

Inbetriebnahme des Lötschberg-Basistunnels (LBT)

Beat Baumgartner, Biel; Manfred Lörtscher, Bern

Die Inbetriebnahme des Lötschberg-Basistunnels begann im Juni 2006 mit ersten elektrischen Versuchsfahrten. Ab 15. Juni 2007 verkehren erste kommerzielle Güterzüge unter ETCS Level 2 und ab 9. Dezember 2007 wird der Tunnel fahrplanmäßig genutzt werden. Dem voraus gingen umfangreiche Inbetrieb- und Abnahmeanbeiten.

Commissioning of the Lötschberg base tunnel

Commissioning of the Lötschberg base tunnel started in June 2006 with first electric test runs from the south. From 15th of June 2007 heavy good trains will run through the tunnel under ETCS level 2 and from 9th December the tunnel will be fully operated. Before many tests and commissioning works have been performed.

La mise en service du tunnel de base du Lötschberg

La mise en service du tunnel de base du Lötschberg a débutée en juin 2006 avec des trains de test électriques du sud. A partir du 15 juin 2007 le tunnel sera déjà parcouru par des trains de marchandises sous le système ETCS niveau 2. A partir du 9 décembre 2007 le tunnel sera en pleine service selon horaire. A l'avance beaucoup des travaux de mise en service et de recette étaient effectués.

1 Einführung

Die Lötschberg-Basislinie (LBL) führt von Frutigen im Kantonalen nach Raron im Rhonetal. Sie umfasst im Norden den Anschluss an die BLS-Linie und die Umfahrung Frutigen mit dem Tunnel Engstligen, den Lötschberg-Basistunnel sowie im Süden die Rhonequerung und den Anschluss an die SBB-Linie (siehe Bild 1 in [1]).

Das Kernstück bildet der 34,6km lange Lötschberg-Basistunnel (LBT), der aus zwei einspurigen Tunnelröhren besteht, die einen Abstand von rund 40m aufweisen und alle 333m über Querstollen miteinander verbunden sind. Allerdings wurde in der ersten Ausbaustufe der Westtunnel nur auf 27km Länge ausgebrochen und nur im Süden auf 13km und im Norden auf 1km mit der bahntechnischen Ausrüstung ausgebaut. Der Rest des Westtunnels verbleibt vorerst im Rohbau bestehen. Das Bauwerk trägt somit die Spuren eines harten politischen Kampfs um Kostenreduzierung. Der weitere Ausbau in zwei Etappen ist weiterhin möglich und kann ohne Störung des Betriebs erfolgen.

Das Bundesamt für Verkehr (BAV) vertritt den Bund als Besteller des vom Schweizer Stimmvolk am 27. September 1992 und 29. November 1998 beschlossenen Baus von zwei alpenunterquerenden Neuen AlpenTransversalen (NEAT). Der Bund hat die BLS AlpTransit AG, eine Tochtergesellschaft der BLS AG, mit der Erstellung des Lötschberg-Basistunnels beauftragt. Die BLS AG wurde vom Bundesrat als Infrastrukturbetreiberin (ISB) bestimmt und wird ab dem 16. Juni 2007 den Tunnelbetrieb aufnehmen. Vorerst mit einem reduzierten kommerziellen Betrieb vorwiegend mit

fahrplanmäßig verkehrenden Güterzügen, um mit rund 6000 Durchfahrten die Zuverlässigkeit des Zugsicherungssystems ETCS Level 2 zu erproben. Der volle fahrplanmäßige Betrieb wird am 9. Dezember 2007 aufgenommen.

Von 1994 bis 1999 wurden der Sondierstollen Kandertal und die Zugangsstollen Mitholz und Ferden ausgebrochen. Am 19. Oktober 1999 wurde im Fußpunkt Mitholz die erste Sprengung im eigentlichen Tunnelprofil gezündet. Am 28. April 2005 erfolgte der Hauptdurchschlag des Tunnels. Die weiteren Terminmeilensteine für die Ausrüstung des Bauwerks mit der bahntechnischen Ausrüstung können der Tabelle 1 entnommen werden. Der Tunnel wurde in der sehr kurzen Zeit von nur 42 Monaten ab dem Beginn der



Bild 1: Prüfung der in Container eingebauten Bahntechnik-ausrüstung in einer Fabrikhalle in Bern.

Tabelle 1: Meilensteine der Inbetriebnahme des Lötschberg-Basis-tunnels

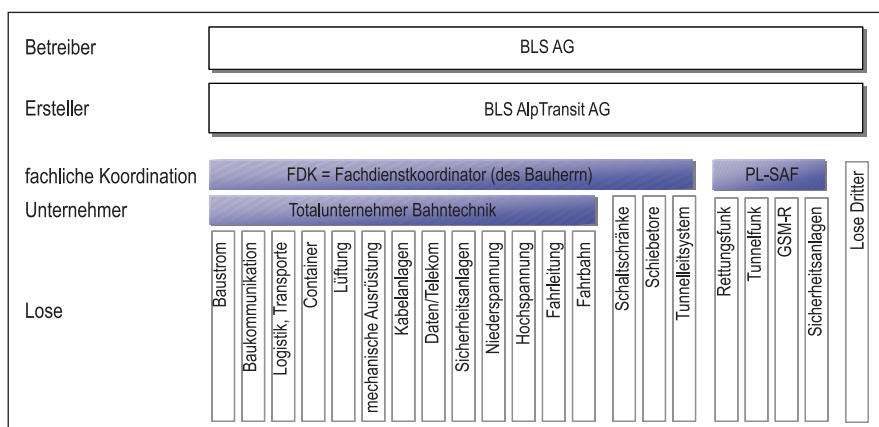
Datum	Meilenstein
Juli 2002	Beginn der Ausführungsprojektierung der Bahntechnik
ab Mitte 2003	Genehmigung der Ausführungsprojekte Detailplangenehmigungen für die verschiedenen Gewerke durch das BAV
Januar 2004	Beginn der Montagen in der Containerhalle in Bern
November 2004	Übernahme des ersten Abschnitts (Weströhre Raron – Löttschen) zur bahntechnischen Ausrüstung
Ende 2005	Abschluss der Montagen, Inbetriebnahmen und Tests in der Containerhalle in Bern
30. April 2006	Bereitstellung des Abschnitts Süd-Ost* zur ersten Teilprüfung
1. Januar 2006	Beginn der Versuchsfahrten in der Zone 3*
Mitte 2006	Gleise Frutigen – Raron durchgehend eingebaut
31. Oktober 2006	Bereitstellung der Abschnitte Nord ¹⁾ und Zufahrt Frutigen zur ersten Teilprüfung
1. Dezember 2006	Beginn der Versuchsfahrten auf der ganzen Strecke*
15. Februar 2007	Beginn der zweiten Teilprüfung der gesamten Bahntechnik
15. März 2007	Beginn des operativen Probebetriebs der BLS AG
14. Juni 2007	Betriebsbewilligung für einen reduziert kommerziellen Betrieb unter ETCS Level 2 vorwiegend mit Güterzügen
9. Dezember 2007	Aufnahme des fahrplanmäßigen Betriebs

* Bezeichnung und Lage der Abschnitte und Zonen siehe Bilder 3 und 6

Vormontagen in Bern bis zur Fertigstellung ausgebaut. Alle geplanten Meilensteine wurden tagesexakt eingehalten.

2 Vormontagen und Vorprüfungen in Bern

Die technischen Anlagen, die sich in den acht Betriebszentralen innerhalb des Tunnels befinden, wurden in 20-

**Bild 2:** Organisation der Erstellergesellschaft und Ausrüstungslose.

Fuß-Edelstahlcontainer installiert. Damit war es möglich, diese Ausrüstungen parallel zu den Rohbau- und Einbauarbeiten im Tunnel zu montieren und zu testen. Dies erfolgte in den Jahren 2004 und 2005 in einer Montagehalle in Bern (Bild 1). Die einzelnen Container wurden entsprechend ihrer definitiven Aufstellung zu Kollektiven zusammengestellt und weitgehend vollständig verkabelt. Durch den Anschluss der Leitstellensysteme und von Mustern der Tunnelausrüstungen konnten die Überwachungs- und Steuerungsfunktionen intensiv und mit dem Vorteil sehr kurzer Interventionswege systematisch getestet werden. Fehler wurden so frühzeitig entdeckt und noch vor Einbringung der Container in den Tunnel behoben.

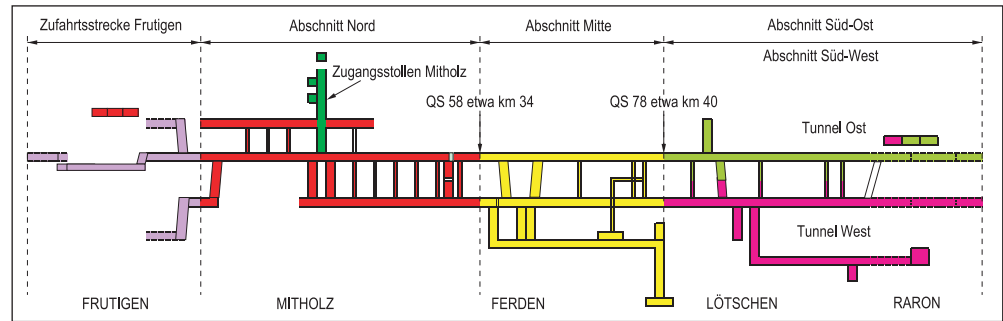
3 Einbau und Inbetriebnahme der Bahntechnik

Die bahntechnischen Anlagen wurden laufend ab Ende 2004 in die vom Rohbauer fertig gestellten Abschnitte eingebaut, wobei gleichzeitig mehrere Ausrüster in einem Einbauabschnitt arbeiteten. Die umfangreiche elektrische Ausrüstung ist in [1] beschrieben. Entsprechend dem Baufortschritt begannen die Einbauarbeiten von Süden her. Die Versorgung der Baustellen im Tunnel erfolgte vorwiegend schienengebunden über die fertigen Gleise ab den Installationsplätzen bei den Tunnelportalen Raron und Frutigen. Weitergehende Informationen zum Einbau der bahntechnischen Ausrüstung und zur Einbaulogistik sind in [2] zu finden. Die Organisation dieser Phase ist in [3] beschrieben.

Unmittelbar nach den Montagen folgte die Phase der Inbetriebnahme der Ausrüstungen, in der die Funktionsfähigkeit und die Betriebsbereitschaft bis zum vertraglich festgelegten Termin überprüft wurden. Diese Phase lag wie der Einbau vollumfänglich in der Verantwortung der Unternehmer. Die Termine wurden im Detail durch den Totalunternehmer ARGE Bahntechnik Lötschberg (TU ABL) geplant. Der TU ABL koordinierte auch die Durchführung aller Fachbereiche (Bild 2) und überwachte den Arbeitsfortschritt. Dabei bewährte sich die sehr gründliche Terminplanung mit über 5000 Vorgängen, in der die Abhängigkeiten der einzelnen Vorgänge und Fachbereiche systematisch berücksichtigt wurden.

Aufgrund der gestaffelten Rohbauübergaben und der sich daraus ergebenden etappenweisen Montagen wurde der Tunnel in sechs Abschnitten in Betrieb genommen. Diese wurden so festgelegt, dass sie funktionsfähige Zonen bildeten, in denen bereits elektrische Versuchsfahrten stattfinden konnten. Ende Mai 2006 wurde der rund 9 km lange Abschnitt Süd-Ost der BLS AlpTransit AG zur Inbetriebsetzung übergeben. Die Abschnitte Süd-West und

Bild 3: Inbetriebnahme-Abschnitte.
 QS Querschlag



Mitte folgten Ende August 2006, der Abschnitt Nord und die Zufahrtsstrecke Frutigen Ende November 2006 und der Zugangsstollen Mitholz Mitte März 2007 (Bild 3).

Während der Inbetriebnahme wurden die einzelnen Werke stufenweise geprüft, von den einzelnen Anlagen in den Betriebszentralen und Tunnelabschnitten bis zum Zusammenspiel des ganzen Tunnelsystems. Voraussetzung für die Prüfung der verschiedenen Fachbereiche waren eine funktionierende 50-Hz-Versorgung und die Datenkommunikation. Diese beiden Bereiche mussten deshalb vorab getestet und eingeschaltet werden. Die zentral zu überwachenden und zu steuernden Anlagen wurden zuletzt in das Tunnelleitsystem integriert.

Um die noch laufenden, weiteren Arbeiten aus Sicherheitsgründen nicht zu behindern, sollte die Oberleitung erst möglichst kurz vor dem Beginn der elektrischen Versuchsfahrten unter Spannung gesetzt werden. Dies widersprach jedoch dem Grundsatz, alle Prüfungen so früh als möglich durchzuführen, um eventuelle Mängel frühzeitig beheben zu können. Um beiden Anforderungen gerecht zu werden, wurden die 15-kV-Anlagen zweistufig geprüft. An den Schaltposten und den Kabelanlagen [1] wurden bereits zu einem frühen Zeitpunkt und noch ohne Anschluss an die Oberleitung Funktions- und Spannungsprüfungen durchgeführt. Erst in einem zweiten Schritt wurde die Oberleitung an die bereits geprüften Einspeisungen angeschlossen und kurz vor den Versuchsfahrten eingeschaltet. Diese Einschaltungen erfolgten unter besonderen Sicherheitsvorkehrungen und erforderten entsprechende Bewilligungen durch das Bundesamt für Verkehr (BAV). Der TU ABL legte vorgängig dem BAV Sicherheitsnachweise zu den baulos- und fachbereichsübergreifenden Themen wie Erdung, Sicherheit gegen elektrischen Schlag und Rückstromführung vor. Diese betrafen neben den direkten zu prüfenden Abschnitten auch die noch im Bau befindlichen Abschnitte in der Nachbarröhre. Das BAV prüfte diese Nachweise und kontrollierte die Anlagen teilweise mit Stichproben vor Ort.

4 Inbetriebsetzung

Mit Beginn der Inbetriebsetzung ging die Verantwortung für die Arbeiten an die BLS AlpTransit AG über. Das Ziel dieser Phase war das Erbringen der Nachweise bezüglich Betriebstauglichkeit und Sicherheit der einzelnen Anlagen sowie des Gesamtsystems, damit die BLS AlpTransit

AG das Werk abnehmen konnte. Ein Teil dieser Nachweise bildet auch einen wichtigen Bestandteil für die eisenbahnrechtliche Betriebsbewilligung, die das BAV der BLS AG als zukünftige Betreiberin des Lötschberg-Basistunnels am 15. Juni 2007 erteilen wird.

Die Inbetriebsetzung wurde im Vorfeld detailliert geplant und in Teilprüfungen aufgeteilt. Während der ersten Teilprüfung wurde die Funktionsfähigkeit der einzelnen Werke ohne integrale Funktionen durch die BLS AlpTransit AG überprüft, zuerst pro Abschnitt und, sobald alle Abschnitte zur Verfügung standen, die Gesamtanlage jedes Fachbereichs. Die Bauherrin stellte damit sicher, dass die Werke für sich funktionsfähig sind und dass sie die vertraglichen Anforderungen erfüllen. Danach wurden alle Werke zum Gesamtsystem integriert, welches in einer zweiten Teilprüfung intensiv getestet wurde. Die dritte Teilprüfung betraf vor allem den operativen Probebetrieb der BLS AG im gesamten Tunnel. Dabei wurden die Prozesse der Betreiberin überprüft und das Personal praktisch geschult. In der dritten Teilprüfung wurde auch nachgewiesen, dass der Betrieb sowohl im Normal- und Erhaltungsbetrieb, als auch im Störungs- und Ereignisbetrieb beherrscht wird. Gleichzeitig erfolgten letzte Mängelbehebungen, Verbesserungen und Optimierungen (Bild 4).

Die statischen Tests konnten ohne fahrende Züge oder mit langsamen Einzelfahrten bis 40 km/h durchgeführt werden. Bei den dynamischen Tests wurde einerseits die Funktionalität der Anlagen im ungestörten und gestörten Betriebszustand getestet, andererseits wurde die gefahrene Geschwindigkeit sukzessive bis zur projektierten Streckengeschwindigkeit erhöht. Die maximale Versuchsgeschwindigkeit betrug 280 km/h.

Für die Inbetriebsetzung wurde eine eigene Projektorganisation geschaffen, die in die bestehende Organisation der BLS AlpTransit AG integriert wurde. Eine Planungs- und Vorbereitungsorganisation schuf die Voraussetzungen für die operative Durchführung der Inbetriebsetzung, indem sie Tunnelbelegungspläne, Detailterminpläne, Checklisten, Fahr- und Einsatzpläne erstellte. Die operative Durchführung bestand aus den Bereichen Sicherheit, Bahnbetrieb, Energieversorgung, Logistik und Messteams/Abschlussarbeiten, die für die termingerechte Umsetzung, Überwachung und Koordination aller Tätigkeiten sowie die Dokumentation der Testergebnisse verantwortlich waren (Bild 5). Der Bereich Sicherheit ist beschrieben in [4].

Die Inbetriebsetzung erfolgte im Vierschichtenbetrieb zu je sechs Stunden, wovon zwei Schichten für Versuchsfahrten und sicherheitsorientierte Prüfungen benutzt wurden. Die anderen zwei Schichten standen für Rest-

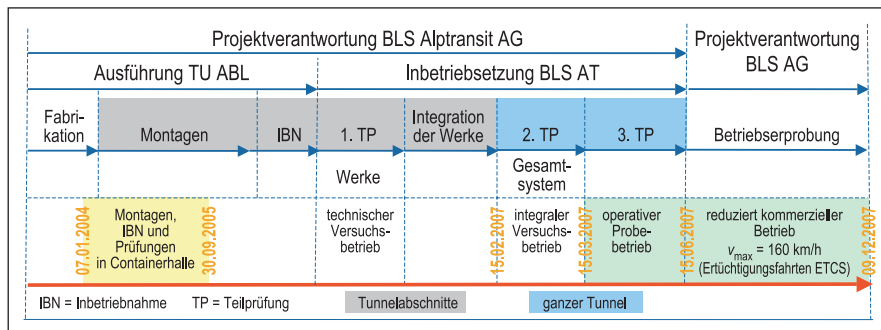


Bild 4: Phasenübersicht.

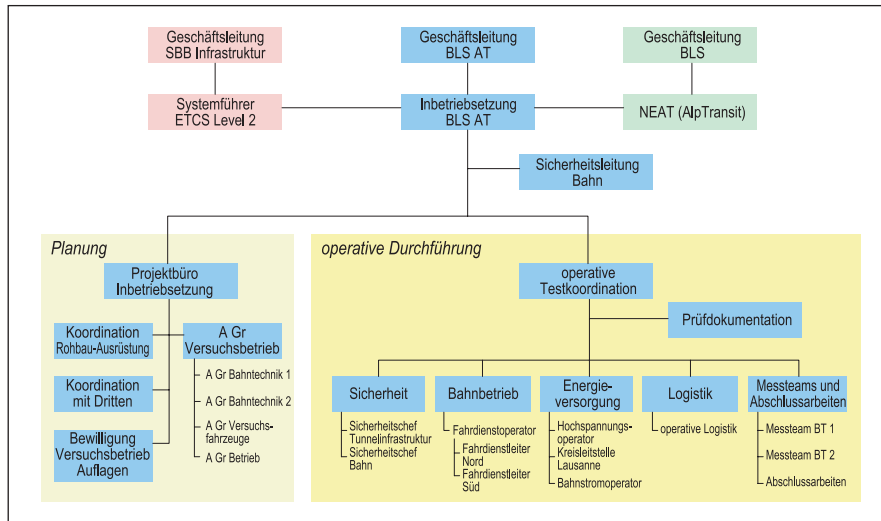


Bild 5: Organisation für die Inbetriebsetzung.

arbeiten, Unterhaltsarbeiten, Mängelbehebungen und Rückbau der Bauprovisorien zur Verfügung.

Die elektrischen Versuchsfahrten begannen am 1. Juni 2006 in der Versuchszone 3, die dem Inbetriebnahmeabschnitt Süd-Ost entsprach. Am 1. Oktober 2006 folgten die Versuchszone 2 und 4 und am 1. Dezember 2006 noch die Versuchszone 1, womit die ganze Basislinie zur Verfügung stand (Bild 6).

5 Freigabeverfügungen der Aufsichtsbehörde

Das BAV entscheidet bei der Plangenehmigung, ob die spätere Inbetriebnahme des Werks einer Betriebsbewilligung

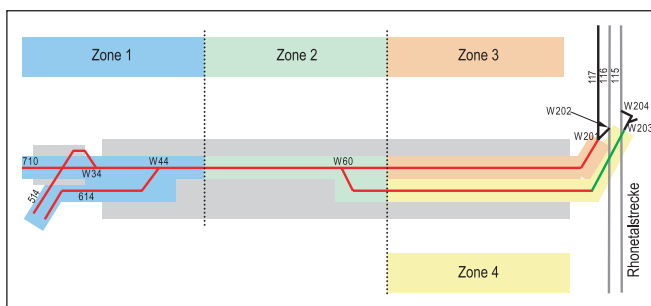


Bild 6: Zonen für die elektrischen Versuchsfahrten.

nach Eisenbahnverordnung [5] bedarf oder nicht. Für den LBT war im Hinblick auf die Komplexität und den Umfang des Werkes sowie neu verwendeter Bahntechnik unbestritten, dass dieses Werk nur mit einer Betriebsbewilligung in Betrieb gehen kann. Eine eisenbahnrechtlich neue Situation für das BAV entstand beim LBT durch die gestaffelte Inbetriebnahme von Tunnelabschnitten bereits für elektrische Versuchsfahrten bis 250km/h Höchstgeschwindigkeit oder gar bis 280km/h Abnahme-geschwindigkeit für Triebzüge, ohne dass bereits entsprechende Sicherheitsnachweise zum Beispiel für die Sicherungsanlagen mit ETCS Level 2 vorlagen. Ähnlich wie schon bei der SBB-Neubaustrecke Mattstetten – Rothrist [6; 7] wurde dabei entschieden, dass vom BAV für die einzelnen Versuchsabschnitte so genannte Freigabe-verfügungen erlassen wurden. Für einen großen Teil der Bahntechnik, das heißt unter anderem Fahrbahn und elektrische Anlagen, bedeutete dies nichts anderes als eine bereits vorgezogene Betriebsbewilligung für diese Fachbereiche. Entsprechend musste die BLS AlpTransit AG vorher die entsprechenden Sicherheits-

nachweise einreichen. Obschon die Streckenabschnitte offiziell noch nicht in Betrieb stehen konnten, wurden die Versuchszüge bereits nach den Schweizerischen Fahrdienstvorschriften gefahren. Damit konnte das Prinzip des Nachweises einer gleichen fahrdienstlichen Sicherheit einfach und vor allem für das Fahrpersonal der Versuchszüge gut nachvollziehbar angewendet werden. Die besonderen Anordnungen, beispielsweise für eine „Rangierfahrt auf der Strecke mit 280 km/h“ (ohne Signalbedienung, da ETCS Level 2 noch nicht geprüft), wurden in einem Handbuch für den elektrischen Versuchs-betrieb lückenlos geregelt.

Voraussetzung für die Freigabe der elektrischen Versuchsfahrten in den einzelnen Versuchsabschnitten (Bild 3 und 6) waren die entsprechenden Freigabe-verfügungen des BAV, basierend auf entsprechenden Gesuchen der BLS AlpTransit AG. Diese Gesuche enthielten jeweils das auf die Versuchs-zonen abgestimmte Handbuch für elektrische Versuchsfahrten, in dem die Durchführung detailliert geregelt wurde, sowie die erforderlichen Nachweise. Ergänzend dazu nahm das BAV jeweils Kontrollen an den Anlagen vor.

6 Ausblick

Am 15. Juni 2007 wird durch das BAV die eisenbahnrechtliche Betriebsbewilligung für einen reduziert kommerzi-

ellen Betrieb unter der Verantwortung der BLS AG erteilt. Dieser dauert bis zum Fahrplanwechsel am 9. Dezember 2007. In dieser Zeit sollen rund 6000 Ertüchtigungsfahrten für das Zugsicherungssystem ETCS Level 2 mit kommerziellen, vorwiegend Güterzügen, sowie Versuchsfahrten zum Sicherheitsnachweis ETCS Level 2 Streckengeschwindigkeit von 160 km/h bis 250 km/h absolviert werden.

Über die Durchführung und Ergebnisse verschiedener Abnahmeprüfungen und -messungen wird in späteren Aufsätzen berichtet.

Literatur

- [1] Lörtscher, M.; Fehlbaum, J.; Furrer, P.; Glanzmann, H.; Jordi, M.; Keller, P.; Märki, M.; Muff, B.; Schippel, H.; Suter, T.: Elektrische Ausrüstung des Lötschberg-Basistunnels. In: Elektrische Bahnen (105) 2007, H. 6.
- [2] Zuppiger, J.; Orsenigo, V.: Bahntechnik im Lötschberg-Basistunnel. In: Der Eisenbahningenieur, 2004, H. 8, S. 32–39.
- [3] Orsenigo, V.; Strobl, W.: Die Bahntechnik Lötschberg: 50% der Ausrüstung eingebaut. In: Der Eisenbahningenieur, 2005, H. 2, S. 30–37.
- [4] Orsenigo, V.; Chappuis, F.: Lötschberg-Basistunnel – Fertigstellungsarbeiten und Testfahrten. In: Der Eisenbahningenieur, 2006, H. 12, S. 24–31.

[5] Verordnung über Bau und Betrieb der Eisenbahnen (Eisenbahnverordnung [EBV]) vom 23. November 1983 (Stand am 9. Dezember 2003). SR 742.141.1.

[6] Lörtscher, M.; Baier, HP.; Lauber, J.; Meuli, M.; Münster, M.; Schwander, R.; Winter, H.: Elektrische Anlagen auf der Neubaustrecke (NBS) Mattstetten – Rothrist der SBB. In: Elektrische Bahnen 102 (2004), H. 12, S. 515–531.

[7] Lörtscher, M.; Hayoz, P.; Lauber, J.; Schwendimann, M.; Voegeli, H.; Wüest, O.: EG-Prüfung nach TSI Energie und weitere Sicherheitsnachweise auf der Neubaustrecke (NBS) Mattstetten – Rothrist der SBB. In: Elektrische Bahnen 102 (2004), H. 12, S. 532–546.

Die Literaturstelle [5] kann unter www.admin.ch/ch/d/sr/sr.html oder unter www.admin.ch dann weiter mit „BK Bundeskanzlei“ (links auf dem Bild) und „Systematische Rechtssammlung“ (rechts), schließlich SR-Nummer eingeben, eingesehen und heruntergeladen werden.



Dipl.-El.-Ing. ETHZ Beat Baumgartner (47), Studium Elektrotechnik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich bis 1985, 1991 bis 2001 Projektleiter in Energie- und Verkehrsprojekten bei der Ingenieur-Unternehmung AG Bern, seit 2001 selbständiger Berater, 2002 bis 2007 Mandat als Leiter Planungskoordination beim Totalunternehmer ARGE Bahntechnik Lötschberg TU ABL (bestehend aus den Firmen Implenia Bau AG und Rhomberg Bahntechnik AG).

Adresse: BBplus, Karl Neuhaus-Strasse 6,
2502 Biel/Bienne, Schweiz;
Fon: +41 79 7587636, Fax: +41 32 3293881,
E-Mail: b.j.baumgartner@bluewin.ch



Dipl.-El.-Ing. ETHZ Manfred Lörtscher (60), Studium Elektrotechnik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich bis 1971; 1985 bis 2000 Leiter Elektrische Anlagen bei den Schweizerischen Bundesbahnen in Zürich; seit 2000 Leiter Elektrische Anlagen beim Bundesamt für Verkehr (BAV).

Adresse: Bundesamt für Verkehr, 3003 Bern,
Schweiz;
Fon: +41 31 32-35504, Fax: -41248;
E-Mail: manfred.loertscher@bav.admin.ch