

Rahmenplan Luzern

Schlussbericht

Autoren: Christoph Fessler, I-FN-NEW-RME-ZS
Paul Romann, dipl. Arch. ETH, Verkehrsingenieur SVI, mrs partner ag, Zürich

Status: genehmigt

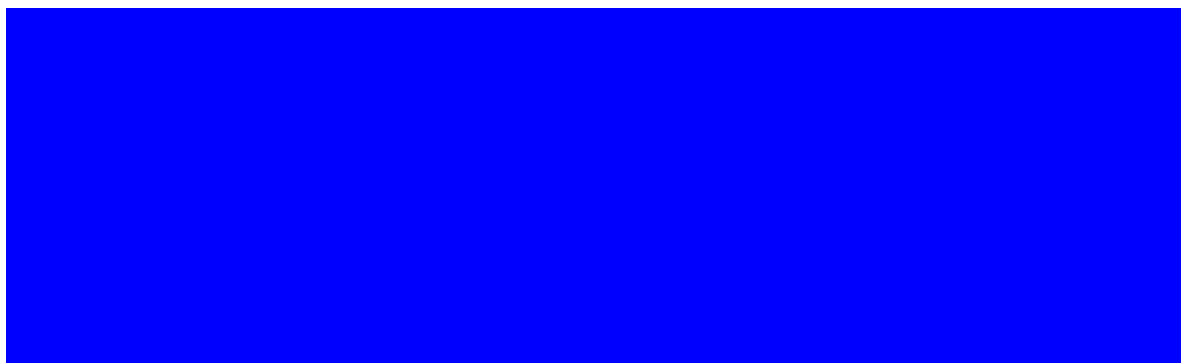
Version: 1.0

Letzte Änderung: 8. September 2010

Urheberrecht: Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Jede kommerzielle Nutzung bedarf einer vorgängigen, ausdrücklichen Genehmigung.

Ablage: Rahmenplaene.S3512\054_Rahmenplan Luzern rst\0541 Bericht rst

Verteiler: I-FN-NEW-KON, I-FN-FPA, I-IH-MBU, I-B-RME, P-FV-SA, P-OP-SK, ZB, G-CH-ST, IM-DV-MN, I-PJ-NPN



Rahmenplan Luzern

Schlussbericht

Auftraggeber:

Hannes Maichle, I-FN-NEW-KON
0512 / 20 32 37
hannes.maichle@sbb.ch

Autoren:

Christoph Fessler, I-FN-NEW-RME-ZS
0512 / 27 11 90
christoph.fessler@sbb.ch

Paul Romann, dipl. Arch. ETH, Verkehrsingenieur SVI
mrs partner ag
Birmensdorferstrasse 55
8055 Zürich
044 / 245 46 02
paul.romann@mrspartner.ch

POL:

Daria Martinoni, I-FN-NEW
Heidrun Buttler, I-FN-FPA
Peter Grossenbacher, I-B-APM
Martin Simioni, P-FV-SA
Rolf Elsasser, G-CH-PST-GPL
Frank Bühler, IM-DV-NM

Kernteam Rahmenplan:

Ernst Eugster, I-FN-NEW-RME
0512 / 27 37 27
ernst.eugster@sbb.ch

Christoph Fessler, I-FN-NEW-RME-ZS
Roberto Catenazzi, I-FN-NEW-KON
Patrick Stöcklin, I-FN-FPA
Benno Küng, I-B-RME
Paul Romann, externer Berater, mrs partner ag, Zürich

Kostenberechnungen:

Kurt Kronenberg, I-PJ-NPN-GF
0512 / 27 33 50
kurt.kk.kronenberg@sbb.ch

Geomatik:

Peter Omlin, I-PJ-NPN-FG-GEO

Inhalt

Kurzfassung	6
1. Einleitung	19
1.1. Ausgangslage	19
1.2. Grundlagen	20
1.3. Aufgabenstellung	20
1.4. Ziele	21
1.5. Drei Zeithorizonte	21
1.6. Perimeter	22
1.7. Ermitteln der Referenzzustände „morgen“ und „übermorgen“	24
1.8. Sechs Bearbeitungsschritte	25
1.9. Robustheit der Ergebnisse	25
2. Bestandesaufnahme	27
2.1. Betriebs- und Produktionskonzept Horizont „heute“	27
2.2. Berechnung der Leistungsfähigkeit der Einfahrt Luzern	29
2.3. Anzahl, Länge und Lage der Perronkanten	30
2.4. Abstellanlagen und Nachtstilllager Fahrplan 09	31
2.5. Publikumsanlagen	31
3. Vorgaben	32
3.1. Mengengerüst und Zeithorizonte	32
3.2. Rollmaterial	35
4. Analyse	36
4.1. Fahrplanspinne Luzern	36
4.2. Konflikte	36
4.3. Leistungsfähigkeit der Einfahrt Luzern	37
4.4. Perronkanten	38
4.5. Kapazität der bestehenden Anlagen	38
4.6. Zur Problematik der Zugsüberholungen	43
4.7. Zugskreuzungen auf Einspurstrecken	45
4.8. Abstellanlagen und Nachtstilllager	46
4.9. Publikumsanlagen	47
4.10. Kommentar zur Kapazitätsbetrachtung im Knoten Luzern	48

5. Mittelfristige Handlungsmöglichkeiten	49
5.1. Generelles Vorgehen.....	49
5.2. Liste der mittelfristig umsetzbaren Massnahmen	49
6. Projektideen	52
6.1. Elf Ansätze sind vorhanden	52
6.2. Kommentar zu den Projektideen	56
7. Zwei Stossrichtungen.....	57
7.1. Randbedingungen der beiden Stossrichtungen	57
8. Stossrichtung: „Rotsee lang“	59
8.1. Grundstruktur	59
8.2. Untersuchung der Einfahrt Luzern (Vorbahnhof)	62
8.3. Zahl und Länge der Perronkanten	65
8.4. Dimensionierung der Publikumsanlagen	66
8.5. Abstellungen	67
8.6. Neuer Bahnhof der Zentralbahn	67
8.7. Etappierung	71
8.8. Kostenschätzung	72
8.9. Zeitbedarf für die Umsetzung	73
9. Stossrichtung: „Rotsee kurz“	74
9.1. Grundstruktur	74
9.2. Einfahrt Halle; Vorbahnhof.....	77
9.3. Zahl der Perronkanten	77
9.4. Dimensionierung der Publikumsanlagen	78
9.5. Abstellanlagen	85
9.6. Zentralbahn.....	86
9.7. Etappierung	86
9.8. Fahrzeiteinsparungen	87
9.9. Kostenschätzung	87
9.10. Zeitbedarf für die Umsetzung	87
10. Stossrichtungsentscheid	89
10.1. Zehn Kriterien für den Stossrichtungsentscheid.....	89
10.2. Beurteilung der beiden Stossrichtungen.....	91
10.3. Empfehlung.....	93
11. Stossrichtung „Rotsee kurz“: Zweite Bearbeitungsstufe.....	94

11.1.Vom Kopfbahnhof zum Durchgangsbahnhof.....	94
11.2.Fünf Umsetzungsschritte	94
11.3.Umsetzungsschritt 1: Tiefbahnhof als Kopfbahnhof	94
11.4.Umsetzungsschritt 2: Kapazitätssteigerung auf der Nordzufahrt	97
11.5.Umsetzungsschritt 3: Ausbau zum Durchgangsbahnhof	100
11.6.Umsetzungsschritt 4: Anschluss Küssnacht.....	102
11.7.Umsetzungsschritt 5: Zwei Optionen	105
11.8.Kostenübersicht Umsetzungsschritte 1 bis 4.....	109
12. Spezielle Aspekte	110
12.1.Klärung offener Fragen.....	110
12.2.Zentralbahn.....	110
12.3.Güterverkehr	112
12.4.Abstellungen und Unterhalt Personenverkehr	115
12.5.Baudienste	118
12.6.Haltestellen Kreuzstutz und Paulusplatz	119
12.7.Publikumsanlagen	121
12.8.Flächenbedarf und Trassesicherung	122
13. Ausstehende Arbeiten.....	125
13.1.Stand der Arbeiten.....	125
13.2.Klärung offener Fragen.....	125
14. Fazit	127

Zusammenfassung

Die Kapazität im Knoten Luzern erschöpft

Der Bahnhof Luzern hat die Grenze seiner Leistungsfähigkeit erreicht. 21 Züge pro Stunde und Richtung verkehren heute auf der doppelspurigen Zufahrt. 22 Züge pro Stunde könnten es gemäss Rechnung sein – bei optimalen Randbedingungen.

Damit ist die Entwicklung des Angebots im Raum Luzern weitgehend blockiert. Zwar können mit längeren Zügen zusätzliche Fahrgäste befördert werden. Eine Verdichtung des Angebots, welches die Konkurrenzfähigkeit der Schiene gegenüber der Strasse erhöhen würde, ist jedoch nicht mehr möglich.

Langfristige Planung

Vor diesem Hintergrund erhält das langfristige Konzept des Ausbaus des Schienennetzes im Raum Luzern – dies ist die Aufgabe des Rahmenplans (siehe unten) – eine besondere Bedeutung. Während Infrastrukturausbauten in Bahnhöfen mit Kapazitätsreserven mittel- und langfristigen Charakter haben, müssen in Luzern sehr rasch kapazitätssteigernde Massnahmen umgesetzt werden.

Das System der Zufahrten zum Bahnhof Luzern weist eine sehr komplexe, betrieblich ungünstige Struktur auf. Alle Züge – insbesondere aber diejenigen aus dem Rontal und von Küssnacht – erreichen den Bahnhof Luzern nur über grosse Umwege. Die Zu- und Wegfahrt des Bahnhofs Luzern beschränkt sich auf eine einzige Doppelspur. Alle Transitreisenden müssen den Weg zwischen dem Bahnhof Luzern und dem Raum Gütsch/Fluhmühle zweimal zurücklegen.

Zwei Stossrichtungen

Grundsätzlich ergeben sich für die Langfristplanung des Schienennetzes im Raum Luzern zwei Optionen: Stufenweiser Ausbau des bestehenden Netzes und damit eine Festigung seiner komplexen Struktur, oder aber eine grundsätzliche Umstrukturierung des Schienennetzes, mit dem Ziel eines attraktiveren, betrieblich optimierten Systems.

Diese beiden grundsätzlichen Optionen wurden im Rahmenplan mit den Stossrichtungen „Rotsee lang“ und „Rotsee kurz“ untersucht (siehe Abbildung 04 der Zusammenfassung). Bei beiden Stossrichtungen führt eine neue Doppelspur aus dem Raum Rotsee in den Bahnhof Luzern.

Die detaillierte Analyse der beiden Stossrichtungen hat ein klares Resultat zu Gunsten der Stossrichtung „Rotsee kurz“ mit einem Tiefbahnhof ergeben. Die wichtigsten Aspekte zu Gunsten von „Rotsee kurz“ sind die insgesamt tieferen Kosten, die Fahrzeitreduktion aus dem Rontal, sowie die Option den unterirdischen Kopfbahnhof in späteren Etappen zum Durchgangsbahnhof zu erweitern, womit Luzern ein attraktives, betrieblich optimales Schienensystem erhalten wird.

Sanierung mit kleineren, mittelfristig umsetzbaren Massnahmen nicht möglich

Die Untersuchungen haben ergeben, dass eine Kapazitätssteigerung des bestehenden Schienennetzes mit kleineren, rasch umsetzbaren Massnahmen kaum möglich ist. Grund dafür ist die doppelspurige Zufahrt ab Gütsch, der Vorbahnhof, sowie die Perronkanten, welche den eigentlichen Kapazitätsengpass darstellen und deren Sanierung in jedem Falle komplex und kostspielig ist. Zudem besteht keine Aufwärtskompatibilität zu einem zukunftsorientierten Bahnhof Luzern.

Der Kapazitätsengpass im Zentrum des Schienennetzes Luzern ist auch der Grund, warum die Doppelspur Rotsee keine Kapazitätssteigerung bringen kann: Mit dem Ausbau Rotsee wird zwar ein Engpass beseitigt, aber nicht der massgebende!

Alle Massnahmen in diesem Kernbereich des Schienennetzes Luzern sind ausserordentlich kostspielig, ohne dass sich damit die Kapazitätsprobleme grundsätzlich lösen liessen. Schon vor dem Horizont „morgen“ (zwischen 2020 und 2030, siehe unten) ergäben sich wieder ähnliche Probleme wie heute.

Stossrichtung „Rotsee kurz“

Die Stossrichtung „Rotsee kurz“ (erster Umsetzungsschritt) kann nicht etappiert werden. Das heisst, dass als der erste Ausbauschritt – er umfasst den Tiefbahnhof (Kopfbahnhof), die Seeunterquerung und den doppelspurigen Lindenbergertunnel – ausserordentlich grosser Mittel bedarf.

Mit der ersten Etappe ergibt sich eine klare Verkehrsstromtrennung, indem die Züge aus dem Rontal in den neuen Tiefbahnhof fahren und alle übrigen Züge wie heute die Halle benützen. Trotz dieser deutlichen Verbesserung des Schienennetzes im Raum Luzern ist mit dem Bau des Tiefbahnhofs die strukturelle Problematik des Knotens Luzern noch nicht gelöst. Nach wie vor müssen alle Züge in Luzern in einem der beiden Kopfbahnhöfe wenden. Trotz betrieblicher Vorbehalte ergeben sich mit dem Bau des Tiefbahnhofs (Kopfbahnhof samt neuer Zufahrt ab Ebikon klare betriebliche Vorteile).

Spätere Etappen führen zu rationellem Schienensystem

Den entscheidenden Schritt bringen allerdings erst spätere Etappen. Mit dem Bau einer Verbindungsachse zwischen dem Tiefbahnhof und der Stammlinie (im Raum Heimbach) wird der Kopfbahnhof (Tiefbahnhof) zum Durchgangsbahnhof erweitert. Nach der Einführung der Küssnachterlinie in den Tiefbahnhof können alle Züge in Durchmesserlinien integriert werden.

Damit entstehen Optionen für völlig neue, schnelle und umsteigefreie Verbindungen. Im Fernverkehr kann der IC von Zürich mit dem IC nach Bern – Genève verknüpft werden. Es entstünde eine neue, halbstündlich verkehrende West-Ost-Verbindung. Zug wäre umsteigefrei mit Bern und der Westschweiz verbunden. Eine zweite, allerdings nur betrieblich relevante Verbindung wäre der Zusammenschluss des IR von Zürich mit dem IR nach Olten und Basel.

Fahrzeitgewinne dank Durchmesserlinien

Falls das Angebot auf Durchmesserlinien aufgebaut wird, ergeben sich beträchtliche Fahrzeitreduktionen: Zug \rightleftharpoons Olten wird 14 Minuten oder 21% schneller. Bei Zug \rightleftharpoons Bern sind es neun Minuten oder 10%. Die grösste Fahrzeiteinsparung jedoch erfährt der Gotthardzug, der zwischen Gollau und Olten 19 Minuten oder 26% schneller ist.

Ein bedeutendes Potential für Fahrzeiteinsparungen ist sich auch bei der S-Bahn vorhanden. Es ist schwerer zu quantifizieren, da noch nicht bekannt ist, wie die Verknüpfungen der Linienäste aussehen werden. Bei einer Durchmesserlinie zwischen Rontal und dem Wiggertal würde sich die Fahrzeit zwischen Ebikon und Emmenbrücke von heute 22 Minuten um 12 Minuten auf 10 Minuten (minus 55%) verkürzen. Allein durch die zu erwartenden Fahrzeitverkürzungen ergibt sich auf dem Schienennetz des Raums Luzern ein Fahrgastzuwachs von 15 Prozent (Angebotselastizität).

Grosser Nutzen – hohe Kosten

Insbesondere die Investitionen in den ersten Ausbauschritt (Tiefbahnhof samt Zufahrt) sind hoch. Ihnen steht aber ein für die Fahrgäste attraktives, rationell zu betreibendes Schienensystem gegenüber. Auch wenn der volle Nutzen mit der ersten Etappe noch nicht erreicht wird, genügt sie während zwanzig und mehr Jahren den Anforderungen einer wachsenden Nachfrage. Die hohen Kosten der ersten Etappe sind auch eine Investition für die Zukunft.

Neue Nutzung der heutigen Bahnanlagen

Mit dem Ausbau des Tiefbahnhofs vom Kopfbahnhof zum Durchgangsbahnhof und dem Anschluss der Küssnachterlinie an den Tiefbahnhof können alle Züge durch den Tiefbahnhof fahren. Die heutigen, oberirdischen Bahnanlagen würden – ausser von der Zentralbahn – nicht mehr benötigt. Abstellanlagen, Güterverkehrsanlagen, Werkstätten etc. müssten vom dem Zentrum Luzern an die Peripherie der Stadt verlegt werden.

Ob auch nach der Inbetriebnahme des Durchgangsbahnhofs noch Elemente der heutigen, oberirdischen Anlagen von der Bahn genutzt werden ist offen und muss zu einem späteren Zeitpunkt an Hand der konkreten Bedürfnisse abgeklärt werden.

Damit ergibt sich die Chance, die heutigen Bahnanlagen – insgesamt rund 17 Hektaren – für die Stadterweiterung („Verdichtung nach Innen“) neu zu nutzen. Erste Überlegungen haben ergeben, dass 20'000 äusserst attraktive, optimal mit der Bahn erschlossene Wohn- oder Arbeitsplätze geschaffen werden könnten.

Spezielle Aspekte

Neben den Kernthemen, sind eine Reihe von weiteren Themen untersucht worden. Für die Zentralbahn, den Güterverkehr, die Abstellungen und Unterhalt Personenverkehr, die Baudienste und die Publikumsanlagen konnten Lösungen für den Horizont „morgen“ gefunden werden. Im Horizont „übermorgen“ müssen noch etliche Fragen geklärt werden.

Die Resultate des Berichts in Kurzform

Der Rahmenplan als Planungsinstrument

Mit dem Rahmenplan Luzern wird die langfristige Entwicklung des Schienennetzes im Raum Luzern untersucht und festgelegt. Damit soll gewährleistet werden, dass zu jedem Zeitpunkt genügend Kapazität zur Sicherstellung der Nachfrage vorhanden ist. Weiter soll sichergestellt werden, dass die einzelnen Ausbauschritte aufwärtskompatibel sind, das heisst, dass keine „verlorenen“ Investitionen getätigt werden, welche in einem späteren Ausbauschritt keine Verwendung mehr finden. Der Rahmenplan kennt drei Zeithorizonte:

- Im Horizont „heute“ wird die aktuelle Situation als Ausgangslage dokumentiert.
- Der Horizont „morgen“ bezieht sich auf die Zeitspanne in welcher die Angebotsentwicklung mit einiger Sicherheit bekannt ist. Das trifft etwa auf das Jahr 2020 bis 2030 zu.
- Mit dem Horizont „übermorgen“ wird ein „Endzustand“ definiert, wie er aus heutiger Sicht angestrebt werden soll. Das Angebot ist idealisiert. So verkehren vier Züge pro Stunde nach Zürich, je zwei Züge nach Bern und Olten – Basel, sowie alle S-Bahnen viermal stündlich.

Das Angebot baut grundsätzlich auf Halbstundentakten auf, wobei sich bei der S-Bahn sowie beim Fernverkehr zwischen Luzern und Zürich, zwei Halbstundentakte überlagern (vier Züge pro Stunde und Richtung). Der Umsetzungszeitpunkt für den Horizont „übermorgen“ ist etwa das Jahr 2050. Der Zielhorizont des Rahmenplans Luzern liegt damit deutlich weiter in die Zukunft als bei der ebenfalls sehr langfristigen Planung der „Bahn 2030“. Zudem geht das Angebot des Rahmenplans über dasjenige der Bahn 2030 hinaus.

Perimeter

Rahmenpläne kennen zwei Perimeter: Der „Betrachtungsperimeter“ umfasst jenen Bereich, in welchem der Rahmenplan einen massgebenden Einfluss hat, in welchem aber in der Regel keine Infrastrukturmassnahmen ergriffen werden. Der sehr viel engere „Bearbeitungsperimeter“ umfasst den Kernbereich, in welchem der Rahmenplan direkte Auswirkungen auf die Infrastruktur hat. Die beiden Perimeter des Rahmenplans Luzern sind in der Abbildung 01 dargestellt.

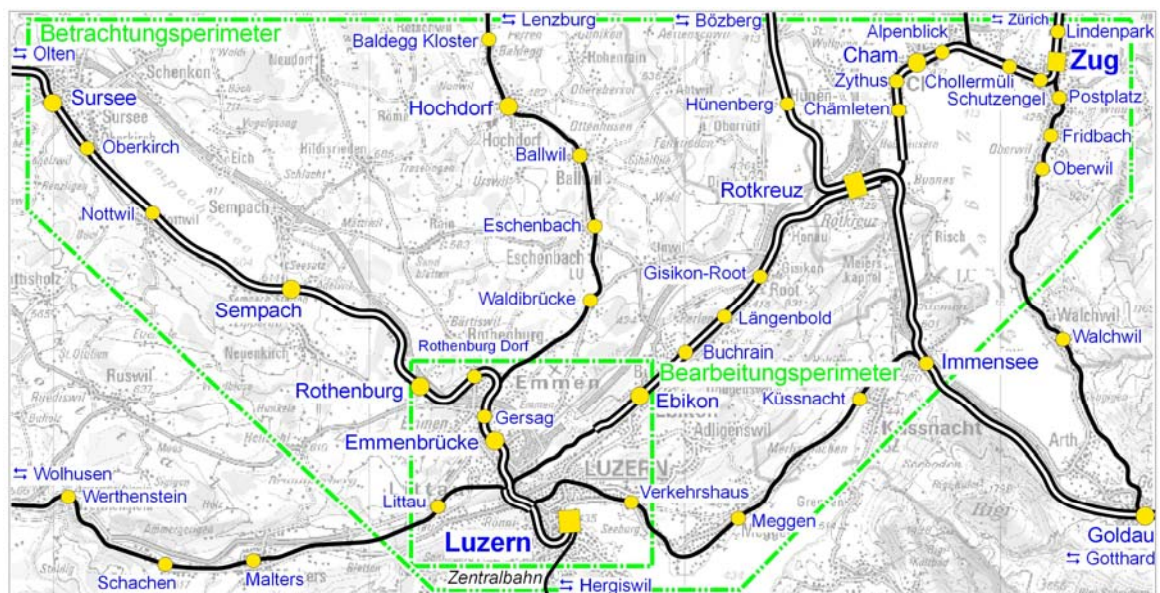


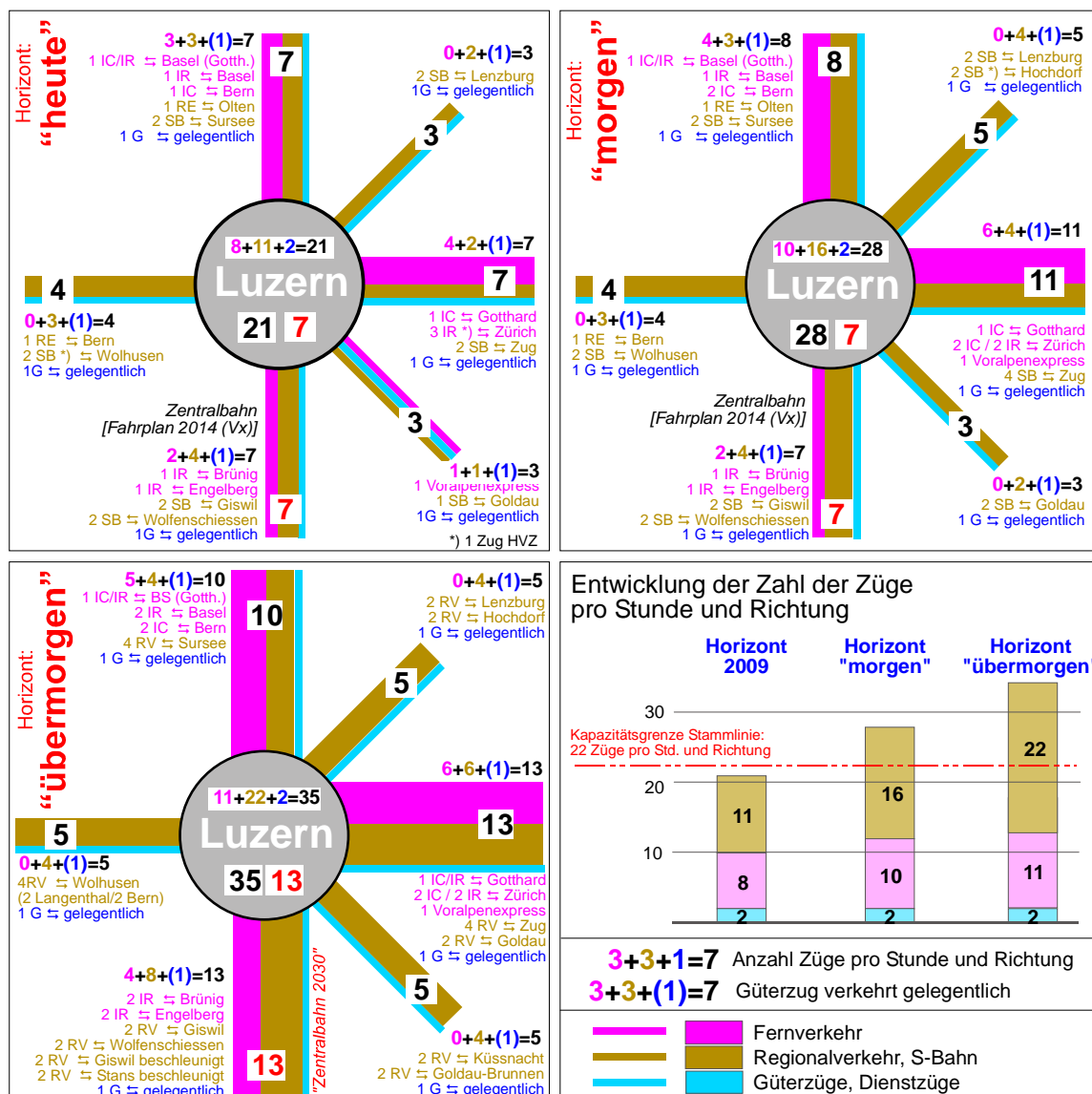
Abbildung 01: Betrachtungs- und Bearbeitungsperimeter des Rahmenplans Luzern.

Angebote von „morgen“ und „übermorgen“

Im Rahmenplan werden jedem der Zeithorizonte „heute“, „morgen“ und „übermorgen“ Angebote in Form von *Mengengerüsten* zugeordnet (siehe Abbildung 02). Das Mengengerüst besagt, wie viele Züge auf einer Achse pro Stunde und Richtung verkehren, es macht jedoch keine Aussagen zu einem konkreten Fahrplan.

Die Beschränkung auf das Mengengerüst bei Rahmenplänen ist sinnvoll, weil die zukünftige Infrastruktur eines Bahnhofs bezüglich des Angebots flexibel sein soll und nicht nur einem einzigen, spezifischen Angebot genügen darf. In diesem Sinne darf die Infrastruktur kein Hindernis für die Umsetzung eines bestimmten Angebots sein. In der Abbildung 02 sind die Mengengerüste für die drei Horizonte „heute“, „morgen“ und „übermorgen“ dargestellt.

Für die Güter- und Dienstzüge ist auf jedem Ast ein Trasse pro Stunde und Richtung reserviert, das jedoch nur gelegentlich benützt wird. Im Kernbereich – zwischen Fluhmühle und Luzern – verfügt der Güter- und Dienstverkehr in jedem Horizont über zwei Trassen pro Stunde und Richtung.



10 von 127

Auslastung und Kapazitätsengpässe

Werden die Angebote der Horizonte „morgen“ resp. „übermorgen“ auf die heutige Infrastruktur projiziert und mit der Kapazität der einzelnen Streckenabschnitte verglichen, lässt sich ermitteln, welche Netzteile zu welchem Zeitpunkt wie stark belastet sind (Referenzzustände).

Die folgende Abbildung zeigt, wie die einzelnen Netzteile in den drei Horizonten ausgelastet sind:

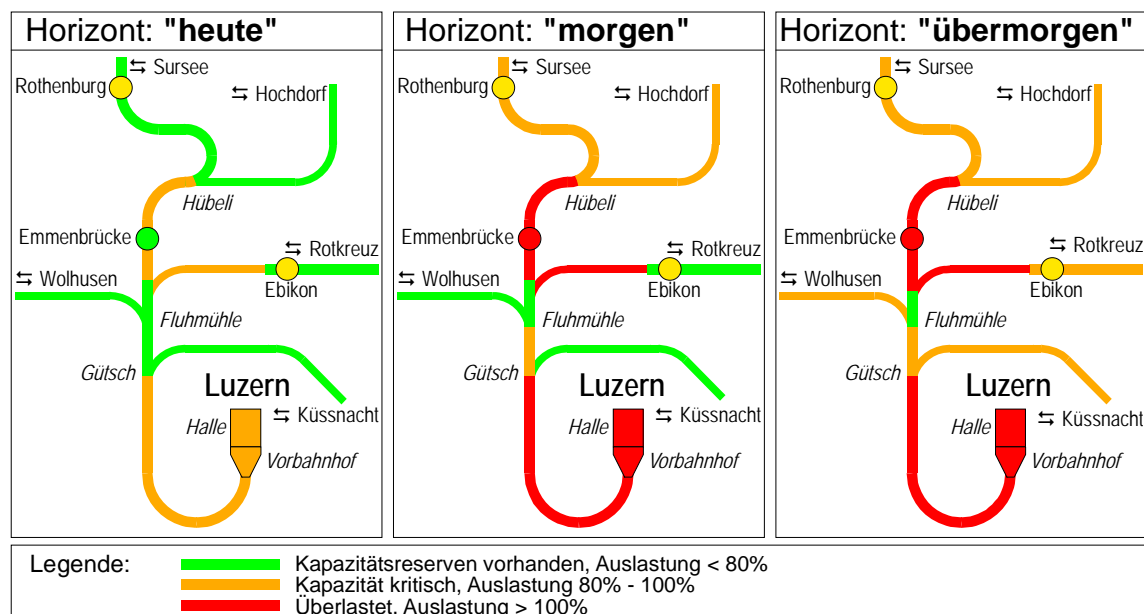


Abbildung 03: Auslastung einzelner Netzteile in den Horizonten „heute“, „morgen“ und „übermorgen“ unter der Annahme die heutige Infrastruktur würde nicht verändert.

- „Heute“ ist der Kernbereich des Schienennetzes im Raum Luzern (die Zufahrt ab Gütsch, der Vorbahnhof sowie die Halle stark, das heisst über 80% ausgelastet. Weitere starke Belastungen sind im Raum Emmenbrücke sowie auf der Einspur am Rotsee vorhanden.
- Bereits im Horizont „morgen“ gibt es Netzteile, welche deutlich überbelastet sind, das heisst die Belastung liegt über 100% der Kapazität. Massnahmen sind unumgänglich. Überlastungen sind auf all jenen Streckenabschnitten vorhanden, welche heute schon eine sehr hohe Auslastung aufweisen.
- Im Horizont „übermorgen“ ist das gesamte Netz stark belastet. Die Überlastung betrifft die gleichen Bereiche wie im Horizont „morgen“, ist jedoch nochmals stärker. Ausser eines kurzen Abschnitts der Dreispur im Bereich Fluhmühle ist das ganze Netz überlastet, oder nahe an der Grenze der Überlastung.

Die Analyse der Auslastung des Schienennetzes im Raum Luzern zeigt, dass es nicht genügen kann, einzelne Netzteile zu sanieren, resp. auf grössere Kapazität auszubauen. In Luzern ist eine umfassende Kapazitätssteigerung des gesamten Netzes, resp. eine Gesamtsanierung notwendig.

Die Abbildung 03 zeigt auch klar, dass massive Überlastungen des Netzes bereits im Horizont „morgen“ auftreten. *Das bedeutet, dass weitgehende Kapazitätsausbauten nicht erst „übermorgen“, also in ferner Zukunft notwendig sind, sondern bereits im Horizont „morgen“, also um das Jahr 2020!*

Mittelfristig umsetzbare Massnahmen

Eine umfassende Sanierung des Schienennetzes im Raum Luzern wird in jedem Falle erst in 15 bis 20 oder mehr Jahren abgeschlossen sein. Damit stellt sich – gerade wegen der heute schon bis zum Limit ausgelasteten Infrastruktur – die Frage nach kleinen, rasch umsetzbaren Massnahmen.

Insgesamt 21 kleinere Massnahmen mit unterschiedlichstem Charakter wurden untersucht. Zwei Massnahmen dienen tatsächlich der Kapazitätssteigerung im kritischen Abschnitt Gütsch - Luzern und werden zur Weiterbearbeitung empfohlen (siehe Anhang des technischen Berichts):

- Verkürzen und harmonisieren der Zugfolgezeit zwischen Gütsch und Heimbach
- Stärken/schwächen sowie Abstellen der S-Bahnzüge in der Agglomeration

Elf Massnahmen können sinnvoll sein, falls sich beim Fahrplan bestimmte Konstellationen ergeben. Zum Beispiel der schienenfreie Zugang in Littau, wenn in Littau eine Zugskreuzung stattfindet. Generell tragen diese elf Massnahmen zur Stabilisierung des Fahrplans bei, schaffen aber keine neue Kapazität.

Die Untersuchung der „kurzfristig umsetzbaren Massnahmen“ bestätigt, dass das Schienennetz im Raum Luzern seine Kapazitätsgrenze erreicht hat. Selbst mit relativ aufwändigen Massnahmen, wie etwa einer Unterwerfung zwischen Gütsch und dem Vorbahnhof lässt sich nicht die Kapazität für den Horizont „morgen“ gewinnen. Hinzu kommt, dass mit jedem Ausbau des bestehenden Netzes die unattraktive, betrieblich schwierige Struktur des Schienennetzes im Raum Luzern weiter zementiert wird und damit eine grundsätzlich Sanierung des Netzes weiter in die Ferne rückt.

Zwei Stossrichtungen

Eine zentrale Erkenntnis aus der Analyse der „kurzfristig umsetzbaren Massnahmen“ ist, dass in Luzern grundsätzliche Sanierungsmassnahmen unumgänglich sind. Bereits das Angebot des Horizonts „morgen“ kann mit der heutigen Infrastruktur bei weitem nicht mehr gefahren werden.

Aus den zahlreichen „Projektideen“ – welche eine grundsätzliche Sanierung des Schienensystems im Raum Luzern anstreben – und den kleineren „kurzfristig umsetzbaren Massnahmen“ sind zwei Stossrichtungen definiert und vertieft untersucht worden:

- **Stossrichtung „Rotsee lang“:** Vom heutigen Ende der Doppelspur am Rotsee führt ein doppelspuriger Tunnel unter der Reuss hindurch in den Vorbahnhof Luzern. Der Vorbahnhof Luzern wird so umgebaut, dass mit den zwei in den Bahnhof einmündenden Doppelspuren ein optimaler Betrieb möglich ist. Die beiden Zufahrtslinien sind autonom, d.h. sie haben keine Verbindung miteinander. Die Stossrichtung „Rotsee lang“ stützt, ja akzentuiert die heutige Struktur des Schienensystems im Raum Luzern, indem die beiden wichtigsten Zulaufachsen vom Rontal resp. Wiggertal durch Neubaustrecken ergänzt werden.

- **Stossrichtung „Rotsee kurz/Tiefbahnhof“:** Eine doppelspurige Strecke führt von Ebikon, durch den Dreilindentunnel und unter dem Seebecken von Luzern hindurch, in einen neuen Tiefbahnhof unter der heutigen Halle. In einer ersten Etappe wird der Tiefbahnhof als Kopfbahnhof betrieben. Für spätere Etappen besteht die Option, den Kopfbahnhof zum Durchgangsbahnhof auszubauen. Damit ist die Stossrichtung „Rotsee kurz“ der Nukleus für eine neue, attraktivere Struktur des Schienennetzes im Raum Luzern.

Die folgende Abbildung vermittelt einen Überblick über die beiden Stossrichtungen „Rotsee lang“ und „Rotsee kurz, Tiefbahnhof“.

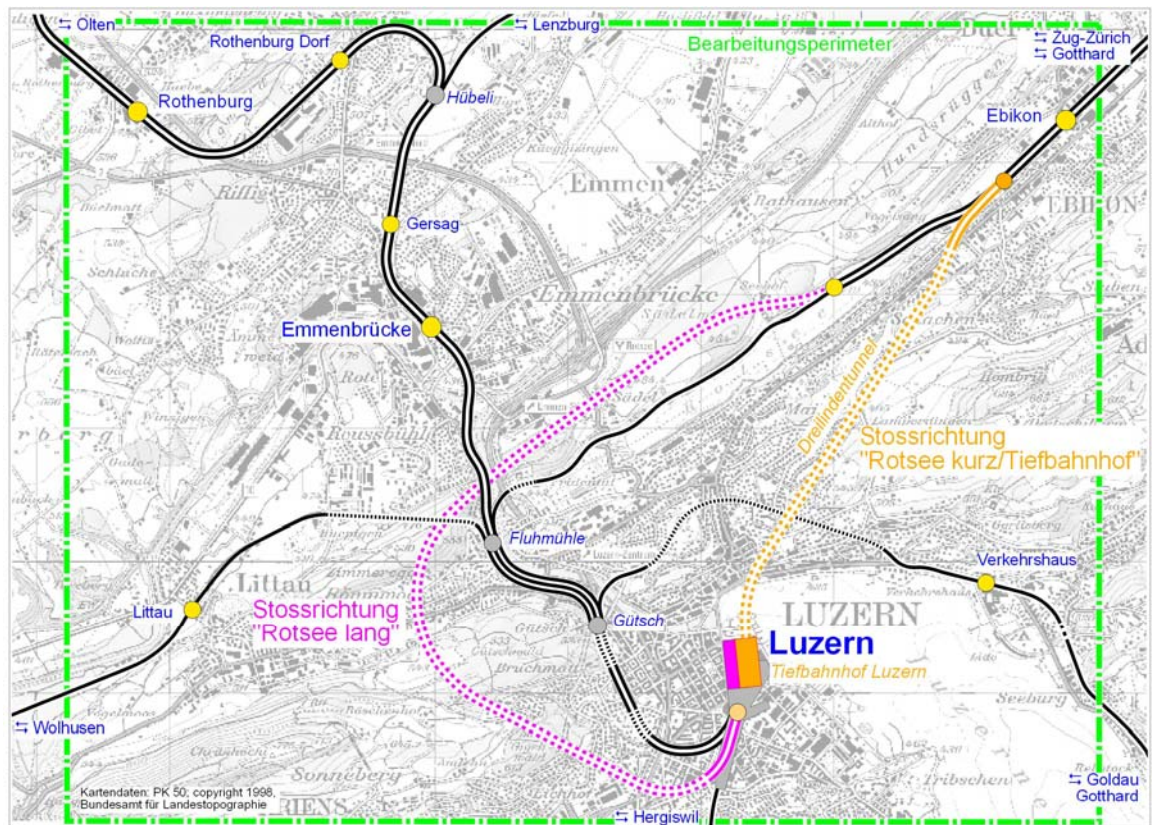


Abbildung 04: Übersichtskarte über die Stossrichtungen „Rotsee lang“ und „Rotsee kurz, Tiefbahnhof“.

Die umfangreichen Untersuchung der beiden Stossrichtungen haben klar ergeben, dass die „Stossrichtung „Rotsee kurz“ weiter zu verfolgen ist. Die wichtigsten Faktoren sind:

- Tiefere Kosten (1'930 bis 2'360 Mio. Fr. bei „Rotsee lang“ gegenüber rund 1'450 bis 1'780 Mio. Fr. für „Rotsee kurz“).
- „Rotsee kurz“ ist ohne grössere Behinderungen des Schienenverkehrs umsetzbar (siehe Bau des Bahnhofs Löwenstrasse in Zürich), während bei „Rotsee lang“ mit massiven, mehrjährigen Einschränkungen zu rechnen ist.
- Bei „Rotsee kurz“ besteht die Option eines Ausbaus zum Durchgangsbahnhof, während bei „Rotsee lang“ Luzern auch in ferner Zukunft einen Kopfbahnhof besitzt.

- Bei „Rotsee kurz“ lassen sich Dank dem Durchgangsbahnhof Durchmesserlinien bilden. Das damit erzeugte Potential an Fahrzeitgewinnen führt zu einem bedeutenden Fahrgastzuwachs von etwa +15% (Basis: Reisezeitelastizität).
- Deutlich Verkürzung der Zufahrt vom Rontal in den Bahnhof Luzern von heute 8.8 Kilometern (ab Ebikon) auf neu 3.3 Kilometer bei „Rotsee kurz“, während bei „Rotsee lang“ die Zufahrtswege eher länger werden.
- Mit der Verkürzung der Länge der Zufahrt bei „Rotsee kurz“ ist auch eine Fahrzeitreduktion von rund vier Minuten verbunden, während sich bei „Rotsee lang“ keine Fahrzeitverkürzungen ergeben.
- Die Zentralbahn bleibt – auch im Horizont „übermorgen“ – in der Halle.
- Der Zeitbedarf für die Umsetzung der ersten Etappe der Stossrichtung „Rotsee kurz“ ist um rund zwei Jahre kürzer als bei „Rotsee lang“.

Stossrichtung „Rotsee kurz/Tiefbahnhof“: Fünf Umsetzungsschritte

Die Stossrichtung „Rotsee kurz“ soll in fünf Etappen oder *Umsetzungsschritten* verwirklicht werden. Die Abbildung auf der folgenden Seite vermittelt einen Überblick über die Umsetzungsschritte:

Erster Umsetzungsschritt:

Er entspricht der Stossrichtung „Rotsee kurz“. Er umfasst den Dreillindentunnel als Zufahrt von Ebikon her, die Seeunterquerung, sowie die erste Etappe des Tiefbahnhofs (Kopfbahnhof).

Zweiter Umsetzungsschritt:

Der zweite Umsetzungsschritt umfasst den Ausbau des Abschnitts Fluhmühle – Emmenbrücke – Hübeli. Es zeigt sich, dass dieser Abschnitt bereits im Horizont „morgen“ überlastet ist und die Überlastung im Horizont „übermorgen“ weiter ansteigt. Vorgeschlagen werden eine Zugfolgezeit von zwei Minuten, sowie der Ausbau des Bahnhofs Emmenbrücke auf vier Gleise, sowie eine kreuzungsfreie Abzweigung Hübeli. Welche Massnahme zu welchem Zeitpunkt umzusetzen ist, hängt stark vom angestrebten Fahrplan ab.

Mit der Umsetzung des zweiten Schrittes treten im Kernbereich des Schienennetzes von Luzern noch im Horizont „übermorgen“ Überlastungen auf.

Dritter Umsetzungsschritt:

Der Kopfbahnhof wird zum Durchgangsbahnhof erweitert, indem der Tiefbahnhof mit einer Rampe im Raum Heimbach an die Stammstrecke angeschlossen wird. Da der Küssnachterast noch nicht an den Tiefbahnhof angeschlossen ist (siehe Umsetzungsschritt 4), sind Halle und Vorbahnhof nach wie vor in Betrieb. Die Strecke am Rotsee kann aufgehoben werden, sofern die Bedürfnisse der Güter- und Dienstfahrten geklärt sind.

Vierter Umsetzungsschritt:

Der Küssnachterast wird als letzter mit dem Tiefbahnhof verbunden. Der Stadttunnel kann ausser Betrieb genommen werden. Alle Züge können als Durchmesserlinien durch den Tiefbahnhof fahren. Eine Ausnahme bildet die Zentralbahn, welche ihren Endbahnhof nach wie vor in der Halle hat.

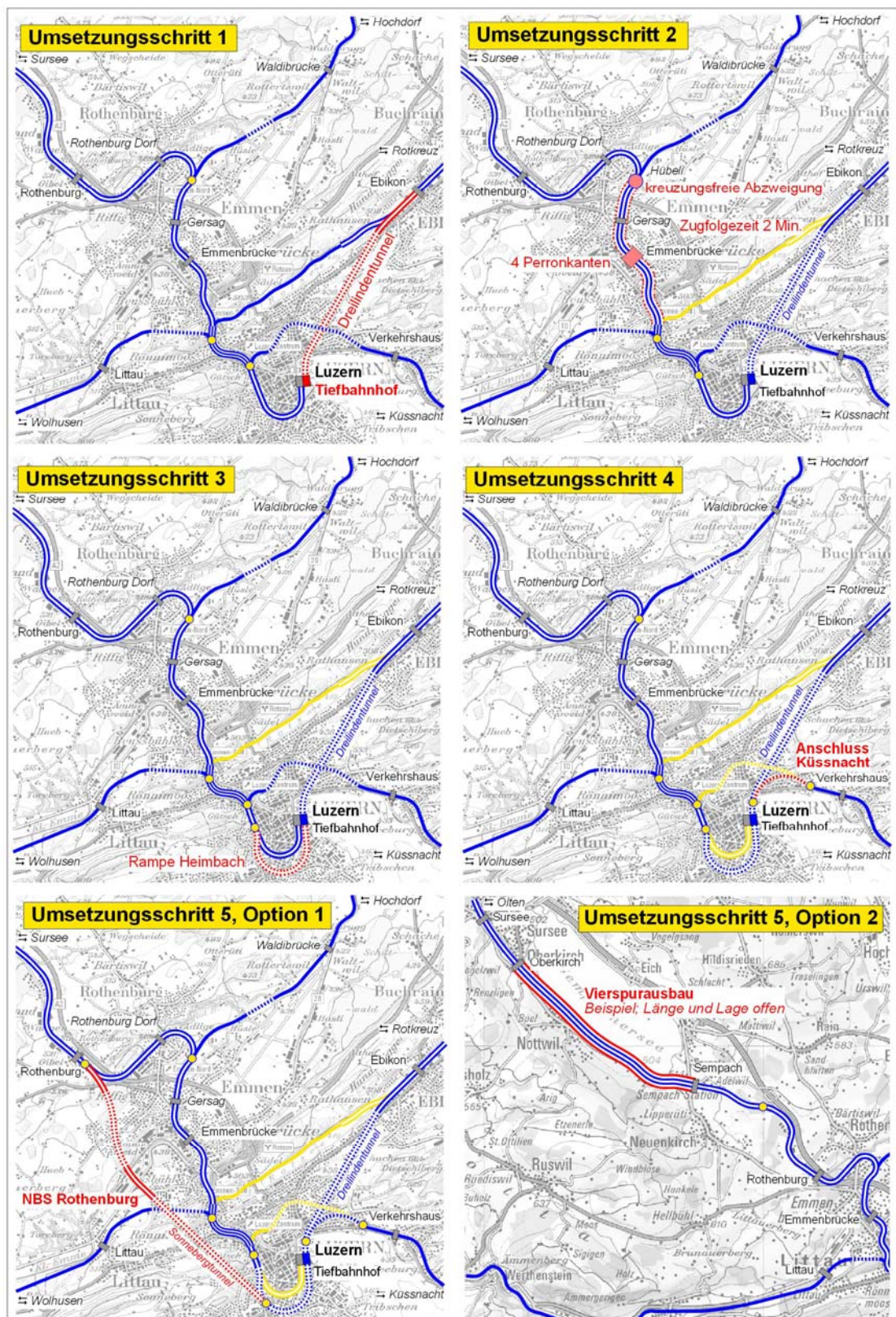


Abbildung 05: Übersichtskarten über die fünf Umsetzungsschritte der Stossrichtung „Rotsee kurz“

Falls es gelingt, das erwünschte und erforderliche Angebot vollständig im Durchgangsbahnhof abzuwickeln, könnte auf die oberirdischen Anlagen verzichtet werden. Voraussetzung dazu ist auch eine Verlagerung von Güterverkehr, Abstellung, Werkstätten etc. vom heutigen Bahnareal hinaus in die Agglomeration. Ob auch zu einem sehr späten Zeitpunkt noch bahnseitige Nutzungen im Vorbahnhof resp. in der Halle verblieben ist offen und hängt von späteren Planungsschritten ab.

Fünfter Umsetzungsschritt:

Für den Umsetzungsschritt 5 bestehen zwei Optionen: Option 1: Bau einer, resp. zwölf Kilometer langen Neubaustrecke nach Rothenburg resp. Sempach. Die Fernverkehrszüge benützen die neue Strecke, während die S-Bahn auf der Stammlinie verkehrt. Somit herrscht zwischen Luzern und Rothenburg Verkehrsartentrennung. Der Fernverkehr via NBS wird um vier bis fünf Minuten beschleunigt. Damit erreicht der IC zwischen Luzern und Bern die für das Knotensystem „Bahn 2000“ ideale Fahrzeit von 55 bis 56 Minuten.

Option 2: Als Alternative zur NBS Tiefbahnhof – Rothenburg wird auch der Bau einer acht Kilometer langen Vierspurinsel zwischen Hübli und Sursee in Betracht gezogen. Damit sollen fliegende Überholungen zwischen Fernverkehr und S-Bahn möglich werden.

Kosten

Die folgende Tabelle vermittelt einen Überblick über die Kosten der ersten vier Umsetzungsschritte:

Streckenabschnitt	Bemerkungen	Kosten [Mio. CHF]	
		unterer Wert	oberer Wert
Umsetzungsschritt 1	Tiefbahnhof mit Zufahrt Dreilindentunnel ab Ebikon	1'450	1'780
Umsetzungsschritt 2	Kapazitätssteigerung Gütsch - Hübli	200	260
Umsetzungsschritt 3	Ausbau zum Durchgangsbahnhof	880	1'140
Umsetzungsschritt 4	Anschluss Küssnacherlinie	280	350

Abbildung 06: Übersicht über die Kosten der Umsetzungsschritte 1 bis 4 (Umsetzungsschritt 4 ohne Auslagerung der Unterhalt- und Abstellanlagen etc. in die Agglomeration).

Spezielle Aspekte

Der Rahmenplan Luzern enthält – neben den Kernthemen – eine Reihe von Untersuchungen, welche für die zukünftige Entwicklung des Schienensystems im Raum Luzern von Bedeutung sind. Die wichtigsten dieser Untersuchungen sind im Folgenden kurz erläutert:

- **Zentralbahn:** Der Endbahnhof bleibt in der Halle. Um die Querfahrten der Normalspur weiterhin zu ermöglichen, steht eine Unterwerfung im Vordergrund. Die Zahl der Perronkanten muss von heute vier auf neu fünf erhöht werden (Zentralbahn 2030, Modul C). Die zusätzliche Kante dürfte um das Jahr 2024 notwendig sein.

- **Güterverkehr:** Mit der schrittweisen Verlagerung des Reiseverkehrs von der Halle in den unterirdischen Durchgangsbahnhof stellt sich die Frage, ob der Güterverkehr in Luzern bleibt. Sofern Alternativen für den Güterverkehr gefunden werden, können die heutigen Bahnanlagen neu genutzt werden.
- **Abstellung und Unterhalt Personenverkehr:** Mit der zunehmenden Verlagerung der Reisezüge in den Durchgangsbahnhof müssen die Abstell- und Unterhaltsanlagen ausserhalb der Stadt neu gebaut werden. Angedacht ist eine zentrale Unterhaltsanlage (Standort für den Horizont „übermorgen“ noch nicht abgeklärt), sowie eine dezentrale Nachtabstellung der S-Bahnzüge an den Endbahnhöfen der S-Bahnlinien.
- **Baudienste:** Mit dem Umsetzungsschritt 4 (alle Züge können durch den Durchgangsbahnhof verkehren), ist es zweckmässig die Anlagen der Baudienste aus dem Bahnhof Luzern auszulagern. Die Bedürfnisse der Instandhaltung für den Horizont „morgen“ werden erfüllt.
- **Haltestellen Kreuzstutz und Paulusplatz:** Der Betrieb der neuen Haltestellen Paulusplatz und Kreuzstutz ist nur möglich, wenn die NBS Luzern – Rothenburg gebaut und vom Fernverkehr genutzt wird, und damit die Belastung der Stammstrecke sinkt. Die Haltestelle Paulusplatz kann zudem nur betrieben werden, solange die Zufahrt von Gütsch in die Halle in Betrieb bleibt.
- **Publikumsanlagen:** Heute sind die Publikumsanlagen insbesondere im Bereich der Querhalle sehr stark ausgelastet. Mit dem Bau des Tiefbahnhofs werden sich deutliche Verlagerungen der Fahrgastströme ergeben. Diese sind noch nicht im Detail untersucht. Die Analyse hat ergeben, dass der Tiefbahnhof Perronbreiten von 15 Metern aufweisen muss (das entspricht der Perronbreite im Bahnhof Löwenstrasse in Zürich).

Schlussfolgerungen und Empfehlung

Das Schienensystem im Raum Luzern hat seine Leistungsgrenze erreicht. Schon eine bescheidene Steigerung des Angebots, löst einen Infrastruktur-Ausbau aus. Es handelt sich um Sprungkosten. Sprungkosten treten immer dann auf, wenn das Reservoir an kleinen und mittleren Massnahmen ausgeschöpft ist, und damit eine grundsätzliche Veränderung der Struktur des Systems unumgänglich wird. Diese Situation ist heute beim Schienensystem des Raums Luzern erreicht.

Letztlich geht es im Raum Luzern darum, einen grossen Schritt zu tun, oder den Schienenverkehr auf dem heutigen Niveau zu belassen, das heisst auf Angebotsverbesserungen zu verzichten.

Mit kleineren, relativ kurzfristig umsetzbaren Massnahmen lässt sich höchstens eine minimale Leistungssteigerung erreichen, wobei das Kosten-Nutzen-Verhältnis sehr ungünstig ist. Damit ist vorgegeben, dass die Leistungssteigerung des Schienennetzes im Raum Luzern einen grossen, ersten Schritt umfassen muss.

Die Analyse der beiden Stossrichtungen „Rotsee lang“ und „Rotsee kurz/Tiefbahnhof“ hat ein klares Resultat zu Gunsten von „Rotsee kurz“ ergeben. Neben den tieferen Kosten spricht vor allem die Option, das Schienennetz im Raum Luzern langfristig grundlegend zu sanieren, eine wichtige Rolle.

Diese Optimierung des Schienennetzes geschieht in fünf Umsetzungsschritten. Dabei hat der dritte Umsetzungsschritt eine zentrale Bedeutung, indem mit ihm der Kopfbahnhof zum Durchgangsbahnhof erweitert wird. Die fünf Umsetzungsschritte sind:

Umsetzungsschritt 1: Bau des Tiefbahnhofs als Kopfbahnhof mit zweispuriger Zufahrt ab Ebikon.

Umsetzungsschritt 2: Kapazitätssteigernde Massnahmen auf Strecke Fluhmühle – Sursee.

Umsetzungsschritt 3: Bau einer Verbindung zwischen Tiefbahnhof und Stammstrecke (Raum Heimbach); der Tiefbahnhof wird zum Durchgangsbahnhof.

Umsetzungsschritt 4: Anschluss der Strecke nach Küssnacht an den Tiefbahnhof

Umsetzungsschritt 5: Neubaustrecke (NBS) zwischen Tiefbahnhof und Rothenburg resp. Sempach. Verkehrstrennung Fernverkehr / S-Bahn. Fahrzeitgewinn für Fernverkehr (4 bis 5 Minuten).

Für Bedürfnisse der Zentralbahn, der Baudienste, des Güterverkehrs, für die Abstellungen und den Unterhalt sind für den Horizont „morgen“ erste Lösungsansätze vorhanden. Diese sind zu vertiefen und bezüglich ihrer Aufwärtskompatibilität für den Horizont „übermorgen“ zu überprüfen.

Nach der Inbetriebnahme des Durchgangsbahnhofs verkehren alle, oder doch eine grosse Zahl von Zügen als Durchmesserlinien durch den Tiefbahnhof. Das führt zu einer massiven Entlastung der oberirdischen Anlagen. Diese sind vom Tiefbahnhof her nicht mehr zu erreichen. Nach der Realisierung des Umsetzungsschrittes 4 (Einbindung der Küssnachterlinie in den Tiefbahnhof) besteht die Option, das heutige Bahnareal neu zu nutzen. Voraussetzung ist, dass für alle heute im Vorbahnhof beheimateten Nutzungen an neue Standorte verlegt werden. Ob und wie weit die heutigen Bahnanlagen im Horizont „übermorgen“ noch genutzt werden müssen, resp. genutzt werden sollen, ist erst nach dem Entscheid für oder gegen den Ausbau des Tiefbahnhofs vom Kopf- zum Durchgangsbahnhof definitiv zu entscheiden.

1. Einleitung

1.1. Ausgangslage

Die Hauptachsen des schweizerischen Schienennetzes erreichen in zunehmendem Masse ihre Leistungsgrenzen. Dies gilt insbesondere auch für die grossen Bahnhöfe, in welchen sich der Schienenverkehr zu den Knotenzeiten in Anschlusspinnen bündelt.

Das Schienennetz der Schweiz soll schrittweise ausgebaut werden. Projekte wie ZEB, HGV, AlpTransit oder die in Planung begriffene „Bahn 2030“ sind Ausbauschritte, welche auf eine grössere Leistungsfähigkeit des Schienennetzes hinzielen.

Besonders komplexe Elemente des Schienennetzes sind die grossen Bahnhöfe. Die aus verschiedenen Richtungen in den Knotenbahnhöfen eintreffenden Linien stellen vielfältige und komplexe Anforderungen an die Infrastruktur. In den Bahnhöfen potenzieren sich die Anforderungen und Probleme, welche gelöst werden müssen.

Um sicher zu stellen, dass Investitionen im Sinne der Aufwärtskompatibilität einen langfristigen Nutzen haben, resp. um „verlorene Investitionen“ zu verhindern, ist insbesondere in den grossen Knoten eine ausserordentlich langfristige Planung unerlässlich.

Die im Horizont „übermorgen“ untersuchten Angebote liegen in der Regel deutlich weiter in der Zukunft als die ebenfalls sehr langfristige Planung etwa der „Bahn 2030“ (zu den Begriffen Horizont „morgen“ resp. „übermorgen“ siehe Kapitel 1.7). Um diesen aussergewöhnlich langen Planungszeiträumen gerecht zu werden, haben die SBB das Planungsinstrument des *Rahmenplans* entwickelt.

Mit dem „Rahmenplan“ wird die mittel- und langfristige Entwicklung eines Knotens untersucht und festgelegt. Es wird sichergestellt, dass der untersuchte Knoten den langfristigen Anforderungen bezüglich Angebot und Infrastruktur genügt. Die Planung wickelt sich im *Planungsdreieck Angebot / Rollmaterial / Infrastruktur* ab und umfasst den Knoten sowie dessen Zulaufstrecken.

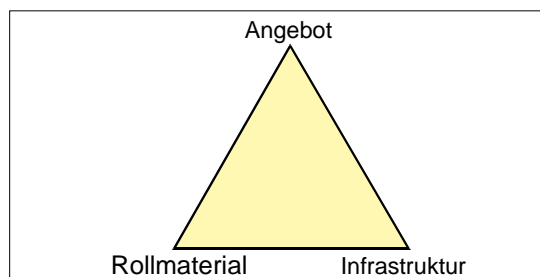


Abb. 1-01 Das Planungs-dreieck Angebot – Rollmaterial – Infrastruktur

Im Zusammenhang mit Überlegungen zur langfristigen Verkehrsentwicklung (Horizont „morgen“ und „übermorgen“) hat sich gezeigt, dass die vorhandenen Entwicklungspläne im Raum Luzern den langfristigen Kapazitätsanforderungen nicht mehr genügen.

Ziel des vorliegenden Rahmenplans Luzern ist die Erhöhung der planerischen Sicherheit bei zukünftigen Ausbausritten der Infrastruktur. Der Rahmenplan ist die Grundlage für die laufenden und zukünftigen Planungen im Bereich des Eisenbahnknotens Luzern.

1.2. Grundlagen

Für die Erarbeitung des Rahmenplans stehen folgende Grundlagen zur Verfügung:

- Entwicklungspläne: Konzept 1980 für den Ausbau der Gleisanlagen Bahnhof Luzern, Studienbüro Bau + Betrieb, April 1980
- Bahnhof Luzern, Durchgangsbahnhof in Tieflage, August 1990
- Zweckmässigkeitsstudie Tiefbahnhof Luzern, Dezember 1992
- Zweckmässigkeitsstudie Durchgangsbahnhof Luzern, Mai 1993
- Ausbau Bahnhofzufahrt Luzern, Projektstudie, September 1995
- Variantenstudie, Zufahrt Luzern 3. Gleis, Juli 1999
- Verkehrsprognosen Bahn 2000 2.Etappe, P-ED, KöV, März 2001
- Studie Vertiefung Infrastrukturkostenschätzungen Bahn 2000, 2. Etappe, November 2002
- Kapazitätsuntersuchung Knoten Luzern zum Zeitpunkt Bahn 2000, 2.Etappe, Februar 2003
- Neue Bahnerschliessung von Kriens, Planungsstudie, März 2003
- Planungsbericht S-Bahn Luzern, Mai 2003
- Studie Tiefliegung Meterspurzufahrt Bahnhof Luzern, April 2003 / Sept. 2005
- ZEB Kernangebot, April 2006
- Zwischenbericht Angebotsplanung S-Bahn Zentralschweiz, Januar 2008
- AP Innerschweiz / AP Luzern, Variante „RE 15/45“, Stand Juni 2010

1.3. Aufgabenstellung

Der Knoten Luzern wird durch die folgenden Eigenarten geprägt: Er ist ein Kopfbahnhof, der durch eine einzige Doppelspur an das Schienennetz der Schweiz angebunden ist; er besitzt zwei Spurweiten, welche im Bereich des Vorbahnhofs eng miteinander verflochten sind und wird auch bei ZEB aus strukturellen Gründen kein Vollknoten im Sinne von Bahn 2000 sein.

Es hat in der Vergangenheit verschiedene Versuche gegeben, eine oder mehrere dieser den Betrieb hemmenden Eigenheiten zu überwinden. Erwähnt sei insbesondere der Tiefbahnhof, der aus dem Kopfbahnhof einen Durchgangsbahnhof machen wollte.

Im Zuge der Arbeiten am Rahmenplan Luzern sind auf die Frage, wie mit den, den Knoten Luzern prägenden Eigenheiten umzugehen ist, Antworten zu finden. Wie die folgende Liste zeigt, sind es viele Themenbereiche, welche die Arbeiten am Rahmenplan massgebend bestimmen:

- Angebotsstruktur, mittel- und langfristige Entwicklung Knotenstruktur
- Anzahl Perronkanten Normalspur
- Anzahl Gleise Zufahrt Normalspur
- Ausgestaltung des Vorbahnhofs

- Verflechtung Normalspur im Raum Reussbühl / Fluhmühle / Gütsch
- Auslagerung Güterverkehr
- Auslagerung Nebenanlagen
- Flächenzuscheidung verbleibende Nebenanlagen
- Berücksichtigung Option Tiefbahnhof
- Entflechtung Normalspur / Meterspur im Bereich des Vorbahnhofs
- Anzahl Perronkanten Meterspur
- Lage des Bahnhofs Meterspur
- Lage Portal Doppelspur Meterspur im Raum Langensand
- Doppelspurige Einführung Meterspur in den Bahnhof Luzern
- Güterverkehr Meterspur [Zentralbahn; Kriens-Luzern-Bahn (KLB)]
- Städtebauliche Aspekte, insbesondere Nutzung und Gestaltung im Bereich der heutigen Gleisfelder östlich der Gleisanlagen.

1.4. Ziele

Mit der Erarbeitung des Rahmenplans sind folgende Ziele zu erreichen:

- Erstellen Rahmenplan auf der Basis aktueller Rahmenbedingungen
- Aufzeigen der künftigen, langfristigen Verkehrsflüsse und Kapazitätsanforderungen im Zufahrts-, Vorbahnhof- und Perronbereich
- Erhöhung der Planungssicherheit für weitere Ausbauschritte der Infrastruktur
- Sicherstellen der planerischen Koordination zwischen Ausbauvorhaben der SBB und der weiteren Verkehrsträger, insbesondere Mittel- und Feinverteiler
- Sicherstellen der Koordination mit anderen baulichen Entwicklungen in der Stadt Luzern und in deren Umfeld
- Festlegen einer aktualisierten Interessensgrenze SBB
- Richtkostenschätzungen mit dem Bandbreitenmodell
- Aufzeigen von in sich geschlossen umsetzbaren Einzelmassnahmen (Etappen / Module): Angebotsschritte / Nutzen / Grobkosten
- Zuschneiden von Flächennutzungen im Bearbeitungssperimeter

1.5. Drei Zeithorizonte

Der Rahmenplan umfasst die folgenden drei Zeithorizonte:

- *Horizont „heute“:* Darstellen und Erfassen der aktuellen Situation, insbesondere der Probleme und Konflikte, welche heute vorhanden, sich abzeichnen und allenfalls eine Weiterentwicklung des Angebots beeinträchtigen resp. verunmöglichen.
- *Horizont „morgen“:* Überblickbarer Zeitraum, innerhalb welchem die nächsten Entwicklungsschritte bekannt sind, oder sich abzeichnen.

- *Horizont „übermorgen“*: Zeitraum, innerhalb welchem der Rahmenplan umgesetzt werden soll. Der Zeitraum umfasst in der Regel 30 bis 40 Jahre. Das zu Grunde gelegte Angebot ist idealisiert, so wird beispielsweise bei der S-Bahn Luzern von einem *Viertelstundentakt* resp. von *zwei überlagerten Halbstundentakten* auf allen S-Bahnlinien ausgegangen.

Mit den Begriffen „morgen“ und „übermorgen“ werden zwei Zeithorizonte definiert, ohne dass genau gesagt wird wann der mit diesen beiden Begriffen umschriebene Zustand eintreffen wird. Mit dieser *bewussten Ungenauigkeit* in der Zeitachse soll der Tatsache Rechnung getragen werden, dass es an sich zweitrangig ist, *wann* ein bestimmter Planungszustand eintritt. Wichtig ist jedoch, dass dann, wenn dieser Zeitpunkt eintritt klar ist, welches Ziel es zu erreichen gilt und welcher Weg zu diesem Ziel führt.

Mit dem Rahmenplan werden also nur das Ziel und die zu diesem Ziel führenden Schritte festgelegt; wann eine Umsetzung sinnvoll oder notwendig wird, entscheidet die tatsächliche Entwicklung der Situation im und rund um den Knoten. *Auslöser* für einen Ausbau sind eine stark steigende Nachfrage, oder der Bedarf nach einer weiteren Attraktivitätssteigerung z.B. durch einen dichteren Takt.

1.6. Perimeter

1.6.1. Rahmenpläne werden durch zwei Perimeter begrenzt

- *Betrachtungssperimeter*: Er umfasst jenen Raum, welcher vom Knoten massgeblich beeinflusst wird, innerhalb welchem aber in der Regel keine, oder nur untergeordnete Infrastrukturmassnahmen notwendig werden.
- *Bearbeitungssperimeter*: Bereich rund um den untersuchten Knoten, innerhalb welchem durch den Rahmenplan konkrete Projekte ausgelöst werden, welche für die zukünftige Entwicklung des Knotens von zentraler Bedeutung sind.

1.6.2. Betrachtungssperimeter

Der Betrachtungssperimeter des Rahmenplans Luzern umfasst ein sektorförmiges Gebiet, in dessen Zentrum Luzern liegt, welches im Nordwesten durch Sursee und im Nordosten durch Zug begrenzt wird (siehe Abbildung 1-02).

Die Zentralbahn wird nur im Bereich der Einfahrt in den Bahnhof Luzern, also dort, wo ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Normal- und Meterspur vorhanden ist, betrachtet. Die langfristige Entwicklung der Zentralbahn wird im Konzept „Zentralbahn 2030“ sowie im „Masterplan Zentralbahn“ untersucht und festgehalten.

1.6.3. Bearbeitungssperimeter

Der Bearbeitungssperimeter des Rahmenplans Luzern umfasst einen annähernd quadratischen Raum der im Norden durch die beiden Eckpunkte Rothenburg und Ebikon und im Süden durch die Ausfahrt Luzern aufgespannt wird (siehe Abb. 1-03).

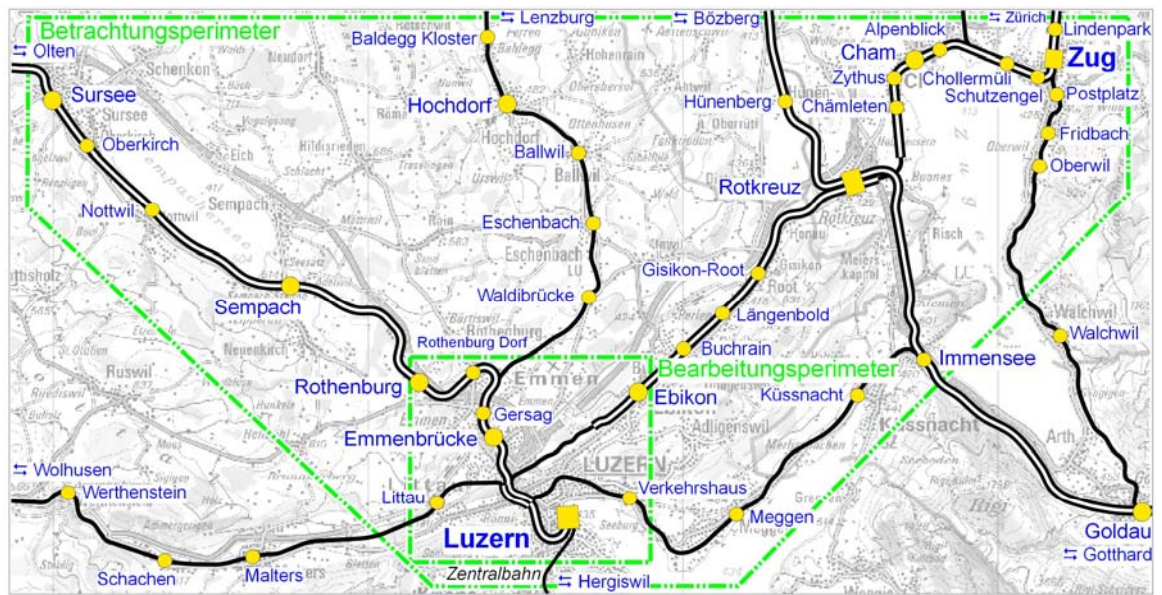


Abb. 1-02 Der Betrachtungssperimeter des Rahmenplans Luzern umfasst jenen Bereich, in welchem der Rahmenplan Luzern einen massgebenden Einfluss hat. Ebenfalls eingetragen der deutlich engere Bearbeitungssperimeter (siehe auch Abb. 1-03).

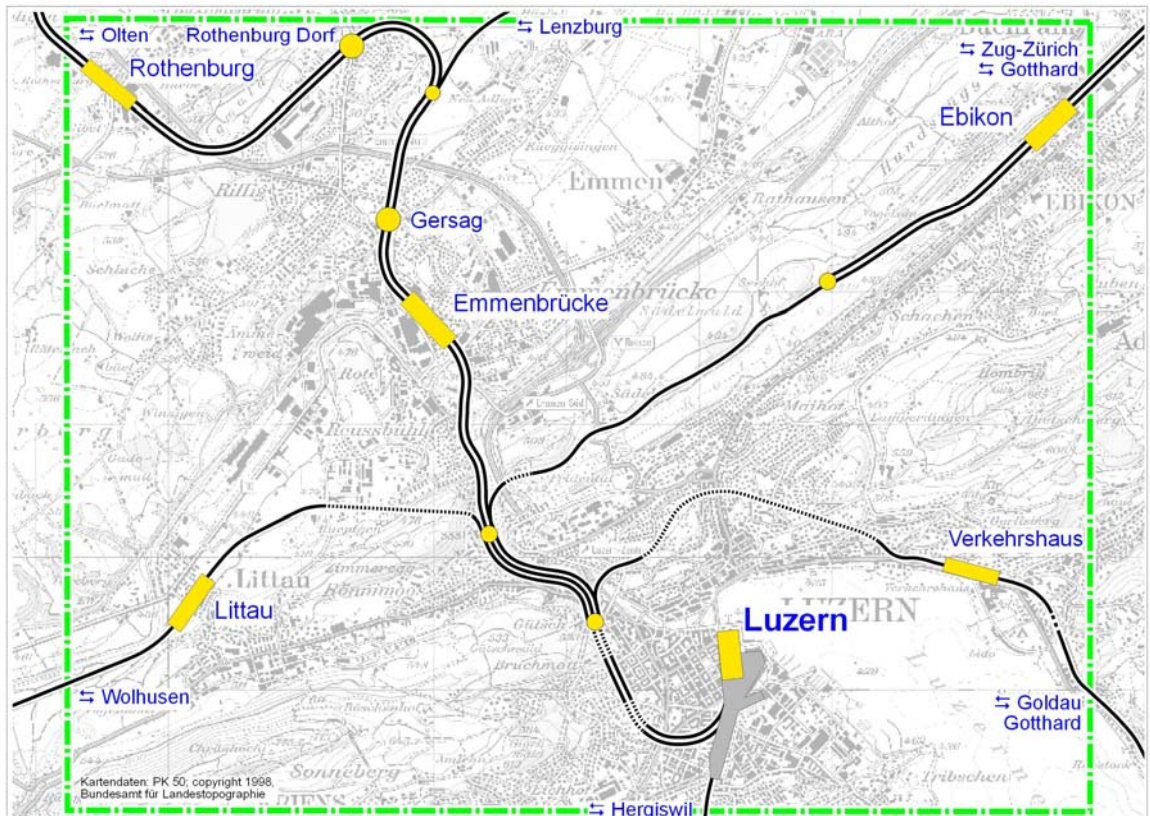


Abb. 1-03 Der Bearbeitungssperimeter Luzern umfasst jenen Bereich, in welchem der Rahmenplan direkte Auswirkungen auf die Infrastruktur hat.

1.7. Ermitteln der Referenzzustände „morgen“ und „übermorgen“

Mit den Referenzzuständen „morgen“ und „übermorgen“ wird ermittelt, welcher Handlungsbedarf auf der Ebene Infrastruktur in den beiden Horizonten besteht. Dabei wird angenommen, dass die Angebote „morgen“ und „übermorgen“ auf der *heutigen Infrastruktur* gefahren werden.

Es gilt:

- Infrastruktur „heute“ + Angebot „heute“ = Ist-Zustand
- Infrastruktur „heute“ + Angebot „morgen“ = Referenzzustand „morgen“
- Infrastruktur „heute“ + Angebot „übermorgen“ = Referenzzustand „übermorgen“

Infrastruktur („heute“) sowie die Angebote („heute“, „morgen“ und „übermorgen“) sind gegeben. Mit Hilfe der *Kapazitätsanalyse* wird ermittelt, ob und auf welchen Streckenabschnitten Engpässe oder Überlastungen austreten. Untersucht werden Streckenabschnitte, Knoten (Verzweigungen) und Bahnhöfe.

Durch die Gegenüberstellung der aktuellen Kapazität (bedingt durch die Infrastruktur) mit den zukünftigen Belastungen in den Horizonten „morgen“ und „übermorgen“ lassen sich die zukünftigen Engpässe ermitteln.

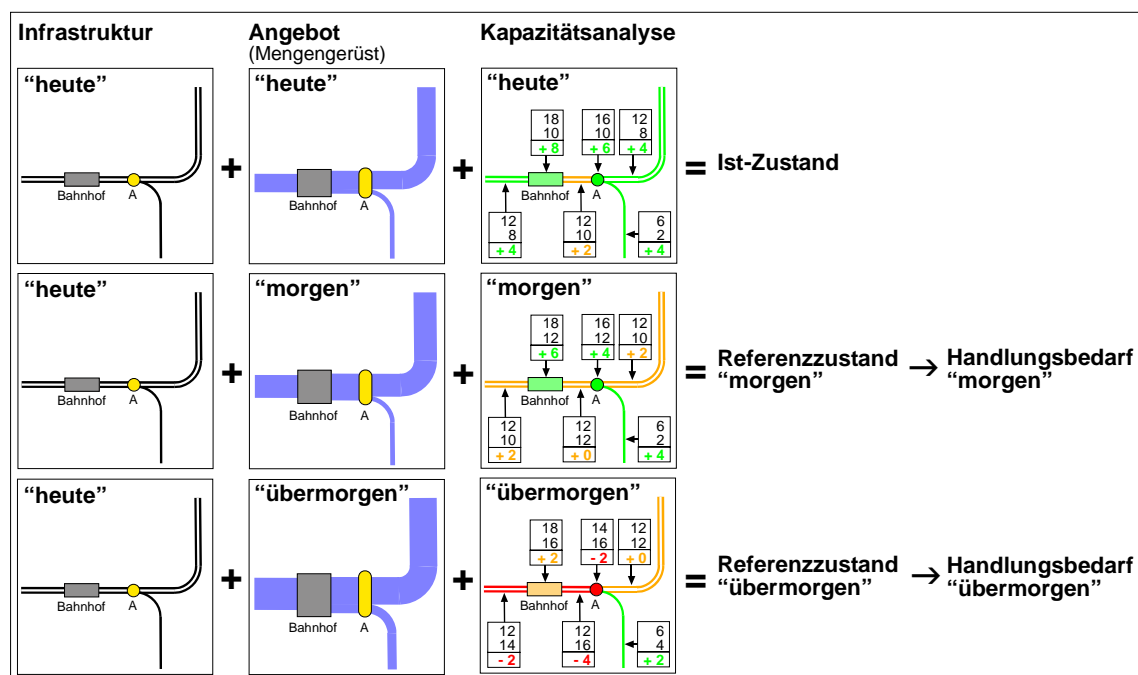


Abb. 1-04 Ermitteln der Referenzzustände „morgen“ und „übermorgen“ durch die Gegenüberstellung von heutiger Infrastruktur und den Angeboten in den Horizonten „morgen“ und „übermorgen“.

Bei der Kapazitätsanalyse wird zwischen den folgenden drei Auslastungen unterschieden und mit den drei Farben grün, orange und rot gekennzeichnet:

Auslastungen unter 80%	Keine Überlastung vorhanden
Auslastungen 80% bis 100%	Auslastung kritisch; Stabilität Fahrplan nicht gesichert
Auslastungen über 100%	Überlastung, kapazitätssteigernde Massnahmen notwendig

Abb. 1-05 Bei der Kapazitätsanalyse wird mit den drei Farben grün, orange und rot gekennzeichnet, wie hoch die Auslastung eines bestimmten Netzabschnitts ist.

1.8. Sechs Bearbeitungsschritte

Der Rahmenplan Luzern umfasst die folgenden Bearbeitungsschritte:

1. Bestandesaufnahme; darstellen des aktuellen Betriebs- und Produktionskonzeptes, theoretische Kapazität des Weichenkopfs, Länge und Lage der Perronkanten etc.
2. Angebotsvorgaben definieren: Basis der Arbeiten bildet das Angebot, welches die Anzahl Trassen für alle Verkehrsarten in den Horizonten „morgen“ und „übermorgen“ in Form von *Mengengerüsten* pro Stunde und Richtung vorgibt, inkl. der Belastung für Dienst- und Rangierfahrten.
3. Ermitteln der *Referenzzustände* „morgen“ und „übermorgen“ (siehe oben): Es wird untersucht, welche Auswirkungen die Angebote der Horizonte „morgen“ und „übermorgen“ haben, wenn sie auf der heutigen Infrastruktur gefahren werden. Aus dieser Konflikt- und *Kapazitätsanalyse* ergeben sich die Kapazitätsengpässe, welche es in den Bereichen *Organisation*, *Elektronik* oder *Infrastruktur* Massnahmen zu ergreifen gilt.
4. Festlegen der zu untersuchenden *Stossrichtungen*. Diese werden aus einer Menge von Lösungsvorschlägen aus verschiedensten Quellen herauskristallisiert. Bei der Auswahl spielen – neben fachlichen – auch politische Fragen eine Rolle. Kosten-Nutzen-Überlegungen sowie die Robustheit des Lösungsansatzes sind wichtig.
5. Weiterbearbeiten und Verfeinern der ausgewählten Stossrichtung. Berücksichtigen von bahntechnischen Elementen wie Abstellungen, Stärken/schwächen von Zügen in den Spitzenzeiten, Auswirkungen auf den Güterverkehr etc.
6. Erstellen und Vernehmlassung des Schlussberichts.

Bei mehreren dieser Bearbeitungsschritte spielen die Kosten eine wichtige Rolle. Sie werden von Fachleuten der SBB nach dem Bandbreitenmodell berechnet. Ihre Genauigkeit liegt im Bereich von plus/minus 30 Prozent.

1.9. Robustheit der Ergebnisse

Die im Rahmenplan Luzern vorgeschlagenen Infrastrukturmassnahmen sollen in allen Zeithorizonten stabile Fahrpläne gewährleisten. Damit sind die Ansprüche an die Planungssicherheit sehr hoch.

Aus der schrittweisen Umsetzung der Infrastrukturmodule, der Entwicklung von Betriebs- und Produktionskonzepten sowie der Nutzung der Nebenanlagen ergeben sich in den nächsten Jahren und Jahrzehnten eine Reihe von heute noch nicht im Details bekannten Zwischenzuständen. Diese müssen bezüglich des angestrebten Zielzustandes aufwärtskompatibel sein. „Verlorene Investitionen“ sind zu vermeiden.

Das Angebot des Horizonts „morgen“ ist heute bereits weitgehend bekannt. Damit kann die Infrastruktur dieses Horizonts bereits mit relativ grosser Sicherheit bestimmt werden. Anders sieht es im Horizont „übermorgen“ aus: Das zu Grunde gelegte Angebot ist idealisiert und systematisiert. Minutenscharfe Fahrpläne sind in diesem Horizont nicht möglich. Die Infrastruktur für den Horizont „übermorgen“ muss darum für eine breite Palette von Angebotskonzepten tauglich und in diesem Sinne „robust“ sein.

2. Bestandesaufnahme

2.1. Betriebs- und Produktionskonzept Horizont „heute“

Die doppelspurige Zufahrt zum Bahnhof Luzern ist heute mit 21 Zügen pro Stunde und Richtung belastet. Da Luzern kein Vollknoten im Sinne der Bahn 2000 ist, befahren die Züge die beiden Gleise in beiden Richtungen in unregelmässigen Abständen. Eine Bündelung ist nicht auszumachen.

Der kurze Streckenblock erlaubt im Kernbereich zwischen dem Vorbahnhof und Gütsch eine Zugfolgezeit von zwei Minuten. Trotz der konsequenten Ausnützung der Möglichkeiten des Wechselbetriebs – sechs bis sieben Mal pro Stunde – ist die Zufahrt zum Bahnhof Luzern heute bis an die Grenze ihrer Kapazität ausgelastet. Eine fixe Perronbelegung besteht nicht.

Ein spezielles Problem stellen die Rangierfahrten von/nach den Abstellanlagen, dem Depot und den Waschanlagen dar. Da die Gleisfelder der Gruppen 400, 500 und 600 von der Halle aus nicht direkt erreichbar sind, verlangen die meisten Rangierfahrten einen Richtungswechsel (siehe Abbildung 2-01). Für einfahrende Züge, welche teilweise (Modul) oder ganz weggestellt werden gilt die so genannten „Z-Lösung“ mit zweimaligem Richtungswechsel.

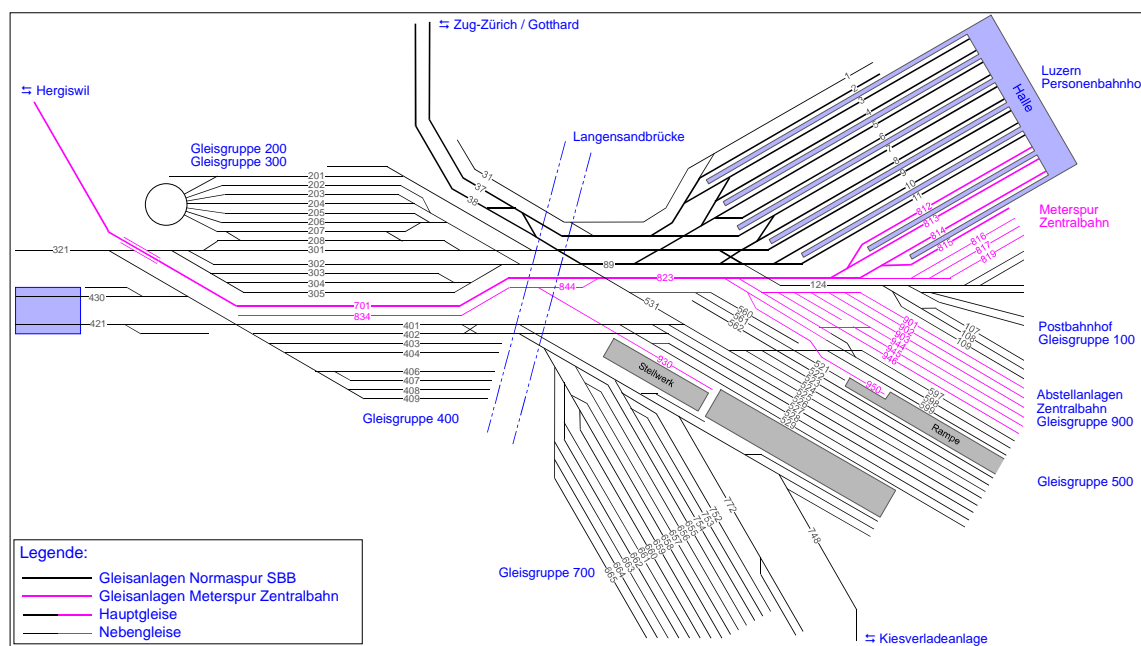


Abb. 2-01 Topologie der bestehenden Gleisanlagen des Bahnhofs Luzern

Zirkulationen zwischen der Halle und den Abstellgruppen etc. verlangen – auf einem oder beiden Zufahrtgleisen – Zeitfenster von zwei Minuten. Momentan werden 6 bis 7 Slots pro Stunde und Richtung zwischen der Halle und der Gleisgruppe 300 sowie 2 bis 3 Slots pro Stunde und Richtung zwischen den Gleisgruppen 300 und 500 benötigt.

Zurzeit werden im Depot durchschnittlich 8 bis 12 Züge pro Tag regulär unterhalten. Hinzu kommen nochmals durchschnittlich vier Express-Reparaturen an Zügen pro Tag. In der Waschanlage werden durchschnittlich 17 Züge pro Tag gewaschen. Die Durchlaufzeit für einen vierteiligen Zug (z.B. Flirt) beträgt rund eine Stunde.

Die Abstellgleise für den Personenverkehr der Normalspur verteilen sich über das ganze Bahnhofgelände. Um das Nachstillager bewältigen zu können, werden die Züge in der Halle sowie den Gleisgruppen 300 und 500 abgestellt.

Das Meterspurtrasse der Zentralbahn wird bis zum Fahrplanwechsel 2013 zwischen Luzern Steghof und Kriens Mattenhof auf Doppelspur ausgebaut und tief gelegt. Die Durchfahrt durch den Bahnhof Luzern bleibt aber einspurig. Das Betriebskonzept der Zentralbahn ist durch die „V-Lösung“ geprägt. Für die Bedienung der Abstellgleise steht ein separates Ausziehgleis zur Verfügung. Züge die umgestellt oder abgestellt werden müssen, fahren über das Gleis 834/844 in die 900er Gruppe oder umgekehrt.

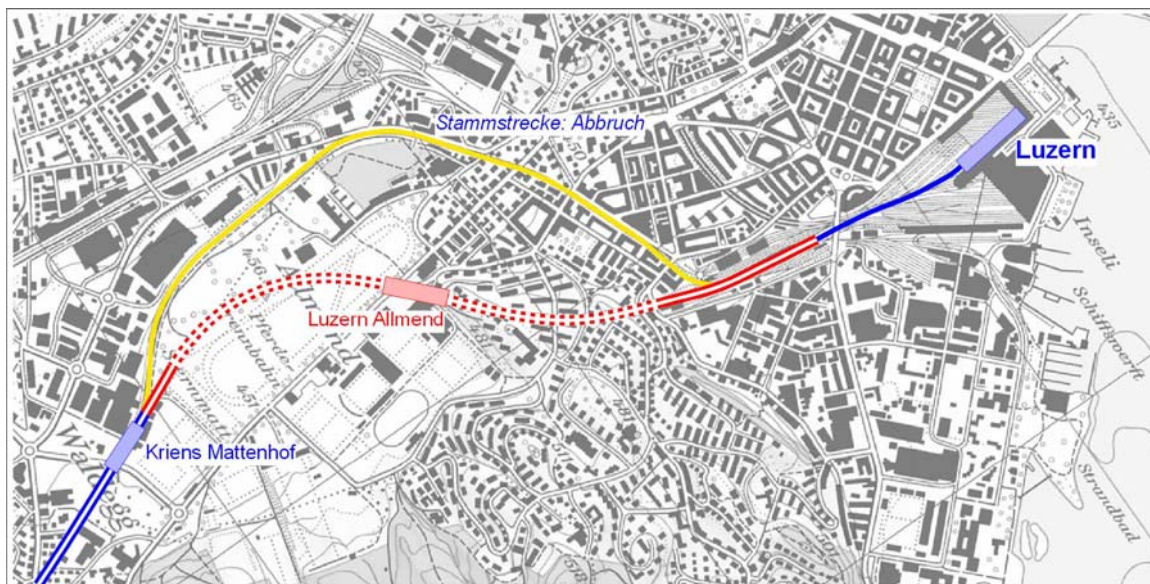


Abbildung 2-02: Tieflegung und Doppelspurausbau zwischen Luzern Steghof und Kriens Mattenhof mit der neuen Haltestelle Luzern Allmend. Dieser Doppelspurabschnitt ist Voraussetzung für die Inbetriebnahme des Fahrplans 2014.

Betrieblich führt die enge Verzahnung zwischen Normal- und Meterspur an die Grenzen des Machbaren. Mit dem Fahrplan 2014 erhöht sich die Zahl der Zentralbahnzüge stark. Die zweiminütigen Slots, welche zum Queren der Meterspur durch die Normalspur benötigt werden, sinken damit auf das absolute Minimum.

Der Bahnhof Luzern hatte im Jahre 2002 knapp 43'000 abgehende und ankommende Güterwagen. Die Züge setzen sich aus Loco- und oder Transitverkehr zusammen, die Zusammensetzung ist jeweils abhängig von der Frachtmenge. Grundsätzlich finden der Empfang der Wagen morgens und der Versand am Nachmittag statt. Im Jahr 2008 verkehrten noch rund 33'000 Güterwagen im Knoten Luzern (minus 10'000 in 10 Jahren).

Bei der Normalspur benötigen der Dienst- und Güterverkehr zwei Trassen pro Stunde und Richtung. Die Züge fahren direkt in den Güterbahnhof ein und aus. Eine fixe Zuteilung der Trassen auf den jeweiligen Verkehr gibt es nicht. Horw ist über ein 4-Schienengleis der Zentralbahn normalspurig mit dem Bahnhof Luzern verbunden. In der Regel wird ein Trasse pro Stunde und Richtung benötigt, um den Verkehr abwickeln zu können.

Der Bahnhof Luzern der ein Teambahnhof ist, hat die folgenden Funktionen: Rangieraufgaben für das ortsgebundene Aufkommen (Schotter, Sand, Zement etc.) und Nahzustellung und Feinrangierungen für die angeschlossenen Bedienpunkte wie Horw, Malters, Schachen, Wolhusen, Hochdorf und Meggen. Die Freiverladfunktionen sind auf den Bahnhof Rothenburg konzentriert.

Das bestehende Baudienstzentrum im Knoten Luzern (beim Brünigdepot), dient als Ausgangsbasis für Erhaltungs-, Instandhaltungs- und Instandsetzungsmassnahmen. Es verfügt über einen Kilometer Abstellgleise, eine Strassenzufahrt, Elektro- und Wasseranschlüsse und Sanitäreinrichtungen. Die Gleise werden während ca. 3 bis 6 Monaten pro Jahr belegt; ein kleiner Teil davon ganzjährig.

2.2. Berechnung der Leistungsfähigkeit der Einfahrt Luzern

Im Anhang des technischen Berichts: „Leistungsfähigkeit Einfahrt Luzern“ vom 28. Oktober 2008 wird gezeigt, wie die maximale Zugszahl bei einer Einfahrt in einen Kopfbahnhof ermittelt werden kann. Unterschieden wird zwischen einer *Einfahrt ohne Überwerfung* (Fall A) und einer *Einfahrt mit Überwerfung* (Fall B).

Im Arbeitspapier wird angenommen, dass pro Einfahrt (Stammstrecke, NBS) zwei Rangierfahrten pro Stunde und Richtung notwendig sind. Die Rechnung ergibt dann die Zeit pro Stunde, welche in den beiden Fällen „ohne Überwerfung“ und „mit Überwerfung“ für Zugsfahrten zur Verfügung steht:

Fall A:	ohne Überwerfung	43.3 Minuten pro Stunde für Zugsfahrten
Fall B:	mit Überwerfung	57.8 Minuten pro Stunde für Zugsfahrten

Abbildung 2-03: Die für Zugsfahrten zur Verfügung stehende Zeit für die Fälle ohne (A) und mit (B) Überwerfung auf der Zufahrtslinie zu einem Kopfbahnhof. Sie beträgt im Fall A rund 44 Minuten pro Stunde und erhöht sich bei Fall B auf knapp 58 Minuten pro Stunde.

Um die maximal mögliche Zahl der Züge (Kapazität) auf der Zulaufstrecke bestimmen zu können, müssen einerseits die Zugfolgezeiten jeder Zugskategorie und andererseits die notwendigen Reserven bekannt sein. In der folgenden Tabelle wird eine Reserve von 10% in die Zugfolgezeit integriert:

Fernverkehr	FV	Z _{FV}	=	1.1 x 2 Min.	=	2.2 Min.
Regionalverkehr / S-Bahn	RV	Z _{RV}	=	1.1 x 2 Min.	=	2.2 Min.
Güterverkehr	G	Z _G	=	1.1 x 3 Min.	=	3.3 Min.
Rangierfahrten, Abstellungen	A	Z _A	=	1.1 x 2 Min.	=	2.2 Min.

Abbildung 2-04: Zugfolgezeiten für vier Zugsgattungen. Die Reserve von 10% (6 Minuten pro Stunde) wird in die Zugfolgezeit eingerechnet.

2.3. Anzahl, Länge und Lage der Perronkanten

In der Halle des Bahnhofs Luzern stehen dem Personenverkehr total 14 Perronkanten zur Verfügung. Zehn der Normalspur und vier der Meterspur der Zentralbahn. Mit dem Bahnhofneubau von 1980 sind die Perrons soweit wie möglich in Richtung Langensandbrücke und zusätzlich um 30 Meter in Richtung See verlängert worden. Damit stehen heute wenigstens zwei Perronkanten mit einer Nutzlänge von 400 Metern zur Verfügung, allerdings mit eingeschränkter Nutzung. In der nachfolgenden Grafik sind die einzelnen Perronnutzlängen in Metern aufgeführt.

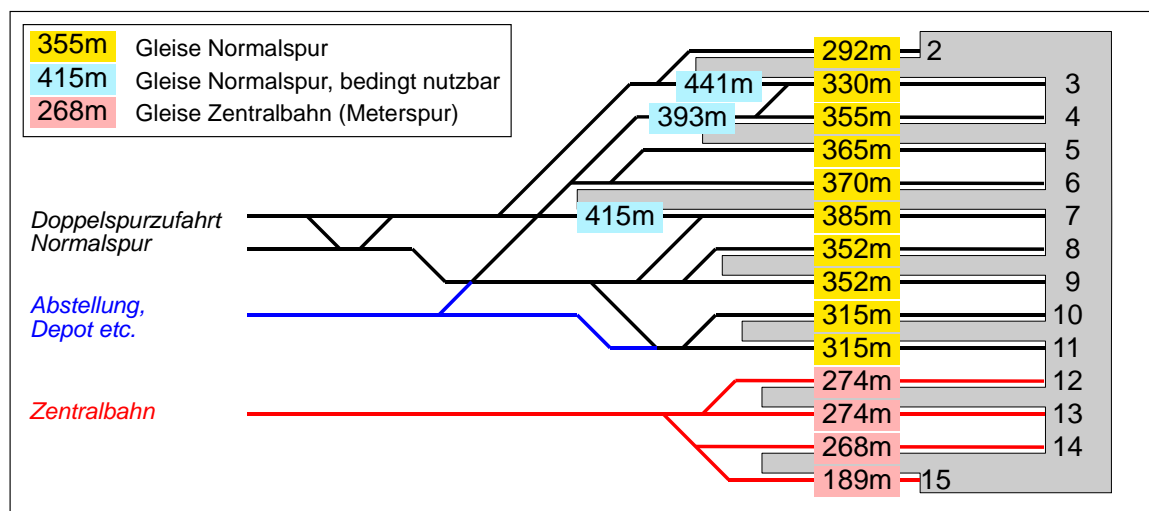


Abbildung 2-05: Perronnutzlängen im Bahnhof Luzern. Die Perronkanten 3, 4 und 7 sind nur bedingt in ihrer vollen Länge nutzbar, da dabei die Möglichkeiten von Rangierfahrten (stärken, schwächen) stark eingeschränkt wird. [Perronnutzlängen: bis zum Zwergsignal gemessen.]

Die effektiv nutzbaren Perronlängen liegen um jeweils rund 15 Metern unter den in der obigen Tabelle angegebenen Werten (5 Meter Tolleranz zwischen Zug und Prellbock, 10 Meter zwischen Lok und Ausfahrtssignal). Einzige Hallengleise, welches effektiv für Züge von 400 Metern Länge nutzbar sind, sind die Gleise 3 und 7.

2.4. Abstellanlagen und Nachtstilllager Fahrplan 09

Als Ausgangspunkt der gesamten Planungen dienen die vorhandenen Gleislängen und die Bedarfsnachweise der verschiedenen EVU's in den jeweiligen Knoten im Fahrplan 09. Die folgenden Knoten sind relevant für den Unterhalt und die Abstellungen im System Zentralschweiz: Arth-Goldau, Baar, Beinwil a. S., Brunnen, Emmenbrücke, Erstfeld, Hochdorf, Langenthal, Langnau, Lenzburg, Luzern, Rothenburg, Rotkreuz, Sursee, Wolhusen und Zug. Um eine Zuteilung der Gleise machen zu können, wurden die Knoten in die folgenden Nutzungstypen unterteilt: Zugverkehr, Personenverkehr (aufgeteilt in Regelumläufe und Reserve), Güterverkehr, Baudienste, Lok, Personenverkehr Operating, Anschlussgleise, Zirkulationsgleise, Keine Nutzung.

Standort	Abk.	Anzahl Meter vorhanden für:										Total
		Zugverkehr	P-Verkehr Umläufe	P-Verkehr Reserve	Güterverkehr	Baudienste ATG	Lokabstellungen	P-Verkehr Operating	Anschlussgleise	Zirkulationsgleise	Keine Nutzung	
Arth-Goldau	GD	7'986	1'610	0	510	2'710	280	55	0	645	615	14'411
Baar	BAA	586	0	0	0	0	0	0	0	0	174	760
Beinwil a.S.	BW	0	376	0	0	150	0	0	0	83	0	609
Brunnen	BRU	3'525	0	0	551	360	240	0	593	225	0	5'494
Emmenbrücke	EBR	1'091	0	0	841	131	169	0	877	159	0	3'268
Erstfeld	ER	5'959	690	0	1'340	2'225	440	530	0	990	0	12'174
Hochdorf	HO	0	0	0	431	0	0	0	572	298	260	1'561
Langenthal	LTH	3'413	92	0	463	244	63	0	693	35	182	5'185
Langnau	LN	695	1'484	0	232	0	0	0	224	164	0	2'799
Lenzburg	LB	3'015	195	0	1'445	325	0	0	1'027	827	680	7'514
Luzern Normalspur	LZ	0	6'910	1'410	2'370	915	595	1'702	0	1'040	185	15'127
Luzern Schmalspur	LZ	0	910	555	140	415	0	0	65	560	780	3'425
Rothenburg	RBG	2'467	0	0	1'157	0	0	0	1'745	495	0	5'864
Rotkreuz	RK	3'335	0	0	2'820	395	120	0	1'255	775	1'170	9'870
Sursee	SS	2'935	0	0	1'437	150	0	0	1'039	390	0	5'951
Wolhusen	WH	451	0	0	210	565	0	0	130	118	472	1'946
Zug	ZG	1'852	2'989	0	571	314	0	215	574	96	560	7'171
Total		37'310	15'256	1'965	14'518	8'899	1'907	2'502	8'794	6'900	5'078	103'129

Abbildung 2-06: Die vorhandenen Gleisnutzlängen der verschiedene Knoten aufgeteilt auf die Nutzungstypen.

2.5. Publikumsanlagen

Nicht zuletzt wegen der 1980 vorgenommenen Gleisverlängerungen Richtung See sind die Publikumsanlagen – insbesondere im Bereich der Querhalle – heute an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt.

Mit dem in Zukunft zu erwartenden Anstieg der Fahrgäste und Besucher ist mit Kapazitätsengpässen und grösseren Beeinträchtigungen der Fussgängerbewegungen zu rechnen, dies vor allem in den Spitzenstunden und während des Ferienverkehrs. Die Folge sind Reisezeitverluste und Qualitätseinbussen, z.B. durch Stauerscheinungen beim Ein- und Aussteigen.

Veränderungen im Umfeld des Bahnhofs – insbesondere die Inbetriebnahme der Uni – dürften zu einer weiteren Verdichtung der Publikumsströme im und um den Bahnhof Luzern führen.

Neben den Betrachtungen zur Weiterentwicklung und zum Ausbau der Gleisanlagen, ist beim Rahmenplan Luzern auch den Publikumsanlagen gebührende Beachtung zu schenken.

3. Vorgaben

3.1. Mengengerüst und Zeithorizonte

Das Angebot bildet die Grundlage für die nachfolgenden Überlegungen zur Infrastruktur und den Kostenberechnungen. *Das Angebot ist von Netzentwicklung (I-FN-NEW) zusammen mit Personenverkehr, Güterverkehr und Baudiensten entwickelt und festgelegt worden.*

Das Angebot fliesst in Form eines *Mengengerüsts* in den vorliegenden Bericht ein. Grund für die Wahl dieser allgemeinen Form des Angebots ist die Allgemeingültigkeit, welche der Rahmenplan haben soll. Er darf sich nicht nur auf ein spezifisches, minutengenaues Angebot stützen.

Um die Zugskategorien – Fernverkehr, Regionalverkehr/S-Bahn sowie Güter- und Dienstverkehr – einfach voneinander unterschieden zu können, wird jeder der drei Kategorien eine Farbe zugeordnet. Diese Farbzuordnung gilt für sämtliche Rahmenpläne der SBB.







		Fernverkehr	Anzahl Züge pro Stunde und Richtung $3+3+1=7$ $3+3+(1)=7$
		Regionalverkehr, S-Bahn	
		Güterverkehr	

Abb. 3-01 Farben der drei Zugskategorien Fernverkehr (violett), S-Bahn, Regionalverkehr (oliv) und Güter- und Dienstverkehr (blau). Rechte Seite: Zugzahlen pro Stunde und Richtung in den entsprechenden Farben. Zahl in Klammer: Stündliches Trasseee vorhanden; Zug verkehrt jedoch nur gelegentlich.

Betrachtet wird das Angebot in den folgenden drei Horizonten (siehe auch Kapitel 1.4.1):

- Ist-Zustand (Normalspur 2009, Zentralbahn 2014): Ausgangslage; dient hauptsächlich Vergleichszwecken. Mengengerüst siehe Abb. 3-02.
- Horizont „morgen“: Das Angebot ist zumindest in grossen Zügen bekannt. Der konkrete Umsetzungshorizont ist jedoch noch offen, entspricht aber weitgehend der Angebotsplanung Luzern. Das Mengengerüst ist in der Abbildung 3-03 dargestellt.
- Horizont „übermorgen“: Angebot, welches aus heutiger Sicht angestrebt werden soll. Das Angebot ist idealisiert, indem die Züge im Stunden-, Halbstunden- oder in überlagerten Halbstundentakten (vier Züge pro Stunde) verkehren. Das Angebot „übermorgen“ ist in der Abbildung 3-04 dargestellt. Es geht deutlich über die Angebotsplanung Luzern und „Bahn 2030“ hinaus.

In den Abbildungen 3-02 bis 3-05 werden die gelegentlich verkehrenden Güterzüge auf den Aussenästen mitgezählt (das Fahrplantrasseee muss ja vorhanden sein). Auf der Strecke zwischen Gütisch und Luzern werden jedoch nur zwei Güter- und Dienststrassen ausgeschieden.

[Dies bewirkt, dass die Summe der Züge auf den Aussenästen nicht mit der Gesamtzahl der Züge im Kernbereich übereinstimmt.]

Abbildung 3-02:

Mengengerüst, Horizont 2009. Die Zahlen in der Abbildung geben die Anzahl Züge pro Stunde und Richtung an. Total verkehren stündlich 21 Züge pro Richtung auf der Normalspur nach Luzern. sieben Züge sind es bei der Zentralbahn beim Fahrplan 2014. Für die Güterzüge ist zu jeder Stunde ein Trasse vorhanden. Sie verkehren jedoch nur gelegentlich. Bei der Normalspur sind es im Kernbereich sind es zwei Güter- und Dienststrassen pro Stunde und Richtung.

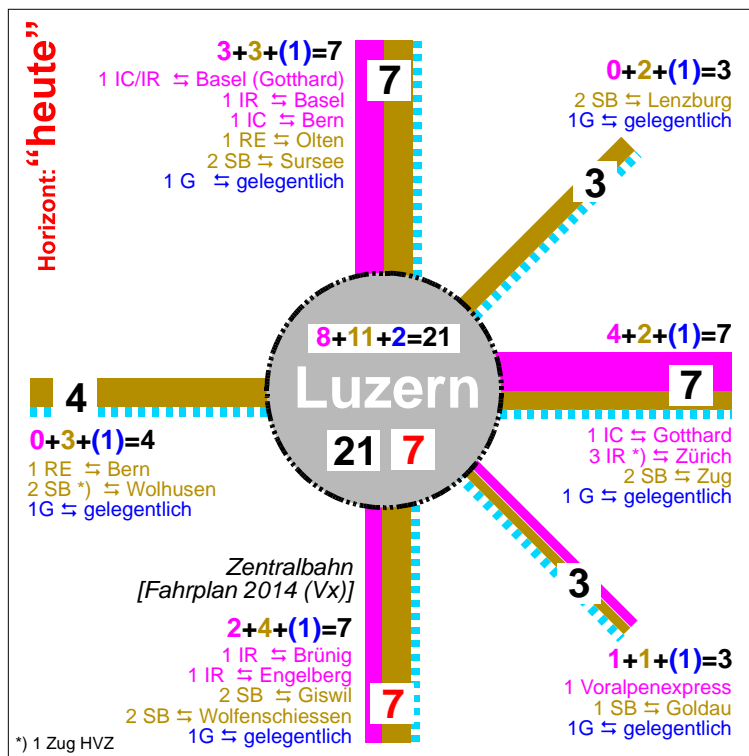


Abbildung 3-03:

Mengengerüst im Horizont „morgen“. Die Anzahl Züge pro Stunde und Richtung nimmt deutlich zu. Auf der Normalspur fahren stündlich 28 Züge nach Luzern, bei der Zentralbahn sind es 7 Züge pro Stunde und Richtung.

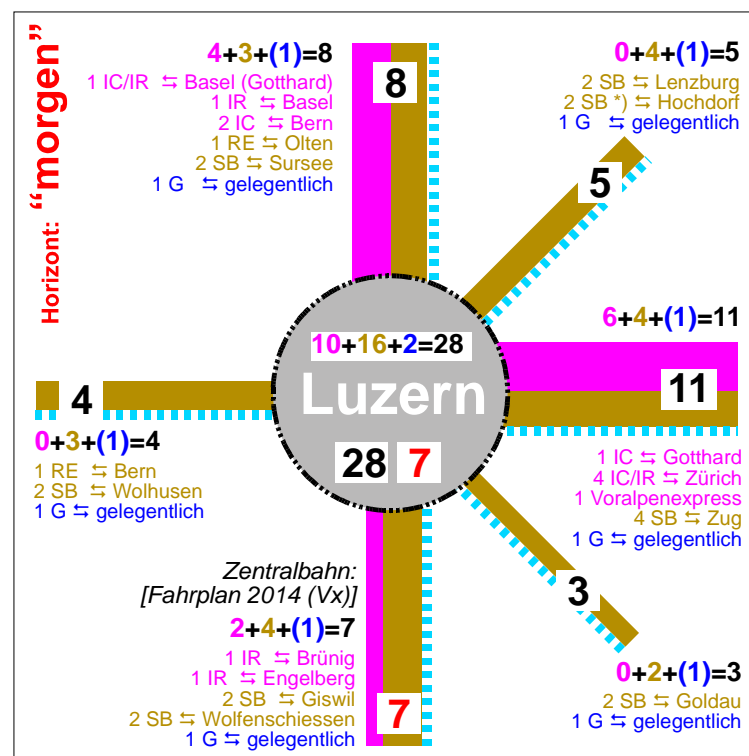
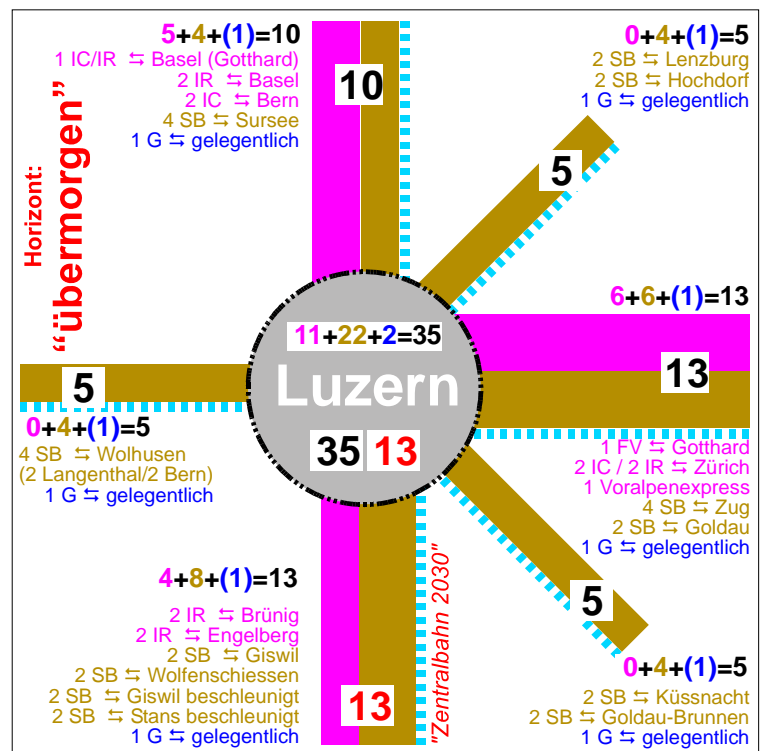


Abbildung 3-04:

Mengengerüst Horizont „übermorgen“. Die Zahl der Züge pro Stunde und Richtung nimmt weiter zu. Total verkehren stündlich 35 Züge auf der Normalspur. Die 13 Züge der Zentralbahn basieren auf dem Konzept „Zentralbahn 2030“, das im Herbst 2009 fertig gestellt worden ist.



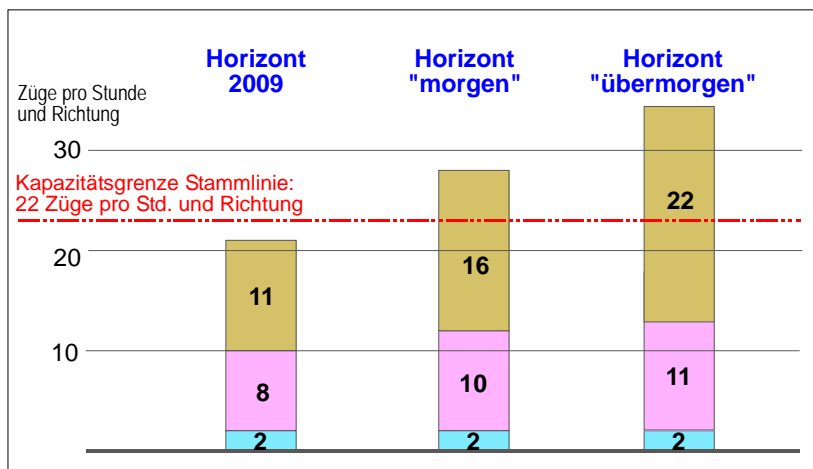
Die drei Abbildungen 3-02 bis 3-04 zeigen, dass die Zahl der Züge, welche in den Bahnhof Luzern einfahren sollen, von Zeithorizont zu Zeithorizont kontinuierlich zunimmt. In der folgenden Abbildung sind die Zugszahlen einander gegenüber gestellt (nach Zugskategorien getrennt):

Zugskategorie	Horizont					
	2009		"morgen"		"übermorgen"	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Fernverkehr	8	100%	10	125%	11	138%
	38%		36%		31%	
S-Bahn	11	100%	16	145%	22	200%
	52%		57%		63%	
Güterverkehr	2	100%	2	100%	2	100%
	10%		7%		6%	
Total alle Züge Normalspur	21	100%	28	133%	35	167%
	100%		100%		100%	
Total alle Züge Zentralbahn	6	100%	7	117%	13	217%

Abbildung 3-05: Entwicklung der Anzahl der in Luzern ein- resp. ausfahrenden Züge (Fernverkehr plus S-Bahn plus Güterverkehr) in den Horizonten 2009, „morgen“ und „übermorgen“.

Abbildung 3-06:

Entwicklung der Zugszahlen der Normalspur im Bahnhof Luzern in den Zeithorizonten 2009 (Ist-Zustand), „morgen“ und „übermorgen“.



Die Zahl der Züge im Bahnhof Luzern nimmt kontinuierlich zu. Das Wachstum betrifft sowohl den Fern- wie auch den Regionalverkehr (S-Bahn). Beim Güterverkehr besteht auf jedem Ast ein stündliches Gütertrasse, das jedoch nur in relativ wenigen Stunden genutzt wird. Im Kernbereich wird von zwei Gütertrassen pro Stunde ausgegangen.

Bis im Horizont „morgen“ nimmt die Zahl der Züge pro Stunde und Richtung von 21 auf 28 zu, (+33%), wobei die S-Bahn mit einem Wachstum von 45% gegenüber dem Fernverkehr mit nur 25% klar überproportional wächst.

Zwischen den Horizonten „morgen“ und „übermorgen“ nimmt das Angebot nochmals deutlich auf 35 Züge pro Stunde und Richtung zu. Gegenüber „heute“ (2009) ist dies eine Zunahme 67%. Beim Fernverkehr sind es +38%, bei der S-Bahn ist es eine Verdoppelung (+100%). Das überproportionale Wachstum der S-Bahn hält damit bis in den Horizont „übermorgen“ an.

3.2. Rollmaterial

Im Rahmenplan Luzern werden die folgenden Zugslängen angenommen: Die EC- und IC-Züge (A-Produkte) sollen in Zukunft generell eine Länge von 400 Metern aufweisen. Die Länge der IR (B-Produkte) beträgt in der Regel 300 Meter, in gewissen Fällen (z.B. IR Luzern ↔ Zürich) aber auch 400 Meter.

Bei den RE-Zügen (C-Produkte) beträgt die Regellänge 300 Meter, bei der S-Bahn und im Regionalverkehr (D-Produkte) 225 Meter (Flirt Dreifachtraktion).

Die in Luzern einfahrenden Güterzüge dürfen eine maximale Länge von 300 Metern aufweisen.

4. Analyse

4.1. Fahrplanspinne Luzern

Der fehlende Anschlussknoten Luzern ist nicht auf die fehlende Kapazität der doppelspurigen Zufahrt Luzern zurück zu führen, sondern auf die Randbedingungen, welche sich aus der Lage des Bahnhofs Luzern im Netz der SBB ergeben.

Während die Fahrzeit aus dem Knoten Bern nach Luzern ziemlich genau eine Stunde beträgt, liegt diese aus dem Knoten Zürich im Bereich von 45 Minuten. Aus dem Knoten Olten nach Luzern sind es zwischen 35 und 40 Minuten.

Diese Fahrzeiten zeigen, dass es in den Dreiecken Luzern-Bern-Zürich, resp. Luzern-Olten-Zürich ausgeschlossen ist, in allen vier Bahnhöfen einen Anschlussknoten zu bilden.

Eine weitere Randbedingung ergibt sich aus der zeitlichen Lage des Gotthardzuges, welche von seiner Abfahrt in Zürich (um die Minute .09) bestimmt wird, womit auch die Durchfahrt in Goldau gegeben ist. Um den „Goldauer-Wechsel“ sicherzustellen, ist die Abfahrt des Gotthardzuges in Luzern fixiert. Wegen der unterschiedlichen Fahrzeit zwischen Zürich und Goldau (~40 Minuten) resp. Luzern und Goldau (~25 Minuten) kann die Abfahrt in Luzern nicht zur Minute .00 oder .30 stattfinden, sondern im Bereich der Minuten .15 oder .45. Das ist *nicht* kompatibel mit einem Knoten gemäss den Prinzipien der „Bahn 2000“.

4.2. Konflikte

Die nachfolgende Abbildung zeigt die fünf zentralen Konflikte, welche sich bei der heutigen Topologie im Bereich der beiden Einfahrten (Normal- und Meterspur) in den Bahnhof Luzern ergeben. Es sind alles „Konflikte erster Ordnung“, d.h. Situationen, in welchen sich entgegenkommende Züge kreuzen.

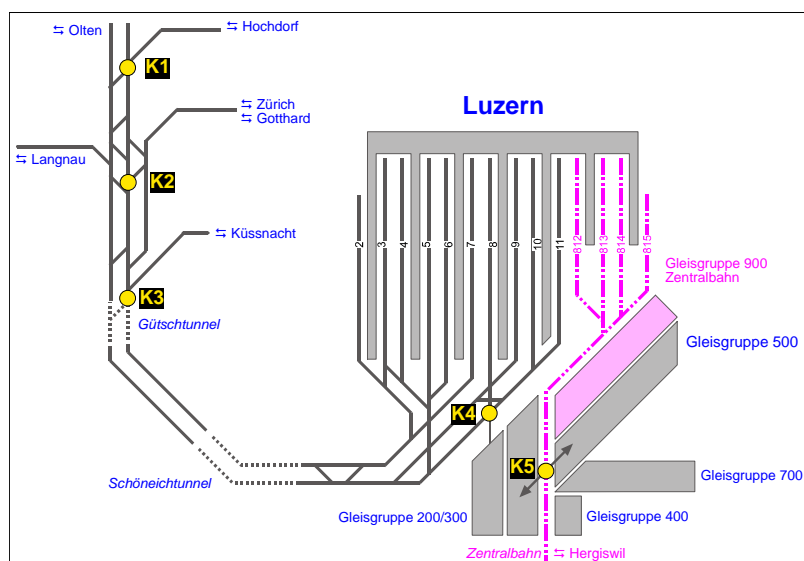


Abbildung 4-01: Grundsätzliche Konflikte im Bereich der Einfahrten Luzern (Normal- und Meterspur).

Die fünf Konflikte K1 bis K5 sind:

- K1 Ä Niveauabzweigung der Seetallinie von der Stammlinie, welche die Leistungsfähigkeit der Stammlinie einschränkt.
- K2 Ä Niveau-Zusammenschluss der Doppelspur von Emmenbrücke mit den beiden Einspurstrecken von Littau resp. vom Rotsee. Dank der Dreispur bis Gütsch (K3) besteht eine gewisse betriebliche Flexibilität.
- K3 Abzweigung der einspurigen Strecke nach Küssnacht von der doppelspurigen Stammstrecke.
- K4 Vorbahnhof: Massive Abkreuzungsprobleme im Bereich des Vorbahnhofs. Jeder Zug muss, entweder bei der Ein- oder aber bei der Ausfahrt, die Gleise der Gegenrichtung kreuzen. Hinzu kommen querende Fahrten von/nach den Abstellanlagen, welche die Kapazität der doppelspurigen Zufahrt weiter reduzieren. Ein weiteres, die Kapazität reduzierendes Element sind die tiefen Geschwindigkeiten von 40 km/h bei der Ein- und Ausfahrt, welche eine lange Belegung gestellter Trassen zur Folge haben.
- K5 Durchfahrt der Zentralbahn durch das normalspurige Areal des Vorbahnhofs. Insbesondere bei den Angebotskonzepten „Vx“ und „Zentralbahn 2030“ der Zentralbahn, welche 2014 resp. um das Jahr 2028 in Betrieb gehen werden, ergeben sich grosse Probleme beim Erreichen der Abstellgruppe 400, 500, 600 und 700 durch die Züge der Normalspur.

4.3. Leistungsfähigkeit der Einfahrt Luzern

Die Kapazität kann auch rein rechnerisch ermittelt werden (siehe dazu Kapitel 2.2). Diese Rechnung ergibt, dass die Einfahrt Luzern (Doppelspur Gütsch und Weichenkopf Vorbahnhof) für die fahrplanmässigen Zügen während 44 Minuten pro Stunde zur Verfügung steht. Zu Grunde gelegt sind eine Zugfolgezeit von zwei Minuten, eine Reserve von 10 Prozent, sowie zwei Fahrten pro Stunde und Richtung von/nach den Abstellanlagen (siehe Abbildung 2-04 und Anhang im technischen Bericht).

Damit ergeben sich für den Fahrplan 2010 die folgenden totalen Belegungszeiten pro Stunde:

Belegungszeit mit Reserve von 10% $8 \times 2.2' + 11 \times 2.2' + 2 \times 3.3' = 48.4 \text{ Min/Std.}$

Gemäss den Berechnungen in Kapitel 2.2 beträgt die Leistungsfähigkeit der Zufahrt Luzern – bei zwei Rangierfahrten pro Stunde – 44 Minuten pro Stunde. Diese Leistungsfähigkeit wird mit den heutigen 21 Zügen pro Stunde und Richtung also bereits überschritten. Das ist nur möglich, weil heute ein Teil der Reserve von 10% konsumiert wird!

Selbst wenn die heute für Rangierfahrten reservierten Trassen teilweise oder ganz für fahrplanmässige Züge verwendet werden, kann auf der heutigen Infrastruktur allenfalls noch ein weiterer, fahrplanmässiger Zug verkehren. Eine zukunftsorientierte Entwicklung ist damit im Bahnhof Luzern bei der heutigen Infrastruktur – insbesondere im Bereich der Zufahrt Gütsch und des Vorbahnhofs – nicht möglich.

4.4. Perronkanten

Wie in der Abbildung 2-05 (Kapitel 2.3) gezeigt, bewegen sich die uneingeschränkt nutzbaren Perronlängen zwischen 292 und 385 Metern. Lediglich die Gleise 3 und 7 weisen *Nutzlängen* von mehr als 400 Metern auf, wobei allerdings gewisse betriebliche Einschränkungen (Erreichbarkeit der Abstellanlagen, Einschränkung bei der Wahl der Fahrstrassen etc.) vorhanden sind. Damit verfügt Luzern nur über zwei Perronkanten, welche von 400 Meter langen Fernverkehrszügen – wie sie im Konzept „Bahn 2030“ vorgesehen sind – benutzt werden können. Notwendig wären allerdings schon bei der „Bahn 2030“ drei bis vier 400-Meter-Kanten; im Horizont „übermorgen“ sind es mindestens fünf Kanten.

4.5. Kapazität der bestehenden Anlagen

4.5.1. Referenzzustände

Die Referenzzustände für die beiden Horizonte „morgen“ resp. „übermorgen“ entsprechen infrastrukturell dem heutigen Zustand, angebotsseitig jedoch dem Angebot (in Form von Mengengerüsten) der Horizonte „morgen“ resp. „übermorgen“.

Es wird ermittelt, welche Auswirkungen die höheren Zugzahlen der Angebote „morgen“ resp. „übermorgen“ auf die aktuelle Infrastruktur haben. Auftretende kritische Belastungen oder Überlastungen von Netzteilen, sind Hinweise auf notwendige kapazitätssteigernde Massnahmen in den betreffenden Netzbereichen.

Die Art dieser Massnahmen ist offen. Generell gilt: „*Organisation vor Elektronik vor Beton*“. In einem ersten Schritt wird versucht, die anstehenden Probleme durch eine verbesserte Organisation – zum Beispiel durch Optimieren des Fahrplans – zu lösen. Reicht dies nicht, soll vermehrt Elektronik eingesetzt werden. Im Vordergrund steht hier die Reduktion der Zugfolgezeiten. Erst in dritter Linie – wenn die Kapazitätsüberschreitungen derart massiv sind, dass sie mit Organisation und Elektronik nicht zu lösen sind – soll „Beton“ eingesetzt werden, d.h. soll die Infrastruktur ausgebaut und erweitert werden.

Ausserhalb dieser Regel steht die Option einer grundsätzlichen Vereinfachung der betrieblichen Abläufe durch den Bau von neuen Infrastrukturelementen (Rationalisierung). Gerade in einem komplexen, historisch gewachsenen Gebilde, wie dem Schienennetz in und rund um Luzern, ist eine grundsätzliche Neuorganisation des gesamten Bahnbetriebs eine prüfungswerte Option.

Denkbar ist auch, das vorgesehene Angebot nicht über die kritische Zugzahl anwachsen zu lassen und statt mit einem dichteren Angebot mit grösseren Gefässen (längere Züge, doppelstöckige Züge) zu fahren. Damit kann zwar eine zunehmende Anzahl Fahrgäste befördert werden, eine Steigerung der Attraktivität ergibt sich aber nicht.

Mit einem solchen Vorgehen würde allerdings das *Prinzip der nachfrageorientierten Planung* verlassen.

[Kapazität der Anlagen der Zentralbahn siehe Kapitel 4.5.5]

4.5.2. Referenzzustand „heute“ (2009)

Mit dem Fahrplan 2010 verkehren auf der doppelspurigen Zufahrt zum Bahnhof Luzern 21 Züge pro Stunde und Richtung. Kapazitäts- und Stabilitätsbetrachtungen zeigen, dass die Belastung auf einzelnen Streckenabschnitten (Abbildung 4-02, orange) die Grenze von 80% der Kapazität erreichen, womit hier mit Problemen der Fahrplanstabilität zu rechnen ist.

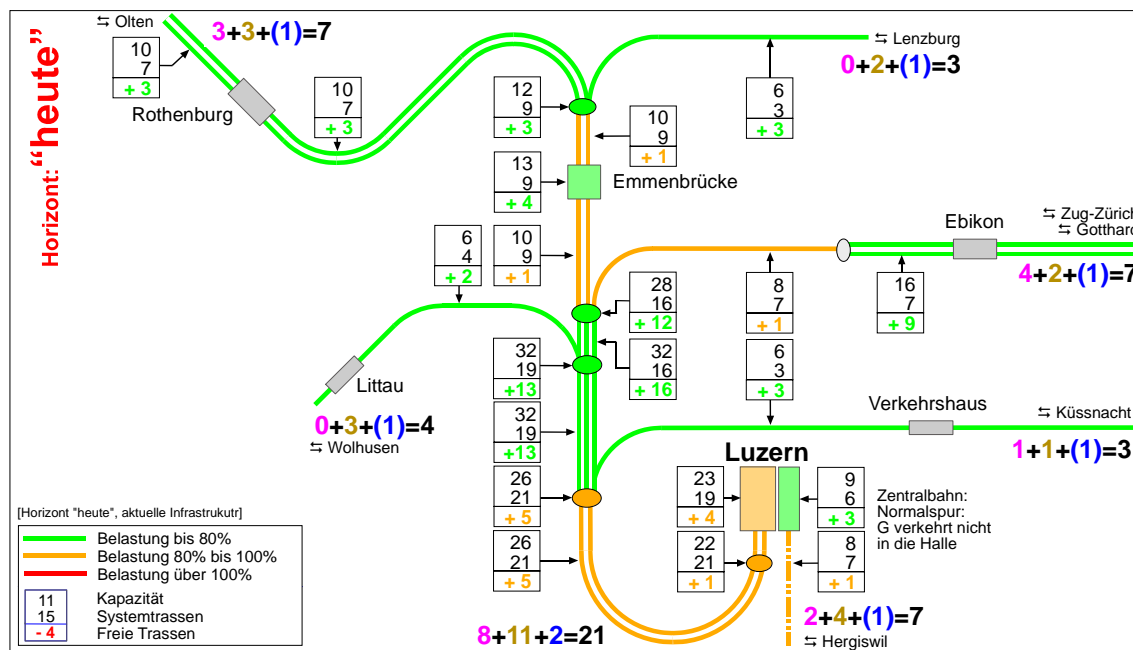


Abbildung 4-02: Auslastung des bestehenden Schienennetzes beim Angebot 2009. Auf den drei orange eingefärbten Abschnitten ist die Auslastung so hoch, dass Stabilitätsprobleme auftreten können. Die Abbildung 4-03 zeigt eine Zusammenstellung der Abschnitte mit einer heute bereits kritischen Belastung. Kritisch sind die Zufahrt Gütsch – Vorbahnhof, der Vorbahnhof selber, die Einspur am Rotsee und der Streckenabschnitt Fluhühle – Emmenbrücke – Hübeli, sowie die Einspurige Bahnhofsinfahrt der Zentralbahn.

Horizont "heute"	Anzahl Züge pro Stunde und Richtung			Auslastung in Prozent
	Kapazität	Anzahl Züge	Reserve	
Vorbahnhof Luzern	22	21	1	95%
Emmenbrücke - Fluhmühle	10	9	1	90%
Emmenbrücke - Hübeli	10	9	1	90%
Einspur Rotsee	8	7	1	88%
Gütsch - Vorbahnhof	26	21	5	81%
Verzweigung Gütsch	26	21	5	81%
Zentralbahn Zufahrt (Einspur)	8	7	1	88%

Abbildung 4-03: Zusammenstellung der Streckenabschnitte mit einer heute bereits kritischen Belastung, geordnet nach ihrer Auslastung in Prozent. Als kritisch gilt eine Belastung ab etwa 80%.

Kritischster Abschnitt ist der Vorbahnhof Luzern. Hier beträgt die Auslastung 95%, was einer Reserve von einem Zug pro Stunde und Richtung entspricht. Am Rotsee wäre noch ein zusätzlicher Zug pro Stunde und Richtung möglich.

4.5.3. Referenzzustand „morgen“

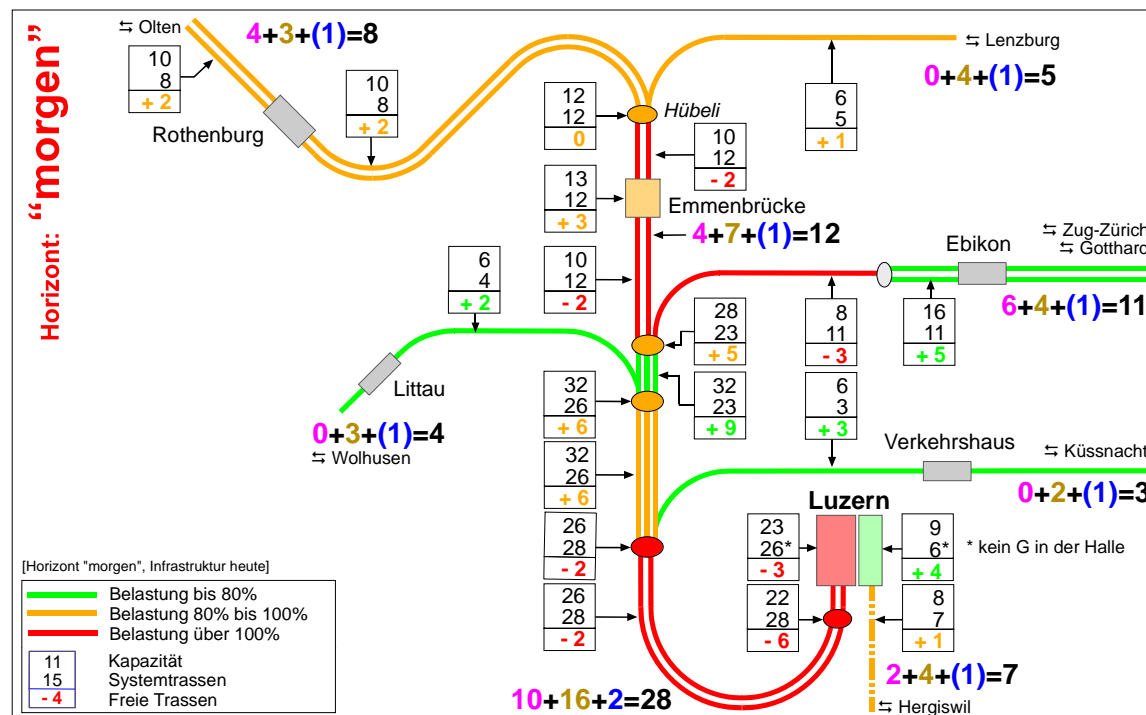


Abbildung 4-04: Auslastung des bestehenden Schienennetzes beim Angebot „morgen“ (Referenzzustand). Auf sechs rot eingefärbten Abschnitten überschreitet die Auslastung die Kapazität. Bei fünf weiteren Abschnitten liegt die Auslastung im kritischen Bereich (orange).

Gemäss „Angebotsplanung S-Bahn Luzern“ (AP-Luzern) vom Juni 2010 sollen beim Fahrplan 2020 auf der doppelspurigen Zufahrt zum Bahnhof Luzern 26 Züge pro Stunde und Richtung verkehren. Das Jahr 2020 entspricht dem Horizont „morgen“.

Den Abbildungen 4-04 (schematische Darstellung) und 4-05 (Tabelle) ist zu entnehmen, dass es im Horizont „morgen“ auf sieben Abschnitten des Netzes zu zum Teil massiven Überlastungen kommt. Bei vier weiteren Abschnitten ist die Auslastung mit 80% bis 100%, kritisch.

Besonders stark ins Gewicht fällt das hohe Kapazitätsdefizit von 6 Zügen pro Stunde und Richtung im Vorbahnhof Luzern. Es ist vorauszusehen, dass in diesem Bereich tiefer greifende Massnahmen unumgänglich sind.

"morgen"	Anzahl Züge pro Tag, beide Richtungen			Auslastung in Prozent
	Kapazität	Anzahl Züge	Reserve	
Rotsee - Fluhmühle (Einspurbereich)	8	11	-3	138%
Vorbahnhof Luzern	22	28	-6	127%
Emmenbrücke - Fluhmühle	10	12	-2	120%
Emmenbrücke - Hübeli	10	12	-2	120%
Bahnhof Luzern, Halle	23	26	-3	113%
Gütsch - Vorbahnhof	26	28	-2	108%
Verzweigung Gütsch	26	28	-2	108%
Verzweigung Hübeli	12	12	0	100%
Bahnhof Emmenbrücke	13	12	1	92%
Seetal	6	5	1	83%
Hübeli - Sempach	10	8	2	80%
Zentralbahn Zufahrt (Einspur)	8	7	1	88%

Abbildung 4-05: Streckenabschnitte, welche im Horizont „morgen“ klar überlastet sind (Auslastung über 100%), resp. eine kritische Belastung besitzen (Auslastung 80% bis 100%).

Einen massiven Kapazitätsengpass stellt auch die Einspur am Rotsee dar. Hier fehlen drei Trassen pro Stunde und Richtung, was bei einer Kapazität von 11 Trassen sehr einschneidend ist (Auslastung 138%).

4.5.4. Referenzzustand „übermorgen“

Im Horizont „übermorgen“ verschärft sich die Situation weiter. In der Zufahrt ab Gütsch fehlen neun Trassen pro Stunde und Richtung. Im Vorbahnhof sind es sogar 13 Trassen. In der Halle fehlen Perronkanten für zehn Züge pro Stunde. Die Einspur am Rotsee ist mit 13 Zügen belastet, dies bei einer Kapazität von acht Zügen (Auslastung 163%). Bis an die Grenze ihrer Kapazität sind die drei einspurigen Zufahrtstrecken im Seetal, von Wolhusen und von Küssnacht her belastet.

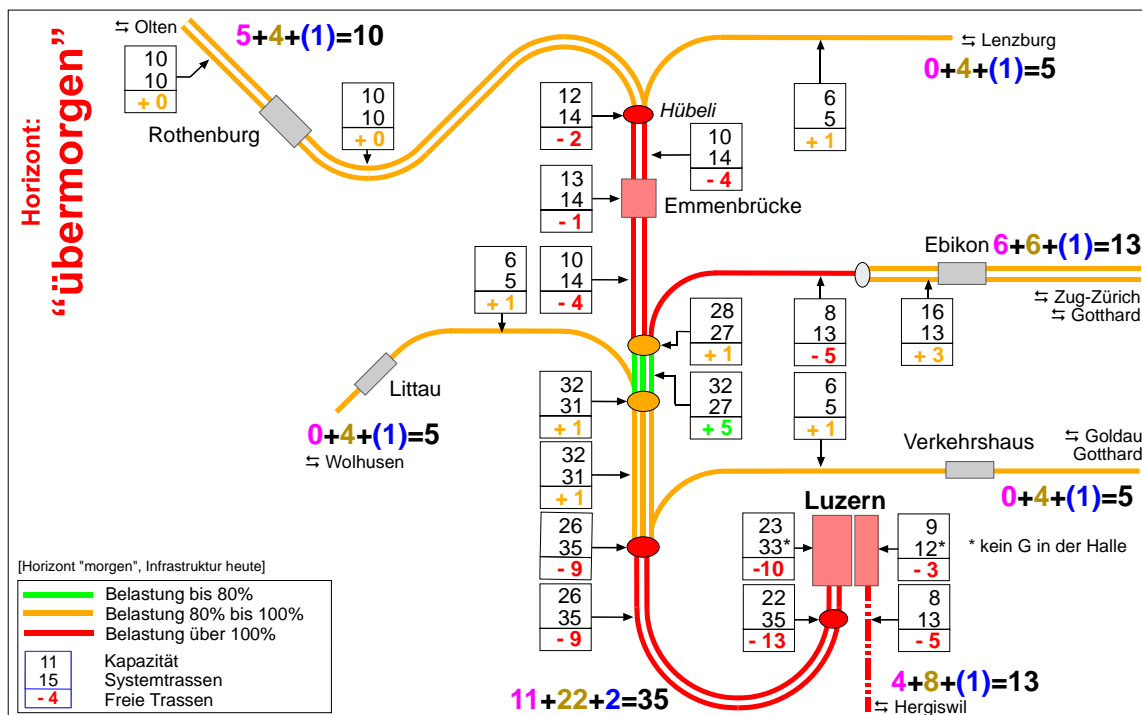


Abbildung 4-06: Auslastung des bestehenden Schienennetzes beim Angebot „übermorgen“ (Referenzzustand „übermorgen“).

"übermorgen"	Anzahl Züge pro Tag, beide Richtungen			Auslastung in Prozent
	Kapazität	Anzahl Züge	Reserve	
Rotsee - Fluhmühle (Einspurbereich)	8	13	-5	163%
Vorbahnhof Luzern	22	35	-13	159%
Bahnhof Luzern (Halle)	23	33	-10	143%
Emmenbrücke - Hübli	10	14	-4	140%
Emmenbrücke - Fluhmühle	10	14	-4	140%
Gütsch - Vorbahnhof	26	35	-9	135%
Verzweigung Gütsch	26	35	-9	135%
Verzweigung Hübli	12	14	-2	117%
Bahnhof Emmenbrücke	13	14	-1	108%
Hübli - Rothenburg	10	10	0	100%
Rothenburg - Sursee	10	10	0	100%
Verzweigung Fluhmühle	32	31	1	97%
Abzweigung Rotsee	28	27	1	96%
Hübli - Hochdorf	6	5	1	83%
Fluhmühle - Wolhusen	6	5	1	83%
Gütsch - Küssnacht	6	5	1	83%
Rotsee - Ebikon - Rotkreuz	16	13	3	81%
Zentralbahn Zufahrt (Einspur)	8	13	-5	163%
Zentralbahn Halle	9	12	-3	133%

Abbildung 4-07: Zusammenstellung der Streckenabschnitte, welche im Horizont „übermorgen“ klar überlastet sind (Auslastung über 100%), resp. eine kritische Belastung (über 80%) besitzen.

4.5.5. Kapazität der Anlagen der Zentralbahn

(Siehe Abbildungen 4-01 bis 4-07) Kapazitätsanalysen zeigen, dass eine Einspur bei einer Bündelung der Trassen mit maximal 8 Zügen pro Stunde und Richtung belastet werden kann, dass aber im Horizont „übermorgen“ bei 12 Zügen pro Stunde und Richtung ein Kapazitätsengpass auftritt.

Hinzu kommt, dass die Gleise der Meterspur regelmässig von Zügen der Normalspur gekreuzt werden (Güter- und Dienstzüge, Fahrten von/nach der Abstellung etc.). Für die Güter- und die Dienstzüge inklusive Richtung Horw werden 2 Trassen, für die Abstellungen ca. 2 bis 3 Trassen pro Stunde und Richtung benötigt. Stärken/Schwächen und Umstellungen der Zentralbahn beanspruchen noch einmal ein zusätzliches Trasse pro Stunde und Richtung. Bei einer angenommenen Belegungszeit von 2 Minuten pro Zugfahr- resp. Rangierfahrstrasse, ist die Einspur beim Fahrplan 2014 ca. 48 Minuten pro Stunde belegt. Damit ist die Einspur im Bahnhof Luzern faktisch ausgelastet.

Im Horizont „übermorgen“ stehen kaum noch Zeitfenster zur Verfügung, um Normalspurfahrten über das Meterspurgleis abzuwickeln. Eine Steigerung der Kapazität auf der Stufe „Organisation“ resp. „Elektronik“ ist nicht möglich.

4.6. Zur Problematik der Zugsüberholungen

Verkehren unterschiedlich schnelle Züge – Fernverkehrszug und S-Bahn – in einem Taktgefüge in gleicher Richtung und auf dem gleichen Gleis, kommt es früher oder später zu einer Zugsüberholung.

Gilt generell der Stundentakt, wird dies eher selten der Fall sein. Bereits beim Halbstundentakt werden Zugsüberholungen häufiger. Verkehrt der Fernverkehr und/oder die S-Bahn jedoch im Viertelstundentakt, werden Zugsüberholungen zu einem kapazitätsbestimmenden Faktor. Die folgende Abbildung zeigt auf, welche Bedingungen erfüllt sein müssen, damit Zugsüberholungen vermieden werden können.

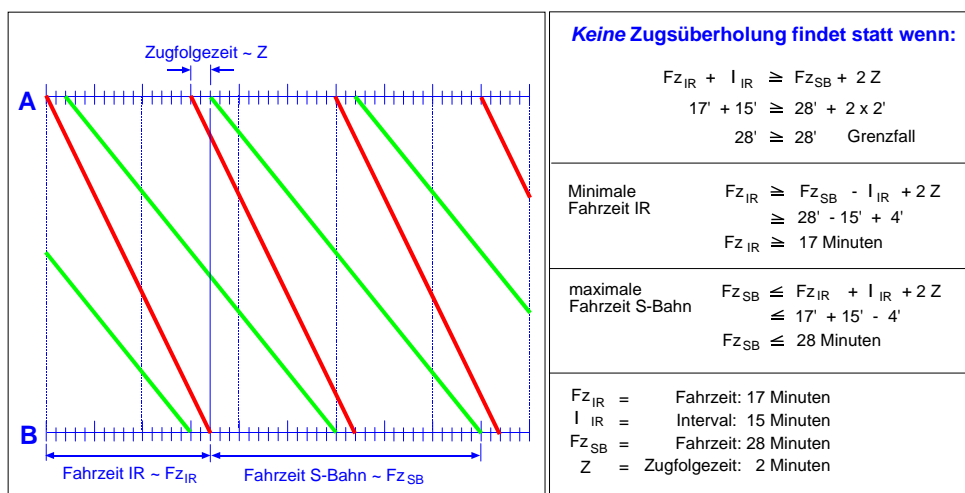


Abbildung 4-08: Zugsüberholung: Die Skizze (links) zeigt die Grundstruktur des Angebots (*fiktives Beispiel*). Es ist der Grenzfall, bei dem eine Zugsüberholung gerade noch vermieden wird. Rechts die Formel zur Berechnung der Grenzfahrzeiten.

In der Abbildung 4-08 sind die Zusammenhänge für den Fall, dass gerade noch keine Zugsüberholung erfolgt. Massgebende Grössen sind die Fahrzeiten der beiden Züge (IR, S-Bahn), sowie die beiden Takt-Intervalle (beide Züge verkehren im Viertelstundentakt). Die Formel besagt, dass die Fahrzeit der S-Bahn zwischen Bahnhöfen A und B gleich oder kleiner sein muss, als die Fahrzeit des IR (FZ_{IR}) plus das Intervall des IR (I_{IR}) plus zweimal die minimale Zugfolgezeit (Z), welche auf der Strecke möglich ist (Abbildung 4-09, untere Formel).

4.6.1. Beispiel: Strecke Luzern ⇌ Zug ⇌ Baar

(Siehe Abbildung 4-09) Ausgegangen wird von den Fahrzeiten, welche mit Fahrplantooll „viriato“ gerechnet sind. Sowohl der IR Luzern ⇌ Zürich, wie auch die S1 Luzern ⇌ Baar sollen im Viertelstundentakt verkehren. Die Fahrzeit des IR von Luzern bis Baar beträgt 24 Min., das Intervall 15 Min. und die Zugfolgezeit 2 Min. Damit ergibt sich für die maximale Fahrzeit der S-Bahn: 24 Min. + 15 Min. – 2 x 2 Min. = 35 Min.

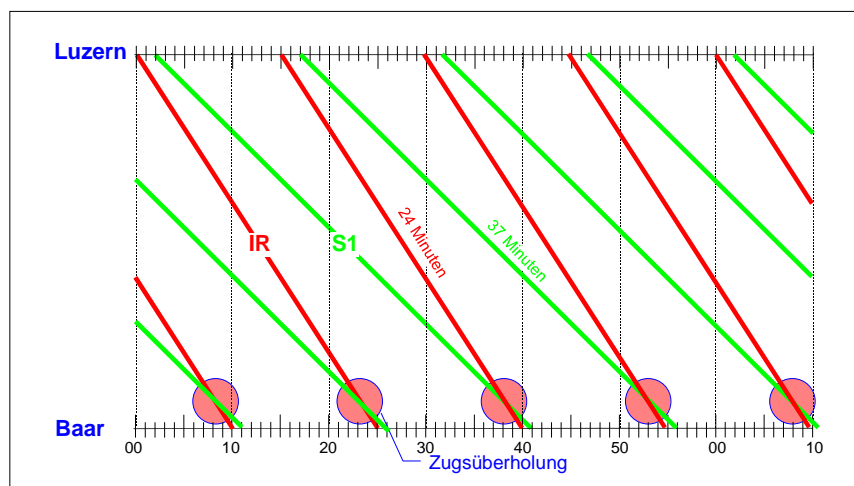


Abbildung 4-09: Schematische Darstellung des Fahrplans von IR und S1 zwischen Luzern und Baar. Fahrzeiten mit „viriato“ gerechnet. Eine Zugsüberholung ist unvermeidlich. Zudem geht der Anschluss der S1 an den IR Richtung Zürich verloren.

Um eine Zugsüberholung zu vermeiden, darf die Fahrzeit der S1 zwischen Luzern und Baar also nicht mehr als 35 Minuten betragen. Tatsächlich beträgt sie aber 37 Minuten. Damit ist eine Zugsüberholung der S1 durch den IR unumgänglich.

Grundsätzlich sind die folgenden vier Lösungsansätze möglich:

- Stehende Zugsüberholung an einem dafür geeigneten Bahnhof, zum Beispiel im Bereich der „Wasserscheide“ zwischen den beiden wichtigsten Knoten. Für die S1 Luzern ⇌ Baar wäre dies in erster Linie Rotkreuz.
- Fliegende Zugsüberholung im Raum Zug. Bedingt in der Regel den Bau einer längeren Drei- oder Vierspurinsel. Der Ort ist durch die Platzverhältnisse und/oder den Fahrplan bestimmt.
- Fliegende Zugsüberholung im Zentralbereich. Bedingt in der Regel den Bau einer längeren Drei- oder Vierspurinsel. Der Ort ist durch die Platzverhältnisse und/oder den Fahrplan bestimmt.

- Fliegende Zugsüberholung im Raum Luzern. Bedingt in der Regel den Bau einer längeren Drei- oder Vierspurinsel. Der Ort ist durch die Platzverhältnisse und/oder den Fahrplan bestimmt.

4.6.2. Beispiel: Strecke Luzern ↔ Sursee

[Fiktives Beispiel zum Aufzeigen der Problematik „Zugsüberholung“.] Die Fahrzeit Luzern bis Sursee des IC beträgt 17 Min., das Intervall 15 Min. und die Zugfolgezeit 2 Min. Damit ergibt sich für die maximale Fahrzeit der S-Bahn: 17 Min. + 15 Min. – 3 x 2 Min. = 26 Min.

Die Fahrzeit der S-Bahn zwischen Luzern und Sursee darf also nicht mehr als 26 Minuten betragen. Tatsächlich beträgt sie heute genau 26 Minuten. Das heisst, ein Viertelstundentakt der S18 ist möglich, allerdings nur, wenn der Fahrplan eine Reihe von Bedingungen erfüllt.

Der Fernverkehr durch das Wiggertal wird im Horizont „übermorgen“ einen Halbstundentakt nach Bern, einen Halbstundentakt nach Olten – Basel, sowie den stündlichen Gotthardzug umfassen. Das heisst, dass im Fernverkehr mindestens ein Intervall kürzer als 15 Minuten sein wird.

Das Problem einer Zugsüberholung zwischen Luzern und Sursee scheint damit unvermeidlich. Konkrete Lösungsansätze sind im Rahmen der Weiterbearbeitung zu suchen.

4.7. Zugskreuzungen auf Einspurstrecken

Im Betrachtungsperimeter (Abbildung 1-02) des Rahmenplans Luzern gibt es drei Einspurstrecken von grosser Länge, auf welchen fahrplanmässig Zugskreuzungen stattfinden. Wie bei den Zugsüberholungen ist die Zahl der Zugskreuzungen stark abhängig von der Dichte des Taktes.

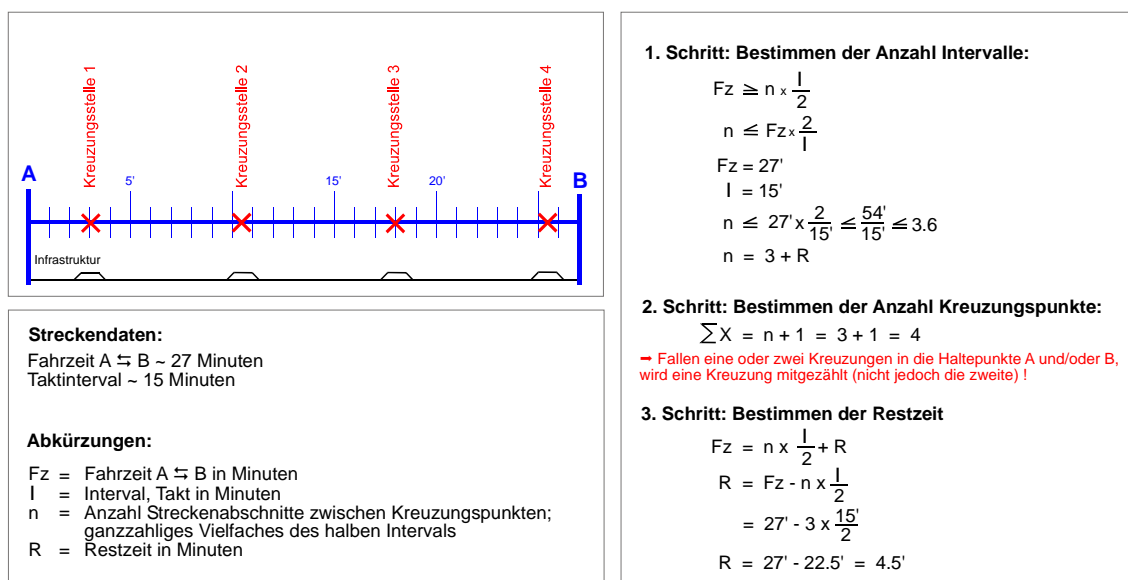


Abbildung 4-10: Berechnung der Zahl der notwendigen Kreuzungspunkte einer Einspurstrecke.

Die drei Einspurstrecken sind:

- Gütsch – Küssnacht – Immensee (S3)
- Fluhmühle – Wolhusen (– Langnau – Gümligen / – Langenthal) (S6, RE Bern)
- Hübeli – Hochdorf (– Lenzburg) (S9)

[Die Einspur am Rotsee ist nicht aufgeführt, da es sich um eine Einspurlücke in einer Doppelspur handelt, auf der keine Zugskreuzungen stattfinden.]

In der Abbildung 4-10 wird eine einfache Methode vorgestellt, wie die Zahl der Kreuzungspunkte auf einer Einspurstrecke berechnet werden kann:

Strecke		Fahrzeit	Takt	Anzahl Streckenabschnitte	Anzahl Streckenabschnitte aufgerundet	Anzahl Kreuzungspunkte
		[Min]	[Min]	[Stk]	[Stk]	[Stk]
Gütsch ⇄ Küssnacht ⇄ Immensee	S3	20	15	2.67	3	4
Fluhmühle ⇄ Wolhusen	S6	21	15	2.80	3	4
Hübeli ⇄ Hochdorf	S9	18	15	2.40	3	4

Abbildung 4-11: Berechnung der Zahl der notwendigen Kreuzungspunkte bei drei Einspurstrecken im Raum Luzern: Bei jeder Strecke sind grundsätzlich genügend Kreuzungspunkte für einen Viertelstundentakt vorhanden. Offen ist, ob ihre Lage mit den Anforderungen des jeweiligen Fahrplans übereinstimmt.

4.8. Abstellanlagen und Nachtstilllager

Die folgende Tabelle zeigt, wie die vorhandenen Gleisanlagen in Luzern und in den Bahnhöfen in der Umgebung von Luzern heute genutzt werden. Aus der Differenz der beiden letzten Kolonnen ergibt sich die heute vorhandene Reserve.

Standort	Abk.	Anzahl Meter genutzt für:											
		Zugsverkehr	P-Verkehr Umläufe	P-Verkehr Reserve	Güterverkehr	Baudienste ATG	Lokab- stellungen	P-Verkehr Operating	Anschluss- gleise	Zirkulations- gleise	Keine Nutzung	Total genutzt	Total vorhanden
Arth-Goldau	GD	7'986	1'047	0	408	2'180	220	140	0	645	0	12'626	14'411
Baar	BAA	586	0	0	0	0	0	0	0	0	0	586	760
Beinwil a.S.	BW	0	159	0	0	150	0	0	0	83	0	392	609
Brunnen	BRU	3'525	0	0	475	342	120	0	590	225	0	5'277	5'494
Emmenbrücke	EBR	1'091	0	0	780	128	56	0	784	159	0	2'998	3'268
Erstfeld	ER	5'959	545	0	1'330	1'615	250	525	0	990	0	11'214	12'174
Hochdorf	HO	0	0	0	425	0	0	0	564	298	0	1'287	1'561
Langenthal	LTH	3'413	75	0	448	210	50	0	656	35	0	4'887	5'185
Langnau	LN	695	1'390	0	224	0	0	0	208	164	0	2'681	2'799
Lenzburg	LB	3'015	106	0	1'410	320	0	0	985	827	0	6'663	7'514
Luzern Normalspur	LZ	0	4'534	1'145	1'946	600	430	1'693	0	1'040	0	11'388	15'127
Luzern Schmalspur	LZ	0	462	490	140	410	0	0	60	560	0	2'122	3'425
Rothenburg	RBG	2'467	0	0	968	0	0	0	1'648	495	0	5'578	5'864
Rotkreuz	RK	3'335	0	0	2'800	290	120	0	1'220	775	0	8'540	9'870
Sursee	SS	2'935	0	0	1'370	110	0	0	976	390	0	5'781	5'951
Wolhusen	WH	451	0	0	144	544	0	0	32	118	0	1'289	1'946
Zug	ZG	1'852	1'900	0	560	290	0	215	574	96	0	5'487	7'171
Total		37'310	10'218	1'635	13'428	7'189	1'246	2'573	8'297	6'900	0	88'796	103'129

Abbildung 4-12: Die genutzten Gleisnutzlängen der verschiedenen Knoten aufgeteilt auf die Nutzungstypen, anschliessend verglichen mit den vorhandenen Gleisnutzlängen.

Die folgende Tabelle zeigt einen Vergleich zwischen den genutzten und den vorhandenen Gleislängen beim Personenverkehr. In den Knoten Erstfeld, Langenthal und Langnau bewegt sich der Restlängenfaktor im Bereich des Faktors 1.4, womit diese Anlagen nahe der Grenze ihrer Kapazität ausgelastet sind.

Standort	Abk.	Anzahl Meter genutzt für:			
		P-Verkehr Umläufe	Total genutzt	Total vorhanden	Restlängen- faktor
Arth-Goldau	GD	1'047	1'047	1'610	1.54
Baar	BAA	0	0	0	0.00
Beinwil a.S.	BW	159	159	376	2.36
Brunnen	BRU	0	0	0	0.00
Emmenbrücke	EBR	0	0	0	0.00
Erstfeld	ER	545	545	690	1.27
Hochdorf	HO	0	0	0	0.00
Langenthal	LTH	75	75	92	1.23
Langnau	LN	1'390	1'390	1'484	1.07
Lenzburg	LB	106	106	195	1.84
Luzern Normalspur	LZ	4'534	4'534	6'910	1.52
Luzern Schmalspur	LZ	462	462	910	1.97
Rothenburg	RBG	0	0	0	0.00
Rotkreuz	RK	0	0	0	0.00
Sursee	SS	0	0	0	0.00
Wolhusen	WH	0	0	0	0.00
Zug	ZG	1'900	1'900	2'989	1.57
Total		10'218	10'218	15'256	1.59

Abbildung 4-13: Vergleich der für den Personenverkehrs heute vorhandenen und der vom Personenverkehr tatsächlich genutzten Gleislängen. Planerisch wird von einem „Restlängenfaktor“ von 1.4 ausgegangen (Ausgleich von nicht nutzbaren Gleislängen, da Gleislänge und abzustellende Kompositionen in der Regel nicht optimal aufeinander abgestimmt sind).

4.9. Publikumsanlagen

Die rechnerischen Betrachtungen (siehe Studie „Kundenströme Bahnhof Luzern“, 2.6.09) wie auch die Erkenntnisse aus der Simulation ergeben, dass die Perronanlagen im Bahnhof Luzern zwar nicht „optimal“ sind, aber dennoch im Vergleich zu anderen Bahnhöfen in der Schweiz „geringe Problemstellen in Bezug auf die Kundenströme und Qualität der Verkehrsflüsse aufweisen“.

Die Breite der Perrons ist auch bei einem weiteren Anstieg der Fahrgastzahlen noch ausreichend. Die westlichen Perrons haben etwas weniger Reserven. Auch die Übergänge zur Querhalle genügen grundsätzlich. Die entstehenden Staus werden insbesondere auch durch künstliche Hindernisse, wie Kioske, Verkaufsstände etc. verursacht.

Mit der Simulation wurden die empirisch bekannten Engstellen nachgebildet, nachgewiesen und somit bestätigt. Diese Engstellen sind: Die Perronenden der Perron 1-3, die Rolltreppen im westlichen Bereich sowie der Bereich vor dem Kiosk.

Ein Engpass mit Potenzial zu stärker Staubildung ist der Abgang in das Untergeschoss im westlichen Teil der Querhalle. Diese Rolltreppen bilden den Hauptzugang zur Stadt und zeigen auch in der Zählung die höchsten Frequenzen.

4.10. Kommentar zur Kapazitätsbetrachtung im Knoten Luzern

Der Knoten Luzern und seine Zulaufstrecke sind heute bereits nahe an ihrer Kapazitätsgrenze angelangt. Die Rechnung ergibt, dass allenfalls noch ein einziges zusätzliches Trasseee möglich ist. Die Grenzen und Möglichkeiten der heutigen Infrastruktur sind erreicht.

Bereits vor dem Horizont „morgen“ (Abbildungen 4-04 und 4-05) sind weitergehende Massnahmen auf der Ebene Infrastruktur unumgänglich. Die massiven Überlastungen, welche sich im Horizont „übermorgen“ abzeichnen (Abbildungen 4-06 und 4-07), weisen darauf hin, dass kleine, lokal begrenzte Massnahmen nicht mehr genügen (siehe dazu auch folgendes Kapitel): Ein *umfassender Ausbau*, oder eine *umfassende Sanierung* des Schienennetzes im Raum Luzern erscheint unabdingbar.

Schlussfolgerung:

Das Schienensystem im Raum Luzern hat seine Leistungsgrenze erreicht. Schon eine bescheidene Steigerung des Angebots, löst einen Infrastruktur-Ausbau aus. Es handelt sich um Sprungkosten. Sprungkosten treten immer dann auf, wenn das Reservoir an kleinen und mittleren Massnahmen ausgeschöpft ist, und damit eine grundsätzliche Veränderung der Struktur des Systems unumgänglich wird. Diese Situation ist heute beim Schienensystem des Raums Luzern erreicht.

Letztlich geht es im Raum Luzern darum, einen grossen Schritt zu tun, oder den Schienenverkehr auf dem heutigen Niveau zu belassen, das heisst auf Angebotsverdichtungen zu verzichten.

5. Mittelfristige Handlungsmöglichkeiten

5.1. Generelles Vorgehen

Wie in den vorhergehenden Kapiteln festgestellt wurde, hat das Schienennetz im Raum Luzern heute an vielen Stellen seine Kapazitätsgrenze erreicht. In den folgenden Kapiteln soll untersucht werden, welche Massnahmen kurz-, mittel- und langfristig zu einer Leistungssteigerung führen könnten.

Dabei wird unterschieden zwischen:

- Kleineren, mittelfristig umsetzbare Massnahmen
- Projektideen
- Weiter verfolgten Ansätzen, Stossrichtungen

Die mittelfristig umsetzbaren Massnahmen sollen – wie der Begriff sagt – relativ schnell umsetzbar sein und rasch eine messbare Kapazitätssteigerung an kritischen Orten bringen. Wichtig ist auch die *Aufwärtskompatibilität* in Bezug auf später umzusetzende Massnahmen.

Projektideen sind Ansätze das Schienennetz im Raum Luzern umfassend zu sanieren (siehe Kapitel 6).

Die weiter verfolgten Ansätze haben das Potential, das Schienennetz im Raum Luzern grundsätzlich zu Sanieren. Es sind die *Stossrichtungen*, welche vertieft bearbeitet werden (Kapitel 7).

5.2. Liste der mittelfristig umsetzbaren Massnahmen

Bis zur Inbetriebnahme einer weitergehenden, grundlegenden Sanierung des komplexen Schienensystems im Raum Luzern vergehen in jedem Falle 10 bis 20 Jahre. Da die heutige Infrastruktur an ihrem Limit angelangt ist, kann das Angebot während dieses Zeitraums nicht mit Angebotsverdichtungen, sondern nur mit rollmaterialeseitigen Massnahmen der steigenden Nachfrage angepasst werden.

Es ist deshalb zu prüfen, ob es kleinere, rasch umsetzbare Massnahmen gibt, welche in der Lage sind, innerhalb von wenigen Jahren mit relativ bescheidenen Investitionen eine gewisse Leistungssteigerung zu erbringen.

Diese „kleinen Massnahmen“ müssen – falls sie auf der Ebene Kapazität wirksam sein sollen – in erster Linie die heute am stärksten ausgelasteten Streckenabschnitte betreffen. Die folgende Liste vermittelt einen Überblick über die untersuchten Ansätze:

- 1.) Minimierung der Grünzeiten der Signale pro Fahrstrasse
- 2.) Zusätzliche Perronkanten in der Halle (Gleise 1 und 16)
- 3.) Verlängerung der Perronkanten
- 4.) Anbindung Gleis 31 an die Einfahrt Luzern
- 5.) Verkürzen der Zugfolgezeiten Gütsch ⇌ Vorbahnhof
- 6.) Drittes Gleis Gütsch ⇌ Bahnhof Luzern
- 7.) Überwerfung im Bereich der Bahnhofeinfahrt

- 8.) Kreisverkehr Gotthardzug
- 9.) Leistungssteigerung im Dreispurabschnitt Gütsch ⇌ Fluhmühle
- 10.) Leistungssteigerung im Bahnhof Emmenbrücke
- 11.) Splitten der S-Bahnzüge S8/S9 in Emmenbrücke
- 12.) Verbesserung bei der Einbindung der Seetalbahn in die Stammstrecke
- 13.) Doppelspurabschnitt Fluhmühle Richtung Rotsee
- 14.) Teilausbau Doppelspur Rotsee
- 15.) Räumungsabschnitt vor Zimmereggunnel
- 16.) Doppelspurabschnitt Littau bis Portal Zimmereggunnel
- 17.) Schienenfreier Zugang Littau
- 18.) Verlängerung Doppelspur Verkehrshaus
- 19.) Auslagerung der Service- und Abstellanlagen
- 20.) Auslagern Güterverkehr
- 21.) Grössere Gefässe statt neue Infrastruktur

Die detaillierte Untersuchung dieser 21 Massnahmen siehe Anhang des technischen Berichts.

5.2.1. Kurzfristig umsetzbare Massnahmen: Bewertung und Überblick

Die folgende Tabelle vermittelt einen Überblick über die analysierten, kurzfristig umsetzbaren Massnahmen. Diejenigen Massnahmen mit einer roten Einstufung werden nicht weiter verfolgt, weil sie nicht zielführend, oder nicht umsetzbar sind. Die gelb markierten Massnahmen werden weiter verfolgt, wenn bestimmte Situationen – meist auf der Ebene eines konkreten Fahrplans – eintreten. Die grün markierten Massnahmen sind mittelfristig umsetzbar und bringen eine (bescheidene) Kapazitätssteigerung. Die Massnahmen mit blau hinterlegtem Feld werden im folgenden Kapitel speziell diskutiert.

Die folgenden drei kurz- resp. mittelfristig umsetzbaren Massnahmen sollen weiter verfolgt werden (siehe Tabelle nächste Seite):

Massnahme 5: Verkürzen und harmonisieren der Zugfolgezeit zwischen Gütsch und Vorbahnhof. Die Massnahme lässt sich schwer quantifizieren. Neue Trassen entstehen nicht. Trotzdem ist sie wichtig, da sie eine Harmonisierung der Zugfolgezeiten im Kernbereich des Schienennetzes Luzern bringt.

Massnahme 19: Stärken/schwächen sowie Abstellen der S-Bahnzüge in der Agglomeration. Die Situation ist bei dieser Massnahme recht komplex: Heute werden bis zu sieben Rangierfahrten pro Stunde und Richtung durchgeführt. Diese Fahrten kreuzen die Zufahrt zum Bahnhof und beanspruchen Kapazität. Mit einem Auslagern von Stärken/Schwächen in die Bahnhöfe an den Endpunkten der S-Bahnlinien liessen sich die Rangierfahrten reduzieren, was wiederum Kapazität im Bereich der Zu- und Wegfahrten schafft.

Massnahme 21: Grössere Gefässe. Damit lassen sich zwar keine Angebotsverbesserungen auf der Ebene der Fahrplanverdichtungen erzielen, hingegen kann mit dieser Massnahme sichergestellt werden, dass genügend Sitzplätze zur Verfügung stehen.

Ein Quantifizieren dieser Massnahmen ist schwierig, insbesondere auch weil unklar ist, wie viele Rangierfahrten von/nach den Werkstätten sowie im Fernverkehr verbleiben. Theoretisch liesse sich die Zufahrtskapazität auf 23 Züge pro Stunde und Richtung steigern.

Nr.	Massnahme	Wirkung	Ein- stufung
1	Minimierung der Grünzeiten der Signale pro Fahrstrasse	Stabilisierung des Fahrplans	
2	Zusätzliche Perronkanten in der Halle (Gleise 1 und 16)	Flexibilisierung Gleisbelegung in der Halle	
3	Verlängerung der Perronkanten	Nicht umsetzbar	
4	Anbindung Gleis 31 an die Einfahrt Luzern	Keine Kapazitätssteigerung	
5	Verkürzen der Zugfolgezeiten Gütsch ⇌ Vorbahnhof	Stabilisierung des Fahrplans	
6	Drittes Gleis Gütsch ⇌ Vorbahnhof, inkl. Überwerfung	Zusätzliche Trassen, Umbau Weichenkopf notwendig	
7	Überwerfung Einfahrt Luzern	Zusätzliche Trassen, Umbau Weichenkopf notwendig	
8	Kreisverkehr Gotthardzug	Kontraproduktive Massnahme	
9	Leistungssteigerung im Dreispurabschnitt Gütsch ⇌ Fluhmühle	Stabilisierung des Fahrplans	
10	Leistungssteigerung im Bahnhof Emmenbrücke	Perronverlängerung aus betrieblichen Gründen schwer machbar	
11	Splitten der S-Bahnzüge S8/S9 in Emmenbrücke	Zusätzliche Fahrplantrassen / Randbedingungen G beachten	
12	Verbesserte Einbindung der Seetalbahn in die Stammstrecke	Flexibilisierung und Stabilisierung des Fahrplans	
13	Doppelspurabschnitt Fluhmühle Richtung Rotsee	Flexibilisierung und Stabilisierung des Fahrplans	
14	Teilausbau Doppelspur Rotsee	Flexibilisierung und Stabilisierung des Fahrplans	
15	Räumungsabschnitt vor Zimmeregggtunnel	Flexibilisierung und Stabilisierung des Fahrplans	
16	Doppelspurabschnitt Littau bis Portal Reussbühl	Flexibilisierung und Stabilisierung des Fahrplans	
17	Schienenfreier Zugang Littau	Ermöglicht Zugskreuzung in Littau	
18	Verlängerung Doppelspur Verkehrshaus	Flexibilisierung und Stabilisierung des Fahrplans	
19	Stärken/Schwächen, Abstellen in der Agglomeration	Reduktion Rangierfahrten, schafft wenig zusätzliche Kapazität	
20	Auslagern Güterverkehr	Neue Kapazität für Resieverkehr, nur langfristig umsetzbar	
21	Grössere Gefässe statt neuer Infrastruktur	Keine Angebotsverdichtung, aber genügend Sitzplätze	

Legende





	nicht weiter verfolgen
	unter bestimmten Bedingungen weiter verfolgen
	weiter verfolgen
	Spezielle Massnahmen: Führen zu einer Leistungssteigerung der Zufahrt (siehe dazu auch Angang im technischen Bericht).

Abbildung 5-01: Übersichtstabelle über die 21 mittelfristig umsetzbaren Massnahmen

5.2.2. Resultate

Die Kapazität der Zufahrt und des Bahnhofs Luzern lässt sich um ein Trasse pro Stunde und Richtung steigern. Die Zahl der Züge des Horizonts „morgen“ wird damit aber nicht erreicht.

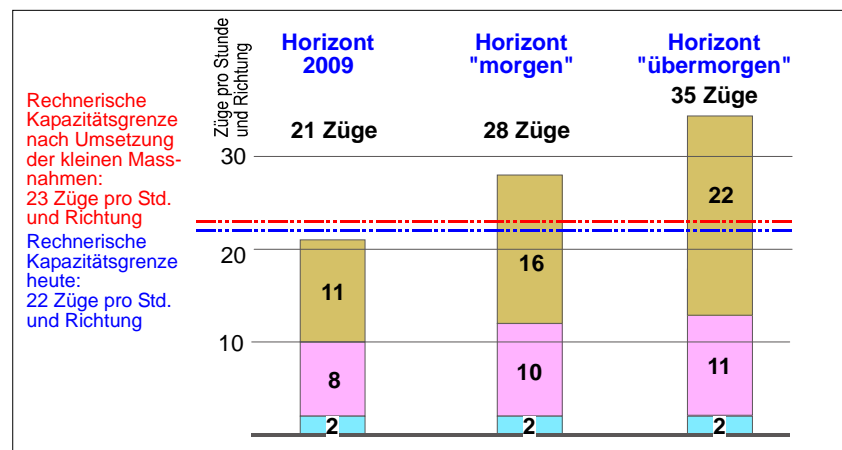


Abbildung 5-02: Mit den mittelfristig umsetzbaren Massnahmen lassen sich gegenüber heute zwei Züge pro Stunde und Richtung mehr führen.

6. Projektideen

6.1. Elf Ansätze sind vorhanden

Im Laufe der Arbeiten am Rahmenplan Luzern sind eine ganze Reihe von Ideen aufgetaucht, welche alle das Ziel hatten, die Probleme rund um das Schienensystem im Raum Luzern mehr oder weniger grundsätzlich zu lösen.

Die wichtigsten dieser Projektideen sind in der folgenden Abbildung 6-01 schematisch dargestellt. Sie spielen sich alle auf der Ebene „Beton“ ab. Sie versuchen, die komplexe und unbefriedigende Struktur des aktuellen Schienennetzes durch neue Infrastrukturelemente zu verbessern, resp. zu optimieren. Die vor dem „Beton“ stehenden Massnahmen „Organisation“ und „Elektronik“ tauchen nicht auf (siehe dazu „kleine Massnahmen“ im vorangehenden Kapitel).

[Die Abbildung umfasst jene Ideen, welche zu Beginn der Arbeiten am Rahmenplan Anfang des Jahres 2007 bekannt waren. Neuere Vorschläge, welche nach der Wahl der weiter zu verfolgenden Stossrichtung „Rotsee kurz“ ausgearbeitet wurden – gewissermassen Gegenvorschläge zu „Rotsee kurz“ – sind nicht aufgeführt.]

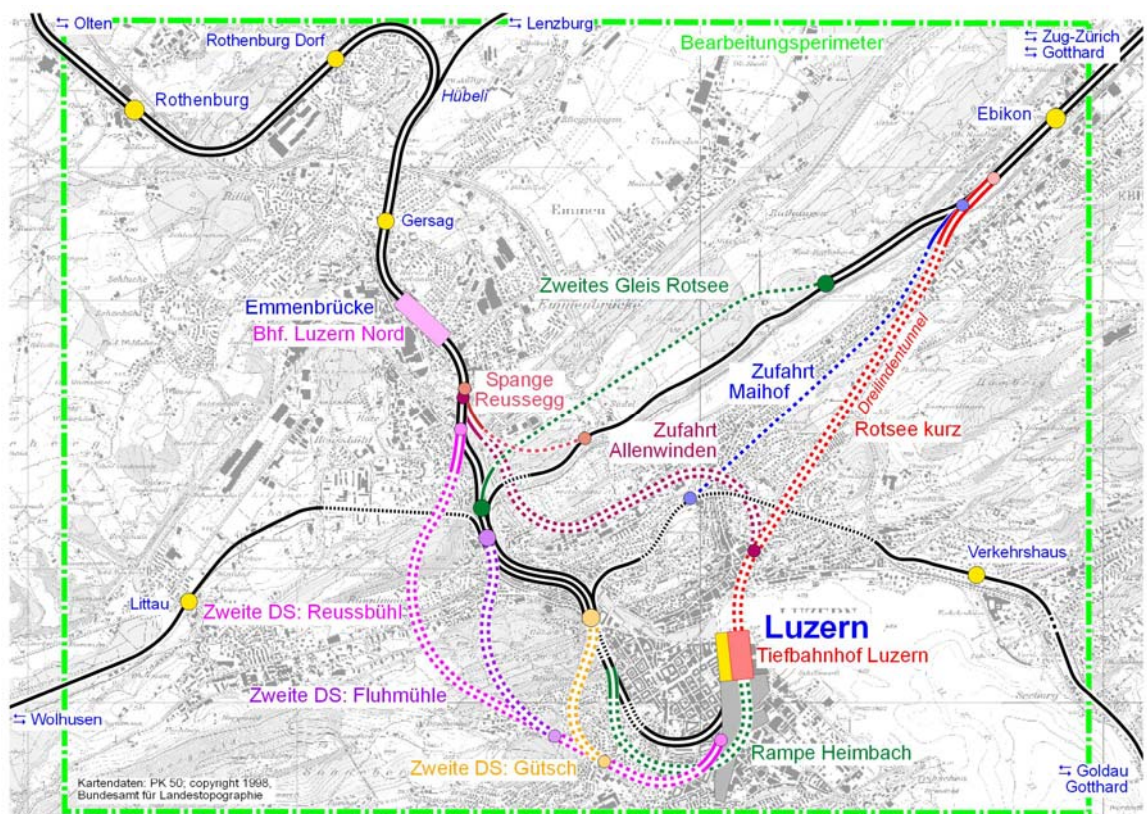


Abbildung 6-01: Kartenübersicht über die Lösungsvorschläge zur Behebung der Kapazitätsprobleme im Raum Luzern. Aufgeführt sind Vorschläge, welche Anfangs 2008 bekannt waren.

Im Folgenden soll jedes der 11 Projektideen kurz erläutert, und begründet werden, warum es weiter zu verfolgen ist, resp. warum nicht:

6.1.1. Dreilindentunnel mit Tiefbahnhof (Kopfbahnhof)

Massnahme: Tiefbahnhof (Kopfbahnhof) mit neuer, doppelspurigen Zufahrt von Ebikon (Dreilindentunnel).

Ziel: Entlastung des heutigen Bahnhofs Luzern samt seiner Zufahrt, indem die Züge von/nach dem Rontal einen neuen Bahnhof mit separater Zufahrt erhalten.

Beurteilung: Wirksame Massnahme zur Entlastung des Bahnhof Luzern. Besitzt das Potential für eine grundsätzliche Sanierung des Schienennetzes im Raum Luzern

Empfehlung: Wird als erster Umsetzungsschritt (siehe Kapitel 11) der „Stossrichtung Rotsee kurz/Tiefbahnhof“ weiter verfolgt.

6.1.2. Rampe Heimbach

Massnahme: Verbindung zwischen dem Tiefbahnhof und der Stammlinie im Raum Heimbach.

Ziel: Ausbau des Kopfbahnhofs zum Durchgangsbahnhof.

Beurteilung: Wichtiges Element zur grundsätzlichen Sanierung des Schienennetzes im Raum Luzern.

Empfehlung: Wird als Teil der „Stossrichtung Rotsee kurz/Tiefbahnhof“ (dritter Umsetzungsschritt, siehe Kapitel 11) weiter verfolgt.

6.1.3. Durchgangsbahnhof Luzern

Massnahme: Tiefbahnhof (Kopfbahnhof) mit neuer, doppelspurigen Zufahrt ab Heimbach/Gütsch zum Durchgangsbahnhof erweitern.

Ziel: Entlastung des heutigen Bahnhofs Luzern samt seiner Zufahrt, indem die Züge von/nach dem Rontal als Durchmesserlinie Richtung Norden geführt werden.

Beurteilung: Sehr wirksame Massnahme zur Entlastung des Bahnhof Luzern. Besitzt das Potential für eine grundsätzliche Sanierung des Schienennetzes im Raum Luzern

Empfehlung: Wird als „Stossrichtung Rotsee kurz“ Umsetzungsschritt drei weiter verfolgt.

6.1.4. Zweites Gleis / Doppelspur Rotsee

Massnahme: Durchgehender Doppelspurausbau des Einspurabschnitts am Rotsee zwischen dem Ende der Doppelspur und Fluhmühle.

Ziel: Leistungssteigerung der Zufahrt zum Bahnhof Luzern.

Beurteilung: Schafft zwar neue Kapazität am Rotsee. Diese kann aber nur bedingt benutzt werden, weil der eigentliche Kapazitätsengpass zwischen Gütsch und dem Vorbahnhof und im Vorbahnhof nicht gelöst wird.

Empfehlung: Wird als Teil der Stossrichtung „Rotsee lang“ weiter verfolgt.

6.1.5. Zweite Doppelspur Luzern – Gütsch

Massnahme: Zwischen dem Vorbahnhof Luzern und Gütsch wird die bestehende Doppelspur durch eine zweite Doppelspur ergänzt.

Ziel: Beheben der Kapazitätsprobleme auf der Zufahrt zum Bahnhof Luzern.

Beurteilung: Das Kapazitätsproblem zwischen Gütsch und dem Vorbahnhof wird gelöst. Wie die vertieften Untersuchungen der Stossrichtung „Rotsee lang“ zeigen werden, ist das Problem der Einmündung in den Vorbahnhof nicht gelöst. Ebenfalls kritisch ist die Einmündung der neuen Doppelspur in die Stammstrecke im Raum Gütsch.

Empfehlung: Nicht weiter verfolgen (siehe auch Doppelspur Luzern – Fluhmühle).

6.1.6. Zweite Doppelspur Luzern – Fluhmühle

Massnahme: Neue Doppelspur zwischen Luzern und Fluhmühle.

Ziel: Eliminieren des Kapazitätsproblems in der Zufahrt zum Bahnhof Luzern.

Beurteilung: Das Kapazitätsproblem zwischen der Fluhmühle und dem Bahnhof ist gelöst, nicht aber das sehr schwierige Problem der Einführung der zweiten Doppelspur in den Vorbahnhof (siehe auch Projektidee „zweite Doppelspur Luzern – Gütsch“). Problematisch ist auch die Verknüpfung der neuen Doppelspur mit der Stammstrecke im Raum Fluhmühle.

Empfehlung: Wird als zusammen mit dem Doppelspurausbau am Rotsee als „Stossrichtung Rotsee lang“ weiter verfolgt. Wesentlicher Unterschied ist allerdings die Unterquerung der Reuss.

6.1.7. Zweite Doppelspur Luzern – Reussbühl

Massnahme: Neue Doppelspur zwischen dem Raum Reussbühl und Luzern.

Ziel: Entlastung der Stammstrecke zwischen Emmenbrücke Süd (Reussbühl) und dem Bahnhof Luzern.

Beurteilung: Bringt auf der Zulaufstrecke nach dem Bahnhof Luzern genügend Kapazität. Nicht gelöst sind die Probleme der Einführung der neuen Doppelspur in den Vorbahnhof.

Empfehlung: Wird nicht weiter verfolgt.

6.1.8. Spange Reussegg

Massnahme: Einspurige Verbindungsschleife von Emmenbrücke in die Strecke entlang dem Rotsee.

Ziel: Schnelle, tangentiale Bahnverbindung zwischen dem Rontal und dem Wiggertal. Zusätzlich Entlastung der Zufahrt zum Bahnhof Luzern.

Beurteilung: Mit der Tangentialverbindung zwischen Rontal und dem Wiggertal erhalten diese beiden wichtigen Bereiche der Agglomeration Luzern eine schnelle Bahnverbindung. Die ebenfalls angestrebte Entlastung des Bahnhofs Luzern und seiner Zufahrt ist allerdings gering, da die Zahl der nach Luzern fahrenden Züge kaum reduziert werden kann, müssen die über die Tangente verkehrenden Züge vermutlich zusätzlich zu den auf den betreffenden Linien vorgesehenen Zügen geführt werden müssen. Geringe oder keine Entlastungswirkung im Bereich der Zufahrt zum Bahnhof Luzern.

Empfehlung: Obschon die Spange für gewisse Bereiche der Agglomeration attraktiv ist, wird sie nicht weiter verfolgt. Ihre Umsetzung darf aber nicht verunmöglicht werden.

6.1.9. Fernverkehrs-Bahnhof Luzern Nord (Emmenbrücke)

Massnahme: Angedacht sind zwei Optionen: Haltepunkt für die Fernverkehrszüge (IR Luzern ⇌ Basel, allenfalls IC Luzern ⇌ Bern) innerhalb der heutigen Angebots- und Infrastruktur. Bedingt eine Verlängerung der Perronkanten auf 420 Meter (Bahn 2030: Züge von 400 Metern Länge). Zu prüfen wäre, ob aus Kapazitätsgründen (Zugfolgezeit) eine dritte und vierte Perronkante notwendig wäre.

Bei einer zweiten Option wird zusammen mit dem Fernverkehrsbahnhof Luzern Nord auch die Spange Ressegg gebaut (siehe vorhergehendes Kapitel). Damit wäre es möglich der Gotthardzug um den Konten Luzern herum zu führen. Dies brächte einen Zeitgewinn von rund 20 Minuten. Allerdings würde der Bahnhof Luzern nicht mehr bedient. Anstelle des Gotthardzuges müsste ein Shuttle geführt werden.

Ziel: Bessere Anbindung von Luzern Nord an den Fernverkehr. Mit der Schlaufe Reussegg die Fahrzeit des Gotthardzuges reduzieren.

Beurteilung: Beachtliche Vorteile für Luzern Nord, Verschlechterung im Bahnhof Luzern. Verlust von Umsteigeverbindungen, zum Beispiel zwischen dem Gotthardzug und dem IR Luzern ⇌ Zürich.

Der Ziel-/Quellverkehr des Bahnhofs Luzern ist um ein Vielfaches höher als derjenige eines Bahnhofs Luzern Nord. Das Zentrum wird auch in Zukunft ein mit Abstand grösseres Potential aufweisen als ein Bahnhof Luzern Nord. Hinzu kommt die touristische Bedeutung von Luzern: Praktisch sämtliche touristischen Ziele (Altstadt, See, Schifffahrt, KKL, Hotellerie etc.) liegen im Nahbereich des heutigen Bahnhofs und würden bei einem Bahnhof Luzern Nord von der Bahn abgeschnitten. Ebenfalls verloren ginge der Anschluss der – touristischen wichtigen – Zentralbahn vom Fernverkehr.

Empfehlung: Wird nicht weiter verfolgt.

6.1.10. Zufahrt Maihof

Massnahme: Einspurige Verbindung von Ebikon in den Stadttunnel. Einmündung in den Stadttunnel unter dem Bramberg.

Ziel: Diese Tunnelverbindung soll den Zügen vom Rontal als Zufahrt zum Bahnhof Luzern dienen und damit die Verbindung zwischen Rontal und Luzern durchgehend doppelspurig machen

Beurteilung: Die Zufahrt Maihof erfüllt das Anliegen einer durchgehend doppelspurigen Zufahrt vom Rontal in den Bahnhof Luzern. Allerdings mündet sie im Gütsch in die bestehende Einfahrt in den Bahnhof Luzern, und entlastet damit die beiden grössten Engpässe – die Doppelspur Gütsch Vorbahnhof und den Vorbahnhof – nicht.

Empfehlung: Die Zufahrt Maihof ist ein interessanter Ansatz, welcher insbesondere für den Kapazitätsengpass am Rotsee eine Lösung bringt. Die Zufahrt Maihof vermag aber die kritischsten beiden Engpässe nicht zu beseitigen und wird deshalb nicht weiter verfolgt

6.1.11. Zufahrt Emmenbrücke – Allenwinden

Massnahme: Die Zufahrt Allenwinden führt vom Tiefbahnhof in einer S-Kurve nach Emmenbrücke.

Ziel: Die Zufahrt Allenwinden soll die Zufahrt Luzern – Gütsch entlasten.

Beurteilung: Eine Zufahrt Allenwinden, welche in einen Kopfbahnhof mündet ist nicht zweckmässig, da der Kopfbahnhof schon durch die Züge aus dem Rontal weitgehend ausgelastet ist.

Die Zufahrt Allenwinden ist allenfalls eine Option, wenn der Kopfbahnhof zum Durchgangsbahnhof erweitert wird, und ein Bahnanschluss nach Kriens gebaut wird. In diesem Falle würden von Süden her mehr Züge in den Durchgangsbahnhof führen, als von Norden. Die Bildung von Durchmesserlinien wäre erschwert. Mit der Zufahrt Allenwinden liesse sich eine neue Durchmesserlinie Kriens – Wiggertal einführen.

Empfehlung: Die Zufahrt Allenwinden ist allenfalls ein Objekt, welches im Horizont „übermorgen“ oder noch später aktuell werden könnte. Sie wird nicht weiter verfolgt.

6.2. Kommentar zu den Projektideen

Jede der elf Projektideen löst jeweils ein einzelnes, als kritisch erkanntes Problem des Schienennetzes im Raum Luzern. Hingegen vermag keine dieser Projektideen *für sich allein* die anstehenden Probleme des Schienennetzes im Raum Luzern langfristig und mit der nötigen Tiefe zu lösen.

Die grobe Beurteilung der elf Projektideen zeigt unter anderem, dass es sinnvoll und zweckmässig ist, dass alle Fernverkehrszüge, wie auch die S-Bahn, in den gleichen Bahnhof im Zentrum der Stadt Luzern fahren. Nur dann können alle Anschlüsse – auch an die Stadt- und Regionalbusse – sichergestellt werden. Der zentral gelegene Bahnhof garantiert auch als einziger eine optimale Erschliessung des Tourismus- und Agglomerationszentrums Luzern.

Lösungsansätze, welche nur eines, oder einige wenige der anstehenden Probleme lösen, führen zu einer weiteren Steigerung der Komplexität des Schienennetzes im Raum Luzern. Das Ziel muss aber sein, das Schienennetz deutlich zu vereinfachen.

Damit ergibt sich das Ziel, den Bahnhof am heutigen Standort zu belassen und ihn auf möglichst direktem Weg mit einer – allenfalls zwei – neuen Zufahrten optimal zu erschliessen.

7. Zwei Stossrichtungen

7.1. Randbedingungen der beiden Stossrichtungen

Aus den elf Projektideen sollen zwei *Stossrichtungen* gebildet werden, welche weiter verfolgt werden. Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten die Infrastruktur im Knoten Luzern auszubauen: Ausbau der Infrastruktur auf der Basis des aktuellen Schienennetzes oder ein stufenweiser Aufbau einer neuen Struktur mit optimierten Bedingungen für Fahrgäste und Betrieb.

Die beiden Stossrichtungen sollen unterschiedliche Merkmale aufweisen. Damit ist sichergestellt, dass möglichst viele Aspekte in die vertiefte Untersuchung einfließen.

Jede der zu untersuchenden Stossrichtungen muss Lösungsansätze für die im Kapitel 4 (Analyse) festgestellten Engpässe und Konflikte anbieten.

Die beiden Stossrichtungen gehorchen verschiedenen planerischen Philosophien.

- Eine Stossrichtung soll die heutige Struktur des Schienennetzes stützen, indem es diese optimiert. Idee dieses Ansatzes ist unter anderem, möglichst viele Infrastrukturelemente des heutigen Netzes weiter zu verwenden.
- Mit einer zweiten Stossrichtung soll das Schienennetz im Raum Luzern grundsätzlich neu gestaltet, resp. optimiert werden. Dabei wird bewusst im Kauf genommen, dass verschiedene, oder sogar ein Grossteil der heute vorhandenen Infrastruktur keine Verwendung mehr findet.

Diese beiden Ansätze führen zu den folgenden beiden Stossrichtungen „Rotsee lang“ (Kapitel 8), sowie „Rotsee kurz“ (Kapitel 9). Die detaillierten Herleitungen der beiden Stossrichtungen finden sich im Anhang des technischen Berichts.

7.1.1. Stossrichtung „Rotsee lang“

Die Stossrichtung „Rotsee lang“ ist ein Zusammenzug aus den beiden Projektideen „Doppelspur Rotsee“ (Kapitel 6.1.3) und „zweite Doppelspur Luzern – Fluhmühle“ (6.1.5). Dabei werden die beiden Projektideen zu einer einzigen Doppelspur Rotsee – Bahnhof Luzern zusammengefügt. Um unlösbare Konflikte im Raum Fluhmühle zu vermeiden, wird die neue Strecke unter der Reuss hindurchgeführt. Es entstehen zwei voneinander weitgehend unabhängige Zufahrten zum heutigen Bahnhof Luzern. Damit ist die Verkehrsstromtrennung – getrennte Einführung der Züge vom Rontal resp. derjenigen vom Wiggertal, Seetal, von Wolhusen und Küssnacht – vorgegeben.

Die Stossrichtung „Rotsee lang“ entspricht dem Ansatz, die bestehende Struktur des Schienennetzes Luzern zu erhalten und durch geeignete, neue Elemente zu stützen.

Die erste Etappe umfasst die neue Zulaufstrecke vom Rotsee zum Bahnhof Luzern. In späteren Etappe soll die stark belastete Zufahrt im Raum Rothenburg – Emmenbrücke durch entsprechende Massnahmen entlastet werden.

7.1.2. Stossrichtung „Rotsee kurz / Tiefbahnhof“

Eine neue Doppelspur führt von Ebikon durch den *Dreilindentunnel* unter dem Seebecken von Luzern hindurch in einen neuen Tiefbahnhof Luzern. Die erste Etappe umfasst den Tiefbahnhof als Kopfbahnhof samt der Zufahrt aus dem Raum Ebikon.

Die Stossrichtung „Rotsee kurz“ stimmt damit weitgehend mit dem Projekt für einen Tiefbahnhof Luzern aus dem Jahre 2002 überein. Sie entspricht auch der Projektidee „Dreilindentunnel mit Kopfbahnhof“ (Kapitel 6.1.1).

In späteren Etappen soll der Kopfbahnhof zum Durchgangsbahnhof ausgebaut werden. Die Stossrichtung „Rotsee kurz“ entspricht der Option, das bestehende Schienennetz durch eine weitgehend neue Strukturen zu ersetzen.

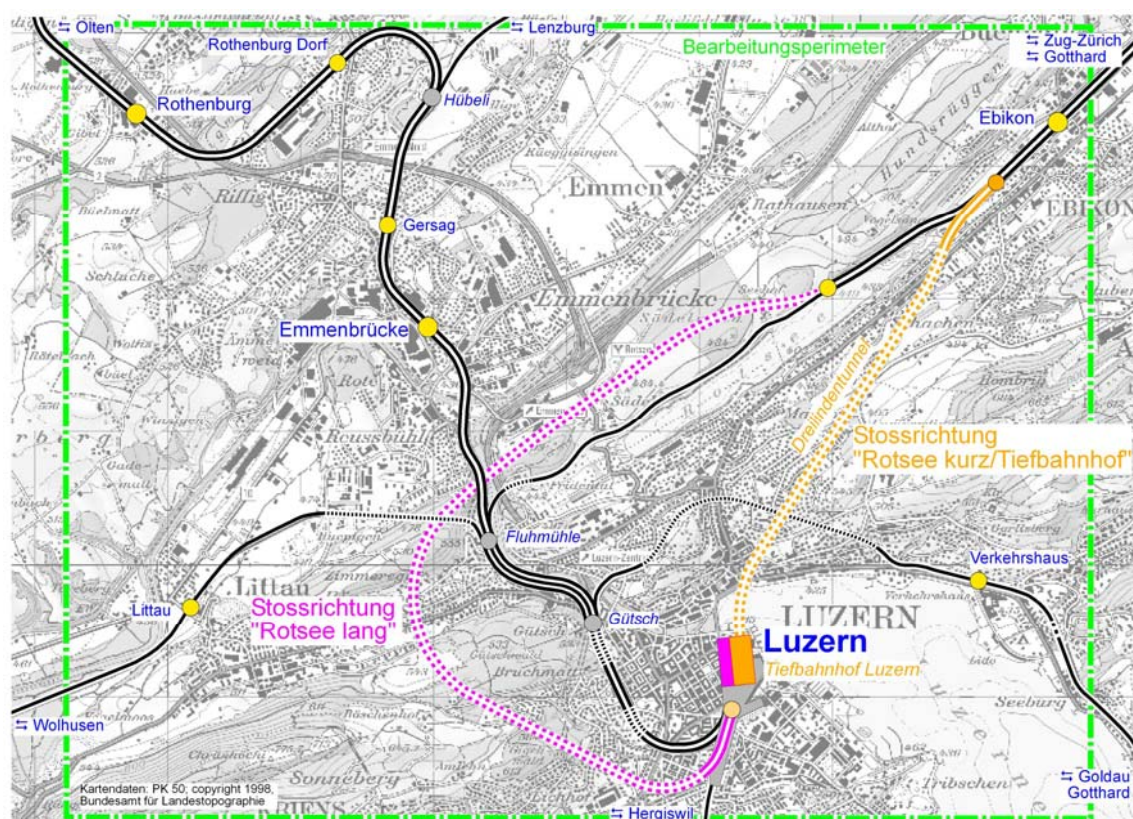


Abbildung 7-01: Kartenübersicht über die beiden Stossrichtungen „Rotsee kurz“ resp. „Rotsee lang“, welche vertieft untersucht werden.

7.1.3. Weiteres Vorgehen

In den folgenden Kapiteln werden die beiden Stossrichtungen vertieft untersucht. Obschon bei beiden Stossrichtungen weitere Etappen angedacht sind, wird der Stossrichtungsentscheid allein auf der Basis der ersten Etappe gefällt. Grund dafür ist die Annahme, dass in einem ersten Schritt nur eine erste Etappe gebaut werden kann und diese erste Etappe – unabhängig von einer allfälligen zweiten Etappe – vollumfänglich betriebstüchtig sein muss.

Mit der Stossrichtung „Rotsee lang“ wird die heutige Grundstruktur des Schienennetzes im Raum Luzern gestützt und akzentuiert. So fahren auch in Zukunft alle Reisenden in die Halle. Das bedeutet einerseits für alle Fahrgäste eine attraktive, oberirdische Ankunft in Luzern, andererseits müssen alle Transitreisenden die lange Zufahrt in den Bahnhof Luzern zweimal zurücklegen. Weil alle Züge im Bahnhof Luzern wenden ergeben sich lange Aufenthaltszeiten von sechs und mehr Minuten.

8.1.1. Verkehrsströme Horizont „morgen“

Gebaut wird eine neue, doppelspurige Zufahrt vom Rotsee in den Bahnhof Luzern. Die Abbildung 8-02 zeigt auf der linken Seite die Zugzahlen und auf der rechten Seite die Belastung der einzelnen Streckenabschnitte.

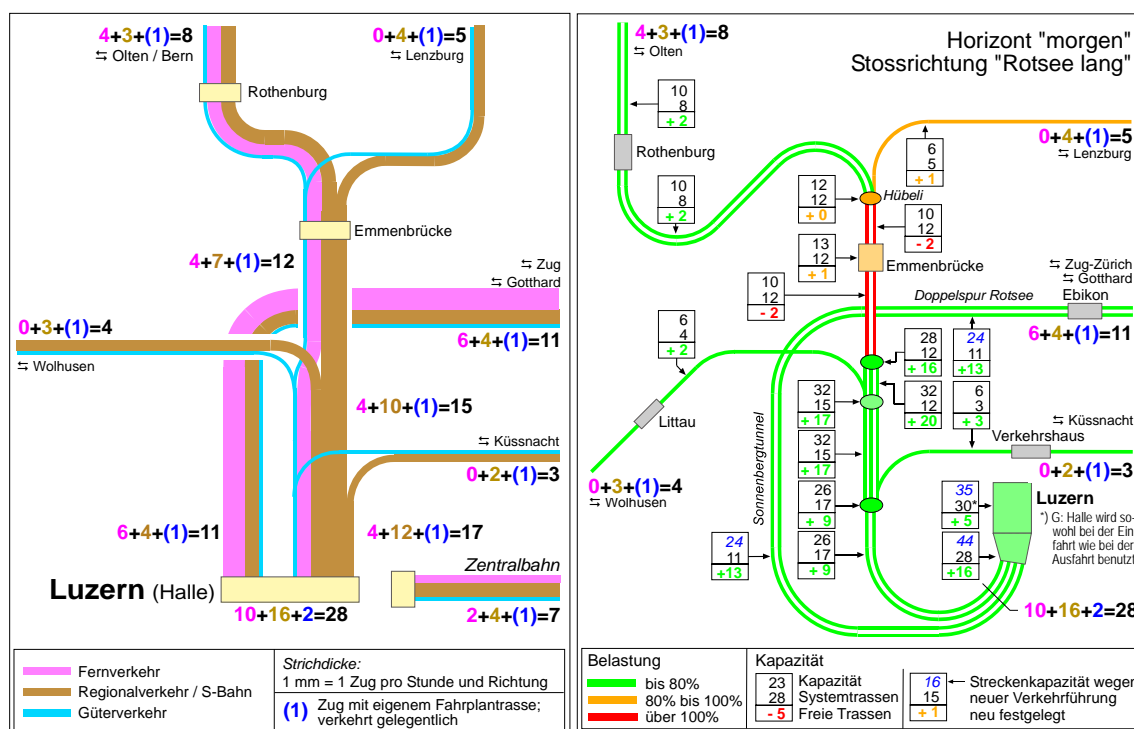


Abbildung 8-02: Mengengerüst (links) Zugzahlen und Streckenbelastung (rechts) bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ im Horizont „morgen“.

Festzustellen ist eine klare Zweiteilung: Im Kernbereich sowie auf der Zufahrt aus dem Rontal treten keine Überlastungen mehr auf. Der Kernbereich ist durchwegs „grün“. Keine Lösung bringt die Stossrichtung „Rotsee lang“ hingegen im Bereich der nördlichen Zufahrt Luzern – Emmenbrücke – Sursee, wo nach wie vor Überlastungen vorhanden sind.

Die Reserven in der Halle von 5 Zügen pro Stunde ergeben sich nur, weil die Zentralbahn nicht mehr in die Halle fährt, sondern einen eigenen, neuen Bahnhof erhält (siehe Kapitel 8.6). Der

neue Bahnhof für die Zentralbahn ist unumgänglich, weil nach dem vollständigen Umbau des Vorbahnhofs – bedingt durch die Einführung der zweiten Zufahrt in den Vorbahnhof – eine Querung der Normalspur durch die Meterspur aus geometrischen Gründen (Rampe der neuen Zufahrt) nicht mehr denkbar ist (siehe Kapitel 8.2).

8.1.2. Verkehrsströme Horizont „übermorgen“

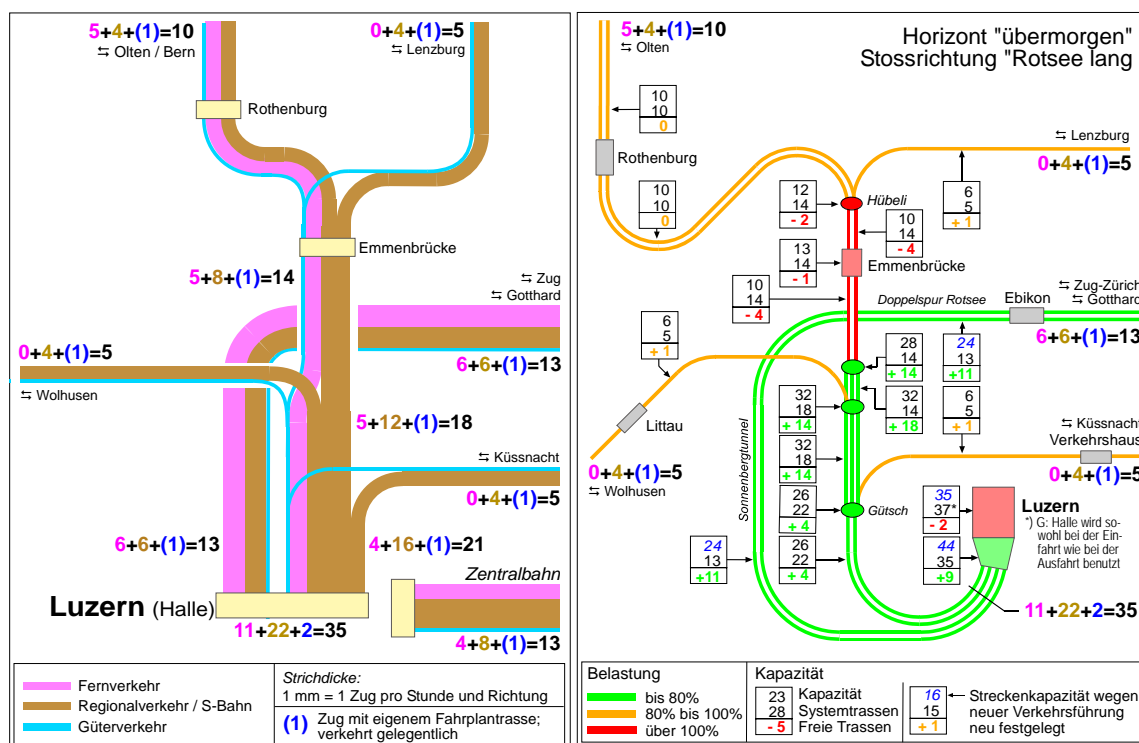


Abbildung 8-03: Zugzahlen und Streckenbelastung bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ im Horizont „übermorgen“. Links Verkehrsströme, rechts Kapazitätsanalyse.

Die Abbildung 8-03 zeigt: Grundsätzlich treten im Horizont „übermorgen“ die gleichen Probleme auf, wie im Horizont „morgen“. Da sich die Zugzahl weiter erhöht, akzentuieren sie sich.

Die Tabelle 8-04 vermittelt einen tabellarischen Überblick über jene Streckenabschnitte, welche bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ in den Horizonten „morgen“ resp. „übermorgen“ entweder eine kritische Belastung aufweisen (Auslastung 80% bis 100%), oder aber überlastet sind (Auslastung über 100%).

Mit dem Bau einer zweiten Zufahrt zum Bahnhof Luzern lassen sich im Horizont „übermorgen“ die Kapazitätsprobleme im Kernbereich des Knotens Luzern lösen. Voraussetzung ist allerdings, dass die zweite Doppelspur „richtig“ in den Vorbahnhof eingeführt wird (siehe dazu Kapitel 8.2).

Die Kapazitätsprobleme im Raum Fluhmühle – Emmenbrücke – Hübeli bleiben bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ in beiden Horizonten bestehen. Hier sind bereits im Horizont „morgen“ zusätzliche Massnahmen unumgänglich. Ebenfalls überlastet ist die Halle.

Streckenabschnitt	Horizont "morgen"				Horizont "übermorgen"			
	Anzahl Züge pro Tag, beide Richtungen			Auslastung in Prozent	Anzahl Züge pro Tag, beide Richtungen			Auslastung in Prozent
	Kap.	Anzahl Züge	Reserve		Kap.	Anzahl Züge	Reserve	
Emmenbrücke - Hübeli	10	12	-2	120%	10	14	-4	140%
Emmenbrücke - Fluhmühle	10	12	-2	120%	10	14	-4	140%
Verzweigung Hübeli	12	12	0	100%	12	14	-2	117%
Bahnhof Emmenbrücke	13	12	1	92%	13	14	-1	108%
Bahnhof Luzern (Halle)	35	30	5	86%	35	37	-2	106%
Hübeli - Rothenburg	10	8	2	80%	10	10	0	100%
Rothenburg - Sempach	10	8	2	80%	10	10	0	100%
Fluhmühle - Wolhusen	6	4	2	67%	6	5	1	83%
Gütsch - Küssnacht	6	3	3	50%	6	5	1	83%
Vorbahnhof Luzern	44	28	16	64%	44	35	9	80%
Legende:	Streckenabschnitt überlastet (Auslastung über 100%)							
	Streckenabschnitt kritisch (Auslastung über 80% bis 100%)							
	Streckenabschnitt mit Reserven (Auslastung unter 80%)							

Abbildung 8-04: Tabellarischer Überblick über die Auslastungen der Streckenabschnitte mit kritischer Auslastung oder Überlastung Stossrichtung bei der „Rotsee lang“ in den Horizonten „morgen“ und „übermorgen“.

Im Horizont „übermorgen“ treten – als Folge der höheren Zugszahlen – bereits wieder an verschiedenen Stellen Kapazitätsengpässe auf. Im Bereich Fluhmühle – Emmenbrücke – Hübeli steigt die Überlastung auf vier fehlende Züge pro Stunde und Richtung. Neu ist nun auch die Verzweigung Hübeli mit 117% klar überlastet.

Die Halle weist eine Auslastung von 106% auf. Dies selbst unter der Annahme, dass der Normalspur auch die Gleise der Zentralbahn zur Verfügung stehen.

Hingegen sind beim umgebauten Vorbahnhof noch beachtliche Reserven. Übermorgen steht noch eine Reserve von 9 Zügen pro Stunde und Richtung zur Verfügung.

8.2. Untersuchung der Einfahrt Luzern (Vorbahnhof)

Bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ wird der Kopfbahnhof Luzern mit einer zweiten Zufahrt erschlossen. Zu untersuchen ist, wie die zweite Doppelspur in den Vorbahnhof münden soll. In der folgenden Abbildung wird die Problematik der Einmündung von vier Streckengleisen (resp. zwei Doppelspuren) in den Kopfbahnhof dargestellt.

Beim Ansatz A münden die beiden Zufahrten unmittelbar nebeneinander in den Vorbahnhof. Bei Fahrten von/nach den Abstellanlagen kommt es zu Abkreuzungen, was die Kapazität der Zufahrt massiv herabsetzt (siehe Anhang des technischen Berichts, Leistungsfähigkeit der Einfahrt Luzern).

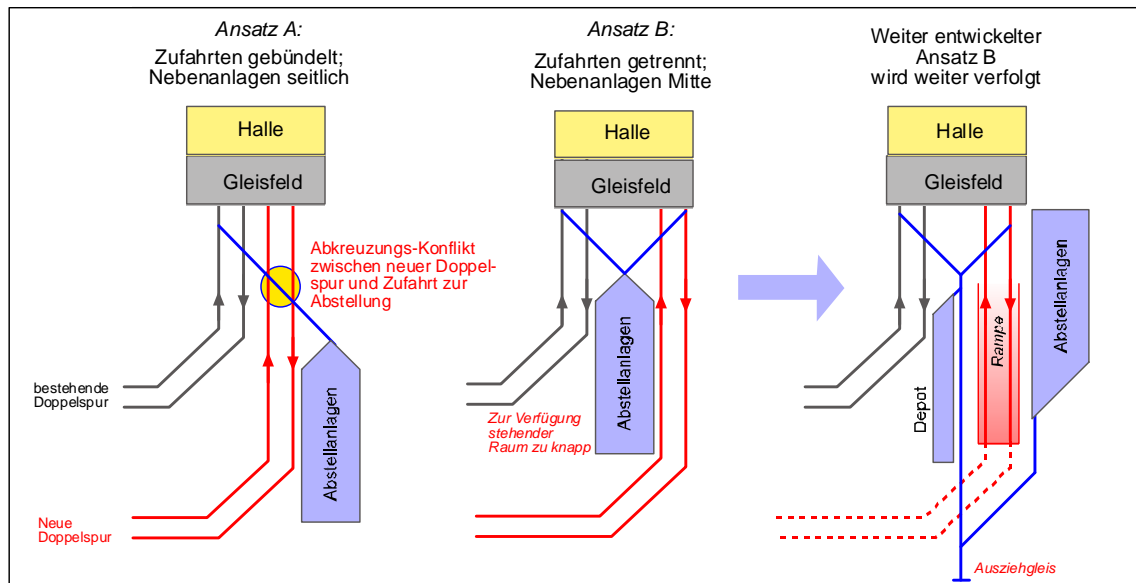


Abbildung 8-05: Mündung der beiden Doppelspuren in den Kopfbahnhof Luzern. Links liegen beide Zufahrten unmittelbar nebeneinander, was zu massiven Abkreuzungskonflikten mit den Zu- und Wegfahrten zu den Abstellanlagen führt. In der Mitte und rechts liegt die Abstellung, resp. ein Teil der Abstellung zwischen den beiden Zufahrten (ohne Zentralbahn).

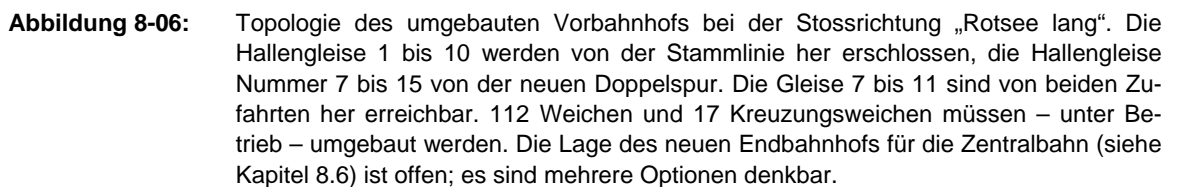
Beim Ansatz B wird dieses Problem deutlich reduziert: Beide Zufahrten haben autonomen Zugang zu den Abstellanlagen. Die jeweils andere Zufahrt wird nicht betroffen. Der Ansatz B soll weiter verfolgt werden. Die Skizze auf der rechten Seite der Abbildung 8-05 ist eine der Struktur des Vorbahnhofs Luzern angepasste Version des Ansatzes B.

Die zweite Doppelspur erreicht den Vorbahnhof über eine Rampe östlich der Abstellgruppe 200/300. Um die Gleisgruppen 500 und die „Rösslimatt“ ohne eine Querung der zweiten Doppelspur erreichen zu können, ist in der südlichen Verlängerung der Gleisgruppen 200/300 ein Ausziehgleis notwendig, über welches die Rampe umfahren werden kann (siehe Abbildung 8-06).

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Topologie des Bahnhofs Luzern gemäss dem modifizierten Ansatz B. Die Topologie bildete die Grundlage für eine vertiefte geomatische Untersuchung. Bei dieser handelt es sich um einen Machbarkeitsnachweis. Bei einer Umsetzung müssten weitere Optimierungsschritte folgen.

Die zwei getrennt in den Bahnhof einmündenden Zufahrten teilen den Bahnhof in zwei weitgehend autonome Hälften. Die Gleise 1 bis 10 sind von der Stammlinie her erreichbar, die Gleise 7 bis 15 von der NBS her. Die Gleise 7 bis 10 in der Mitte der Halle sind an beide Zufahrten angeschlossen. Zurzeit ist der IC/IR Gotthard der einzige Zug, der die Teilsysteme wechselt, also auf der einen Zufahrt ein und auf der andern ausfährt. Alle andern Züge wechseln ihre Teilsysteme nicht.

[Weitere kritische Elemente sind die Perronlängen (siehe Kapitel 8.3), sowie die Einführung der Zentralbahn in den Bahnhof Luzern (siehe Kapitel 8.6).]



Der Umbau des Vorbahnhofs Luzern bedingt den Umbau des praktisch gesamten heutigen Gleisfeldes. *Insgesamt müssen 112 Weichen und 17 Kreuzungsweichen ersetzt werden.*

Der gesamte Umbau muss unter Betrieb geschehen. Eine konkrete Vorstellung, wie dieser Umbau vor sich gehen soll, existiert heute noch nicht. Unklar ist, welche Provisorien nötig sein werden und wie viele Züge während der Umbauphase noch bis in den Bahnhof Luzern fahren könnten, resp. welche in einem der Agglomerationsbahnhöfe gewendet werden müssten. Fest steht lediglich, dass die Einschränkungen massiv sein werden, und dass der Umbau mehrere Jahre dauern würde.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeiten zum Entscheid der Stossrichtung kann nur die Machbarkeit der Ziellanlage nachgewiesen werden, nicht aber der Prozess des Umbaus unter Betrieb.

Damit ist weiterhin offen, welchen Aufwand an Zeit und Geld dieser Umbau verursachen würde, und mit welchen Einschränkungen im Bahnverkehr während des Umbaus zu rechnen wäre.

Trotz dieses ausgesprochen aufwändigen, mit grossen Risiken verbundenen Umbaus des Vorbahnhofs, können in Bezug auf Fahrstrassen nicht alle Bedingungen erfüllt werden. So ist etwa die Zahl der Perrongleise, welche von *beiden Zufahrten* her erreichbar sind mit vier sehr knapp. Mit Restriktionen z.B. bei der Verknüpfung von Radiallinien zu Durchmesserlinien muss gerechnet werden.

8.3. Zahl und Länge der Perronkanten

8.3.1. Zahl der Perronkanten

Heute werden von der Normalspur in der Halle zehn Perronkanten – Gleise 2 bis 11 – belegt. Dies bei 19 Zügen pro Stunde (die beiden Güterzüge fahren nicht in die Halle). Die Analyse der heutigen Situation ergibt, dass jeder Zug sein Hallengleis während 21.5 Minuten belegt (siehe Abbildung 8-07). In dieser Zeit sind neben der effektiven Standzeit – sie liegt zwischen 4 und 54 Minuten! – je zwei Minuten für die Ein- und Ausfahrt, sowie eine Minute „Nichtbelegungszeit“ als Puffer zwischen einem aus- und einem einfahrenden Zug enthalten.

Ausgangslage: Fahrplan 2009	Fahrplan 2009 (Halle)			
Anzahl Züge pro Stunde	19	(Züge/Std.)		
Anzahl Perronkanten Fahrplan 2009	10	(Kanten)		
Totale Belegungszeit pro Stunde inkl. Ein- und Ausfahrt sowie 1. Min Reserve	409	(Min.)		
Nutzbare Kantenzeit pro Gleis pro Stunde (10 Min. Reserven für Rangierfahrten etc.)	50	(Min.)		
Nutzbare Kantenzeit gesamte Halle Normalspur (10 Gleise)	500	(Min.)		
Reserve Standzeiten in der Halle, Fahrplan 2009	91	(Min.)		
Mittlere Belegungszeit	21.5	(Min.)		
Kapazität Hallengleise Normalspur	23.3	(Züge/Std.)		
Kapazität Hallengleise gerundet	23	(Züge/Std.)		
Horizonte "morgen" und "übermorgen"	"morgen" (Halle)		"übermorgen" (Halle)	
Anzahl Züge pro Stunde	30	(Züge/Std.)	35	(Züge/Std.)
Mittlere Belegungszeit	21.5	(Min./Zug)	21.5	(Min./Zug)
Totale Belegungszeit pro Stunde inkl. Ein- und Ausfahrt sowie 1. Min Reserve	645	(Min.)	753	(Min.)
Nutzbare Kantenzeit pro Gleis pro Stunde (10 Min. Reserven für Rangierfahrten etc.)	50	(Min.)	50	(Min.)
Bedarf Hallengleise	12.9	(Kanten)	15.05	(Kanten)
Bedarf Hallengleise gerundet	13	(Kanten)	15	(Kanten)

Abbildung 8-07: Herleitung der Kapazität der Halle „heute“ mit 10 Perronkanten Normalspur, sowie Berechnung des Bedarfs an Perronkanten in den Horizonten „morgen“ und „übermorgen“ (Stossrichtung „Rotsee lang“).

Für die Berechnung der Anzahl notwendiger Perronkanten in den Horizonten „morgen“ und „übermorgen“ wird angenommen, dass die mittlere Belegungszeit pro Zug bei 21.5 Minuten bleibt. Diese Annahme lässt sich mit der unveränderten Struktur des Bahnhofs Luzern bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ begründen.

Die Rechnungen der Abbildung 8-07 ergeben eine Kapazität des heutigen, zehngleisigen Normalspurbahnhofs Luzern von 23 Zügen pro Stunde. Beim Fahrplan 2009 mit 19 Zügen pro Stunde besteht damit noch eine Reserve von 4 Zügen pro Stunde.

Im Horizont „morgen“ steigt die Zahl der Züge in der Halle auf 26. Hinzu kommen die beiden Güterzüge pro Stunde und Richtung, wobei davon ausgegangen wird, dass die Güterzüge sowohl bei der Einfahrt, wie auch bei der Ausfahrt in die Halle fahren müssen, da ein direktes Queren der Zentralbahn aus topologischen Gründen nicht mehr möglich ist. Damit fahren im Horizont „morgen“ pro Stunde 30 Züge in die Halle. (siehe Tabelle 8-07). Daraus leitet sich ein Bedarf von 13 Perronkanten ab.

Schon im Horizont „morgen“ steigt der Bedarf der Normalspur von heute 10 auf 13 Hallengleise. Einzige Option für eine Erweiterung der Zahl der Perronkanten für die Normalspur ist die Verdrängung der Meterspur. Mit dem Verlust der Gleise 12 und 13 verbleiben der Zentralbahn noch das lange Gleis 14, das verkürzte Gleis 15 sowie das neu in Betrieb zu nehmende Gleis 16. Diese drei Gleise vermögen den Bedürfnissen der Zentralbahn weder heute noch beim Fahrplan 2014 (ehemals „Vx“), noch bei der „Zentralbahn 2030“ zu genügen.

Im Horizont „übermorgen“ steigt der Bedarf der Normalspur auf 15 Hallengleise. Damit werden sämtliche heute in der Halle betriebenen Gleise von der Normalspur gebraucht. Für die Meterspur muss zwingend ein neuer Bahnhof ausserhalb der Halle gebaut werden.

8.3.2. Länge der Perronkanten

Wie die Abbildung 2-05 zeigt, besitzen lediglich die Gleise 3 und 7 eine Nutzlänge von mehr als 400 Metern. Wenn die Fernverkehrszüge – insbesondere jene von/nach Zürich und von/nach dem Gotthard – mittel- und langfristig mit 400-Meterzügen verkehren sollen, müssen zusätzliche Perronkanten der entsprechenden Länge vorhanden sein.

Mit dem Bau der zweiten Doppelspur werden im östlichen Bereich des Bahnhofs die Hallengleise 10 bis 13 auf eine Nutzlänge von mehr als 400 Metern verlängert (siehe Abbildung 8-06). Damit ist das heute aktuelle Problem der für den Fernverkehr zu kurzen Perronkanten nach der Umsetzung der Stossrichtung „Rotsee lang“ gelöst.

8.4. Dimensionierung der Publikumsanlagen

Bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ ändert sich bei den Publikumsanlagen gegenüber heute wenig: Alle Züge fahren in die Halle ein; die notwendigen Perronbreiten sind vorhanden. Da mehr Perronkanten benötigt werden als heute, muss für die Zentralbahn ein neuer Endbahnhof gebaut werden (siehe Kapitel 8.6 „Neuer Bahnhof der Zentralbahn“).

Kritischer sind die Verhältnisse in der Querhalle. Der zur Verfügung stehende Raum für die Reisenden ist schon heute sehr knapp. Kurzfristig kann Abhilfe geschaffen werden, indem die Halle von Einbauten (z.B. Kiosk) und mobilen Verkaufsständen befreit wird. Welche Massnahmen angesichts der stark wachsenden Fahrgastströme im Horizont „übermorgen“ notwendig wird, müsste – falls die Stossrichtung „Rotsee lang“ weiterverfolgt wird – vertieft untersucht werden.

8.5. Abstellungen

Die Gleislänge für das Abstellen von Zügen wird durch die *Nachtabstellung* bestimmt. Wie im Kapitel 8.2 gezeigt, müssen die Gleisanlagen im Vorbahnhof bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ für die Einführung der zweiten Doppelspur weitgehend umgebaut werden. Mit diesem Umbau reduzieren sich die für die Abstellung zur Verfügung stehenden Gleislängen gegenüber heute beträchtlich.

Andererseits kommen im Bereich der Gleisgruppe 500 neue, heute von der Zentralbahn genutzte Gleise hinzu. Die der Normalspur insgesamt zur Verfügung stehenden Gleislängen entsprechen damit etwa der heutigen und genügen den Anforderungen der Stossrichtung „Rotsee lang“.

In der Abbildung 8-08 sind die heute vorhandenen und in Zukunft notwendigen Gleislängen aufgelistet. Die effektiven Zugslängen werden für die Berechnung der real benötigten Gleislängen mit dem Faktor 1.4 multipliziert. Damit wird sichergestellt, dass die sehr unterschiedlich langen Abstellgleise für die Abstellung ausreichen. Der Faktor 1.4 ist ein in der Praxis erprobter Wert.

Detaillierte Darstellung der Abstellungen siehe Kapitel 12.

	Nutzung	Fahrzeuglänge	Restlängen	Gleisnutzlänge
		[m]	[Faktor]	[m]
Normalspur	Personenverkehr Normalspur	7'865	1.4	11'011
	Güterverkehr Normalspur	1'474	1.4	2'064
	Baudienste Normalspur	415	1.4	581
	Lokabstellungen Normalspur	210	1.4	294
	Unterhalt Normalspur	1'070	0	1'070
	Total Normalspur Soll	11'034		15'020
	Total Normalspur Ist			15'635
Meterspur	Personenverkehr Umläufe Meterspur	375	1.4	525
	Güterverkehr Meterspur	250	1.4	350
	Baudienste Meterspur	95	1.4	133
	Total Meterspur Soll	720		1'008
	Total Meterspur Ist			1'000

Abbildung 8-08: Vorhandene und im Horizont „morgen“ notwendige Gleislängen für die Nachtabstellung bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ für Normal- und Meterspur. Die „Restlängen“ (40% der Länge aller Fahrzeuge) ergeben sich aus der ungenügenden Übereinstimmung von Gleis- und Fahrzeuglängen (Erfahrungswert) (Stand Dezember 2008).

8.6. Neuer Bahnhof der Zentralbahn

Heute benützt die Zentralbahn die Gleise 12 bis 15 in der Halle des Bahnhofs Luzern. Erste Überlegungen haben gezeigt, dass die Zentralbahn beim Angebotskonzept „Zentralbahn 2030“ (ab etwa 2024) einen Bedarf von fünf Perronkanten hat. Fest steht auch, dass die Normalspur in Zukunft zusätzliche Gleise benötigt: Im Horizont „morgen“ 13 Kanten, im Horizont „übermorgen“ 15 Kanten. Damit steht fest, dass bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ die Zahl der Perronkanten in der Halle dem mittel- und langfristigen Bedarf nicht zu genügen vermag. Ein neuer Bahnhof für die Zentralbahn – ausserhalb der bestehenden Halle – ist notwendig.

Gleichzeitig mit einem neuen Bahnhof für die Zentralbahn muss das Abkreuzungsproblem zwischen der Zentralbahn und den Normalspurzügen von/nach der Abstellgruppe 500, und Rösslimatt) gelöst werden. Diese Abkreuzungen werden bereits mit dem Fahrplan 2014 zu einem schwer zu lösenden Problem; in den Horizonten „morgen“ und „übermorgen“ sind definitiv keine Abkreuzungen mehr möglich.

8.6.1. Neuer Bahnhof Zentralbahn: zwei Optionen

In der Abbildung 8-09 sind zwei Optionen für einen neuen Bahnhof der Zentralbahn skizziert:

- Option 1: Westlich der Abstellgruppe 500 in der Fortsetzung des Hotels Radisson
- Option 2: Tiefbahnhof unter der Zentralstrasse, östlich der Halle mit unterirdischer Zufahrt unter der Normalspur hindurch. Vollständige Entflechtung zwischen Normal- und Meterspur.

Die folgende Abbildung zeigt schematische Darstellungen der beiden Optionen, insbesondere auch in Bezug auf die verschiedenen Anlagen der Normalspur.

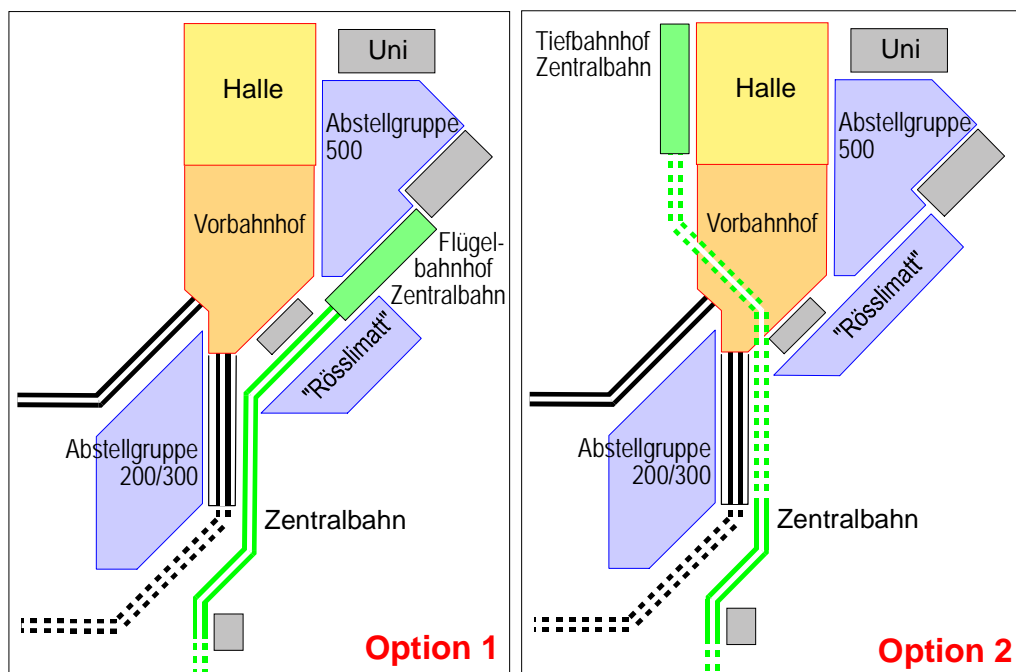


Abbildung 8-09: Zwei Optionen für einen neuen Bahnhof der Zentralbahn ausserhalb der Halle.

8.6.2. Option 1: Flügelbahnhof

Bei der Option 1 liegt der neue Bahnhof der Zentralbahn in der Fortsetzung des Hotels Radisson, etwa an der Stelle des Güterschuppens, zwischen den Gleisfeldern 500 und der „Rösslimatt“. Dank seiner Randlage ist der Bahnhof der Zentralbahn vom Tribschenquartier her direkt, das heisst ohne Unterführung erreichbar.

Die Anlagen von Normal- und Meterspur sind weitgehend entflochten. Eine Ausnahme bilden bei der Option 1 die Schotterzüge sowie Zufahrt zur Abstellanlage Rösslimatt. Die Abstellgleise der „Rösslimatt“ dienen in erster Linie der Nachtabstellung. Angesichts der sehr hohen Auslastung der beiden Zufahrten (Normalspur und Meterspur) zum Bahnhof Luzern werden die Schotterzüge hauptsächlich nachts fahren müssen, oder via Halle verkehren.

Der schwerwiegendste Nachteil für die Fahrgäste ist die grosse Distanz des Flügelbahnhofs zum Bahnhofplatz, den Landestellen der Schiffe und zur Altstadt. Der Weg verlängert sich gegenüber heute um rund 380 Meter.

Die Abbildung 8-10 zeigt zwei Ideen für die Erschliessung des Flügelbahnhofs der Zentralbahn mit einer Fussgängerachse: *Fussgängertunnel* oder *Passarelle*. Beide führen vom Perronende des Bahnhofs der Zentralbahn zum östlichen Ende der Unterführung bei Perron 7. Die Länge des Fussgängertunnels resp. der Passarelle beträgt rund 160 Meter. Ein Rollband kann den Zugang zur Zentralbahn erleichtern.

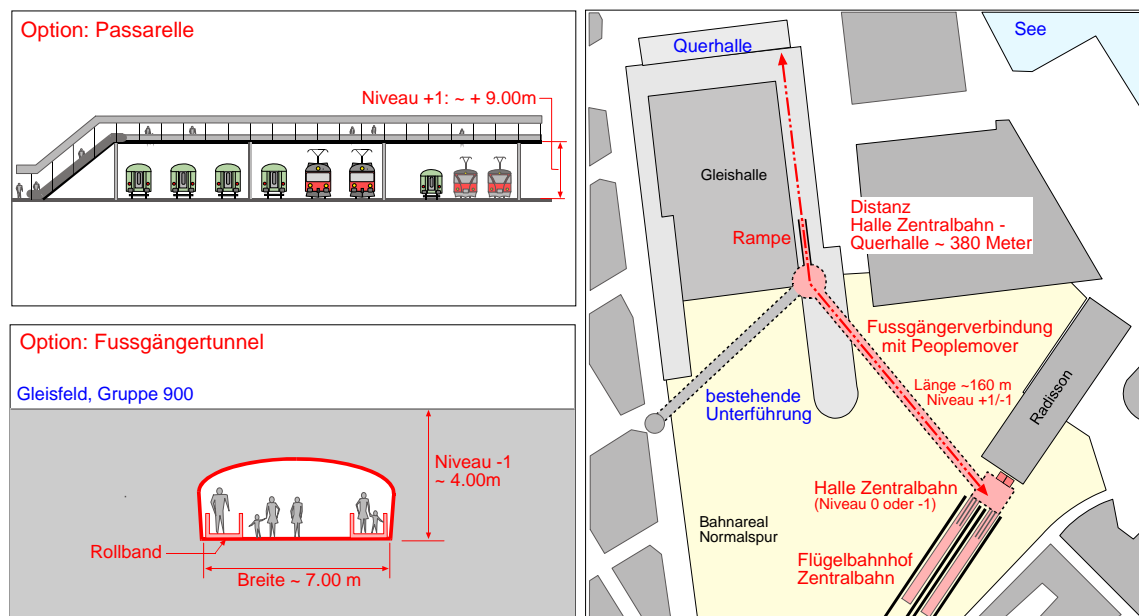


Abbildung 8-10: Zwei Ansätze für die Lösung des Zugangs von der Stadt bei der Option 1: Oben mit Passarelle, unten mit Fussgängertunnel.

8.6.3. Option 2: Tiefbahnhof

Die Option 2 ist ein tief gelegter Bahnhof unter der Zentralstrasse (Abbildung 8-11). Die Wege für die Fussgänger bleiben etwa gleich wie heute. Hingegen sind die Kosten für den Bau des Tiefbahnhofs Zentralbahn sehr hoch.

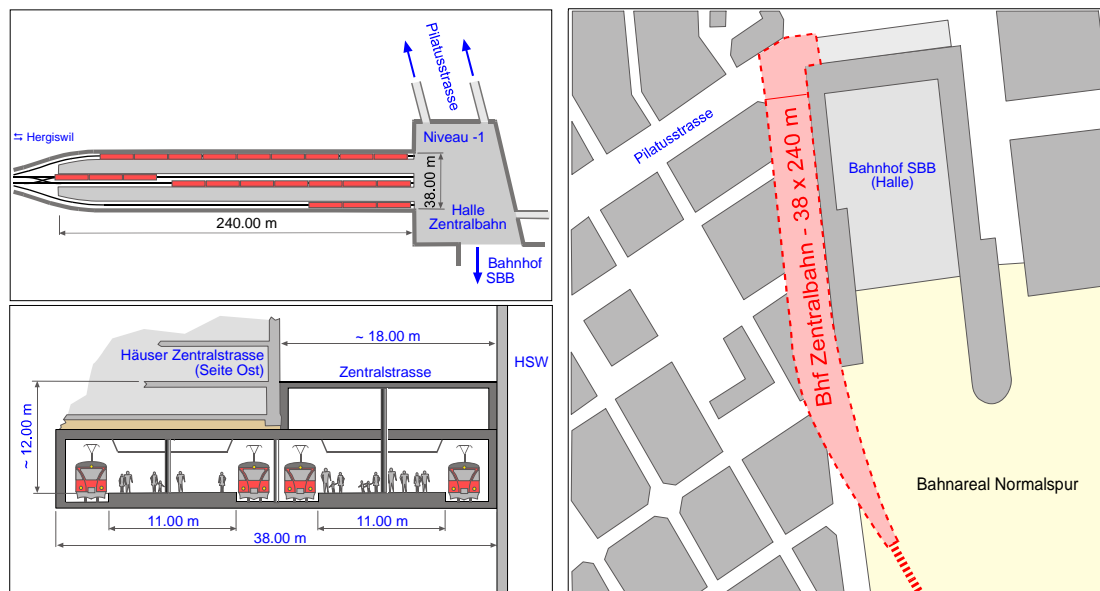


Abbildung 8-11: Option 2: Tiefbahnhof für die Zentralbahn unter der Zentralstrasse.

Wie der Schnitt auf der linken Seite der Abbildung 8-11 zeigt, kommt die Hälfte des 38 Meter breiten, viergleisigen Bahnhofs unter die Häuser auf der Westseite der Zentralstrasse zu liegen. Das Unterfangen dieser, meist aus dem 19. Jahrhundert stammenden, weitgehend auf Holzpfehlern stehenden Häuser, ist kostenintensiv und eine ingenieurtechnische Herausforderung.

Die Fussgängererschliessung der beiden Perrons (Gleise 21 bis 24) erfolgt über den 11 Meter breiten Perron und durch eine auf dem Niveau der Perron liegenden Halle unter der Pilatusstrasse. Die Halle ist direkt mit dem Verkaufsgeschoss des Bahnhofs SBB verbunden.

Die Zufahrt der Zentralbahn führt durch einen rund 600 Meter langen Tunnel, der vom Portal des Doppelspurtunnels Langensand – Kriens Mattenhof mit einer S-Kurve unter dem Gleisfeld der Normalspur hindurch führt. Ein die Normalspur ebenfalls querender Kabelkanal stellt dabei ein nicht zu unterschätzendes Hindernis dar.

8.6.4. Zur Zukunft der Zentralbahn im Bahnhof Luzern

Bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ ergibt sich aus den unterschiedlichen Entwicklungsmöglichkeiten von Normal- und Meterspur ein Koordinationsproblem: Da bei der Zentralbahn die Zugs-längen auf 200 Meter beschränkt, und Doppelstockzüge nicht möglich sind, muss die steigende Nachfrage schon ab dem Jahre 2024 durch eine Verdichtung des Angebots aufgefangen werden. Dies im Gegensatz zur Normalspur, bei welcher längere und doppelstöckige Züge möglich sind.

Zusätzliche Zentralbahnzüge im Bahnhof Luzern bedeuten aber eine noch höhere Auslastung der Meterspur-Zufahrt durch den Vorbahnhof in die Halle. Damit wird das Erreichen der Abstellanlagen (Gleisgruppen 400, 500 und 600) durch Züge der Normalspur – zumindest während des Tages – faktisch verunmöglicht.

Eine Entflechtung zwischen Normal- und Meterspur wird zwingend. Die konkrete Planung der Unterwerfung muss rasch in Angriff genommen werden, da sie um das Jahr 2024 zur Verfügung stehen muss. Das Dilemma besteht darin, dass zu jenem Zeitpunkt die neue doppelspurige Zufahrt ab dem Rotsee noch nicht in Betrieb ist. Die Unterwerfung muss damit sowohl für Perrongleise der Zentralbahn in der Halle, als auch für einen neuen Zentralbahnhof ausserhalb der Halle tauglich sein (siehe dazu auch das Kapitel Zentralbahn im Anhang des technischen Berichts).

8.7. Etappierung

In der Abbildung 8-12 ist die Topologie der Stossrichtung „Rotsee lang“ für den Horizont „morgen“ dargestellt. Sowohl aus Richtung Olten – Sursee (Wiggertal) wie auch aus Richtung Zug / Gotthard – Rotsee (Rontal) führt je eine autonome Doppelspur in die bestehende Halle des Bahnhofs Luzern. Das Gleisfeld des Bahnhofs Luzern ist wegen der Einführung der zweiten Doppelspur umgebaut (hier nicht dargestellt; siehe dazu Kapitel 8.2).

Die neue Zufahrt vom Rotsee in den Vorbahnhof besteht aus einer Doppelspur, welche nur am Rotsee (heutiges Ende der Doppelspur) und im Vorbahnhof an das bestehende Netz eingebunden sind. Aus diesem Grund muss die Zufahrt „Rotsee lang“ als Gesamtes gebaut werden. Eine Etappierung ist nicht möglich.

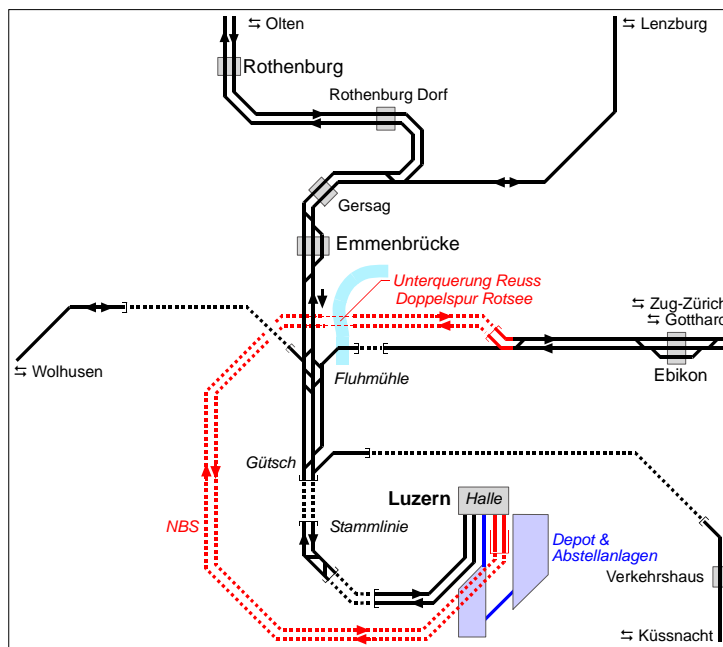


Abbildung 8-12: Topologie der Stossrichtung „Rotsee lang“ im Horizont 2020. Vom Wiggertal und vom Rotsee führen zwei voneinander unabhängige Doppelspuren in den heutigen Kopfbahnhof. Die beiden Achsen sind durch die Einspur am Rotsee sowie im Vorbahnhof miteinander verbunden.

8.8. Kostenschätzung

Die Kosten gelten für die Wahl der Stossrichtung als zentraler Parameter. Sie wurden deshalb auch mit entsprechendem Aufwand geschätzt.

Die Kostenschätzung berücksichtigt die zahlreichen Unsicherheiten, welche dem Projekt in dieser frühen Planungsphase noch anhaften. Trotz zum Teil recht weitgehenden Analysen einzelner Teilbereiche, sind noch viele Fragen offen.

Das zentrale Risiko der Stossrichtung „Rotsee lang“ ist der Umbau des Vorbahnhofs. Wie und mit welchen Provisorien der Umbau unter Betrieb erfolgen soll, ist noch offen. Fest steht, dass sehr hohe Kosten anfallen. Einen präzisen Lösungsansatz, wie der Umbau unter Betrieb erfolgen soll, gibt es noch nicht. Insgesamt müssen die Risiken beim Umbau des Vorbahnhofs Luzern als gross bis sehr gross eingeschätzt werden. Dies betrifft sowohl die Kosten wie auch den Zeitbedarf für den Umbau.

Die Kostenschätzungen beziehen sich auf den Oktober 2008. Die VGK sind mit 2% berücksichtigt. Die Mehrwertsteuer ist in diesen Kostenschätzungen nicht berücksichtigt.

8.8.1. Kosten

Die folgende Abbildung zeigt die Resultate der Kostenberechnungen nach dem Bandbreitenmodell. Die Genauigkeit liegt – wie bei der vorhandenen Planungstiefe üblich – bei plus/minus 30 Prozent.

Infrastruktur Normalspur <i>Preisbasis: Oktober 2008, Kosten ohne Mehrwertsteuer</i>		Projektlänge [km]	Kosten	
			unterer Wert [Mio. CHF]	oberer Wert [Mio. CHF]
Stossrichtung "Rotsee lang"	Normalspur	7.170	1'750	2'140
Flügelbahnhof für Zentralbahn	Meterspur	0.880	140	220
Tiefbahnhof für Zentralbahn		0.220	1'740	2'130

Abbildung 8-13: Kostenberechnung der einzelnen Teilbereiche der Stossrichtungen „Rotsee lang“. Ausgewiesen ist der Kostenunterschied zwischen einem Flügel- resp. einen Tiefbahnhof für die Zentralbahn.

Wie genau sind diese Kostenschätzungen? Sie basieren auf den Angaben der Fachdienste I-PM-LZ, dem „Zürcher Kosten-Tool“ und direkten Vergleichen mit den Kosten der DML Zürich. Dank dem breiten Spektrum der verwendeten Unterlagen und Daten, sind die Kostenschätzungen – trotz des frühen Planungsstandes – gut gesichert. Stark gewichtet sind insbesondere die Risiken, welche sich beim Umbau des Vorbahnhofs unter Betrieb ergeben.

8.9. Zeitbedarf für die Umsetzung

Die folgende Tabelle zeigen die Schätzungen für den Zeitbedarf für die Umsetzung Stossrichtung „Rotsee lang“.

Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Quartal	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.
Projektstudien	18 Monate													
Vorprojekt			15 Monate											
Bauprojekt				15 Monate										
Plangenehmigung					18 Monate									
Submission						12 Monate								
Ausführung								84 Monate (7 Jahre)						
Inbetriebnahme													12 Monate	
Fahrplanmässiger Betrieb														→→
Total Umsetzungszeit	156 Monate ~ 13 Jahre													→→

Abbildung 8-14: Zeitbedarf für die Umsetzung der Stossrichtung „Rotsee lang“. Grund für die sehr lange Ausführungsphase von sieben Jahren ist der etapierte Umbau des Vorbahnhofs.

Eine Abschätzung der Umsetzungszeit eines derart grossen und komplexen Bauwerks, wie es die Stossrichtung „Rotsee lang“ darstellt, ist mit grossen Unsicherheiten verbunden. Drei Faktoren spielen dabei eine besonders grosse Rolle:

- 1.) Es sind noch sehr wenige verbindliche Information und Unterlagen in Bezug auf die einzelnen Teilbereiche vorhanden.
- 2.) Grosse Unsicherheit bei der Komplexität der Bauarbeiten, insbesondere beim Umbau des Vorbahnhofs.
- 3.) Grosse Unsicherheit über den Beginn der Planungsarbeiten auf Grund der politischen Randbedingungen (Genehmigung durch das Parlament, Finanzierung etc.).

Der in der Abbildung 8-14 dargestellte Zeitbedarf von 13 Jahren beginnt nach dem definitiven Bauentscheid zu Gunsten der betreffenden Stossrichtung. Die Finanzierung ist geregelt. Die Zeitspanne bis zu diesem Entscheid – welche vom politischen Prozess abhängt und damit nicht kalkulierbar ist – wird nicht berücksichtigt, resp. muss hinzu gezählt werden.

Das Beispiel der Durchmesserlinie Zürich (DML) zeigt, dass bei einem optimalen Verlauf der Umsetzung, die angenommenen Zeiträume realistisch sind: Der Kantonsbeitrag von 580 Mio. Franken ist am 23. September 2001 von den StimmbürgerInnen bewilligt worden (82% Ja). 2013, also 12 Jahre später wird die erste Etappe in Betrieb gehen, zwei Jahre später auch die zweite Etappe. Die für die Umsetzung der DML benötigte Zeit entspricht recht genau den in der Tabelle 8-14 ausgewiesenen Zeiträumen.

Mit dem Fahrplan 2009 ist die Kapazität der Zufahrt Luzern weitgehend ausgeschöpft. Das bedeutet, dass im Raum Luzern selbst bei der angenommenen, sehr optimistischen Umsetzungszeit die nächste, bedeutende Angebotssteigerung frühestens 2020/2022, also in 12 bis 14 Jahren erfolgen kann.

9. Stossrichtung: „Rotsee kurz“

9.1. Grundstruktur

Die Stossrichtung „Rotsee kurz“ besteht aus dem rund drei Kilometer langen Dreilindentunnel, der aus dem Raum Ebikon auf direktem Weg zum Bahnhof Luzern führt. Der See wird zwischen dem Schweizerhofquai und dem Bahnhof unterquert. Der Tiefbahnhof selber liegt unter den Gleisen der Halle resp. unter der Zufahrtsrampe zum Parkhaus.

Analog zur Stossrichtung „Rotsee lang“ wird eine neue, autonome Zufahrt vom Rotsee in den Bahnhof Luzern geschaffen. Da sie von Ebikon direkt in den Bahnhof führt, ist sie deutlich kürzer (daher die Bezeichnung „Rotsee kurz“) und bringt für die Züge eine beträchtlichen Fahrzeitgewinn (siehe unten).

In einer ersten Etappe endet die Doppelspur in einem viergleisigen Kopfbahnhof. Die Einspur am Rotsee muss wegen dem in der Halle wendenden Gotthardzug in Betrieb bleiben. Die Strecke dient zudem als Verbindung zwischen dem Tiefbahnhof und den oberirdischen Anlagen der heutigen Bahnhofs (Abstellungen, Depot etc.).

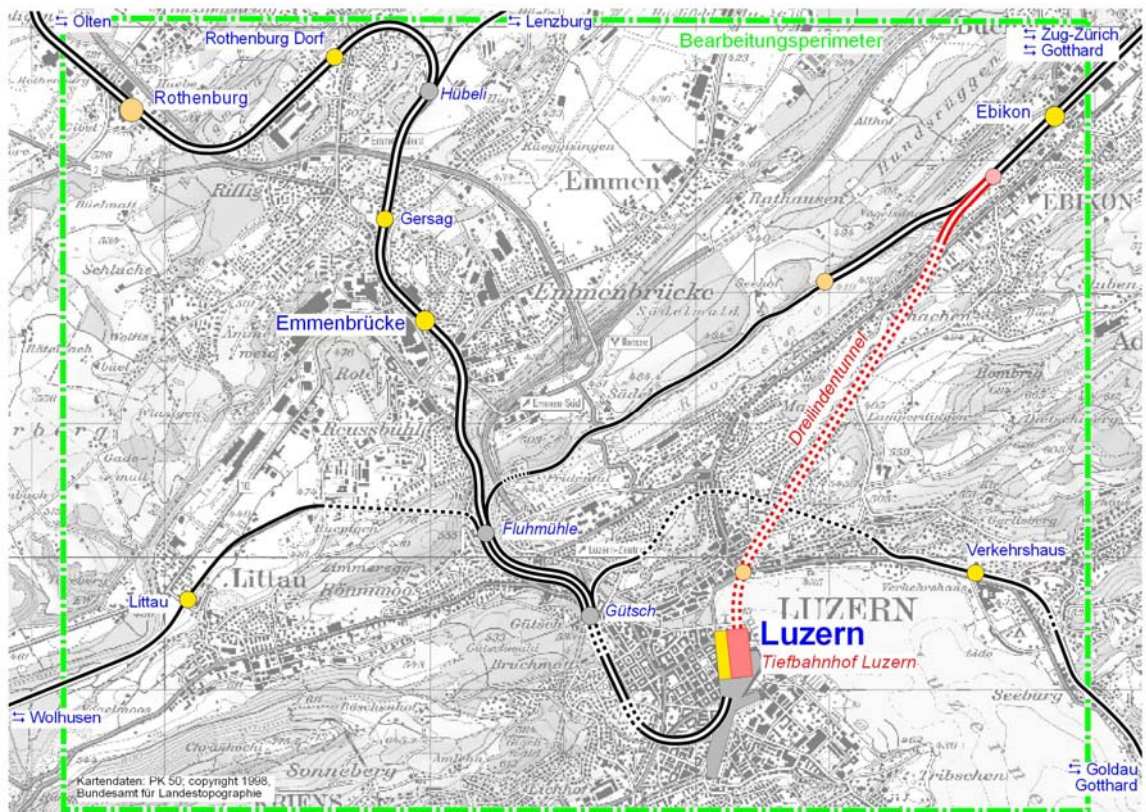
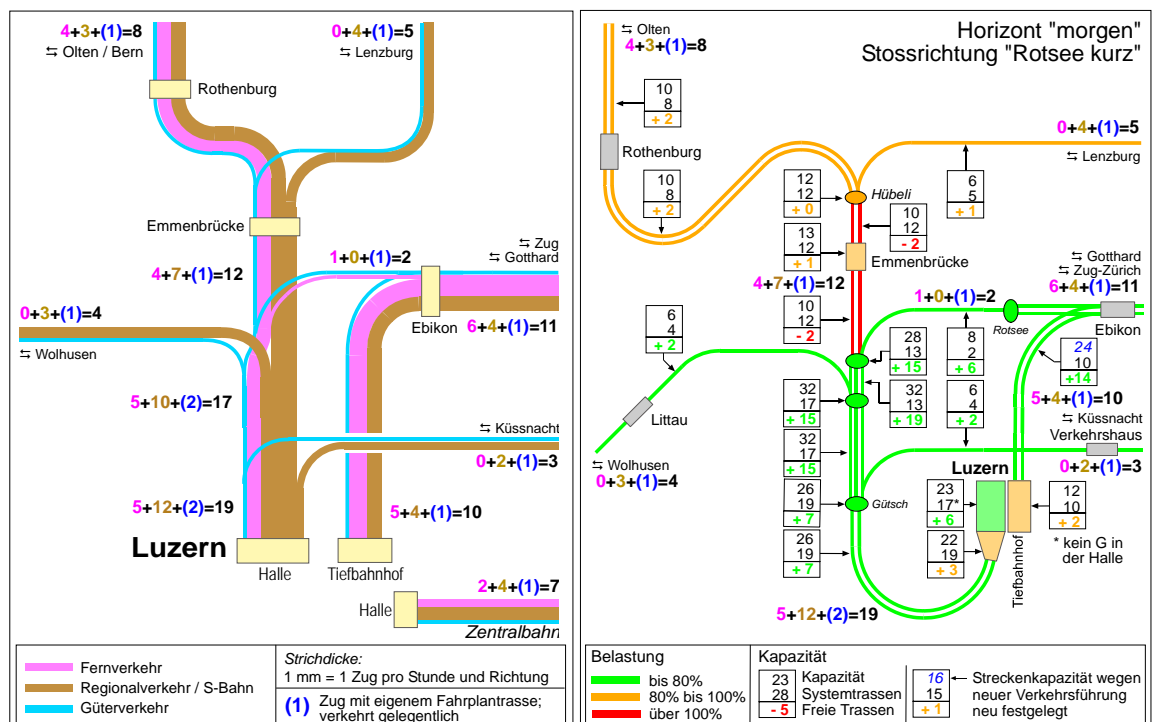


Abbildung 9-01: Übersicht über die erste Etappe der Stossrichtung „Rotsee kurz“ mit dem Dreilindentunnel zwischen Ebikon und dem Schweizerhofquai, der Seeunterquerung und dem in einer ersten Etappe als Kopfbahnhof ausgebildeten Tiefbahnhof.

Die Belastung der Zufahrt zum Bahnhof Luzern sinkt ab Fluhmühle unter den kritischen Wert von 80%. Überlastungen treten im Kernbereich keine mehr auf. Hingegen ist der Abschnitt zwischen Fluhmühle und Hübeli nach wie vor überlastet, während sich die Strecke zwischen Hübeli und Sursee im kritischen Bereich bewegt.



Mit dem Bau des unterirdischen Kopfbahnhofs werden im Horizont „morgen“ alle Kapazitätsprobleme im Kernbereich des Bahnhofs Luzern gelöst. Weiterhin vorhanden ist die kritische Belastung des Streckenabschnitts zwischen Fluhmühle und Sursee.

Die folgende Abbildung zeigt die Verkehrsströme sowie die Streckenbelastungen im Horizont „übermorgen“. Während im Horizont „morgen“ der Kernbereich des Schienennetzes im Raum Luzern genügend Kapazität aufweist, erreichen diese Bereich im Horizont „übermorgen“ bereits wieder eine kritische Belastung. Die Zufahrt von Gütsch, der Vorbahnhof und die Halle müssen mehr Züge bewältigen als heute. Im Vorbahnhof steigt die Belastung mit 24 Zügen über den rechnerisch ausgewiesenen Wert von 22 Zügen pro Stunde und Richtung (Auslastung 109%).

Horizont "übermorgen"

Stossrichtung "Rotsee kurz"

Legende:

- Fernverkehr (rosa Linie)
- Regionalverkehr / S-Bahn (gelbe Linie)
- Güterverkehr (blaue Linie)

Strichdicke:
1 mm = 1 Zug pro Stunde und Richtung

(1) Zug mit eigenem Fahrplantrasse; verkehrt gelegentlich

Belastung:

- Grüne Linie: bis 80%
- Gelbe Linie: 80% bis 100%
- Rote Linie: über 100%

Kapazität:

23 Kapazität	← Streckenkapazität wegen neuer Verkehrsführung neu festgelegt
28 Systemtrassen	
-5 Freie Trassen	

Streckenkapazität: 16 (mit +1)

Die Tabelle 9-04 wird die Belastung der einzelnen Streckenabschnitte in den Horizonten „morgen“ und „übermorgen“ einander gegenüber gestellt: Die Überlastung im Bereich Fluhmühle – Emmenbrücke – Hübeli steigt von zwei Zügen pro Stunde und Richtung im Horizont „morgen“ auf vier Züge im Horizont „übermorgen“. Massnahmen zur Steigerung der Kapazität sind in diesem Bereich unerlässlich.

Die Überlastung im Vorbahnhof Luzern ist mit zwei Zügen pro Stunde und Richtung an sich eher bescheiden. Der Wert von 24 Zügen pro Stunde und Richtung liegt jedoch über dem ermittelten Maximalwert von 22 Zügen pro Stunde (siehe dazu Kapitel 2.2).

Stossrichtung "Rotsee kurz"	Anzahl Züge pro Tag, beide Richtungen			Auslastung in Prozent	Anzahl Züge pro Tag, beide Richtungen			Auslastung in Prozent
	Kap.	Anzahl Züge	Reserve		Kap.	Anzahl Züge	Reserve	
Streckenabschnitt								
	Horizont "morgen"				Horizont "übermorgen"			
Emmenbrücke - Hübeli	10	12	-2	120%	10	14	-4	140%
Emmenbrücke - Fluhmühle	10	12	-2	120%	10	14	-4	140%
Verzweigung Hübeli	12	12	0	100%	12	14	-2	117%
Vorbahnhof Luzern	22	19	3	86%	22	24	-2	109%
Bahnhof Emmenbrücke	13	12	1	92%	13	14	-1	108%
Hübeli - Rothenburg	10	8	2	80%	10	10	0	100%
Rothenburg - Sempach	10	8	2	80%	10	10	0	100%
Tiefbahnhof (Kopfbahnhof)	12	10	2	83%	12	12	0	100%
Bahnhof Luzern (Halle)	23	17	6	74%	23	22	1	96%
Hübeli - Hochdorf	6	5	1	83%	6	5	1	83%
Fluhmühle - Wolhusen	6	4	2	67%	6	5	1	83%
Gütsch - Küssnacht	6	4	2	67%	6	5	1	83%
Legende:	Streckenabschnitt überlastet (Auslastung über 100%)							
	Streckenabschnitt kritisch (Auslastung über 80% bis 100%)							
	Streckenabschnitt mit Reserven (Auslastung unter 80%)							

Abbildung 9-04: Tabellarischer Vergleich der Belastung der einzelnen Streckenabschnitte, Knoten und Bahnhöfe in den Horizonten „morgen“ und „übermorgen“ (Tabelle geordnet nach der Auslastung im Horizont „morgen“).

9.2. Einfahrt Halle; Vorbahnhof

Wie den Abbildungen 9-02 bis 9-04 zu entnehmen ist, erreicht der Vorbahnhof im Horizont „morgen“ bereits wieder eine sehr hohe Auslastung von 86%. Im Horizont „übermorgen“ ist der Vorbahnhof sogar wieder zu 109% ausgelastet. Die gesamte, mit dem Tiefbahnhof geschaffene Kapazität ist damit konsumiert, resp. überkonsumiert.

9.3. Zahl der Perronkanten

Für die Berechnung der Zahl der notwendigen Perronkanten bei der Stossrichtung „Rotsee kurz“ gelten die gleichen Voraussetzungen wie bei der Stossrichtung „Rotsee lang“. Siehe dazu Kapitel 8.3. Für den Ist-Zustand wurde eine mittlere Standzeit der Züge von 21.5 Minuten ermittelt. Es wird angenommen, dass diese lange Standzeit in der Halle – aus fahrplantechnischen und betrieblichen Gründen – auch in Zukunft notwendig sein wird. Im Tiefbahnhof (Kopfbahnhof) wird – wegen fehlender Rangierfahrten – von einer Standzeit von 20 Minuten ausgegangen.

In der folgenden Abbildung wird ermittelt, welche Anzahl Perronkanten bei der Stossrichtung „Rotsee kurz“ in den Horizonten „morgen“ und „übermorgen“ in der Halle, sowie im Tiefbahnhof (Kopfbahnhof) sind.

Ausgangslage: Fahrplan 2009	Fahrplan 2009			
Anzahl Züge pro Stunde,	19	[Züge/Std.]		
Anzahl Perronkanten Fahrplan 2009	10	[Kanten]		
Totale Belegungszeit pro Stunde inkl. Ein- und Ausfahrt sowie 1 Min Reserve	409	[Min.]		
Nutzbare Kantenzzeit pro Gleis pro Stunde (10 Min. Reserven für Rangierfahrten etc.)	50	[Min./Std.]		
Nutzbare Kantenzzeit gesamte Halle Normalspur (10 Gleise)	500	[Min./Std.]		
Reserve Standzeiten in der Halle, Fahrplan 2009	91	[Min./Std.]		
Mittlere Belegungszeit	21.5	[Min./Zug]		
Kapazität Halle	23.23	[Züge/Std.]		
Kapazität Halle (abgerundet)	23	[Züge/Std.]		
Halle	Horizont "morgen"		Horizont "übermorgen"	
Anzahl Züge pro Stunde,	17	[Züge/Std.]	22	[Züge/Std.]
Mittlere Belegungszeit	21.5	[Min./Zug]	21.5	[Min./Zug]
Totale Belegungszeit pro Stunde inkl. Ein- und Ausfahrt sowie 1 Min Reserve	366	[Min.]	474	[Min.]
Nutzbare Kantenzzeit pro Gleis pro Stunde (10 Min. Reserven für Rangierfahrten etc.)	50	[Min./Std.]	50	[Min./Std.]
Bedarf Hallengleise Normalspur	7.32	[Kanten]	9.47	[Kanten]
Bedarf Hallengleise aufrundet	8	[Kanten]	10	[Kanten]
Tiefbahnhof (Kopfbahnhof)	Horizont "morgen"		Horizont "übermorgen"	
Anzahl Züge pro Stunde,	10	[Züge/Std.]	12	[Züge/Std.]
Mittlere Belegungszeit	20.0	[Min./Zug]	20.0	[Min./Zug]
Totale Belegungszeit pro Stunde inkl. Ein- und Ausfahrt sowie 1 Min Reserve	200	[Min.]	240	[Min.]
Nutzbare Kantenzzeit pro Gleis pro Stunde	60	[Min./Std.]	60	[Min./Std.]
Bedarf Hallengleise Normalspur	3.33	[Kanten]	4.00	[Kanten]
Bedarf Hallengleise aufrundet	4	[Kanten]	4	[Kanten]

Abbildung 9-05: Zahl der notwendigen Perronkanten in den Horizonten „morgen“ und „übermorgen“ in der Halle, sowie im Tiefbahnhof. Es wird angenommen, die heutige, durchschnittliche Standzeit der Züge von 21.5 Minuten wird in der Halle auch in Zukunft notwendig sein. Für den Tiefbahnhof (Kopfbahnhof) hingegen wird eine *mittlere Standzeit von 20 Minuten* zu Grund gelegt.

In der Halle werden nach der Inbetriebnahme des Tiefbahnhofs im Horizont „morgen“ noch acht, im Horizont „übermorgen“ wieder zehn Perronkanten benötigt. Diese 10 Perronkanten entsprechen der heute der Normalspur zur Verfügung stehenden Anzahl. Die Zentralbahn kann also auch in den Horizonten „morgen“ und „übermorgen“ in der Halle bleiben.

Unter der Annahme, dass nach wie vor zwei Kopfbahnhöfe in Betrieb sind, genügen auch im Horizont „übermorgen“ die 10 Hallengleise und die 4 Gleise im Tiefbahnhof.

9.4. Dimensionierung der Publikumsanlagen

Eine zentrale Frage ist die Dimensionierung des Tiefbahnhofs. Gegeben ist eine vierspurige Anlage mit einer Perronlänge von 420 Metern (zwei Zwischenperrons) (siehe Abbildung 9-05). Zu untersuchen ist, die Perronbreite, sowie die Zahl der Aufgänge vom Perron- zum Fussgängergergess.

Offen ist, ob für die *Dimensionierung* der genannten Parameter der *Kopfbahnhof*, oder eine allfällige Erweiterung zum *Durchgangsbahnhof* massgebend ist. Die folgenden Berechnungen werden darum sowohl für einen Kopfbahnhof, wie auch für einen Tiefbahnhof ausgeführt. Die folgende Abbildung zeigt die beiden Topologien, welche den Berechnungen zu Grunde gelegt sind.

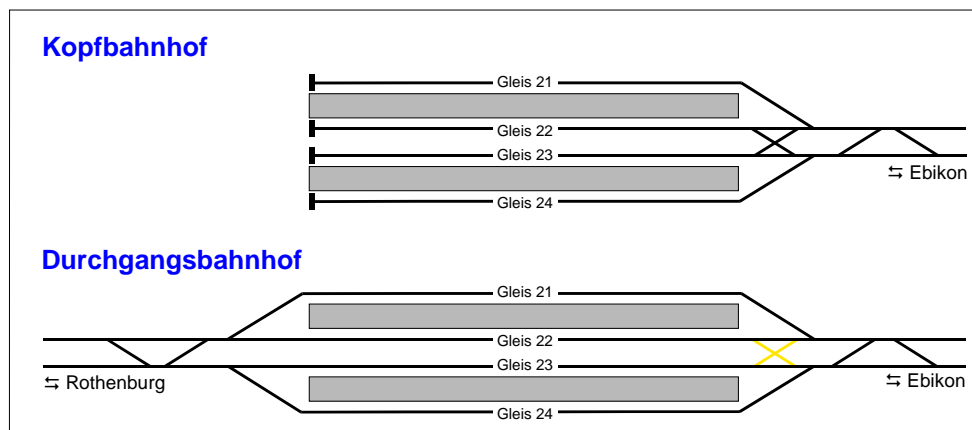


Abbildung 9-06: Topologie des Tiefbahnhofs als Kopfbahnhof, sowie als Durchgangsbahnhof (spätere Etappen).

9.4.1. Berechnung der Zahl der Personen auf dem Perron

Die notwendige Perronbreite errechnet sich aus der grössten, zu erwartenden Zahl von Fahrgästen auf dem kritischen Abschnitt des Perrons. Die grösste Belastung tritt dann auf, wenn zwei vollbesetzte Züge in der kürzesten Zugfolgezeit am gleichen Perron eintreffen. Diese Situation ist in der Abbildung 9-07 für den Kopfbahnhof und den Durchgangsbahnhof dargestellt:

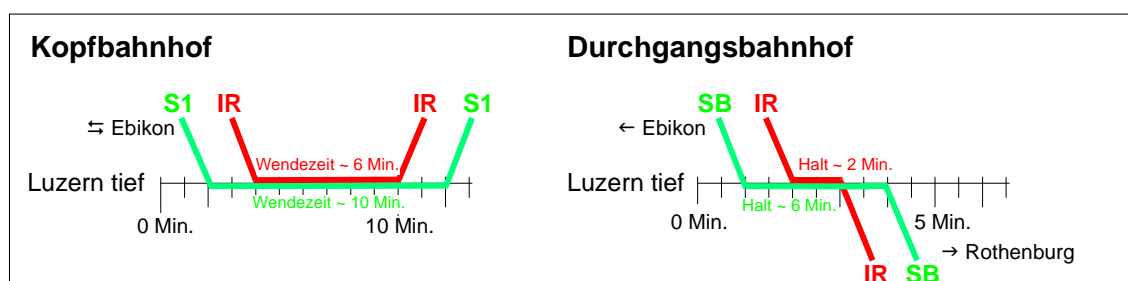


Abbildung 9-07: Fahrplan, welcher den Berechnungen der Perronbreiten zu Grund gelegt ist: Zwei voll besetzte Züge treffen innerhalb von zwei Minuten (kürzeste Zugfolgezeit) am gleichen Perron ein.

Die beiden Züge sind eine S-Bahn und ein unmittelbar folgender IR Zürich – Luzern. Um die unterschiedlichen Zugslängen zu kompensieren werden alle Werte für eine *Perronlänge von 100 Metern* gerechnet. Die Züge sind ein doppelstöckiger IC 2000, sowie ein dreiteiliger „Flirt“.

Für die Berechnung der Perronbreite gelten die folgenden Randbedingungen und Kennwerte:

- IR: IC 2000 (Doppelstockzug), 5 A + 8 B + 1 Bt + ~ 10% Stehplätze: ~ 1700 Fahrgäste (FG); Zugslänge (ohne Lok) 375 m; Fahrgäste auf 100 Meter Zugs- resp. Perronlänge ~ 460 Fahrgäste.
- S-Bahn: Flirt, Dreifach-Komposition; 540 Sitzplätze + 890 Stehplätze ~ 1430 Fahrgäste; Zugslänge 222 m; Fahrgäste auf 100 Meter Zugs- resp. Perronlänge ~ 640 Fahrgäste.
- Türleistung IC 2000 pro 100 Meter ~ 9.0 FG/sec.
- Türleistung Flirt pro 100 Meter ~ 9.6 FG/sec
- Zugfolgezeit ~ 2 Minuten
- Minimale Wendezeit ~ 6 Minuten
- Mittlere Förderleistung einer Treppe oder Rolltreppe bei 2 m Breite ~ 2 FG pro Sec. Total 10 Treppen resp. Rolltreppen pro Perron, oder 2.5 Treppen/Rolltreppen auf eine Perronlänge von 100 Metern. Förderleistung der Perronaufgänge auf 100 m Perron ~ 5 FG pro sec. und Richtung.
- Notwendige Perronfläche pro Fahrgast ~ 1 m²

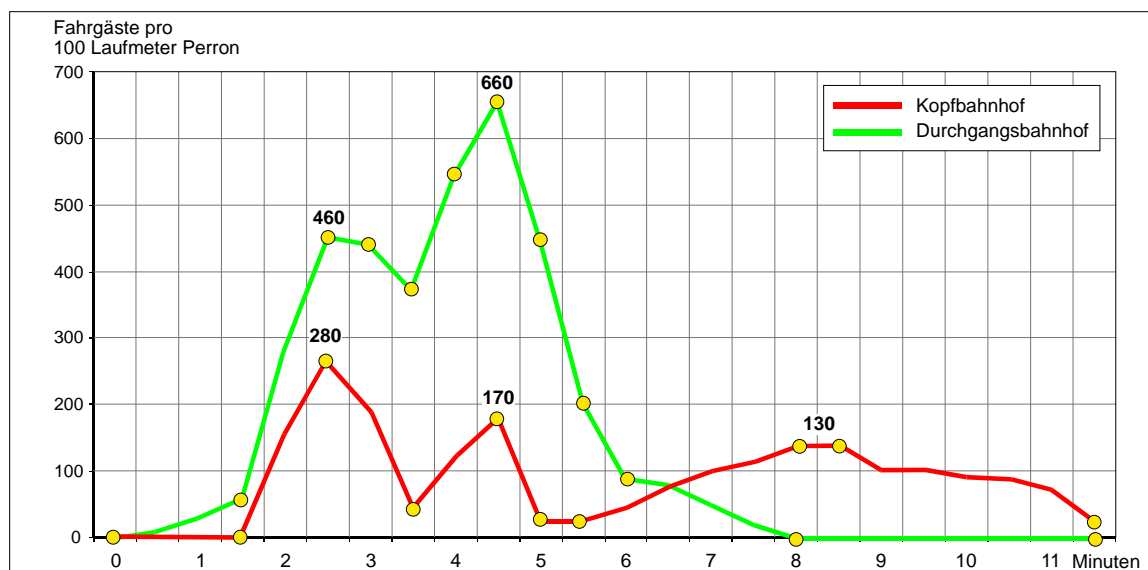
Diese Kennwerte dienen als Grundlage für die Berechnung der Anzahl Personen auf dem am stärksten belasteten 100 Meter langen Abschnitt eines Perrons. Basis bildet der auf der linken Seite der Abbildung 9-07 dargestellte Fahrplan. Die folgende Tabelle gibt Einblick in die Berechnung.

		Min 0	Min 0.0 - 0.5	Min 0.5 - 1.0	Min 1	Min 1.0 - 1.5	Min 1.5 - 2.0	Min 2	Min 2.0 - 2.5	Min 2.5 - 3.0	Min 3	Min 3.0 - 3.5	Min 3.5 - 4.0	Min 4	Min 4.0 - 4.5	Min 4.5 - 5.0	Min 5.0 - 5.5	Min 5.5 - 6.0	Min 6.0 - 6.5	Min 6.5 - 7.0	Min 7	Min 7.0 - 7.5	Min 7.5 - 8.0	Min 8	Min 8.0 - 8.5	Min 8.5 - 9.0	Min 9	Min 9.0 - 9.5	Min 9.5 - 10.0	Min 10	Min 10.0 - 10.5	Min 10.5 - 11.0	Min 11	Min 11.0 - 11.5	Min 11.5 - 12.0		
Ankunft RV	Aussteiger S1							Ankunft RV	290	290	60	0	0																								
	Förderleistung Treppen								-150	-150	-150	-150	-40																								
	Fahrgäste auf Perron								140	280	190	40																									
	Einsteigende Personen																																				
	Total FG auf Perron		0	0	0	0	0		140	280	190	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ankunft FV	Aussteiger IR												Ankunft FV	270	190	0	0																				
	Förderleistung Treppen													-150	-150	-150	-10																				
	Fahrgäste auf Perron													120	160	10																					
	Einsteigende Personen																																				
	Total FG auf Perron		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	160	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abfahrt FV	Förderleistung Treppen														150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
	Ankunft FG Perron														10	20	30	40	60	70	70	70	70	70	60	20	10										
	Wartende Personen														10	20	30	40	60	70	70	70	70	60	20	10											
	Einsteigende Personen														-10	-20	-30	-40	-60	-70	-70	-70	-70	-70	-60	-20	-10		Abfahrt FV	0	0	0	0	0	0		
	Total FG auf Perron		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	20	30	40	60	70	70	70	70	70	60	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Abfahrt RV	Förderleistung Treppen																150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
	Ankunft FG Perron																10	20	30	40	60	70	70	70	60	20	10										
	Angekommene Personen																10	20	30	40	60	70	70	70	60	20	10										
	Einsteigende Personen																-10	-20	-30	-40	-60	-70	-70	-70	-60	-20	-10										
	Total FG auf Perron		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	20	30	40	60	70	70	70	60	20	10	90	90	80	50	20			Abfahrt RV	
Anzahl Fahrgäste auf dem Perron			0	0	0	0	0	140	280	190	40	120	170	30	30	50	80	100	100	110	130	130	130	100	100	100	90	80	50	20							
Anzahl Fahrgäste Perronseite IR			0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	170	30	30	40	60	70	70	70	70	70	60	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Anzahl Fahrgäste Perronseite S1			0	0	0	0	0	140	280	190	40	0	0	0	0	10	20	30	40	60	70	70	70	60	20	10	80	90	90	80	50	20	20				

Abbildung 9-08: Berechnung der Anzahl Personen pro 100 Meter Perronlänge bei einem Kopfbahnhof. Der massgebende, maximale Wert beträgt 500 Personen pro 100 Meter Perron.

[illegible]

Aus den beiden Berechnungen für einen Kopf- und einen Durchgangsbahnhof lassen sich die beiden in der folgenden Abbildung dargestellten Belastungskurven herleiten.



81 von 127

Die Abbildung 9-08 bis 9-10 zeigen, dass die kritische Belastung mit 660 Fahrgästen auf den massgebenden 100 Laufmetern Perron beim *Durchgangsbahnhof* auftritt. Beim Kopfbahnhof liegt die Maximalbelastung mit 280 Personen pro 100 Meter Perron deutlich tiefer.

9.4.2. Berechnung der Perronbreite

Die Fahrgäste verteilen sich nicht gleichmässig über die gesamte, zu Verfügung stehende Perronfläche. Zur massgebenden Minute ergibt sich die folgende Verteilung der 660 Personen:

- 160 FG sind im Begriff den IR zu verlassen und bewegen sich Richtung Rolltreppen.
 - 430 FG warten auf dem Perron den Einstieg in den IR.
 - 70 FG kommen von den Treppen/Rolltreppen und steigen in die am Perron wartende S1 ein
-
- Total: 660 Fahrgäste

Tendenziell befinden sich die Fahrgäste auf derjenigen Perronseite, auf welcher der Zug steht, den sie verlassen, resp. in den sie einsteigen wollen. Das heisst, dass sich auf der Perronseite des IR 590 FG aufhalten, und 70 FG auf derjenigen der S1. Die grosse Belegung der Seite des IR bewirkt, dass ein Teil der FG des IR sich auf die Seite der S1 begeben, resp. sich dort bewegen. In der Praxis kann dieses Verhalten tatsächlich beobachtet werden.

Wie hoch dieser Anteil ist, lässt sich nur schätzen. Zu berücksichtigen ist, dass zwischen den einzelnen Treppen nur relativ enge Durchgänge vorhanden sind, welche zudem von den Fahrgästen, welche die Treppen benützen, besetzt sind. Für die folgenden Berechnungen wird ein Anteil von Fahrgästen, welche die Perronseite wechseln, mit 20% angenommen. Damit ergibt sich das folgende Bild:

Perronseite IR 590 FG – 118 FG = 472 FG pro 100 Laufmeter Perron
Perronseite S1 70 FG + 118 FG = 188 FG pro 100 Laufmeter Perron

Massgebend ist nach demnach die Perronseite des IR. Da eine Person einen Quadratmeter Fläche beansprucht müssen auf beiden Seiten der Treppenanlagen rund 4.70 Meter Perron vorhanden sein. Damit lässt sich die effektive Perronbreite berechnen:

Breite der Treppenanlagen (2 Treppen à 2 m + Stütze)	4.50 m
Perronbreite beidseits der Treppenanlagen	2 x 4.70 m = 9.40 m
Sicherheitsstreifen	2 X 0.50 m = 1.00 m

Total Perronbreite:	14.90 m
=====	

Perronbreite bei der ersten Etappe (Kopfbahnhof)

Die analogen Überlegungen führen bei der ersten Etappe, dem Kopfbahnhof zu folgender Perronbreite:

Breite der Treppenanlagen	4.50 m
Perronbreite beidseits der Treppenanlagen	$2 \times 2.80 \text{ m} = 5.60 \text{ m}$
Sicherheitsstreifen	$2 \times 0.50 \text{ m} = 1.00 \text{ m}$

Total Perronbreite:	11.10 m
=====	

Die notwendige Perronbreite ist damit im Falle des Kopfbahnhofs um 3.80 Meter kleiner, als bei einem Durchgangsbahnhof.

9.4.3. Breite des Tiefbahnhofs

Im Rahmen des Neubaus des Bahnhofs Luzern wurden Pfähle abgeteuft, welche den späteren Bau eines Tiefbahnhofs erleichtern sollten. Die damalige Planung sah Perronbreiten von 10 Metern vor. Wie die oben angeführten Überlegungen belegen, genügt diese Breite für den Betrieb als Durchgangsbahnhof nicht.

Die Abbildung folgende Abbildung zeigt oben den Schnitt des 2002 geplanten Tiefbahnhofs mit 10 Metern Perronbreite. Der Stützenraster ist so gewählt, dass die Lasten des Neubaus des Bahnhofs übernommen und abgeleitet werden können. Die Breite des Tiefbahnhofs beträgt 36.40 Meter.

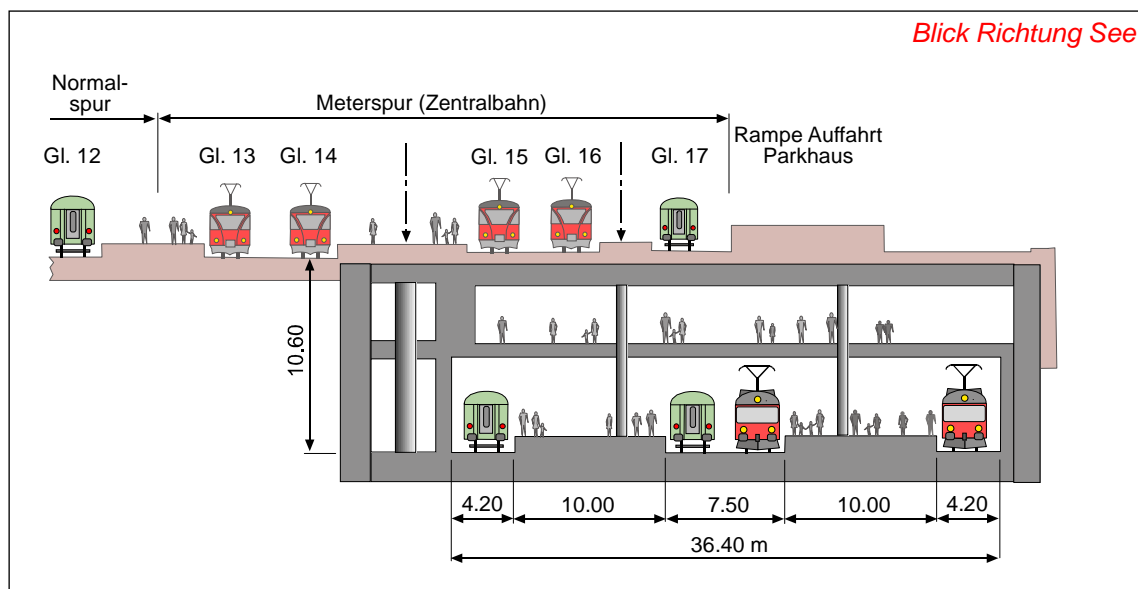
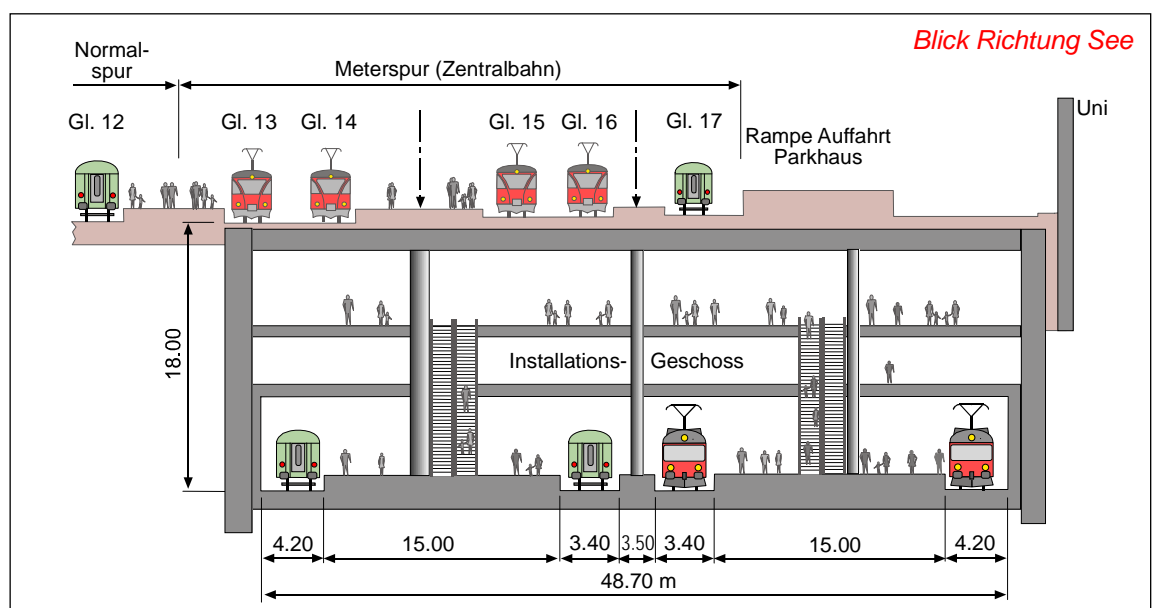


Abbildung 9-11: Schnitt durch den Tiefbahnhof gemäss dem Projekt 2002 mit einer Perronbreite von 10 Metern und ohne Installationsgeschoss.

Der Schnitt weist auch ein Installationsgeschoss zwischen der Perron- und der Fussgängerebene auf. Die beiden Tiefbahnhöfe in Zürich – Museumstrasse und Löwenstrasse – haben gezeigt, dass ein solches Installationsgeschoss unumgänglich ist.



Eine bergmännische Bauweise hätte aber den nicht zu unterschätzenden Vorteil von weniger Eingriffen im stark touristisch geprägten Umfeld des Bahnhofs Luzern.

9.4.4. Grundsätzliches zur Frage der Perronbreite

Die Perronbreite ist ein entscheidender Aspekt in Bezug auf Leistungsfähigkeit und Sicherheit. Gerade bei unterirdischen Bahnhöfen bedeutet ein Gedränge auf dem Perron bei einfahrenden Zügen eine erhebliche Gefahr für die Fahrgäste. Die maximale und damit massgebende Belastung der Perrons ist beim Tiefbahnhof Luzern die gleiche, wie beim Bahnhof Löwenstrasse, der ebenfalls 14 Meter breite Perrons erhält. Die errechnete Perronbreite dürfte damit stimmen.

Trotz der genauen Berechnung der Perronbreiten bleiben offene Fragen: So ist unklar, wie viele Fahrgäste nach dem Aussteigen auf dem Perron bleiben, um auf einen nachfolgende Zug zu warten. Dies dürfte insbesondere bei dicht hintereinander folgenden Zügen der Fall sein. Je nach der Anzahl dieser Personen kann die Zusatzbelastung des Perrons beträchtlich sein.

Gemäss neusten Erkenntnissen werden die Personenflüsse zunehmend zu limitierenden Grössen. Darum ist beim Neubau von Bahnanlagen auf grosszügige Flächen und einfache Personenführung zu achten. Damit können Betriebsbehinderungen und Leistungseinschränkungen verhindert werden. Das Sicherheitsgefühl der Fahrgäste steigt.

Die Option einer Tieferlegung des Tiefbahnhofs muss im Rahmen der zukünftigen Planung weiter verfolgt werden. Dabei ist die Akzeptanz der Bevölkerung nicht ausser Acht zu lassen. Interessant dürfte aber vor allem die Aussicht sein, den Tiefbahnhof ohne offene Baustellen im See und möglicherweise kostengünstiger zu erstellen.

9.5. Abstellanlagen

Bei „Rotsee kurz“ fahren neun Züge pro Stunde und Richtung in den Tiefbahnhof. Der Tiefbahnhof ist ab dem Horizont „morgen“ nur noch durch die Einspur entlang dem Rotsee mit den Gleisanlagen des Bahnhofs Luzern verbunden. Um lange Überfahren zu vermeiden, soll für die Nachtabstellung des IR Zürich, der S1 und des Voralpenexpress' im Raum Luzern – Zug eine neue Abstellanlage gebaut werden.

Überlegungen zeigen, dass der Tiefbahnhof während der Nacht nur eine beschränkte Anzahl Kompositionen aufnehmen kann (Stand Dezember 2008):

Total im Raum Luzern – Zug abzustellende Züge	10 Kompositionen
Abstellung im Tiefbahnhof	6 Kompositionen

Abstellungen ausserhalb des Tiefbahnhofs	4 Kompositionen

Für vier Kompositionen muss ausserhalb des Tiefbahnhofs eine Abstellmöglichkeit gesucht werden. Es wird Aufgabe der nachfolgenden Arbeiten am Rahmenplan Luzern sein, entsprechende Abstellmöglichkeiten zu suchen, resp. Vorschläge zu erarbeiten (siehe Kapitel 12).

An den Abstellanlagen im Bahnhof Luzern ändert sich nichts. Sie werden durch die 10 im Raum Rontal – Zug abgestellten Kompositionen entlastet, was angesichts der knapp werdenden Abstellgleise erwünscht ist.

9.6. Zentralbahn

Bei der Stossrichtung „Rotsee kurz“ benötigen die Züge der Normalspur im Horizont „morgen“ acht und im Horizont „übermorgen“ zehn Hallengleise. Die letzte Zahl entspricht der heutigen Zahl von Hallengleisen der Normalspur. Damit ergeben sich für die Zentralbahn betreffend die Nutzung der Hallengleise keine Einschränkungen

9.7. Etappierung

Bei der Stossrichtung „Rotsee kurz“ führen bei zwei autonome Doppelspuren in den Bahnhof Luzern: Auf der Stammstrecke in die Halle, auf der NBS von Ebikon auf direktem Weg in den neuen Tiefbahnhof.

Da die beiden Systeme in Luzern nicht miteinander verbunden sind, muss der Gotthard-Zug – der als einziger fahrplanmässig beide Zufahrten zum Bahnhof benutzt – via Rotsee in die Halle fahren. Die bestehende Strecke entlang dem Rotsee wird zudem von Überfahrten vom Rontal von/nach den Werkstätten im Bahnhof Luzern benützt.

Die Stossrichtung „Rotsee kurz“ stellt ein in sich geschlossenes System dar, das *nicht etappiert* werden kann.

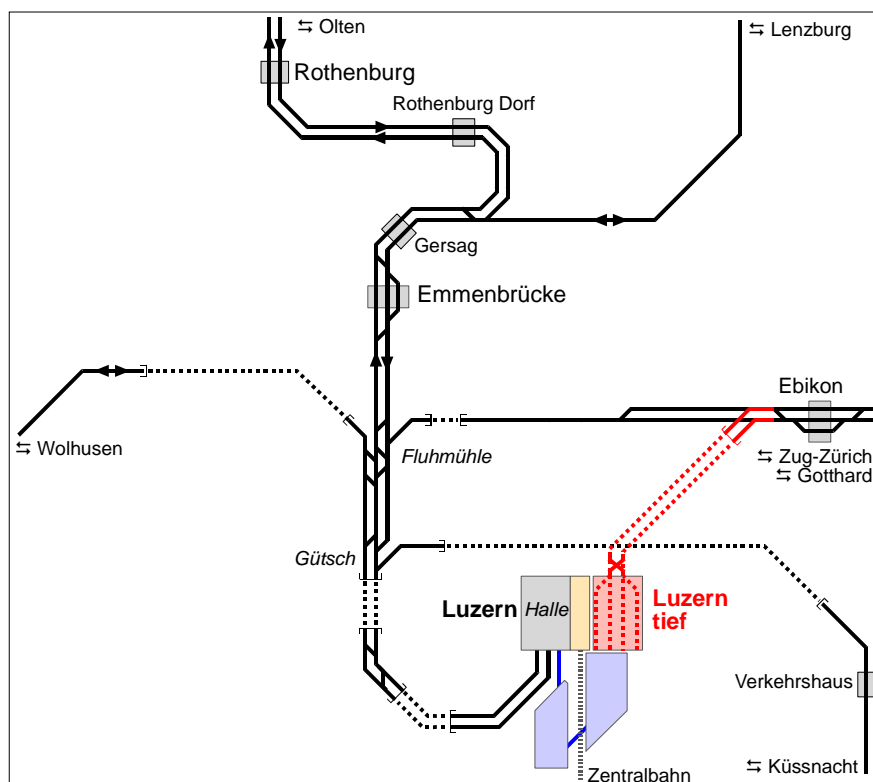


Abbildung 9-13: Topologie der Stossrichtung „Rotsee kurz“ im Horizont 2020. Die beiden Bahnhöfe (Halle und Tiefbahnhof) besitzen je eine autonome, doppelspurige Zufahrt. Die Verbindung zwischen den beiden Systemen wird durch die Einspur am Rotsee sichergestellt. Eine Etappierung ist nicht möglich.

9.8. Fahrzeiteinsparungen

Die direkte Zufahrt von Ebikon in den Tiefbahnhof Luzern bringt eine Fahrzeiteinsparung von rund vier Minuten. Der grösste Teil dieser vier Minuten ergibt sich aus der Reduktion des Weges (ab Ebikon) von heute rund 8.7 Kilometern auf 4.7 Kilometer (minus 4.0 Kilometer, resp. minus 46%). Ein kleinerer Anteil ist die Folge der höheren Geschwindigkeit von 140 km/h.

Profitieren von dieser Fahrzeitreduktion können alle Züge aus Richtung Rotkreuz, also die vier IR von/nach Zug – Zürich, sowie die S1 von/nach Zug – Baar. Keinen Fahrzeitgewinn ergibt sich für den Gotthardzug, da dieser in die Halle fährt und dazu die Strecke via Rotsee benutzt.

Offen ist, ob sich mit dem Tiefbahnhof die Umsteigezeit von Luzern von heute 5 Minuten auf 6 oder 7 Minuten verlängert.

9.9. Kostenschätzung

Grosse Risiken bei „Rotsee kurz“ bergen die Seequerung, der Tiefbahnhof und die umfangreichen Installationen, welche sich im Untergrund des Bahnhofgebäudes befinden und gequert werden müssen. Für diese Probleme sind Lösungen bekannt.

Die Kostenschätzungen beziehen sich auf den Oktober 2008. Die VGK sind mit 2% berücksichtigt. Die Mehrwertsteuer ist in diesen Kostenschätzungen nicht berücksichtigt.

Das Resultat der Berechnungen ist in der folgenden Tabelle dargestellt (Bandbreitenmodell).

	<i>Projekt- länge</i> [km]	Kosten	
		unterer Wert	oberer Wert
		[Mio. Fr.]	[Mio. Fr.]
Gesamttotal Kosten Normalspur Stossrichtung „Rotsee kurz“	3.790	1'450	1'780

Abbildung 9-14: Kostenschätzung für die Stossrichtung „Rotsee kurz“ (entspricht dem ersten Umsetzungsschritt; siehe Kapitel 11).

9.10. Zeitbedarf für die Umsetzung

Die folgenden Tabellen zeigen die Schätzungen für den Zeitbedarf für die Umsetzung ersten Etappen der Stossrichtung „Rotsee kurz“. [Für die Schätzung des Zeitbedarfs für die Umsetzung der Stossrichtung „Rotsee kurz“ gelten die gleichen Randbedingungen wie sie im Kapitel 8.9 für die Stossrichtung „Rotsee“ lang aufgelistet wurden.]

Abbildung 9-15 : Zeitbedarf für die Umsetzung der Stossrichtung „Rotsee kurz“.

88 von 127

10. Stossrichtungsentscheid

10.1. Zehn Kriterien für den Stossrichtungsentscheid

In den vorhergehenden beiden Kapiteln sind die Grundlagen für den Entscheid zu Gunsten von einer der beiden Stossrichtungen – „Rotsee lang“ oder „Rotsee kurz“ – aufgearbeitet worden. Der Entscheid, welche der beiden Stossrichtungen weiter verfolgt werden wird, stützt sich auf 10 Kriterien, welche sich aus den vorhergehenden Kapitel herleiten.

Im Folgenden werden die 10 Kriterien des Stossrichtungsentscheids kurz erläutert und beurteilt.

10.1.1. Angebot

Das Angebot (Mengengerüst) der Horizonte „morgen“ und „übermorgen“ kann bei beiden Stossrichtungen gefahren werden. Allerdings ergeben sich bei beiden Stossrichtungen Vorbehalte, indem auf dem Abschnitt Fluhmühle – Emmenbrücke – Hübeli bereits im Horizont „morgen“ Überlastungen auftreten. Bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ reduziert sich die Fahrzeit bei den Zügen von/nach Zürich, sowie bei der S1 (Baar) um je vier Minuten.

Beurteilung: Das Angebot kann bei beiden Stossrichtungen gefahren werden. „Rotsee kurz“ weist aber bei der Fahrzeit Vorteile auf.

10.1.2. Struktur der Bahnanlagen

Als Folge der historischen Entwicklung weist das Schienennetz des Raums Luzern eine sehr komplexe Struktur auf. Die verschiedenen Umwegfahrten führen zu Fahrzeitverlusten für die Fahrgäste und zu höheren Betriebskosten. Transitreisende müssen den Streckenabschnitt Luzern Gütsch resp. Fluhmühle zweimal zurücklegen, insgesamt ist ein rationeller Betrieb auf der sehr komplexen Anlagen nicht möglich.

Die Stossrichtung „Rotsee lang“ stützt diese komplexe Struktur, indem die neue Zufahrt vom Rotsee parallel zur bestehenden Achse verläuft. Bei der Stossrichtung „Rotsee kurz“ hingegen wird die bestehende Struktur durch den direkten Anschluss des Rontals an den Bahnhof Luzern durchbrochen. Mit späteren Etappen besteht die Option, die Struktur des Schienennetzes im Raum Luzern vollständig zu erneuern.

Beurteilung: Die Stossrichtung „Rotsee kurz“ weist fundamentale Vorteile auf.

10.1.3. Vorbahnhof

Bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ muss der Vorbahnhof – wegen der Einführung der zweiten Doppelspur – vollständig umgebaut werden. Schwerwiegende Folgen für den Bahnverkehr – Wenden von Zügen in den Agglomerationsbahnhöfen – dürften unvermeidlich sein.

Bei der Stossrichtung „Rotsee kurz“ hingegen genügt der Vorbahnhof in seiner heutigen Gestalt auch im Horizont „übermorgen“ noch.

Beurteilung: Die Stossrichtung „Rotsee kurz“ weist grundsätzliche Vorteile auf.

10.1.4. Kapazität der Halle

Bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ wird bereits im Horizont „morgen“ die Zentralbahn aus der Halle verdrängt, was Investitionen verlangt, welchen nicht unbedingt ein Nutzen gegenüber steht.

Bei der Stossrichtung „Rotsee kurz“ hingegen reicht die Normalspurkapazität der Halle auch im Horizont „übermorgen“ aus. Investitionen in einen neuen Bahnhof Zentralbahn sind nicht notwendig.

Beurteilung: Die Stossrichtung „Rotsee kurz“ weist klare Vorteile auf.

10.1.5. Länge der Perronkanten

Bei der „Bahn 2030“ sollen die wichtigsten Fernverkehrszüge – insbesondere diejenigen zwischen Luzern und Zürich – mit 400 Meter langen Kompositionen gefahren werden. Bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ ist eine Verlängerung der Perronkanten auf die notwendigen 420 Meter mit einem weitgehenden Umbau des Vorbahnhofs verbunden. Bei der Stossrichtung „Rotsee kurz“ stehen im Tiefbahnhof für den Fernverkehr Luzern – Zürich vier Perronkanten mit einer Länge von 420 Metern zur Verfügung.

Beurteilung: Die beiden Stossrichtungen sind gleichwertig.

10.1.6. Publikumsanlagen

Die Publikumsanlagen des Bahnhofs Luzern weisen bereits heute Engpässe auf. Insbesondere in der Querhalle sind die Platzverhältnisse beengend. Mit dem Tiefbahnhof werden die Publikumsanlagen beträchtlich erweitert. Die Fahrgäste verteilen sich auf zwei etwa gleichwertige Anlagen. Hingegen verlängern sich die Fussgängerwege.

Bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ hingegen konzentrieren sich sämtliche Fahrgastströme weiterhin in den heutigen Bereichen. Abgesehen von einer gewissen Entlastung durch den ausgelagerten Bahnhof der Zentralbahn ergeben sich auch langfristig keine Verbesserungen.

Beurteilung: Die Stossrichtung „Rotsee kurz“ schneidet besser ab.

10.1.7. Produktions-, Unterhalt- und Abstellanlagen

Bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ ergeben sich zwar bereits im Horizont „morgen“ Kapazitätsengpässe Bahnhof Luzern. Trotzdem können die Produktions-, Unterhalt- und Abstellanlagen grundsätzlich in Luzern bleiben.

Bei „Rotsee kurz“ hingegen müssen für die Züge, die im Tiefbahnhof enden, zwischen dem Rontal (Ebikon) und Zug Abstellmöglichkeiten geschaffen werden.

Beurteilung: Die Stossrichtung „Rotsee lang“ weist Vorteile auf.

10.1.8. Zentralbahn

Bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ muss bereits im Horizont „morgen“ eine neuer Bahnhof für die Zentralbahn gebaut werden. Die Option „Flügelbahnhof“ verschlechtert die Erreichbarkeit der Zentralbahn massiv, während die Option „Tiefbahnhof“ die Erreichbarkeit zwar verbessert aber ausserordentlich teuer ist.

Bei der Stossrichtung „Rotsee kurz“ besteht in der Halle für die Zentralbahn zu jedem Zeitpunkt genügend Gleiskapazität.

Beurteilung: Die Stossrichtung „Rotsee kurz“ weist klare Vorteile auf.

10.1.9. Etappierung

Beide Stossrichtungen müssen an einem Stück gebaut werden. Eine Etappierung ist weder bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ noch bei der Stossrichtung „Rotsee kurz“ möglich.

Beurteilung: Beide Stossrichtungen sind gleichwertig.

10.1.10. Betrieb während der Bauphase

Insbesondere während des Baus ergeben sich bei „Rotsee lang“ massive, über Jahre anhaltende Betriebseinschränkungen. Es muss davon ausgegangen werden, dass verschiedene Züge nicht mehr in den Bahnhof einfahren können, sondern in der Agglomeration gewendet werden müssen.

Die Betriebseinschränkungen während des Baus des Tiefbahnhofs dürften sich bei „Rotsee kurz“ in Grenzen halten (vergleiche dazu Bahnhof Zürich Löwenstrasse).

Beurteilung: Die Stossrichtung „Rotsee kurz“ weist klare Vorteile auf.

10.1.11. Zeitbedarf für die Umsetzung

Die Stossrichtung „Rotsee kurz“ weist mit der Unterquerung des Seebeckens, sowie mit dem Bau des Tiefbahnhofs unter den bestehenden Gleisen, zwei sehr komplexe Bauvorhaben auf. Trotzdem ist der Zeitbedarf für die Umsetzung bei der Stossrichtung „Rotsee lang“ mit 14 Jahren um zwei Jahre länger als bei der Stossrichtung „Rotsee kurz“. Grund für diese nicht unbedingt offensichtliche Situation ist der sehr komplexe, mehrere Etappen aufweisende Umbau des Vorbahnhofs.

Beurteilung: Angesichts der sehr langen Bauzeiten sind beide Stossrichtungen etwa gleichwertig.

10.2. Beurteilung der beiden Stossrichtungen

In der folgenden Tabelle sind die zehn Kriterien zusammengefasst. Jedes Kriterium wird auf der Basis der Argumentation im vorhergehenden Kapitel beurteilt. Diese Beurteilung erfolgt in drei Stufen und wird in drei Farben ausgedrückt:

Grün:	gut
Gelb:	neutral
Rot:	ungenügend

In der folgenden Tabelle werden die beiden Stossrichtungen einander in elf Kriterien gegenübergestellt:























Nr.	Kriterium	Stossrichtung "Rotsee lang"	Stossrichtung "Rotsee kurz/Tiefbahnhof"	Rotsee lang	Rotsee kurz
01	Angebot	Das Angebot beider Horizonte kanngefahren werden. Keine Fahrzeitreduktion	Das Angebot beider Horizonte kanngefahren werden. Fahrzeitreduktion		
02	Struktur der Bahnanlagen	Die heutige, ungünstige Struktur des Schienensystems im Raum Luzern wird und zementiert.	Erster Schritt zu einer rationelleren Struktur		
03	Vorbahnhof	Vollständiger Umbau des Vorbahnhofs. Massive Einschränkungen für Fahrgäste, grosse Risiken.	Keine Veränderungen im Bereich des Vorbahnhofs.		
04	Kapazität der Halle	Kapazität der Halle ungenügend; Zentralbahn wird aus der Halle verdrängt	Kapazität der Halle zu jedem Zeitpunkt genügend		
05	Länge der Perronkanten	Eine Verlängerung der Perronkanten auf 420 ist möglich	Der Tiefbahnhof weist vier Perronkanten von 420 Metern auf		
06	Publikumsanlagen	Knappe Raumverhältnisse, insbesondere in der Querhalle. Keine Erweiterungsmöglichkeiten	Neuer Tiefbahnhof; zusätzlicher, grosszügig bemessener Raum für die Fahrgäste.		
07	Produktions-Unterhalts- und Abstellanlagen	Die Produktions- Unterhalts- und Abstellanlagen bleiben im Vorbahnhof	Neue Anlagen sind ausserhalb von Luzern zu erstellen (erste Etappe: Rontal)		
08	Zentralbahn	Die Zentralbahn wird aus der Halle verdrängt	Die Zentralbahn bleibt in der Halle.		
09	Etappierung	Keine Etappierung möglich	Keine Etappierung möglich		
10	Betrieb während der Bauphase	Massive Einschränkungen während des Baus	Überblickbare Einschränkungen während der Bauphase		
11	Zeitbedarf Umsetzung	Umsetzungszeit 14 Jahre	Umsetzungszeit 12 Jahre		

Abbildung 10-01: Beurteilung beider Stossrichtungen „Rotsee lang“ und „Rotsee kurz“ an Hand der zehn Kriterien.

In der folgenden Tabelle sind die Kosten der beiden Stossrichtungen einander gegenübergestellt. Bei der Zentralbahn wird der kostengünstigere Flügelbahnhof angenommen

Infrastruktur Normalspur <i>Preisbasis: Oktober 2008, Kosten ohne Mehrwertsteuer</i>	Infrastruktur Zentralbahn	Kosten			
		Minimum		Maximum	
		[Mio. CHF]	[%]	[Mio. CHF]	[%]
Stossrichtung "Rotsee lang"	Zentralbahn mit Flügelbahnhof	1'930	133%	2'360	133%
Stossrichtung "Rotsee kurz"	Zentralbahn in der Halle	1'450	100%	1'780	100%

Abbildung 10-02: Kostenvergleich Stossrichtungen „Rotsee lang“ und „Rotsee kurz“.

In der folgenden Abbildung sind die beiden Bewertungsprofile dargestellt. Das Resultat der Beurteilung der beiden Stossrichtungen ist eindeutig: „Rotsee kurz“ schneidet bei acht der elf Kriterien besser ab als „Rotsee lang“. Bei zwei Kriterien sind beide Stossrichtungen gleichwertig, bei einem Kriterium schneidet „Rotsee lang“ besser ab.

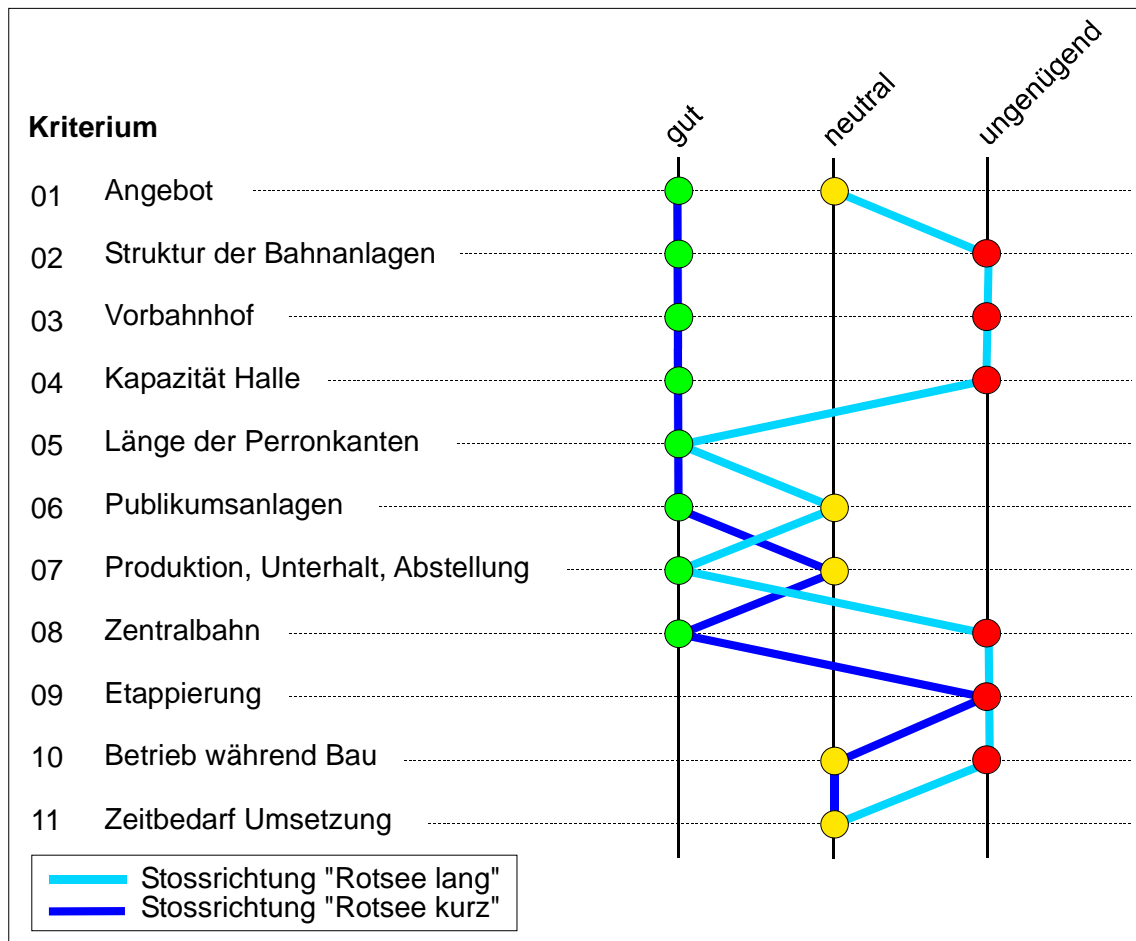


Abbildung 10-03: Bewertungsprofile der beiden Stossrichtungen „Rotsee lang“ und „Rotsee kurz“.

Das Resultat der Bewertung von elf wichtigen Kriterien ist eindeutig. Werden zusätzlich zu den Kriterien noch die Kosten herangezogen, wird das Resultat noch eindeutiger (siehe Abb. 10-02).

10.3. Empfehlung

Die Analyse und Bewertung der beiden Stossrichtungen „Rotsee lang“ und „Rotsee kurz“ liefern klare Resultate zu Gunsten der Stossrichtung „Rotsee kurz“. Da auch die Kosten eindeutig sind, soll die Stossrichtung „Rotsee kurz“ weiter verfolgt werden.

11. Stossrichtung „Rotsee kurz“: Zweite Bearbeitungsstufe

11.1. Vom Kopfbahnhof zum Durchgangsbahnhof

Wie die Analyse der Verkehrsströme der Stossrichtung „Rotsee kurz“ in den Horizonten „morgen“ und „übermorgen“ zeigt, bleiben die Überlastungen im Bereich Fluhmühle – Emmenbrücke – Hübeli und die sehr hohen Belastungen auf der Strecke Hübeli – Sursee auch nach dem Bau des Tiefbahnhofs (Kopfbahnhof) bestehen (Abbildungen 9-02 und 9-03). Zusätzlich zu diesen nach wie vor bestehenden Kapazitätsengpässen, ist im Horizont „übermorgen“ der Vorbahnhof bereits wieder überlastet.

Zudem besitzt Luzern nach dem Bau des Tiefbahnhofs zwei Kopfbahnhöfe, welche lediglich durch die Einspur am Rotsee miteinander verbunden sind. Insgesamt eine betrieblich unbefriedigende Lösung.

Im vorliegenden Kapitel wird aufgezeigt, wie die Stossrichtung „Rotsee kurz“ nach dem Bau der ersten Etappe (Tiefbahnhof als Kopfbahnhof) zu einer Durchmesserlinie ausgebaut werden kann, welche einen rationellen, für die Fahrgäste attraktiven Betrieb erlaubt. [Die Herleitung der Bestvariante findet sich im Anhang des technischen Berichts.]

11.2. Fünf Umsetzungsschritte

Der Umbau von der heutigen, komplexen Anlage zu einem Durchgangsbahnhof mit einfacher Struktur erfolgt in insgesamt fünf Umsetzungsschritten:

- Umsetzungsschritt 1: Tiefbahnhof als Kopfbahnhof mit zweispuriger Zufahrt ab Ebikon.
- Umsetzungsschritt 2: Kapazitätssteigernde Massnahmen auf Strecke Fluhmühle – Sursee.
- Umsetzungsschritt 3: Verbindungsachse zwischen Tiefbahnhof und Stammstrecke (Raum Heim-bach); der Tiefbahnhof wird zum Durchgangsbahnhof.
- Umsetzungsschritt 4: Anschluss der Strecke nach Küssnacht an den Tiefbahnhof
- Umsetzungsschritt 5a: Neubaustrecke zwischen Tiefbahnhof und Rothenburg resp. Sempach.
- Umsetzungsschritt 5b: Bei einer fünf bis acht Kilometer langen Vierspur zwischen Emmenbrücke und Sursee (Lage offen).

11.3. Umsetzungsschritt 1: Tiefbahnhof als Kopfbahnhof

11.3.1. Infrastrukturmassnahmen des ersten Umsetzungsschrittes

Der erste Umsetzungsschritt umfasst den Bau des Tiefbahnhofs als Kopfbahnhof, die Seeunterquerung sowie den doppelspurigen Dreilindentunnel nach Ebikon. Er stimmt mit der im Kapitel 9 entwickelten Stossrichtung „Rotsee kurz“ überein.

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Übersichtskarte mit dem Umsetzungsschritt 1 und seiner Eingliederung ins bestehende Schienennetz.



Abbildung 11-01: Schienennetz im Raum Luzern nach der Umsetzung des ersten Umsetzungsschrittes mit dem Tiefbahnhof als Kopfbahnhof und dem Dreilindentunnel.

Mit dem Bau des Umsetzungsschrittes 1 besteht der Bahnhof Luzern aus zwei weitgehend isolierten Kopfbahnhöfen, welche den Verkehr aus den unterschiedlich, klar zugeordneten Korridoren aufnehmen (Tiefbahnhof: Rontal, Halle: alle übrigen Relationen).

11.3.2. Kapazitätsanalyse des ersten Umsetzungsschrittes

Die Auswirkungen des ersten Umsetzungsschrittes in den Horizonten „morgen“ und „übermorgen“ sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

Im Horizont „morgen“ sind die Kapazitätsprobleme im Kern des Schienennetzes Luzern bereits mit dem ersten Umsetzungsschritt – dem Tiefbahnhof als Kopfbahnhof – gelöst. Hier sind beachtliche Kapazitätsreserven vorhanden.

Nach wie vor überlastet ist der Streckenabschnitt zwischen Fluhmühle und Hübeli. Mit einem Kapazitätsdefizit von zwei Zügen pro Stunde und Richtung hält sich die Überlastung allerdings noch in Grenzen (siehe Umsetzungsschritt 2).

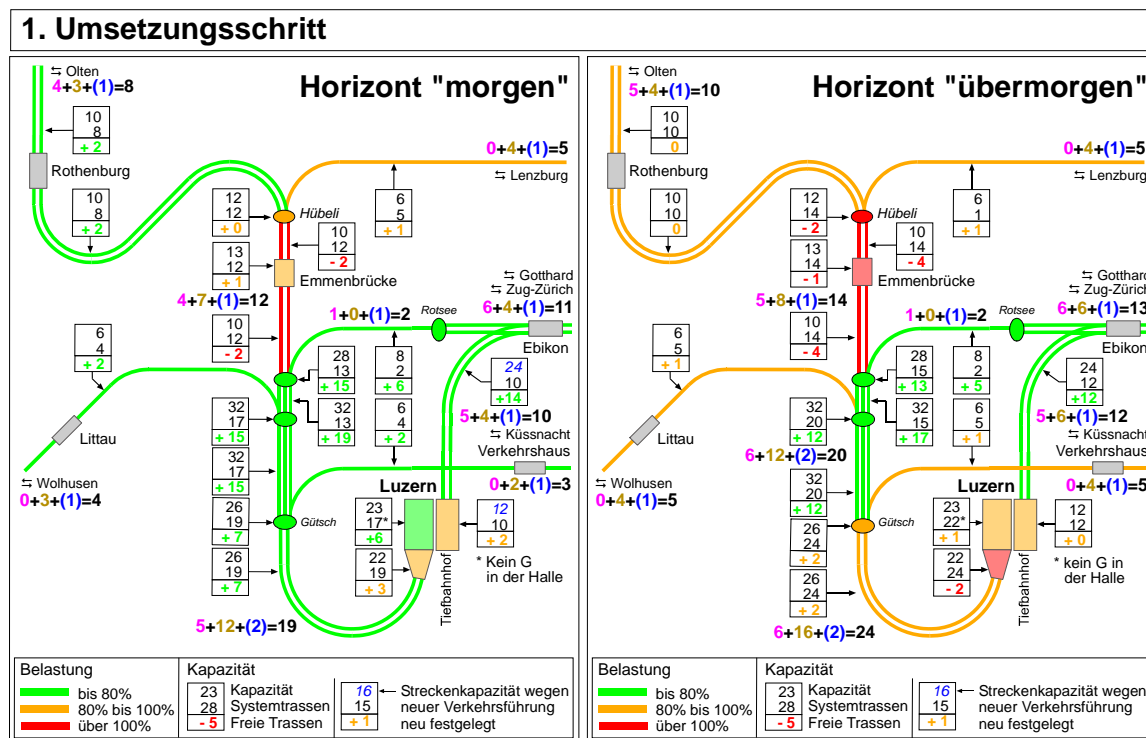


Abbildung 11-02: Kapazitätsanalyse des ersten Umsetzungsschrittes der Stossrichtung „Rotsee kurz“ für die Horizonte „morgen“ und „übermorgen“.

Im Horizont „übermorgen“ treten im Kernbereich bereits wieder Kapazitätsengpässe auf. Insbesondere im Vorbahnhof fehlen mit 24 Zügen pro Stunde und Richtung bei einer Kapazität von 22 zwei Trassen. An der Grenze der Belastung ist die Zufahrt ab Gütsch sowie die Halle, welche bei der Stossrichtung „Rotsee kurz“ ja weiterhin von der Zentralbahn mitbenutzt wird.

Der Kapazitätsengpass zwischen Fluhmühle und Hübeli verschärft sich. Im Horizont „übermorgen“ fehlen nun bis zu vier Trassen pro Stunde und Richtung. Keine Kapazitätsreserve mehr besitzt die Strecke Hübeli – Rothenburg – Sursee. Nahe an ihrer Kapazitätsgrenze angelangt sind die drei Einspurstrecken im Seetal, nach Wohlen und nach Küssnacht.

11.3.3. Kosten ersten Umsetzungsschrittes

Die Kosten des ersten Umsetzungsschrittes stimmen mit denjenigen der Stossrichtung „Rotsee kurz“ überein (detaillierte Kosten im Anhang des technischen Berichts).

	Projekt- länge [km]	Kosten	
		unterer Wert	oberer Wert
		[Mio. Fr.]	[Mio. Fr.]
Gesamttotal Kosten Normalspur Stossrichtung "Rotsee kurz"	3.790	1'450	1'780

Abbildung 11-03: Kosten des ersten Umsetzungsschrittes

Mit 1.45 bis knapp 1.8 Milliarden Franken verlangt der erste Umsetzungsschritt sehr hohe Investitionen. Wie die Abbildung 11-02 zeigt, lassen sich mit diesem Schritt die Kapazitätsprobleme im Kern des Schienennetzes lösen. Allerdings nur für den Horizont „morgen“. Im Horizont „übermorgen“ treten im Vorbahnhof erneut Kapazitätsprobleme auf.

Damit wird offensichtlich, dass im Raum Luzern weitere Schritte zur Optimierung des Schienennetzes folgen müssen.

11.4. Umsetzungsschritt 2: Kapazitätssteigerung auf der Nordzufahrt

11.4.1. Infrastrukturmassnahmen des zweiten Umsetzungsschrittes

Ziel des zweiten Umsetzungsschrittes ist die Beseitigung der Kapazitätsengpässe entlang der nördlichen Zufahrtstrecke hauptsächlich zwischen Gütsch und Hübli, in beschränktem Masse aber auch zwischen Hübli und Sursee.

Da der erste Umsetzungsschritt im Bereich der Nordzufahrt Luzern – Sursee keine Kapazitätssteigerung bietet, müssen die Massnahmen des zweiten Umsetzungsschrittes relativ rasch nach dem Umsetzungsschritt 1 erfolgen.

Im Gegensatz zum Umsetzungsschritt 1 lässt sich der Umsetzungsschritt 2 problemlos etappieren. Es handelt sich um eine Vielzahl von kleinen Massnahmen, welche je nach der Entwicklung und den Randbedingungen des Angebots in unterschiedlicher Reihenfolge umzusetzen sind.

Während einige Massnahmen – wie die Kapazitätssteigerung zwischen Gütsch und Hübli – bereits im Horizont „morgen“ gebraucht werden, und damit dringend sind, werden andere Elemente erst im Horizont „übermorgen“ benötigt.

Der Umsetzungsschritt umfasst die folgenden drei Einzelmassnahmen:

- Gütsch – Hübli: Reduktion der Zugfolgezeit auf zwei Minuten
- Verzweigung Hübli: Kreuzungsfreie Abzweigung
- Bahnhof Emmenbrücke: Ausbau auf vier Perronkanten



Abbildung 11-04: Schienennetz im Raum Luzern nach der Umsetzung des zweiten Umsetzungsschrittes: Verkürzung der Zugfolgezeiten, vier Perronkanten in Emmenbrücke sowie kreuzungsfreie Abzweigung Hübli.

11.4.2. Kapazitätsanalyse des zweiten Umsetzungsschrittes

Mit dem Umsetzungsschritt 2 werden sämtliche Kapazitätsengpässe im Betrachtungsperimeter Luzern beseitigt. Nach wie vor vorhanden sind Abschnitte mit einer kritischen Belastung zwischen 80% und 100%. Zu ihrer Beseitigung werden bewusst keine konkreten Massnahmen vorgeschlagen. Streckenabschnitte mit einer kritischen Belastung sind jedoch ein Hinweis, dass – je nach Angebot, resp. Fahrplan – einzelne Massnahmen zur Steigerung der Kapazität, resp. Stabilisierung des Fahrplans notwendig werden können.

Die Abbildung auf der folgenden Seite zeigt die Auslastung des Schienennetzes im Raum Luzern nach dem Bau der Massnahmen des Umsetzungsschrittes 2.

2. Umsetzungsschritt

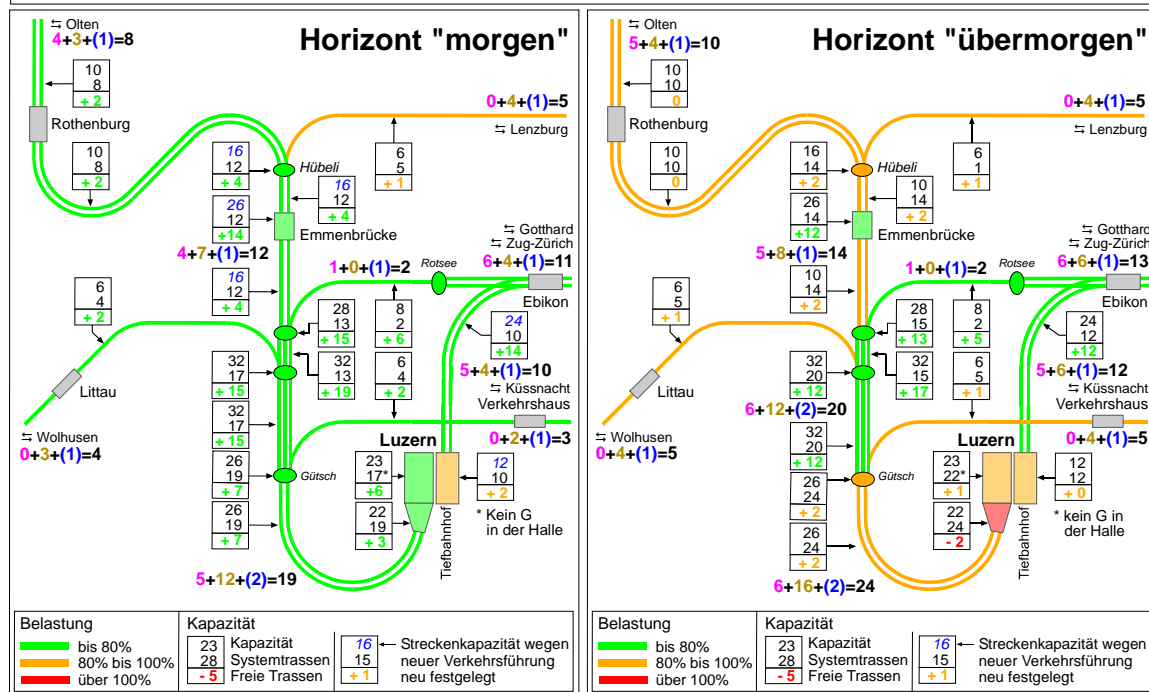


Abbildung 11-05: Kapazitätsanalyse des zweiten Umsetzungsschrittes der Stossrichtung „Rotsee kurz“ für die Horizonte „morgen“ und „übermorgen“.

11.4.3. Kosten zweiten Umsetzungsschrittes

Die folgende Tabelle zeigt die Kosten für die Umsetzung des zweiten Ausbauschnittes. Es handelt sich hauptsächlich um kleinere Massnahmen auf einem rund fünf Kilometer langen Abschnitt. Damit fallen die Kosten relativ tief aus.

	Projekt- länge [km]	Kosten	
		unterer Wert	oberer Wert
		[Mio. Fr.]	[Mio. Fr.]
Kosten zweiter Umsetzungsschritt	4.800	200	260

Abbildung 11-06: Kosten des zweiten Umsetzungsschrittes, Steigerung der Leistungsfähigkeit der Strecke Gütsch – Hübeli.

11.5. Umsetzungsschritt 3: Ausbau zum Durchgangsbahnhof

11.5.1. Infrastrukturmassnahmen des dritten Umsetzungsschrittes

Der Tiefbahnhof wird mit einer Rampe mit der Stammstrecke verbunden und dadurch vom Kopfbahnhof zum Durchgangsbahnhof erweitert. Gemäss ersten Überlegungen soll die Rampe im Raum Heimbach – zwischen Gütsch- und Schönheimtunnel – in die Stammstrecke einmünden.

Die folgende Abbildung zeigt den Zustand des Schienennetzes im Raum Luzern nach der Realisierung des dritten Umsetzungsschrittes.



Abbildung 11-07: Schienennetz im Raum Luzern nach der Umsetzung des dritten Umsetzungsschrittes. Mit einer Rampe zwischen dem Tiefbahnhof und der Stammstrecke entsteht ein Durchgangsbahnhof.

Die Halle mit Vorbahnhof und Zufahrt Gütsch bleibt unverändert in Betrieb, wird allerdings nur noch von relativ wenigen Zügen benützt. Unter der Annahme, dass alle vom Rontal her in den Tiefbahnhof einfahrenden Züge zu Durchmessern verbunden sind, ergibt dies neun Durchmesserserienlinien.

- IC Zürich ⇌ Zug ⇌ Luzern ⇌ Bern ⇌ Genève halbstündlich
- IR Zürich ⇌ Zug ⇌ Luzern ⇌ Olten ⇌ Basel halbstündlich
- S1/S8 Baar ⇌ Zug ⇌ Luzern ⇌ Sursee zwei überlagerte Halbstundentakte
- IC/IR Gotthard ⇌ Luzern ⇌ Olten ⇌ Basel stündlich

Damit verbleiben noch acht Züge pro Stunde in der Halle. Die Strecke entlang dem Rotsee wird von fahrplanmässig verkehrenden Zügen nicht mehr befahren. Der Gotthardzug benützt nach der Umsetzung des dritten Schrittes den Durchgangsbahnhof. Damit kann die Strecke am Rotsee aus der Sicht der fahrplanmässigen Züge aufgehoben werden. Vorbehalten bleiben Güter- resp. Dienstfahrten zwischen dem Tiefbahnhof und den Abstellanlagen im Vorbahnhof.

11.5.2. Kapazitätsanalyse des dritten Umsetzungsschrittes

Mit dem dritten Umsetzungsschritt wird der Tiefbahnhof mit einer Rampe in den Raum Heimbach zum Durchgangsbahnhof erweitert. Im Horizont „morgen“ sind – mit Ausnahme der Einspurstrecke im Seetal – auf allen Streckenabschnitten Kapazitätsreserven vorhanden.

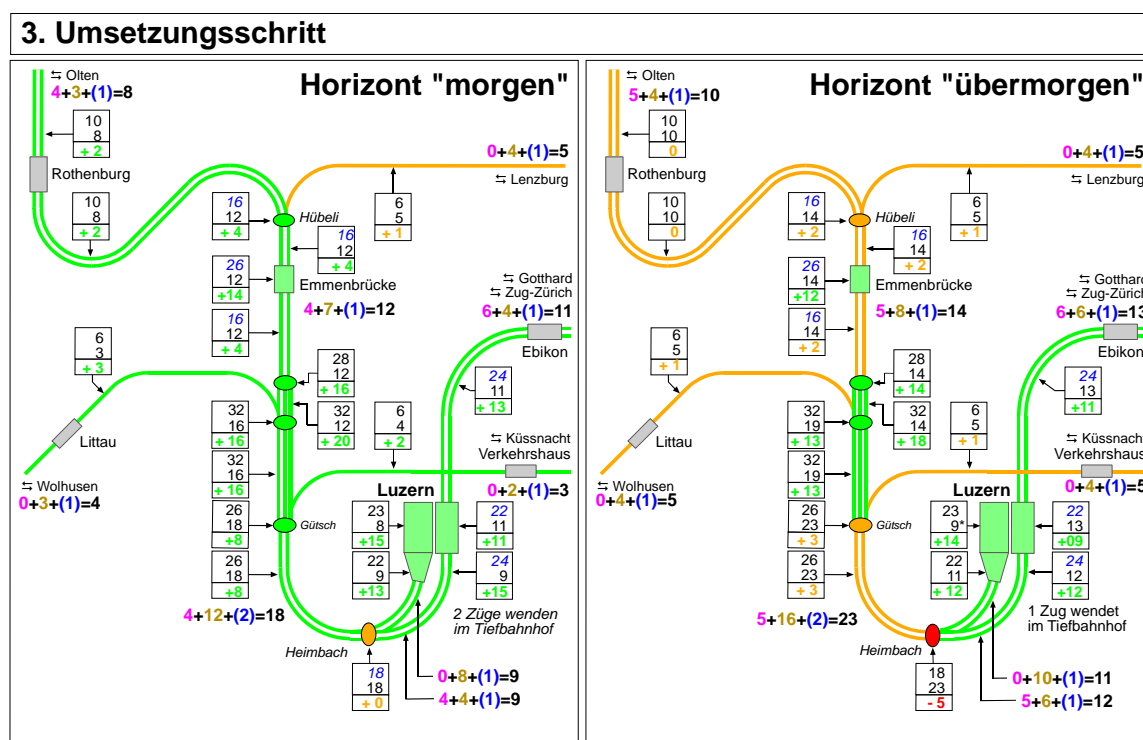


Abbildung 11-08: Kapazitätsanalyse des dritten Umsetzungsschrittes der Stossrichtung „Rotsee kurz“ für die Horizonte „morgen“ und „übermorgen“ (Legende siehe Abb. 11-05).

Im Horizont „übermorgen“ wird im Bereich „Heimbach“ die Kapazitätsgrenze einer Ä Niveau-Abzweigung überschritten. Soll im Horizont „übermorgen“ mit der Infrastruktur des Umsetzungs-

schritts 3 gefahren werden, muss vertieft untersucht werden, ob die Verzweigung Heimbach kreuzungsfrei auszugestalten sei.

Mit dem Umsetzungsschritt 3 fahren die Züge teilweise durch den Tiefbahnhof, teilweise in die Halle. Im Horizont „übermorgen“ benützen noch neun Züge pro Stunde die Halle; die restlichen werden zu Durchmesserlinien verknüpft und verkehren durch den Durchgangsbahnhof.

Falls die Gleisverbindung am Rotsee nach der Umsetzung des Schrittes 3 aufgehoben wird, ist das Rontal für den Güterverkehr von Luzern her nicht mehr erreichbar. Es muss von Rotkreuz her bedient werden.

11.5.3. Kosten dritten Umsetzungsschrittes

	Projekt- länge [km]	Kosten	
		unterer Wert	oberer Wert
		[Mio. Fr.]	[Mio. Fr.]
Kosten dritter Umsetzungsschritt	4.800	880	1'140

Abbildung 11-09: Kosten des dritten Umsetzungsschrittes

Da bereits ein wesentlicher Teil der Züge durch den Durchgangsbahnhof fährt – und damit den Vorbahnhof nicht mehr berührt – muss ein Teil der Abstell- und Produktionsanlagen aus dem Knoten Luzern in die Agglomerationen hinaus verlagert werden. Das notwendig neue Produktionskonzept ist noch zu erarbeiten. Diese Verlegung verursacht etwas mehr als ein Drittel der Gesamtkosten.

11.6. Umsetzungsschritt 4: Anschluss Küssnacht

11.6.1. Infrastrukturmassnahmen des vierten Umsetzungsschrittes

Mit der Einführung der Küssnachterlinie in den Tiefbahnhof verkehren alle Züge durch den Tiefbahnhof. Der Stadttunnel wird nicht mehr benötigt.

Mit dem Umsetzungsschritt vier vereinfacht sich das Schienennetz im Raum Luzern massiv. Vier Streckenabschnitte, welche heute entweder Kapazitätsengpässe darstellen, oder zu grossen Umwegfahrten führen, sind nun aufgehoben:

- Einspur am Rotsee (Kapazitätsengpass)
- Zufahrt Vorbahnhof zwischen Heimbach und Vorbahnhof (Kapazitätsengpass)
- Vorbahnhof (Kapazitätsengpass)
- Einspur Stadttunnel (Umwegfahrten)



Abbildung 11-10: Schienennetz im Raum Luzern nach der Umsetzung des vierten Umsetzungsschrittes. Mit dem Anschluss der Küssnachterlinie an den Tiefbahnhof verkehren alle Züge als Durchmesserlinien.

Nach der Umsetzung des Schrittes 4 verkehren – ausser der Zentralbahn – keine fahrplanmässigen Züge mehr durch den Vorbahnhof und in die Halle. Ob die heutigen Bahnanlagen aufgehoben und einer anderen Nutzung zugeführt werden sollen, oder ob sie weiterhin von der Bahn genutzt werden (z. B. Güterverkehr), ist offen und muss zu einem späteren Zeitpunkt vertieft untersucht werden.

11.6.2. Kapazitätsanalyse des vierten Umsetzungsschrittes

Mit dem Umsetzungsschritt vier erreicht das Schienennetz im Raum Luzern seine neue, gegenüber heute massiv vereinfachte Struktur. Der Stadttunnel, die Strecke entlang dem Rotsee, vor allem aber der heutige Bahnhof Luzern samt seiner Zufahrt ab dem Raum Heimbach / Gütsch sind aufgehoben. Der gesamte Schienenverkehr fliesst durch den Durchgangsbahnhof.

Die nördlichen Teile des Schienennetzes im Raum Luzern sind stark ausgelastet, weisen jedoch auch im Horizont „übermorgen“ keine Überlastungen auf.

4. Umsetzungsschritt

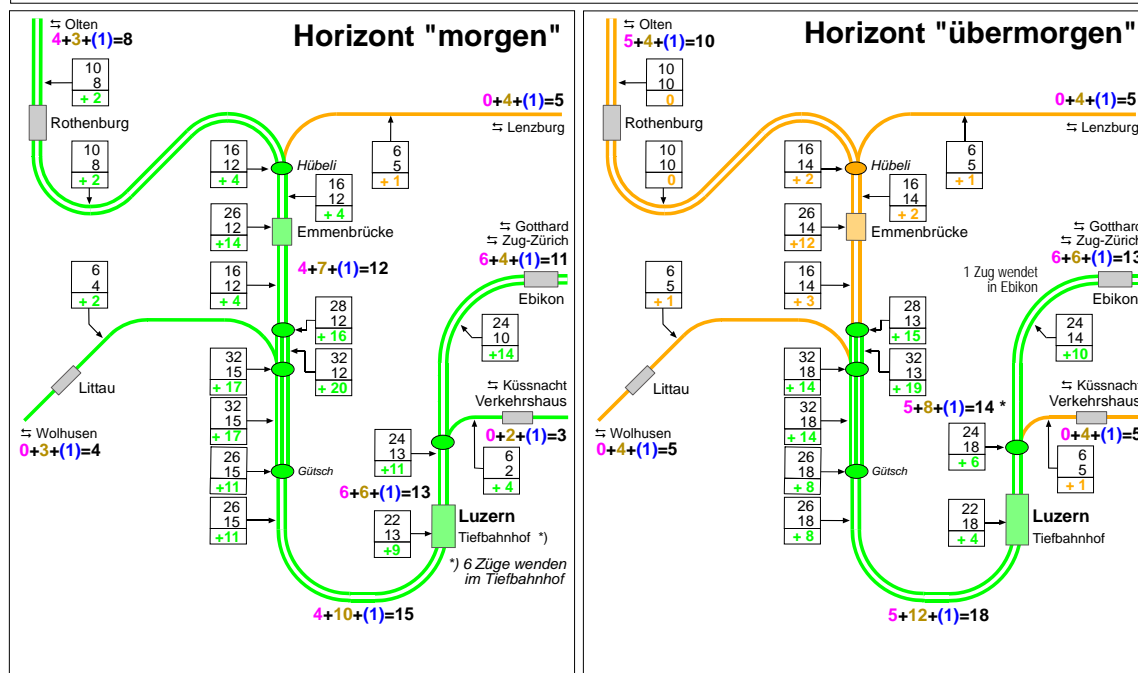


Abbildung 11-11: Kapazitätsanalyse des vierten Umsetzungsschrittes der Stossrichtung „Rotsee kurz“ für die Horizonte „morgen“ und „übermorgen“ (Legende siehe Abb. 11-05).

Kernobjekt des Umsetzungsschrittes vier ist die Anbindung der Küssnachterlinie mittels einer einspurigen Rampe zwischen dem Südportal des Stadttunnels und dem Dreilindentunnel unterhalb des Schweizerhofquais.

Da mit dem Umsetzungsschritt vier keine fahrplanmässigen Züge mehr in den heutigen Bahnhof (Vorbahnhof und Halle) verkehren, müssen verschiedene Anlageteile aus dem Vorbahnhof hinaus in die Peripherie verlagert werden. Dies sind insbesondere:

- Abstellanlagen (zweite Etappe, erste Etappe siehe Umsetzungsschritt drei)
- Serviceanlagen

Ob noch Güterzüge in den sonst nicht mehr genutzten Vorbahnhof verkehren, wird an dieser Stelle offen gelassen und muss später vertieft untersucht werden.

11.6.3. Kosten vierten Umsetzungsschrittes

	Projekt- länge [km]	Kosten	
		unterer Wert	oberer Wert
		[Mio. Fr.]	[Mio. Fr.]
Kosten vierter Umsetzungsschritt	1.000	280	350

Abbildung 11-12: Kosten des vierten Umsetzungsschrittes

Nach der Inbetriebnahme des vierten Umsetzungsschrittes kann der gesamte Bahnverkehr des Raums Luzern in Form von Durchmesserlinien durch den Tiefbahnhof geführt werden.

Da heute offen ist, ob und in welcher Form die heutigen Bahnanlagen (Vorbahnhof, Zufahrt Gütsch) nach der Realisierung des vierten Umsetzungsschrittes genutzt werden sollen, sind in der obigen Tabelle die Kosten für den Neubau der Abstellungs- und Unterhaltsanlagen in der Agglomeration (siehe dazu auch Kapitel 11.5.3), sowie für den Abbruch des Stadttunnels nicht enthalten.

11.7. Umsetzungsschritt 5: Zwei Optionen

11.7.1. Neubaustrecke oder partielle Vierspur

Mit dem fünften Umsetzungsschritt wird die nördliche Zufahrt durch das Wiggertal optimiert. Es ist der analoge Schritt, der mit ersten Umsetzungsschritt – Bau des Dreilindentunnels (Zufahrt ab Ebikon) – für die Ostzufahrt (Rontal) getan wurde.

Für die Optimierung resp. Leistungssteigerung der Nordzufahrt bestehen zwei Optionen:

Option 1: Bau einer Neubaustrecke zwischen dem Tiefbahnhof und Rothenburg resp. Sempach.

Option 2: Bau einer partiellen Vierspur zwischen Emmenbrücke und Sursee.

Ziel beider Optionen ist – neben der generellen Leistungssteigerung – die Bewältigung von Zugsüberholungen, welche bei einem Viertelstundentakt sowohl des Fernverkehrs, als auch der S-Bahn zwischen Luzern (Durchgangsbahnhof) und Sursee wahrscheinlich sind.

Der Umsetzungsschritt 5 ist stark vom Fahrplan abhängig. Da ein Fahrplan im fernen Horizont „übermorgen“ nicht bekannt ist, besitzt der fünfte Umsetzungsschritt in gewissem Sinne hypothetischen Charakter.

11.7.2. Fünfter Umsetzungsschritt; Option 1

Die Neubaustrecke verbindet der Tiefbahnhof mit Rothenburg (alternativ Sempach). Zwischen Luzern und Rothenburg misst sie knapp acht Kilometer, zwischen Luzern und Sempach sind es rund 12 Kilometer. Die NBS hat drei Ziele:

- Trennen der Verkehrsarten: Fernverkehr auf der NBS, S-Bahn auf der Stammstrecke. Damit werden weitere Haltepunkte an der Stammstrecke möglich.
- Beschleunigen der Fernverkehrszüge um vier Minuten (fünf bis sechs Minuten ab Sempach). Damit wird die Knotenstruktur des Bahnhofs Luzern verbessert. Die Fahrzeit Bern – Luzern beträgt noch 54 bis 56 Minuten, was dem Ideal des Konzepts Bahn 2000 entspricht.
- Vermeiden von Zugsüberholungen auf der Doppelspur Luzern – Sursee.

Die folgende Karte zeigt eine mögliche Linienführung einer Neubaustrecke zwischen Luzern (Durchgangsbahnhof) und Sursee.

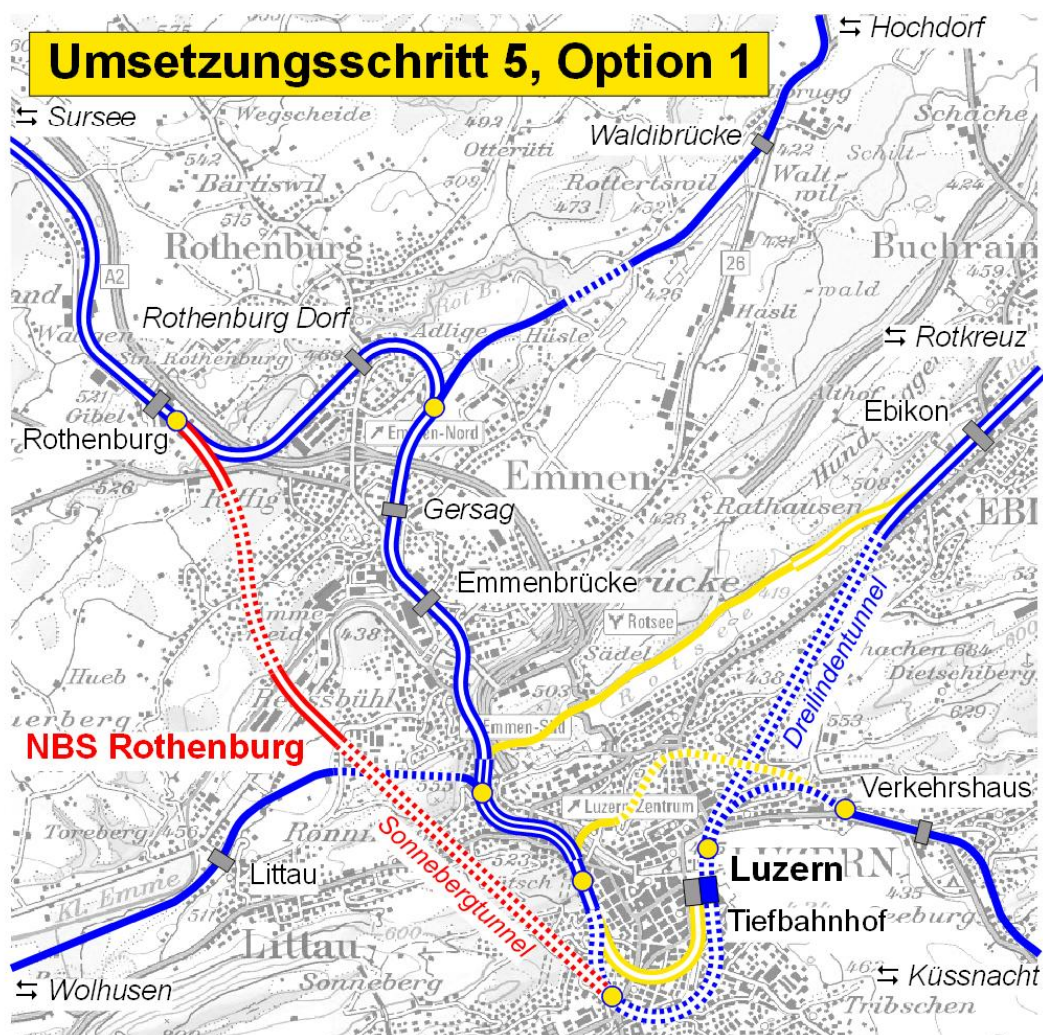


Abbildung 11-13: Schienennetz im Raum Luzern nach der Umsetzung des fünften Umsetzungsschrittes, Option 1. Die Fernverkehrszüge verkehren auf der NBS, womit sich die Knotenstruktur in Luzern gemäss den Grundsätzen der Bahn 2000 optimieren lässt. Die Stammstrecke wird von der S-Bahn benützt. Neue S-Bahn Haltestellen sind möglich.

11.7.3. Kapazitätsanalyse des fünften Umsetzungsschrittes; Option 1

Ziel des Umsetzungsschrittes fünf ist eine betriebliche Optimierung auf der Nordzufahrt zwischen dem Tiefbahnhof und Rothenburg (resp. Sursee). Kapazitätsprobleme treten im Bereich der Hauptstrecke keine mehr auf. Es sind bedeutende Kapazitätsreserven vorhanden.

Nach wie vor hoch belastet sind die drei Einspurstrecken im Seetal, nach Wolhusen, sowie nach Küssnacht. Die Kapazität dieser Einspurstrecken ist weitgehend eine Frage der Lage sowie der Dichte von Kreuzungsstellen. Es ist Aufgabe der konkreteren Angebotsplanung hier die notwendigen Ausbaumassnahmen zu bestimmen.

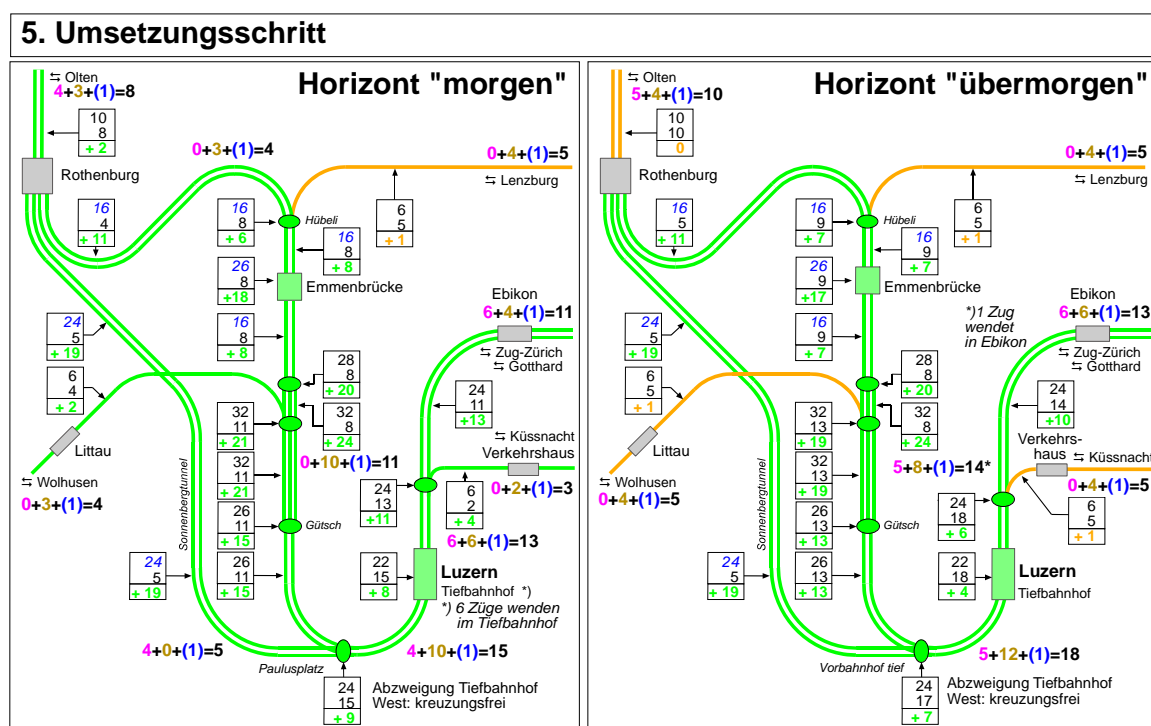


Abbildung 11-14: Kapazitätsanalyse des fünften Umsetzungsschrittes der Stossrichtung „Rotsee kurz“ für die Horizonte „morgen“ und „übermorgen“ (Legende siehe Abb. 11-05).

Die Zahl von vier Perronkanten im Tiefbahnhof Luzern stützt sich auf die Erfahrungen und die Planung in den beiden Tiefbahnhöfen Museumstrasse und Löwenstrasse, welche ebenfalls je vier Kanten besitzen.

Ein Tiefbahnhof (Kopf- oder Durchgangsbahnhof) mit vier Perronkanten ist mit gewissen Randbedingungen, resp. Einschränkungen verbunden:

- Das die Züge grundsätzlich hintereinander fahren („rund um die ganze Stunde“), sind nur verhältnismässig wenige optimale Anschlüsse möglich. Die Anschlusssituation kann verbessert

werden, wenn z.B. einige Züge weiterhin in die Halle fahren; andere Möglichkeiten sind zu prüfen.

- Der Zusammenschluss von Radiallinien zu Durchmesserlinien unterliegt bestimmten Gesetzen. So muss die Nachfrage auf beiden Ästen vergleichbare Grössenordnungen aufweisen, oder die auf den Aussenästen verkehrenden Züge müssen kompatibel sein: Beispiel Seetal: hier können kein Flirts verkehren (Profil).
- Das Stärken/Schwächen sowie auch der Abbau resp. Aufbau des Angebots von Halb- zum Viertelstundentakt muss hauptsächlich in der Peripherie geschehen (z.B. in den Endbahnhöfen der S-Bahnlinien).

11.7.4. Fünfter Umsetzungsschritt; Option 2

Die Option 2 des fünften Umsetzungsschrittes besteht im Bau einer partiellen Vierspur zwischen Emmenbrücke und Sursee. Lage und Länge der Vierspur sind stark vom angestrebten Fahrplan abhängig. Der in der folgenden Abbildung dargestellte Vierspurabschnitt ist deshalb als mögliches Beispiel zu verstehen.

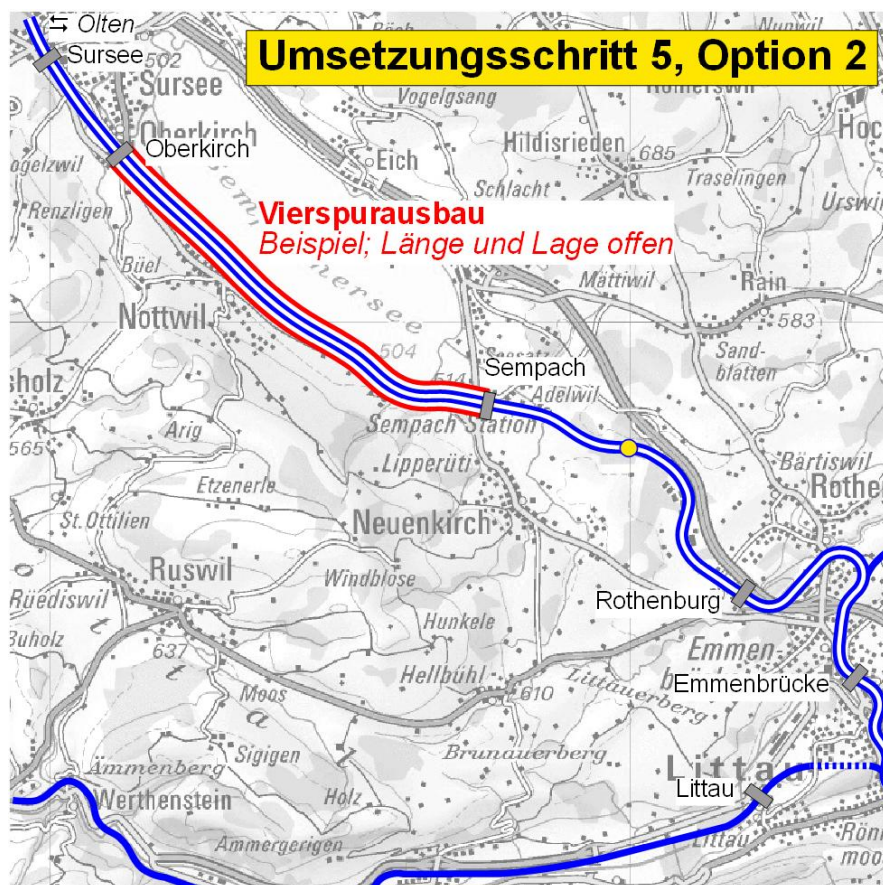


Abbildung 11-15: Übersicht über eine mögliche Vierspur zwischen Emmenbrücke und Sursee. Länge und Lage des Vierspurabschnitts hängen vom angestrebten Fahrplan ab und sind damit zum aktuellen Zeitpunkt offen.

Die Option 2 des fünften Umsetzungsschrittes ist deutlich kostengünstiger und etappierbar. Diesen Vorteilen der Option 2 gegenüber der Option 1 stehen allerdings gewichtige Nachteile gegenüber. Besonders ins Gewicht fällt, dass mit der Option 2 keine Fahrzeiteinsparungen im Fernverkehr verbunden sind. Damit bleibt die Fahrzeit Luzern – Bern im heutigen Bereich von 60 Minuten. Die für einen Vollknoten Luzern optimale Fahrzeit von 55 bis 56 Minuten wird nicht erreicht.

Ein weiterer Nachteil ist der Verzicht auf die Verkehrsartentrennung auf der Strecke Luzern – Sursee. Die enge Verzahnung und damit die grossen Abhängigkeiten zwischen Fernverkehr und S-Bahn bleiben damit bestehen.

11.7.5. Kosten des fünften Umsetzungsschrittes

Art und Zeitpunkt der Realisierung des fünften Umsetzungsschrittes sind noch sehr offen. Das Ziel eines Durchgangsbahnhofs, der von allen Zügen benützt werden kann ist mit dem Umsetzungsschritt 4 (Anbindung der Küssnachterlinie) erreicht.

Weil beim Umsetzungsschritt 5 sehr viele massgebende Faktoren offen sind und offen bleiben müssen, wird im Rahmen dieses Berichtes auf eine Kostenschätzung verzichtet.

11.8. Kostenübersicht Umsetzungsschritte 1 bis 4

Die folgende Abbildung vermittelt einen Überblick über die Kosten der ersten vier Umsetzungsschritte.

Streckenabschnitt	Bemerkungen	Kosten [Mio. CHF]	
		unterer Wert	oberer Wert
Umsetzungsschritt 1	Tiefbahnhof mit Zufahrt Dreilindentunnel ab Ebikon	1'450	1'780
Umsetzungsschritt 2	Kapazitätssteigerung Gütsch - Hübeli	200	260
Umsetzungsschritt 3	Ausbau zum Durchgangsbahnhof	880	1'140
Umsetzungsschritt 4	Anschluss Küssnachterlinie	280	350

Abbildung 11-16: Übersicht über die Kosten der Umsetzungsschritte 1 bis 4.

12. Spezielle Aspekte

12.1. Klärung offener Fragen

Neben den weiter zu verfolgenden Umsetzungsschritten gilt es auch noch eine Reihe von Fragen zu untersuchen, welche nicht in einem direkten Zusammenhang mit der Hauptentscheidung stehen, auf welche aber im Rahmenplan eine Antwort gegeben werden muss:

12.2. Zentralbahn

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 ist ein Doppelspurausbau unumgänglich.

Bei der „Zentralbahn 2030“ gehen die Module C und D von einer Doppelspur im Vorbahnhof Luzern aus. Das BAV hat das Modul C zur Umsetzung empfohlen. Gemäss den Fahrgastprognosen muss das Angebotskonzept „Fahrplan 2014“ (ehemals „Vx“) um das Jahr 2024 durch zusätzliche Züge ergänzt werden.

12.2.1. Doppelspurausbau der Zentralbahn im Bahnhof Luzern

Im Vordergrund stehen zwei Optionen:

Option 1: Der Doppelspurausbau erfolgt entlang dem heutigen Trasse. Die Zugsdichte der Zentralbahn verunmöglicht faktisch ein Queren der Meterspur durch die Züge der Normalspur (Schotterzüge, Abstellungen Abstellgruppen 400, 500 und 600. Dieser Ansatz ist eine Option, wenn die Stossrichtung „Rotsee kurz“ umgesetzt wird und in einer Zwischenphase deutlich weniger Züge im Bereich des Vorbahnhofs verkehren, resp. abgestellt werden (zeitliche Abstimmung zwischen Normal- und Meterspur).

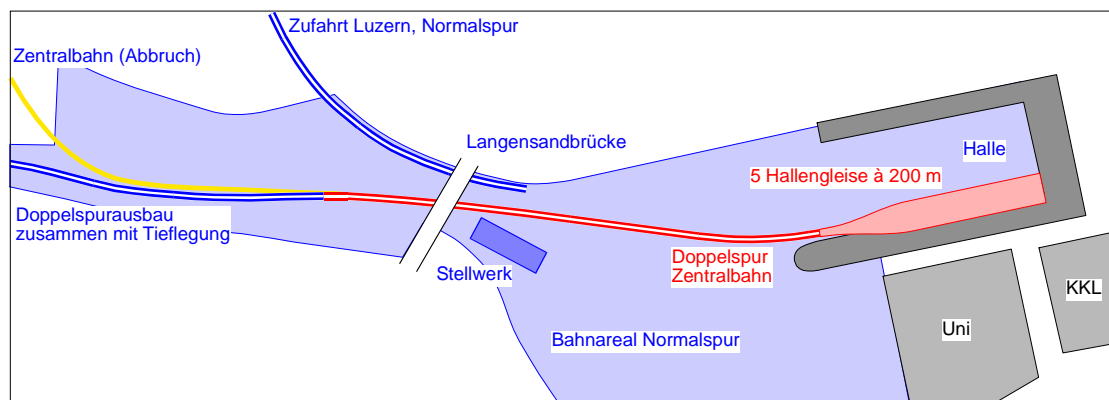


Abbildung 12-01: Doppelspur Zentralbahn im Bahnhof Luzern oberirdisch, in der heutigen Lage.

Option 2: Die Abkreuzung von Normal- und Meterspurzügen erfolgt niveaufrei, indem die Zentralbahn wird im Bereich des Vorbahnhofs abgesenkt wird. Um den fahrplanmässigen Betrieb möglichst wenig zu stören, drängt sich eine Führung der tief gelegten Zentralbahn „hinter“ das heisst östlich des Stellwerks auf. Dieser Ansatz drängt sich auf, wenn die Stossrichtung „Rotsee kurz“ nicht umgesetzt werden kann, oder erst zu einem sehr späten Zeitpunkt umgesetzt wird.

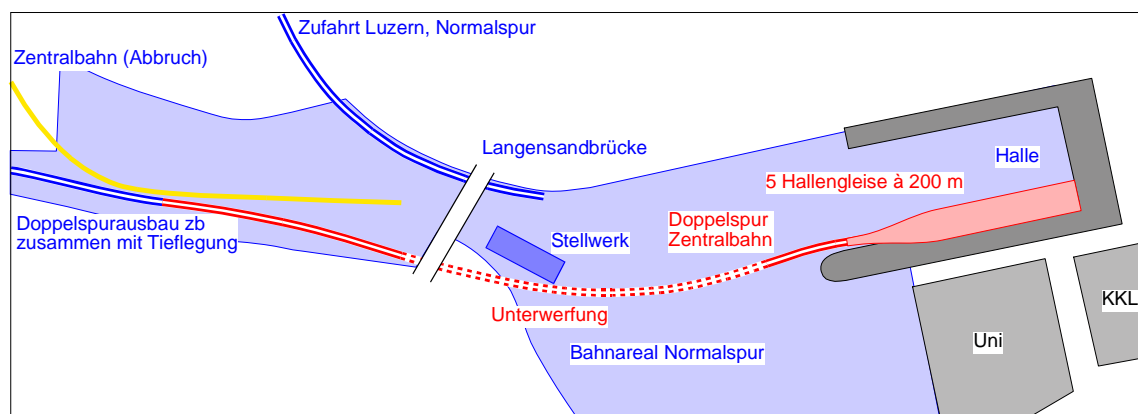


Abbildung 12-02: Meterspurgleis der Zentralbahn im Bahnhof Luzern. Doppelspurausbau mit einer Unterwerfung unter den Gleisen der Normalspur hindurch.

12.2.2. Zahl der Perronkanten

Heute und im Horizont „morgen“ werden von der Schmalspur in der Halle vier Perronkanten – Gleise 812 bis 815 – belegt. Dies bei 8 Zügen pro Stunde und Richtung. [Es wird davon ausgegangen, dass die Züge, welche das G-Trassee benützen nicht in die Halle einfahren].

Wie die Abbildung 12-03 zeigt, benötigt die Zentralbahn im Horizont „übermorgen“ („Zentralbahn 2030“) in Luzern fünf Perronkanten. Fahrgastprognosen zeigen, dass dies etwa um das Jahr 2024 der Fall sein wird. Im Vordergrund steht die Inbetriebnahme des Gleises 816.

12.2.3. Kosten Zentralbahn

Streckenabschnitt	Projektlänge [km]	Kosten [Mio. CHF]	
		unterer Wert	oberer Wert
Unterwerfung Normalspur, Doppelspurausbau	0.510	220	350
Fünfte Perronkante in der Halle	-----	10	15
Abstellung Zentralbahn	-----	60	95
Gesamtkosten Zentralbahn	0.510	290	460

Abbildung 12-03: Kosten Entflechtung Normal-/Meterspur, fünfte Perronkante und Abstellungen Zentralbahn.

12.2.4. Schlussfolgerungen

Beim Fahrplan 2014 sind Querfahrten der Normalspur über die Gleise der Meterspur gerade noch möglich. Reserven bestehen keine mehr.

Bei der Umsetzung des Moduls C resp. im Horizont „übermorgen“ sind Infrastrukturmassnahmen notwendig. Da der Bau des Tiefbahnhofs und damit eine Entlastung des Vorbahnhofs in jedem Falle viel Zeit beansprucht, steht die räumliche Trennung von Meter- und Normalspur (Unterwerfung, Option 2) klar im Vordergrund.

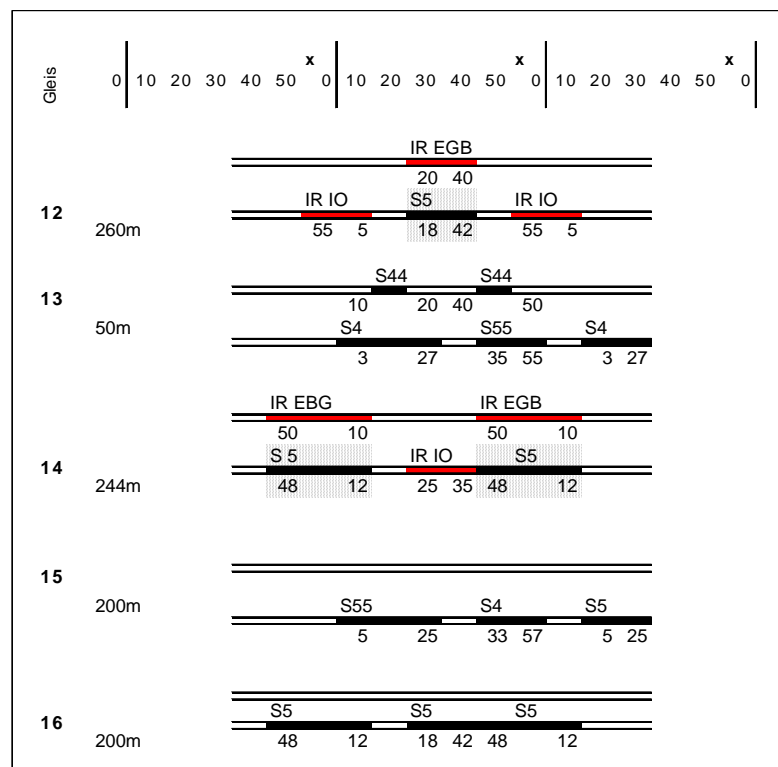


Abbildung 12-04: Gleisbeleger Zentralbahn im Bahnhof Luzern mit fünf Perronkanten.

12.3. Güterverkehr

Der Schienengüterverkehr spielt in Bezug auf die Gesamtfunktionalität des Knotens eine untergeordnete Rolle. Die untersuchten Stossrichtungen und Szenarien wirken aber auf die verschiedenen Aufgaben. In den Folgenden Kapiteln wird auf die relevanten Einzelheiten eingegangen.

12.3.1. Strategie SBB Cargo

SBB Cargo hält im Rahmen der Eigenwirtschaftlichkeit am bestehenden Angebot im Einzelwagenladungsverkehr fest. Für die Produkte EWLK und Ganzzugsverkehre stellt sie eine regelmässige Bedienung der ansässigen Kunden als Anforderung.

Die Abwicklung des Spezialverkehrs Zirkus Knie ist weiterhin zu gewährleisten.

Für die angeschlossenen Bedienpunkte / Satelliten sind alternative Leitwege denkbar. Diese müssen mit den Kundenanforderungen an die Transportqualität – dem Produktionsaufwand und der bahnbetrieblichen Machbarkeit in Einklang gebracht werden.

12.3.2. Szenario Tiefbahnhof als Kopfbahnhof (1. Umsetzungsschritt)

Die Funktionen, welche der Teambahnhof Luzern heute schon ausübt, werden beibehalten. Der Loco- und Transitverkehr kann nach wie vor über den Knoten Luzern abgewickelt werden. Für Abstellungen werden die notwendigen Gleisanlagen vorgehalten.

12.3.3. Szenario Durchgangsbahnhof (3. Umsetzungsschritt)

Die Funktionen, welche der Teambahnhof Luzern heute schon ausübt, werden beibehalten. Der Loco- und Transitverkehr kann nach wie vor über den Knoten Luzern abgewickelt werden. Für Abstellungen werden die notwendigen Gleisanlagen vorgehalten.

12.3.4. Szenario Durchgangsbahnhof ohne Halle (5. Umsetzungsschritt)

Die Funktionen, welche der Teambahnhof Luzern ausübt, werden aufgehoben. Der Loco- und Transitverkehr kann nicht mehr über den Knoten Luzern abgewickelt werden. Das führt zu den folgenden Alternativen:

Beim Transitverkehr sind folgende Alternativen denkbar:

- Bedienung Satellit Hochdorf via Bahnhof Emmenbrücke
- Bedienung Satellit Meggen via Bahnhof Rotkreuz
- Bedienung Satellit Malters via Bahnhof Langenthal
- Bedienung Satellit Schachen via Bahnhof Langenthal
- Bedienung Satellit Wolhusen via Bahnhof Langenthal
- Bedienung Satellit Horw (Sand&Kies AG) via Rothenburg anschliessend auf Strasse

Beim Locoverkehr sind folgende Alternativen denkbar:

- Bedienung Knie auf Strasse
- Bedienung Serviceanlage Personenverkehr auf Strasse
- Bedienung Baudienste SBB auf Strasse
- Bedienung Paket Post auf Strasse
- Bedienung Anschlussgleis Schifffahrtsgesellschaft auf Strasse
- Bedienung Anschlussgleis Seekag (Schotter, Zement, sowie Sand und Kies) auf Strasse

Für Abstellungen muss an geeigneten Orten Realersatz geschaffen werden.

12.3.5. Rechtsgrundlage für Anschlussgleise

Bei einer allfälligen Aufhebung der Güterverkehrsanlagen im Knoten Luzern und somit der Stilllegung der Anschlussgleise, sind etliche Kunden betroffen. Folgende Punkte sind zu beachten:

- AnGG, Art 3: „Die Bahn muss den Anschluss an ihr Netz gewähren, wenn dieser weder Abwicklung und Sicherheit des Bahnbetriebes noch den künftigen Ausbau der Bahnanlagen beeinträchtigt und ein Bedürfnis ausgewiesen ist. Sie darf daran keine unverhältnismässigen Bedingungen knüpfen.
- AnGG, Art 15: „Die Bahn kann die AnG-Vorrichtungen beseitigen lassen wenn Änderungen im Bau und Betrieb der Bahn es erfordern. Kündigungsfrist grundsätzlich 12 Monate.
- Aktuell ist ein Bedürfnis für Schotterverlad sowie Zement- und Ölauslad ausgewiesen. Demzufolge wird es für die SBB „schwierig“ diese AnG vom Bahnnetz abzuhängen. Analog einer Strassenzufahrt zur Liegenschaft bildet auch der Gleisanschluss ein dingliches Recht. Bundesgerichtsurteile bezüglich Kündigung von AnG's mit Bahnverkehr liegen nicht vor.
- Trennt die SBB die AnG's vom Bahnnetz, wird sie nach OR Schadenersatzpflichtig.
- Mit einem allfälligen Wegfall der Bedienung des Knotens Luzern, wird die Zentralbahn vom Güterverkehr abgeschnitten und es ist mit entsprechenden rechtlichen und politischen Auswirkungen zu rechnen. In Horw besitzen die Gemeinde und die Firma Sand + Kies AG ein normalspuriges Anschlussgleis. Beide Privatanlagen schliessen im Bahnhof Horw an das Netz der schmalspurigen Zentralbahn an. Die Strecke Horw – Luzern ist mit einem 3 Schienengleis ausgerüstet und stellt damit eine direkte Anbindung an das Normalspurnetz sicher.

12.3.6. Verträge im Gebiet Seeverlad

Zwischen Stadt, Seekag, SGV und SBB bestehen neun verschiedene Verträge/Vereinbarungen mit unterschiedlichen Inhalten, Laufzeiten, Kündigungsklauseln. Nachfolgend sind sie aufgelistet:

- Landnutzung durch Seekag auf Stadtgebiet (fest bis ca. 2030)
- Landnutzung durch SBB auf Stadtgebiet für Abstell- und Rangiergleise für Schotterwagen (fest bis 2014)
- Diverse Transportkanäle und Abladestationen
- Anschlussgleisvertrag mit Seekag für 3 See-Gleise (Schotter, Kies, Sand), Kündigungsfrist 12 Monate)
- Anschlussgleisvertrag mit Seekag für Zementgleis (Kündigungsfrist 12 Monate)
- Anschlussgleisvertrag mit SGV für Ölumschlag (Kündigungsfrist 12 Monate)

12.3.7. Kommentar zum Güterverkehr

Im Teambahnhof Luzern (inkl. Satelliten) wird eine namhafte Transportmenge umgeschlagen, welche ungefähr dem Volumen von Emmenbrücke und Rothenburg entspricht. Dafür werden bei

der Zufahrt Luzern zwei Trassen pro Stunde und Richtung benötigt. Allerdings ist die Gesamtlänge der Gütergleise zur gesamten Anlage in Luzern eher marginal.

Mit dem Durchgangsbahnhof sind die Standorte im Knoten nicht mehr erreichbar. Das heisst: Die Satellitenstandorte werden über alternative Transportwege bedient und beim Locoverkehr verlagert sich der Verkehr auf die Strasse und daraus resultiert ein Ertragsverlust. Mögliche Konsequenzen sind: Ersatzinvestitionen in neue Cargo-Anlagen, steigende Produktionskosten, Infrastrukturausbauten für alternative Verkehrsführungen möglich, Schadenersatzforderungen bei Kündigung AnG etc.

Das Betriebs- und Produktionskonzept für den Loco- und Transitverkehr für den Horizont „übermorgen“ muss noch detailliert angeschaut werden. Nach dem Abschluss des Rahmenplans Luzern sind die offenen Fragen in einer separaten Studie zu vertiefen.

12.4. Abstellungen und Unterhalt Personenverkehr

Das Abstellen und die Instandhaltung von Fahrzeugen können räumlich miteinander verknüpft werden. Deshalb werden sie in diesen Abklärungen gemeinsam behandelt. Es hat sich gezeigt, dass durch eine integrale Planung dieser Betriebsabläufe kostengünstigere Gesamtlösungen erreicht werden können. Spätestens dem Bau des Durchgangsbahnhofs sind verschiedene Nutzungen an heutigen Standorten aufzuheben und an neue Standorte zu verlegen.

Die Dimension der Anlagen für die Instandhaltung und das Abstellen von Fahrzeugen hängt direkt vom Rollmaterialbestand ab, untergeordnet auch von den technischen Fahrzeugeigenschaften und dem Einsatzgebiete der Fahrzeuge. Die Planungssicherheit ist aufgrund der Nachfrageentwicklung und der politischen Abhängigkeit mengenmässig und vor allem zeitlich grösseren Unsicherheiten ausgesetzt als Infrastrukturbauten. Daraus lässt sich ableiten, dass Ausbaumassnahmen etappierbar und konzeptionell polyvalent nutzbar sein müssen.

Die Aufgabenteilung zwischen dem Projekt Abstellkonzept Schweiz und den Rahmenplänen wird wie folgt geregelt: Das Abstellkonzept gibt den Rahmenplänen die favorisierten Standorte für die Jahre 2020 und 2030 aus dem Finanzmodell bekannt. Dies geschieht unter der Angabe der Anzahl Gleise, der Gleismeter sowie den funktionalen Anforderungen an die Betriebsweise der Anlagen. Liegt der Standort innerhalb des Perimeters des Rahmenplans übernimmt das Team des Rahmenplans die Ausgestaltung sowie Anbindung in das Netz. Kann die Anlage nicht realisiert werden, erfolgt eine Rücksprache mit dem Abstellkonzept.

Die detaillierte Herleitung findet sich im Anhang des technischen Berichts.

12.4.1. Deltabetrachtung Zentralschweiz Horizont „morgen“

Mittels Umläufen haben die verschiedenen EVU's (SBB, BLS und SOB) den Rollmaterialbedarf für die Bahn 2030 ermittelt. Der Bedarf der anderen Nutzungstypen wurde vom Fahrplan 09 übernommen. Anschliessend ist der Bestand mit dem Bedarf an Abstellgleisen für den Zeithorizont 2030 abgeglichen worden. Der Unterbestand wurde in den einzelnen Knoten ausgewiesen.

Standort	Abk.	Anzahl Meter vorhanden für:								Total Bedarf	Total vorhandene Abstellanlagen	Total wegfallende Abstellanlagen	Total nach wegfallende Abstellanlagen	Total Delta
		Zugsverkehr	P-Verkehr	Güterverkehr	Baudienste	Lokab-stellungen	Prod. Depot	Anschluss-gleise	Zirkulations-gleise					
Arth-Goldau	GD	7'986	2'205	510	2'710	280	55	0	645	14'391	14'411	0	14'411	20
Baar	BAA	586	0	0	0	0	0	0	0	586	760	0	760	174
Beinwil a.S.	BW	0	371	0	150	0	0	0	83	604	609	0	609	5
Brunnen	BRU	3'525	0	551	360	240	0	593	225	5'494	5'494	0	5'494	0
Emmenbrücke	EBR	1'091	0	841	131	169	0	877	159	3'268	3'268	0	3'268	0
Erstfeld	ER	5'959	945	1'340	2'225	440	530	0	990	12'429	12'174	2'460	9'714	-2'715
Hochdorf	HO	0	0	431	0	0	0	572	298	1'301	1'561	0	1'561	260
Langenthal	LTH	3'413	0	463	244	63	0	693	35	4'911	5'185	0	5'185	274
Langnau	LN	695	1'330	232	0	0	0	224	164	2'645	2'799	0	2'799	154
Lenzburg	LB	3'015	148	1'445	325	0	0	1'027	827	6'787	7'514	0	7'514	727
Luzern Normalspur	LZ	0	10'233	2'370	915	595	1'702	0	1'040	16'855	15'127	115	15'012	-1'843
Luzern Schmalspur	LZ	0	2'090	140	415	0	0	65	560	3'270	3'425	125	3'300	30
Rothenburg	RBG	2'467	0	1'157	0	0	0	1'745	495	5'864	5'864	0	5'864	0
Rotkreuz	RK	3'335	0	2'820	395	120	0	1'255	775	8'700	9'870	0	9'870	1'170
Sursee	SS	2'935	0	1'437	150	0	0	1'039	390	5'951	5'951	0	5'951	0
Wolhusen	WH	451	0	210	565	0	0	130	118	1'474	1'946	0	1'946	472
Zug	ZG	1'852	4'445	571	314	0	215	574	96	8'067	7'171	281	6'890	-1'177
Total		37'310	21'767	14'518	8'899	1'907	2'502	8'794	6'900	102'597	103'129	2'981	100'148	-2'449

Abbildung 12-05: Alle Teilsysteme: Delta Gleisnutzlänge auf die jeweiligen Knoten aufgeteilt.

In Luzern und Zug fehlen Gleisnutzlängen, um die Züge in der Nacht abstellen zu können. Erstfeld muss in einer Studie detailliert angeschaut werden, da dort wahrscheinlich ein grosser Teil der Gleise nach der Fertigstellung des GBT nicht mehr benötigt werden (Abnahme Güterverkehr und Baudienste/ATG).

12.4.2. Deltabetrachtung Zentralschweiz Horizont „übermorgen“

Mittels Umläufen wurde der Rollmaterialbedarf der verschiedenen EVU's (SBB, BLS und SOB) für den Horizont „übermorgen“ ermittelt. Der Bedarf der anderen Nutzungstypen wurde vom Fahrplan 09 übernommen. Anschliessend ist der Bestand mit dem Bedarf an Abstellgleisen für den Zeithorizont 2050 abgeglichen worden. Der Unterbestand wurde in den einzelnen Knoten ausgewiesen.

Standort	Abk.	Anzahl Meter genutzt für:								Total Bedarf	Total vorhandene Abstellanlagen	Total wegfallende Abstellanlagen	Total nach wegfallende Abstellanlagen	Total Delta
		Zugsverkehr	P-Verkehr	Güterverkehr	Baudienste	Lokab-stellungen	Prod. Depot	Anschluss-gleise	Zirkulations-gleise					
Arth-Goldau	GD	7'986	2'744	510	2'710	280	55	0	645	14'930	14'411	0	14'411	-519
Baar	BAA	586	0	0	0	0	0	0	0	586	760	0	760	174
Beinwil a.S.	BW	0	945	0	150	0	0	0	83	1'178	609	0	609	-569
Brunnen	BRU	3'525	0	551	360	240	0	593	225	5'494	5'494	0	5'494	0
Emmenbrücke	EBR	1'091	0	841	131	169	0	877	159	3'268	3'268	0	3'268	0
Erstfeld	ER	5'959	1'512	1'340	2'225	440	530	0	990	12'996	12'174	2'460	9'714	-3'282
Hochdorf	HO	0	0	431	0	0	0	572	298	1'301	1'561	0	1'561	260
Langenthal	LTH	3'413	2'079	463	244	63	0	693	35	6'990	5'185	0	5'185	-1'805
Langnau	LN	695	2'275	232	0	0	0	224	164	3'590	2'799	0	2'799	-791
Lenzburg	LB	3'015	945	1'445	325	0	0	1'027	827	7'584	7'514	0	7'514	-70
Luzern Normalspur	LZ	0	11'326	2'370	915	595	1'702	0	1'040	17'948	15'127	15'127	0	-17'948
Luzern Schmalspur	LZ	0	2'090	140	415	0	0	65	560	3'270	3'425	125	3'300	30
Rothenburg	RBG	2'467	0	1'157	0	0	0	1'745	495	5'864	5'864	0	5'864	0
Rotkreuz	RK	3'335	0	2'820	395	120	0	1'255	775	8'700	9'870	0	9'870	1'170
Sursee	SS	2'935	2'079	1'437	150	0	0	1'039	390	8'030	5'951	0	5'951	-2'079
Wolhusen	WH	451	0	210	565	0	0	130	118	1'474	1'946	0	1'946	472
Zug	ZG	1'852	5'810	571	314	0	215	574	96	9'432	7'171	281	6'890	-2'542
Total		37'310	31'805	14'518	8'899	1'907	2'502	8'794	6'900	112'635	103'129	17'993	85'136	-27'499

Abbildung 12-06: Alle Teilsysteme: Delta Gleisnutzlänge auf die jeweiligen Knoten aufgeteilt.

In den Knoten Arth-Goldau, Beinwil a.S., Erstfeld, Langenthal, Langnau, Lenzburg, Lenzburg, Luzern, Sursee (Olten) und Zug fehlen Gleisnutzlängen, um die Züge in der Nacht abstellen zu können. Die Unterkapazitäten können am einfachsten über eine Optimierung der Umlaufplanung

erfolgen. Ziel ist die vorhandenen Kapazitäten möglichst ausnützen, was ein Überführen von Fahrzeugen für das Stillager zur Folge hat. Somit ist mit Mehrkosten durch die Erhöhung der Umlaufkilometer zu rechnen. Dennoch werden im Horizont „übermorgen“ in der Zentralschweiz ca. 10 km Gleisnutzlänge fehlen.

Wenn im Horizont „übermorgen“ im Bahnhof Luzern nicht mehr abgestellt werden kann, muss für den Bedarf von 17 km Gleisnutzlänge Ersatzmassnahmen gefunden werden. Die S-Bahnen können an den Endbahnhöfen abgestellt werden. Der Fernverkehr muss weiterhin in der Nähe vom Zentrum abgestellt werden. Evt. könnten die Züge auch in Sursee oder Rotkreuz abgestellt werden – falls der Bahnhof Luzern in seiner heutigen Form in Betrieb bleibt – rund 10 km Gleisnutzlänge fehlen.

12.4.3. Unterhaltsstandort Zentralschweiz Horizont „morgen“

SBB Personenverkehr Operating hat einen Richtplan zu den Instandhaltungsstandorten für die ganze Schweiz erarbeitet und ihren Bedarf an die Anlagen für die nächsten 15 bis 20 Jahre festgelegt. Die Serviceanlage (SA) Luzern hat einen hohen Sanierungsbedarf: zu geringe Hallenhöhe, fehlender Platz zwischen den Gleisen, schlechte Strassenerschliessung, sanierungsbedürftige Gebäudesubstanz, defekte Abwasseraufbereitungsanlage, alte Drehscheiben und schlechte Gleise.

Zukünftig sollen pro Tag bis zu vierzehn Kompositionen des Regionalverkehrs in der SA instand gehalten werden. Gleichzeitig wird der Lok- und Einzelwagenunterhalt stark abnehmen.

Der Personenverkehr SBB möchte mittelfristig den Standort Luzern beibehalten und die Serviceanlage am momentanen Standort belassen. Um den zukünftigen Bedürfnissen gerecht zu werden, müssen die Gleise 243 und 245 in der Halle aufgehoben werden. Als Ersatz soll ausserhalb der Halle auf der Seite Zentralbahn eine neue Halle von 22m Breite und 110m (mind. 90m) Länge erstellt werden. Diese neue Halle wird mit Kränen und Arbeitsbühnen ausgerüstet. Ferner soll ein neuer Standort für die Durchlaufreinigung ein Bereitstellen einer zweiten Komposition für die Verarbeitung in der SA ermöglichen. Damit kann gleichzeitig die Auslastung der Waschanlage verbessert werden, weil die Zufuhr unabhängig der Zuglage erfolgen kann. Ebenso kann die Raddiagnoseanlage optimal vor der Durchlaufreinigung angeordnet werden. Damit können die Züge im gleichen Serviceaufenthalt gereinigt und überprüft werden.

Der zentrale Standort für die Entsorgung der Fäkalien, passt sich optimal in den Ablauf des Depots ein. Die neue Strassenzufahrt zum Depot hat weniger Neigung und durch den Rückbau der Fahrleitung ist der Umschlag erleichtert. Auf die Drehscheibe kann verzichtet werden. Der Verzicht auf die Lokspritzanlage gilt es noch zu prüfen.

12.4.4. Unterhaltsstandort Zentralschweiz Horizont „übermorgen“

Mit der Erstellung des Durchgangsbahnhofs sind die Abstellungen und die Serviceanlage sehr schwer zu erreichen. Das heisst, die Abstellanlagen, Werkstätten etc. werden aus der Stadt verlegt. Ein grosser Teil des heutigen Bahngeländes wird frei. Für die Stadt Luzern eröffnet sich mit dem Durchgangsbahnhof die einmalige Chance, in ihrem Zentrum auf etwa 17 Hektaren Fläche eine neue Stadt mit mehreren tausend Einwohnern und Arbeitsplätzen zu schaffen; vom öffentlichen Verkehr ideal erschlossen, in unmittelbarer Nähe des Sees.

Nach Aussage P-OP müssen folgende Punkte eingehalten werden bei einem Neubau der SA:

- Eine neue Anlage ideal auf die Bedürfnisse abgestimmt werden soll und keine Kompromisse darstellen darf
- In einer künftigen Anlage auch FV-Fahrzeuge instandgehalten werden können müssen
- Die Anlage mindestens 600 m lang sein müsste (2 Gleise mit einer Nutzlänge von 220 m plus Voraufstellung, welche nicht als Abstellgleise gerechnet werden dürfen von ebenfalls 220 m Nutzlänge und dann kommen noch die Gleisharfen hinzu)
- Die neuen Abstellgleise bei der SA auch 400 m Züge aufnehmen können
- Die Abstellgleise zweiseitig ins Netz eingebunden sein müssen
- Lastwagenzufahrt muss vorhanden sein

Die Standortwahl zwischen Luzern und Hübli und Luzern und Rotkreuz, die Streckenkapazitäten zur SA, die geometrische Einbindung in die bestehende Anlage, sowie die Anlagengestaltung sind zu einem späteren Zeitpunkt zu untersuchen.

12.4.5. Kommentar zu Abstellungen und Unterhalt Personenverkehr

Bei den Abstellungen im Horizont „morgen“ sind Unterkapazitäten in den Knoten Luzern, Erstfeld und Zug festgestellt worden. In Luzern besteht die Möglichkeit, die Gleisbelegung neu zu organisieren (geringes Potential) oder die Umläufe zu verändern (Abstellungen in der Peripherie). Bis eine Lösung gefunden wird, wird im Bereich des Güterschuppens und der Rösslimatt eine neue Abstellanlage geplant und diese auch raumplanerisch gesichert. In Zug soll im Bereich nördlich und südlich der Feldstrasse eine Erweiterung der Anlage erfolgen. Sobald die Strategie Bergstrecke bekannt ist, soll der Bedarf für den Knoten Erstfeld definitiv ermittelt werden. Die weitere Vertiefung erfolgt im Abstellkonzept Schweiz.

Der Horizont „übermorgen“ bei den Abstellungen ist in einer separaten Studie zu behandeln. Die einzelnen Korridore sollen vertieft untersucht werden. Anschliessend ist die vorgegebene Stossrichtung zu überprüfen. Falls die vorgegebene Stossrichtung stimmt, sind für die Knoten: Arth-Goldau, Beinwil a.S., Erstfeld, Langenthal, Langnau, Lenzburg, Luzern, Sursee (Olten) und Zug spezifische Studien zu machen. Einerseits soll der Bedarf der einzelnen kontrolliert werden und ob eine Verteilung auf einen nächstgelegenen Bahnhof Sinn macht. Wenn keine zusätzliche Gleisnutzlänge gewonnen werden kann, sind Anlagenerweiterungen aufzuzeigen.

Der Unterhaltsstandort von Personenverkehr Operating wird auch mittelfristig in Luzern sein. Ausserhalb der Halle Seite Zentralbahn soll eine neue Halle von 22m Breite und 110m Länge erstellt werden. Für den Horizont „übermorgen“ ist ein Ersatzstandort zu suchen. Dieser muss bei der neuen Abstellanlage zwischen Luzern und Hübli und Luzern und Rotkreuz sein. Die offenen Fragen sind in einer separaten Studie zu untersuchen.

12.5. Baudienste

In den vergangenen Jahren hat der Verkehr auf den Bahnanlagen massiv zugenommen. Durch höhere Achslasten, längere und zusätzliche Züge sowie höhere Geschwindigkeiten, wurden die festen Anlagen zunehmenden Beanspruchungen ausgesetzt. Dies führte zu einem intensiveren Unterhaltbedarf. Dank der zunehmenden Mechanisierung in der Fahrbahnerhaltung, konnte die

geforderte Qualität und Verfügbarkeit trotzdem sichergestellt werden. Diese mechanisierte Erhaltung mit einem grossen Park an gleisgängigen Maschinen und Wagen, bedingt auch entsprechende Abstellmöglichkeiten ausserhalb der Arbeitseinsätze. Deshalb muss die tatsächliche Verfügbarkeit der zugesicherten Abstellgleise auch langfristig gewährleistet sein.

12.5.1. Szenario Tiefbahnhof als Kopfbahnhof (1. Umsetzungsschritt)

Momentan stehen die Gleise 420, 429, 430, 432, 433, 663, 664, 665, 771, 772 und 773 zur Verfügung. Um längere Anfahrtswege, weniger Abstellmöglichkeiten und dadurch kürzere nutzbare Intervalle zu vermeiden, muss im Horizont „morgen“ wie heute eine Gleisnutzlänge von 915m vorhanden sein.

BU hat heute im Bahnhof Luzern keinen Bedarf mehr. Die neuen Container werden hauptsächlich auf den diversen Baustellen deponiert oder in Arth-Goldau bei der SAT Werkstätte zwischengelagert. Alle Werkzeugwagen sind ausrangiert worden.

12.5.2. Szenario Durchgangsbahnhof (3. Umsetzungsschritt)

Die Funktionen, welche das Baudienstzentrum im Knoten Luzern heute schon ausübt, werden beibehalten.

12.5.3. Szenario Durchgangsbahnhof ohne Halle (5. Umsetzungsschritt)

Die Funktionen, welche das Baudienstzentrum im Knoten Luzern heute schon ausübt, können nicht aufrechterhalten werden. Für diesen Zustand müssen Lösungen gesucht werden.

12.5.4. Kommentar Baudienste

Bevor eine planerische Aussage im Horizont „übermorgen“ gemacht werden kann, muss schweizweit ein Konzept für den Unterhalt der Infrastruktur erstellt werden. Stützpunkte festlegen, Erhaltungskonzepte definieren etc. Sobald dieses gemacht ist, kann über eine Verschiebung der Baudienste im Knoten Luzern diskutiert werden.

12.6. Haltestellen Kreuzstutz und Paulusplatz

Von der Stadt und dem Kanton Luzern werden zwischen dem Bahnhof Luzern und Emmenbrücke zwei neue Haltestellen zur Diskussion gestellt. Die folgende Abbildung zeigt eine mögliche Lage der neuen Haltestellen „Paulusplatz“ und „Kreuzstutz“.

12.6.1. Betriebliche Machbarkeit

Die Überprüfung der Leistungsfähigkeit der Einfahrten in den Bahnhof Luzern ergibt, dass die Stammstrecke pro Stunde maximal 44 Minuten ausgelastet werden darf. Die restlichen 16 Minu-

ten pro Stunde werden benötigt um im Bereich des Vorbahnhofs Querfahrten abwickeln zu können, Wechselbetrieb ermöglichen bei der Zufahrt Luzern etc. Wird im Bereich der Einfahrt zum Bahnhof eine Unterwerfung erstellt, so erhöht sich die Leistungsfähigkeit der Zufahrtsstrecke – auf Grund höherer betrieblicher Flexibilität – auf 58 Minuten pro Stunde.

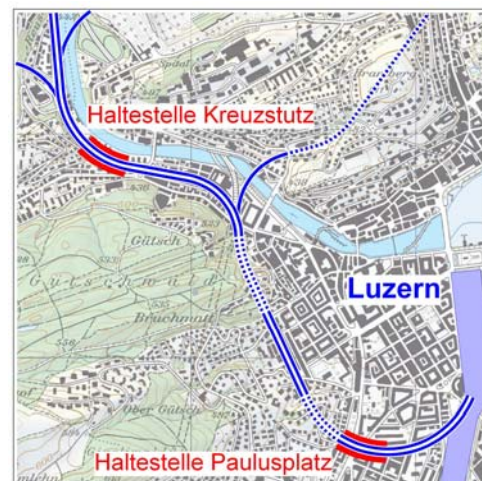


Abbildung 12-07: Lage der neuen Haltestellen Paulusplatz und Kreuzstutz zwischen dem Bahnhof Luzern und Emmenbrücke.

Es ist zu untersuchen, ob die hohe Auslastung der Strecke einen Halt der S-Bahnzüge an den neuen Haltestellen zulässt. Betrachtet werden die betrieblichen Aspekte, sowie die bauliche Machbarkeit.

Die Zugfolgezeit für haltende S-Bahnzüge erhöht sich von 2 auf 3 Minuten. Inkl. Reserve von 10% sind 3.3 Minuten einzusetzen. Betrachtet werden muss nur die Stammstrecke:

Horizont „heute“:	Stammstrecke	$8 \times 2.2' + 11 \times 2.3' + 2 \times 3.3'$	= 48.40 Min
Horizont „1. Umsetzungsschritt“:	Stammstrecke	$6 \times 2.2' + 12 \times 3.3' + 2 \times 3.3'$	= 59.40 Min
Horizont „5. Umsetzungsschritt“:	Stammstrecke	$0 \times 2.2' + 12 \times 3.3' + 0 \times 3.3'$	= 39.60 Min

Ohne Überwerfung stehen 44 Minuten pro Stunde zur Verfügung; mit Überwerfung sind es 58 Minuten. Die beiden S-Bahnhaltestellen lösen den Bau einer Unterwerfung im Einfahrbereich des Bahnhofs Luzern aus im 1. Umsetzungsschritt. Bei einer zur Verfügung stehenden Belegungszeit von 58 Minuten und einem Bedarf von 59.40 Minuten können nicht alle S-Bahnzüge anhalten. Mindestens zwei S-Bahnzüge pro Stunde und Richtung müssen durchfahren.

Im 5. Umsetzungsschritt, Option 1 könnten alle S-Bahnen – ohne dass bauliche Veränderungen nötig sind – an der Haltestelle Kreuzstutz anhalten, da alle Fernverkehrszüge die NBS Tiefbahnhof – Rothenburg benützen. Hingegen kann die Haltestelle Paulusplatz nicht mehr bedient werden, da die Rampe Richtung Tiefbahnhof nördlich vom Paulusplatz abtaucht. Vorbehalten bleibt die Option, dass auch nach der Inbetriebnahme des 5. Umsetzungsschrittes einzelne S-Bahnzüge die Halle benützen.

12.6.2. Bauliche Machbarkeit

Aus geometrischen Gründen kann eine Haltestelle Paulusplatz beim km 93.9 nicht gebaut werden. Soll in diesem Bereich eine Haltestelle gebaut werden, wäre sie in Richtung Heimbach zu verschieben.

Eine Haltestelle Kreuzstutz ist unter Verzicht des dritten Gleises Gütsch – Fluhmühle denkbar. Allerdings geht dabei Kapazität sowie betriebliche Flexibilität verloren.

12.6.3. Kommentar zu den neuen Haltestellen auf dem Stadtgebiet

Der Betrieb der neuen Haltestellen Paulusplatz und Kreuzstutz ist im Horizont 2020 nur möglich, wenn im Bereich der Einmündung der Stammstrecke in den Bahnhof eine Unterwerfung gebaut wird. Die Kosten einer solchen, ganz oder teilweise im Berg liegenden Unterwerfung würden die Kosten für den Bau der beiden neuen Haltestellen um Mehrfaches übersteigen (bei der NBS sind keine Haltestellen möglich, da diese im Tunnel verläuft). Im Horizont „übermorgen“ ist eine Haltestelle Kreuzstutz betrieblich möglich, ohne das zusätzliche bauliche Massnahmen nötig sind bei der Zufahrt Luzern. Allerdings dürfen die Fernverkehrszüge nicht auf der Stammlinie fahren. *Alle betrieblichen Aussagen müssen überprüft werden, damit die fahrplantechnische Machbarkeit nachgewiesen ist.*

12.7. Publikumsanlagen

Die Nachfrage auf vielen Bahnlinien hat in den letzten Jahren dank der Einführung verbesserter Angebote stark zugenommen. Besonders akzentuiert war diese Entwicklung in den Knotenbahnhöfen von Bahn 2000, bei der S-Bahn Zürich sowie bei den übrigen schweizerischen S-Bahn-Systemen. Durch die Erhöhung der Nutzerzahlen, verbunden mit den verschärften zeitlichen Spitzen, stieg der Bedarf an Fussgängerkapazität in den Publikumsanlagen der Bahnhöfe stark an. Ihre hinreichende Dimensionierung ist vermehrt entscheidend für die Funktionsfähigkeit der Anschluss-Systeme von Bahn 2000. Parallel dazu besteht das Bedürfnis, diese attraktiven Flächen noch vermehrt kommerziell zu nutzen und damit den allgemeinen Fahrgastströmen zu entziehen.

Bei der Planung neuer respektive der Anpassung bestehender Anlagen sind diese hinsichtlich der zukünftigen Anforderungen ausreichend zu dimensionieren. Damit kann den Sicherheits- und Komfortbedürfnissen der Benutzer über die volle Nutzungsdauer dieser Anlagen Rechnung getragen werden. Die Interessenabwägung zwischen dem Kapazitätsbedarf für den Bahnbetrieb einerseits, der kommerziellen Nutzung andererseits soll dabei auf transparenter und nachvollziehbarer Grundlage erfolgen können.

12.7.1. Personenhydraulik Horizont „heute“

Kurzfristig werden als zu prüfende Massnahmen in der Halle, unter der Prämisse keine Gleiskürzungen vorzunehmen, vorgeschlagen:

- Beseitigung von Hindernissen (vor allem in den Querschnitten an den Perronenden, mobile Einrichtung im Fussgängerstrom mit Aufenthaltfunktion und Schaffen von Freiräumen auf dem Stirnperron und an den Zugängen zu den Treppen und Ausgängen)
- Verbesserung Infrastruktur entlang „Wunschlinien“ (Ersatz einer oder beider Rolltreppen beim Aufgang West durch breite Treppen oder eine kombinierte Anlage und Verlagerung Kiosk)
- Betrieb (Änderung der Gleisbelegung und betriebliche Dispositionen)
- Kommerzflächen (Optimierung der Lage Kiosk, Stände, Werbung, Anlieferung und Zugang Ost)

12.7.2. Personenhydraulik Horizont „morgen“ und „übermorgen“

Bei der Stossrichtung „Rotsee kurz“ wurde die Publikumsanlage im Tiefbahnhof beurteilt. Bestimmt wurde. Die Perronbreite, die Anzahl der Perronaufgänge etc.. Die weitere Vertiefung soll in der Grundlagenarbeit des Tiefbahnhofs Luzern stattfinden. Dabei soll auch die Zirkulationsfläche und die PU Süd genauer betrachtet werden.

12.7.3. Kommentar zu den Publikumsanlagen

Die Publikumsanlagen in Bahnhöfen sind der Verkehrsträger für den Zugang zum System Bahn, aber auch für die Umsteigewege zwischen den Zügen. In einigen Fällen sind die Bahnhofsanlagen zusätzlich auch Teil des kommunalen Fusswegnetzes. An grösseren Bahnhöfen schliesslich kommen mit einer grösseren Zahl von Anbietern kommerzieller Dienstleistungen weitere Passanten als Fussgänger dazu, welche u.a. das System Bahn nicht nützen. Die Fussgängeranlagen in Bahnhöfen sind auf alle diese Benützer auszurichten. Die Anlagen sind aufgrund der Anforderungen bezüglich Leistungsfähigkeit, Komfort und Sicherheit optimal zu gestalten. Um allen Ansprüchen gerecht zu werden, sind die Dimensionierungen des Tiefbahnhofs Luzern in der Grundlagenarbeit Tiefbahnhof Luzern zu verifizieren.

12.8. Flächenbedarf und Trassesicherung

Einen zentralen Bestandteil des Rahmenplans bildet der langfristig ausgewiesene Flächenbedarf für die Bahnanlagen, welcher durch die so genannte „Interessenslinie“ definiert wird. Sie dient als Basis zur Beurteilung aller angrenzenden Bauvorhaben von Dritten, sowie der Bedürfnisse bezüglich Arealentwicklung seitens SBB Immobilien.

12.8.1. Flächenbedarf Horizont „heute“

In der folgenden Grafik sind die heutigen Gleis- und Betriebsanlagen dargestellt. Die verschiedenen Interessensgebiete sind mit Farbe hinterlegt.

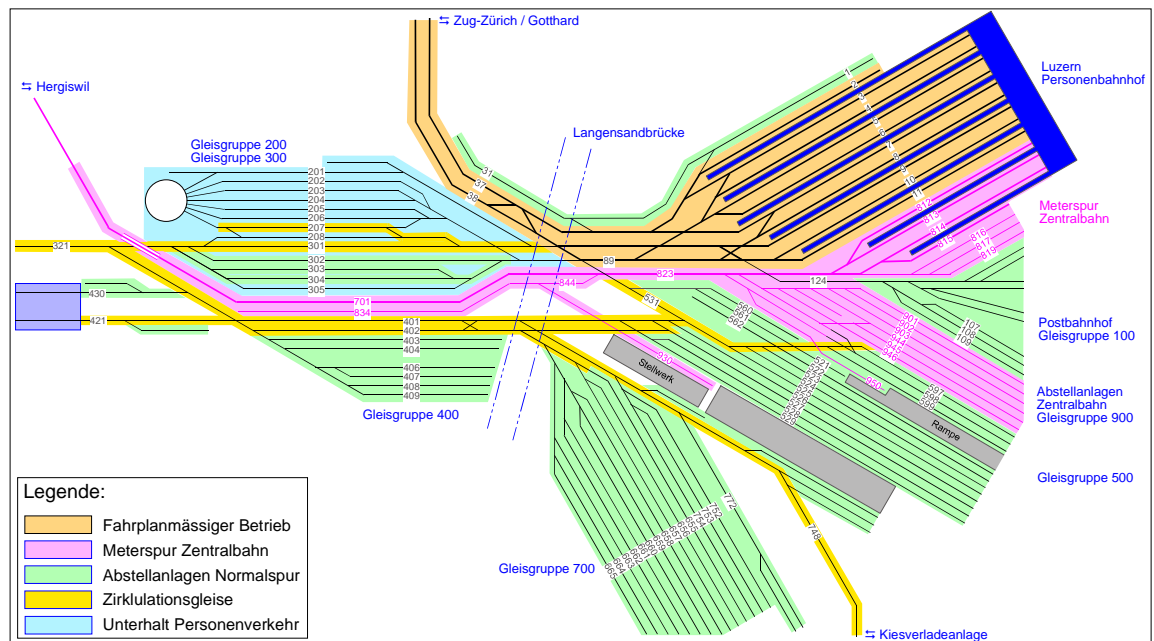


Abbildung 12-08: Flächenzuteilung im Vorbahnhof Luzern. Horizont „heute“.

12.8.2. Flächenbedarf Horizont „morgen“

In der folgenden Grafik sind die Gleis- und Betriebsanlagen dargestellt, sowie die Bezeichnung von Interessensgebieten.

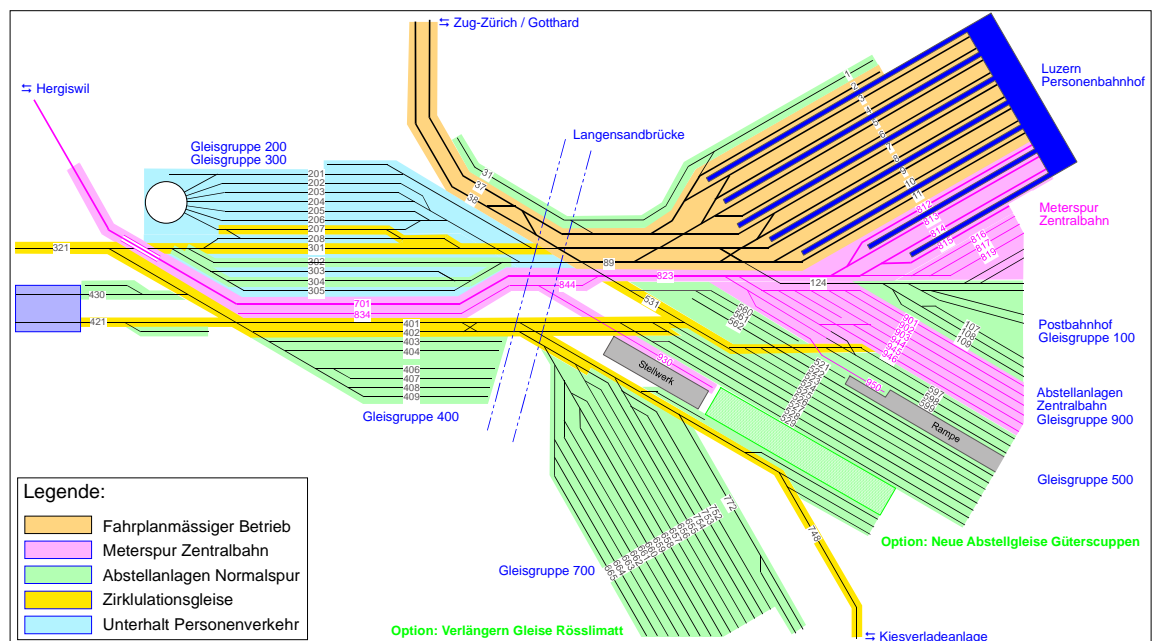


Abbildung 12-09: Flächenzuteilung im Vorbahnhof Luzern. Horizont „morgen“.

12.8.3. Flächenbedarf Horizont „übermorgen“

Zum Flächenbedarf „übermorgen“ sind keine gesicherten Aussagen möglich. Wird der Tiefbahnhof zum Durchgangsbahnhof erweitert und der gesamte Bahnverkehr als Durchmesserlinien geführt, sind oberirdisch, d.h. im Bereich des heutigen Vorbahnhofs – mit Ausnahme der Zentralbahn – keine Bahnanlagen mehr nötig. Schon deswegen nicht, weil sie auf der Schiene nicht mehr erreichbar sind.

Bleibt der Tiefbahnhof jedoch auch im Horizont „übermorgen“ ein Kopfbahnhof, dürften die Bahnanlagen und ihre Nutzung etwa derjenigen des Horizonts „morgen“ entsprechen.

Diese planerische Unsicherheit kann erst beseitigt werden, wenn die (politischen) Entscheide in Bezug auf den Durchgangsbahnhof und seine Nutzung gefällt sind.

13. Ausstehende Arbeiten

13.1. Stand der Arbeiten

Der vorliegende Schlussbericht fasst die Erkenntnisse des Untersuchungsteams zusammen. Ein Rahmenplan ist ein lebendiges Dokument, das entsprechend den Bedürfnissen und Fragestellungen kontinuierlich ergänzt und optimiert wird. Dabei soll jedoch die langfristige, strategische Entwicklung des Knotens nicht grundsätzlich in Frage gestellt werden.

Innerhalb der Arbeiten zum Rahmenplan Luzern wurde die bauliche und geometrische Machbarkeit verschiedener Module durch den Geometer untersucht. Es sind auf Wunsch diverse Pläne im Massstab 1:1000 einsehbar oder bei der PL erhältlich.

13.2. Klärung offener Fragen

Um die Nachhaltigkeit sicher zu stellen, die Aussagekraft zu untermauern und sekundäre Fragestellungen zu untersuchen, sind eine Reihe von Folgeaufträge aus dem Rahmenplan Luzern auszulösen, oder wurden bereits ausgelöst:

- Die kurzfristig, umsetzbaren Massnahmen sind in einer Studie zu vertiefen und der Nutzen ist aufzuzeigen.
- Grundlagenerarbeitung Vorprojekt Tiefbahnhof Luzern; In einer ersten Phase werden Vorarbeiten für eine zielgerichtete Bearbeitung im Vorprojekt geleistet. Dazu werden diverse Aspekte bearbeitet: Linienführung, Zugang zur Bahn etc. Bis spätestens Ende November 2010 muss die Grobkostenschätzung (+/- 30%) vorliegen.
- Das Betriebs- und Infrastrukturkonzept für den Horizont „übermorgen“ der Zentralbahn muss detailliert analysiert werden.
- Das Betriebs- und Produktionskonzept für den Loco- und Transitverkehr beim Güterverkehr für den Horizont „übermorgen“. Insbesondere die Frage der Ver- und Entsorgung der Agglomeration Luzern ist zu klären.
- Bei den Abstellungen sind Unterkapazitäten im Knoten Luzern im Horizont „morgen“ festgestellt worden. Es ist abzuklären im Abstellkonzept Schweiz, wo die Züge in Zukunft während der Nacht abgestellt werden.
- Mit einer Detailstudie sind im Horizont „übermorgen“ bei den Abstellungen, folgende Punkte aufzuzeigen: Korridorbetrachtungen der einzelnen Linien (mögliche Verknüpfungen), neuer Standort SA, geometrische Machbarkeit der neuen Anlagen etc.
- Für die Baudienste ist ein Netzkonzept zu erarbeiten, damit Aussagen über den Standort Luzern gemacht werden können.
- Die Haltestellen Kreuzstutz und Paulusplatz sind im Rahmen der Angebotsplanung Luzern zu vertiefen und die fahrplantechnische Machbarkeit zu untersuchen.
- Mit dem Projekt Umnutzung Erdgeschoss, wird die Personenhydraulik kurzfristig im Bahnhof Luzern verbessert (Projektstart erfolgt). In der Grundlagenerarbeitung Vorprojekt Tiefbahnhof Luzern, wird abgeleitet aus der neuen Anlagenkonzeption (Horizont „mor-

gen“ und „übermorgen“), die veränderten Verkehrsströme untersucht und Lösungen vorgeschlagen. Anschliessend findet eine Abstimmung mit den anderen Verkehrsträgern, der Stadt und dem Kanton statt.

- Nach der Genehmigung des Rahmenplans sind die Interessensgrenzen von der SBB und Zentralbahn zu aktualisieren. Dabei geht es nicht um Schnittstellen den einzelnen EVU's sondern auch darum Dritten gegenüber die bahnbetrieblich notwendigen Areale auszuweisen.

14. Fazit

Das Schienensystem im Raum Luzern hat seine Leistungsgrenze erreicht. Schon eine bescheidene Steigerung des Angebots, löst einen Infrastruktur-Ausbau aus. Es handelt sich um Sprungkosten. Sprungkosten treten immer dann auf, wenn das Reservoir an kleinen und mittleren Massnahmen ausgeschöpft ist, und damit eine grundsätzliche Veränderung der Struktur des Systems unumgänglich wird. Diese Situation ist heute beim Schienensystem des Raums Luzern erreicht.

Letztlich geht es im Raum Luzern darum, einen grossen Schritt zu tun, oder den Schienenverkehr auf dem heutigen Niveau zu belassen, das heisst auf Angebotsverbesserungen zu verzichten.

Mit kleineren, relativ kurzfristig umsetzbaren Massnahmen lässt sich höchstens eine minimale Leistungssteigerung erreichen, wobei das Kosten-Nutzen-Verhältnis sehr ungünstig ist. Damit ist vorgegeben, dass die Leistungssteigerung des Schienennetzes im Raum Luzern einen grossen, ersten Schritt umfassen muss.

Die Analyse der beiden Stossrichtungen „Rotsee lang“ und „Rotsee kurz/Tiefbahnhof“ hat ein klares Resultat zu Gunsten von „Rotsee kurz“ ergeben. Neben den tieferen Kosten spricht vor allem die Option, das Schienennetz im Raum Luzern langfristig grundlegend zu sanieren, eine wichtige Rolle.

Diese Optimierung des Schienennetzes geschieht in fünf Umsetzungsschritten. Dabei hat der dritte Umsetzungsschritt eine zentrale Bedeutung, indem mit ihm der Kopfbahnhof zum Durchgangsbahnhof erweitert wird. Die fünf Umsetzungsschritte sind:

Umsetzungsschritt 1: Bau des Tiefbahnhofs als Kopfbahnhof mit zweispuriger Zufahrt ab Ebikon.

Umsetzungsschritt 2: Kapazitätssteigernde Massnahmen auf Strecke Fluhmühle – Sursee.

Umsetzungsschritt 3: Bau einer Verbindung zwischen Tiefbahnhof und Stammstrecke (Raum Heimbach); der Tiefbahnhof wird zum Durchgangsbahnhof.

Umsetzungsschritt 4: Anschluss der Strecke nach Küssnacht an den Tiefbahnhof

Umsetzungsschritt 5: Neubaustrecke (NBS) zwischen Tiefbahnhof und Rothenburg resp. Sem-pach. Verkehrstrennung Fernverkehr / S-Bahn. Fahrzeitgewinn für Fernverkehr (4 bis 5 Minuten).

Für Bedürfnisse der Zentralbahn, der Baudienste, des Güterverkehrs, für die Abstellungen und den Unterhalt sind für den Horizont „morgen“ erste Lösungsansätze vorhanden. Diese sind zu vertiefen und bezüglich ihrer Aufwärtskompatibilität für den Horizont „übermorgen“ zu überprüfen.

Nach der Inbetriebnahme des Durchgangsbahnhofs verkehren alle, oder doch eine grosse Zahl von Zügen als Durchmesserlinien durch den Tiefbahnhof. Das führt zu einer massiven Entlastung der oberirdischen Anlagen. Diese sind vom Tiefbahnhof her nicht mehr zu erreichen. Nach der Realisierung des Umsetzungsschrittes 4 (Einbindung der Küssnachterlinie in den Tiefbahnhof) besteht die Option, das heutige Bahnareal neu zu nutzen. Voraussetzung ist, dass für alle heute im Vorbahnhof beheimateten Nutzungen an neue Standorte verlegt werden. Ob und wie weit die heutigen Bahnanlagen im Horizont „übermorgen“ noch genutzt werden müssen, resp. genutzt werden sollen, ist erst nach dem Entscheid für oder gegen den Ausbau des Tiefbahnhofs vom Kopf- zum Durchgangsbahnhof definitiv zu entscheiden.