

# Umbau des Bahnhof Spiez

Autor(en): **Graber, U. / Schär, B. / Schweizer, B.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **117 (1999)**

Heft 38

PDF erstellt am: **06.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79789>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

U. Graber, B. Schär, B. Schweizer, B. Furrer, Bern, H.-P. Wyss, Burgdorf, V. Gnehm, Thun

## Umbau des Bahnhofs Spiez

**In den vergangenen sieben Jahren wurden die Anlagen des Bahnknotenpunkts Spiez von Grund auf erneuert. Eine Auswahl an Besonderheiten bei Planung, Vermessung, Um- und Neubau ist Gegenstand des folgenden Beitrags.**

Mit der Eröffnung des umgebauten Bahnhofs am 25. September 1999 setzt die BLS den Schlusspunkt unter das Projekt «Ausbau der Lötschberglinie auf durchgehende Doppelspur», das 1977 von den eidgenössischen Räten bewilligt worden war. Der komplexe Umbau ist innerhalb der zeitlichen und finanziellen Vorgaben unfallfrei fertiggestellt worden.

### Allgemeines zum Umbau

Die BLS hat die Chance, eine Bahnanlage von Grund auf zu bauen oder zu erneuern, wahrgenommen. Sie hat alles daran gesetzt, über die selbstverständlichen Merkmale bezüglich Kundenfreundlichkeit, Sicherheit und Leistungsfähigkeit hinaus auch durch ein kohärentes und gutes Erscheinungsbild höheren Anforderungen zu genügen.

Im Rahmen der Planungssitzungen rief die Bauherrschaft die beteiligten Architekten und Ingenieure regelmässig zur Abstimmung des Erscheinungsbildes zusammen. An diesen Besprechungen nahmen auch die Gemeindebehörden teil, so dass die Akzeptanz des Projekts bei den Behörden verbessert und Widerstände gegen das Projekt schon vor der Durchführung des Bewilligungsverfahrens weitgehend ausgeräumt werden konnten.

An diesen Sitzungen stellten die Planer ihre Projektideen vor. Nebst der Bereinigung der technischen wurden auch die gestalterischen Schnittstellen angepasst.

### Publikumsanlagen

Publikumsanlagen umfassen als Oberbegriff alle, vordergründig dem Publikum dienenden Anlageteile. Die Perrons als Schnittstelle zwischen den festen Anlagen und dem Zug wurden durch die Zuglänge von knapp 500 m und die Gleisabstände definiert. Die Einsteighöhe ist variabel. Aus Komfortgründen wurde diese in Spiez mit 55 cm über der Schienenoberkante gewählt. Aus Rücksicht auf die Höhenlage

des bestehenden und schutzwürdigen Bahnhofgebäudes beschränkten wir uns beim Perron 1 auf eine Höhe von 35 cm. Durch das Perrondach mit Doppelstützen werden die Flächen in eine zentrale Wartezone und zwei Umsteigezonen entlang der Gleise unterteilt. Anstelle der üblichen Schwarzbeläge entschied man sich für den gefälligeren und bezüglich Nachrüstung flexibleren Belag aus Betonverbundsteinen. Diese Belagssorte findet sich auch auf allen Fussgängern vorbehaltenen Flächen, was sie von den anderen Verkehrsflächen optisch abgrenzt.

Die langen Perrons sind grosszügig überdacht, und mit den drei weit auseinanderliegenden Perronzugängen wird eine gute Verteilung der Reisenden über den ganzen Perron erreicht, was sich positiv auf die Zugwechselrate (Umsteigezeit) auswirkt. Zur Optimierung der Verkehrsflüsse wurde zusätzlich zur behindertengerecht ausgestalteten Personenunterführung (Bild 1) eine Passerelle erstellt.

Zur Information der Reisenden wurde ein modernes Fahrgastinformationssystem eingerichtet. Dieses umfasst eine vom Leitsystem direkt angesteuerte Zugzielanzeige, Monitore, die Informationen über den Zuglauf vermitteln, eine ebenfalls vom Leitsystem angesteuerte Lautsprecheranlage und die bereits seit langem als selbstverständlich empfundenen Sektoren- und Gleisanschriften in Verbindung mit Wa-

genstandszeigern und Fahrplänen in Plakatform.

Der Bahnhof Spiez verfügt zudem als einziger im Berner Oberland über ein grosszügiges Angebot von Autoabstellplätzen. In einem dreigeschossigen, unterirdischen Parkhaus westlich des Bahnhofgebäudes werden 201 Parkplätze angeboten. Zwischen Parkhaus und Perronzugang besteht ein unterirdischer Verbindungsgang. Damit werden dem Kunden direkte und witterungsgeschützte Wege angeboten. Ferner werden 500 Zweiradabstellplätze angeboten, die dezentral bei allen Zugängen angeordnet sind (Bild 2).

### Hochbauten

Der Bahnhof Spiez ist eine Drehscheibe des öffentlichen Verkehrs im Berner Oberland. Hier kreuzen sich die Linien Bern-Brig und Zweisimmen-Interlaken. Er hat deshalb eine zentrale Aufgabe für den Unterhalt der Bahnlinien. Bisher waren die Unterhaltsstützpunkte der einzelnen Dienste nicht nur über das ganze Bahnareal verstreut, sie befanden sich auch in einem desolaten Zustand. Eine rationelle Arbeitsvorbereitung war mit diesen unzeitgemässen Werkstätten nicht möglich. Bereits zu Beginn der Ausbauarbeiten wurde deshalb am Lötschbergplatz ein Neubau mit einem umbauten Raum von 25 000 m<sup>3</sup> für die Baudienste des Gleisbaus und der Stellwerktechnik erstellt.

Neben dem Bahnhof bestand ein zweigeschossiges Dienstgebäude, das den Lokomotivführern, dem Zugbegleit- und dem Rangierpersonal als Garderobe und

1  
Neue Personenunterführung



Aufenthaltsraum diene. Aus Ortsbildschutzgründen (das Bahnhofgebäude und die Lage sind im ISOS-Verzeichnis als schützenswert deklariert) konnte ein Stellwerkneubau nur an dieser Stelle platziert werden. Formal übernimmt das Gebäude die Sprache des Bahnhofgebäudes in einer moderneren Form. Die respektablen Abmessungen werden durch die Integration in die Gesamtanlage über Perrondach und Passerelle gemildert.

**Planung**

**Projektmanagement**

Die BLS Lötschbergbahn AG verfügt für den Bau, den Unterhalt und die Wartung ihrer umfangreichen Anlagen über eine Bauabteilung, die alle Disziplinen wie Ingenieurbau, Hochbau, Fahrbahn, Sicherungsanlagen, Stromversorgung und Kommunikation abdeckt. Nebst dem Engineering verfügt sie aber auch über Bau- und Wartungsteams, die kleinere Objekte selbstständig ausführen und grössere begleiten und beaufsichtigen können. Mit diesen personellen Ressourcen kann ein umfangreiches Spezialwissen erarbeitet und gepflegt werden.

Für die Planung und den Bau des Bahnhofs Spiez konnten denn auch mit dieser Mannschaft viele Planungsschritte in der Linienorganisation des Unternehmens realisiert werden. Die Projektierung und Ausführung erfolgte nur soweit nötig durch eigene Fachkräfte. Für umfangreiche Arbeiten wurden externe Planer und Unternehmungen aufgrund von Arbeitsausreibungen gemäss dem Bundesgesetz über das öffentliche Beschaffungswesen beigezogen. Mit dem Hinweis auf die Projektorganisation des Bauherrn sollen die Vorteile eines Teamworks zwischen Bauherr und Projektverfasser hervorgehoben und dem extremen Prinzip der «Privatisierung der Planung» entgegengewirkt werden. Eine effiziente Bauweise ist nur dadurch zu erreichen, dass der Bauherr dem Planer und Projektverfasser die Vorgaben und Pflichten für die Ausrüstung vor Auftragserteilung umfassend vorlegen kann, die Erfahrungen aus dem Produktionsprozess und dem Unterhalt klar und präzise einfließen lässt und den Weg durch die betriebsinternen Abläufe ebnet.

Dem Gesamtleiter standen verschiedene Organe zur Abwicklung des komplexen Auftrags zur Verfügung:

▪ **Konzeptgruppe:** Die Konzeptgruppe bestand im Wesentlichen aus Mitgliedern der Unternehmensleitung, Vertretern der künftigen Betreiber und der Projektleitung. Sie bearbeitete konzeptionelle und



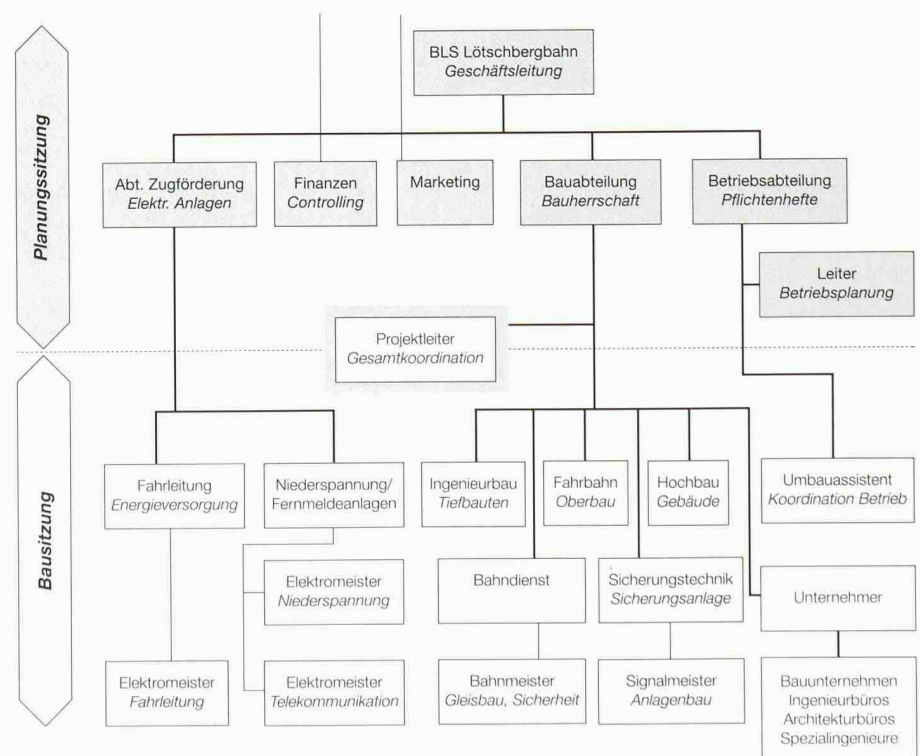
2  
Perron, Passerelle und Stellwerk von Osten

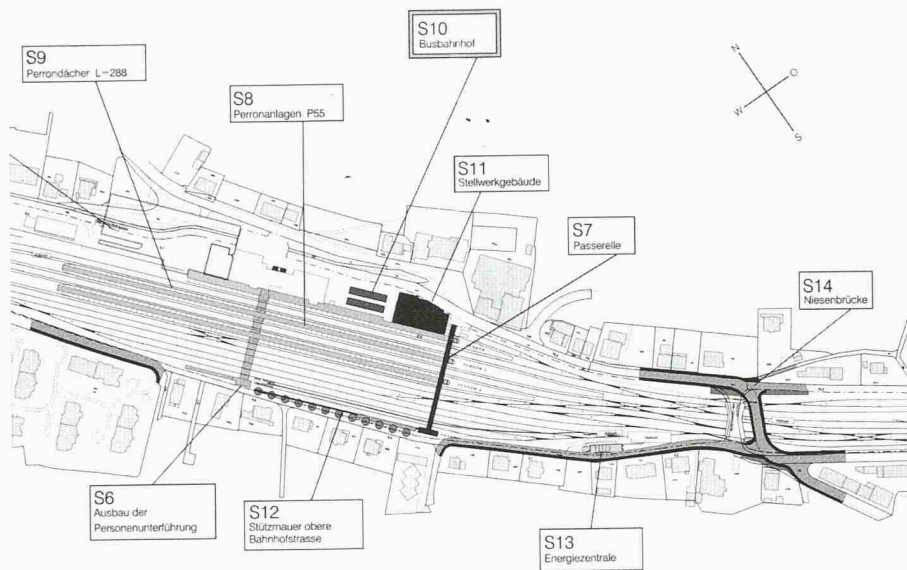
grundsätzliche Fragen und führte sie zur Entscheidungsreife.

▪ **Planungssitzung:** Die Planungssitzung umfasste die Versammlung der Fachbereichsleiter; in diesem Organ wurden die eigentlichen Planungsarbeiten unter Beizug interner und externer Planer erbracht.

▪ **Bausitzung:** Die Bausitzung war das leitende Organ während der Ausführungsphase. Je nach Arbeitsschwerpunkt wurde der Teilnehmerkreis erweitert oder eingeschränkt. Durch die bewusste Wahl einer kleinen Gruppe von Fachleuten konnten die Leistungen sehr effizient erfüllt werden.

3  
Projektorganisation





4

Ausschnitt aus dem Masterplan

In der über 10 Jahre dauernden Planungs- und Realisierungszeit waren für die Gesamtleitung nebst dem Projektleiter ein Bauleiter und ein Umbaukoordinator für betriebliche Belange zuständig. Sie erfüllten ihre Aufgaben im Teilzeitamt (maximal 50%-Stelle). Alle anderen Mitarbeiter erbrachten ihre Leistungen zusätzlich zum übrigen Aufgabenbereich in der Linie (Bild 3).

### Masterplan

Vor Baubeginn existierten keine zusammenhängenden Planwerke über das Baufeld, die als Grundlage hätten verwendet werden können. Im Bereich des Bahnhofspiez war die Neuvermessung noch nicht erfolgt. Bahn, Gemeinde und die Landestopographie verfügten über unterschiedliche Vermessungsdaten, die mit grossem Aufwand in Übereinstimmung zu bringen waren. Die Bauherrschaft entschied sich deshalb schon in einem sehr frühen Zeitpunkt für ein neues Planwerk als Grundlage für das Gesamtprojekt. Unter Beizug eines Ingenieurbüros erarbeitete in der Folge der Vermessungsdienst einen Grundlagenplan, der die elektronische Bearbeitung auf allen Stufen ermöglichte. Dieses Planwerk wurde für die Bewilligungsakten zu einem «Masterplan» verdichtet. Er umfasste alle für die Bewilligungsverfahren und die Information der Betroffenen erforderlichen Bauobjekte in verschiedenen Schichten. Er konnte in der Folge selektiv und in beliebigen Massstäben ausgedruckt zur Weiterbearbeitung verwendet werden. Die wichtigsten Anwendungen waren:

- Gleisprojekt (Topologie und Geometrie)

- Fahrleitungsprojekt
- Entwässerung
- Sicherungsanlagen (Zweischienenplan, Anordnung der Elemente)
- Kabelschutzanlagen

Damit gelang es, den Planungsablauf und die Planerstellung durch die elektronische Bearbeitung von der Aufnahme bis zur Erstellung zu rationalisieren (Bild 4).

### Vermessung

#### Fixpunktnetz

Das Lagefixpunktnetz der BLS entspricht grundsätzlich dem Netz der schweizerischen Landesvermessung. Um aber nicht Zwänge vom Landesnetz ins Bahnnetz zu übernehmen, erfolgte die Ausgleichung frei.

Da beim Ausbau des Bahnhofspiez von Anfang an klar war, dass der elektronische Datenfluss von der Erfassung der Grundlagedaten bis zur Absteckung der Gleisanlage gewährleistet sein musste, wurde das folgende Fixpunktzept gewählt:

- Ein primäres Fixpunktnetz, das mit GPS erstellt wurde und im Wesentlichen für die Aufnahme der bestehenden Gleisanlagen diente. Die Berechnung der Koordinaten erfolgte mit dem Ausgleichsprogramm LTOP des Bundesamtes für Landestopographie.
- Ein sekundäres Fixpunktnetz, bei dem auf die Zweckmässigkeit für die Absteckung der Bauwerke und Gleisanlagen geachtet wurde.

### Aufnahme und Definition der bestehenden Anlage

Bei der Projektierung von Gleisanlagen, die eine komplette Änderung der bestehenden Anlage unter vollständiger Aufrechterhaltung des Zugbetriebs bedeuten, sind genaue und informative Planunterlagen unerlässlich. Die Pläne müssen Informationen über Gleise, Weichen, Signale, Masten, Gebäude, Perrons, ober- und unterirdische Werkleitungen und andere Kunstbauten enthalten. Alle diese Informationen wurden mit vollautomatischen Präzisionstachymetern mit Millimetergenauigkeit erfasst. Die Berechnung der Koordinaten und Höhen der Detailpunkte erfolgte im Büro. Die so gewonnenen Informationen wurden in einer Datenbank abgelegt, um der anschliessenden Projektierung und der Erstellung des Masterplans zu dienen.

### Gleisprojekt

Die Forderungen der BLS nach Konfliktfreiheit/Umsteigefreundlichkeit und hoher Ausbaugeschwindigkeit bei der Realisierung des Umbaus führt auf der gesamten Länge zu Randbedingungen, die in der Projektierungsphase der Gleisanlage mitberücksichtigt werden sollen.

- **Geschwindigkeit:** innerhalb der Einfahrsignale im Bereich des Bahnhofspiez und den Streckengleisen und den dazugehörigen Weichenverbindungen eine Geschwindigkeit von  $V_{R,max} = 65$  km/h (max. Geschwindigkeit der Zugreihe R) gefahren werden können.

- **Überhöhung:** Die Projektierung der gesamten Gleisanlage soll ohne Überhöhung erfolgen, dies führt zu einer baulichen und betrieblichen Vereinfachung im Bereich der Weichenverbindungen.

- **Radius:** Bei der Definition der Horizontalgeometrie in den Streckengleisen soll der Radius von  $R = 420$  m nicht unterschritten werden. Dieser Radius kann mit  $V_{R,max} = 65$  km/h ohne Gleisüberhöhung befahren werden.

- **Vertikalgeometrie:** Die Vertikalgeometrie der Gleisanlage soll im Bereich des Bahnhofspiez in einer horizontalen Ebene definiert werden, da Steigungen bzw. Gefälle der Gleise im Perronbereich und in Abstellanlagen unerwünscht sind.

### Projektierung

Aufgrund der aufgenommenen Gleisachspunkte wurden unter Berücksichtigung der geometrischen Grundlagen und der fahrdynamischen Randbedingungen die neuen Gleisachsen mathematisch fest-



5

Montage der neuen Passerelle in der Nacht (Bild: G. Lauper, Spiez)

gelegt. Diese Geometrien beschreiben die Gleise in der Lage, Höhe und Überhöhung im Koordinatensystem.

Die Hauptgleise wurden als Achsen mit deren Gleisstationierung verwaltet. Diese Achsen dienen wiederum als Grundlage zur Definition der Längenprofile.

**Neue Gleisversicherung**

Für den Bau und Unterhalt der Gleisanlagen ist entlang des Trassees ein Rückversicherungssystem notwendig, von dem aus jederzeit die theoretische Gleislage kontrolliert und rekonstruiert werden kann. Rechtzeitig für den Ausbau des Bahnhofs Spiez hatte die BLS beschlossen,

das neue Gleisversicherungssystem (NGV) einzuführen. Neben wirtschaftlichen Vorteilen sind damit die Voraussetzungen für eine qualitativ gute Gleislage gegeben. Da sowohl für die vermessungstechnische Verwendung der Gleisversicherungsbolzen wie auch für die Abnahme der Soll-Gleislage durch die Laser-Steuerung der Gleisrichtmaschinen mit elektro-optischer Distanzmessung gearbeitet wird, sind die Bolzen so konstruiert, dass die Messprismen direkt aufgesetzt werden können. Montiert wurden die rund 300 Bolzen an Fahrleitungsmasten, Stützmauern und Perronrandwinkeln. Da die NGV auch in Zukunft gleichzeitig als sekundäres Fixpunktsystem verwendet wird, wurden die

Messungen analog dem Primärsystem nach der Methode der kleinsten Quadrate mit LTOP ausgeglichen.

**Absteckungsarbeiten**

Gleisbau: In der Ingenieurvermessung und insbesondere in der Bahnvermessung nehmen die Absteckungsarbeiten infolge erhöhter Genauigkeitsanforderungen eine wichtige Stellung ein. Erste Voraussetzung für diese Genauigkeit ist ein zwangsfreies Fixpunktnetz, das durch das oben erwähnte sekundäre Netz gegeben war.

Für den Gleisbauer wurden die Axen der neuen Gleise in Lage und Höhe abgesteckt und versichert. Beim Weicheneinbau war stets auch der Vermessungsdienst der BLS anwesend, um die einzubauenden Weichenteile millimetergenau zu platzieren. Diese Methode erfreute sich bei den Gleisbauern sofort grosser Beliebtheit, da bei den Kramparbeiten kaum noch Lagekorrekturen anzubringen waren und somit die Grundgeometrie der Weichen nicht mehr beeinträchtigt wurde. Die neu erstellten Gleisabschnitte wurden mittels freier Stationierung in Lage und Höhe kontrolliert. Die dabei ermittelten Differenzmasse dienen der Gleisrichtmaschine als Korrekturwerte für den nächstfolgenden Arbeitsgang.

Dokumentation der Gleisgeometrie: Zur Dokumentation der Gleisachse wurde ein Gleisversicherungprotokoll erstellt. Es beschreibt die Gleisachse in Lage und Höhe und die Überhöhung sowie den Bezug zwischen der Achse und den Gleisversicherungen (Horizontal- und Vertikalabstiche).

Die Information des Gleisversicherungprotokolls wird ausserdem elektro-

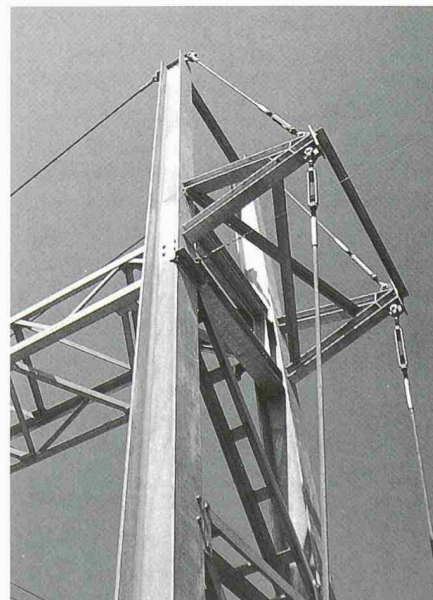
6

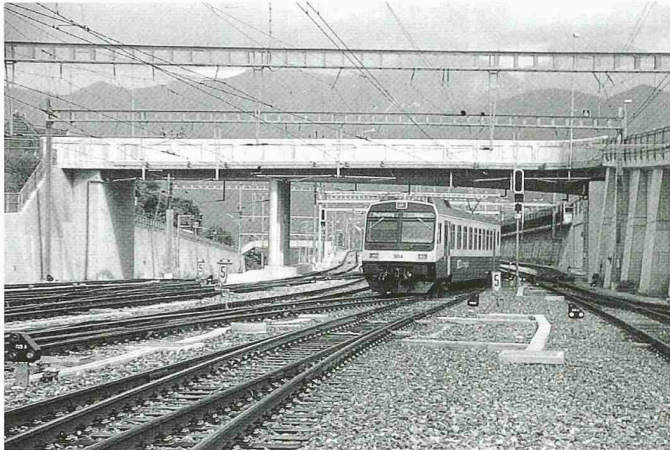
Fertig montiertes Joch. Links der überspannte Kragteil, rechts der Einhängeträger



7

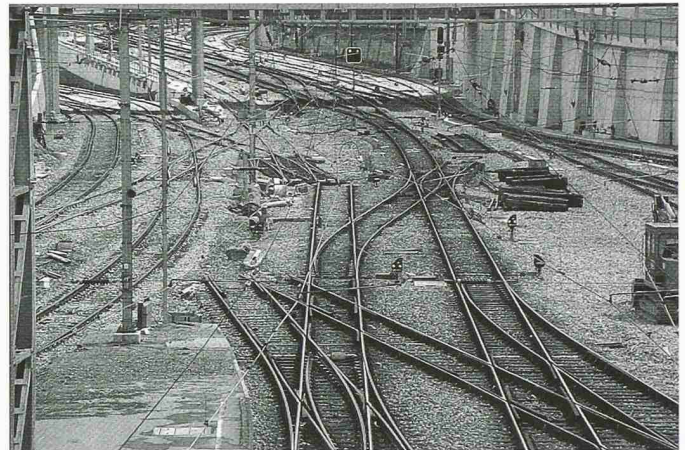
Rahmenecke des Jochträgers. Die Verbindung zwischen Stützen und Kragarm ist mit Zugstäben überspannt





8

Die neue Niesenbrücke (Bild: G. Lauper, Spiez)



9

Gleisumbau Osteinfahrt (Bild: G. Lauper, Spiez)

nisch so aufgearbeitet, dass sie von den Nivellier-Richt-Stopfmaschinen interpretiert werden kann und damit eine vollautomatische Gleisstopfung ermöglicht.

### Ausführungspläne

Nach Abschluss der Arbeiten der jeweiligen Bauphasen wurden die Projektpläne zu Ausführungsplänen aufgearbeitet. Die notwendigen Detailaufnahmen der Objekte konnten dank seit Baubeginn unverändert gebliebenem Fixpunktnetz (NGV) sehr effizient durchgeführt werden. Ein ausgeklügeltes Planverwaltungssystem, das bereits in der Projektierungsphase angewandt worden war, vereinfachte die Erstellung der Ausführungspläne erheblich. Die meisten Projektdaten konnten praktisch unverändert referenziert werden.

### Passerelle

Die Passerelle am südöstlichen Rand der Publikumsanlagen im Bahnhof Spiez entstand aus unterschiedlichen Bedürfnissen und verschiedenen anstehenden Problemen der Gemeinde und der Bauherrschaft. Die Mehrfachverwendung eines Bauwerks vereint in idealer Weise alle gestellten Anforderungen. Einmal verbindet die Passerelle die oberhalb des Bahnareals gelegenen Wohnquartiere mit dem unten liegenden Dorfteil. Die erhöhte Lage über den Gleisen entspricht der Topographie und ermöglicht gleichzeitig eine gute Sicht sowohl auf die Bahnanlagen als auch in die umliegenden Berge und auf den See. Als Ergänzung zu den verglasten Seitenwänden wird mit einem gebogenen Blechdach ein wirksamer Wetterschutz erreicht.

Die Passerelle erfüllt die Funktion eines zweiten Perronzugangs. Die Anwohner oberhalb des Bahnhofes können ohne grosse Höhendifferenzen überwinden zu müssen direkt auf die Perrons gelangen. Auf die behindertengerechte Ausgestaltung wurde verzichtet, weil bei der nahegelegenen Unterführung alle diesbezüglichen Anforderungen erfüllt werden. Die speziell gestalteten Treppentürme haben die Form eines Schiffsbugs, sie bilden zusammen mit der Passerelle das Eingangstor zum Bahnhof und sollen dem Reisenden das Gefühl vermitteln, er befinde sich auf einer sicheren Insel inmitten der Verkehrsströme.

Als dritte Funktion übernimmt die Passerelle die Aufgabe eines Tragwerks für die Fahrleitungen, was vor allem die Ausbildung der konstruktiven Details wesentlich beeinflusste. Aus Gründen des Personenschutzes bei den vorhandenen Starkstromleitungen mussten die Brüstungen vollflächig geschlossen ausgebildet werden. Dies wurde mit der eingangs erwähnten Verglasung sichergestellt.

### Statische Probleme

Die Einwirkungen auf das Tragwerk entsprechen dem Kapitel «Nutzlasten auf Bauwerke für Fussgänger und Radfahrer» der Norm SIA 160. Ergänzt wurden sie durch die Lasten aus dem Aufhängen der Fahrleitung. Wegen der grossen Spannweite von 36 m in einem Feld, den speziellen Montagebedingungen und dem bahntechnischen Umfeld erwies sich das Stahlfachwerk als die geeignetste Konstruktion. Bei vergleichsweise geringem Gewicht und guten statischen Eigenschaften zeichnet es sich vor allem durch einen ökonomischen Materialverbrauch aus.

Bei der Wahl eines traditionellen Fahrbahnaufbaus (Profilblech als verlorene Schalung und vor Ort gegossenem Überbeton) hätte sich ein kritisches Schwingungsverhalten ergeben. Die Eigenfrequenz hätte in dem für Fussgänger ungünstigen Bereich von 3,5 bis 4,5 Hz gelegen. Die Lösung fand sich in der Reduktion des Gewichts durch die Wahl eines sehr leichten Gehwegaufbaus. Dieser besteht nun aus einer Furniersperrholzplatte von 51 mm Dicke und einem UV-beständigen Kunststoffbelag. Mit dieser Massnahme gelang es, die Eigenfrequenz in den unkritischen Bereich über 4,5 Hz zu verschieben.

Spannend gestaltete sich die Montage des Bauwerks. Das Material wurde mit der Bahn angeliefert; die Seitenwandelemente waren als geschweisste Konstruktionen in einem Stück ausgebildet, während die Diagonalen und die Boden- und Deckenteile allesamt aus zu verschraubenden Einzelteilen bestanden. Die Vormontage erfolgte neben den Bahngleisen, von wo schliesslich ganze Elemente in spektakulären Nachteinsätzen mit einem Pneukran durch die Fahrleitungsanlagen hindurch auf die Widerlager versetzt wurden (Bild 5). Der Pneukran befand sich dazu mitten im Gleisfeld, das durch den Einbau von Holzschwellen befahrbar gemacht worden war.

### Fahrleitungsjoche mit grosser Spannweite

Die Erneuerung der Gleisanlage unter laufendem Betrieb erforderte ein phasenweises Anpassen der Fahrleitungsanlage an die Gleislage. Aufgrund des hohen Alters der bestehenden Tragkonstruktionen der Fahr-

leitung sah die Bauherrschaft die komplette Erneuerung der elektrischen Anlage vor.

### Überlegungen zu den Fahrleitungs- Provisorien

Die vorgesehene Umbauzeit unter laufendem Bahnbetrieb bedingte auch für den Fahrleitungsbau eine tiefgreifende und detaillierte Planung mit digitalen Plangrundlagen der Bauherrschaft. Es zeigte sich, dass im Rahmen der 22 Bauphasen sehr viele Fahrleitungsprovisorien notwendig sein würden. Diese Provisorien zogen den Bau von temporären Fundamenten, das Stellen von Masten und die Montage von provisorischen Tragjochen für die Fahrleitungsaufhängung nach sich. Diese Arbeiten konnten nur nachts ausgeführt werden, da im Fahrleitungsnetz unter elektrischer Spannung nicht gearbeitet werden kann; sie werden dadurch zeit- und kostenintensiv.

Eine Gegenüberstellung der für Provisorien üblichen Vorgehensweise und dem Bau von die gesamte Gleisanlage überspannenden Tragjochen drängte sich auf. Für die Überspannung grosser Gleisanlagen sind international hauptsächlich zwei Systeme im Einsatz:

■ **Seiljoche:** Die Seiljoche haben sich in der Praxis vielerorts bewährt. Ungünstig wirken sich die hohen Abspannmaste für die Aufnahme der Tragseile aus. Sie kamen für den Ausbau des Bahnhof Spiez nicht in Frage, da sie kaum in das Ortsbild gepasst hätten. Zudem bedingt die seitliche Verschiebung der Fahrleitungen einen grossen Aufwand, da die an den Querseilen wirkenden Lasten jeweils eine völlig neue Auslegung des Quertragseils erfordern; die Höhenlage der Fahrleitung über dem Gleis darf nicht ändern.

■ **Einzeltragwerke:** Die Einzeltragwerke sind die aktuelle Lösung bei neu geplanten Bahnhofsanlagen. Hier können die Gleisabstände bzw. Perronbreiten weitgehend frei gewählt und demzufolge auch entsprechende Mastgassen eingeplant werden. Aus betrieblichen Gründen war die Anzahl Gleise in Spiez gegeben; der Bahnhof ist zwischen der Stützmauer an der oberen Bahnhofstrasse und dem bestehenden Bahnhofgebäude eingebettet. Eine Verbreiterung der Anlage zu Gunsten der Einzeltragwerke war nicht möglich.

Gemeinsam mit der Bauherrschaft wurde nach weiteren Lösungen gesucht. Die Auswertung der Ansätze sprach für Tragjoche mit übergrosser Spannweite. In der Schweiz sind diese mit Längen von bis zu 40 m normiert; in Spiez mussten jedoch

Spannweiten von bis zu 54 m überbrückt werden können.

Die vielen vermeidbaren Provisorien und die Reduktion des Arbeitsaufwands wogen den grösseren Materialverbrauch gegenüber den vorher genannten Tragwerkssystemen bei weitem auf. Zudem wurde auch eine qualitative Verbesserung der festen Anlagen erreicht, indem wenig oder keine Masten mehr im Gleisfeld stehen, was die Übersicht erhöht und die Kollisionsgefahr mit Fahrleitungsmasten, die in der Regel grosse Schäden nach sich ziehen, praktisch ausschliesst.

Die überlangen Tragjoche wurden im Bahnhof Spiez in der Schweiz erstmals eingesetzt und habe auch bei Besuchern aus dem Ausland Interesse geweckt.

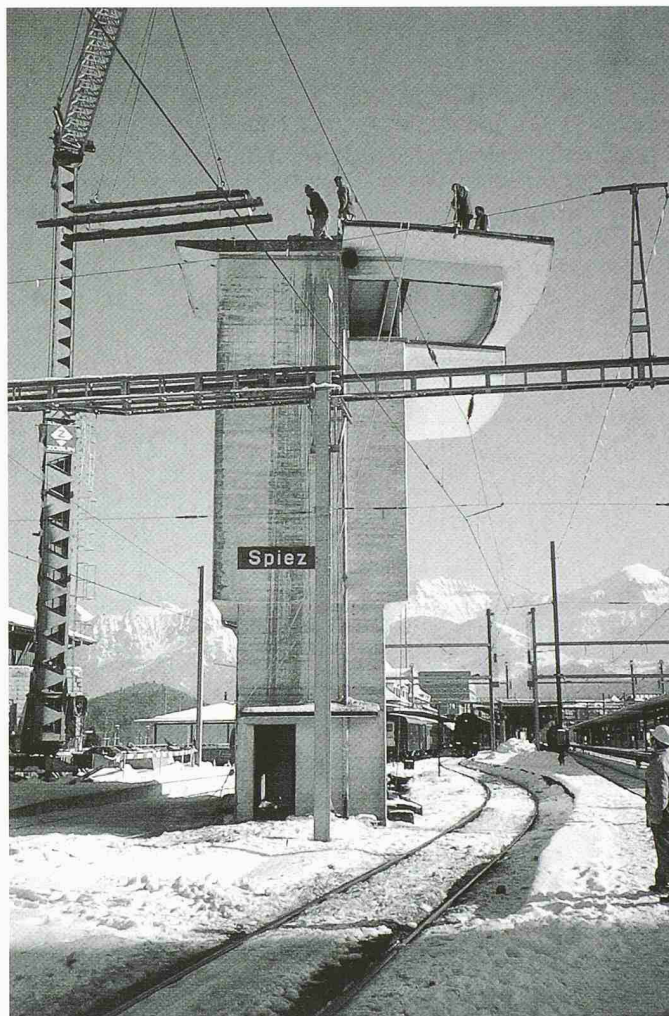
### Konstruktive Ansätze für Tragjoche mit grosser Spannweite

Zuerst standen Rahmen-, Gelenkrahmentragwerke und der einfache Balken an steif eingespannten Masten zur Diskussion. Dies sind die üblichen Tragwerkssysteme im Fahrleitungsbau. Es galt aber auch die Montagezustände zu beurteilen. Bald zeigte sich, dass Konstruktionen mit mehr als

50 m Spannweite in den kurzen Nachtarbeitspausen kaum vormontiert, im Bahnhof zwischen den bestehenden Fahrleitungen hochgezogen und dann quer zur Gleislage eingeschwenkt werden konnten.

Diese Überlegungen brachten das planende Ingenieurbüro und die Bauherrschaft zur Lösung mit seilverspannten Kragarmträgern und einem Mittelträger, der in einem zweiten Montageschritt eingehängt werden konnte.

■ **Statik:** Die Stützen und der am Seil verspannte Kragarm wurden unter den üblichen Lastfällen wie Eigengewicht, Nutzlast, Wind und Schneelast dimensioniert. Zudem wurden die späteren Lasten aus dem Mittelträger an den Kragarmenden angenommen. Die Fundamente sind entsprechend ausgestaltet. Der Mittelträger ist als einfacher Balken dimensioniert, der später an den Kragarmenden eingehängt und an den Ober- und Untergurten verbunden werden konnte. Die horizontalen Lasten (Wind) werden vom Tragjoch an die Stützen hinaus abgetragen. Der Kasten wurde dadurch wesentlich breiter als hoch, die geringe Sichtfläche lässt den Träger



10  
Abbruch des Stellwerks im Gleisfeld  
(Bild: G. Lauper, Spiez)

mit 50 m Spannweite aber sehr filigran erscheinen. Besondere Aufmerksamkeit wurde den Verformungen der Masten und des Tragjochs geschenkt. Das Auge reagiert sehr empfindlich auf ungenauen Mastanzug und zu kleine oder zu grosse Überhöhungen an Tragjochen. Die Maste wurden für den Lastfall im Endzustand mit geringem Anzug montiert. Der Mittelträger wurde nach einer parabelförmigen Kurve überhöht hergestellt. Unter Belastung bildet sich mit den beiden gerade ausgebildeten Kragarmen eine ansprechende Trägerlage.

Ähnliche Lösungsansätze auch für Abspanntragwerke: Fahrleitungen werden in mechanische Abschnitte von bis zu 1200 m Länge aufgeteilt, wodurch im Störfall Beschädigungen über längere Bahnabschnitte vermieden werden können. Die Übergänge erfolgen durch Parallelläufe der Drähte. Die Ausdehnung des Bahnhofs Spiez überschreitet diesen üblichen Wert von 1200 m, und so war es notwendig, im Bahnhofsareal ebenfalls Abfangtragwerke zu planen. Bei diesen Tragwerken werden die Abspannkkräfte der Drähte und Seile sowie die Windlasten über grosse Spannweiten an die Masten abgetragen. Die Vertikallasten nimmt das obliegende Fahrleitungsloch (hier einfacher Balken) auf. Darunter ist das Abfangloch für die Fahrdrähte an Zugstangen eingehängt. Dadurch konnte der Einbau von schweren IPE-Profilen quer zur Gleisachse vermieden werden.

### Spezielle Probleme der Bauausführung

Der Umbau eines Bahnhofs unter Betrieb birgt immer sehr mannigfaltige und umfangreiche Probleme. Aus der Ausführungsphase sollen drei Beispiele stellvertretend näher beschrieben werden.

#### Niesenbrücke

Östlich des Bahnhofs quert die Staatsstrasse Spiez-Krattigen das Bahntrasse. Beidseits der Gleise liegt die Strasse nur unwesentlich höher als das Gleis. Die neuen Anforderungen der Bahn an das Lichtraumprofil und die Höhenlage der Fahrdrähte machten ein Anheben der Strassennivellette unumgänglich. Da die Höhenlage der Strasse aus Rücksicht auf die bebauten Umgebung nicht beliebig angepasst werden konnte, mussten die Konstruktionshöhe und damit die Stützweiten durch den Einbau eines Pfeilers im Gleisfeld reduziert werden. Dieser war entsprechend den Auflagen der Aufsichtsbehörden mit abweisenden Bauteilen gegen den

Anprall von Bahnfahrzeugen zu schützen. Zusätzlich war die Bewehrung so zu dimensionieren, dass die Brücke bei einem Stützensausfall nicht einstürzt.

Bei der Bauausführung waren sowohl der Strassen- als auch der Bahnbetrieb in allen Bauphasen zu gewährleisten. Dazu wurde das neue Bauwerk neben dem alten erstellt, die Strassen an die neue Situation angepasst und anschliessend die alte Brücke in Einzelteile zersägt, die mit grossen Hebezeugen seitlich deponiert wurden. Unabhängig vom Bahnbetrieb konnten anschliessend die Träger zerkleinert und beseitigt werden.

Im Baustellenbereich mussten zur Vermeidung von Starkstromunfällen umfangreiche Schutzmassnahmen getroffen werden. Die Speiseleitungen wurden in einen Rohrblock verlegt, der im Microtunnelingverfahren hinter den Widerlagern erstellt worden war. Die Trageile wurden unterbrochen, abisoliert und am Lehrgerüst befestigt. Zwischen der Fahrleitung und dem Lehrgerüst wurden Kunststoffplatten verlegt, um das Überschlagen eines Lichtbogens zu vermeiden (Bild 8).

#### Gleisumbau

Die umfangreichsten Planungsarbeiten waren zum Umbau der Gleisanlagen erforderlich, um kostspielige Provisorien für Hilfsstellwerke zu vermeiden. Zu diesem Zweck musste der Umbau in die Phasen Ost und West mit einer Schnittstelle in Anlagenmitte unterteilt werden. Diese Schnittstelle war so zu konzipieren, dass die Übergabe der Züge vom alten auf das neue Stellwerk sicher und weitgehend automatisch erfolgen konnte. Sodann war sicherzustellen, dass dem Bahnbetrieb jederzeit genügend Fahrstrassen in jede Richtung und ohne allzu lange Einspurabschnitte zur Verfügung standen. Bei der Ausführung wurde dann jeweils von der Seeseite her ein Gleis ums andere umgebaut und laufend an das neue Stellwerk angeschlossen. Während der Umbauzeit waren zwischen den umgebauten und den alten Gleisen im entsprechenden Teil keine Verbindungen mehr existent (Bild 9). Die Arbeit wurde in je 11 Phasen pro Seite in jeweils einem Jahr erledigt. Die einzige Phase, die nicht in nur einer Nacht zu bewältigen war, betraf den Anschluss der Seelinie nach Interlaken. Während kurzer Zeit musste der Verkehr durch einen Busbetrieb aufrechterhalten werden. In zwei Nächten wurden insgesamt neun Kreuzungsweichen und zwei einfache Weichen montiert.

Zusätzlich waren mehrere hundert Meter Gleis zu bauen, Perronkanten anzupassen und neue Signale in Betrieb zu nehmen.

#### Abbruch altes Stellwerk

Die alte Bahnanlage wurde mit einem Stellwerk der Bauart Domino 55 mitten im Gleisfeld bedient. Dieses viergeschossige Gebäude musste solange bestehen bleiben, bis die letzte Weiche am neuen Stellwerk angeschlossen war. Im Frühjahr 1999 rückten Sägen und Beisser diesem Betonbauwerk zu Leibe. Die auskragenden Gebäudeteile wurden mit Stahlkonstruktionen gesichert und nach dem Abtrennen mit einem Hochbaukran über der Fahrleitungsanlage weggehoben (Bild 10). Der Turm wurde mit Betonbeissern und Hydraulikhämmern vom Gebäudeinnern aus zertrümmert und mit Kranmulden abtransportiert. Der Abbruch dauerte acht Wochen, der Preis betrug rund Fr. 750.- pro Kubikmeter Beton.

Adresse der Autoren:

Urs Graber, dipl. Ing. ETH, Leiter Infrastruktur-Anlagen, Beat Schär, Ing. HTL, Projektleiter, Beat Schweizer, Verm.-Ing. HTL, Leiter Vermessungsdienst, BLS Lötschbergbahn, Genfergasse 11, 3001 Bern, Hans-Peter Wyss, Verm.-Ing. HTL, Grunder Ingenieure AG, 3400 Burgdorf, Vinzenz Gnehm, Ing. HTL/STV, B+S Ingenieure AG, 3600 Thun, Beat Furrer, dipl. Ing. ETH, Furrer+Frey AG, Thunstr. 35, 3000 Bern 6

#### Am Umbau Beteiligte

Bauherrschaft:  
BLS Lötschbergbahn AG, Bern  
Architekten:  
Bauabteilung BLS, Bern, Hofstetter + Hürli-  
mann, Spiez, P. Schenk, Steffisburg, HMS Hofer  
Meyer Sennhauser, Spiez, B. Clivio, Spiez  
Ingenieure:  
Bauabteilung BLS, Bern, Form + Statik, Spiez,  
Balzari & Schudel, Thun, Kissling + Zbinden,  
Spiez, Hager + Bettschen, Bern, M. Häberli,  
Spiez, H. Schönholzer, Thun  
Vermessung:  
Vermessungsdienst BLS, Grunder Ingenieure  
AG, Hasle-Rüegsau  
Baugrund:  
CSD Colombi Schmutz Dorthe, Zollikofen  
Lärm, Erschütterungen:  
Grolimund+Petermann, Bern  
Unternehmer (nur Auswahl):  
Zschokke GU AG, Bern (Parkhaus), Batigroup  
AG, Burkhart AG, Ziag Bauunternehmung AG,  
Lanz AG, Hans Trachsel AG und Stämpfli Bau  
AG, alle Spiez, von Kaenel AG, Wimmis  
Gleisbau:  
BLS Baudienst, Spiez  
Stellwerk und Leitsysteme:  
BLS Stellwerkdienst, Siemens Schweiz AG, Wal-  
lisellen  
Fahrleitungen:  
BLS Fahrleitungsdienst, Furrer + Frey AG, Bern  
Stahlbau:  
B. Soltas, Bulle, Seiler AG, Bönigen, Stephan SA,  
Fribourg