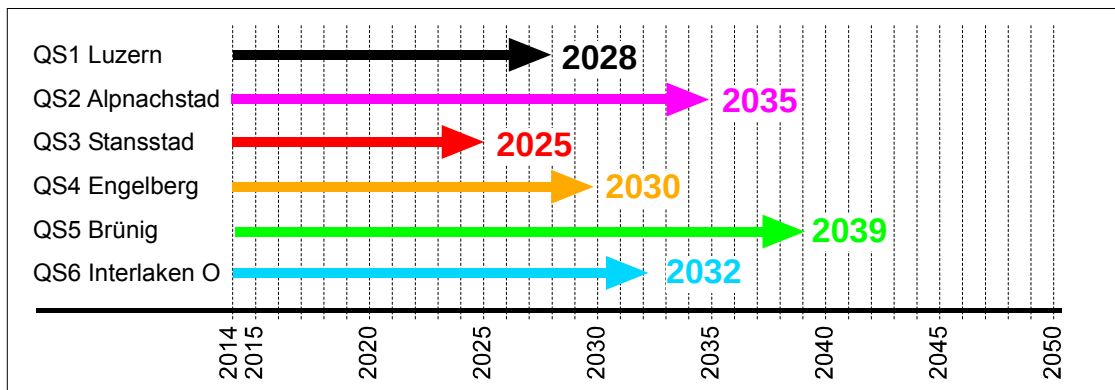


Abbildung 6-07: Grafische Darstellung der Zeitspanne während der das 2014, bei der Einführung von „Vx“ zum Einsatz gelangende Rollmaterial in der Spitzenstunde ausreicht. Basis bildet die „massgebende“ Anzahl Sitzplätze.

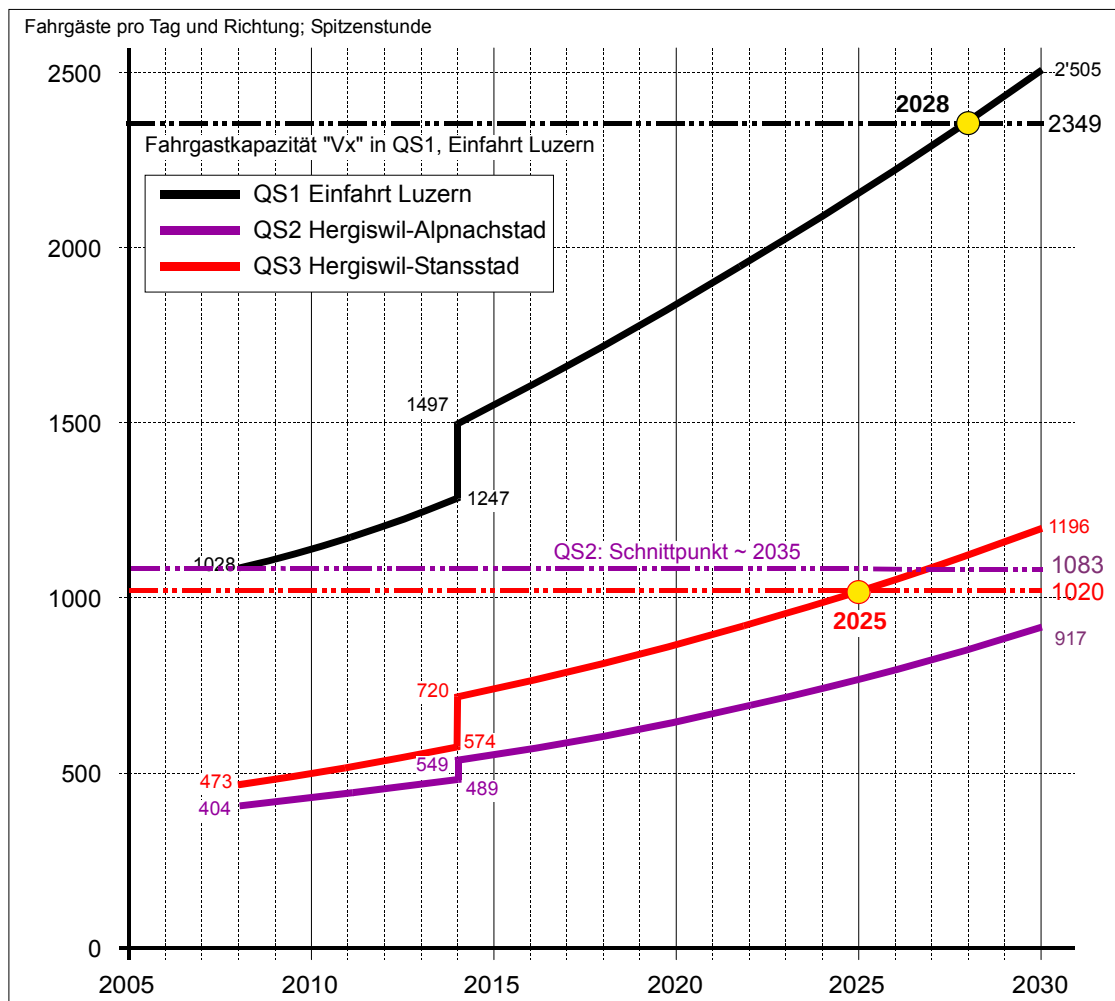


Abbildung 6-08: Fahrgastentwicklung in den Querschnitten QS1 bis QS3 von 2008 bis 2030, Spitzenstunde. Deutlich erkennbar die sprunghafte Fahrgastzunahme bei der Einführung von „Vx“

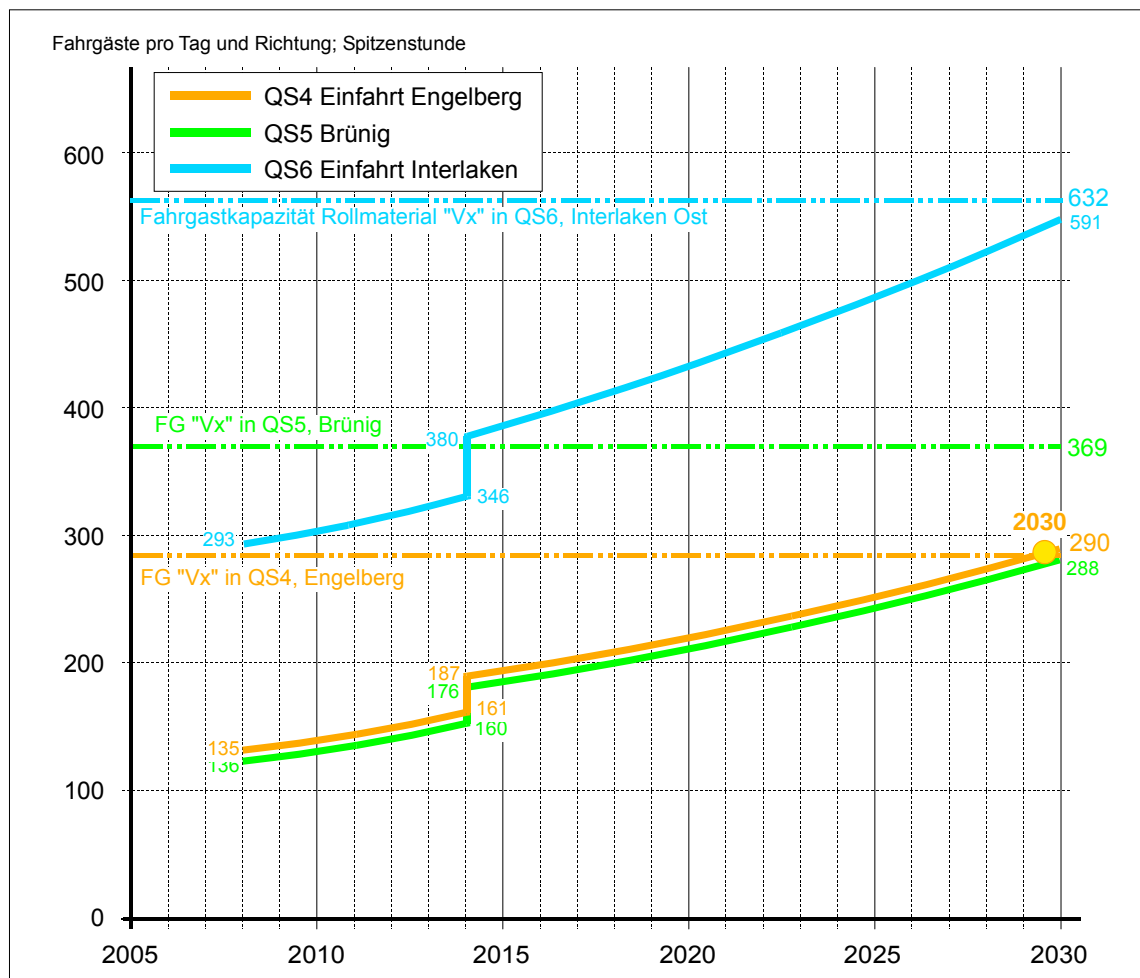


Abbildung 6-09: Entwicklung Fahrgastaufkommen 2008 bis 2030 in der massgebenden Richtung in der Spitzenstunde in den Bereichen QS4 Einfahrt Engelberg, QS5 Brünig und QS6 Einfahrt Interlaken Ost. Beim Brünig handelt es sich um eine „durchschnittliche“ das heisst über das gesamte Jahr gemittelte Spitzenstunde, weshalb die Sitzplatzkapazität bis 2039 reicht. Die tatsächliche Spitzenauslastung jedoch liegt beträchtlich höher.

In der Abbildung 6-10 wird am Beispiel der Einfahrt Luzern (QS1) untersucht, welchen Einfluss die unterstellte Wachstumsrate auf den Zeitpunkt hat, an welchen Massnahmen zur Kapazitätssteigerung ergriffen werden müssen.

Werden Wachstumsraten zwischen 3% und 4.5% betrachtet, ändert sich der Zeitpunkt, an welchem die Fahrgastkapazität von „Vx“ nicht mehr ausreicht nicht fundamental. Er schwankt zwischen 2022 bei 4.5% und 2030 bei 3.0%. Einen grossen Einfluss hätte hingegen eine sehr tiefe Wachstumsrate von 2.0%: In diesem Falle würde die Fahrgast-Kapazität von „Vx“ bis 2040 reichen.

Das zeigt: Die Wachstumsrate ist zwar eine wichtige Grösse. Ihr Einfluss auf den Zeitpunkt notwendiger Massnahmen ist aber kleiner, als gemeinhin angenommen wird. Eine tiefe Wachstumsrate vermag einen Entscheid zur Kapazitätssteigerung hinauszuschieben, nicht aber zu verhindern.

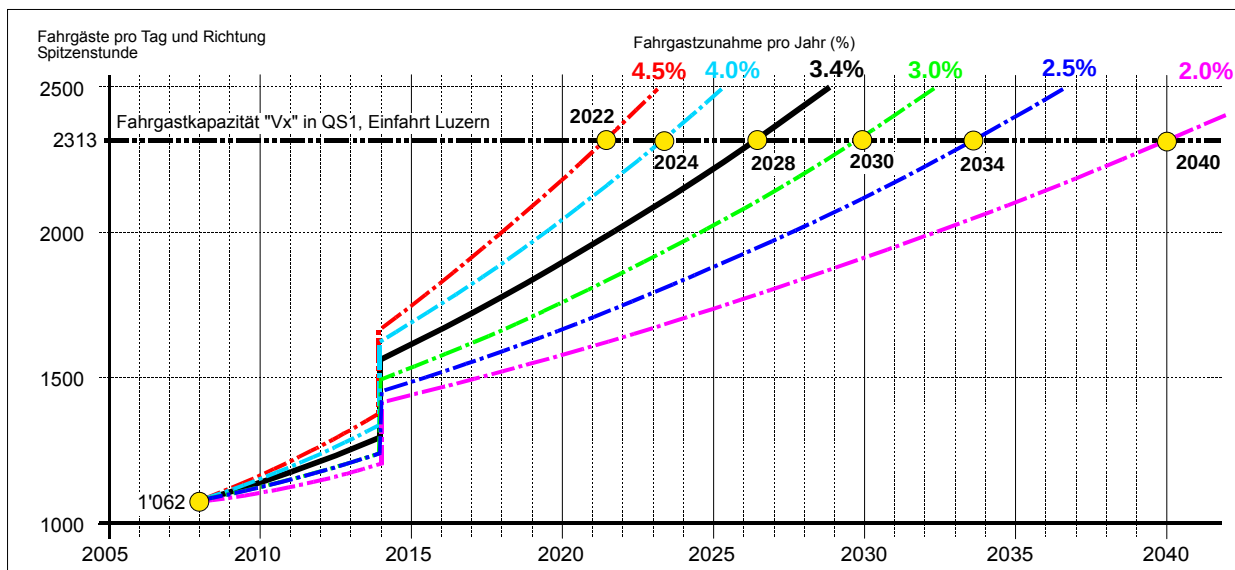


Abbildung 6-10: Einfluss der Wachstumsraten (Fahrgastzunahme pro Jahr in %) auf den Zeitpunkt, an dem die Fahrgastkapazität des Rollmaterials im Querschnitt QS1 Einfahrt Luzern nicht mehr ausreicht und demnach Massnahmen ergriffen werden müssen. Dabei wird davon ausgegangen, dass trotz der kontinuierlichen Erneuerung des Rollmaterials immer die gleiche Anzahl Sitzplätze zur Verfügung steht, wie 2014 bei der Einführung von „Vx“.

6.5 Schlussfolgerung zum Massnahmenbedarf aus Kapazitätssicht

Das Angebotskonzept „Vx“ genügt der Nachfrage bis etwa im Jahr 2027. Wie die Abbildung 6-10 zeigt, ist das Jahr, an welchem die Kapazitätsgrenze erreicht wird, sehr stark vom tatsächlichen Wachstum abhängig. Die Antwort auf die Frage wie lange „Vx“ genügt, muss deshalb heissen: Je nach Fahrgastzunahme bis in den Bereich zwischen 2024 (4% Wachstum) und 2034 (2.5% Wachstum).

Wie oben bereits angedeutet: Die Wachstumsrate bestimmt lediglich den Zeitpunkt des Erreichens der Kapazitätsgrenze von „Vx“, stellt aber die Tatsache, dass „Vx“ in einem absehbaren Horizont nicht mehr genügt, nicht in Frage.

In welche Richtung soll die Entwicklung weiter gehen? Grundsätzlich stehen zwei Wege offen: Längere Züge bei gleichem Angebot, oder verdichtetes Angebot (mehr Züge) bei gleich bleibender Zuglänge. Als dritte Option steht ferner eine Mischung aus diesen beiden Wegen zur Diskussion.

In den folgenden Kapiteln sollen beide Wege untersucht werden, nicht aber deren Kombination. Diskutiert werden vier „Module“, wobei das Modul A die Option „längere Züge“ beschreibt, die Module B, C und D jedoch verschiedene Formen der Angebotsverdichtung. Die Definition der vier Module findet sich im Kapitel 7.4.

7. Grundlagen zum Angebotskonzept „Zentralbahn 2030“

7.1 Zu den Zielen der „Zentralbahn 2030“

In diesem Kapitel wird das Angebotskonzept „Zentralbahn 2030“ vorgestellt:

Ziel ist ein Konzept, welches eine ausserordentlich lange Lebensdauer besitzt und welches sich parallel zur Nachfrage Stufe um Stufe erweitern lässt. Die „Zentralbahn 2030“ soll auf dem Angebotskonzept „Vx“ basieren, das ab 2014 Grundlage für den Fahrplan der Zentralbahn ist.

Es soll keine „verlorenen“ Investitionen geben. Das heisst, alle für eine Ausbaustufe benötigten Infrastrukturelemente sollen auch in der nächsten und übernächsten Ausbaustufe Verwendung finden. Die „Zentralbahn 2030“ soll vollständig aufwärtskompatibel sein.

Ein weiteres Ziel ist eine sehr hohe betriebliche Flexibilität und Stabilität. Grundlage dazu ist die Unterscheidung zwischen dem Szenario „Pendler“ und dem Szenario „Touristen“. Diese Szenarien stellen die beiden Kerngeschäfte der Zentralbahn dar. Sie treten in der Regel zeitlich verschoben auf, in bestimmten Konstellationen können sie sich aber auch überlappen (Beginn von Feiertagen, Ferienbeginn etc.), resp. es können Situationen auftreten, welche über den üblichen Spitzenverkehr hinausgehende Massnahmen verlangen (z.B. Schulreisen, Volksfeste etc.).

Das Angebot „Zentralbahn 2030“ gliedert sich darum in drei Angebotsbereiche:

- *Grundangebot: Es entspricht „Vx“ und wird an allen Tagen während der gesamten Betriebszeit gefahren (Ausnahme: Allfällige Ausdünnungen am späteren Abend).*
- *Ergänzungsangebot „Pendler“: Über das Grundangebot hinausgehende Leistungen im S-Bahnbereich (beschleunigte S-Bahnzüge)*
- *Ergänzungsangebot „Touristen“: Über das Grundangebot hinausgehende Leistungen zu Gunsten der Touristen (IR Brünig, IR Engelberg)*

Die Flexibilität ergibt sich daraus, dass zwar in der Regel entweder das Zusatzangebot „Pendler“ oder aber das Zusatzangebot „Touristen“ gefahren wird, dass aber jederzeit (bei Bedarf) zusätzlich zum einen Zusatzangebot auch Züge des andern eingesetzt werden können. Jeder Zug, ob Grundangebot oder Zusatzangebot *besitzt sein eigenes Fahrplantrasseee*.

Bei hohem Fahrgastaufkommen – wenn die Fahrzeiten und Aufenthaltszeiten in den Bahnhöfen ohnehin sehr knapp sind – muss nicht mehr improvisiert werden. Daraus ergibt sich eine sehr hohe Betriebsstabilität. Hohe Attraktivität, mit hohem Kundennutzen und hohen Zuwachsraten sind die positiven Folgen.

Ein weiteres Ziel ist eine über Jahre resp. Jahrzehnte unveränderte Grundstruktur des Angebots. „Vx“ entspricht in allen untersuchten Horizonten resp. in allen Modulen dem Grundangebot. Damit ist der Fahrplan für in hohem Masse merkbar und damit äusserst fahrgastfreundlich.

7.2 Angebotsgestaltungsgrundsätze

Die Angebotsgestaltungsgrundsätze umschreiben die Eigenschaften und Randbedingungen, welche ein Angebotskonzept zu erfüllen hat. Mit den Angebotsgestaltungsgrundsätzen wird im Rahmen der Konzeptentwicklung das künftige Angebot definiert, ohne bereits konkrete Aussagen über Zugläufe, Haltestellenbedienung und Fahrplan zu machen. Angebotsgestaltungsgrundsätze sind konkrete Zielsetzungen, welche aus den Erkenntnissen der Analyse abgeleitet werden.

Das Angebotskonzept „Zentralbahn 2030“ basiert auf den folgenden Angebotsgestaltungsgrundsätzen:

Allgemeines:

1. Das Angebot gliedert sich in ein Grundangebot, welches der Nachfrage während der Schwachlastzeiten genügt, sowie den Ergänzungsangeboten „Pendler“ und „Touristen“, mit welchem bei Bedarf Nachfragespitzen abgedeckt werden.

Taktgefüge:

2. IR Brünig und IR Engelberg verkehren im Stundentakt (Grundangebot).
3. Die beiden IR können bei Bedarf durch Zusatzzüge („Titlisexpress“ und „Brünigexpress“) zum Halbstundentakt ergänzt werden (Ergänzungsangebot).
4. Die beiden S-Bahnlinien S4 und S5 fahren im Halbstundentakt (Grundtakt).
5. Auf dem gemeinsamen Streckenabschnitt zwischen Luzern und Hergiswil verkehren die S4 und die S5 versetzt, sodass sie zusammen einen Viertelstundentakt bilden.
6. Die beschleunigten S-Bahnen S44 und S55 verkehren je im Halbstundentakt
7. Der Regio Meiringen – Interlaken Ost (Regio Brienzersee) verkehrt im Stundentakt.

Erschliessungsqualität:

8. S4 und S5 erschliessen den S-Bahnbereich Luzern–Giswil resp. Luzern–Stans. Die S-Bahnlinien halten in ihrem Einzugsbereich auf allen Stationen (Grunderschliessung).
9. Die IR dienen dem Verkehr über lange Distanzen. Sie halten im S-Bahnbereich nur an den wichtigsten Haltepunkten.
10. An Werktagen werden während der Morgen- und Abendspitze beschleunigte S-Bahnzüge S44 und S55 geführt. Sie halten nur an den grösseren Zwischenstationen. S44 und S55 sind Teil des Ergänzungsangebots.

Anschlüsse:

11. Der IR Brünig sowie der IR Engelberg stellen in Luzern einen guten Anschluss an den von/nach Zürich (-Zürich Flughafen) her. In Interlaken Ost besteht ein guter Anschluss an den IC nach Bern.
12. Es wird der Fahrplan 2009 berücksichtigt. Noch unbekannte, sich in Planung befindende Fahrpläne können nicht berücksichtigt werden.

Zugumläufe:

13. Die Zugumläufe werden optimiert, sodass sowohl das Grund- wie auch das Ergänzungsangebot mit einem Minimum an Kompositionen betrieben werden können.

7.2.1 Weitere Richtlinien für das Angebot

- **Abbaubarkeit:** Das Angebot ist über mehrere Stufen abbaubar (Spitzenzeiten ↔ Schwachlastzeiten). Dabei sollen sich die Taktzeiten nicht ändern (Merkbarkeit des Fahrplans).
- **Haltezeiten:**
 - IR Brünig, IR Engelberg: 1.0 Min. (IR Brünig auf der Bergstrecke: 0.7 Min.; Passhöhe 1.0 Min.)
 - S-Bahn: Generell 0.5 Min.; Hergiswil, Sarnen, Stans: 1.0 Min.
- **Wendezeiten**
 - IR in den Endbahnhöfen (Luzern, Interlaken Ost, Engelberg): mindestens 8 Min.
 - IR Brünig in Meiringen: 3 Min bis 5 Min. (bedingt durch Angebotskonzept „Vx“)
 - S-Bahn: Mindestens 6 Min.

7.2.2 Richtlinien für Infrastruktur und Rollmaterial

- **Geschwindigkeit:**
 - Höchstgeschwindigkeit für alle Züge 100 km/h (V100) ab 2014 („Vx“)
 - Die Option V120 wird im Rahmen der Arbeiten Masterplan untersucht
- **Rollmaterial:**
 - 2030 kann das gesamte Rollmaterial auf den Zahnstangenstrecken Bremsreihe 3 fahren
 - Im Adhäsionsbereich gilt V100 (allenfalls V120)
 - Die maximale Zuglänge beträgt 178 Meter
- **Perronlängen:**
 - Die Perronlänge beträgt langfristig bei allen Haltepunkten 190 Meter (maximale Zuglänge: 178 Meter; es verbleiben 12 Meter Toleranz)
- **Weichen:**
 - Alle fahrplanmässig auf Ablenkung befahrenen Weichen sind auf Ablenkung mit V65 befahrbar.
 - Bei Übergängen von Ein- auf Doppelspur auf der Strecke werden Spaltweichen eingesetzt. Diese können mit Streckengeschwindigkeit befahren werden.

7.2.3 Zum Unterschied zwischen Angebotskonzept und Fahrplan

Beim Angebotskonzept „Zentralbahn 2030“ geht es darum, eine sehr weit in die Zukunft reichende Angebotsplanung vorzunehmen. *Ein wichtiges Element dieser langfristigen Planung ist Kompromisslosigkeit und die Artreinheit der erarbeiteten Angebote.* Es handelt sich um *Konzepte*, dies im Gegensatz zu konkreten *Fahrplänen*.

Diese Haltung steht nicht im Widerspruch zu den Kompromissen, welche bei konkreten Angeboten für das nächste Jahr eingegangen werden müssen, weil z.B. noch Infrastruktur fehlt, oder nicht genügend Rollmaterial zur Verfügung steht. Auch mangelnde Mittel der Besteller können zu Kompromissen zwingen.

7.3 Bildung von Modulen

7.3.1 Hohe Flexibilität bei Ausbau der Zentralbahn

Der Flexibilität im Betrieb (siehe Kapitel 7.1) soll auch eine hohe Flexibilität beim Ausbau der Zentralbahn gegenübergestellt werden.

Angesichts der langen Zeiträume, für welche die „Zentralbahn 2030“ in Betrieb sein soll, ist diese hohe Flexibilität beim Ausbau resp. bei der Entwicklung der Zentralbahn eine Notwendigkeit. Je länger in die Zukunft Prognosen reichen, desto unsicherer werden sie. Im Kapitel 4 wird aus Daten der letzten Jahre eine Prognose für 2030 abgeleitet. In einzelnen Fällen wird das zu Grunde gelegte Wachstum von 3.4% im S-Bahnbereich und von 2.8% in den übrigen Netzteilen sogar bis etwa 2050 extrapoliert. Bei solchen Zeiträumen muss sichergestellt sein, dass Betreiber und Besteller auf verschiedene Entwicklungen reagieren können. Etwa wenn der Tourismusverkehr überproportional wächst und der Pendlerverkehr eher stagniert, wenn eher eine gegenteilige Entwicklung eintritt, oder wenn beide Sektoren ein sehr starkes resp. ein unerwartet schwaches Wachstum auftritt. Dies soll mit den vier, im Folgenden diskutierten Modulen sichergestellt werden.

7.3.2 Vier Module

Bei den vier Modulen A bis D handelt es sich um Infrastrukturpakete, welche aus einem bestimmten Angebot abgeleitet werden. Wie beim nationalen Konzept „Bahn 2000“ wird die Infrastruktur vom Angebot abgeleitet. Die Eisenbahnplanung ist „angebotsgetrieben“.

Die vier Module sind Teile eines Baukastens, mit dem sich ausgehend von („Vx“) mehrere Ziele auf verschiedenen Wegen erreichen lassen. Das Ziel ist dabei immer die Befriedigung der aktuell vorhandenen Nachfrage. In der folgenden Abbildung werden die vier Module definiert.

Modul A

Verlängerung der Perronkanten aller Haltepunkte bis zu einer einheitlichen Nutzlänge von 190 Metern.

Modul B

Verdichtung des Taktes des IR Brünig vom Stunden- zum Halbstundentakt *). Verkehren die Bergzüge (IR Brünig und IR Engelberg) nicht, kann das Fahrplantrasse zwischen Luzern und Sachseln resp. Luzern und Wolfenschiessen von beschleunigten S-Bahnzügen (S55 und S44) benützt werden (Stundentakt). Stärkung des Szenarios "Touristen".

Modul C

Die S-Bahn wird durch die beschleunigten, im Halbstundentakt verkehrenden S-Bahnen S44 und S55 verstärkt. Der IR Brünig verkehrt im Stundentakt *). Stärkung des Szenarios "Pendler".

Modul D

Auf der S-Bahn verkehren die beschleunigten S44 und S55 halbstündlich. Gleichzeitig können sowohl der IR Brünig wie auch der IR Engelberg ("Titlisexpress") im Halbstundentakt verkehren. Die beiden Szenarien "Pendler" und "Touristen" können parallel und unabhängig voneinander betrieben werden.

*) Seite Engelberg kann der "Titlisexpress" bereits bei "Vx" halbstündlich zum IR Engelberg verkehren)

Abbildung 7-01: Definition und Charakterisierung der vier Module A bis D.

Je nach der Entwicklung der Nachfrage, resp. nach den Prioritäten, welche sich auf Grund von sich abzeichnenden Kapazitätsengpässen ergeben, können unterschiedliche Entwicklungsschritte resp. Entwicklungswege gewählt werden. Die folgende Abbildung zeigt die grundsätzlich möglichen Wege.

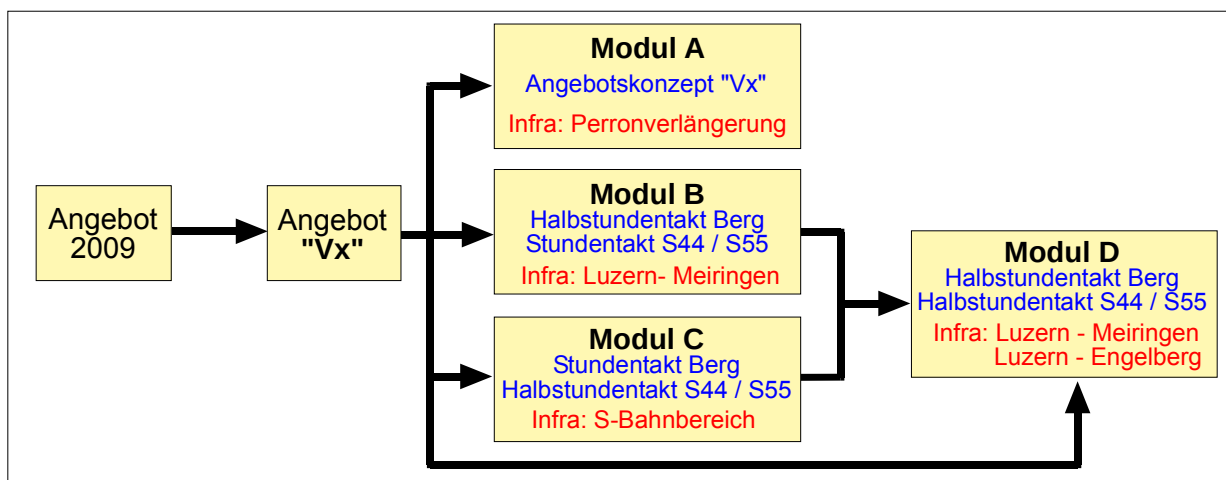


Abbildung 7-02: Mögliche Entwicklungswege vom heutigen Angebot via „Vx“ zum Modul D, welches den vorläufig letzten Entwicklungsschritt der „Zentralbahn 2030“ darstellt.

7.3.3 Modul A: Längere Züge

Der einfachste und auch kostengünstigste Weg stellt Modul A dar: Mit der schrittweisen Verlängerung aller Perronkanten auf 190 Meter Nutzlänge kann die Kapazität der Zentralbahn deutlich erhöht werden. Dieser Weg beschränkt sich allerdings auf die Befriedigung der Nachfrage. Grundlage des Fahrplans bleibt das Angebotskonzept „Vx“. Angebotsverbesserungen resp. zusätzliche Züge, welche die Attraktivität steigern würden, gibt es nicht, resp. sind nicht möglich, da die Infrastruktur nicht ausgebaut wird. Modul A entspricht einem passiven Szenario.

7.3.4 Modul B: Touristischer Ausbau

Bei den Modulen B bis D ist der Ausbau der Schieneninfrastruktur notwendig. Zusätzliche Nachfrage wird mit der Erweiterung des Angebots aufgefangen.

Modul B konzentriert sich auf die Bergstrecken. Sowohl am Brünig, wie auch nach Engelberg sollen die IR im Halbstundentakt verkehren. Da der „Titlisexpress“ bereits bei „Vx“ ein Fahrplantrassees besitzt, sind beim Modul B bauliche Massnahmen nur auf der Brünigstrecke notwendig.

Das Trassees der beiden Zusatz-IR wird in der Regel nur an den Wochenenden benötigt. Damit steht es während der Woche für beschleunigte S-Bahnzüge zur Verfügung. Tatsächlich sind eine schnelle S44 bis Wolfenschiessen und eine schnelle S55 bis Sachseln möglich. Da diese S-Bahnzüge die Trassees der IR

benützen, fahren sie ab Luzern bis Stans resp. Sachseln durch, womit die beiden Kantonshauptorte zwar schnell mit Luzern verbunden sind, die Erschliessung der dazwischen liegenden Haltepunkte aber nicht verbessert wird.

7.3.5 Modul C: Ausbau Angebot Pendler

Beim Modul C wird auf den Ausbau am Brünig verzichtet. Der IR Brünig verkehrt nach wie vor nur stündlich. Dafür werden Infrastrukturmassnahmen zu Gunsten Pendler, resp. der S-Bahn umgesetzt. Die S44 mit Halt in Hergiswil, Stansstad und Stans wie auch die S55 mit den Haltepunkten Horw, Hergiswil, Alpnach Dorf, Sarnen, Sachseln und Giswil verkehren halbstündlich. Es sind Spitzenverkehrszüge, welche nur morgens und abends bei Bedarf fahren. Ein Brünigexpress mit ungenügendem Fahrplan kann an den Wochenenden verkehren.

7.3.6 Modul D: Ausbau Pendler & Touristen

Das Modul D endlich markiert den (vorläufigen) Endausbau des Schienennetzes der Zentralbahn. Die beiden IR, die S4, die S5 sowie die beschleunigten S-Bahnen S44 und S55 können je im Halbstundentakt verkehren. Das Angebotskonzept besteht demnach aus vier sich überlagernden Halbstundentakten. Da jeder dieser Züge ein eigenes Fahrplantrassees besitzt, können (theoretisch) alle acht Züge gleichzeitig verkehren. In der Praxis werden allerdings jeweils nur diejenigen Züge zum Einsatz gelangen, welche gemäss aktueller Nachfrage notwendig sind. Das sind in den Spitzenstunden der Werktage die S44 und die S55, an den Wochenenden der „Titlisexpress“ und der „Brünigexpress“.

Die Perronverlängerungen des Moduls A und die Streckenausbauten der Module B bis D werden hier getrennt betrachtet. Selbstverständlich sind auch Kombinationen möglich. Insbesondere wenn die Kapazität auf einem einzelnen Streckenabschnitt der Nachfrage nicht mehr genügt, werden Perron- und damit Zugsverlängerung im Vordergrund stehen, auch wenn generell ein Ausbau des Angebot vorgesehen ist.

7.3.7 Module und Infrastruktur

Wie der Charakterisierung der Module durch das Angebot zu entnehmen ist, verlangt jedes der vier Module Infrastrukturmassnahmen in bestimmten Bereichen des Netzes der Zentralbahn. Beim Modul A ist dies der Ausbau resp. die Verlängerung der Haltestellen. Bei den Module B bis D sind die Bereiche, in welchen Streckenausbauten notwendig sind, in der Abbildung 7-03 markiert.

Ausgehend von „Vx“ gibt es für die Weiterentwicklung der Zentralbahn grundsätzlich drei Wege: Beim Modul A wird auf die zunehmende Nachfrage mit der Verlängerung der Züge reagiert. Modul B setzt auf die touristische Entwicklung am Berg (Halbstundentakt IR Brünig) und Modul C auf den Ausbau der S-Bahn. Die beiden Wege der Module B resp. C schliessen sich – wird nur ein erster Ausbauschnitt betrachtet – gegenseitig aus. Die Wege B und C vereinigen sich aber bei einem zweiten Ausbauschnitt wieder im Modul D, bei welchem sowohl der touristische, wie auch der Pendlerverkehr gestärkt werden.

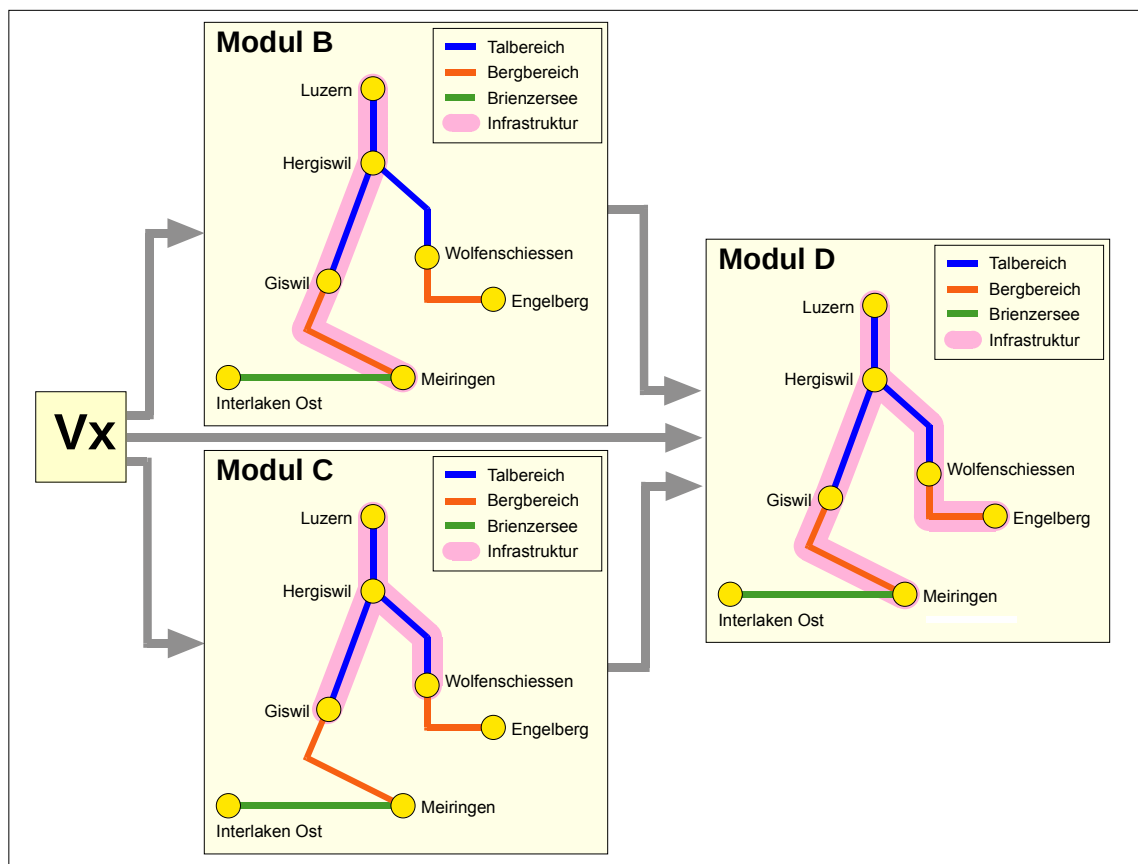


Abbildung 7-03: Netzbereiche, welche beim Umsetzen der Module B, C und D ausgebaut werden müssen.

Ist das Modul D umgesetzt, entspricht das Angebot an den Werktagen dem Modul B (Szenario „Pendler“) und an den Wochenenden dem Modul C (Szenario „Touristen“). Es ist zwar möglich, gleichzeitig gemäss den beiden Modulen B und C zu fahren, in der Praxis wird dies allerdings nicht, resp. nur in seltenen Fällen – z.B. bei grossen Anlässen, vor Schulferien etc. – der Fall sein.

Die grosse Flexibilität des Konzepts „Zentralbahn 2030“ liegt darin, dass in jedem der beiden Szenarien „Pendler“ resp. „Touristen“ das Zusatzangebot des jeweils anderen Moduls zur Verfügung steht und bei Bedarf aktiviert werden kann.

8. Angebotskonzept „Zentralbahn 2030“

In diesem Kapitel werden die Angebotskonzepte für die drei Module B, C und D entwickelt und vorgestellt. Das Angebotskonzept für das Modul A entspricht „Vx“ und ist im Kapitel 3.3.3 dargestellt.

Die folgende Legende gilt für alle Mengengerüste der Angebotskonzepte der Module B, C und D.

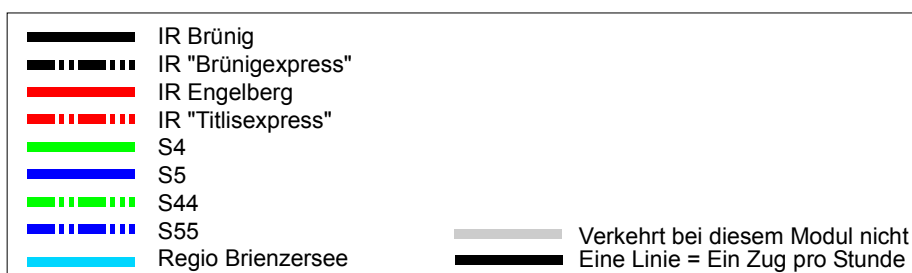


Abbildung 8-01: Legende zu den Mengengerüsten der Module B, C und D.

8.1 Angebotskonzept Modul B

8.1.1 Mengengerüst des Moduls B

Das Grundangebot des Moduls B entspricht dem Angebotskonzept „Vx“. Neben den stündlich verkehrenden IR über den Brünig resp. nach Engelberg, fahren die S4 nach Stans resp. die S5 nach Giswil je in einem Halbstundentakt, der sich zwischen Luzern und Hergiswil zum Viertelstundentakt ergänzt.

Beim Szenario „Touristen“ werden die IR Brünig und Engelberg zum Halbstundentakt verdichtet. Die dazu notwendige Infrastruktur wird im Kapitel 9 beschrieben.

Beim Szenario „Pendler“ wird die S-Bahn zwischen Luzern und Wolfenschiessen resp. Luzern und Sachseln mit den beschleunigten S44 und S55 ergänzt. Diese benützen das Trasse der Zusatz-IR und verkehren darum ab Luzern ohne Halt bis Hergiswil (S44) resp. Sarnen (S55). *Zusatz-IR und beschleunigte S-Bahnen (S44, S55) können nicht gleichzeitig verkehren.*

Mit diesem Konzept gelingt es, das Angebot in beiden Marktsegmenten der Zentralbahn – „Pendler“ und „Touristen“ – in den massgebenden Zeiten mit einem Minimum an Investitionen zu verdichten und damit der Nachfrage anzupassen. Das vorgeschlagene Konzept ist möglich, weil die Nachfragespitzen in den beiden Nachfragesegmenten nicht gleichzeitig auftreten: Beim Szenario „Pendler“ ist es der Morgen und der Abend an den Werktagen, beim Szenario „Touristen“ der Samstag und der Sonntag.

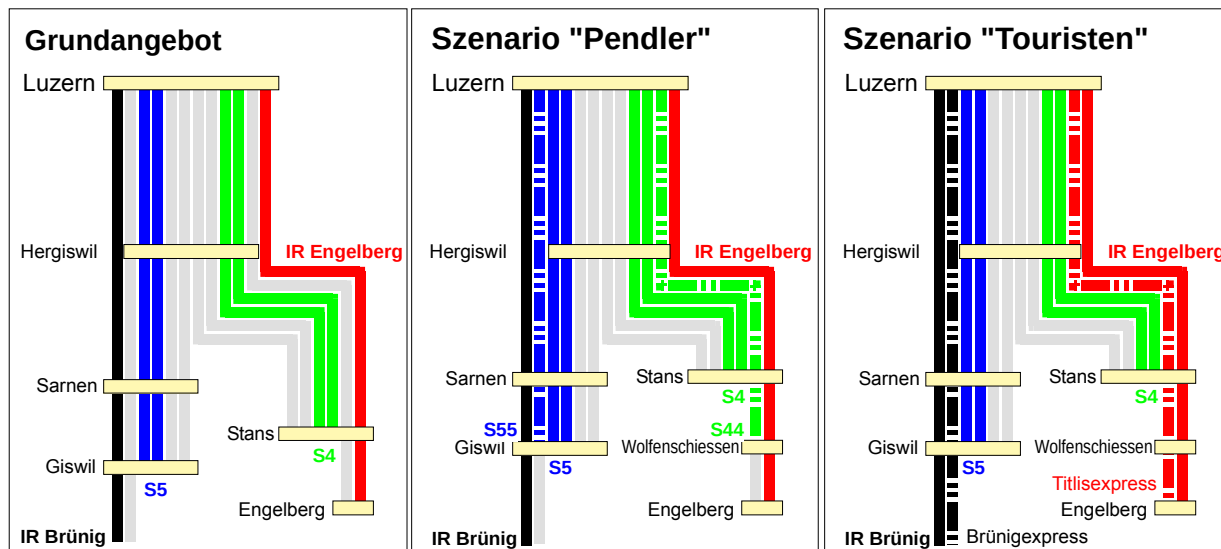


Abbildung 8-02: Mengengerüst des Moduls B der „Zentralbahn 2030“. Beim Szenario „Pendler“ (Mitte) verkehrt stündlich eine S44 nach Wolfenschiessen, resp. eine S55 nach Giswil. Diese beiden S-Bahnen benützen das gleiche Fahrplantrasse wie der „Titlisexpress“ resp. der „Brünigexpress“ an den Wochenenden (Szenario „Touristen“ – rechts).

8.1.2 Maximalangebot des Moduls B

Mit „Maximalangebot“ wird jenes Angebot bezeichnet, welches auf Grund der verfügbaren Fahrplantrassen gefahren werden kann. Mehr Züge als beim Szenario „Pendler“ resp. „Touristen“ sind dann möglich, wenn Trasseen vorhanden sind, welche nur beim einen oder andern Szenario benutzt werden.

Beim Modul B entspricht das Maximalangebot den beiden Szenarien „Pendler“ resp. „Touristen“, da der „Titlisexpress“ und die S44 resp. der „Brünigexpress“ und die S55 auf dem gleichen Fahrplantrasse verkehren.

8.1.3 Liniengrafiken des Moduls B

Im Anhang A ist das Angebot des Moduls B der „Zentralbahn 2030“ in Form von sechs Liniengrafik (Viriato) dargestellt.

- Abbildung A-12: Grundangebot, Seite Brünig
- Abbildung A-13: Grundangebot mit Zusatzangebot „Pendler“ Seite Brünig.
- Abbildung A-14: Grundangebot mit Zusatzangebot „Touristen“ Seite Brünig.
- Abbildung A-15: Grundangebot Seite Engelberg
- Abbildung A-16: Grundangebot mit Zusatzangebot „Pendler“ Seite Engelberg.
- Abbildung A-17: Grundangebot mit Zusatzangebot „Touristen“ Seite Engelberg

8.2 Angebotskonzept Modul C

8.2.1 Mengengerüst des Moduls C

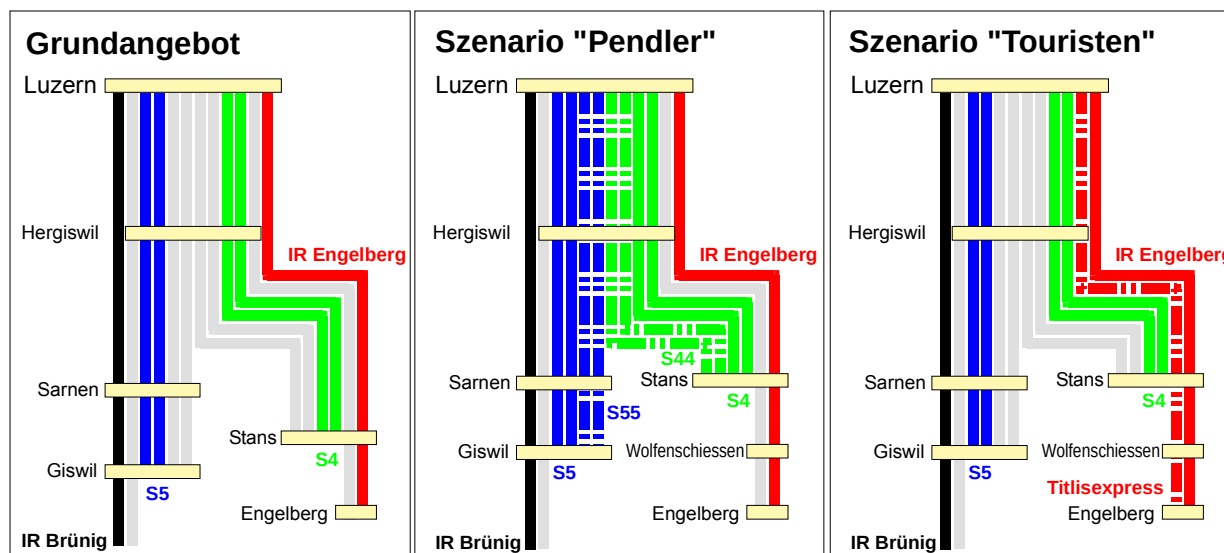


Abbildung 8-03: Mengengerüst des Moduls C. Der Grundtakt entspricht unverändert dem Angebotskonzept „Vx“. Beim Szenario „Pendler“ (Mitte) verkehren zusätzlich zu S4 und S5 die beschleunigten S-Bahnen S44 und S55. An den Wochenenden wird der Grundtakt gefahren; nach Engelberg kann der „Titlisexpress“ geführt werden; am Brünig gilt der Stundentakt.

Das Modul C setzt die Priorität auf den Ausbau des S-Bahnverkehrs im Talbereich (Szenario „Pendler“). Mit den beschleunigten, im Halbstundentakt verkehrenden S-Bahnen S44 und S55 werden die grossen Haltepunkte, sowie die hinteren Talbereiche attraktiv erschlossen.

Da die S44 resp. die S55 – im Gegensatz zum Modul B – eigene Trasseen besitzen, ist eine flexiblere Haltepolitik möglich. So fährt die S55 ab Luzern nicht mehr bis Sarnen durch, sondern hält in Horw, Hergiswil und Alpnach Dorf. Dadurch wird die tendenziell ungenügende Erschliessung der grossen Haltepunkte zwischen Luzern und Sarnen des Moduls B korrigiert.

8.2.2 Maximalangebot des Moduls C

Beim „Maximalangebot“ des Moduls C verkehren die Grundtaktzüge der S-Bahn – S4 und S5 – je im Halbstundentakt, ebenso die beschleunigten S-Bahnzüge S44 und S55. Der IR Brünig kann – wegen fehlender Infrastruktur auf der Bergstrecke – nur im Stundentakt verkehren. Auf der Seite Engelberg hingegen ist, wie schon bei „Vx“ mit dem IR Engelberg und dem „Titlisexpress“ ein Halbstundentakt möglich.

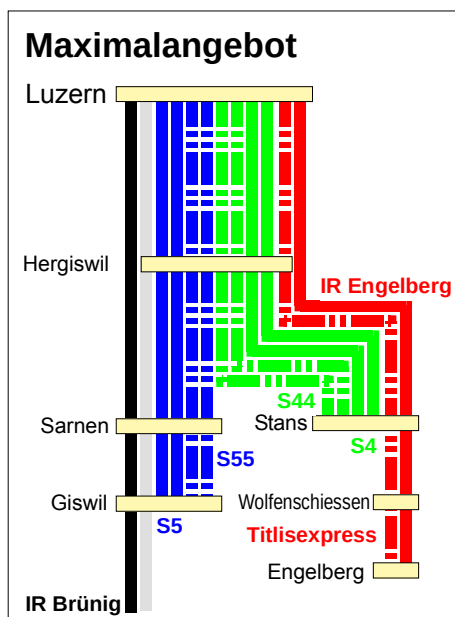


Abbildung 8-04: Mengengerüst des Maximalangebots beim Modul C mit S44, S55 sowie dem „Titlisexpress“. Der „Brünigexpress“ – auch die mit „langsamen“ Fahrplan – kann wegen der Belegung der Infrastruktur durch die S5 und die S55 nicht fahren.

8.2.3 Liniengrafiken des Moduls C

Im Anhang A ist das Angebot des Moduls C der „Zentralbahn 2030“ in Form von fünf Liniengrafik (Viriato) dargestellt.

- Abbildung A-19: Grundangebot, und Szenario „Touristen“, Seite Brünig (beide Angebote identisch)
- Abbildung A-20: Grundangebot mit Zusatzangebot mit Szenario „Pendler“ Seite Brünig.
- Abbildung A-21: Grundangebot Seite Engelberg
- Abbildung A-22: Grundangebot mit Zusatzangebot mit Szenario „Pendler“ Seite Engelberg.
- Abbildung A-23: Grundangebot mit Zusatzangebot mit Szenario „Touristen“ Seite Engelberg

8.3 Angebotskonzept Modul D

8.3.1 Mengengerüst des Moduls D

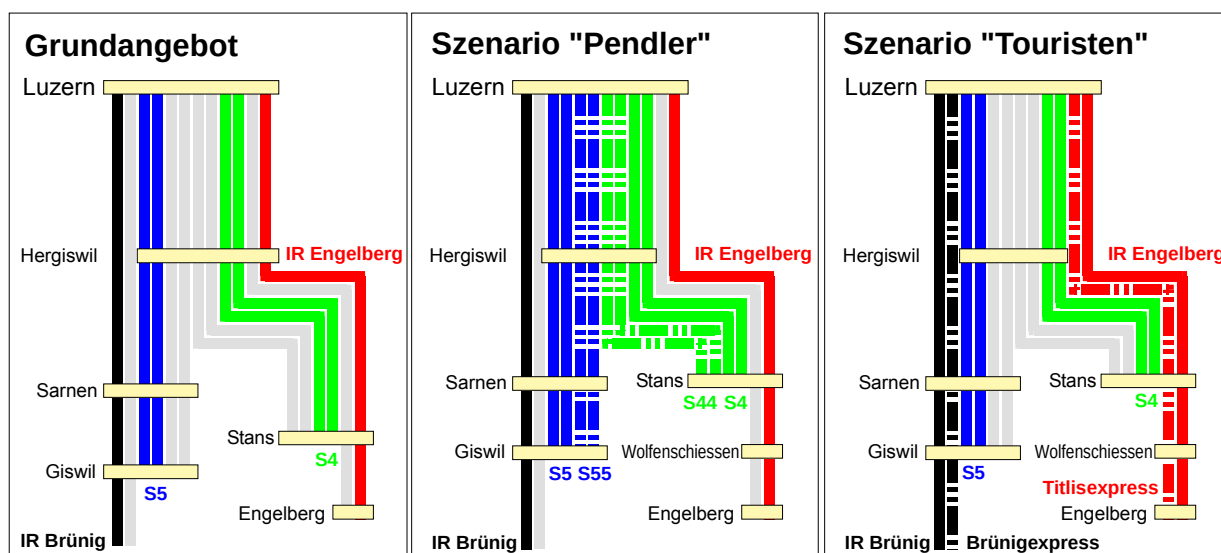


Abbildung 8-05: Mengengerüst des „Grundangebots“, sowie der Szenarien „Pendler“ und „Touristen“ des Moduls D.

Beim Modul D wird sowohl das Szenario „Pendler“ mit den beschleunigten, im Halbstundentakt verkehrenden S-Bahnen S44 und S55, wie auch das Szenario „Touristen“ mit einem Halbstundentakt des IR Brünig möglich.

Auf jeder der beiden Achsen (Brünig resp. Engelberg) können sechs Zugspäare pro Stunde verkehren. In den Spitzenzeiten des Szenarios „Pendler“, also morgens und abends an Werktagen, verkehren je fünf Züge, zu den Spitzenzeiten an den Wochenenden (Szenario „Touristen“) sind es je vier Züge pro Stunde und Richtung.

Das Grundangebot, welches abseits der Spitzenzeiten gefahren wird, entspricht nach wie vor dem Grundangebot von „Vx“ mit je einem stündlichen Zug über den Brünig und nach Engelberg, sowie den beiden halbstündlich verkehrenden S4 und S5.

Die beschleunigten S-Bahnlinien S44 und S55 verkehren nur bei entsprechender Nachfrage. Im Übergang von den Zwischen- zu den Spitzenzeiten, oder bei wenig ausgeprägten Spitzenzeiten, können die S44 und/oder die S55 auch nur im Stundentakt verkehren.

8.3.2 Maximalangebot des Moduls D

Umgekehrt lässt sich beim Szenario D das Angebot „Pendler“ jederzeit durch die Züge des Angebots „Touristen“ verstärken, und damit ein Maximum an Beförderungskapazität erreichen. Umgekehrt kann das touristische Angebot im Talbereich jederzeit durch Züge des Zusatzangebots „Pendler“ ergänzen.

Das „Maximalangebot“, bei welchem sämtliche zwölf beim Modul D möglichen Züge verkehren, ist in der folgenden Abbildung als Mengengerüst dargestellt.

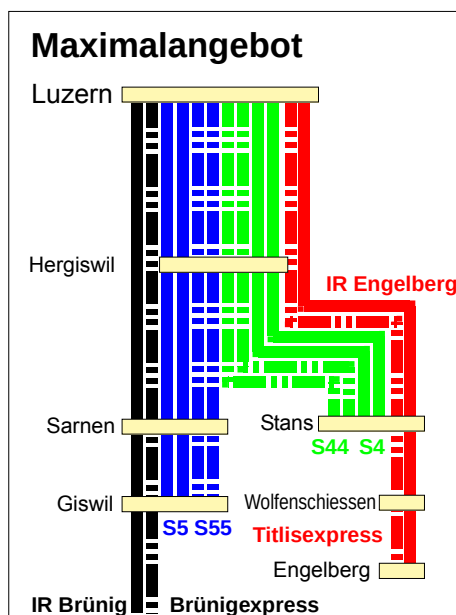


Abbildung 8-06: Mengengerüst des Maximalangebots des Moduls D, bei welchem sämtliche 12 Züge pro Stunde und Richtung verkehren (sechs überlagerte Halbstundentakte).

8.3.3 Liniengrafiken des Moduls D

Die Liniengrafiken des Moduls D der „Zentralbahn 2030“ sind in Form von sechs Liniengrafik (Viriato) im Anhang A dargestellt:

- Abbildung A-25: Modul D: Szenario „Pendler“ Seite Brünig.
- Abbildung A-26: Modul D: Szenario „Touristen“ Seite Brünig.
- Abbildung A-27: Modul D: Szenario „Pendler“ + „Touristen“ (alle Züge), Seite Brünig
- Abbildung A-28: Modul D: Szenario „Pendler“ Seite Engelberg.
- Abbildung A-29: Modul D: Szenario „Touristen“ Seite Engelberg
- Abbildung A-30: Modul D: Szenario „Pendler“ + „Touristen“ (alle Züge), Seite Engelberg

9. Infrastrukturmassnahmen „Zentralbahn 2030“

Die folgende Karte vermittelt einen Überblick über die Infrastruktur, welche für den Betrieb der „Zentralbahn 2030“ entsprechend der Module A bis D notwendig ist. Ausgangslage bildet die für „Vx“ notwendige Infrastruktur. Diese ist zur Zeit noch im Bau, soll aber Ende 2013 dem Betrieb übergeben werden.

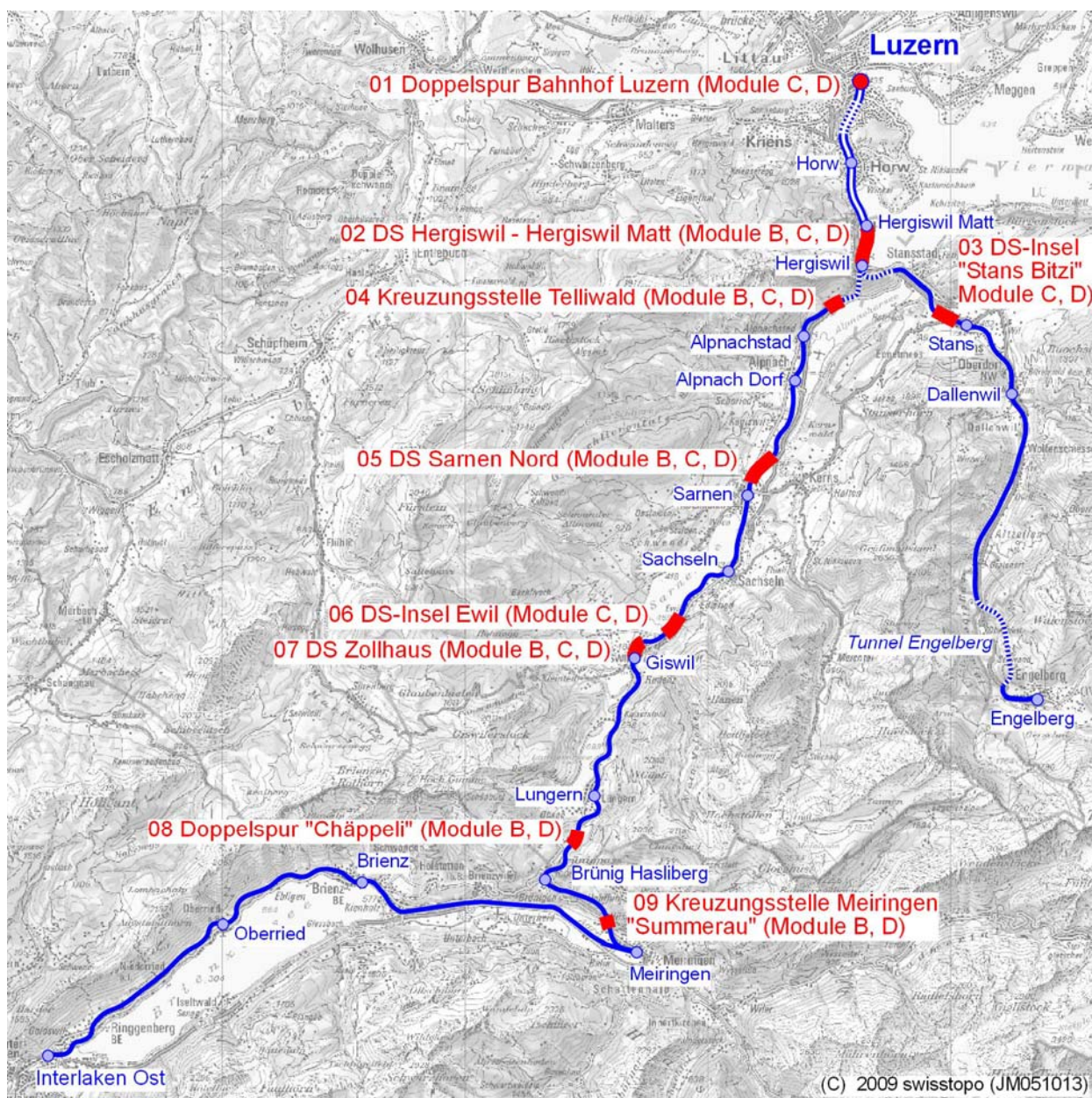


Abbildung 9-01: Übersichtskarte über die Lage der Infrastruktur-Objekte „Zentralbahn 2030“. Ebenfalls dargestellt sind die vier neuen Haltestellen, welche in den Angebotskonzepten berücksichtigt werden, aber an sich nicht Teil der Module sind.

9.1 Grundlagen für die Berechnung der Infrastrukturkosten

Die Kosten der neuen Infrastrukturprojekte, welche für das Angebot „Zentralbahn 2030“ notwendig sind, werden auf der Basis von *Einheitspreisen* gemäss der folgenden Tabelle geschätzt. *Kostengenauigkeit plus/minus 50%*.

Nr	Gegenstand	Bemerkungen	Einheit	Einheitskosten	
				einfache Verhältnisse [ca Fr.]	schwierige Verhältnisse [ca Fr.]
1	Perronkante	an einzelner Gleis, inkl. Asphalt, ohne Ausrüstung (mittlere Perronbreite)	[m]	1'500	
2	Mittelperron	2 Perronkanten, inkl. Asphalt, ohne Ausrüstung ohne Einrichtungen Perron, Preis in Metern Perronlänge	[m]	4'500	
3	Infrastruktur Perron	Ausrüstung Perron mit Sitzbank, Wartehäuschen, Infotafel, Billetautomat	[Stk]	70'000	
4	Erschliessung Perron Einspur	Über Doppelspur, beidseits eine Rampe	[Stk]	2'000'000	
5	Erschliessung Perron Doppelspur	Über Doppelspur, beidseits eine Rampe oder Lift + eine Treppe	[Stk]	3'000'000	
6	Planum Einspur	Laufmeterpreis	[m]	1'000	20'000
7	Planum Doppelspur	Laufmeterpreis	[m]	1'500	25'000
8	Gleis Einspur	Meterpreis Gleis (Einspur) inkl. Stromversorgung, Signalisierung, Sicherungsanlage (ohne Planum)	[m]	2'500	
9	Gleis Doppelspur	Meterpreis Gleis (Doppelspur) inkl. Stromversorgung, Signalisierung, Sicherungsanlage (ohne Planum)	[m]	5'000	
10	Gleis Zahnradstrecke	Meterpreis Gleis (Einspur) inkl. Stromversorgung, Signalisierung, Sicherungsanlage (ohne Planum)	[m]	8'000	
11	Brücke Einspur	Laufmeterpreis	[m]	80'000	
12	Brücke Doppelspur	Laufmeterpreis	[m]	140'000	
13	Tunnel Einspur	Laufmeterpreis	[m]	30'000	
14	Tunnel Doppelspur	Laufmeterpreis	[m]	40'000	
15	Spaltweiche	Geschwindigkeit offen		400'000	
16	Weiche V65	Vmax 65 km/h	[Stk]	300'000	
17	Weiche V40	Stückpreis	[Stk]	200'000	

Abbildung 9-02: Liste mit den Einheitspreisen zur Abschätzung der Infrastrukturkosten.

9.2 Streckenausbauten

Auf den folgenden Seiten werden bei der Umsetzung der Module A bis D notwendigen Infrastrukturausbauten in Form einer Übersichtskarte und einer Kostenschätzung auf der Basis von Einheitspreisen (siehe oben) vorgestellt. Die roten Buchstaben rechts vom Titel beziehen sich auf das Modul, bei welchem der entsprechende Ausbau notwendig ist.

9.2.1 Objekt 01: Doppelspur Bahnhof Luzern

A B C D

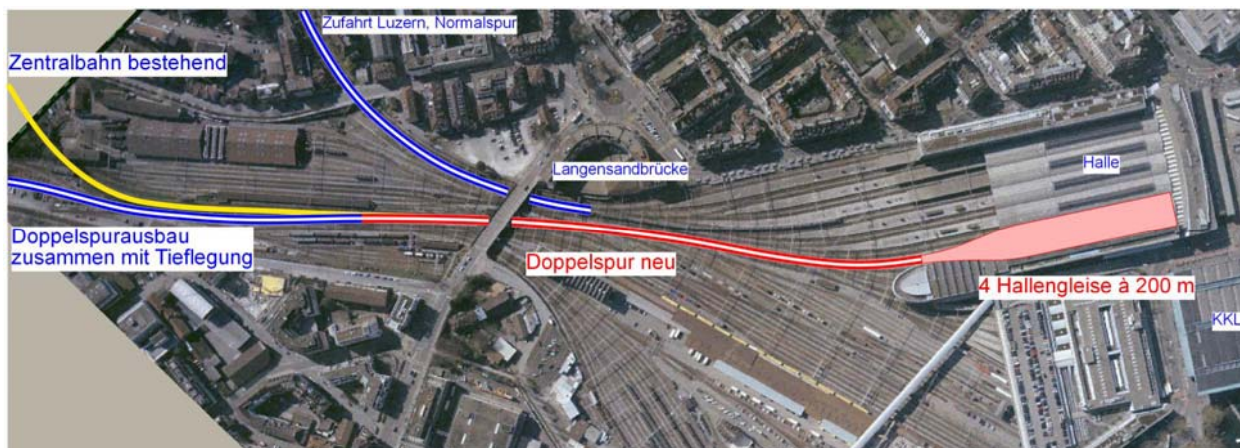


Abbildung 9-03: Objekt 01: Doppelspur im Bahnhof Luzern. Die genaue Linienführung sowie die notwendigen Anpassungsarbeiten an den bestehenden Anlagen werden im Rahmenplan Luzern abgeklärt.

Auch nach der Inbetriebnahme der Doppelspur Luzern Steghof – Kriens Mattenhof („Tieflegung Zentralbahn“) bleibt die Durchfahrt durch den Bahnhof Luzern einspurig. Bei der grossen Zugsdichte zukünftiger Angebote stellt sich die Frage, wann diese Einspur auf Doppelspur ausgebaut werden muss. Die Einfahrt Luzern ist mit den folgenden maximalen Zugszahlen belastet:

Angebotskonzept „Vx“; Modul A	6 Züge pro Stunde und Richtung
„Zentralbahn 2030“, Modul B	8 Züge pro Stunde und Richtung
„Zentralbahn 2030“, Modul C	10 Züge pro Stunde und Richtung
„Zentralbahn 2030“, Modul D	12 Züge pro Stunde und Richtung

Analysen zeigen, dass eine Einspur beim Modul B mit maximal 8 Zügen pro Stunde und Richtung gerade noch verträglich ist, dass aber bei den Modulen C und D mit 10 resp. 12 Zügen pro Stunde und Richtung eine Doppelspur unabdingbar ist.

Hinzu kommt, dass die Gleise der Meterspur regelmässig von Zügen der Normalspur gekreuzt werden (Schotterzüge, Fahrten von/nach der Abstellung etc.). Je dichter der Zugsverkehr der Zentralbahn, desto kleiner werden die Fenster für diese Querungen. Es ist davon auszugehen, dass bei der zweiten Etappe der „Zentralbahn 2030“ kaum noch Fenster zur Verfügung stehen.

Im Rahmenplan Luzern der SBB, der zurzeit erarbeitet wird, ist abzuklären, welche Massnahmen zu ergreifen sind. Im Vordergrund stehen zwei Optionen:

- Der Bahnhof Luzern wird weiterhin in der heutigen Form genutzt: Dies bedingt eine räumliche Trennung der Zufahrt der Zentralbahn von den Gleisen der Normalspur. Für die Zentralbahn ist eine Unterwerfung zu bauen.
- Die oberirdischen Teile des Bahnhofs Luzern werden nicht mehr genutzt, der gesamte Bahnverkehr rollt durch den tief gelegten Durchgangsbahnhof; Werkstätten, Abstellung etc. werden in die Periphe-

rie verlegt. Das Bahnhofareal wird städtebaulichen Nutzungen zugeführt. Die Zentralbahn verbleibt als einzige in der Halle. Ob in diesem Fall die Zufahrt der Zentralbahn in einen Tunnel verlegt werden soll, ist an dieser Stelle nicht zu diskutieren.

Die folgende Tabelle enthält eine Kostenschätzung für den Bau einer Doppelspur durch das Areal des Vorbahnhofs Luzern.

Nr	Objekt	Art der Infrastruktur	Menge	Einheit	Einheitspreis [Fr.]	Kosten [Fr.]
01	Doppelspur Bahnhof Luzern	Neue Doppelspur Zentralbahn (ohne Perrongleise) *)	470	[m]	6'000	2'820'000
		Weichen V65, Zentralbahn	12	[Stk]	300'000	3'600'000
		Anpassungen Abstellanlage ZB: Weichen V40	6	[Stk]	200'000	1'200'000
		Anpassungen Abstellanlage ZB: Gleise	200	[m]	3'000	600'000
		Anpassungen Normalspur: Weichen	6	[Stk]	200'000	1'200'000
		Anpassungen Normalspur: Gleise	200	[m]	3'000	600'000
		Anpassung Stellwerk (Schätzung)	1	[Stk]		6'000'000
		Total Doppelspur Bahnhof Luzern				16'020'000
		Total Doppelspur Bahnhof Luzern (aufgerundet)				17'000'000
*) Keine Anpassung im Bereich der Hallengleise						

Abbildung 9-04: Kostenschätzung der Doppelspur im Bahnhof Luzern.

9.2.2 Objekt 02: Doppelspur Hergiswil – Hergiswil Matt

A B C D

Mit der Doppelspur Hergiswil – Hergiswil Matt wird die letzte Doppelspurlücke zwischen Luzern (Luzern Steghof) und Hergiswil geschlossen. Damit wäre der gesamte von den Zügen beider Äste befahrene Streckenabschnitt doppelspurig.

Zur Diskussion gestellt werden drei Optionen:

- Option A: Ausbau der Stammstrecke auf Doppelspur. Die enge Kurve bei der Überquerung des Steinibaches, welche lediglich mit 50 km/h befahren werden kann, bleibt dabei bestehen. Die Option 1 ist 20 bis 30 Sekunden langsamer als die Tunnelvariante (Option 2). Alle Angebote („Vx“, „Zentralbahn 2030“ – „Viriato“-Grafiken siehe Anhang A) sind mit den heutigen, langsamen Fahrzeiten gerechnet.
- Option B: Tunnel zwischen der Haltestelle Hergiswil Matt und Hergiswil. Die Linienführung erlaubt eine durchgehende Geschwindigkeit von 90 km/h. Gegenüber der gerechneten Fahrzeiten ergäben sich bei der Tunnelvarianten eine zusätzliche Reserve von 20 bis 30 Sekunden (Stabilität des Fahrplans).
- Option C: Doppelspurausbau der Stammstrecke, aber mit einer Trasseekorrektur beim Steinibach. Eine Geschwindigkeit von etwa V80 sollte möglich sein (nicht untersucht). Das Hauptproblem stellt die Querung des Steinibachs dar, der ein sehr grosses Gefälle besitzt. Es ist zu untersuchen, ob der Steinibach unter- oder überquert werden kann.

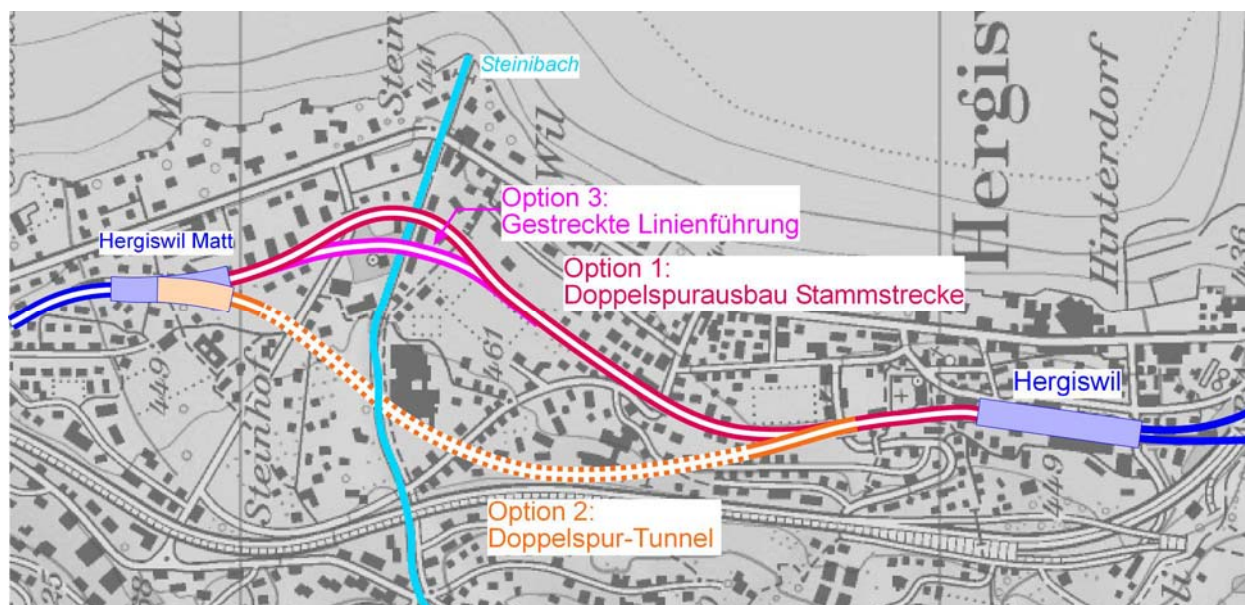


Abbildung 9-05: Objekt 02: Doppelspur Hergiswil – Hergiswil Matt mit drei Optionen: Option A: Doppelspurausbau der Stammstrecke. Option B: Tunnel. Option C: Ausbau der Stammstrecke mit gestreckter Linienführung.

Nr	Objekt	Art der Infrastruktur	Menge	Einheit	Einheitspreis [Fr.]	Kosten [Fr.]
2A	Doppelspur Hergiswil - Hergiswil Matt	Erstellen Planum für zweites Gleis	1'280	[m]	4'000	5'120'000
		Zweites Gleis	1'280	[m]	3'000	3'840'000
	Option A: Ausbau Stammstrecke	Brücke über Steinibach (Ersatz bestehende Brücke)	20	[m]	120'000	2'400'000
		Weichen V65 Einbindung Bahnhof Hergiswil	5	[Stk]	300'000	1'500'000
		Verbreitern bestehende Strassen Unterführungen	2	[Stk]	2'000'000	4'000'000
		Total Doppelspur Hergiswil - Hergiswil Matt; Option A: Ausbau der Stammstrecke				16'860'000
	Wird weiter verfolgt	Total Doppelspur Hergiswil - Hergiswil Matt; Option A: Ausbau der Stammstrecke				17'000'000
2B	Doppelspur Hergiswil - Hergiswil Matt	Rohbau Doppelspur-Tunnel	770	[m]	40'000	30'800'000
		Arbeiten zwei Portalbereiche	200	[m]	50'000	10'000'000
	Option B: Tunnel	Planum offene Strecke	330	[m]	5'000	1'650'000
		Gleise Doppelspur	1'300	[Stk]	5'000	6'500'000
		Weichen V65 Einbindung Bahnhof Hergiswil	5	[Stk]	300'000	1'500'000
		Abbruch bestehende Strecke und Bauten	1'300	[m]	1'000	1'300'000
		Total Doppelspur Hergiswil - Hergiswil Matt; Option B: Tunnel				51'750'000
		Total Doppelspur Hergiswil - Hergiswil Matt; Option B: Tunnel			*)	52'000'000
2C	Doppelspur Hergiswil - Hergiswil Matt	Erstellen Planum für zweites Gleis	850	[m]	4'000	3'400'000
		Erstellen Planum für zweites Gleis (Bereich Brücke)	400	[m]	18'000	7'200'000
	Option C: Ausbau Stammstrecke gestreckte Linienführung	Neue Doppelspur	1'250	[m]	5'000	6'250'000
		Brücke über Steinibach (Ersatz bestehende Brücke)	20	[m]	120'000	2'400'000
		Verbreitern bestehende Strassen Unterführungen	2	[Stk]	2'000'000	4'000'000
		Anpassungen Bachbett Steinibach (Schätzung)	1	[Stk]	5'000'000	5'000'000
		Total Doppelspur Hergiswil - Hergiswil Matt; Option C: Stammstrecke gestreckte Linie				28'250'000
		Total Doppelspur Hergiswil - Hergiswil Matt; Option C: Stammstrecke gestreckte Linie				29'000'000
*) Gemäss einer Planungsstudie soll der Tunnel Hergiswil - Hergiswil Matt rund 120 Mio. Fr. kosten.						

Abbildung 9-06: Kostenschätzung Doppelspur Hergiswil – Hergiswil Matt mit den drei Optionen A: Doppelspurausbau der Stammstrecke, B: Tunnel und C: Ausbau der Stammstrecke mit gestreckter Linienführung.

A B C D

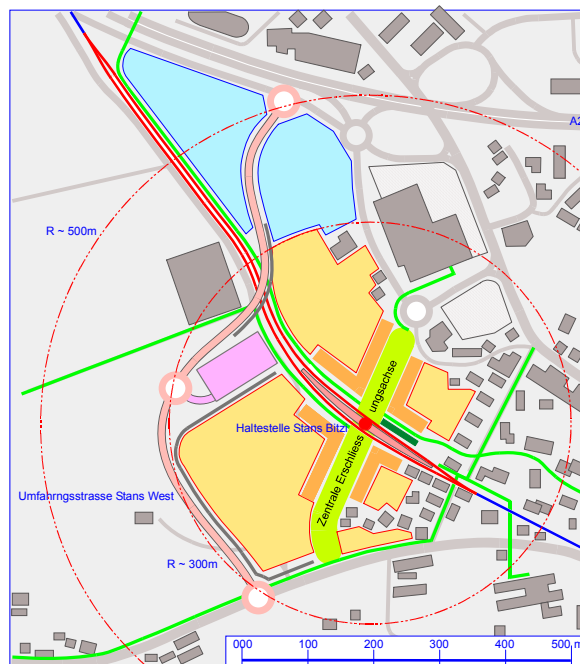
In der Kostenberechnung Infrastruktur werden sowohl eine reine Doppelspurinsel wie auch eine Doppelspur mit neuer Haltestelle „Stans Bitzi“ – mit Mittelperron – berücksichtigt.



Abbildung 9-07: Objekt 03: Doppelspur im Raum Stans Bitzi. Links ohne, rechts mit einer neuen Haltestelle Stans Bitzi.

Abbildung 9-08:

Objekt 03: Doppelspur im Raum „Stans Bitzi“. Skizze einer Überbauung des heute freien Geländes rund um die neue Haltestelle (Haltestelle „Stans Bitzi“, Bericht erste Planungsphase, Müller, Romann & Schuppisser, Zürich, im Auftrag des Kantons Nidwalden, Januar 2009.



Nr	Objekt	Art der Infrastruktur	Menge	Einheit	Einheitspreis [Fr.]	Kosten [Fr.]
03A	Doppelspur Insel Stans Bitzi	Erstellen Planum für zweites Gleis	730	[m]	2'000	1'460'000
		Zweites Gleis	730	[m]	2'500	1'825'000
	Option A: Nur Doppelspurinsel	Spaltweichen	2	[m]	400'000	800'000
		Total Doppelspurinsel Stans Bitzi				4'085'000
		Total Doppelspurinsel Stans Bitzi (aufgerundet)				5'000'000
03B	Doppelspur Insel Stans Bitzi	Erstellen Planum für Doppelspur (Dammschüttung)	730	[m]	8'000	5'840'000
		Gleise Doppelspur	730	[m]	5'000	3'650'000
	Option B: Doppelspurinsel mit neuer Haltestelle Stans Bitzi (Mittelperron)	Spaltweichen	2	[m]	400'000	800'000
		Mittelperron	200	[Stk]	3'500	700'000
		Zugänge von zentraler Erschliessungsachse aus	2	[Stk]	200'000	400'000
		Ausrüsten Perron (Automaten, Wartehallen etc.)	1	[Stk]	70'000	70'000
		Brücke über zentrale Erschliessungsachse	50	[m]	120'000	6'000'000
		Abbruch bestehende Strecke	730	[m]	1'000	730'000
		Total Doppelspurinsel mit neuer Haltestelle Stans Bitzi				18'190'000
		Total Doppelspurinsel mit neuer Haltestelle Stans Bitzi (aufgerundet)				19'000'000
Abzüglich Kosten für reine Kreuzungsstelle "Stans Bitzi"						5'000'000
Total Kosten für Ergänzung Kreuzungsstelle "Stans Bitzi" zur Haltestelle "Stans Bitzi"						14'000'000

Abbildung 9-09: Objekt 03: Kostenschätzung Doppelspur Stans Bitzi: Oben Doppelspurinsel ohne neue Haltestelle Stans Bitzi, unten mit Haltestelle Stans Bitzi.

Festzuhalten ist, dass der Entscheid für oder gegen eine neue Haltestelle „Stans Bitzi“ gleichzeitig mit der Planung der Doppelspurinsel erfolgen muss, da eine neue Haltestelle entweder „hoch“, „halbhoch“ oder „halbtief“ gebaut werden muss. Dies wegen der Kreuzung mit der zentralen Erschliessungsachse. Weder die Bahn noch die Erschliessungsachse können wegen des sehr hoch stehenden Grundwasserspiegels, resp. wegen des starken Grundwasserstroms mehr als zur Hälfte in den Boden verlegt werden.

In der Kostenübersicht wird die Option ohne Haltestelle aufgenommen. Eine Finanzierung der Haltestelle selber müsste vermutlich über andere Quellen, wie die zweite Stufe des Aggloprogramms erfolgen.

9.2.4 Objekt 04: Kreuzungsstelle Telliwald (Alpnachersee)

A B C D

Unmittelbar südlich des Loppertunnels I findet die Kreuzung zwischen dem IR Brünig und dem „Brünigexpress“ statt. Aus Stabilitätsgründen reicht der Bau einer kurzen Kreuzungsstelle nicht. Notwendig ist eine (kurze) Doppelspurinsel, welche eine fliegende Kreuzung erlaubt.

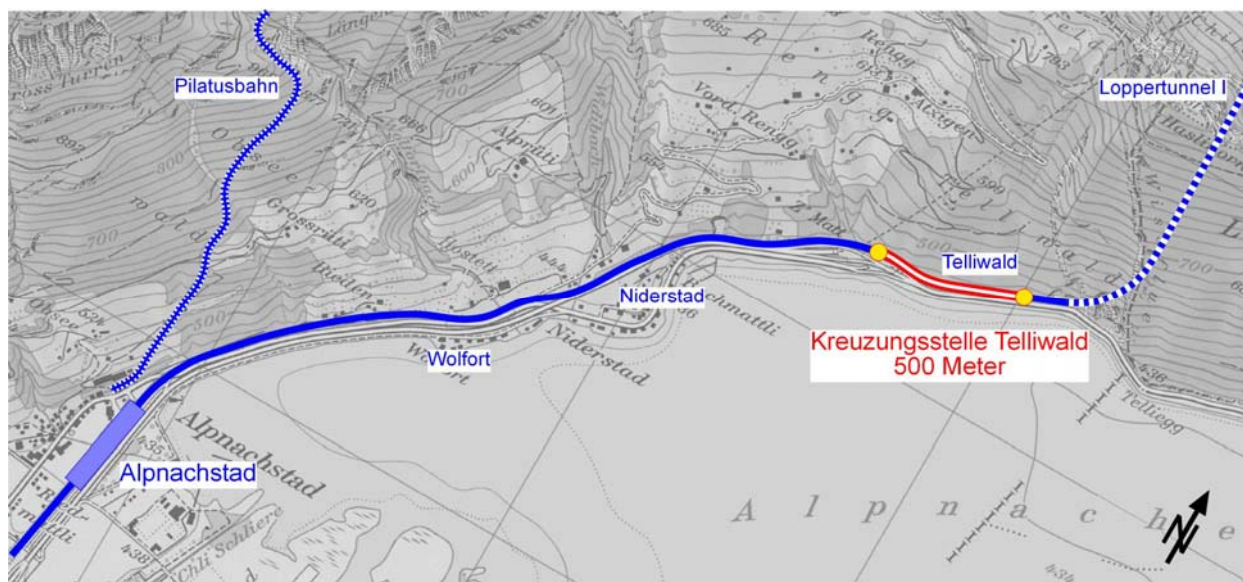


Abbildung 9-10: Objekt 04: Die Kreuzungsstelle „Telliwald“ am Alpnachersee.

Nr	Objekt	Art der Infrastruktur	Menge	Einheit	Einheitspreis [Fr.]	Kosten [Fr.]
04	Kreuzungsstelle Telliwald	Erstellen Planum für zweites Gleis (gestrecktes Trasse)	500	[m]	20'000	10'000'000
		Neue Doppelspur	500	[m]	5'000	2'500'000
		Spaltweichen	2	[m]	400'000	800'000
		Total Kreuzungsstelle Telliwald				13'300'000
		Total Kreuzungsstelle Telliwald (aufgerundet)				14'000'000

Abbildung 9-11: Objekt 04: Kostenschätzung der 500 Meter langen Kreuzungsstelle „Telliwald“ am Alpnachersee in sehr schwierigem Gelände.

9.2.5 Objekt 05: Doppelspur Sarnen Nord

A B C D

Im Raum der ehemaligen Haltestelle Kerns-Kägiswil finden stündlich bis zu sechs Zugskreuzungen statt. Wie die Viriato-Grafik zeigt, liegen alle Kreuzungen sehr nahe, resp. innerhalb der bestehenden Doppelspurinsel der ehemaligen Haltestelle.

Aus Gründen der Stabilität sollen stehende Zugskreuzungen in Kerns-Kägiswil vermieden werden. Das bedingt den Bau einer längeren Doppelspurinsel, welche fliegende Kreuzungen erlaubt. Die Doppelspur wird beidseits von Kerns-Kägiswil um etwa 750 Meter verlängert werden. Damit entsteht eine Doppelspurinsel von 1700 Metern Länge.

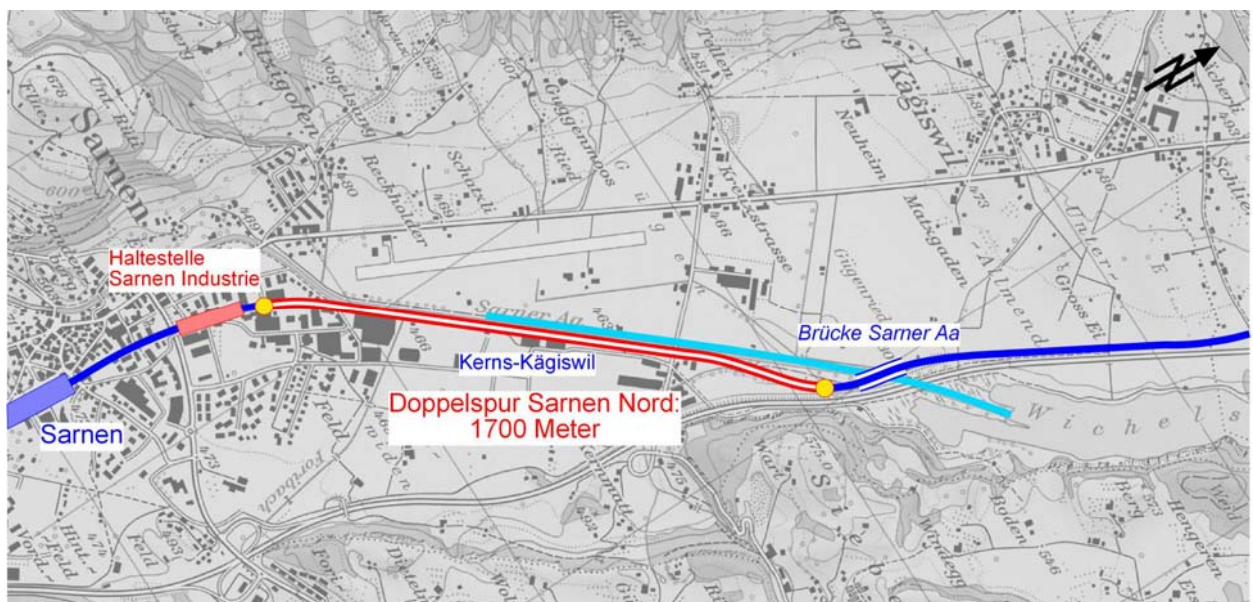


Abbildung 9-12: Objekt 05: Doppelspur Sarnen Nord zwischen der Brücke über die Sarner Aa und der neuen Haltestelle Sarnen Industrie. Die Haltestelle Sarnen Industrie bleibt im Einspurbereich. Länge der Doppelspur: 1700 Meter.

Die geplante Haltestelle Sarnen Industrie liegt im Einspurbereich ausserhalb der Doppelspur. Damit kann die Haltestelle kostengünstig mit einer einzigen Perronkante erstellt werden. Ein Grossteil der Fahrgäste hat somit direkten Zutritt zum Perron, ohne eine Unterführung benutzen zu müssen.

Nr	Objekt	Art der Infrastruktur	Menge	Einheit	Einheitspreis [Fr.]	Kosten [Fr.]
05	Doppelspur Sarnen Nord	Erstellen Planum für zweites Gleis	1'700	[m]	3'000	5'100'000
		Zweites Gleis	1'700	[m]	2'500	4'250'000
		Spaltweichen	2	[m]	400'000	800'000
		Total Doppelspurinsel Sarnen Nord				10'150'000
		Total Doppelspurinsel Sarnen Nord (aufgerundet)				11'000'000

Abbildung 9-13: Objekt 05: Kostenschätzung der Doppelspur Sarnen Nord.

9.2.6 Objekt 06: Kreuzungsstelle Ewil Maxon

A B C D

Im Raum südlich von Ewil kreuzen sich der IR Brünig und die S55, was den Bau einer Kreuzungsstelle verlangt. Vorgeschlagen wird eine Doppelspurinsel von 500 Metern Länge im Bereich des Südportals der Umfahrung Sarnen der A8 südlich des Weilers Ewil.

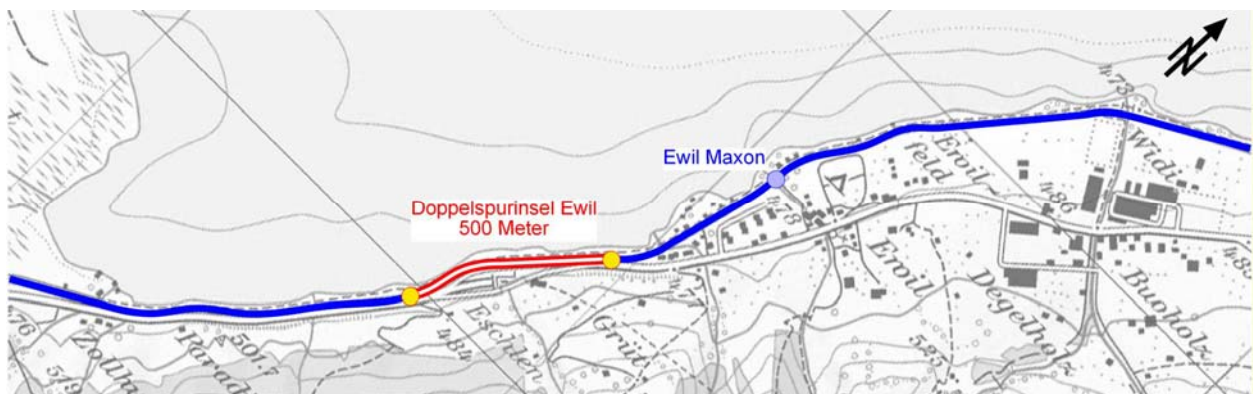


Abbildung 9-14: Objekt 06: Kreuzungsstelle Ewil mit einer Länge von rund 500 Metern.

Nr	Objekt	Art der Infrastruktur	Menge	Einheit	Einheitspreis [Fr.]	Kosten [Fr.]
06	Doppelspur Ewil	Erstellen Planum für zweites Gleis	500	[m]	4'000	2'000'000
		Zweites Gleis	500	[m]	2'500	1'250'000
		Spaltweichen	2	[m]	400'000	800'000
		Total Doppelspur Ewil				4'050'000
		Total Doppelspur Ewil (aufgerundet)				5'000'000

Abbildung 9-15: Objekt 06: Kostenschätzung der Doppelspurinsel Ewil.

9.2.7 Objekt 07: Doppelspur Zollhaus

A B C D

In Giswil gibt es dreimal pro Stunde eine „spitze Einfahrt“ (ein Zug verlässt den Bahnhof unmittelbar nachdem ein anderer in den Bahnhof eingefahren ist). Um Verspätungen, welche Züge aus dem S-Bahnnetz mit sich bringen nicht auf die Gegenrichtung zu übertragen, muss im Einfahrtsbereich Giswil eine Doppelspurinsel erstellt werden.

Wünschenswert wäre eine Doppelspur direkt anschliessend an den Bahnhof Giswil. Da jedoch ein Ausbau innerhalb des Siedlungsgebiets problematisch wäre, soll eine neue Doppelspurinsel zwischen dem Nordrand des Siedlungsgebiets und der Überführung über die Schwerzbachstrasse gebaut werden.

Diese Lage führt tendenziell zu einer Vergrösserung der Verspätung von Zügen aus der Richtung Luzern, welche bereits verspätet sind. Dies ist allerdings insofern nicht tragisch, als in Giswil keine Anschlüsse hergestellt werden (Ausnahme Postauto, dessen Fahrplan unbekannt ist).

Im Zusammenhang mit dem Doppelspurausbau soll die Kurve nördlich des Siedlungsgebiets von Giswil gestreckt (für V90) und die Strecke damit leicht verkürzt werden.

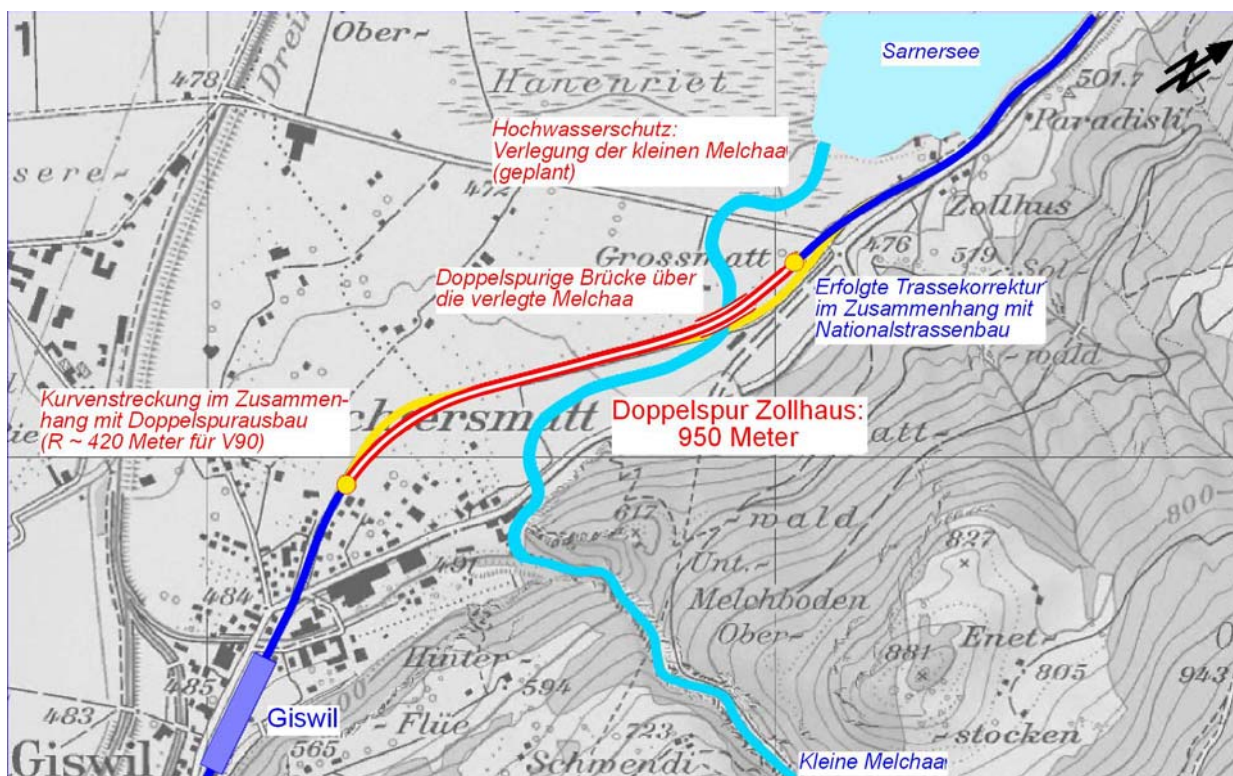


Abbildung 9-16: Objekt 07: Doppelspur Zollhaus. Um in Zukunft Überschwemmungen zu vermeiden (Hochwasserschutz) erhält die Kleine Melchaa ein neues Bett (neuer Verlauf siehe Karte). In diesem Zusammenhang wird eine neue, doppelspurige Bahnbrücke erstellt.

Nr	Objekt	Art der Infrastruktur	Menge	Einheit	Einheitspreis [Fr.]	Kosten [Fr.]
07	Doppelspur Giswil Nord	Erstellen Planum für 2. Gleis entlang bestehendem Gleis	580	[m]	2'000	1'160'000
		Erstellen Planum Neutrassierung Doppelspur	370	[m]	5'000	1'850'000
		zweites Gleis	580	[m]	2'500	1'450'000
		neue Doppelspur	370	[m]	3'500	1'295'000
		Spaltweichen	2	[Stk]	400'000	800'000
		Total Doppelspur Zollhaus				6'555'000
		Total Doppelspur Zollhaus (aufgerundet)				7'000'000

Abbildung 9-17: Objekt 07: Kostenschätzung der Doppelspur Zollhaus.

9.2.8 Objekt 08: Doppelspur „Chäppeli“

A B C D

Bei „Vx“ kreuzen sich die IR Brünig auf der wieder in Betrieb genommenen Kreuzungsstelle „Chäppeli“. Bei der ersten Etappe der „Zentralbahn 2030“ soll die Kreuzungsstelle „Chäppeli“ um rund 1200 Meter verlängert und damit zur Doppelspurinsel werden. Ziel ist, die Kreuzung der IR Brünig möglichst nahe an die Brünigpasshöhe zu verlagern, aber noch im Adhäsionsbereich zu belassen. Damit kann vermieden werden, dass im Bereich der Südrampe im Zahnstangenbereich eine neue Kreuzungsstelle gebaut werden muss. Dank der langen Doppelspur Chäppeli genügt eine Kreuzungsstelle „Meiringen Sommerau“ in der Ebene kurz von Meiringen (siehe Objekt 09).

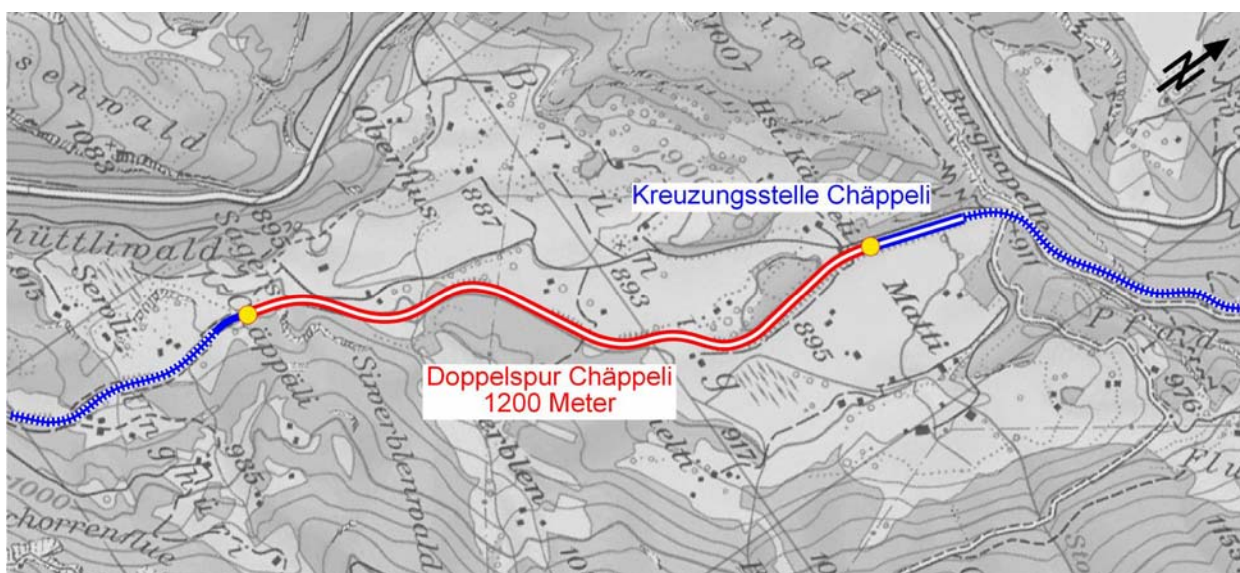


Abbildung 9-18: Objekt 08: Doppelspur „Chäppeli“. Verlängerung der für „Vx“ wieder aufgebauten Kreuzungsstelle „Chäppeli“ um rund 1200 Richtung Brünig.

Nr	Objekt	Art der Infrastruktur	Menge	Einheit	Einheitspreis [Fr.]	Kosten [Fr.]
08	Doppelspurinsel	Erstellen Planum für zweites Gleis	1'200	[m]	8'000	9'600'000
	Chäppeli	Zweites Gleis	1'200	[m]	2'500	3'000'000
		Weiche von Kreuzungsstelle Chäppeli versetzen	1	[m]	200'000	200'000
		Total Doppelspur Chäppeli				12'800'000
		Total Doppelspur Chäppeli (aufgerundet)				13'000'000

Abbildung 9-19: Objekt 08: Kostenschätzung der Doppelspurinsel „Chäppeli“.

9.2.9 Objekt 09: Kreuzungsstelle Meiringen Summerau

A B C D

Der IR Brünig und der Brünigexpress kreuzen sich in der Kreuzungsstelle „Summerau“, in der Talebene nördlich des Bahnhofs Meiringen, unmittelbar nach dem Ende der Zahnstangenstrecke.

Die Lage der Kreuzungsstelle Summerau ergibt sich aus der neuen Geschwindigkeitsreihe 3, welche talwärts im Zahnstangenbereich bis 105 Promille Gefälle 29.5 km/h und bis 120 Promille 27.5 km/h erlaubt. Mit den heute zulässigen 23 km/h käme die Kreuzungsstelle auf den Husenbach-Viadukt zu liegen! Das heisst, dass das „Zentralbahn 2030“ Angebot nur mit Rollmaterial der Reihe 3 gefahren werden kann.



Abbildung 9-20: Objekt 09: Kreuzungsstelle Summerau, in der Ebene unmittelbar nach dem Ende der Zahnstangenstrecke Brünig Passhöhe – Meiringen.

Nr	Objekt	Art der Infrastruktur	Menge	Einheit	Einheitspreis [Fr.]	Kosten [Fr.]
09	Doppelspurinsel Meiringen Summerau	Erstellen Planum für zweites Gleis	200	[m]	3'000	600'000
		Zweites Gleis	200	[m]	2'500	500'000
		Weichen V65	2	[m]	300'000	600'000
		Total Kreuzungsstelle Meiringen Summerau				1'700'000
		Total Kreuzungsstelle Meiringen Summerau (aufgerundet)				2'000'000

Abbildung 9-21: Objekt 09: Kostenschätzung der Doppelspurinsel „Meiringen Summerau“.

9.2.10 Strecke Meiringen – Interlaken Ost

Auf der Strecke Meiringen – Interlaken Ost wird sowohl bei „Vx“, wie auch bei der „Zentralbahn 2030“ mit dem gleichen Fahrplan gefahren werden wie heute. Der IR Brünig und der Regio Brienzensee verkehren halbstündlich verschoben, sodass Meiringen und Brienz einen ungefähren Halbstundentakt nach Interlaken Ost besitzen. – *Zusätzliche Infrastrukturmassnahmen für die „Zentralbahn 2030“ sind nicht notwendig.*

9.3 Haltestellen

9.3.1 Verlängerung aller Perronkanten auf 190 Meter

A B C D

Ziel ist, auf dem gesamten Netz der Zentralbahn mit Zügen von 190 Metern Länge fahren zu können. Dies bedingt, dass sämtliche Perronkanten diese Nutzlänge aufweisen. Die folgende Liste zeigt die heute vorhandenen Perronlängen, die fehlenden Meter, sowie die Kosten für die Verlängerung auf 190 Meter. Ebenfalls aufgeführt sind die Kosten für den Einbau von Weichen für 65 km/h (V65).

Kosten für die Erschliessung (Unter-, Überführungen, Rampen, Lifte) werden keine eingesetzt, da dies eine konkrete Projektierung verlangen würde. In der Zusammenfassung der Kosten wird eine Pauschale eingesetzt. Bei Um- und Neubau von Haltestellen soll die planerische Sicherung für einen Ausbau auf 190 Meter vorgenommen werden.

Haltestelle / Bahnhof	Perrontyp, Einbau von Einfahrweichen	Bemerkungen	aktuelle Peronlänge [m]	Bedarf Perronkanten [m]	Fehlende Perronlänge [m]	Anzahl [Stk]	Einheits-preis [Fr/m]	Kosten pro Perron [Fr]	Kosten pro Bahnhof [Fr]
Kriens Mattenhof	Aussenperron		150	2 x 190	40	1	1'500	60'000	60'000
Horw	Mittelperron		200	2 x 190	Kein Handlungsbedarf				
Hergiswil	Hauskante		184	3 x 190	6	1	1'500	9'000	9'000
	Mittelperron		227						
Stansstad	Mittelperron		199	1 x 190	Perronkanten: Kein Handlungsbedarf				600'000
	Einfahrweichen V65					2	300'000	600'000	
Stans	Hauskante	1)	203	2 x 190	Perronkante: Kein Handlungsbedarf				679'500
	Aussenperron		53		1	1'500	79'500		
	Einfahrweichen V65				2	300'000	600'000		
Dallenwil	Aussenperron	2)	195	2 x 190	Kein Handlungsbedarf				
Niederrickenbach	Aussenperron		150	1 x 190	40	1	1'500	60'000	60'000
Wolfenschiessen	Hauskante		110	1 x 190	80	1	1'500	120'000	720'000
	Mittelperron		142		2	300'000	600'000		
Grafenort	Hauskante		95	1 x 190	95	1	1'500	142'500	142'500
Engelberg	Kopfbahnhof	3)	142	2 x 190	48	1	1'500	72'000	144'000
	Kopfbahnhof				48	1	1'500	72'000	
Alpnachstad	Hauskante	4)	120	2 x 190	70	1	1'500	105'000	765'000
	Aussenperron		40		1	1'500	60'000		
	Einfahrweichen V65				2	300'000	600'000		
Alpnach Dorf	Hauskante		187	2 x 190	3	1	1'500	4'500	690'000
	Aussenperron		133		57	1	1'500	85'500	
	Einfahrweichen V65				2	300'000	600'000		
Sarnen	Hauskante		232	2 x 190	Kein Handlungsbedarf				
	Aussenperron		234						
Sachseln	Hauskante		156	2 x 190	34	1	1'500	51'000	720'000
	Aussenperron		144		46	1	1'500	69'000	
	Einfahrweichen V65				2	300'000	600'000		
Ewil	Aussenperron		95	1 x 190	95	1	1'500	142'500	142'500

Abbildung 9-22a: Berechnen der Kosten der Perronverlängerung bis auf 190 Meter auf der Basis von Einheitspreisen (siehe auch Tabelle 9-02) (Fortsetzung siehe nächste Seite).

Haltestelle / Bahnhof	Perrontyp, Einbau von Einfahrweichen	Bemerkungen	aktuelle Peronlänge [m]	Bedarf Perronkanten [m]	Fehlende Perronlänge [m]	Anzahl [Stk]	Einheits-preis [Fr/m]	Kosten pro Perron [Fr]	Kosten pro Bahnhof [Fr]
Giswil	Hauskante		161	3 x 190	Kein Handlungsbedarf, Umbau mit 5 Perronkanten geplant				
	Mittelperron		168 - 219						
Kaiserstuhl	Hauskante		172	2 x 190	18	1	1'500	27'000	452'500
	Aussenperron		173		17	1	1'500	25'500	
	Einfahrweichen					2	200'000	400'000	
Lungern	Hauskante		163	1 x 190	27	1	1'500	40'500	40'500
	Mittelperron		183		7	1	1'500	10'500	10'500
Brünig-Hasliberg	Hauskante		130	1 x 190	60	1	1'500	90'000	90'000
	Mittelperron		129		61	1	1'500	91'500	91'500
Meiringen	Hauskante	5)	200	2 x 190	Kein Handlungsbedarf, Bahnhof im Umbau (3 Kanten à 200 Meter)				
	Mittelperron	5)	200						
Brienzwiler	Mittelperron		115	2 x 190	75	Kein Handlungsbedarf; Umbau im Rahmen von Vx vorgesehen			
	Mittelperron		95		95				
Brienz	Hauskante		203	1 x 190	Kein Handlungsbedarf				
	Aussenperron		222						
Brienz West	Hauskante		184	1 x 190	6	1	1'500	9'000	9'000
Eblingen	Hauskante		81	1 x 190	109	1	1'500	163'500	163'500
Oberried	Hauskante	6)	110	1 x 190	80	1	1'500	120'000	120'000
Niederried	Hauskante		110	1 x 190	80	1	1'500	120'000	120'000
Ringgenberg	Hauskante		110	1 x 190	80	1	1'500	120'000	120'000
Interlaken Ost	Mittelperron		239	1 x 190	Kein Handlungsbedarf				
	Mittelperron		267						
Total Kosten Perronverlängerungen , Ausbau Bahnhöfe und Haltestellen									5'950'000
Total Kosten Perronverlängerungen , Ausbau Bahnhöfe und Haltestellen (aufgerundet)									6'000'000
1) Perronverlängerung sehr komplex, da mitten im Siedlungsgebiet. Kosten nur auf der Basis eines Vorprojekts zu ermitteln									
2) Dallenwil: Es wird eine dritte Kanten benötigt, falls die S4 bis Dallenwil verkehrt; sonst 2 Kanten (Kreuzung IR Engelberg)									
3) Engelberg: Zahl der notwendigen Kanten hängt von betrieblichen Fragen ab; vom Angebot her sind 2 Kanten notwendig									
4) In der Ersten Etappe (ohne Haltestelle Luzern Steghof): Beidseits des Bahnhofs Einspur mit Einfahrweichen V65									
5) Meiringen: 3 Kanten inkl. Meirimgen - Innertkirchen - Bahn (MIB)									
6) Oberried: eine Kante für Regio + Durchfahrtsgeleis für IR Brünig									

Abbildung 9-22b: (Fortsetzung) Kosten für Perronverlängerung auf 190 Meter sowie Einbau von Einfahrweichen auf der Basis von Einheitspreisen (siehe auch Tabelle 9-02).

Die folgende Abbildung enthält eine Zusammenfassung der Kosten für den Ausbau der bestehenden Haltestellen. Darin enthalten ist eine Pauschale von 20 Mio. Fr. für die Verbesserung der Haltestellenzugänge.

Verlängern der Perronkanten auf 190 Meter	[Mio. Fr.]	6.00
Pauschale zur Verbesserung der Erschliessung der Haltestellen	[Mio. Fr.]	20.00
Total Kosten Ausbau bestehende Haltestellen	[Mio. Fr.]	26.00

Abbildung 9-23: Zusammenstellung der Kosten für die Verlängerung aller Perronkanten auf 190 Meter, den Einbau von Weichen V65, sowie einer Pauschale für die Verbesserung der Erschliessung.

9.4 Übersicht über die Infrastrukturkosten

Nr.	Infrastruktur-Objekt	Kosten total [Mio. Fr.]	Modul A Verlängerung Haltestellen [Mio. Fr.]	Modul B Halbstunden- takt Brünig [Mio. Fr.]	Modul C Halbstunden- takt S44/S55 [Mio. Fr.]	Modul D Halbstunden- takt alle Züge [Mio. Fr.]
01	Doppelspur Bahnhof Luzern	17			17	17
02	Doppelspur Hergiswil	17		17	17	17
03	Kreuzungsstelle "Stans Bitzi"	5			5	5
04	Kreuzungsstelle Tellwald (Alpnachersee)	14		14	14	14
05	Doppelspur Sarnen Nord	11		11	11	11
06	Kreuzungsstelle Ewil Maxon	5			5	5
07	Doppelspur Zollihus	7		7	7	7
08	Doppelspur Chäppeli	13		13		13
09	Kreuzungsstelle Meiringen Summerau	2		2		2
10	Verlängern Haltestellen auf 190 Meter, Erschliessung	26	26			
Total Kosten Infrastruktur "Zentralbahn 2030"		117	26	64	76	91

Abbildung 9-24: Zusammenstellung der Infrastrukturkosten der „Zentralbahn 2030“. Die für die einzelnen Module ausgewiesenen Kosten bauen auf der Infrastruktur von „Vx“ auf.

Sollen sämtliche im Rahmen der „Zentralbahn 2030“ diskutierten Infrastruktur-Objekte gebaut werden, verlangt dies 145 Mio. Franken, inkl. neue Haltestellen. Diese Zahl – wie auch die übrigen Zahlen der Kostenschätzung – basieren auf Einheitspreisen, welche zwar bei Grössen, wie dem Erstellen des Plans, recht differenziert angewendet werden, trotzdem aber mit einer recht grossen Unsicherheit von plus/minus 50% behaftet sind.

Mit 26 Mio. Fr. recht kostengünstig ist das Modul A, Verlängerung der Haltestellenkanten auf 190 Meter. Eine grosse Unsicherheit besteht hier bei der Frage der Verbesserung der Haltestellenzugänge, für welche eine Pauschale von 20 Mio. eingesetzt ist.

Die Umsetzung der Module B bis D verlangt Investitionen zwischen 64 und 91 Mio. Fr. Alle Kosten basieren auf der Infrastruktur von „Vx“. Soll das Modul D ohne Zwischenschritte gebaut werden, sind 91 Mio. Fr. notwendig. Wird jedoch zuerst das Modul C für 76 Mio. Fr. umgesetzt, sind für die Ergänzung zum Modul D lediglich noch 15 Mio. Fr. notwendig.

Der Weg von „Vx“ zum Modul D führt entweder über das Modul B (Szenario „Touristen“, 64 Mio. Fr.) oder über das Modul C (Szenario „Pendler“, 71 Mio. Fr.). Bei entsprechender Entwicklung der Nachfrage kann auch das Modul B oder das Modul C als (vorläufiger) Endzustand betrachtet werden.

10. Auswirkungen der Module A bis D

10.1 Einleitung

Die Einführung des Angebotskonzepts „Vx“ ist gesichert. Daher wird „Vx“ als *Referenzvariante* definiert (vgl. Kapitel 5).

Im vorliegenden Kapitel sollen die Auswirkungen der Module A bis D gezeigt werden. Dabei sind *die zusätzlichen Kosten*, welche durch ein Ausbaumodul im Vergleich mit dem Referenzfall „Vx“ entstehen (Infrastrukturkosten, Betriebskosten) mit *dem Nutzen des Moduls* (Reisezeiteinsparungen, Angebotsverbesserungen und daraus resultierend zusätzliche Fahrgäste und Einnahmen) zu vergleichen. Das Vorgehen entspricht den Vorgaben des Bundes (NIBA, Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahninfrastrukturprojekte).

10.2 Betriebskosten, Zugstunden und Zugskilometer der Module A bis D

Die Tabellen mit den detaillierten Berechnungen der Betriebskosten finden sich im Anhang B. Die folgende Tabelle vermittelt einen Überblick über die gefahrenen Zugstunden, die gefahrenen Zugskilometer, sowie über die dadurch verursachten Betriebskosten beim Angebot 2009, bei „Vx“ sowie den Modulen A bis D der „Zentralbahn 2030“.

Angebotskonzept Modul	Jahr	Zugstunden		Zugskilometer		Beförderungsgeschwindigkeit Netz		Zeitabhängige Kosten		Distanzabhängige Kosten		Betriebskosten total		
		[Zg-h/J]	[%]	[Mio.Zg-km/J]	[%]	[km/Std]	[%]	[Mio Fr.]	[%]	[Mio Fr.]	[%]	[Mio Fr.]	[Mio Fr. *)	[%]
Angebot - 2009	2009	105'120	106%	2.72	89%	25.86	84%	10.51	106%	20.24	90%	30.75	-1.77	95%
Angebot "Vx"- 2014 Referenzzustand	2014	99'360	100%	3.06	100%	30.81	100%	9.94	100%	22.59	100%	32.52	0.00	100%
"Zentralbahn 2030" Modul A	2030	99'360	100%	3.06	100%	30.81	100%	9.94	100%	25.22	112%	35.15	2.63	108%
"Zentralbahn 2030" Modul B	2030	102'120	103%	3.18	104%	31.14	101%	10.21	103%	25.25	112%	35.46	2.94	109%
"Zentralbahn 2030" Modul C	2030	100'860	102%	3.21	105%	31.81	103%	10.09	102%	25.03	111%	35.12	2.59	108%
"Zentralbahn 2030" Modul D	2030	103'620	104%	3.31	108%	31.94	104%	10.36	104%	26.20	116%	36.56	4.04	112%

*) Differenz zu den Betriebskosten von "Vx"

Abbildung 10-01: Zusammenstellung der Zugstunden, der Zugskilometer sowie der Betriebskosten für das Angebot 2009, für „Vx“ sowie für die Module A bis D.

Basis für die Betrachtungen ist der Referenzzustand „Vx“. Durch die Einführung von „Vx“ kann die Anzahl Zugstunden – trotz Angebotsausbau von +11% gefahrenen Zugskilometern – im Vergleich zum Angebot 2009 um 6% gesenkt werden. Der Grund liegt in den verbesserten Umläufen am Brünig (4 statt 5 Kompositionen erforderlich) und nach Engelberg (Grundtakt 2 statt 3 Kompositionen). Diese Zahlen zeigen die deutliche Steigerung der Produktivität durch die Einführung von „Vx“, ersichtlich auch an der Zunahme der durchschnittlichen Beförderungsgeschwindigkeit im Netz von heute 25.8 km/h auf über 30 km/h.

Mit Ausbaumodul A wird das Angebot im Vergleich zum Referenzfall „Vx“ nicht verändert, Zugstunden und Zugskilometer bleiben somit gleich.

Für die Module B bis D erhöhen sich die Zugstunden im Vergleich zu „Vx“ um 2% bis 4%, die gefahrenen Zugskilometer nehmen dabei sogar um 4% bis 8% zu. Auch die Module B bis D erreichen somit einen Produktivitätszuwachs, wenn auch nicht mehr im gleichen Ausmass wie durch die Einführung von „Vx“.

Die Betriebskosten steigen von heute 30.75 Mio. Fr. auf 32.52 Mio. Fr. beim Referenzzustand „Vx“. Die vier Ausbaumodule führen zu Betriebskosten von zwischen 35.12 Mio. Fr. (Modul C) und 36.65 Mio. Fr. (Modul D). Die Kostenzunahme von Modul A begründet sich durch den Einsatz längerer Züge, welche höhere Betriebskosten verursachen. Bei den Modulen B bis D ist die Kostenzunahme auf den Angebotsausbau zurückzuführen. Es ist aber anzumerken, dass diese Betriebskostenberechnungen mit einer gewissen Vorsicht zu interpretieren sind, da die zugrunde liegenden Kostensätze mit einigen Unsicherheiten behaftet sind.

10.3 Modul A: Perronverlängerung

10.3.1 Angebot und Betriebskosten

Das Angebot beim Modul A entspricht „Vx“ (siehe Liniengrafiken Anhang A-08 bis A-10). Die IR Brünig und IR Engelberg verkehren stündlich, die S-Bahnen S4 und S5 je im Halbstundentakt. An Wochenenden kann der „Titlisexpress“ das Angebot nach Engelberg zum Halbstundentakt ergänzen. Einen zweiten Zug über den Brünig gibt es, aber sein Fahrplan ist extrem langsam mit zahlreichen sehr langen und unattraktiven Aufenthalten (abwarten von Kreuzungen mit dem Regelzug).

Gemäss der Tabelle 10-02 (Details siehe Anhang B) betragen die Betriebskosten beim Modul A 35.2 Mio. Fr. das sind rund 2.6 Mio. Fr. (+ 8%) mehr als beim Referenzzustand. Diese Differenz rührt daher, dass beim Modul A deutlich mehr Sitzplätze angeboten werden als beim Referenzfall (Einfahrt Luzern werktags: Modul A 3'148, Referenzfall „Vx“ 2'136, heute 1'554).

10.3.2 Infrastrukturbedarf

Der Infrastrukturbedarf beschränkt sich auf den Ausbau resp. die Verlängerung der Perronkanten von 15 Haltestellen und Bahnhöfen auf eine Nutzlänge von 190 Metern. Damit können die Züge des Typs „Nero“ (7-teilige Einheit mit 3-teiligem Modul) wie auch die dreiteiligen Züge des Typs „SPATZ“ an allen Stationen der Zentralbahn halten. Die Verlängerung aller Perronkanten kostet 6 Mio. Fr.

Bei verschiedenen Haltestellen wird zusammen mit der Perronverlängerung auch eine Verbesserung der Erschliessung notwendig, resp. sinnvoll sein. Eine Untersuchung, wo was geschehen soll, existiert nicht. Eingesetzt wird eine Pauschale von 20 Mio. Fr.

Verlängern der Perronkanten auf 190 Meter	[Mio. Fr.]	6.00
Pauschale zur Verbesserung der Erschliessung der Haltestellen	[Mio. Fr.]	20.00
Total Kosten Ausbau bestehende Haltestellen	[Mio. Fr.]	26.00

Abbildung 10-02: Zusammenstellung der Kosten für die Verlängerung aller Perronkanten auf 190 Meter. Für die Verbesserung der Erschliessung wird eine Pauschale von 20 Mio. Franken eingesetzt.

Die Kosten für das zusätzliche Rollmaterial und dessen Unterhalt, Abstellung, Reinigung etc. sind in diesen Kosten nicht enthalten.

10.3.3 Auswirkungen auf die Nachfrage

Beim Modul A beschränken sich die Massnahmen auf den Einsatz von längeren Zügen. Das Angebot (Reisezeiten, Anzahl Verbindungen) entspricht demjenigen von „Vx“.

Aus der Sicht der Nachfrage hat das Modul A keine Auswirkungen auf die Anzahl beförderter Fahrgäste. Die Einnahmen entsprechen somit denjenigen des Referenzfalls „Vx“.

10.4 „Zentralbahn 2030“, Modul B: touristischer Ausbau

10.4.1 Angebot, Infrastruktur und Betriebskosten

Das Angebot des Moduls B ist im Kapitel 8.1 dargestellt, der Infrastruktur-Bedarf im Kapitel 9. Gemäss Tabelle 9-30 (Übersicht über die Infrastrukturkosten), betragen die notwendigen Investitionen in die Infrastruktur beim Modul B rund 64 Mio. Franken.

Beim Modul B liegen die Betriebskosten mit 35.5 Mio. Fr. um 2.9 Mio. Fr oder 9% über denjenigen des Referenzzustandes. Das werktägliche Sitzplatzangebot bei der Einfahrt Luzern liegt bei 2'556, was einer Steigerung gegenüber heute um 65% oder um rund 1000 Sitzplätze entspricht.

10.4.2 Auswirkungen auf die Nachfrage

Der Nutzen von Modul B liegt einerseits darin, dass neu bei Bedarf ein Halbstundentakt über den Brünig angeboten werden kann. Modul B dient diesbezüglich also in erster Linie dem touristischen Verkehr. Neben der (bezogen auf den DTV quantitativ eher geringen) direkten Auswirkung auf die Nachfrage durch dieses Mehrangebot, stellt das 30-minütige Angebot am Brünig sicher, dass auch an den Spitzentagen genügend Transportkapazität über den Brünig besteht.

Andererseits wird mit Modul B auch das Angebot auf dem Engelberger Ast deutlich verbessert, was vor allem Stans und dem Talbereich Nidwalden zugute kommt. Zahlenmässig ist der Nutzen des Angebotsausbaus im S-Bahnbereich wichtiger als derjenige über den Brünig.

Zudem entstehen auf einzelnen Relationen Reisezeitgewinne im Minutenbereich, die einen positiven Einfluss auf die Nachfrage besitzen. Die folgende Abbildung zeigt die Nachfrage 2030 mit dem Modul B.

	Z_NACH																		
Z_VON	01_Luzern	02_Horw	03_Hergiswil	04_Alpnach	05_Sarnen	06_Sachseln	07_Giswil	08_Brüning	09_Meiringen	10_Brienz	11_Brienzersee	12_Interlaken	13_Stansstad	14_Stans	15_Tal_NW	16_Engelberg	X_andere	Total	Veränderung zum Referenzfall
01_Luzern	0	2'058	1'103	374	1'558	356	382	293	137	82	4	703	623	3'043	497	1'042	446	12'700	6%
02_Horw	1'701	51	111	58	137	17	30	7	1	0	0	5	69	243	31	35	513	3'009	2%
03_Hergiswil	982	126	0	28	93	19	14	15	6	1	0	12	63	312	73	84	236	2'066	5%
04_Alpnach	378	64	31	6	217	27	44	23	3	1	0	10	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	230	1'033	-18%
05_Sarnen	1'590	142	92	236	0	196	312	194	11	5	0	15	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	835	3'628	4%
06_Sachseln	371	21	41	34	214	0	38	21	3	1	0	9	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	189	942	-2%
07_Giswil	387	28	14	44	300	48	33	142	13	5	0	6	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	224	1'243	14%
08_Brüning	219	12	21	16	189	31	73	78	197	31	3	44	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	483	1'398	40%
09_Meiringen	119	2	7	6	26	3	7	297	0	278	59	390	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	650	1'844	11%
10_Brienz	72	0	2	2	7	4	3	36	366	0	76	460	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	707	1'735	6%
11_Brienzersee	9	0	0	0	0	0	0	2	68	87	49	223	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	205	645	0%
12_Interlaken	809	2	4	6	23	5	5	84	532	510	202	0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	347	2'529	4%
13_Stansstad	556	67	54	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0	173	40	43	266	1'198	1%
14_Stans	2'972	262	269	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	159	0	490	284	1'282	5'717	11%
15_Tal_NW	497	56	56	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	49	547	51	188	249	1'693	22%
16_Engelberg	1'048	45	80	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	28	264	207	0	1'141	2'812	4%
X_andere	559	546	245	200	749	187	159	592	729	705	148	226	276	1'354	155	914	766	8'508	2%
Total	12'268	3'483	2'130	1'008	3'511	891	1'100	1'784	2'066	1'707	541	2'102	1'266	5'935	1'544	2'590	8'770	52'697	6%
Wachstum pro Jahr	Pendlerbereich Luzern					3.4 %/J.		1.034		Luzern - Stans, Luzern - Giswil									
	Tourismus					2.8 %/J.		1.028		Übrige Bereiche									
Nachfrageelastizitäten			Reisezeit				-0.8												
			Anzahl Verbindungen				0.4												

Abbildung 10-03: Nachfrage 2030, Modul B. Anzahl Reisende pro Tag, Relation und Richtung.

Im Vergleich zum Referenzfall nimmt die Nachfrage auf dem gesamten Netz der Zentralbahn um 2'900 Fahrten pro Tag zu (+6%). Davon sind ca. 1/3 auf das Mehrangebot über den Brünig und ca. 60% auf das verbesserte Angebot auf dem Engelberger Ast (Stans, Talbereich NW) zurückzuführen.

Die Transportleistung nimmt ebenfalls um ca. 6% zu, das entspricht einer Zunahme von etwa 20 Mio. Personenkilometer pro Jahr. Unter der Annahme, dass pro Personenkilometer Einnahmen von 20 Rappen entstehen, dürfte die Nachfragesteigerung zu Mehreinnahmen in der Grössenordnung von ca. 4 Mio. Franken pro Jahr führen.

Sämtliche Kennwerte im Detail können der Tabelle 10-06 in Kapitel 10.7 entnommen werden.

10.5 Modul C: Zentralbahn 2030, Ausbau „S-Bahnbereich“

10.5.1 Angebot, Infrastruktur und Betriebskosten

Das Angebot des Moduls C ist im Kapitel 8.2 dargestellt, der Infrastruktur-Bedarf im Kapitel 9. Gemäss Tabelle 9-30 (Übersicht über die Infrastrukturkosten), betragen die notwendigen Investitionen in die Infrastruktur beim Modul C rund 71 Mio. Franken.

Beim Modul C betragen die Betriebskosten rund 35.1 Mio. Fr. Das sind 2.5 Mio. Fr. oder 8% mehr als beim Referenzzustand. Das werktägliche Sitzplatzangebot bei der Einfahrt Luzern beträgt 3'148, was der gleichen Sitzplatzzahl wie beim Modul A entspricht und eine Verdoppelung gegenüber heute bedeutet.

10.5.2 Auswirkungen auf die Nachfrage

Der Hauptnutzen von Modul C liegt im S-Bahnbereich. Durch die Überlagerung der jeweils halbstündlich verkehrenden schnellen S44 und S55 entsteht für die wichtigsten Relationen im Kernbereich um Luzern ein schnelles, dichtes Angebot. Dieses wird durch die beiden IR sowie die S4 und die S5 zusätzlich ergänzt, was im Pendler-Einzugsgebiet um Luzern insgesamt zu einem sehr dichten Bahnangebot führt.

Ferner entstehen durch die verbesserten Kreuzungsmöglichkeiten und den Ausbau in Hergiswil auf vielen Relationen Reisezeitverkürzungen im Minutenbereich.

Die Abbildung 10-04 zeigt die Nachfrage 2030 mit Modul C.

Im Vergleich zum Referenzfall nimmt die Nachfrage auf dem gesamten Netz der Zentralbahn um 5'900 Fahrten pro Tag zu (+12%), davon betreffen über 90% die Relationen von/nach Luzern und Horw.

Da vor allem kurze Fahrten im Pendlerbereich zusätzlich generiert werden, ist die Zunahme der Transportleistung unterproportional. Die Transportleistung nimmt um ca. 8% zu, das entspricht einer Zunahme von ca. 27 Mio. Personenkilometer pro Jahr, was zu Mehreinnahmen von ca. 5.4 Mio. Franken pro Jahr führt (Annahme: Einnahmen pro Personenkilometer von 20 Rappen).

Sämtliche Kennwerte im Detail können der Tabelle 10-06 in Kapitel 10.7 entnommen werden.

	Z_NACH																		
Z_VON	01_Luzern	02_Horw	03_Hergiswil	04_Alpnach	05_Sarnen	06_Sachseln	07_Giswil	08_Brüning	09_Meiringen	10_Brienz	11_Brienzersee	12_Interlaken	13_Stansstad	14_Stans	15_Tal_NW	16_Engelberg	X_andere	Total	Veränderung zum Referenzfall
01_Luzern	0	2'538	1'063	664	1'609	372	402	210	137	82	4	703	851	3'602	420	1'042	446	14'147	18%
02_Horw	2'098	51	134	83	204	26	44	5	1	0	0	5	64	232	30	35	520	3'531	19%
03_Hergiswil	947	152	0	41	144	29	21	11	7	1	0	13	104	391	63	84	233	2'241	14%
04_Alpnach	671	92	47	6	346	41	65	16	3	1	0	10	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	240	1'539	22%
05_Sarnen	1'641	213	144	377	0	209	313	140	11	5	0	15	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	818	3'885	11%
06_Sachseln	388	32	62	53	228	0	41	15	3	1	0	9	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	186	1'017	6%
07_Giswil	407	41	20	65	301	50	33	101	13	5	0	6	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	219	1'261	16%
08_Brüning	157	9	15	11	136	22	52	78	147	22	2	31	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	345	1'030	3%
09_Meiringen	119	2	8	6	26	3	7	222	0	278	59	390	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	650	1'770	6%
10_Brienz	72	0	2	2	7	4	3	26	366	0	76	460	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	707	1'725	6%
11_Brienzersee	9	0	0	0	0	0	0	2	68	87	49	223	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	205	644	0%
12_Interlaken	809	2	4	7	23	5	5	60	532	510	202	0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	347	2'505	3%
13_Stansstad	760	62	89	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0	198	32	43	278	1'462	24%
14_Stans	3'518	249	336	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	183	0	415	277	1'295	6'273	22%
15_Tal_NW	420	55	47	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	39	463	51	188	249	1'512	9%
16_Engelberg	1'048	45	80	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	28	257	207	0	1'141	2'804	3%
X_andere	559	553	242	209	734	183	155	423	729	705	148	226	288	1'368	155	914	766	8'356	1%
Total	13'625	4'096	2'294	1'523	3'758	944	1'140	1'309	2'017	1'698	540	2'091	1'556	6'510	1'372	2'582	8'645	55'703	12%
Wachstum pro Jahr	Pendlerbereich Luzern						3.4 %/J.		1.034		Luzern - Stans, Luzern - Giswil								
	Tourismus						2.8 %/J.		1.028		Übrige Bereiche								

Abbildung 10-04: Nachfrage 2030, Modul C. Anzahl Reisende pro Tag, Relation und Richtung.

10.6 Modul D: Zentralbahn 2030, Vollausbau

10.6.1 Angebot, Infrastruktur und Betriebskosten

Das Angebot des Moduls D wird im Kapitel 8.3 behandelt. Gemäss den Ausführungen zum Infrastruktur-Bedarf im Kapitel 9 müssen für das Modul D 91 Mio. Fr. investiert werden (Tabelle 9-30; Übersicht über die Infrastrukturkosten). Diese Zahl unterstellt, dass das Modul D direkt umgesetzt wird.

Es ist aber davon auszugehen, dass in einem ersten Schritt zuerst das Modul B oder C umgesetzt werden soll. Die Infra-Kosten für das Modul D betragen in diesen Fällen noch die Differenz zwischen den 91 Mio. Fr. des Moduls D und den 64 Mio. Fr. des Moduls B, resp. den 71 Mio. Fr. des Moduls C. Das sind 27 Mio. Fr. wenn der Weg via Modul B führt und 20 Mio. Fr. im Falle des Weges via Modul C.

Beim Modul D betragen die Betriebskosten knapp 36.6 Mio. Fr. Das sind rund 4 Mio. Fr. oder 12% mehr als beim Referenzzustand. Das Sitzplatzangebot bei der Einfahrt Luzern an den Werktagen beträgt wie bei Modul C 3'148 Plätze.

10.6.2 Auswirkungen auf die Nachfrage

Das mit den grössten Investitionen verbundene Modul D verbindet die Nutzen der Module B und C. Es verbessert sowohl das Angebot im S-Bahnbereich wie auch dasjenige über den Brünig. Dementsprechend ist die Nachfragewirkung von Modul D am grössten. Die folgende Abbildung zeigt die Nachfrage 2030 mit Modul D.

	Z_NACH																		
Z_VON	01_Luzern	02_Horw	03_Hergiswil	04_Alpnach	05_Sarnen	06_Sachsels	07_Giswil	08_Brüning	09_Meiringen	10_Brienz	11_Brienzersee	12_Interlaken	13_Stansstad	14_Stans	15_Tal_NW	16_Engelberg	X_andere	Total	Veränderung zum Referenzfall
01_Luzern	0	2'538	1'063	664	1'726	394	426	293	137	82	4	703	851	3'602	420	1'042	446	14'393	20%
02_Horw	2'098	51	134	83	204	26	44	7	1	0	0	5	64	232	30	35	520	3'533	19%
03_Hergiswil	947	152	0	41	144	29	21	15	7	1	0	13	89	391	84	84	233	2'253	15%
04_Alpnach	671	92	47	6	346	41	65	23	3	1	0	10	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	240	1'545	22%
05_Sarnen	1'762	213	144	377	0	209	313	194	11	5	0	15	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	835	4'077	16%
06_Sachsels	411	32	62	53	228	0	41	21	3	1	0	9	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	189	1'049	9%
07_Giswil	431	41	20	65	301	50	33	142	13	5	0	6	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	224	1'332	22%
08_Brüning	219	12	21	16	189	31	73	78	197	31	3	44	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	483	1'399	40%
09_Meiringen	119	2	11	6	26	3	9	297	0	278	59	390	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	650	1'850	11%
10_Brienz	72	0	3	2	7	4	4	36	366	0	76	460	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	707	1'738	6%
11_Brienzersee	9	0	0	0	0	0	0	3	68	87	49	223	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	205	645	0%
12_Interlaken	809	2	6	7	23	5	7	84	532	510	202	0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	347	2'533	4%
13_Stansstad	760	62	77	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0	198	36	43	278	1'453	23%
14_Stans	3'518	249	336	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	183	0	415	277	1'295	6'273	22%
15_Tal_NW	420	55	64	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	44	463	51	188	249	1'534	10%
16_Engelberg	1'048	45	80	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	28	257	207	0	1'141	2'804	3%
X_andere	559	553	242	209	749	187	159	592	729	705	148	226	288	1'368	155	914	766	8'547	3%
Total	13'854	4'099	2'310	1'528	3'944	978	1'195	1'785	2'067	1'707	542	2'104	1'547	6'510	1'398	2'582	8'809	56'958	14%
Wachstum pro Jahr	Pendlerbereich Luzern						3.4 %/J.		1.034		Luzern - Stans, Luzern - Giswil								
	Tourismus						2.8 %/J.		1.028		Übrige Bereiche								

Abbildung 10-05: Nachfrage 2030, Modul D. Anzahl Reisende pro Tag, Relation und Richtung.

Im Vergleich zum Referenzfall nimmt die Nachfrage auf dem gesamten Netz der Zentralbahn um 7'100 Fahrten pro Tag zu (+14%). Insgesamt liegen über 80% der Zusatznachfrage auf Relationen von/nach Luzern und Horw. Fast 30% betrifft allein die Relation Luzern-Stans.

Die Transportleistung nimmt um ca. 12% zu, das entspricht einer Zunahme von ca. 39 Mio. Personenkilometern pro Jahr, was bei Einnahmen von 20 Rappen pro Personenkilometer zu Mehreinnahmen von ca. 7.8 Mio. Franken pro Jahr führt.

10.7 Übersicht über die vier Ausbaumodule

Die folgende Tabelle 10-06 fasst die Auswirkungen der vier Module zusammen. Sie zeigt einerseits die *Kostenseite* – *Investitionskosten*, *Betriebskosten* – andererseits den *Nutzen*, gemessen in der zusätzlich generierten *Nachfrage* sowie in den daraus entstehenden *Mehreinnahmen*.

		Referenz- fall Vx	Modul A	Modul B	Modul C	Modul D
Investitionskosten	[Mio. CHF]	0	26	64	71	91
Betriebskosten pro Jahr	[Mio. CHF pro Jahr]	32.6	35.2	35.5	35.1	36.6
<i>Zunahme in Mio. Fr.</i>	[Mio. CHF pro Jahr]	0.0	2.6	2.9	2.5	4.0
<i>Zunahme in Prozent</i>	[Mio. CHF pro Jahr]		8%	9%	8%	12%
Nachfrage	Ganzes Netz	[Fahrgäste pro Tag]	49'827	49'827	52'697	55'703
	<i>Zunahme Anz. Fahrgäste</i>	[Fahrgäste pro Tag]	0	2'870	5'876	7'131
	<i>Zunahme in Prozent</i>	[Prozent]	0%	6%	12%	14%
	QS1: Einfahrt Luzern	[Fahrgäste pro Tag]	33'850	33'850	35'454	38'134
	QS2: Alpnachstad-Hergiswil	[Fahrgäste pro Tag]	11'897	11'897	12'079	12'913
	QS3: Stansstad-Hergiswil	[Fahrgäste pro Tag]	16'491	16'491	17'712	19'316
	QS4: Einfahrt Engelberg	[Fahrgäste pro Tag]	5'206	5'206	5'402	5'387
	QS5: Brünig Passhöhe	[Fahrgäste pro Tag]	3'191	3'191	3'668	3'252
	QS6: Einfahrt Interlaken	[Fahrgäste pro Tag]	7'956	7'956	8'312	8'125
	Transportleistung	[Mio. Personen-km pro Jahr]	331	331	351	358
Einnahmen pro Jahr	[Mio. CHF pro Jahr]	66.1	66.1	70.2	71.5	73.9
<i>Zunahme in Mio. Fr.</i>	[Mio. CHF pro Jahr]		0.00	4.11	5.40	7.82
<i>Zunahme in Prozent</i>	[Mio. CHF pro Jahr]		0%	6%	8%	12%
Auslastung in der HVZ	[Prozent]	119%	81%	104%	91%	92%

Abbildung 10-06: Übersicht über die wesentlichen Auswirkungen der vier Module auf die Betriebskosten, die Nachfrage und die Einnahmen im Jahr im Vergleich zum Referenzfall.

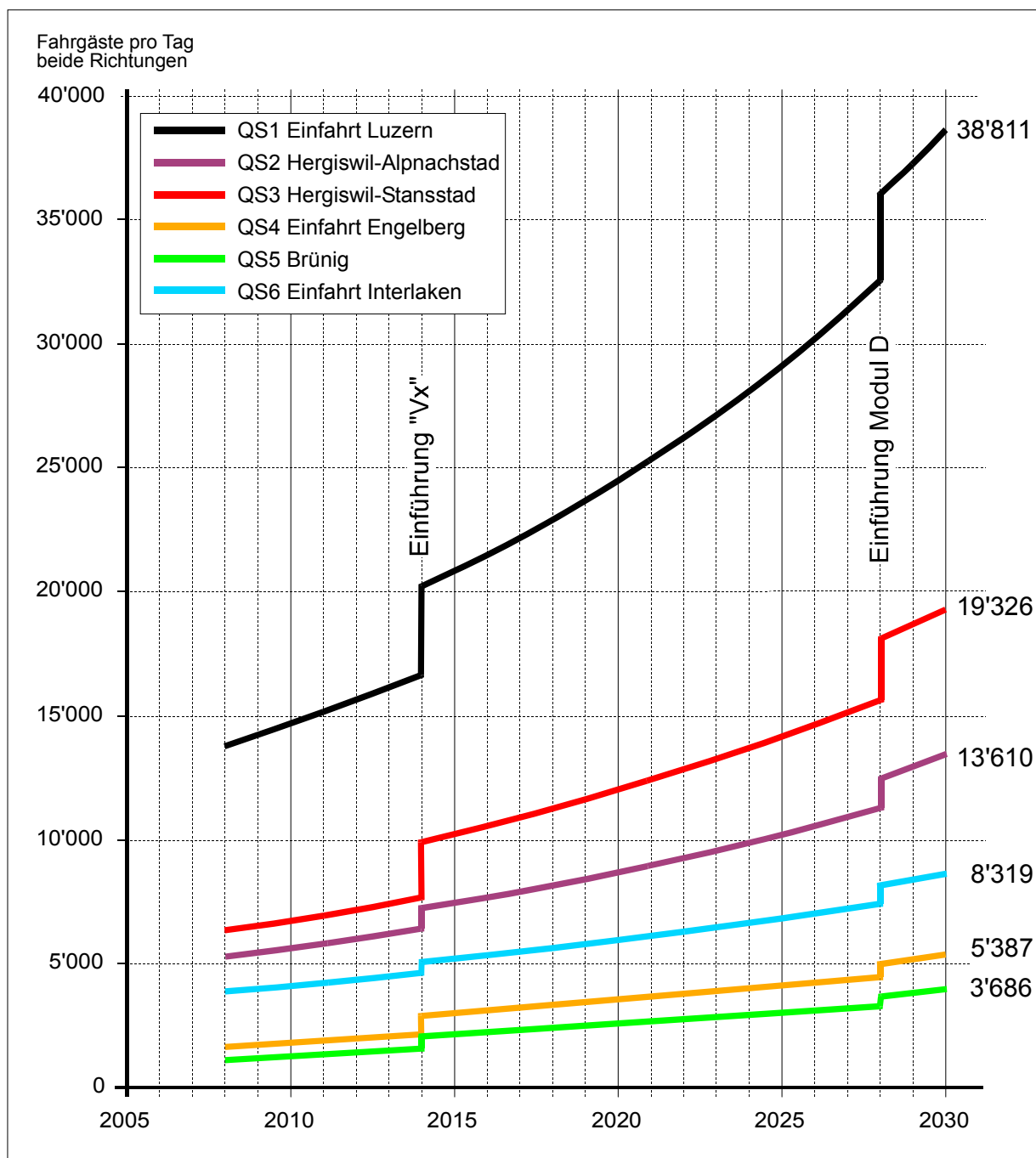


Abbildung 10-07: Entwicklung der Nachfrage in den sechs Querschnitten. Die beiden Nachfragesprünge markieren die Einführung von „Vx“ im Jahre 2014 und der „Zentralbahn 2030“ im Jahre 2027. Dargestellt ist der Nachfragezuwachs, der sich beim Modul D ergibt. Die Module B und C generieren einen kleineren Nachfragezuwachs. Das Jahr 2027 wird gewählt, weil dann das Referenzszenario auf der Basis der gewählten Wachstumsraten nicht mehr ausreicht.

10.8 Nachfrage und Kapazität in der Spitzenstunde

Die vorherigen Kapitel betrachteten die Nachfrage über den ganzen Tag. Nun geht es in diesem Kapitel darum, zu prüfen, ob das Zugsangebot auch in der Spitzenstunde die Nachfrage decken kann.

Der massgebliche Querschnitt liegt an Werktagen bei der Einfahrt Luzern, an Wochenenden am Brünig. Da die Datengrundlagen zum Brünig jedoch keine detaillierten Analysen und Aussagen zulassen, wird nur der Querschnitt Luzern untersucht.

Wie in den vorhergehenden Kapiteln gezeigt, steigt die Nachfrage im Vergleich zum Referenzfall je nach Angebotsausbau unterschiedlich an. Die Module A bis D bieten aber gleichzeitig auch zusätzliche Sitzplätze an. Modul A erreicht die höheren Sitzplatzzahlen allein über längere Zugskompositionen (SPATZ-Dreifachtraktion möglich). Auch in den Modulen B, C und D werden im Vergleich zum Referenzfall z.T. etwas längere Züge eingesetzt, wobei die maximale Zuglänge durch die vorhandene Haltestelleninfrastruktur definiert wird (maximal Spatz-Doppeltraktion). Zusätzlich werden in den Modulen C und D die S44 und S55 im Halbstundentakt geführt.

Die folgende Tabelle zeigt das Sitzplatzangebot am Querschnitt Einfahrt Luzern und die Nachfrage in der Morgenspitzenstunde. Es wird angenommen, dass der Spitzenstundenanteil 15% des DTV ausmacht.

	Referenzfall "Vx"	Modul A	Modul B	Modul C	Modul D
Nachfrage	2'539	2'539	2'659	2'860	2'911
Sitzplatzangebot	2'136	3'148	2'556	3'148	3'148
Sitzplatzauslastung	119%	81%	104%	91%	92%
Annahme: Anteil Spitzenstunde	15%				

Abbildung 10-08: Auslastung In der Spitzenstunde werktags 07:00 bis 08:00 in der massgebenden Richtung (Hergiswil → Luzern). Bei den Modulen A, C und D ist genügend Sitzplatzkapazität vorhanden, während diese beim Modul B um 4% überschritten wird.

Der Vergleich von Angebot und Nachfrage zeigt, dass die Module A, C und D ihre Nachfrage abdecken können. Modul B liegt mit einer Auslastung von 104% nur knapp über der Limite.

Die Sitzplatzauslastung liegt aber mit allen Ausbaumodulen über 80% und ist somit nahe an der Kapazitätsgrenze. Weitere, über die Module A bis D hinausgehende Massnahmen zur Kapazitätssteigerung werden somit bei anhaltendem Nachfragewachstum nötig werden.

Eine Option ist, das S-Bahnangebot der Module C und D mit SPATZ-Dreifachtraktion zu fahren, was zusätzlich Perronverlängerungen gemäss Modul A voraussetzt. Mit dieser Kombination der Module A + C resp. A + D liesse sich die Spitzenstundenkapazität auf bis zu 4'330 Sitzplätze erhöhen.

10.9 Interpretation der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Betriebskosten steigen gegenüber dem Referenzfall „Vx“ bei jedem der vier Module an. Der Anstieg ist jedoch sehr unterschiedlich und bewegt sich zwischen 2.6 Mio. Fr. (Module A und C) und 4 Mio. Fr. (Modul D). Zu diesen Werten hinzu kommen u.a. noch die Kosten des zusätzlichen Rollmaterials.

Die Nachfrage nimmt beim Modul B um 6% zu, bei den Modulen C und D sogar um 12% resp. 14%. Modul A führt nicht zu einer Nachfragesteigerung. Diese Nachfragezunahmen sind die direkten Folgen der Einführung der Angebote der Module B bis D und haben nichts mit dem Trendwachstum zu tun, das unabhängig von Veränderungen des Angebots stattfindet.

Der Vergleich dieser Zahlen zeigt, dass die Nachfragezunahme von Modul C deutlich grösser ist als diejenige, die durch das Modul B ausgelöst wird. Modul D bringt danach im Vergleich mit Modul C nur noch eine geringfügig Erhöhung der Nachfrage. Grund dafür ist, dass der Pendlerbereich quantitativ viel mehr ins Gewicht fällt als die touristisch geprägte Nachfrage über den Brünig. Letztere ist zwar an Spitzentagen sicher beträchtlich, im Vergleich über das ganze Jahr aber vergleichsweise unbedeutend.

Die Einnahmen steigen unterproportional zum Fahrgastwachstum. Dies, weil die Fahrgastzunahme schwergewichtig im S-Bahnbereich stattfindet und die neu generierten Fahrten damit tendenziell kurz sind. Die durch die Module B bis D ausgelösten Mehreinnahmen bewegen sich zwischen 4.1 Mio. Fr. (Modul B) und 7.8 Mio. Fr. (Modul D). In diesen Zahlen ist nicht berücksichtigt, dass allenfalls der Anteil der Abonnementinhaber zunimmt und somit die Einnahmen pro Personenkilometer etwas sinken könnten.

Nichtsdestotrotz deuten die Berechnungen darauf hin, dass die Zusatzeinnahmen der Module B bis D die zusätzlichen Betriebskosten auch bei Berücksichtigung der Rollmaterialkosten decken könnten und somit insgesamt der Kostendeckungsgrad verbessert werden kann.

Schlussfolgerung

Das Modul A erfordert mit 26 Mio. Fr. die tiefsten Investitionen (Perronverlängerungen), schafft die grösste Kapazität und besitzt eine grosse Flexibilität in Bezug auf die Anpassung des Angebotsausbaus auf die Nachfrage. Das Modul A bietet jedoch keinen zusätzlichen Kundennutzen durch zusätzliche Züge. Mit dem Sitzplatzangebot von Modul A kann etwa 2036 mit „Vx“ gefahren werden.

Die Module B, C und D verlangen grössere Investitionen. Allerdings liegen diese mit 64, 71 resp. 91 Mio. Fr. in einem überblickbaren Bereich. Indem zusätzliche Züge geführt werden, ergibt sich ein zusätzlicher Kundennutzen, der zu einer deutlichen Fahrgastzunahme führt. Modul C bringt grosse Vorteile im quantitativ besonders wichtigen S-Bahnbereich und führt beim Vergleich von zusätzlichen Kosten und Nutzen zum besten Ergebnis.

Die Module B und D bringen dafür insbesondere am Brünig mit dem Halbstundentakt des IR einen Lösungsansatz, den es bei den Modulen A und C nicht gibt.

Der Vergleich von zusätzlichen Betriebskosten und Zusatzeinnahmen zeigt, dass durchaus die Möglichkeit besteht, dass bei der Umsetzung des Moduls C, allenfalls auch bei den Modulen B und D, ein positives Ergebnis erzielt werden kann und sich durch diese Module der Zentralbahn 2030 der Kostendeckungsgrad erhöhen lässt.

11. Anhang A: Mengengerüste & Liniengrafiken

Angebotskonzept 2009

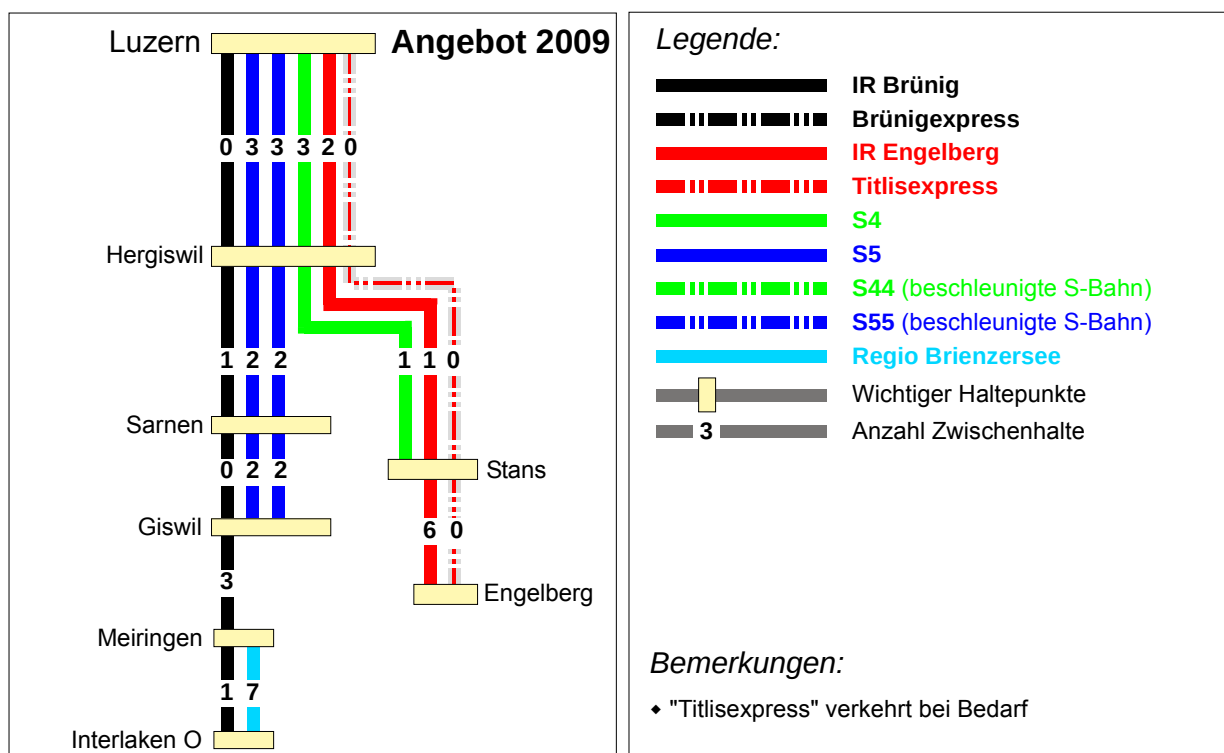


Abbildung A-01: Mengengerüst des Angebotskonzepts 2009 („Übergangskonzept“)

- Anhang A: Abbildung A-02: Liniengrafik 2009 Seite Brünig
- Anhang A: Abbildung A-03: Liniengrafik 2009 Seite Engelberg.

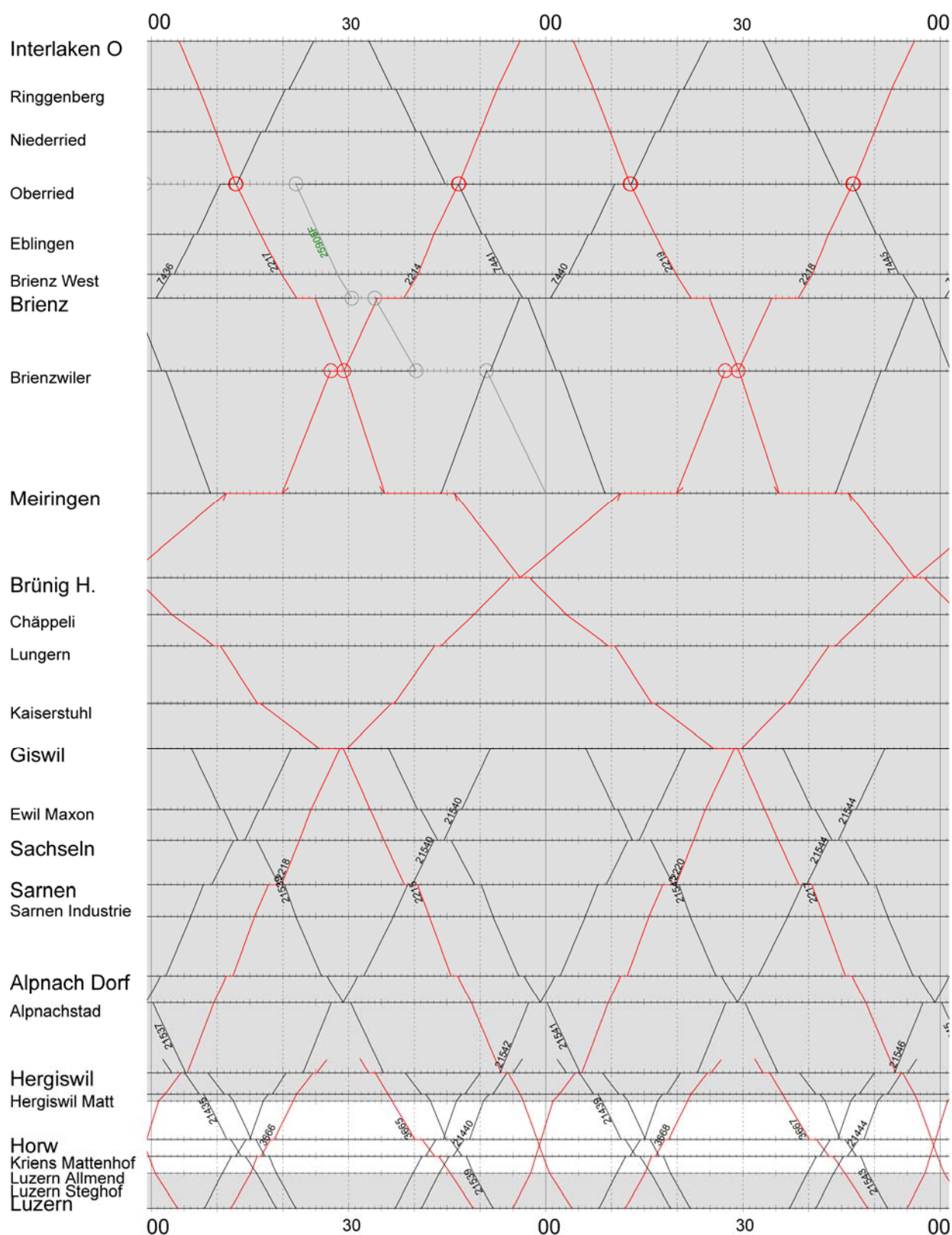


Abbildung A-02: Liniengrafik Seite Brünig des „Übergangskonzepts“ [Ü], welches bis Ende 2010 (Inbetriebnahme des Tunnels Engelberg) die Grundlage für den Fahrplan der Zentralbahn bildet.

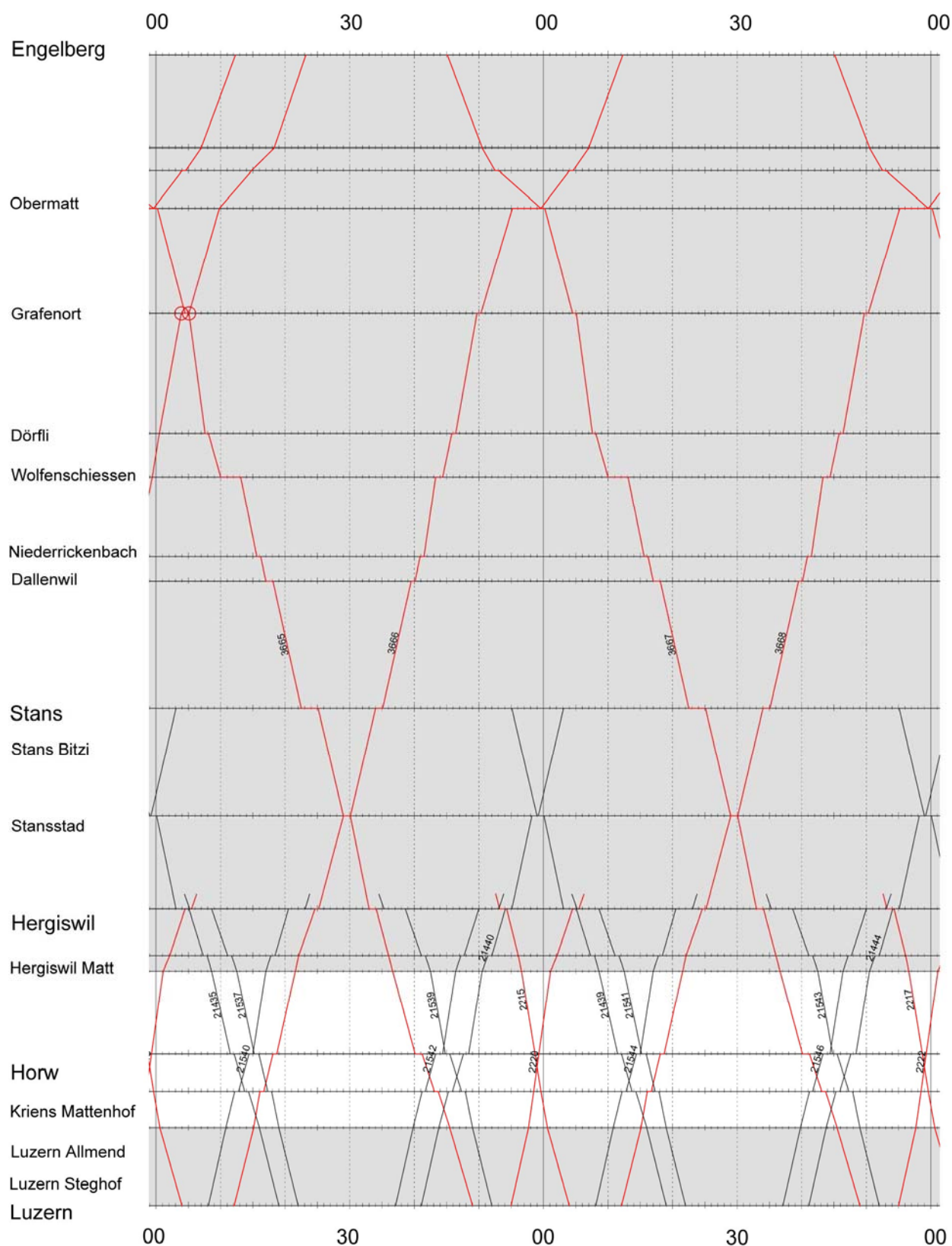


Abbildung A-03: Liniengrafik Seite Engelberg des „Übergangskonzepts“ [Ü], welches bis Ende 2010 (Inbetriebnahme des Tunnels Engelberg) die Grundlage für den Fahrplan der Zentralbahn bildet.

Angebotskonzept „Fahrplan 2011“

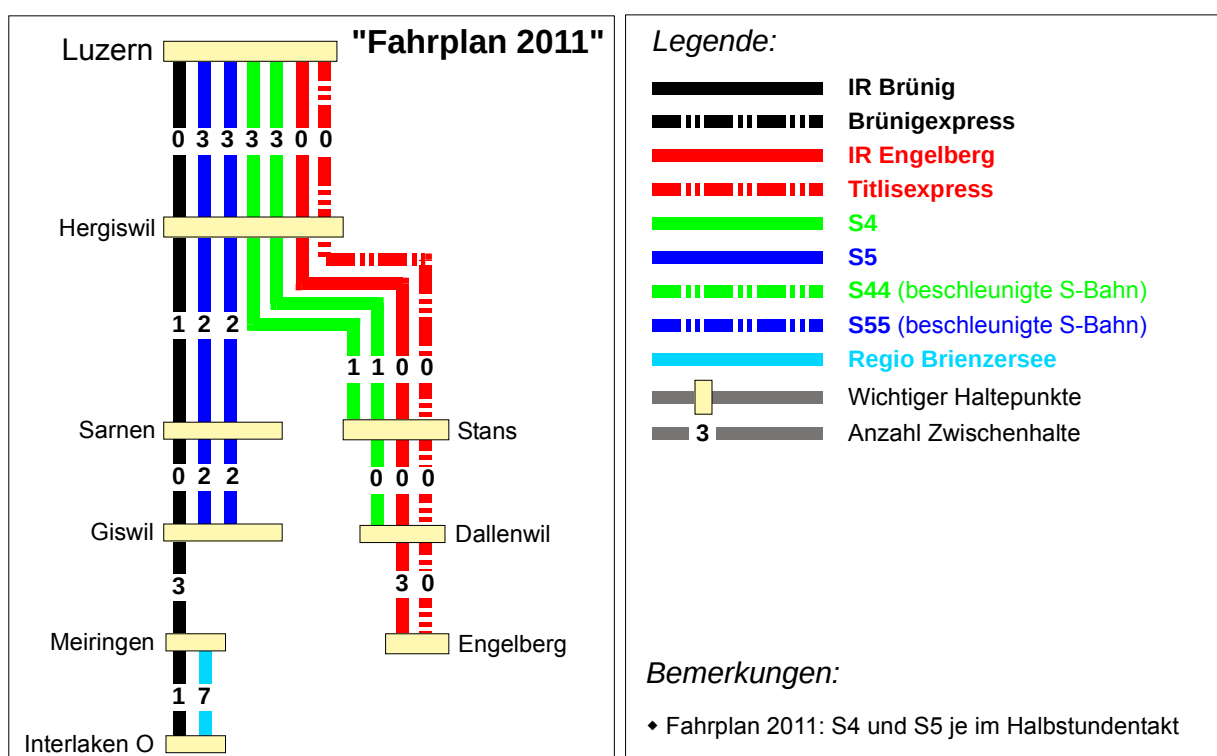


Abbildung A-04: Mengengerüst des Angebotskonzepts „Fahrplan 2011“. Wird zwischen der Inbetriebnahme des „Engelbertunnel“ (Ende 2010) und der Inbetriebnahme der Doppelspur Luzern Steghof – Kriens Mattenhof (Ende 2013) gefahren.

- Anhang A: Abbildung A-05: Liniengrafik „Fahrplan 2011“, Seite Brünig
- Anhang A: Abbildung A-06: Liniengrafik „Fahrplan 2011“ Seite Engelberg.

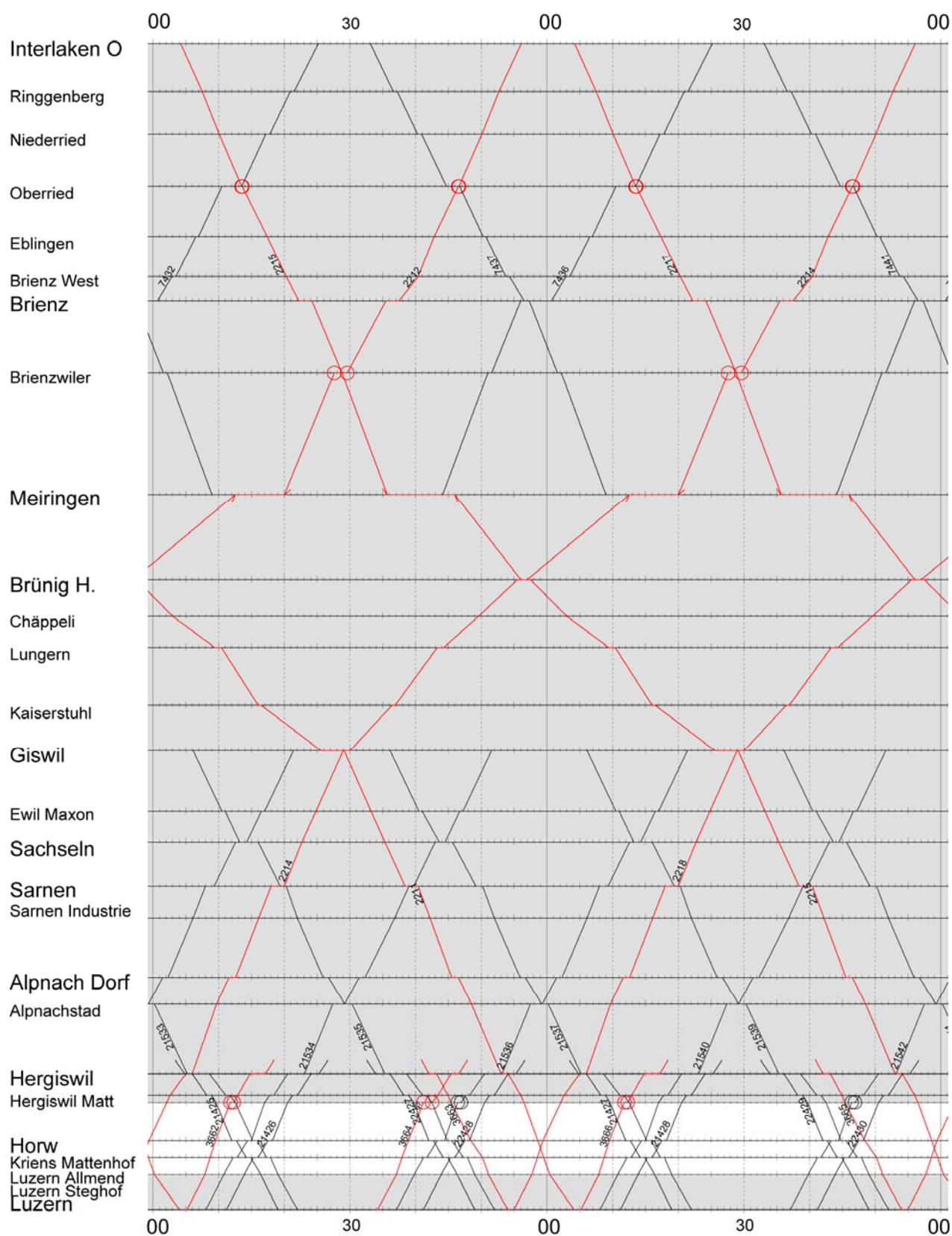


Abbildung A-05: Liniengrafik des Angebotskonzepts „Fahrplan 2011“, Seite Brünig. Inbetriebnahme voraussichtlich Ende 2010.

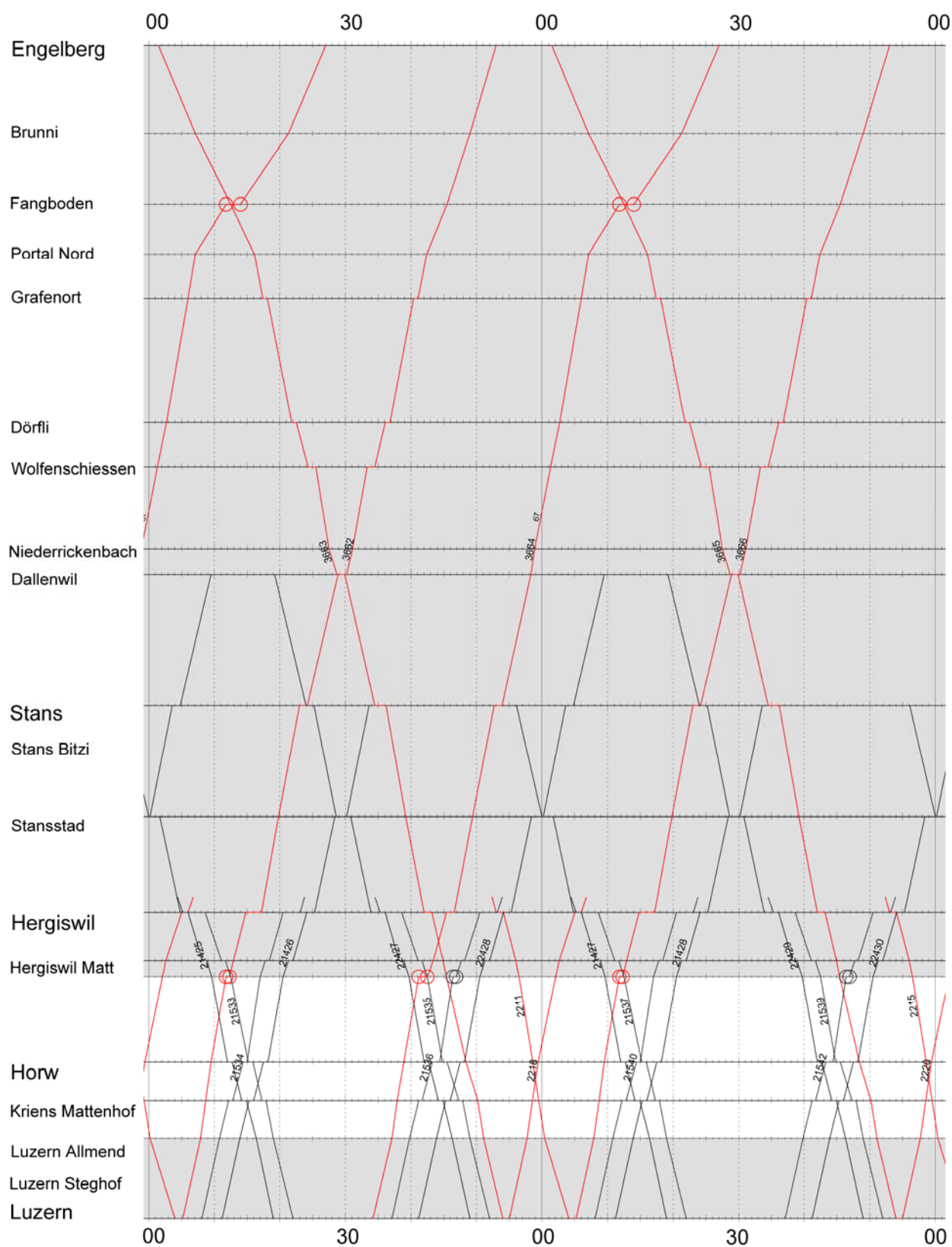


Abbildung A-06: Liniengrafik des Angebotskonzepts „Fahrplan 2011“, Seite Engelberg. Inbetriebnahme voraussichtlich Ende 2010.

Angebotskonzept „Vx“

Angebotskonzept Modul A

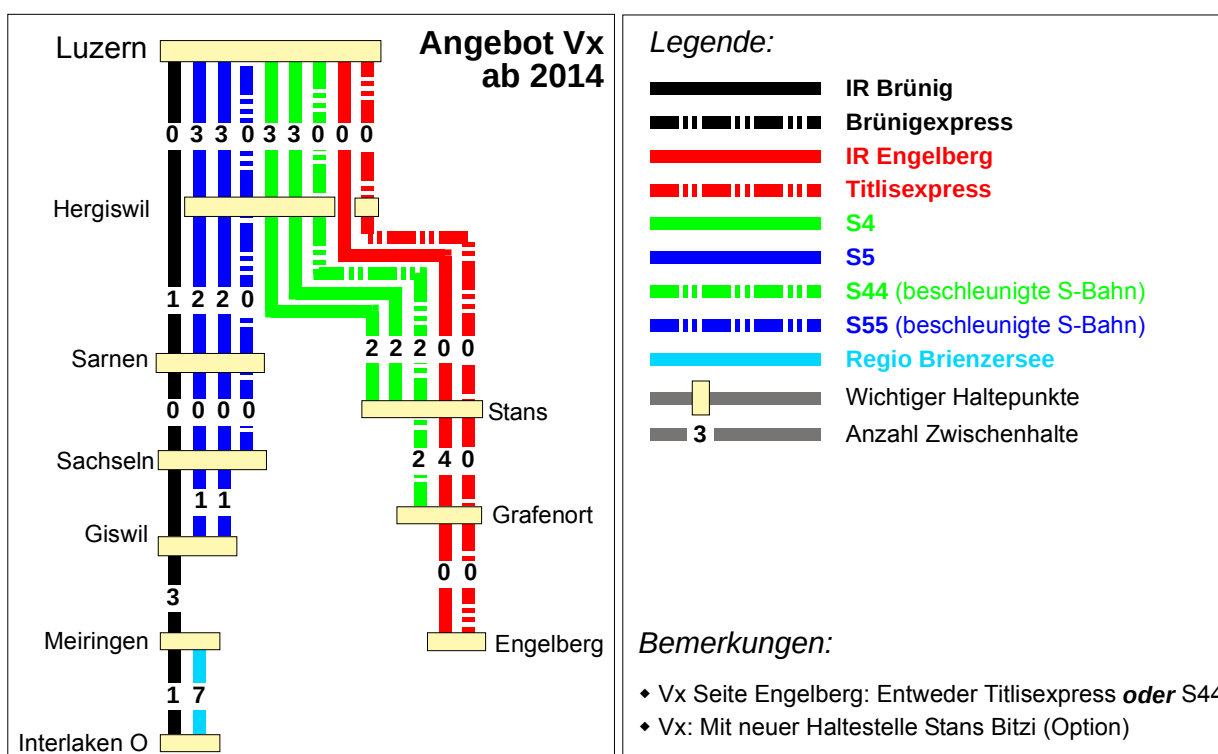


Abbildung A-07: Mengengerüst des Angebotskonzepts „Vx“ sowie des Moduls A. An 2014 Grundlage für den Fahrplan.

- Anhang A: Abbildung A-08: Liniengrafik „Vx“, Modul A, Seite Brünig
- Anhang A: Abbildung A-09: Liniengrafik „Vx“, Modul A, Seite Engelberg, Szenario „Pendler“.
- Anhang A: Abbildung A-10: Liniengrafik „Vx“, Modul A, Seite Engelberg, Szenario „Touristen“

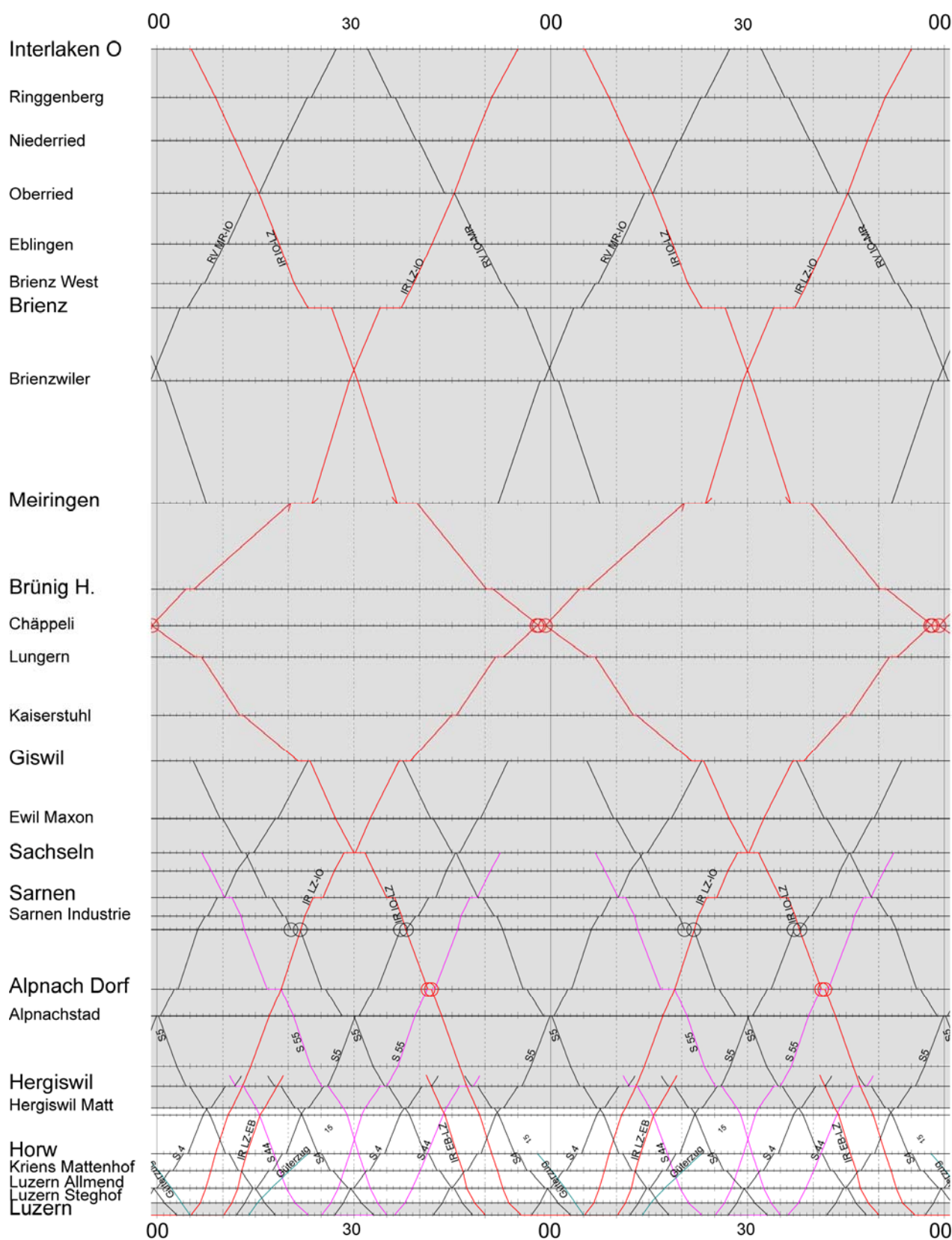


Abbildung A-08: Liniengrafik des Grundangebots von „Vx“ auf der Achse Luzern – Brünig Interlaken Ost. Symmetrischer Halbstundentakt der S5 zwischen Luzern und Giswil.

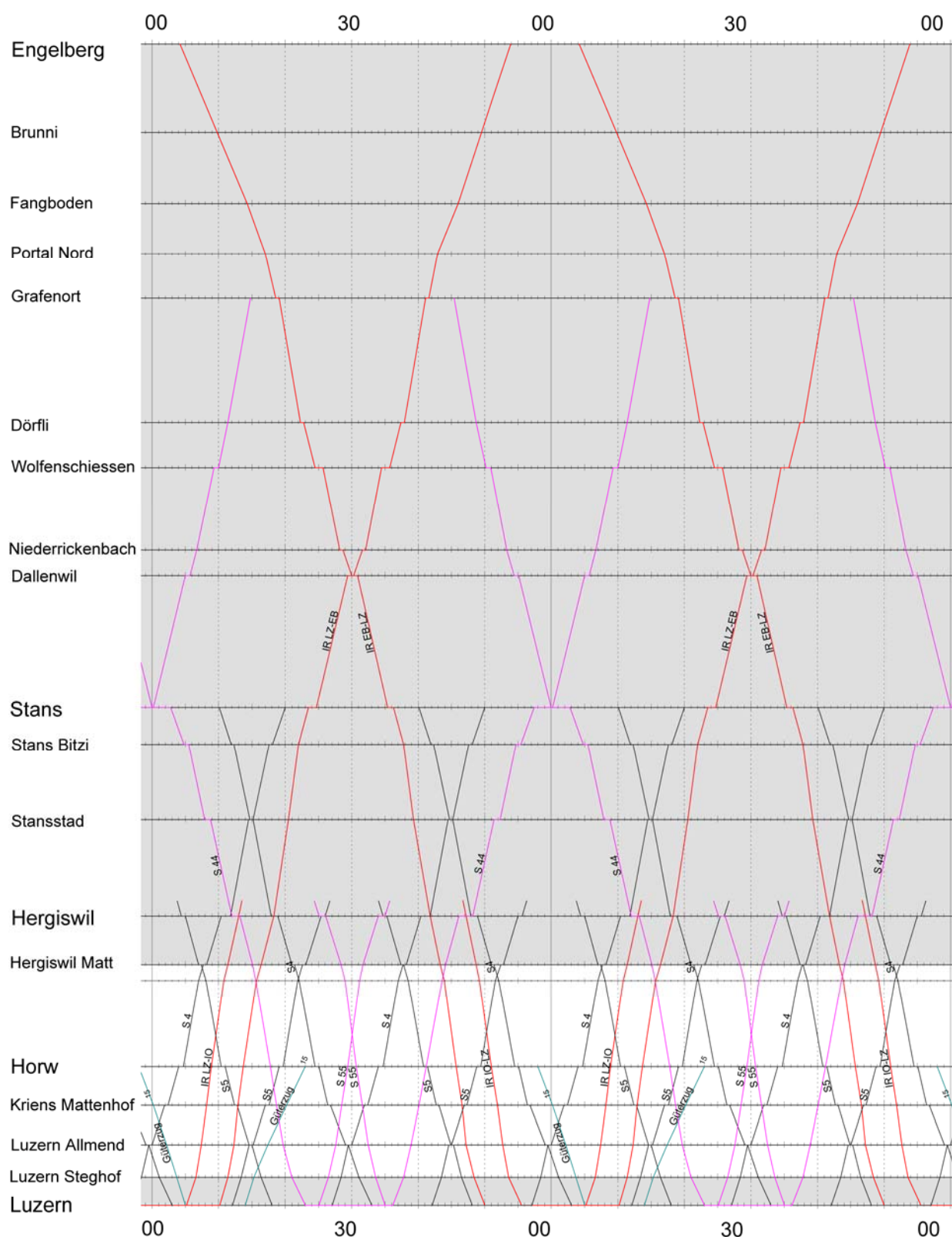


Abbildung A-09: Liniengrafik des Grundangebots von „Vx“ auf der Achse Luzern – Engelberg, Szenario „Pendler“. Der IR Engelberg hält im S-Bahnbereich nur in Hergiswil und in Stans und ist um 15 Minuten oder etwas mehr als 24% schneller als heute.

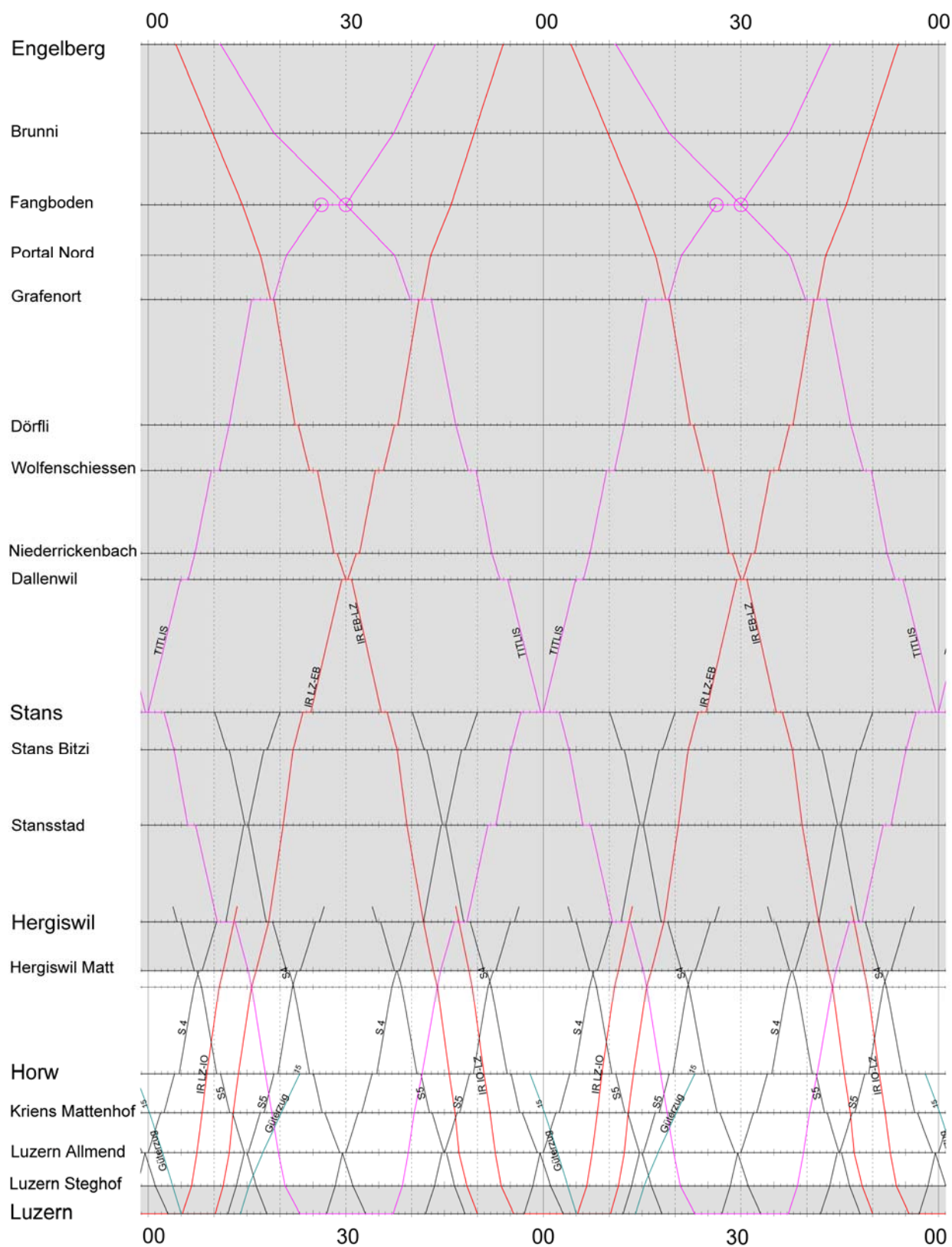


Abbildung A10: Liniengrafik des Grundangebots von „Vx“ auf der Achse Luzern – Engelberg, Szenario „Touristen“. Der IR Engelberg verkehrt im Halbstundentakt.

Angebotskonzept Modul B

Ausbau „Touristen“

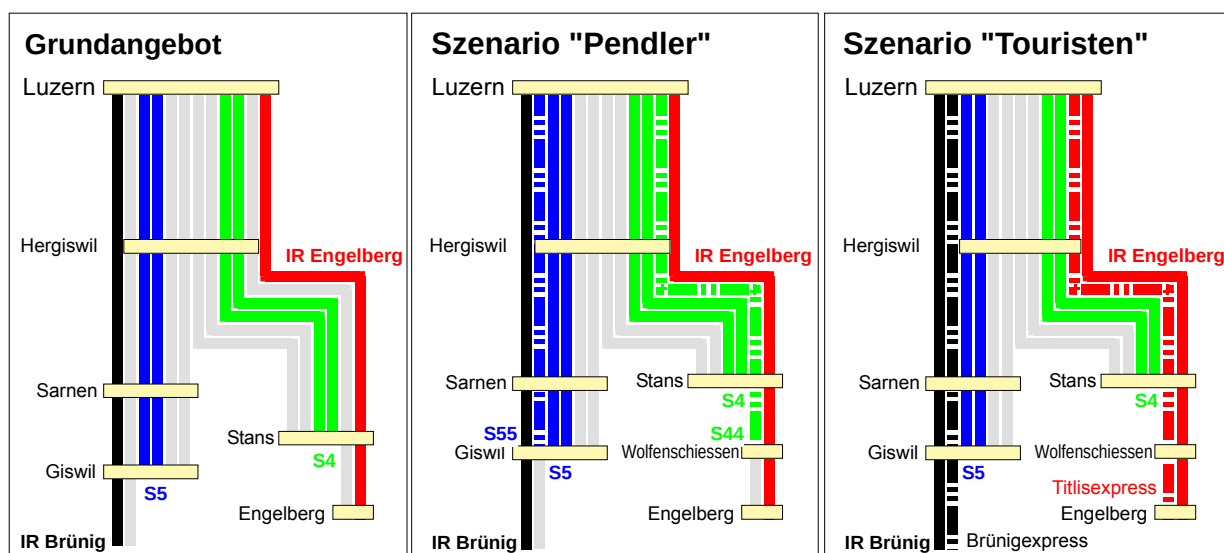


Abbildung A-11: Mengengerüst des Moduls B der „Zentralbahn 2030“. Beim Szenario „Pendler“ (links) verkehrt stündlich eine S44 nach Wolfenschiessen, resp. eine S55 nach Giswil. Diese beiden S-Bahnen benützen das gleiche Fahrplantrasse wie der Titlisexpress resp. der Brünigexpress an den Wochenenden (Szenario „Touristen“ – rechts).

Abbildung A-12: Grundangebot, Seite Brünig

Abbildung A-13: Grundangebot mit Zusatzangebot mit Szenario „Pendler“ Seite Brünig.

Abbildung A-14: Grundangebot mit Zusatzangebot mit Szenario „Touristen“ Seite Brünig.

Abbildung A-15: Grundangebot Seite Engelberg.

Abbildung A-16: Grundangebot mit Zusatzangebot mit Szenario „Pendler“ Seite Engelberg.

Abbildung A-17: Grundangebot mit Zusatzangebot mit Szenario „Touristen“ Seite Engelberg.

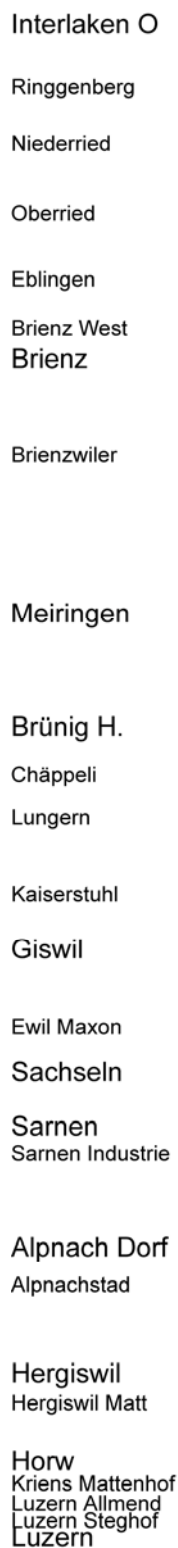


Abbildung A-12: Liniengrafik „Zentralbahn 2030“, Modul B: Grundangebot, Seite Brünig.

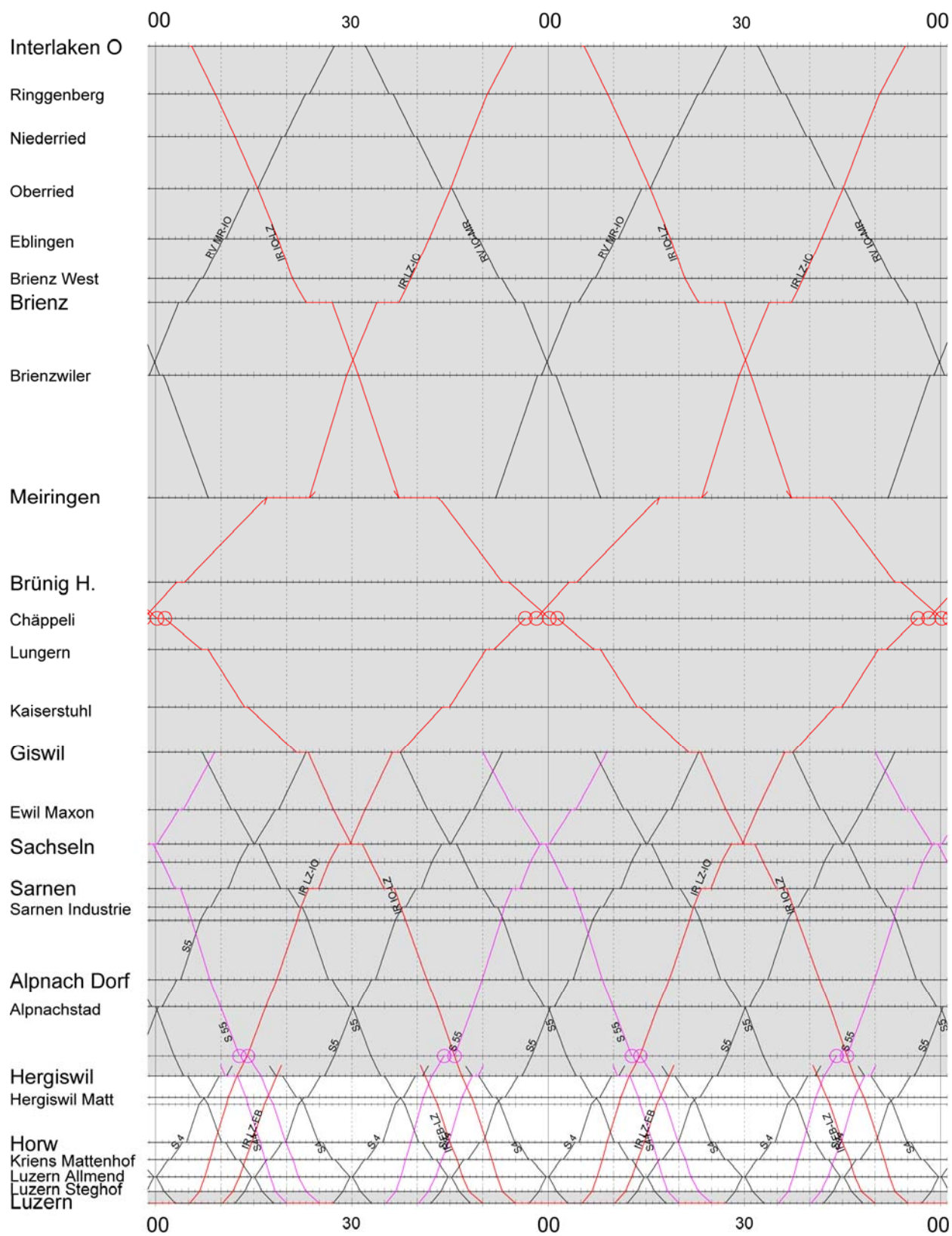


Abbildung A-13: Liniengrafik Zentralbahn 2030, Modul B: Grundangebot mit Szenario „Pendler“ Seite Brünig.

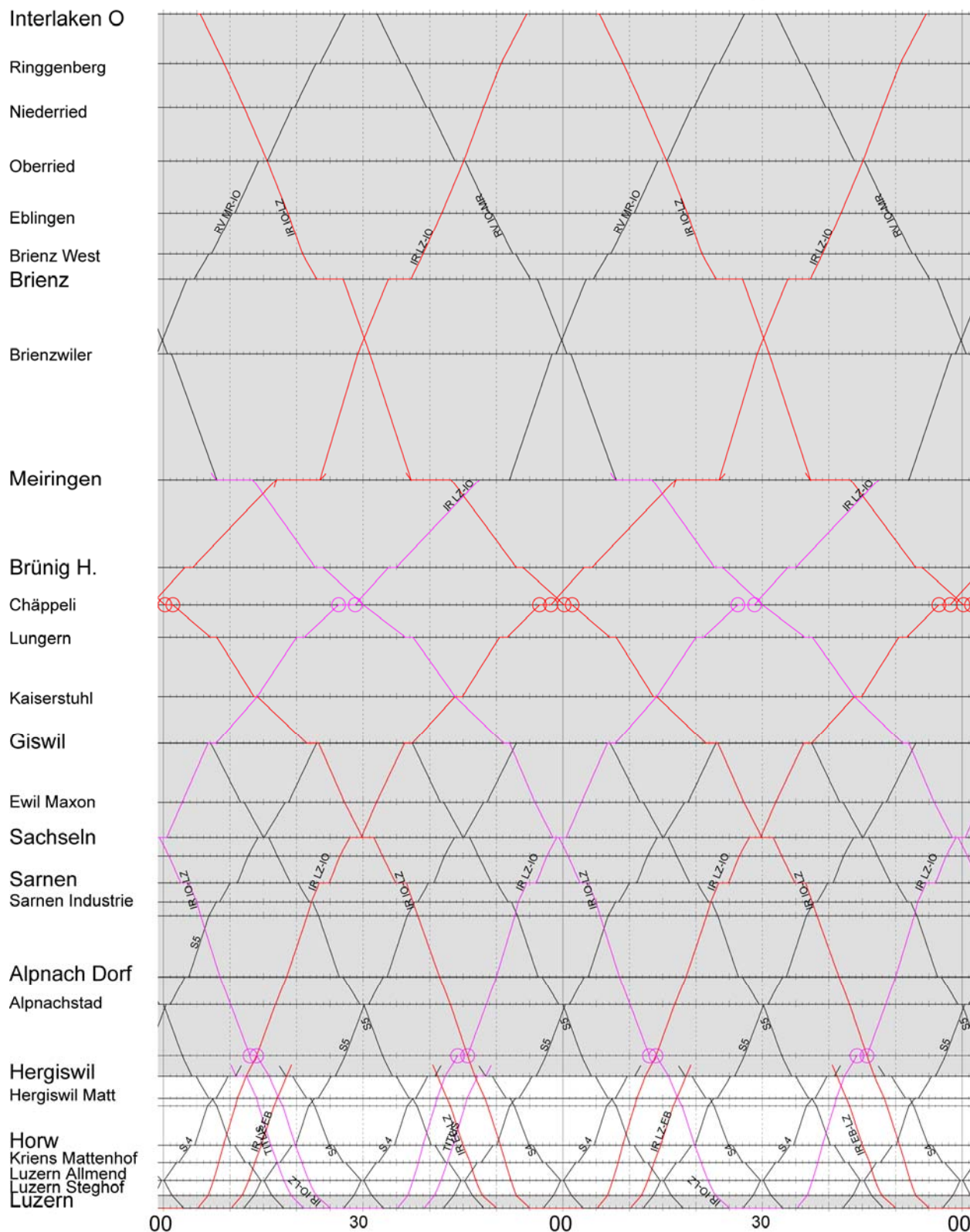


Abbildung A-14: Liniengrafik Zentralbahn 2030, Modul B: Grundangebot mit Szenario „Touristen“ Seite Brünig.

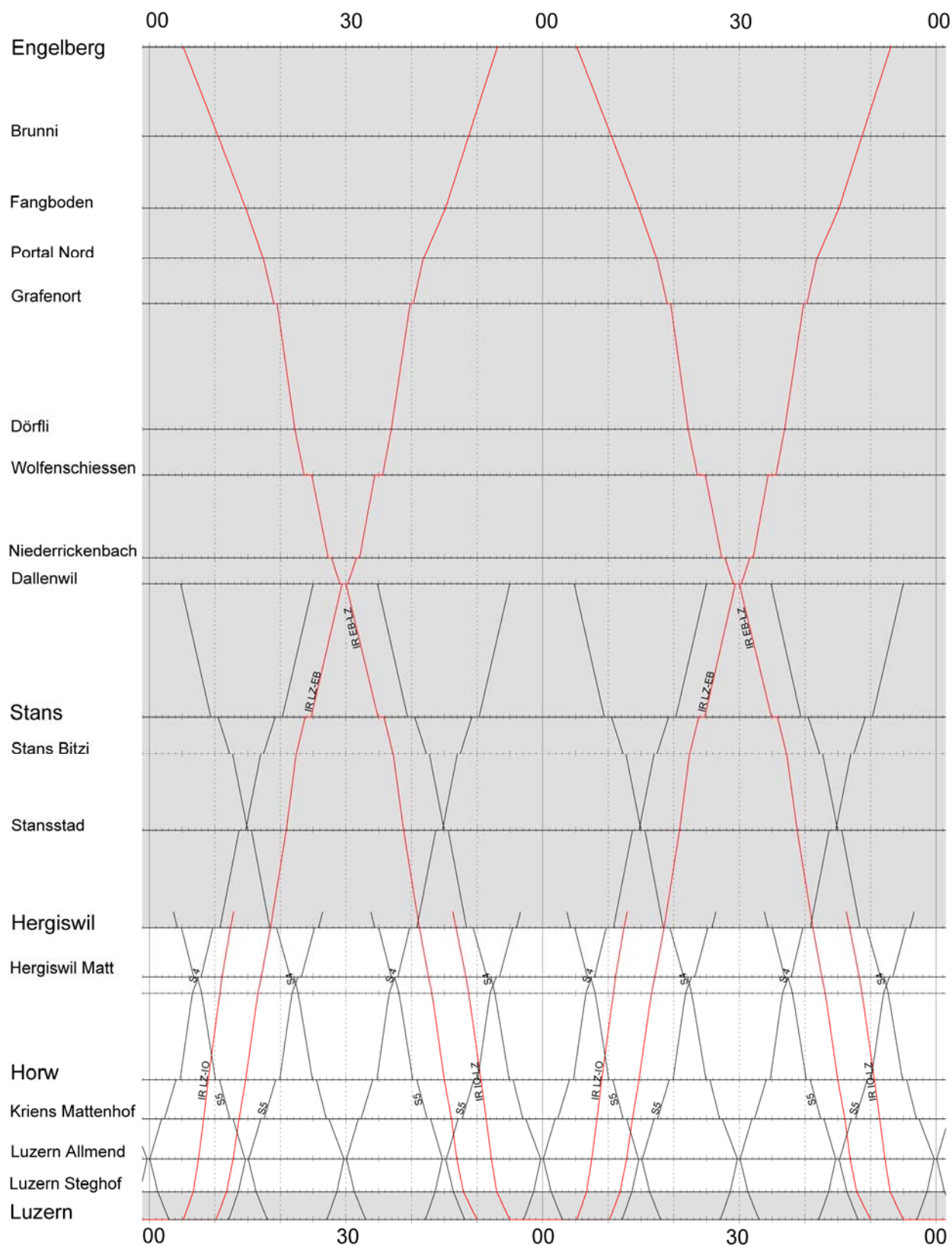


Abbildung A-15: Liniengrafik Zentralbahn 2030, Modul B: Grundangebot Seite Engelberg.

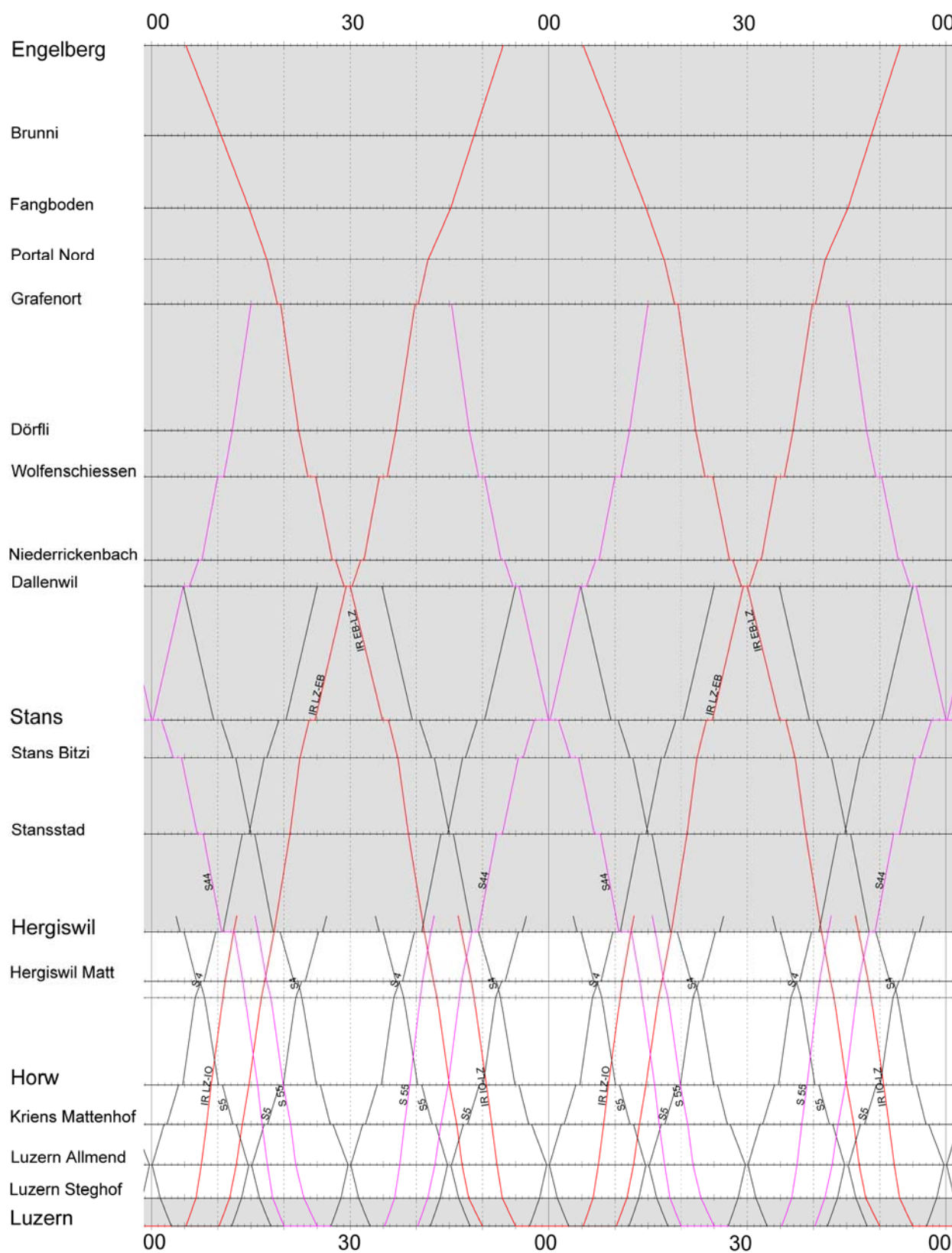


Abbildung A-16: Liniengrafik Zentralbahn 2030, Modul B: Grundangebot mit Szenario „Pendler“ Seite Engelberg.

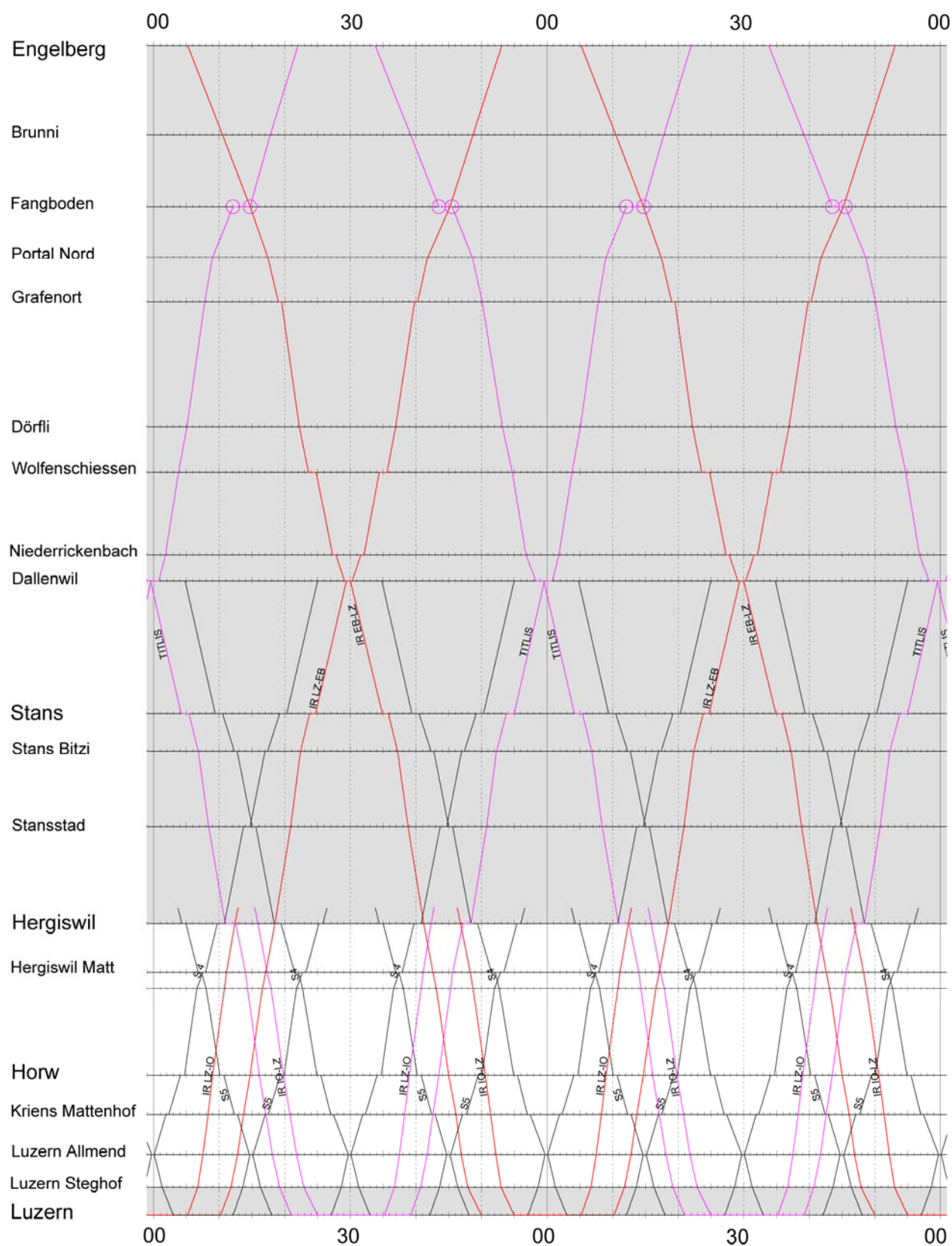


Abbildung A-17: Liniengrafik Zentralbahn 2030, Modul B: Grundangebot mit Szenario „Touristen“ Seite Engelberg.

Angebotskonzept Modul C

Ausbau „Pendler“

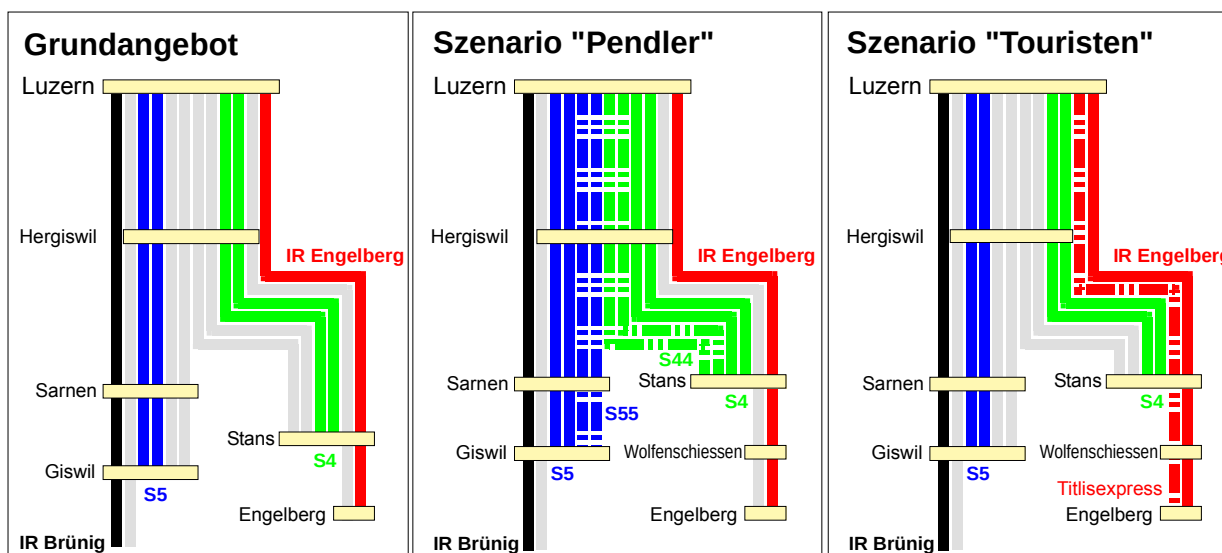


Abbildung A-18: Mengengerüst des Moduls C. Der Grundtakt entspricht unverändert dem Angebotskonzept „Vx“. Beim Szenario „Pendler“ (Spitzenverkehr) verkehren zusätzlich zu S4 und S5 die beschleunigten S-Bahnen S44 und S55. An den Wochenenden wird der Grundtakt gefahren; Nach Engelberg kann der „Titlisexpress“ geführt werden.

Abbildung A-19: Grundangebot, und Szenario „Touristen“, Seite Brünig (beide Angebote identisch)

Abbildung A-20: Grundangebot mit Zusatzangebot mit Szenario „Pendler“ Seite Brünig.

Abbildung A-21: Grundangebot Seite Engelberg

Abbildung A-22: Grundangebot mit Zusatzangebot mit Szenario „Pendler“ Seite Engelberg.

Abbildung A-23: Grundangebot mit Zusatzangebot mit Szenario „Touristen“ Seite Engelberg

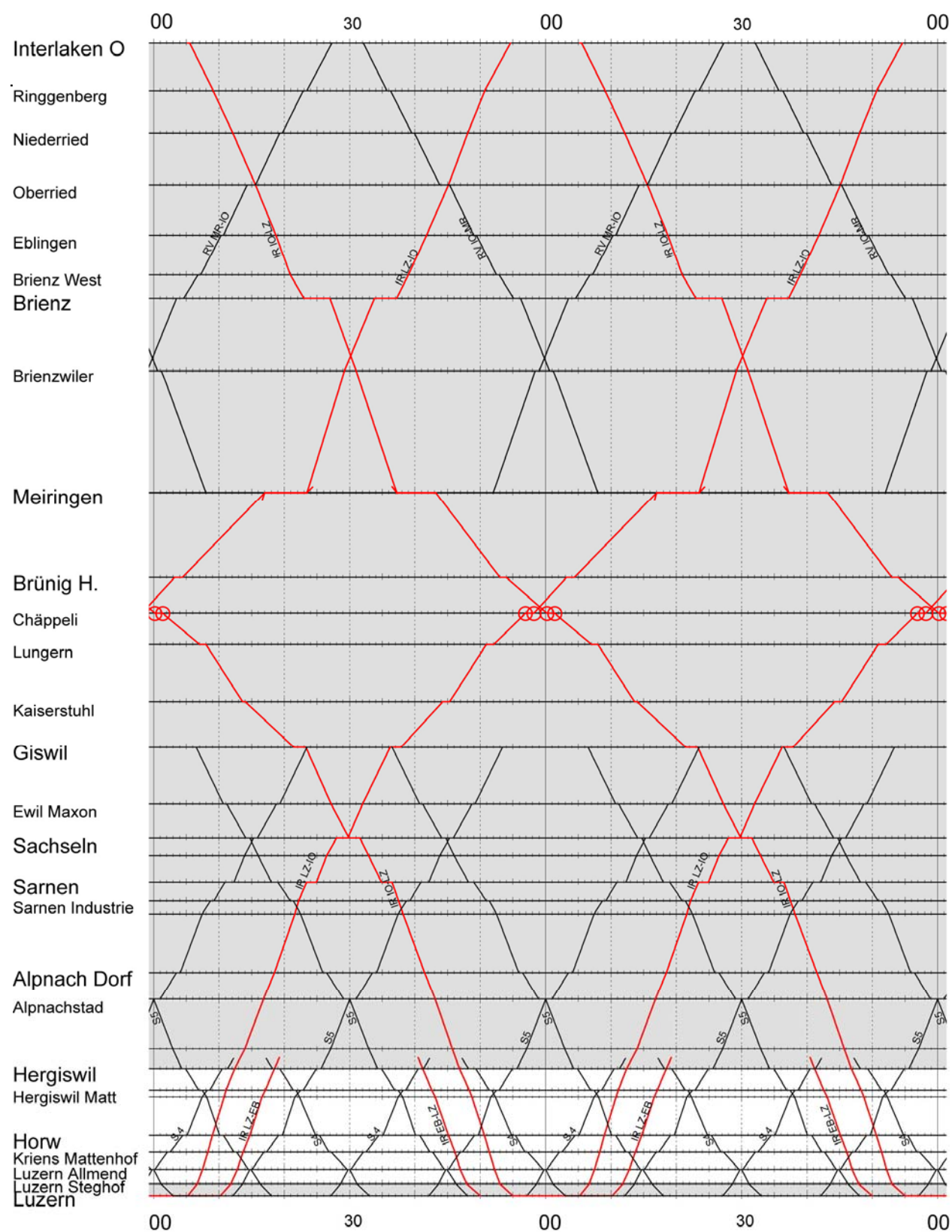


Abbildung A-19: Liniengrafik Zentralbahn 2030, Modul C: Grundangebot, wie auch Szenario „Touristen“, Seite Brünig.

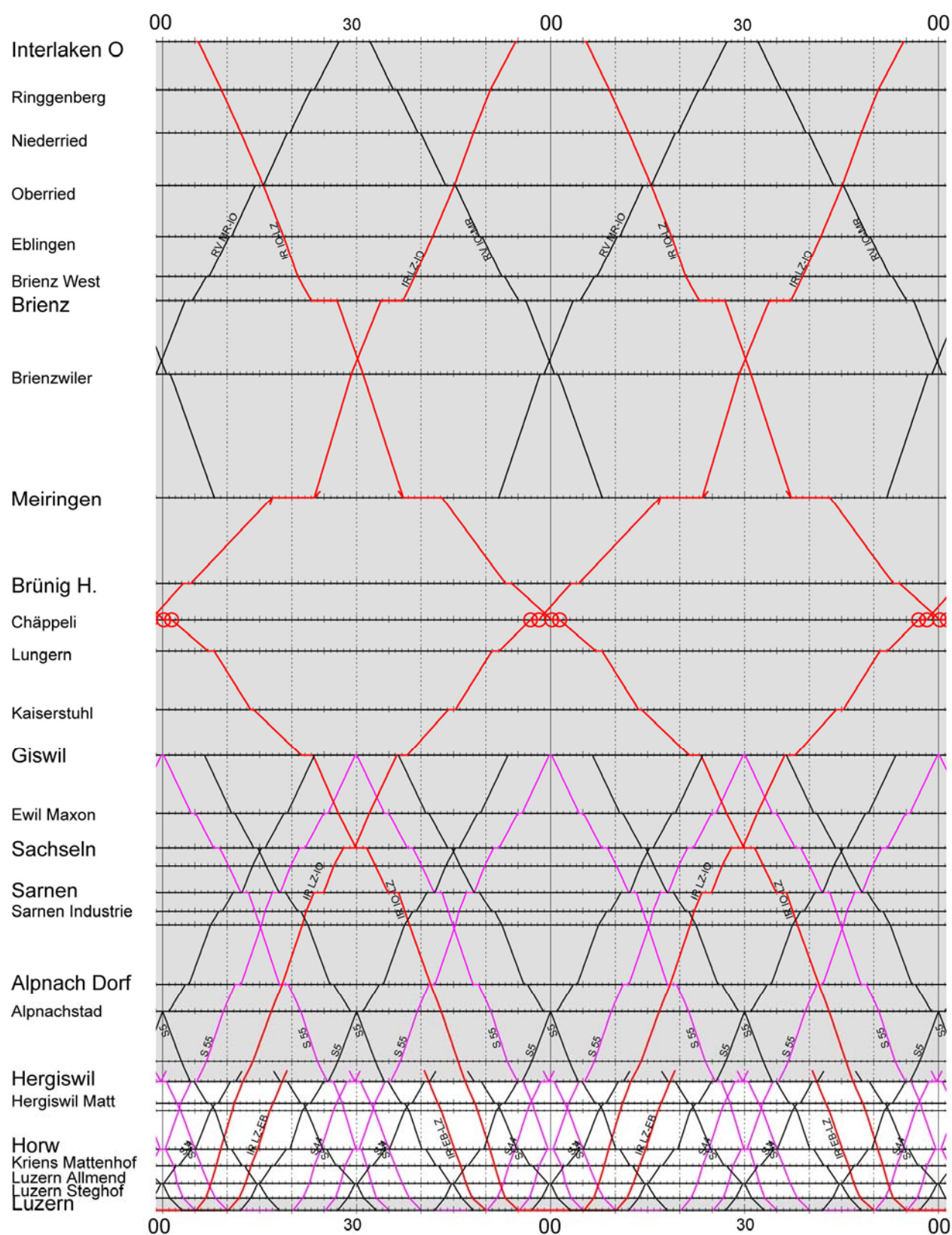


Abbildung A-20: Liniengrafik Zentralbahn 2030, Modul C; Szenario „Pendler“, Seite Brünig.

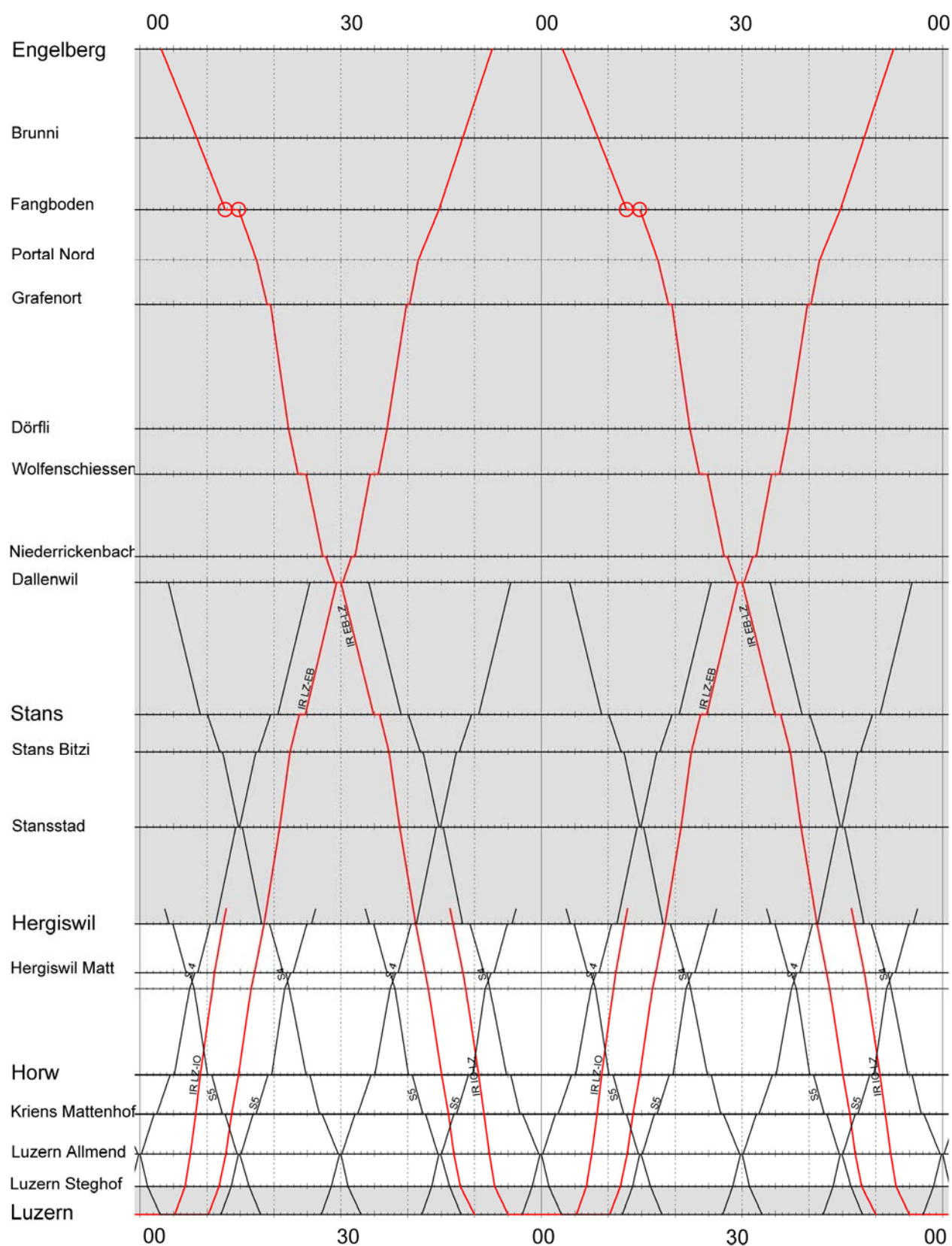


Abbildung A-21: Liniengrafik Zentralbahn 2030, Modul C: Grundangebot, Seite Engelberg.

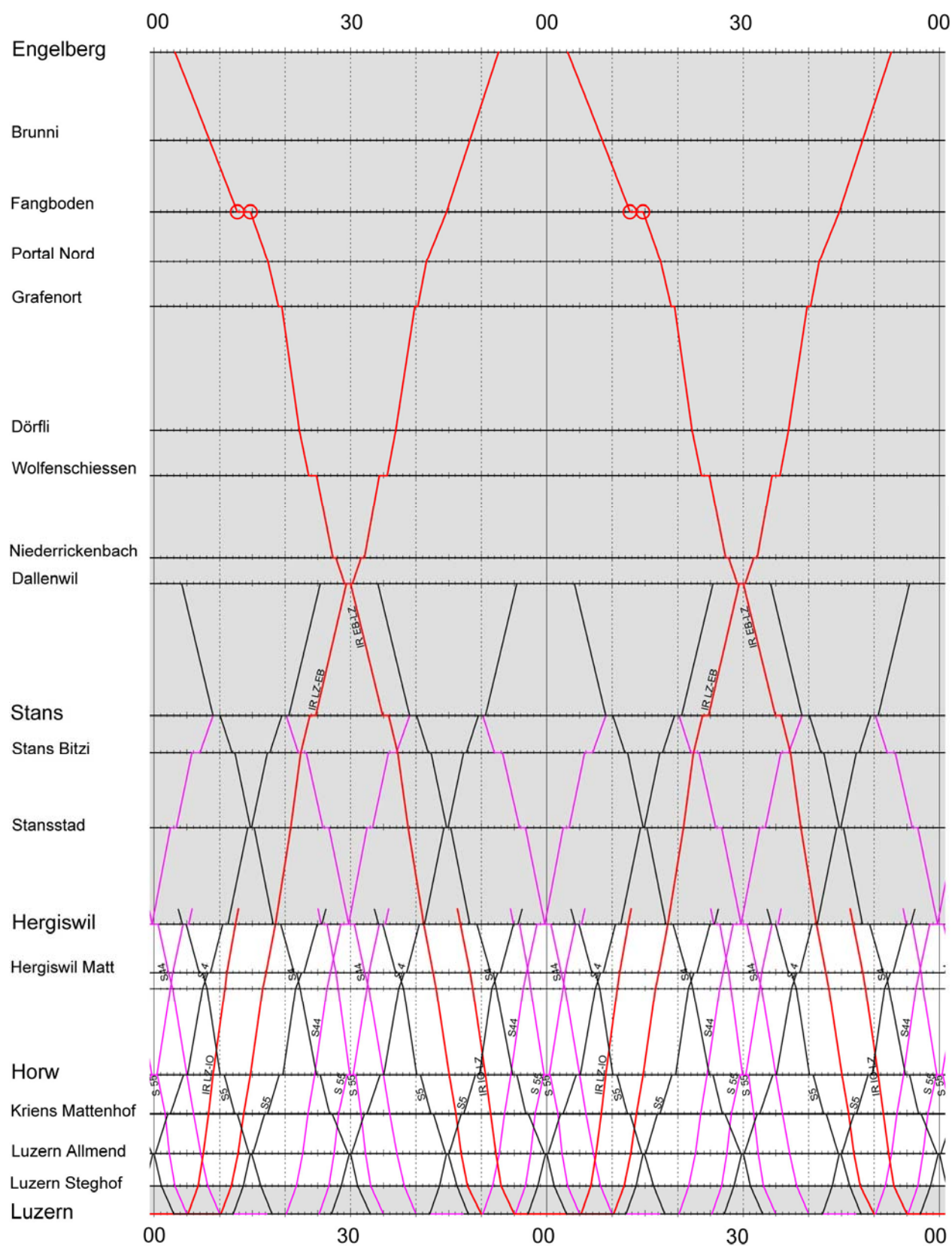


Abbildung A-22: Liniengrafik Zentralbahn 2030, Modul C: Szenario „Pendler“, Seite Engelberg.

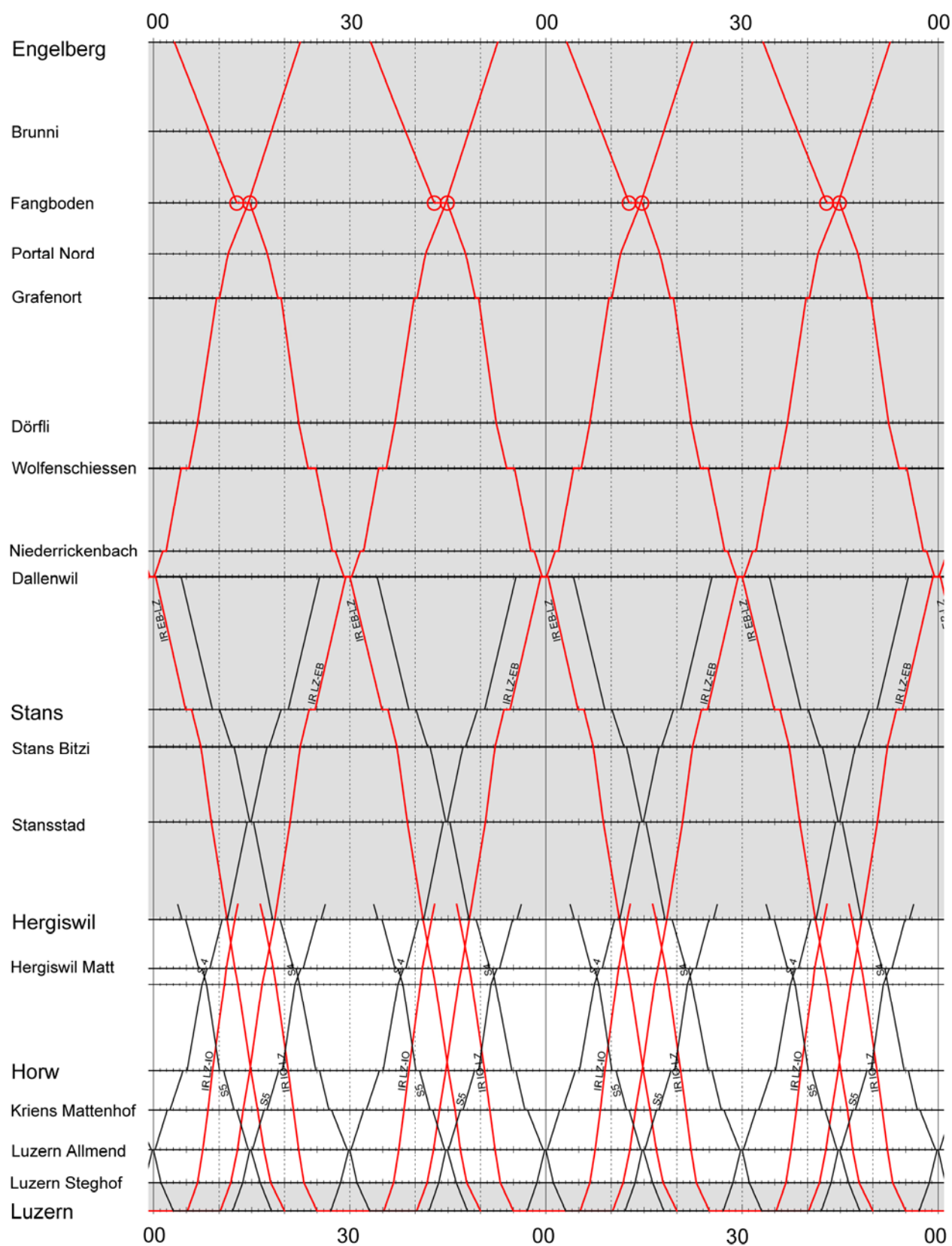


Abbildung A-23: Liniengrafik Zentralbahn 2030, Modul C, Szenario „Touristen“, Seite Engelberg.

Angebotskonzept Modul D

Ausbau „Pendler & Touristen“

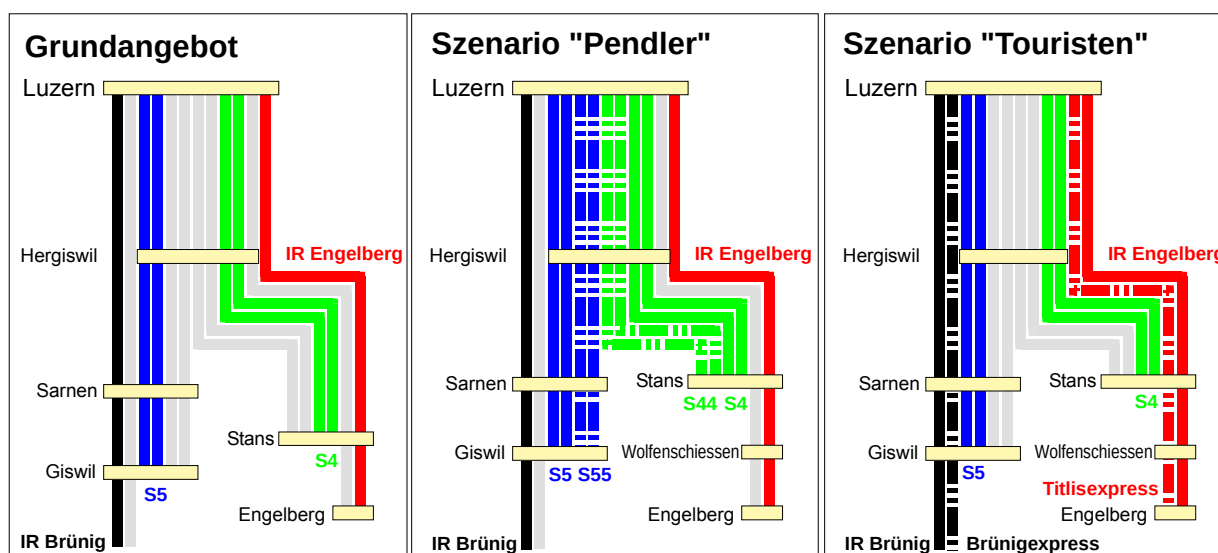


Abbildung A-24: Mengengerüst des „Grundangebots“ (links), sowie der Szenarien „Pendler“ (Mitte) und „Touristen“ (rechts) des Moduls D.

- Abbildung A-25: Modul D: Szenario „Pendler“ Seite Brünig.
- Abbildung A-26: Modul D: Szenario „Touristen“ Seite Brünig.
- Abbildung A-27: Modul D: Szenario „Pendler“ + „Touristen“ (alle Züge), Seite Brünig
- Abbildung A-28: Modul D: Szenario „Pendler“ Seite Engelberg.
- Abbildung A-29: Modul D: Szenario „Touristen“ Seite Engelberg
- Abbildung A-30: Modul D: Szenario „Pendler“ + „Touristen“ (alle Züge), Seite Engelberg

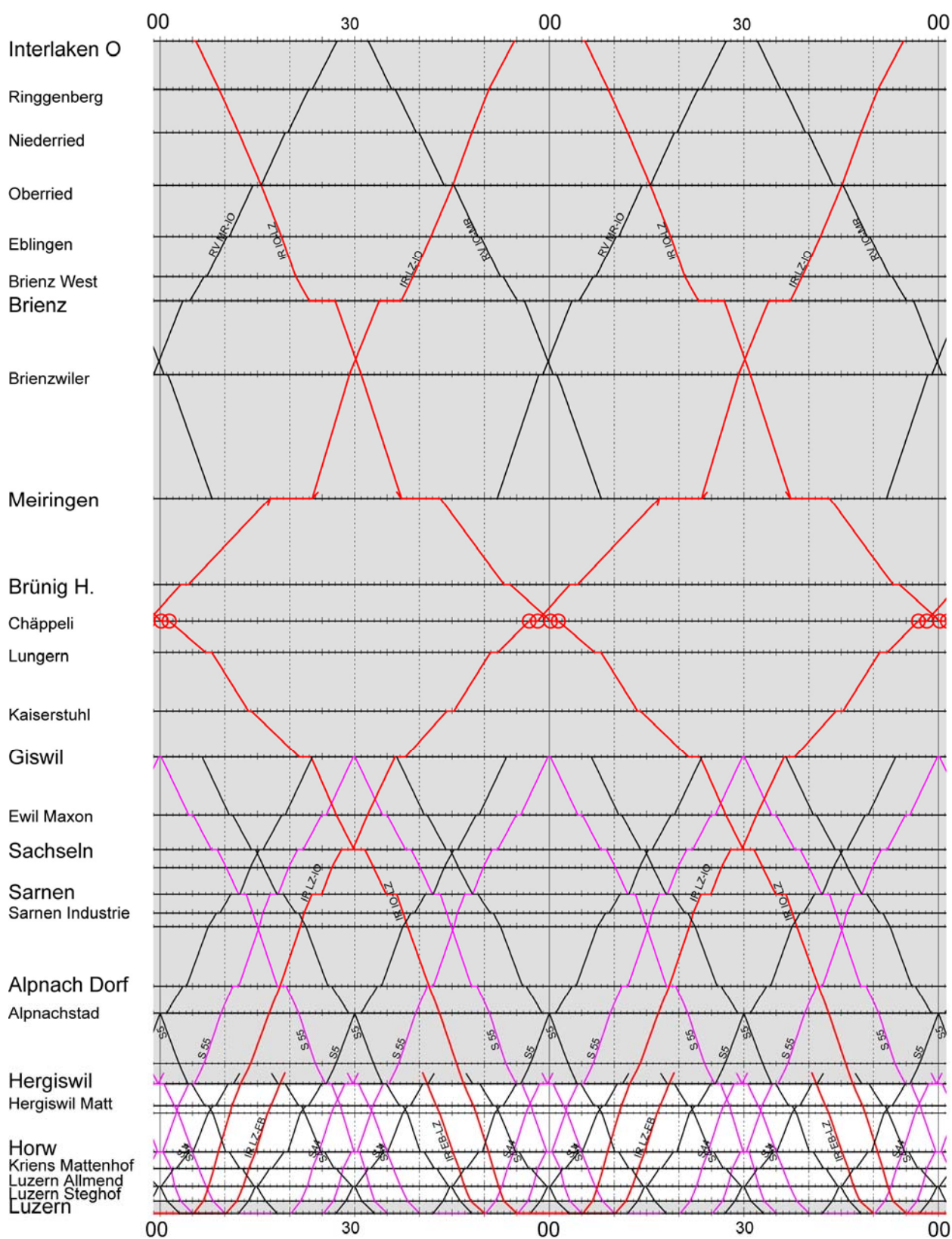


Abbildung A-25: Liniengrafik „Zentralbahn 2030“, Modul D, Szenario „Pendler“, Seite Brünig.

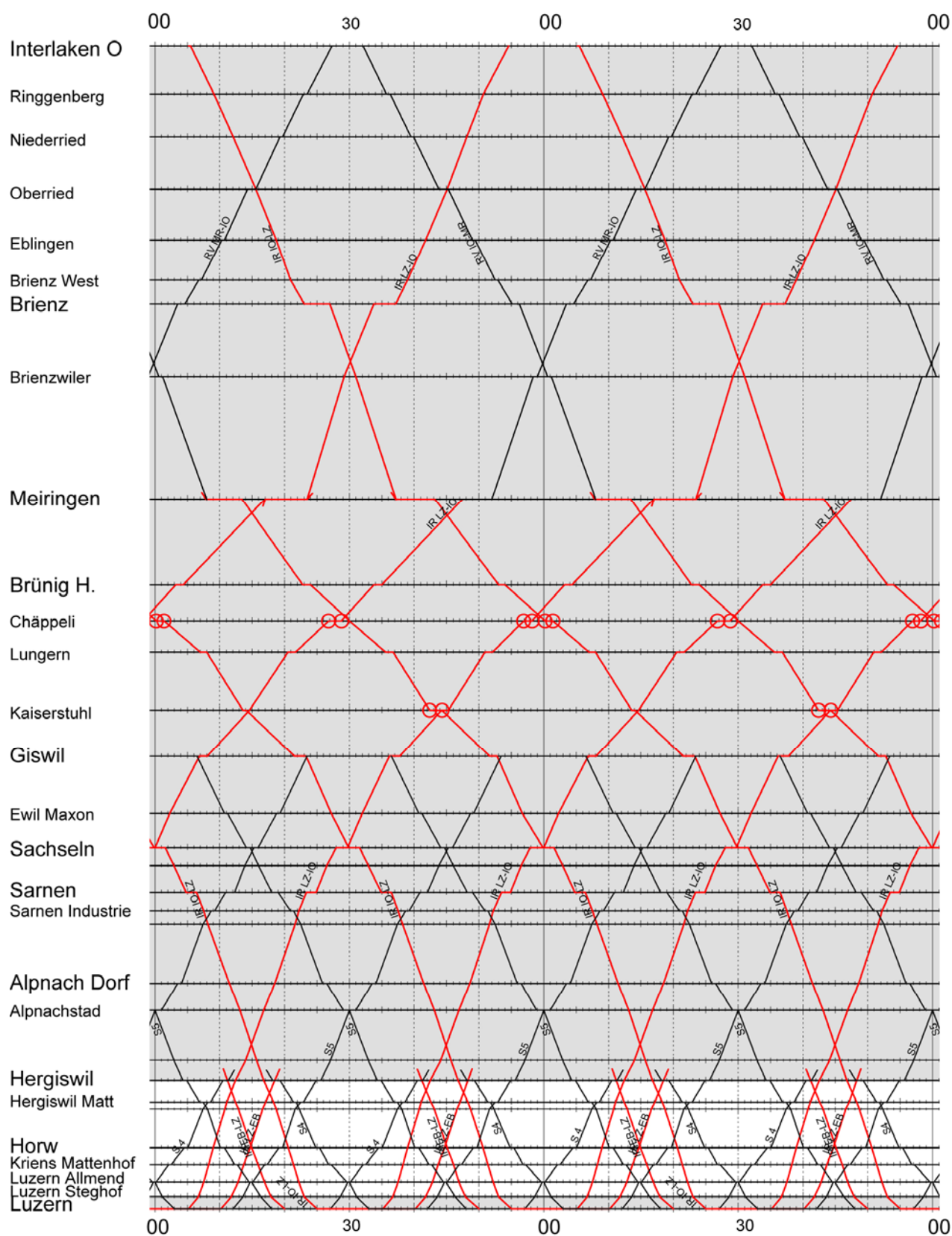


Abbildung A-26: Liniengrafik Zentralbahn 2030, Modul D: Szenario „Touristen“, Seite Brünig..

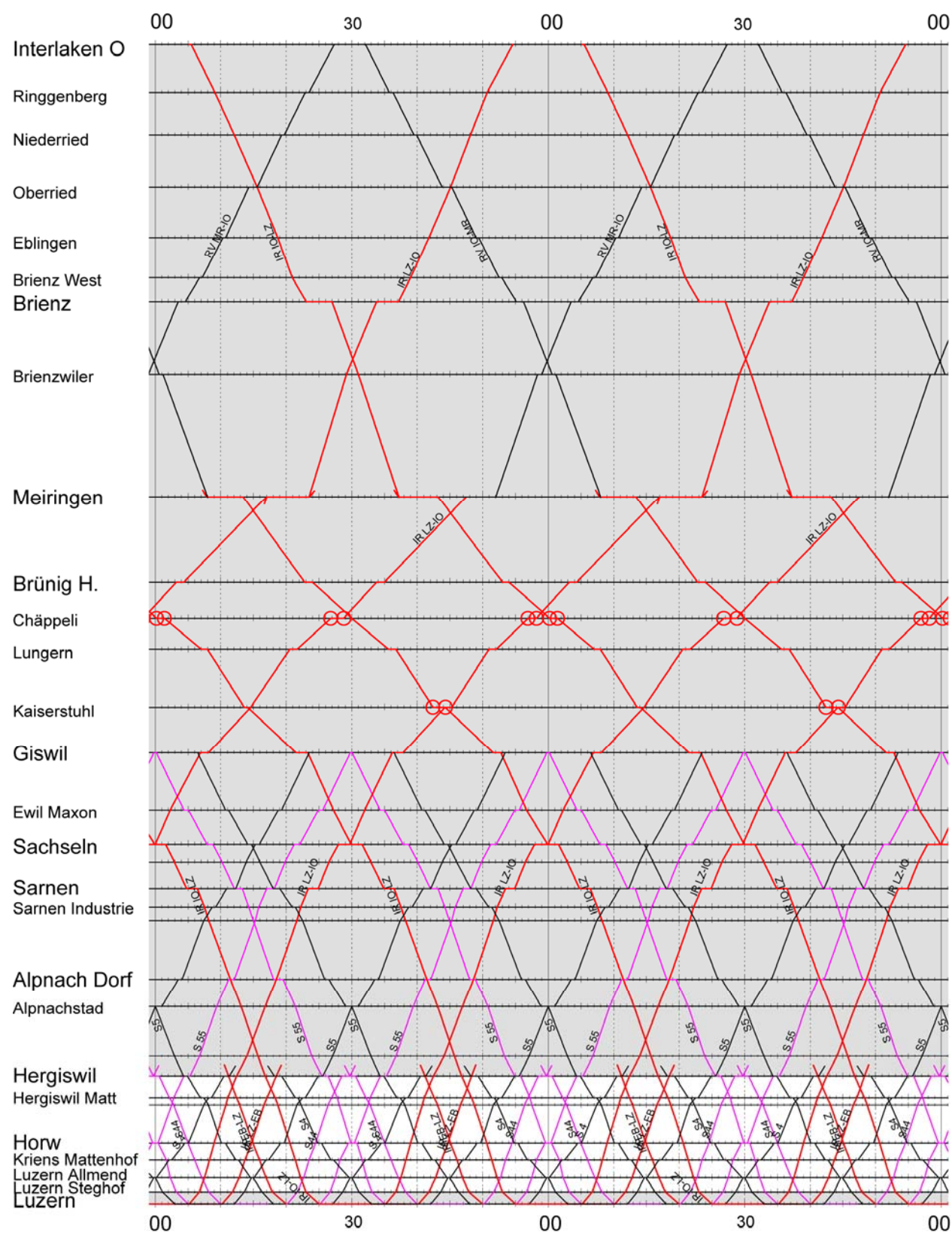


Abbildung A-27: Liniengrafik „Zentralbahn 2030“, Modul D, Szenario „Pendler“ & „Touristen“ (alle Züge), Seite Brünig.

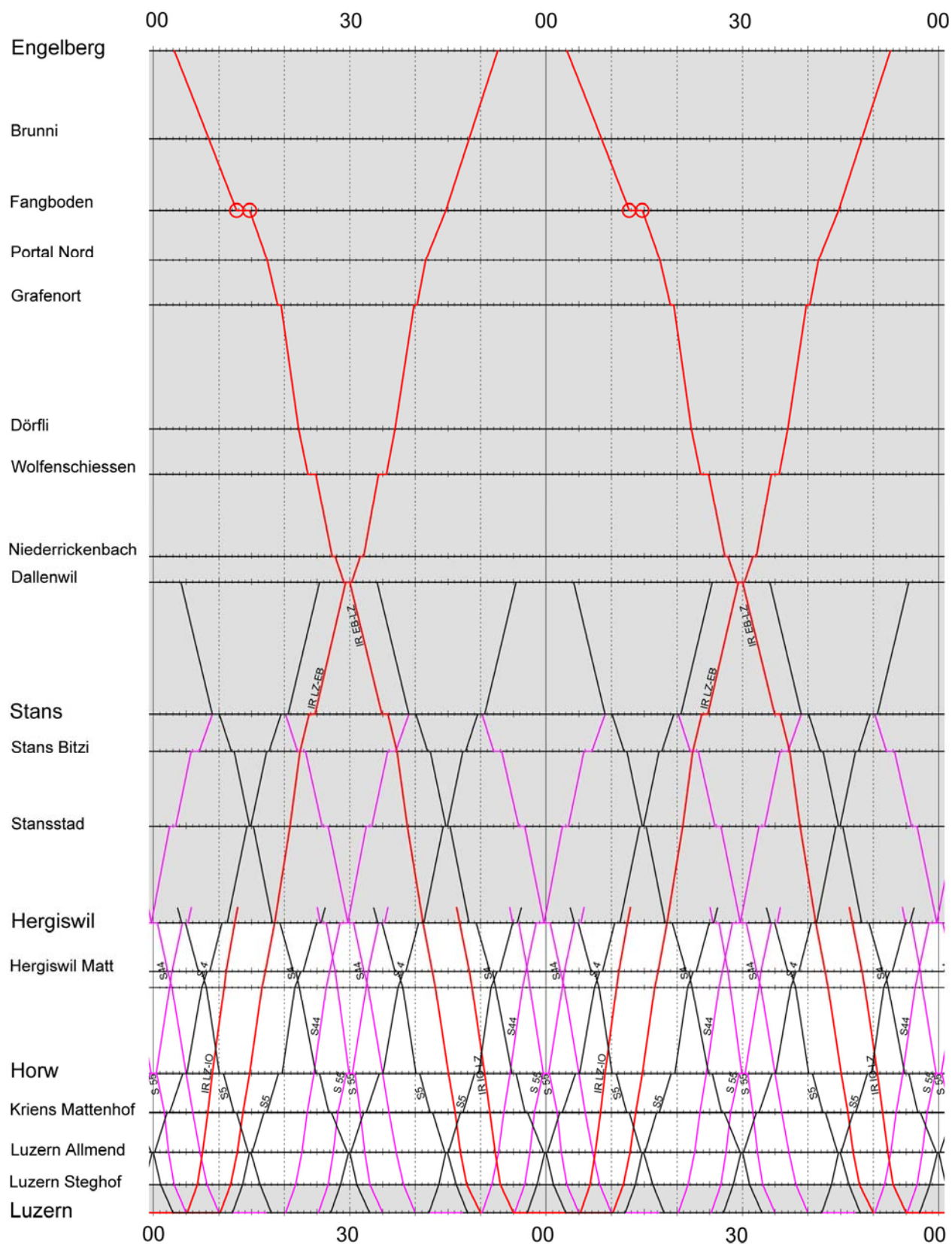


Abbildung A-28: Liniengrafik „Zentralbahn 2030“, Modul D, „Pendler“, Seite Engelberg.

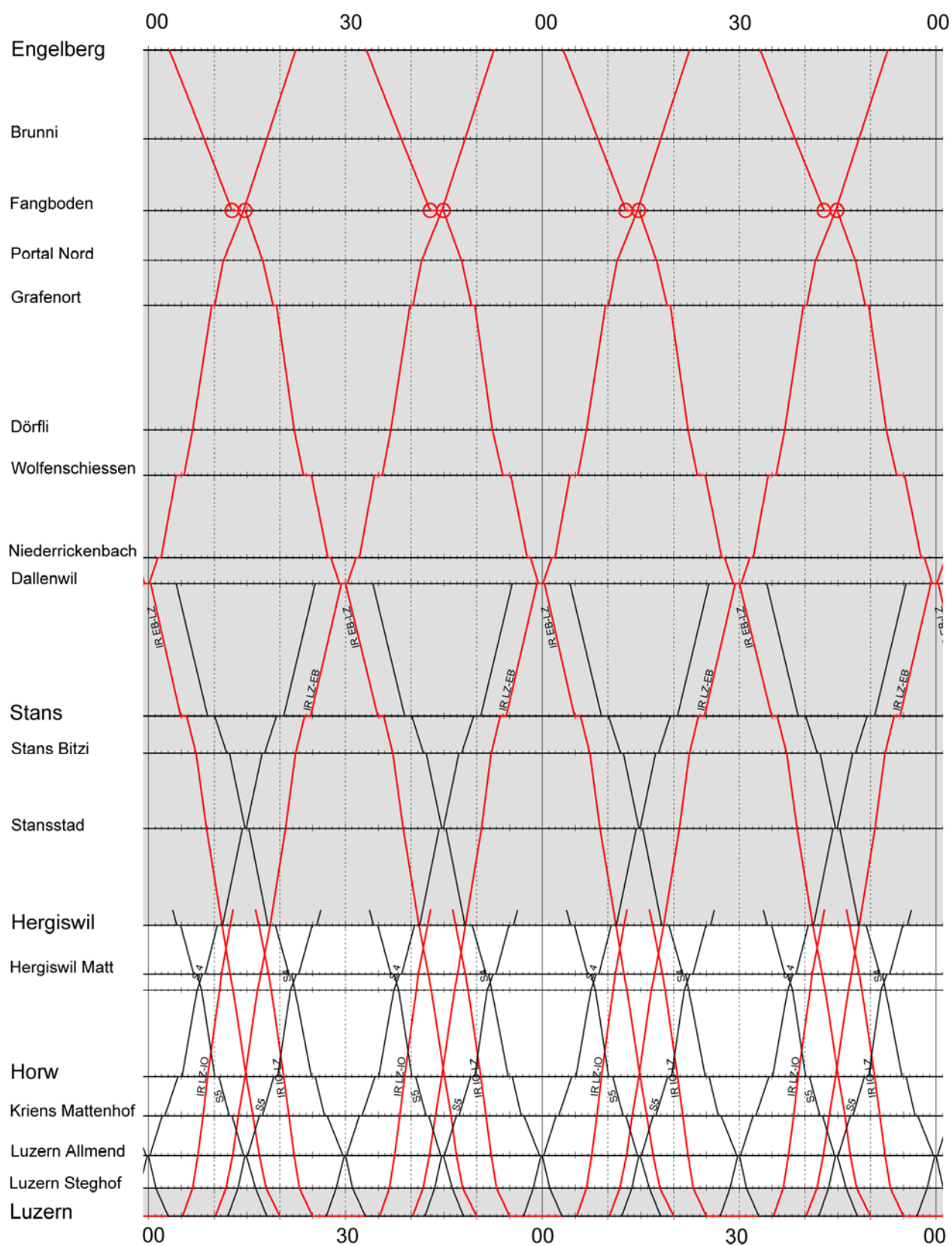


Abbildung A-29: Liniengrafik „Zentralbahn 2030“, Modul D „Touristen“, Seite Engelberg.

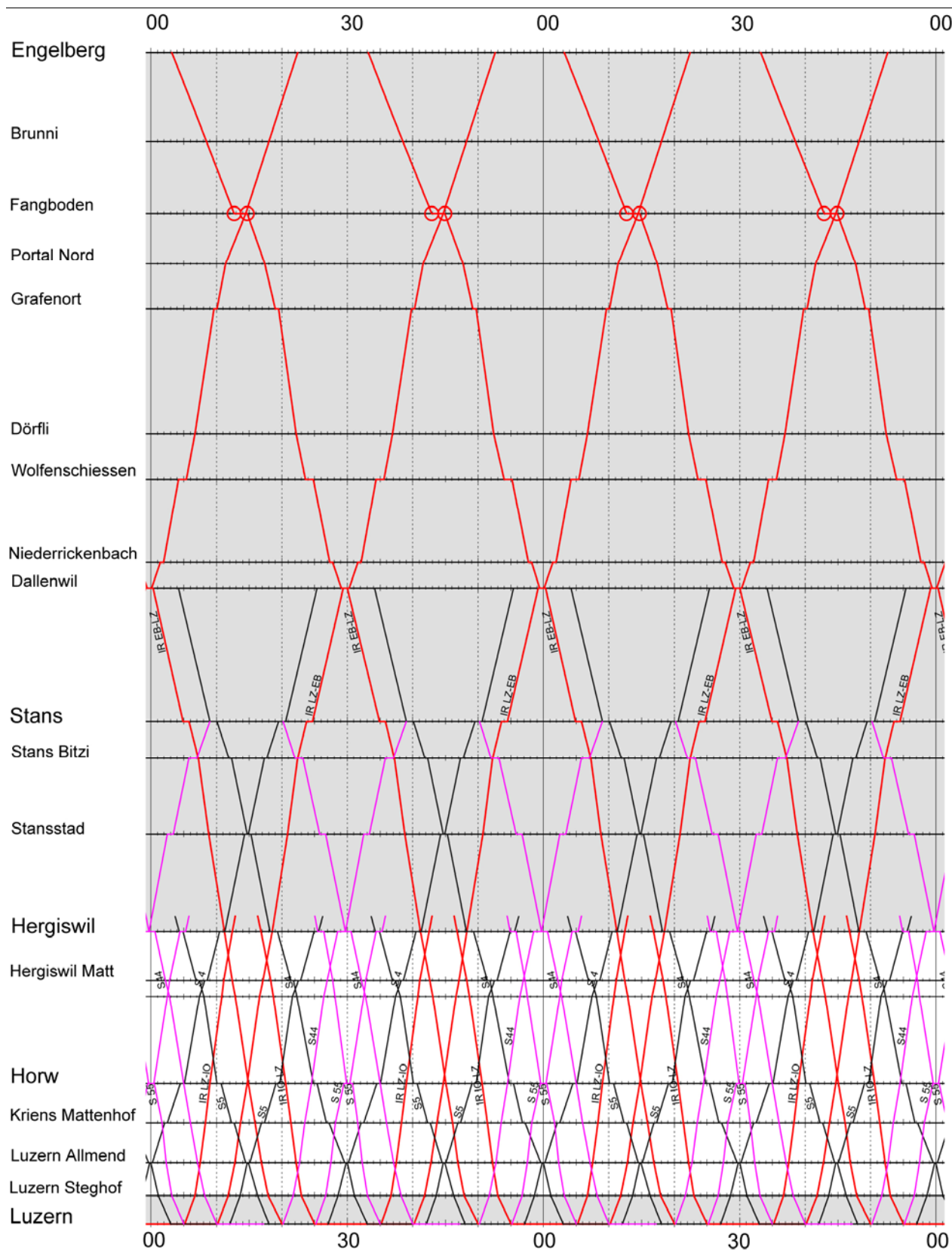


Abbildung A-30: Liniengrafik „Zentralbahn 2030“, Modul D, Szenario „Pendler“ & „Touristen“ (alle Züge), Seite Engelberg.

12. Anhang B: Berechnungstabellen

In den Tabellen auf den nächsten sechs Seiten werden die folgenden Parameter der Module A bis D berechnet resp. aufgeführt:

- Zugstunden
- Zugskilometer
- Beförderungsgeschwindigkeit
- Zeitabhängige Kosten
- Distanzabhängige Kosten
- Betriebskosten

Anhang B-01

Angebot: Zentralbahn 2009

Zugsstunden/ Zugskilometer in den Spitzen- und Zwischenstunden

Tag Zug	Strecke	Takt [Min]	Umläufe [Anzahl]	Strecken- länge [km]	Halbe Umlaufzeit [Min]	Geschw. [km/h]	Zugskilometer pro Std [km/Zg-h]
Werktag	IR Brünig, Grundtakt	60 Min	5	73,65	150	29,5	147,30
	IR Brünig, "Brünigexpress"	---	---	73,65	---	---	---
	S5	30 Min	4	28,87	60	28,9	115,48
	S55	---	---	28,87	---	---	---
	IR Engelberg, Grundtakt	60 Min	3	32,75	90	21,8	65,50
	IR Engelberg, "Tiliseexpress"	---	---	32,75	---	---	---
	S4	60 Min	2	14,17	60	14,2	28,34
	S44	---	---	21,25	---	---	---
	RV Brienzsee	60 Min	2	28,56	60	28,6	57,12
	Total Werktag						
							413,74
Samstag/Sonntag	IR Brünig, Grundtakt	60 Min	5	73,65	150	29,5	147,30
	IR Brünig, "Brünigexpress"	---	---	73,65	---	---	---
	S5	30 Min	4	28,87	60	28,9	115,48
	S55	---	---	28,87	---	---	---
	IR Engelberg, Grundtakt	60 Min	3	32,75	90	21,8	65,50
	IR Engelberg, "Tiliseexpress"	n.Bed	3	32,75	90	21,8	65,50
	S4	60 Min	2	14,17	60	14,2	28,34
	S44	---	---	21,25	---	---	---
	RV Brienzsee	60 Min	2	28,56	60	28,6	57,12
	Total Werktag						
							479,24
Total Zugsstunden pro Jahr							[Zg-Std/J]
Total Zugskilometer pro Jahr							[km/Jahr]
Mittlere Beförderungsgeschwindigkeit ganzes Netz							[km/Std]

Kostenberechnung

Zug	Rollmaterial	Sitzplätze 100%	Stundenabhängige Kosten		Distanzabhängige Kosten		Total Kosten [Fr./Jahr.]		
			[Std./Jahr]	[Fr./Std.]	[Fr./Jahr.]	[km/Jahr]		[Fr./km]	[Fr./Jahr.]
IR Brünig: Mo bis Fr + Wochenende Zwischenstunden IR Brünig: Wochenende Spitzenstunden IR Brünig: "Brünigexpress" Wochenende, Spitzenstunden S5: Gesamte Betriebszeit S55: Mo bis Fr, Spitzenstunden IR Engelberg: Gesamte Betriebszeit "Tiliseexpress": Wochenende Spitzenstunden S4: Gesamte Betriebszeit S44: Mo bis Fr, Spitzenstunden Regio Brienzsee	NeRo 7-teilig	316	29400	100	2'940'000	866'124	7.84	6'794'000	9'734'000
	NeRo 7-teilig + 3-Teilg	464	3'450	100	345'000	101'637	11.52	1'171'000	1'516'000
	HGe101 + B + B + BD + A + Abt	252	0	100	0	0	6.26	0	0
	SPATZ Doppeltraktion	296	26'280	100	2'628'000	758'704	7.35	5'575'000	8'203'000
	HGe101 + B + B + BD + A + Abt	252	0	100	0	0	6.26	0	0
	HGe101 + A + BD + B + GSW	335	19'710	100	1'971'000	430'335	8.32	3'579'000	5'550'000
	HGe101 + B + B + BD + A + Abt	252	0	100	0	0	6.26	0	0
	SPATZ Doppeltraktion	296	13'140	100	1'314'000	186'194	7.35	1'368'000	2'682'000
	HGe101 + B + B + BD + A + Abt	252	0	100	0	0	6.26	0	0
	SPATZ +ABT	188	13'140	100	1'314'000	375'278	4.67	1'751'000	3'065'000
Total Kosten pro Jahr			10'512'000		20'238'000		30'750'000		
Anzahl Sitzplätze QS1 Einfahrt Luzern / Spitzenstunde Werktags			1'539						
Anzahl Sitzplätze QS1 Einfahrt Luzern / Spitzenstunde Wochenende			1'791						

Anhang B-02

Angebot: Zentralbahn "Vx"

Zugsstunden/ Zugskilometer in den Spitzen- und Zwischenstunden

Tag Zug	Strecke	Takt [Min]	Umläufe [Anzahl]	Strecken- länge [km]	Halbe Umlaufzeit [Min]	Geschw. [km/h]	Zugskilometer pro Std. [km/Zg-h]	Spitzen-Std.		Zwischen-Std.		Ganzer Tag	
								[Std.]	[Zg-Std/J]	[Std.]	[Zg-Std/J]	[Std.]	[Zg-Std/J]
Werktag	IR Brünig, Grundtakt	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	6	6'000	12	12'000	18	18'000
	IR Brünig, "Brünigexpress"	----	----	73.65	----	----	----	0	0	0	0	0	0
	S4, S5 (6 Komp.)	30 Min	6	43.04	90	28.7	172.16	6	9'000	12	18'000	18	27'000
	S55	60 Min	2	23.06	60	23.1	46.12	6	3'000	0	0	6	3'000
	IR Engelberg, Grundtakt	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	6	3'000	12	6'000	18	9'000
	IR Engelberg, "Tiliseexpress"	----	----	32.75	----	----	----	0	0	0	0	0	0
	S44	60 Min	2	14.17	60	14.2	28.34	6	3'000	0	0	6	3'000
	RV Brienzsee	60 Min.	2	28.56	60	28.6	57.12	6	3'000	12	6'000	18	9'000
	Total Werktag							27'000	774'810	42'000	1'326'240	69'000	2'101'050
Samstag/Sonntag	IR Brünig, Grundtakt	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	6	2'760	12	5'520	18	8'280
	IR Brünig, "Brünigexpress"	----	----	73.65	----	----	----	0	0	0	0	0	0
	S4, S5 (6 Komp.)	30 Min	6	43.04	90	28.7	172.16	6	4'140	12	8'280	18	12'420
	S55	60 Min	2	23.06	60	23.1	46.12	0	0	0	0	0	0
	IR Engelberg, Grundtakt	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	6	1'380	12	2'760	18	4'140
	IR Engelberg, "Tiliseexpress"	n.Bed.	2	32.75	60	32.8	65.50	6	1'380	0	0	6	1'380
	S44	60 Min	2	14.17	60	14.2	28.34	0	0	0	0	0	0
	RV Brienzsee	60 Min.	2	28.56	60	28.6	57.12	6	1'380	12	2'760	18	4'140
	Total Werktag							11'040	350'230	19'320	610'070	30'360	960'301
	Total Zugsstunden pro Jahr							380'40	61'320				

Kostenberechnung

Zug	Rollmaterial	Sitzplätze	100%	Stundenabhängige Kosten [Std./Jahr] [Fr./Std.]	Distanzabhängige Kosten [km/Jahr] [Fr./km]	Total Kosten [Fr./Jahr.]
IR Brünig: Mo bis Fr + Wochenende Zwischenstunden	NeRo 7-teilig	316		23'520 100 2'352'000	866'124 7.84 6'794'000	9'146'000
IR Brünig: Wochenende Spitzenstunden	NeRo 7-teilig + 3-Teilg	464		2'760 100 276'000	101'637 11.52 1'171'000	1'447'000
IR Brünig: "Brünigexpress" Wochenende, Spitzenstunden	HGe101 + B + B + BD + A + ABt	252		0 100 0	0 6.26 0	0
S4/S5: Gesamte Betriebszeit	SPATZ Doppeltraktion	296		39'420 100 3'942'000	1'131'091 7.35 8'311'000	12'253'000
S55: Mo bis Fr: Spitzenstunden	HGe101 + B + B + BD + A + ABt	252		3'000 100 300'000	69'180 6.26 433'000	733'000
IR Engelberg: Gesamte Betriebszeit	HGe101 + A + BD + B + B + GSW	335		13'140 100 1'314'000	430'335 8.32 3'579'000	4'893'000
"Tiliseexpress": Wochenende Spitzenstunden	HGe101 + B + B + BD + A + ABt	252		1'380 100 138'000	45'195 6.26 283'000	421'000
S44: Mo bis Fr: Spitzenstunden	HGe101 + B + B + BD + A + ABt	252		3'000 100 300'000	42'510 6.26 266'000	566'000
Regio Brienzsee	SPATZ +ABt	188		13'140 100 1'314'000	375'278 4.67 1'751'000	3'065'000
Total Kosten pro Jahr				9'936'000	22'588'000	32'524'000
Anzahl Sitzplätze OS1 Einfahrt Luzern / Spitzenstunde Werktags		2'339				
Anzahl Sitzplätze OS1 Einfahrt Luzern / Spitzenstunde Wochenende		2'339				

Annahme: 250 Werktage pro Jahr; 115 Samstage, Sonntage und Feiertage pro Jahr

Anhang B-03

Angebot: "Zentralbahn 2030" - Modul A
Zugsstunden/ Zugskilometer in den Spitzen- und Zwischenstunden

Tag Zug	Strecke	Takt [Min]	Umläufe [Anzahl]	Strecken- länge [km]	Halbe Umlaufzeit [Min]	Geschw. [km/h]	Zugskilometer pro Std. [km/Zg-h]	Spitzen-Std.			Zwischen-Std.			Ganzer Tag		
								[Std.]	[Zg-Std/J]	[Km/Jahr]	[Std.]	[Zg-Std/J]	[Km/Jahr]	[Std.]	[Zg-Std/J]	[Km/Jahr]
Werktag	IR Brünig, Grundtakt	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	6	6'000	220'950	12	12'000	441'900	18	18'000	662'950
	IR Brünig, "Brünigexpress"	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S4, S5 (6 Komp.)	30 Min	6	43.04	90	28.7	172.16	6	9'000	258'240	12	18'000	516'480	18	27'000	774'720
	S55	60 Min	2	23.06	60	23.1	46.12	6	3'000	69'180	0	0	0	6	3'000	69'180
	IR Engelberg, Grundtakt	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	6	3'000	98'250	12	6'000	196'500	18	9'000	294'750
	IR Engelberg, "Tiliseexpress"	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samstag/Sonntag	S44	60 Min	2	14.17	60	14.2	28.34	6	3'000	42'510	0	0	0	6	3'000	42'510
	RV Brienzsee	60 Min.	2	28.56	60	28.6	57.12	6	3'000	85'680	12	6'000	171'360	18	9'000	257'040
Total Werktag									27'000	774'810		42'000	1'326'240		69'000	2'101'050
Samstag/Sonntag	IR Brünig, Grundtakt	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	6	2'760	101'637	12	5'520	203'274	18	8'280	304'911
	IR Brünig, "Brünigexpress"	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S4, S5 (6 Komp.)	30 Min	6	43.04	90	28.7	172.16	6	4'140	118'790	12	8'280	237'581	18	12'420	356'371
	S55	60 Min	2	23.06	60	23.1	46.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IR Engelberg, Grundtakt	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	6	1'380	45'195	12	2'760	90'390	18	4'140	135'585
	IR Engelberg, "Tiliseexpress"	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	6	1'380	45'195	0	0	0	6	1'380	45'195
Samstag/Sonntag	S44	60 Min	2	14.17	60	14.2	28.34	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RV Brienzsee	60 Min.	2	28.56	60	28.6	57.12	6	1'380	39'413	12	2'760	78'826	18	4'140	118'238
Total Werktag									11'040	350'230		19'320	610'070		30'360	960'301
Total Zugsstunden pro Jahr										38'040			61'320			99'360
Total Zugskilometer pro Jahr										1'125'040			1'936'310			3'061'351
Mittlere Beförderungsgeschwindigkeit ganzes Netz										29.58			31.58			30.81

Kostenberechnung

Zug	Rollmaterial	Sitzplätze	Stundenabhängige Kosten			Distanzabhängige Kosten			Total Kosten	
			[Std./Jahr]	[Fr./Std.]	[Fr./Jahr.]	[km/Jahr]	[Fr./km]	[Fr./Jahr.]	[Fr./Jahr.]	
IR Brünig: Mo bis Fr + Wochenende Zwischenstunden	NeRo 7-teilig	316	23'520	100	2'352'000	866'124	7.84	6'794'000	9'146'000	
IR Brünig: Wochenende Spitzenstunden	NeRo 7-teilig + 3-teilig	464	2'760	100	276'000	101'637	11.52	1'171'000	1'447'000	
IR Brünig: "Brünigexpress" Wochenende, Spitzenstunden	NeRo 7-teilig + 3-teilig	464	0	100	0	0	11.52	0	0	
S4/S5: Werktag Spitzenstunden	SPATZ Dreifachtraktion oder 2 SPATZ + Modul	444	9'000	100	900'000	258'240	11.02	2'846'000	3'746'000	
S4/S5: sonstige Zeit	SPATZ Doppeltraktion oder SPATZ + Modul	296	30'420	100	3'042'000	872'851	7.35	6'413'000	9'455'000	
S55: Mo bis Fr: Spitzenstunden	SPATZ Doppeltraktion oder SPATZ + Modul	296	3'000	100	300'000	69'180	7.35	508'000	808'000	
IR Engelberg: Gesamte Betriebszeit	NeRo 7-teilig + 3-teilig	464	13'140	100	1'314'000	430'335	11.52	4'957'000	6'271'000	
"Tiliseexpress": Wochenende Spitzenstunden	NeRo 7-teilig + 3-teilig	464	1'380	100	138'000	45'195	11.52	521'000	659'000	
S44: Mo bis Fr: Spitzenstunden	SPATZ Doppeltraktion oder SPATZ + Modul	296	3'000	100	300'000	42'510	7.35	312'000	612'000	
Regio Brienzsee: Werktag Spitzenstunden	SPATZ Doppeltraktion oder SPATZ + Modul	296	3'000	100	300'000	85'680	7.35	630'000	930'000	
Regio Brienzsee: sonstige Zeit	SPATZ	148	10'140	100	1'014'000	289'598	3.67	1'064'000	2'078'000	
Total Kosten pro Jahr			9'936'000			25'216'000			35'152'000	
Anzahl Sitzplätze OS1 Einfahrt Luzern / Spitzenstunde Werktags										
Anzahl Sitzplätze OS1 Einfahrt Luzern / Spitzenstunde Wochenende										

Annahme: 250 Werktage pro Jahr; 115 Samstage, Sonntage und Feiertage pro Jahr

Anhang B-04

Angebot: "Zentralbahn 2030" - Modul B
Zugsstunden/ Zugskilometer in den Spitzen- und Zwischenstunden

Tag Zug	Strecke	Takt [Min]	Umläufe [Anzahl]	Strecken- länge [km]	Halbe Umlaufzeit [Min]	Geschw. [km/h]	Zugskilometer pro Std. [km/Zg-h]	Spitzen-Std.			Zwischen-Std.			Ganzer Tag		
								[Std.]	[Zg-Std./J]	[Km/Jahr]	[Std.]	[Zg-Std./J]	[Km/Jahr]	[Std.]	[Zg-Std./J]	[Km/Jahr]
Werktag	IR Brünig, Grundtakt	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	6	6'000	220'950	12	12'000	441'900	18	18'000	662'850
	IR Brünig, "Brünigexpress"	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S4, S5 (6 Komp.)	30 Min	6	43.04	90	28.7	172.16	6	9'000	258'240	12	18'000	516'480	18	27'000	774'720
	S55	60 Min	2	28.87	60	28.9	57.74	6	3'000	86'610	0	0	0	6	3'000	86'610
	IR Engelberg, Grundtakt	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	6	3'000	98'250	12	6'000	196'500	18	9'000	294'750
Samstag/Sonntag	IR Engelberg, "Tilisexpress"	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S44	60 Min	2	14.17	60	14.2	28.34	6	3'000	42'510	0	0	0	6	3'000	42'510
	RV Brienzsee	60 Min.	2	28.56	60	28.6	57.12	6	3'000	85'680	12	6'000	171'360	18	9'000	257'040
	Total Werktag								27'000	792'240		42'000	1'326'240		69'000	2'118'480
	IR Brünig, Grundtakt	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	6	2'760	101'637	12	5'520	203'274	18	8'280	304'911
Samsstag/Sonntag	IR Brünig, "Brünigexpress"	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	6	2'760	101'637	0	0	0	6	2'760	101'637
	S4, S5 (6 Komp.)	30 Min	6	43.04	90	28.7	172.16	6	4'140	118'790	12	8'280	237'581	18	12'420	356'371
	S55	60 Min	2	28.87	60	28.9	57.74	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IR Engelberg, Grundtakt	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	6	1'380	45'195	12	2'760	90'390	18	4'140	135'585
	IR Engelberg, "Tilisexpress"	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	6	1'380	45'195	0	0	0	6	1'380	45'195
Total Werktag	S44	60 Min	2	14.17	60	14.2	28.34	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RV Brienzsee	60 Min.	2	28.56	60	28.6	57.12	6	1'380	39'413	12	2'760	78'826	18	4'140	118'238
	Total Werktag								13'800	451'967		19'320	610'070		33'120	1'061'938
	Total Zugsstunden pro Jahr								40'800			61'320			102'120	
	Total Zugskilometer pro Jahr								1'244'107			1'936'310			3'180'418	
Mittlere Beförderungsgeschwindigkeit ganzes Netz									30.49			31.58			31.14	

Kostenberechnung

Zug	Rollmaterial	Sitzplätze	Stundenabhängige Kosten			Distanzabhängige Kosten			Total Kosten		
		100%	[Std./Jahr]	[Fr./Std.]	[Fr./Jahr.]	[km/Jahr]	[Fr./km]	[Fr./Jahr.]	[Fr./Jahr.]		
IR Brünig: Mo bis Fr + Wochenende Zwischenstunden	NeRo 7-teilig	316	23'520	100	2'352'000	866'124	7.84	6'794'000	9'146'000		
	NeRo 7-teilig + 3-teilig	464	2'760	100	276'000	101'637	11.52	1'171'000	1'447'000		
	NeRo 7-teilig + 3-teilig	464	2'760	100	276'000	101'637	11.52	1'171'000	1'447'000		
IR Brünig: "Brünigexpress" Wochenende, Spitzenstunden	SPATZ Doppeltraktion oder SPATZ + Modul	296	39'420	100	3'942'000	1'131'091	7.35	8'311'000	12'253'000		
	S55: ganze Betriebszeit	296	3'000	100	300'000	866'10	7.35	636'000	936'000		
IR Engelberg: Gesamte Betriebszeit	NeRo 7-teilig + 3-teilig	464	13'140	100	1'314'000	430'335	11.52	4'957'000	6'271'000		
	"Tilisexpress": Wochenende Spitzenstunden	464	1'380	100	138'000	45'195	11.52	521'000	659'000		
S44: Mo bis Fr, Spitzenstunden	SPATZ Doppeltraktion oder SPATZ + Modul	296	3'000	100	300'000	42'510	7.35	312'000	612'000		
	Regio Brienzsee	148	13'140	100	1'314'000	375'278	3.67	1'379'000	2'693'000		
Total Kosten pro Jahr			10'212'000			25'252'000			35'464'000		
Anzahl Sitzplätze QS1 Einfahrt Luzern / Spitzenstunde Werktags			2'556								
Anzahl Sitzplätze QS1 Einfahrt Luzern / Spitzenstunde Wochenende			3'040								

Annahme: 250 Werktage pro Jahr; 115 Samstags, Sonntage und Feiertage pro Jahr

Anhang B-05

Angebot: "Zentralbahn 2030" - Modul C
Zugsstunden/ Zugskilometer in den Spitzen- und Zwischenstunden

Tag Zug	Strecke	Takt [Min]	Umläufe [Anzahl]	Strecken- länge [km]	Halbe Umlaufzeit [Min]	Geschw. [km/h]	Zugskilometer pro Std. [km/Zg-h]	Spitzen-Std.			Zwischen-Std.			Ganzer Tag		
								[Std.]	[Zg-Std/J]	[Km/Jahr]	[Std.]	[Zg-Std/J]	[Km/Jahr]	[Std.]	[Zg-Std/J]	[Km/Jahr]
Werktag	IR Brünig, Grundtakt	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	6	6'000	220'950	12	12'000	441'900	18	18'000	662'850
	IR Brünig, "Brünigexpress"	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S4, S5, S55 (9 Komp)	30 Min	9	71.91	135	32.0	287.64	6	13'500	431'460	0	0	0	6	13'500	431'460
	S4, S5 (6 Komp.)	30 Min	6	43.04	90	28.7	172.16	0	0	0	12	18'000	516'480	12	18'000	516'480
	IR Engelberg, Grundtakt	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	6	3'000	98'250	12	6'000	196'500	18	9'000	294'750
	IR Engelberg, "Tilisexpress"	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S44	IR Engelberg, "Tilisexpress"	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	6	3'000	85'020	0	0	0	6	3'000	85'020
	RV Brienzsee	60 Min	2	28.56	60	28.6	57.12	6	3'000	85'680	12	6'000	171'360	18	9'000	257'040
Total Werktag									28'500	921'360		42'000	1'326'240		70'500	2'247'600
Samstag/Sonntag	IR Brünig, Grundtakt	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	6	2'760	101'637	12	5'520	203'274	18	8'280	304'911
	IR Brünig, "Brünigexpress"	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S4, S5, S55 (9 Komp)	30 Min	9	71.91	135	32.0	287.64	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S4, S5 (6 Komp.)	30 Min	6	43.04	90	28.7	172.16	6	4'140	118'790	12	8'280	237'581	18	12'420	358'371
	IR Engelberg, Grundtakt	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	6	1'380	45'195	12	2'760	90'390	18	4'140	135'585
	IR Engelberg, "Tilisexpress"	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	6	1'380	45'195	0	0	0	6	1'380	45'195
S44	IR Engelberg, "Tilisexpress"	30 Min	2	14.17	30	28.3	56.68	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RV Brienzsee	60 Min	2	28.56	60	28.6	57.12	6	1'380	39'413	12	2'760	78'826	18	4'140	118'238
Total Werktag									11'040	350'230		19'320	610'070		30'360	960'301
Total Zugsstunden pro Jahr									39'540			61'320			100'860	
Total Zugskilometer pro Jahr									1'271'590			1'936'310			3'207'901	
Mittlere Beförderungsgeschwindigkeit ganzes Netz									32.16			31.58			31.81	

Kostenberechnung

Zug	Rollmaterial	Sitzplätze	Stundenabhängige Kosten			Distanzabhängige Kosten			Total Kosten	
			[Std./Jahr]	[Fr./Std.]	[Fr./Jahr.]	[km/Jahr]	[Fr./km]	[Fr./Jahr.]	[Fr./Jahr.]	[Fr./Jahr.]
IR Brünig: Mo bis Fr + Wochenende Zwischenstunden	NeRo 7-teilig	316	23'520	100	2'352'000	866'124	7.84	6'794'000	9'146'000	
IR Brünig: Wochenende Spitzenstunden	NeRo 7-teilig + 3-teilig	464	2'760	100	276'000	101'637	11.52	1'171'000	1'447'000	
IR Brünig: "Brünigexpress" Wochenende, Spitzenstunden	NeRo 7-teilig + 3-teilig	464	0	100	0	0	11.52	0	0	
S4/S5/S55: Spitzenstunden	SPATZ Doppeltraktion oder SPATZ + Modul	296	13'500	100	1'350'000	431'460	7.35	3'170'000	4'520'000	
S4/S5: übrige Zeit	SPATZ Doppeltraktion oder SPATZ + Modul	296	30'420	100	3'042'000	872'851	7.35	6'413'000	9'455'000	
IR Engelberg: Gesamte Betriebszeit	NeRo 7-teilig + 3-teilig	464	13'140	100	1'314'000	430'335	11.52	4'957'000	6'271'000	
"Tilisexpress": Wochenende Spitzenstunden	NeRo 7-teilig + 3-teilig	464	1'380	100	138'000	45'195	11.52	521'000	659'000	
S44: Mo bis Fr: Spitzenstunden	SPATZ Doppeltraktion oder SPATZ + Modul	296	3'000	100	300'000	85'020	7.35	625'000	925'000	
Regio Brienzsee	SPATZ	148	13'140	100	1'314'000	375'278	3.67	1'379'000	2'693'000	
Total Kosten pro Jahr								1'0086'000	25'030'000	35'116'000
		Anzahl Sitzplätze OS1 Einfahrt Luzern / Spitzenstunde Werktags								
		Anzahl Sitzplätze OS1 Einfahrt Luzern / Spitzenstunde Wochenende								

Annahme: 250 Werktage pro Jahr; 115 Samstage, Sonntage und Feiertage pro Jahr

Anhang B-06

Angebot: "Zentralbahn 2030" - Modul D
Zugsstunden/ Zugskilometer in den Spitzen- und Zwischenstunden

Tag Zug	Strecke	Takt [Min]	Umläufe [Anzahl]	Strecken- länge [km]	Halbe Umlaufzeit [Min]	Geschw. [km/h]	Zugskilometer pro Std. [km/Zg-h]	Spitzen-Std.		Zwischen-Std.		Ganzer Tag	
								[Std.]	[Zg-Std./J]	[Std.]	[Zg-Std./J]	[Std.]	[Zg-Std./J]
Werktag	IR Brünig, Grundtakt	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	6	6000	220'950	12	12'000	441'900
	IR Brünig, "Brünigexpress"	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	0	0	0	0	0	0
	S4, S5, S55 (9 Komp.)	30 Min.	9	71.91	135	32.0	287.64	6	13'500	431'460	0	0	0
	S4, S5 (6 Komp.)	30 Min	6	43.04	90	28.7	172.16	0	0	0	0	6	13'500
	IR Engelberg, Grundtakt	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	6	3000	98'250	12	18'000	516'480
	IR Engelberg, "Tiliseexpress"	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	0	0	0	0	18	9'000
	S44	30 Min	2	14.17	30	28.3	56.68	6	3000	85'020	0	0	0
	RV Brienzsee	60 Min.	2	28.56	60	28.6	57.12	6	3000	85'680	12	6'000	171'360
	Total Werktag								28'500	921'360		42'000	1'326'240
	IR Brünig, Grundtakt	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	6	2760	101'637	12	5'520	203'274
Samstag/Sonntag	IR Brünig, "Brünigexpress"	60 Min	4	73.65	120	36.8	147.30	6	2760	101'637	0	0	0
	S4, S5, S55 (9 Komp.)	30 Min.	9	71.91	135	32.0	287.64	0	0	0	0	0	0
	S4, S5 (6 Komp.)	30 Min	6	43.04	90	28.7	172.16	6	4140	118'790	12	8'280	237'581
	IR Engelberg, Grundtakt	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	6	1380	45'195	12	2'760	90'390
	IR Engelberg, "Tiliseexpress"	60 Min	2	32.75	60	32.8	65.50	6	1380	45'195	0	0	0
	S44	30 Min	2	14.17	30	28.3	56.68	0	0	0	0	0	0
	RV Brienzsee	60 Min.	2	28.56	60	28.6	57.12	6	1380	39'413	12	2'760	78'828
	Total Werktag								13'800	451'867		19'320	610'070
	Total Zugsstunden pro Jahr								42'300				103'620
	Total Zugskilometer pro Jahr								1'373'227				3'309'538
Mittlere Beförderungsgeschwindigkeit ganzes Netz									32.46				31.58

Kostenberechnung

Zug	Rollmaterial	Sitzplätze	Stundenabhängige Kosten		Distanzabhängige Kosten		Total Kosten	
			[Std./Jahr]	[Fr./Std.]	[Fr./Jahr]	[km/Jahr]	[Fr./Jahr]	[Fr./Jahr]
IR Brünig: Mo bis Fr + Wochenende Zwischenstunden	NeRo 7-teilig	316	23'520	100	2'352'000	866'124	7.84	6'794'000
IR Brünig: Wochenende Spitzenstunden	NeRo 7-teilig + 3-teilig	464	2'760	100	276'000	101'637	11.52	1'171'000
IR Brünig: "Brünigexpress" Wochenende, Spitzenstunden	NeRo 7-teilig + 3-teilig	464	2760	100	276'000	101'637	11.52	1'171'000
S4/S5/S55: Spitzenstunden	SPATZ Doppeltraktion	296	13'500	100	1'350'000	431'460	7.35	3'170'000
S4/S5: übrige Zeit	SPATZ Doppeltraktion oder SPATZ + Modul	296	30'420	100	3'042'000	872'851	7.35	6'413'000
IR Engelberg: Gesamte Betriebszeit	NeRo 7-teilig + 3-teilig	464	13'140	100	1'314'000	430'335	11.52	4'957'000
"Tiliseexpress": Wochenende Spitzenstunden	NeRo 7-teilig + 3-teilig	464	1'380	100	138'000	45'195	11.52	521'000
S44: Mo bis Fr, Spitzenstunden	SPATZ Doppeltraktion oder SPATZ + Modul	296	3'000	100	300'000	850'20	7.35	625'000
Regio Brienzsee	SPATZ	148	13'140	100	1'314'000	375'278	3.67	1'379'000
Total Kosten pro Jahr					10'362'000			26'201'000
Anzahl Sitzplätze QS1 Einfahrt Luzern / Spitzenstunde Werktags		3148						
Anzahl Sitzplätze QS1 Einfahrt Luzern / Spitzenstunde Wochenende		3'356						

Annahme: 250 Werktage pro Jahr; 115 Samstage, Sonntage und Feiertage pro Jahr