

# Tiefbaulösungen in bautechnisch schwierigem Baugrund

Autor(en): **Kaufmann, Markus / Birrer, Hans / Friedli, Peter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 20

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85722>

## **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.

## Die Kabelanlage im Gleisbrückenbereich des Aufnahmegebäudes

Umfangreiche und komplizierte Trassarbeiten erforderte die Kabelanlage im Gleisbrückenbereich des Untergeschosses des neuen Aufnahmegebäudes. Unter dieser Gleisbrücke sind bewohnte und technische Räume untergebracht. Diese Räume werden von oben her gegen Wassereintritt und Wärmeverlust isoliert.

Im Gleisbrückenbereich benötigen vor allem die Zugvorheizstellen viele Kabel. Zusätzlich braucht es Verbindungskabel von der Telefonzentrale im Dienstgebäude-West zum Energiekanal im Untergeschoss.

Die Zugvorheizungs- und Verteilschächte sowie die Fundamente für die Bedienungsschalter und anderer elektrischer Verbraucher integrierte man in die Betonkonstruktion der Gleisbrücke. Grosse Rohrleitungen konnten teilweise an der Decke des Untergeschosses montiert werden. Diese führen wasserdicht durch die Aussenwände des Untergeschosses.

In einem späteren Zeitpunkt wird es aber praktisch unmöglich sein, in diesem Bereich bestehende Kabeltrassen abzuändern oder neue zu erstellen. Deshalb wurde mit dem Bahnhofumbau ein umfangreiches gut vermaschtes Kabeltrassensystem erstellt.

Die Kabelanlage des Bahnhofs Luzern umfasst folgende Bauteile: Kabelstollen (180 m), Rohranlagen (10 000 m), Ober-

flächen-Betonkanäle (10 000 m), über 40 verschiedene Kabeltypen (190 km).

Die Erstellung der Kabelanlagen erfolgte bisher störungsfrei in enger Zusammenarbeit mit den übrigen am Projekt beteiligten Diensten der SBB, der PTT, der Stadt Luzern und der privaten Mitbeteiligten.

Adresse des Verfassers: A. Hermann, Techn. Dienstchef Kabeldienst, Niederspannungs- und Fernmeldewesen, SBB Bauabteilung Kreis II, 6002 Luzern.

## Tiefbaulösungen in bautechnisch schwierigerem Baugrund

**Im Zuge der Verbesserung der Publikumsanlagen werden die Perron-Baukörper in Länge, Breite und Höhe massiv vergrössert. Im setzungsempfindlichen Baugrund ist dies nur mit Leichtbaukonstruktionen möglich. Unter Betriebsgleisen und empfindlichen Ausfahrweichen wurde 1986 im Durchstossverfahren ein 170 m langer begehrter Kabelstollen vorgetrieben; im Bereich der Ortsbrust musste dabei der Grundwasserspiegel abgesenkt werden.**

### Baugrundverhältnisse

Der Schichtverlauf im Bahnhofareal ist relativ homogen. Es ist eine oberflächliche Schüttschicht (künstliche Auffül-

VON MARKUS KAUFMANN UND  
HANS BIRRER,  
LUZERN, UND  
PETER FRIEDLI,  
ZÜRICH

lung) von max. 4 m Mächtigkeit vorhanden, die gegen Süden (Perronende) hin auskeilt. Darunter stehen organisch verunreinigte Verlandungen an. Diese sind ca. 3–4 m mächtig und werden durch weiche, junge Seeablagerungen unterlagert. Darunter bildet ein sehr toniger Seelehm eine undurchlässige Trennschicht zu den tieferliegenden eiszeitlichen Seesedimenten. Die Baugrundverhältnisse sind im Detail beschrieben in [1].

Aufgrund von Feld- und Laborversuchen können den einzelnen Schichten die Kennwerte nach Bild 1 zugeordnet werden. Die oberflächennahen Schich-

ten sind bis zu 90% normalkonsolidiert, während die eiszeitlichen Ablagerungen eine Überkonsolidationszahl von ca. 2 aufweisen. Dies ist für das Verhalten der Bodenschichten unter Neubelastung oder bei Veränderung des Grundwasserspiegels von grösster Wichtigkeit.

### Grundwasserverhältnisse

Die 2–3 m mächtige Seelehmschicht trennt zwei Grundwasserstockwerke voneinander. Das obere Grundwasser zirkuliert in den Auffüllungen und den jungen Sedimenten. Sein Niveau liegt etwa 1,0–2,5 m unter Terrain. Das Gefälle verläuft mit ca. 5‰ gegen Nordosten.

Das untere Grundwasser zirkuliert in den eiszeitlichen Seeablagerungen. Es ist artesisch gespannt. Sein piezometrisches Niveau liegt bis zu einem Meter unter dem oberen Grundwasserspiegel.

### Perronbauten/Varianten

Im Zuge des Bahnhofumbaus werden sämtliche Perrons angehoben, verlängert und verbreitert. Die Kote der Ein-

stiegs-kante wird gegenüber bisher von ca. 20–30 cm auf 55 cm (Normperron P 55) bei den Normalspurgleisen und von ca. 0–20 cm auf 30 cm (P 30) über SOK (Schienenoberkante) bei den Schmalspurgleisen erhöht. Da die entlang den Hallendachstützen angeordneten Dienstperrons wegfallen, können die neuen Perrons fast durchwegs auf die komfortable Breite von 9,60 m vergrössert werden.

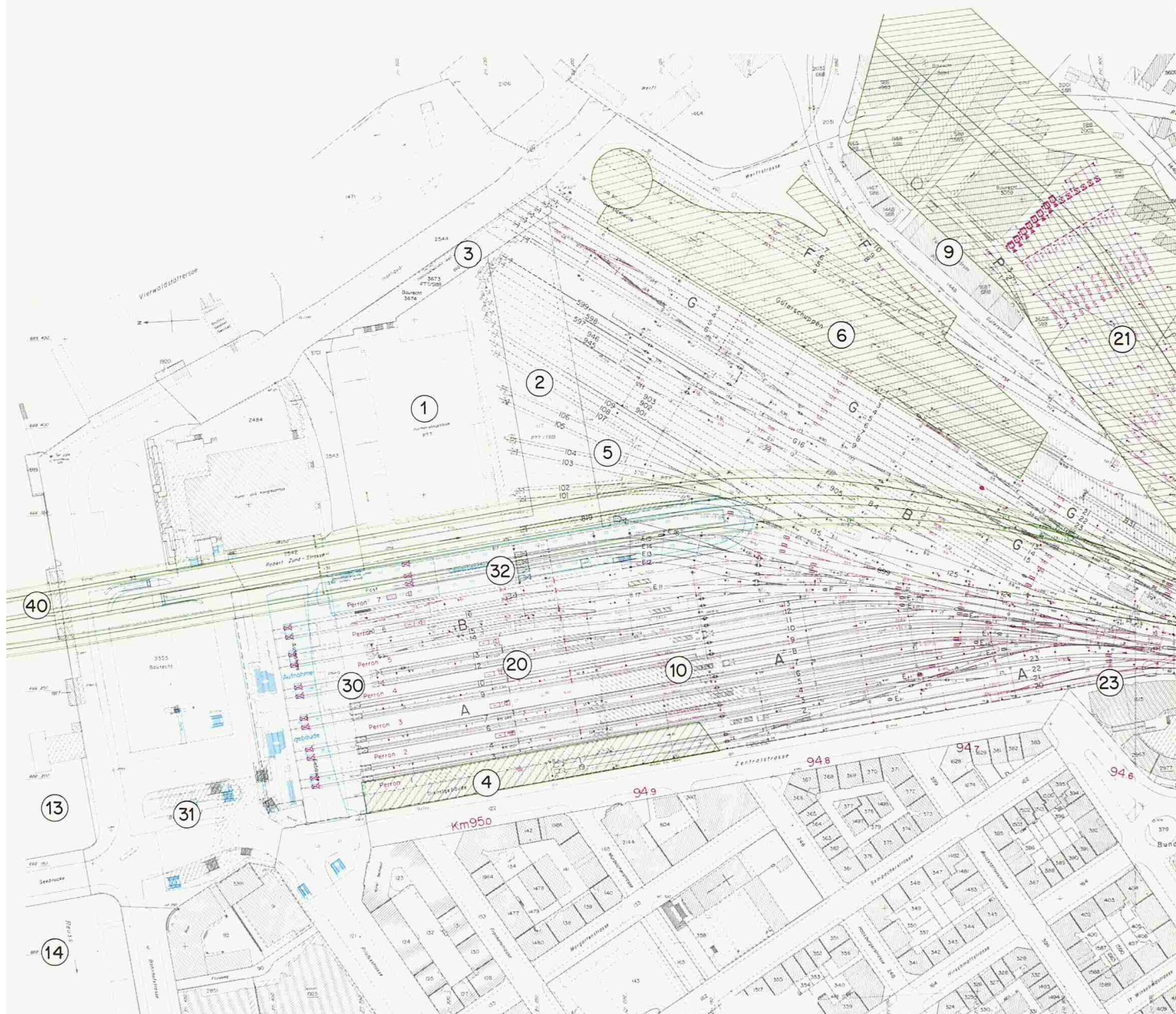
Die entsprechenden Auflasten stellen eine grossflächige Neubelastung des leicht zusammendrückbaren Untergrundes dar. Nicht nur war zu erwarten, dass Perrons und Gleise langfristigen Setzungen ausgesetzt wären, sondern es war auch zu befürchten, dass die Pfahlfundationen der Hallenstützen über negative Mantelreibung zusätzlich belastet würden.

Es war somit ein Vorgehen zu finden, mit dem die Perronanpassungen mit möglichst geringen Setzungsfolgen ausgeführt werden konnten.

Als Perron-Konstruktionstypen wurden folgende Varianten untersucht:

1. Konventionell: Erhöhung und Ergänzung der bestehenden Perrons mit Kiessand.
2. Erhöhung und Ergänzung der bestehenden Perrons mit Leca
3. Leichtbaulösung mit Leca: Materialsatz und Auftrag mit Leca
4. Leichtbaulösung mit flach fundierter Hohlraum-Tragkonstruktion.

Eine 5. Variante (entsprechend der Variante 4, aber mit gepfähler Foundation) ist nicht weiter untersucht worden, da die Kosten diese Variante ausschlossen.



**Benachbarte Bauten und Orientierungshilfen**

- 1 Postbetriebsgebäude PTT
- 2 Parking über dem Postbahnhof
- 3 Bau Inselquai mit Energiezentrale SBB/PTT
- 4 Dienstgebäude West (SBB)
- 5 Postbahnhof
- 6 Cargo Domizil/SBB
- 7 Normalspur Lokdepot
- 8 Schmalspur Lokdepot (Brünigdepot)
- 9 Fachdienstzentrum SBB
- 10 Fussgängerunterführung und Posttunnel
- 11 Ausfahrt Richtung Hergiswil/Brünig (Schmalspur)
- 12 Ausfahrt Richtung Bern (Entlebuch), Olten/Basel, Rotkreuz/Zürich/Gotthard, Küssnacht/Gotthard, (Normalspur)
- 13 Vierwaldstättersee
- 14 Reuss

**Projekt SBB:  
Neue Sicherungsanlage und Ausbau der  
Perronanlagen**

- 20 Perrongleise mit Perronhallen
- 21 Gleisgruppe Rösslimatt
- 22 Zentralstellwerk
- 23 Kabelstollen

# Übersicht über den Ausbau der bahntechnischen Anlagen



## Übrige Projekte in Ausführung

- 30 Aufnahmegebäude
- 31 Untergeschoss unter dem Bahnhofplatz
- 32 Gewerbeschulzentrum Bahnhof

## Zukunftsprojekte

- 40 Geplanter Durchgangsbahnhof in Tieflage (Normalspur)
- 41 Geplante doppelspurige Ausfahrt Richtung Brünig (Schmalspur)

/////// Möglichkeiten für zukünftige Überbauungen von Bahnanlagen

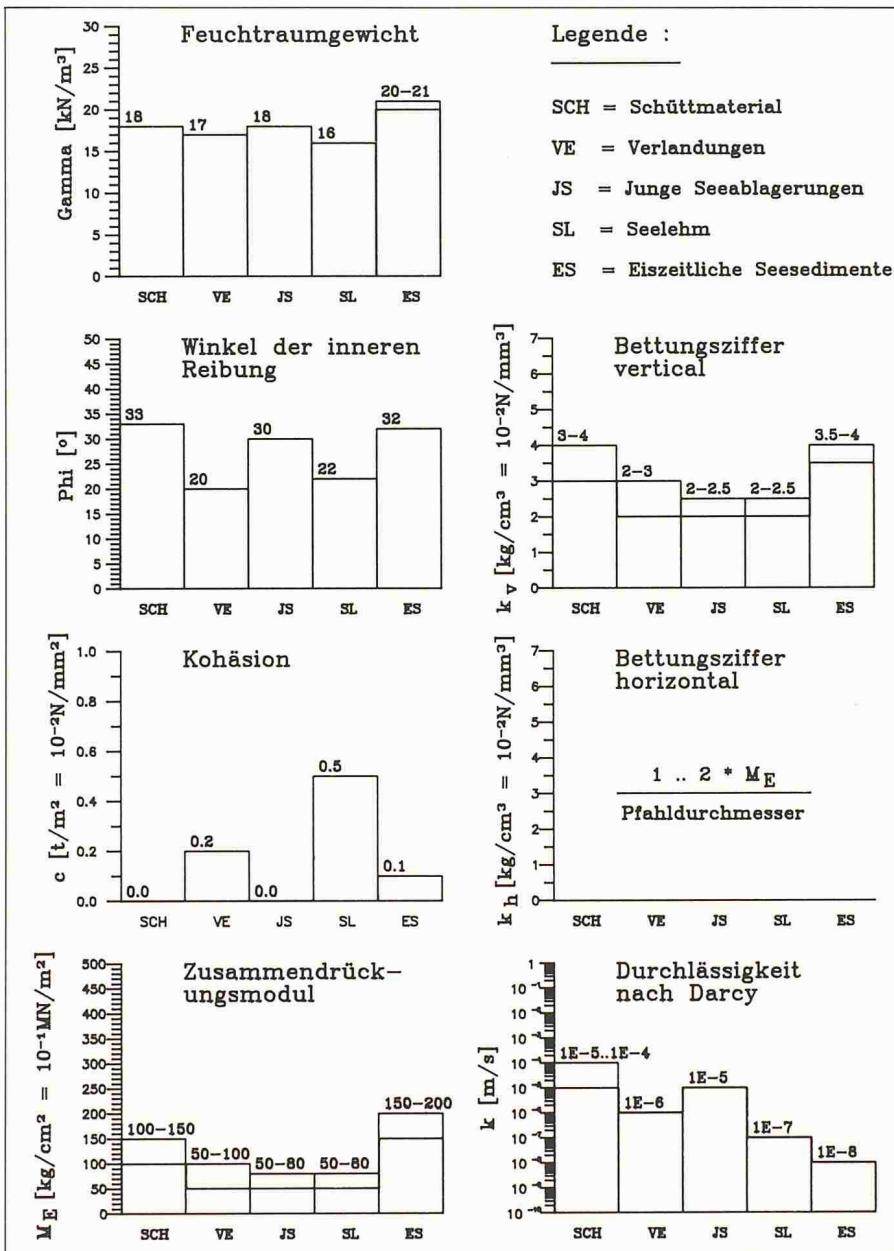
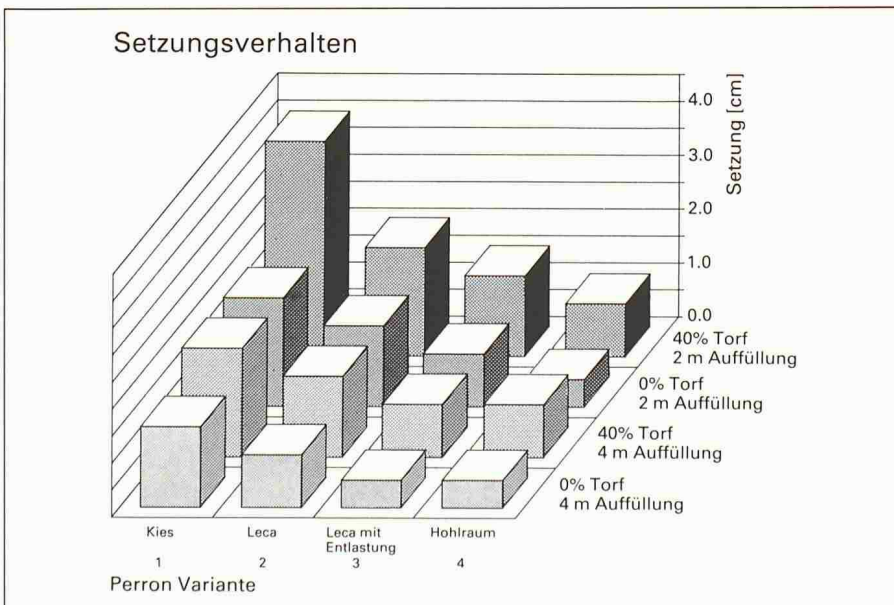


Bild 1. Bodenkennwerte der einzelnen Schichten

Bild 2. Setzungsbeträge der untersuchten Perronvarianten (mittlerer Querschnitt im Bereich der Perronhalle)



Die Evaluation der Varianten erfolgte über die Ermittlung des Setzungsverhaltens einerseits und der Kosten andererseits.

Die Setzungsberechnung wurde unter Auswertung der bisherigen Setzungsmessungen an den Perronstützen (1896-1985) vorgenommen. Die Messauswertung führte über eine Variationsberechnung und unter Berücksichtigung einer Verfestigung infolge der bisherigen Schüttbelastung auf folgende Zusammendrückungsmoduln innerhalb der durch die Perronbauten tangierten Schichten:

Schüttmaterial	$M_E = 15,0 \text{ MN/m}^2$
Verlandungen	$M_E = 2,0 \text{ MN/m}^2$
Erstbelastung	$M'_E = 8,0 \text{ MN/m}^2$
Verlandungen	$M_E = 0,7 \text{ MN/m}^2$
Wiederbelastung	
Reiner Torf	

Die Setzungsberechnung erfolgte nach Fox [2] am Zweischichtenmodell für verteilte Belastung.

Bild 2 zeigt die mit dem erwähnten Modell ermittelten Setzungsbeträge bei Mächtigkeiten der Schüttschicht von 2 und 4 m.

Deutlich sind die Vorteile der beiden Leichtbauvarianten 3 und 4 erkennbar. In extremen Fällen (Erstbelastungen, Torfanteil 40% im Bereich der Perronspitzen) wären mit der konventionellen Variante 1 Setzungen bis zu ca. 10 cm zu erwarten gewesen, was für die Bauherrschaft nicht akzeptierbar war.

Die prognostizierten Setzungen wurden anhand von Grossversuchen mit Fundamentplatten überprüft und mit sehr guter Übereinstimmung bestätigt.

Aufgrund der übrigen Randbedingungen wurde für Perron 1 Variante 3 (Leichtbau mit Leca), für die übrigen Perrons die Variante 4 (Hohlraum) gewählt.

### Überprüfung Pfahlfundation

Da die Renovation der bestehenden Perronhalle Bestandteil des Bahnhofprojektes ist, war das Setzungsverhalten der Halle selbst in die tiefbaulichen Überlegungen einzubeziehen. Die durch die Perron-Neubauten zusätzlich aufbrachten Belastungen auf die Hallenfundation waren in Bezug zu setzen zur maximal zulässigen Zusatzlast.

An den bestehenden Hallenstützen wurden bis heute maximale Setzungen von 0,90 m festgestellt [3]. Die Stützen sind mit je 5 Holzpfählen fundiert. Das grosse Setzungsmass weist darauf hin, dass die Pfähle schwimmend in den zusammendrückbaren Verlandungen und Seelehmen stehen. Eine Überprüfung der Pfahlänge mittels seismischer Refraktionsmethode bestätigte diese Annahme.

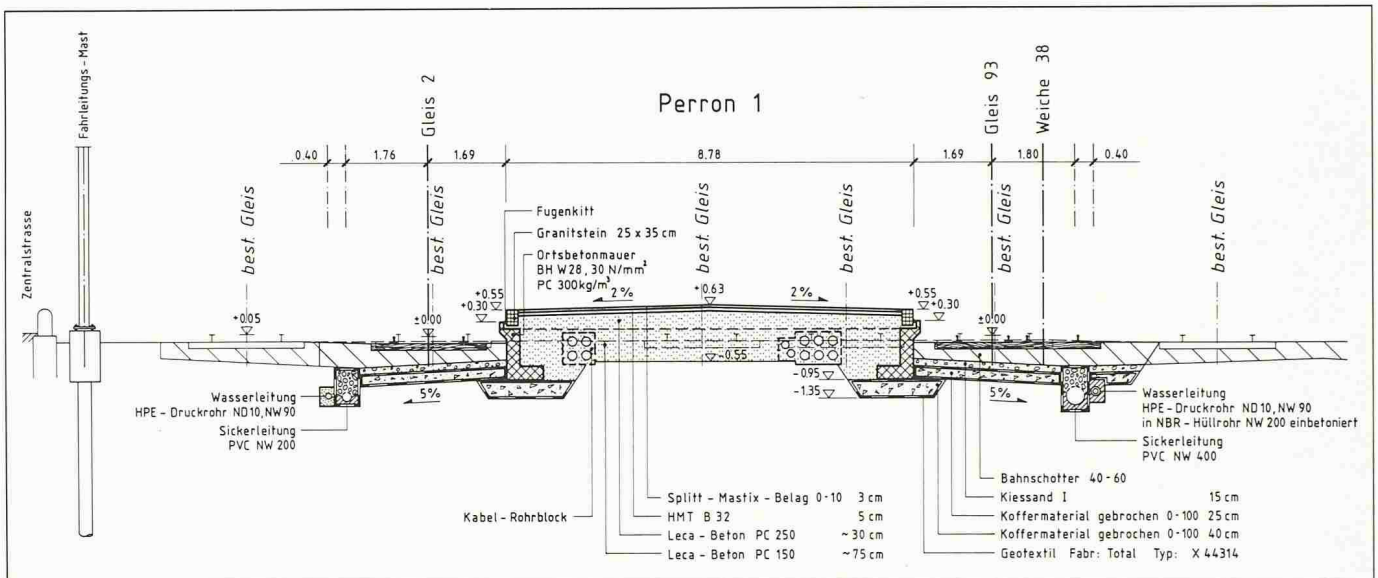
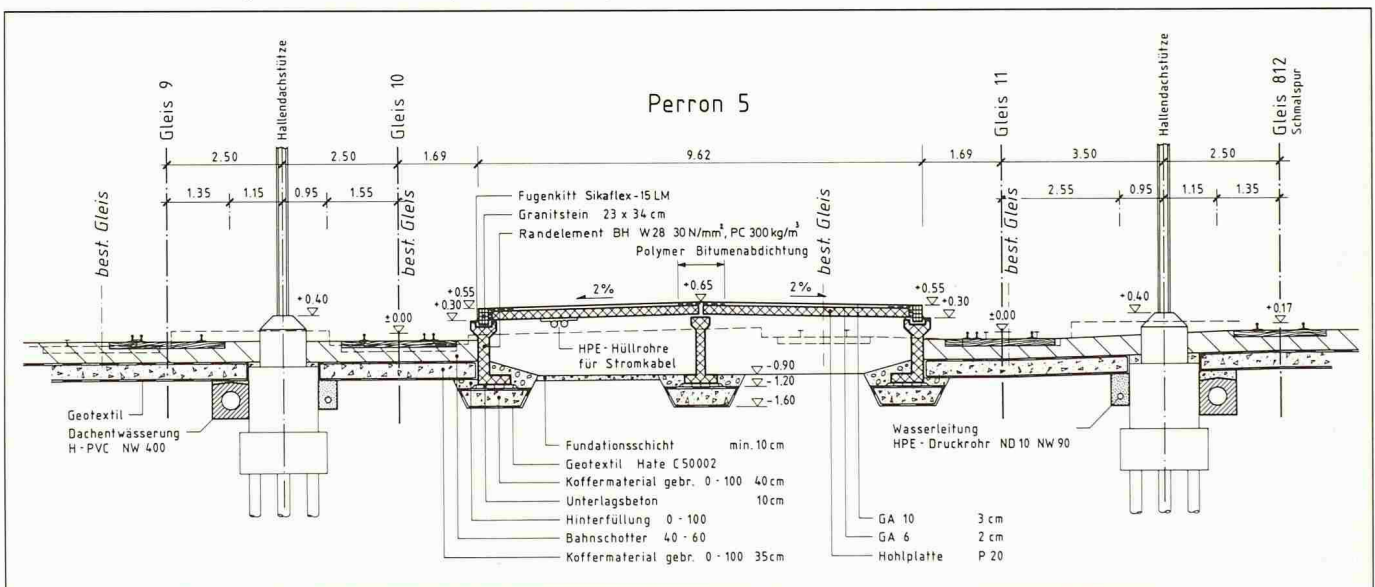


Bild 3. Leichtbau mit Leca. Querprofil Perron 1 (ausserhalb Perronhalle)

Bild 4. Hohlraum-Tragkonstruktion. Querprofil Perron 5 (Hallenbereich)



Zur Ermittlung der maximal zulässigen Zusatzlast wurden die Stützenfundamente und Pfahlköpfe bei 2 Stützen für eine Probelastung freigelegt. An je einem Pfahl wurde mittels Dehnungsmessung die vorhandene Pfahllast ermittelt. Die Pfähle wurden in der Folge über eingeschobene Pressen belastet. Das Lastsetzungsverhalten war sehr unterschiedlich, deckte sich aber mit den langjährigen Setzungsbeobachtungen [3].

Die Bruchlasten lagen bei 200 bzw. 350 kN. Diese Werte bestätigen die rechnerische Abschätzung der Tragkraft nach Coyle/Castello [4]. Die Tragfähigkeitsreserven gegenüber den geplanten Zusatzlasten sind sehr gross.

Die relativ kleinen Zusatzlasten, die durch die Perronbauten auf die Pfahlfundamente aufgebracht werden, haben auf das zukünftige Setzungsverhalten

der Perronhalle demzufolge keine Auswirkungen.

Der Zustand der Pfähle ist gut, dies aufgrund des steten Wasserkontakts. Obwohl ein schmaler biologisch angegriffener Randbereich festgestellt wurde, ist auch langfristig diesbezüglich keine wesentliche Verschlechterung zu erwarten. Dies erlaubte es, bei der Hallenrenovation die bestehenden Pfahlfundamente zu belassen.

**Perron-Leichtbaukonstruktionen**

Neben der Berücksichtigung von geologischen Randbedingungen waren zahlreiche betriebliche und bautechnische Anforderungen an die Leichtbaukonstruktionen zu stellen. In Zusammenarbeit mit allen beteiligten Fachdiensten der Bau- und Betriebsabteilungen der

SBB-Kreisdirektion II wurde ein Anforderungskatalog Perronbau erarbeitet, der u.a. folgende Elemente enthält:

- Befahrbarkeit mit leichten und schweren Fahrzeugen (Lastwagen, Pneuکرane mit 30 t Nutzlast, Unterhalt der Perronhalle)
- Frostausalzbeständigkeit der Konstruktion
- Rutsichere Oberflächen (speziell an den Einstiegsanten)
- Abnutzungsbeständigkeit der Perronkante (auch: Trittsicherheit, Höhengenaugigkeit)
- Ebenheit der Oberfläche, Wasserabfluss (Dachgefälle)
- Flexibilität bezüglich Leitungsführung, Montage und Zugänglichkeit (v.a. Elektrokabel)
- Möblierung (Wartehallen, Sitzbänke usw.)
- Unterhaltsfreundlichkeit



Bild 5. Bau Perron 5. Versetzen der Hohlplatten mit Autokran. Im Bereich des Fahrleitungsmastes sind die verstärkten Platten noch nicht versetzt. Im Vordergrund der fertiggestellte Perron 6. Die ebenfalls sichtbare provisorische Verlängerung ist bis 1990 erforderlich, da wegen der Provisorien beim Bau des Aufnahmegebäudes eine Verkürzung am Stirnperron nötig wurde. Ganz im Hintergrund Perron 1, dazwischen situiert die noch zu bauenden Anlagen

### Leichtbau mit Leca

Beim 1986 als erstem Neubau ausgeführten Perron 1 (Bild 3) wurde die Leichtbaulösung mit Leca realisiert. Der Perron 1, mit 440 m Nutzlänge am Gleis 3 der längste Perron in Luzern, weist folgende Besonderheiten auf, die eine Hohlraumlösung nach Variante 4 ausschlossen:

□ Bestehende Leitungsinfrastruktur im Perron 1 (Kabelhauptachsen zwischen Stellwerk und Bahnhof-Dienstgebäude West) in betonierten Rohrblöcken. Empfindliche Koaxialkabel, die nur mit sehr grossem Aufwand provisorisch verlegt werden können.

□ Etappierbarkeit der Perronkonstruktion in Lage und Höhe. Die definitive Kantenhöhe P 55 wird entlang dem Dienstgebäude West erst erstellt, wenn sämtliche Eingänge im Zuge der Renovation in der Höhe angepasst sind.

Foundation und Aufbau dieses Perrons (Bild 3) wurden so bemessen, dass das Gesamtgewicht der neuen Konstruktion nicht grösser ist als die Auflast der bestehenden Anlage. Der Bau inmitten von Bahnanlagen erlaubte «wie üblich» nur ein etappenweises Vorgehen; wenigstens war beim Perron 1 (wie später nur noch beim Bau der Perrons 6 und 7) die Baustellenzufahrt mehr oder weniger unabhängig vom Bahn- und Passagierverkehr einzurichten.

Die Perronmauern sind als 1,25 m hohe Winkelmauern in Ortsbeton realisiert worden; sie sind alle 10 m dilatiert und

mit Stahldübeln zu einer Gelenkkette verbunden. Die gleisseitigen Mauerkonsolen sind gleichzeitig Auftrittsfläche auf der Höhe SOK + 30 cm sowie seitliche Halterung für die eigentliche Perronkante aus Granit.

Unter den Streifenfundamenten ist als Materialersatz und zur Lastverteilung ein 0,40 m dickes Kiespaket eingebaut worden, das in ein Geotextil eingepackt ist.

Materialersatz und Fundationsaufbau im Perronkörper erfolgten zweischichtig. Als untere, 0,70–0,90 m starke Schicht wurde ein Lecamagerbeton PC 150 in der Körnung 3–10 mm eingebracht. Die darüberliegende Fundationsschicht von 0,30 m (PC 250, gleiche Körnung) dient direkt als Träger der HMT. Die total 2300 m<sup>3</sup> Leca-Beton wurden mit 4-Achs-Lastwagen in 12-m<sup>3</sup>-Silomulden zur Baustelle transportiert und eingebracht, wobei die Planie von Hand mit einem Abziehbalken erstellt wurde. Dabei erreichte man Tagleistungen von rund 200 m<sup>3</sup>.

Vom Belag ist heute erst die HMT eingebaut. Wegen der 1986/87 festgestellten starken Setzungserscheinungen im angrenzenden Hirschmattquartier mit Auswirkungen bis ins Bahnareal wurde mit dem Deckbelag noch zugewartet. Die Messresultate der aktuellen Nivellements zeigen jedoch den Erfolg des angewandten Leichtbaukonzepts. Als kleine Nebenwirkung tritt im Winter die Reifglätte an der Oberfläche in Erscheinung. Mit den guten Isolations-

werten des Lecabetons wird weitgehend verhindert, dass die Bodenwärme an die Oberfläche gelangt. Der Überbau verhält sich ähnlich wie eine Brückenkonstruktion. Der vorgesehene Deckbelag hat demzufolge noch dem Kriterium Rutschsicherheit bei Reifglätte zu genügen.

### Hohlraum-Tragkonstruktion

Bei der Konzeption dieser Tragkonstruktion (Bild 4) wurde der Hohlraum so bemessen, dass die gesamte Auflast der neuen Konstruktion kleiner ist als diejenige der bestehenden Perronanlage.

Bei paralleler Gleislage ist der Perronquerschnitt auf mehreren 100 m identisch. Eine Vorfabrikation der Tragkonstruktionselemente bot sich demzufolge an.

In einem Normalquerschnitt setzt sich die Tragkonstruktion aus drei Auflageelementen und zwei in Perronquerichtung als einfache Balken gespannten Plattenelementen zusammen. Die Hohlräume unter den Plattenelementen, mit einer mittleren leichten Höhe von 1,25 m, sind begebar.

Bedingt durch die Hohlraumlösung fallen grosse Aushubkubaturen an. Von den beim Bau der Perrons 2 bis 5 anfallenden 36 000 m<sup>3</sup> Aushub werden über 90% mit Bahnwagen zur Deponie transportiert, ohne die Passagiere im Bahnhof zu belästigen.

Die Auflagerelemente mit den Abmessungen Höhe = 1,40 m, Fundamentbreite = 0,70 m und Länge = 6,00 m und einem Gewicht von 7,4 t (L = 3,00 m bei Gleisradien unter 430 m, G = 3,7 t) sind schlaff armiert und im Werk vorgefertigt. Die einzelnen Auflageelemente sind mit je einem Stahldübel zu einer Gelenkkette verbunden, so dass allfällige differentielle Setzungen in Perronlängsrichtung ausgeglichen werden können. Die Form der Auflagerelemente ist ähnlich wie diejenige der Ortsbetonmauern beim Perron 1. Zusätzlich ist noch das Auflager für die Perronplatten ausgebildet worden.

Die Plattenelemente sind einachsrig von Auflagerelement zu Auflagerelement gespannt. Aufgrund der Submissionsergebnisse wurden Hohlplatten gewählt. Diese Plattenelemente weisen in ihrer Tragrichtung ovale Hohlräume auf. Die Plattenbreite beträgt 1,2 m. Die Plattendicken betragen im Normfall 0,20 m (0,30 m bei Spannweiten über 5,0 m).

Die seitliche Abschalung der Plattenelemente weist eine Verzahnung auf, die durch Vergiessen der Stossfuge mit Zementmörtel PC 400 Schubkräfte von

Platte zu Platte überträgt. Die Lastabtragung von Einzellasten kann somit von der direkt belasteten Platte auf Nachbarplatten verteilt werden.

Im Bereich der Perronenden entfällt ab einer Perronbreite von unter 5,00 m das Mittelaufleger. Die Anpassung der Perronkante an das Lichtraumprofil in den Kurven erreicht man mit der polygonalen Annäherung durch die 3-m-Auflagerelemente und durch Schrägschnitte der Platten.

Beim Belags- und Isolationsaufbau standen 2 Systeme zur Diskussion:

- zweischichtiger Walzasphalt mit vollflächig aufgeklebter Polymerbitumendichtungsbahn (PBD-Bahn)
- zweischichtiger Gussasphalt, schwimmend, mit Randabklebungen.

Für die Perronanlage wurde das zweite System gewählt, da es geringere Anforderungen an die Hohlplattenoberfläche stellt und der Gussasphalt eher witterungsunabhängig eingebaut werden kann. Zudem ist der Gussasphalt weitgehend laugen-, säure- und ölbeständig.

Das gewählte System sieht eine Verschleisschicht von 30 mm GAT 10 und eine Abdichtung von 20 mm GA 6 vor. Darunter wird ein Rohglasvlies als Trennschicht und zur Dampfdruckentspannung verlegt. Die Ränder und die Fuge über dem Mittelaufleger der Hohlplatten sind mit PBD-Bahnen abgeklebt. Die PBD-Bahnen dienen zur Fixierung des schwimmenden Belages, zur Rissüberbrückung in der Fuge über dem Mittelaufleger und als Korrosionsschutz der Vorspannlitzen, die an den Stirnflächen durch das Spannbettverfahren freigelegt sind.

Zur Dampfdruckentspannung und zur Kontrolle der Wasserunterläufigkeit sind in jeder 3. Hohlplatte 2 vertikale Löcher vorgesehen.

Auf den Perrons sind verschiedene feste Einrichtungen für den Bahnbetrieb und den Komfort der Passagiere platziert. Es sind dies u.a. Lautsprecher, Uhren, Zugabfahrtsanzeiger, Einrichtungen für die Zugabfertigung, Fahrplan- und Wagenstandsanzeiger, Wartehallen, Telefon- und Soudschekabinen, Billettentwerter, Sitzbänke, Trinkbrunnen, Zungenperrondächer, Fahrleitungsmasten usw. Diese «Möblierung» kann einem gewissen Wechsel unterliegen. Mit der Hohlraumtragkonstruktion ist für die meistvorkommenden Fälle die Flexibilität gegeben, da die «Möbel» auf die Plattenelemente nur abgestellt und fixiert werden müssen. Die Erschliessung ist über den begehbaren Hohlraum von unten her möglich.

Der Hohlraum im Perronkörper mit



Bild 6. Kabelstollen. Blick vom Pressschacht Richtung Zentralstellwerk. Wellpointinstallationen im Bereich der Weichen.

einer mittleren lichten Höhe von 1,25 m wird als Leitungstrasse genutzt.

Durch die Zugänglichkeit dieser Bauteile sind auch periodische Kontrollen und Unterhalt erleichtert. Da die Konstruktion als Brückentragwerk betrachtet werden muss, wird von seiten der SBB besonders Wert auf einwandfreie und narrensichere Konstruktionselemente gelegt.

Es ist ferner ein grosses Anliegen der Oberbauleitung und Bauherrschaft, dass die unterhaltsrelevanten Fakten in den noch auszuarbeitenden Überwachungs- und Unterhaltsplänen festgehalten werden.

## Kabelstollen

### Linienführung und Baugrund

Von der Kabelbude Capitol aus waren einerseits das 80 m entfernte neue Zentralstellwerkgebäude und andererseits der 90 m entfernte Einstiegsschacht Zentralstrasse/Perron 1 mit einem Installationskanal von 10 m<sup>2</sup> Querschnittsfläche zu erschliessen (siehe Übersichtsplan).

Der Baugrund besteht längs des Bauwerks aus der üblichen Abfolge von oberflächlichen Verlandungen, die

durch rezente Seeablagerungen unterlagert sind. Von Bedeutung ist eine ca. 2 m mächtige Zwischenschicht aus relativ grobkörnigen Deltaablagerungen, die diagonal von -2 m ab OK Terrain beim Capitol bis auf -5 m beim Zentralstellwerk durchzieht.

### Querschnittswahl

Für die Kabelinstallationen wäre ein rechteckiger Querschnitt erwünscht gewesen. Da man in der Höhenlage nicht frei war – eine unterirdische Einführung zum geplanten Durchgangsbahnhof in Tieflage war zu berücksichtigen – entschied man sich bei der knappen Überdeckung von 1,5 bis 2,5 m für ein Kreisprofil mit einem Innendurchmesser von 2,5 m.

Der runde Querschnitt erzeugt während des Vortriebs weniger grosse Schubkräfte am überliegenden Terrain. Entsprechend waren weniger Verformungen an den empfindlichen Gleisen und Weichen zu erwarten.

Weil das Bauwerk vollständig ins Grundwasser zu liegen kam, war der Abdichtung grösstes Gewicht beizumessen. Beim Kreisprofil war diese einfacher zu konzipieren als bei einem Rechteckquerschnitt. Aus Sicherheitsgründen muss diese unterirdische Verbindung zum «Gehirn» des Bahnhofs



stets trocken zugänglich sein. Deshalb wurde eine doppelte Abdichtung gewählt: einerseits das aussenliegende System Manschette/Rollring, andererseits ein innen nachträglich aufgeklebtes Dichtungsband.

### Bauvorgang

Der Stollen war im Abschnitt Zentralstellwerk nur mit einem Pressvortriebsverfahren ausführbar, mussten doch alle Ausfahrleise und Weichen des Personen- und Güterbahnhofs schiefwinklig unterquert werden (Bild 6).

Der Vortrieb war in zwei Etappen auszuführen. Der Pressschacht, extrem eingeklemmt zwischen der Gleisanlage und einem privaten Gehweg (Notausgang eines Kinos), wurde kreisförmig ausgeführt mit einem Durchmesser von 8,50 m. Zur Baugrubenumschliessung wurden 11 m lange Spundwände verwendet, die im Boden verblieben sind. Da die bestehenden Hauptkabel in diesem Bereich verlaufen, waren umfangreiche Umlegungen auszuführen.

In der ersten Etappe wurde der 84 m lange Abschnitt längs der Zentralstrasse Richtung Bahnhofgebäude vorgetrieben. Ursprünglich war für diesen Abschnitt eine Ortsbetonlösung mit gespundeter Baugrubenumschliessung vorgesehen. Die Submissionsresultate haben aber gezeigt, dass dies teurer gewesen wäre als der schliesslich auch in diesem Bereich gewählte Pressvortrieb.

Nach der Uminstallation im Pressschacht wurde vom gleichen Ort aus die zweite, 77 m lange Etappe Richtung Zentralstellwerk in Angriff genommen. Damit in diesem bahnbetrieblich heiklen Teil das Risiko von Tagbrüchen minimiert werden konnte, wurde im kritischen Teil unter den Hauptgleisen in zwei Schichten gearbeitet und bei Arbeitsunterbrüchen die Ortsbrust abgestützt. Zu diesem Zweck war eine Zwischenbühne eingebaut worden.

Zur Sicherstellung des Bahnbetriebes war eine konstante Überwachung der Gleislage und ein regelmässiger Gleisunterhalt unerlässlich. U.a. war bei einem Setzungsmass von 0,20 m–0,30 m direkt über dem Stollen für ausreichende Mengen von Schotter zu sorgen. Die Erfahrungen des Unternehmers mit dem Baugrund aus dem 1. Abschnitt machten es möglich, dass die Vortriebsleistungen in der zweiten Etappe noch leicht gesteigert werden konnten. Die mittleren Schichtleistungen betragen rund 2,50 m, während Spitzen bis zu 4,30 m erreicht worden sind.

Die Wasserhaltung wurde mit einer Wellpoint-Anlage bewerkstelligt. Die eingespülten, 7 m langen Filter wurden beidseits des Profils in Abständen von 1,50 m angeordnet. Speziell im Bereich der Weichen gestaltete sich das Verlegen der Saugleitung recht aufwendig (Bild 6). Zur Minimierung der Setzungen betrieb man die Wasserhaltung nur

### Literatur

- [1] Mengis, R.; Roth, J.: Der Baugrund im Bahnhofgebiet. SBZ/SIA 24/1985
- [2] Fox: Computations of traffic stresses in a simple road structure. Proc. 2 nd Int. Conf. Soil Mech. Foundn. Eng., Budapest 1963
- [3] Ebnetter, F., Kägi, R.: Vermessungsarbeiten SBZ/SIA 24/1985
- [4] Coyle, Castello: New Design Correlations for Piles in Sand. ASCE, GT 7, 1981

abschnittsweise im Bereich der Ortsbrust. Die Kontrolle der Absenkkurve an den 6 angeordneten Piezometern hat ergeben, dass in 30 m Entfernung nur noch eine Absenkung von rund 0,30 m messbar war. Dies ist vernachlässigbar klein, verglichen mit den natürlichen Schwankungen des oberen Grundwasserspiegels von bis zu 1 Meter in diesem Bereich.

Adressen der Verfasser: M. Kaufmann, dipl. Bauing. ETH, Tiefbau, SBB Bauabteilung Kreis II, 6002 Luzern, H. Birrer, dipl. Bauing. ETH/SIA/ASIC, Schubiger AG, Bauingenieure, Weinmarkt 9, 6004 Luzern, und P. Friedli, dipl. Bauing. ETH, Geotechnik, Färberstr. 31, 8008 Zürich.

## Die Perronhallen

Sanierung und Anpassung der Hallen aus der Jahrhundertwende

**Mit der Genehmigung des neuen Bahnhof-Projektes wurde entschieden, dass die alten Perronhallen bestehen bleiben und ins neue Bahnhofskonzept miteinbezogen werden müssen. In der Folge wurden Untersuchungen und technische Abklärungen an den fast 90jährigen Perronhallen vorgenommen. Deren Ergebnisse zeigten, dass die Konstruktionsteile und Tragsysteme mit dem nötigen Grossunterhalt auch für die Zukunft bezüglich statischen und konstruktiven Anforderungen genügen.**

### Die Geschichte der Perronhallen

Als die Luzerner Perronhallen in den neunziger Jahren des 19. Jahrhunderts geplant wurden, gab es schon seit länge-

VON FRANZ HAAS,  
LUZERN

rem bogenförmige Tragwerke und Fachwerkstrukturen in Schweisseisen. Diese Tragsysteme erwiesen sich als statisch und ästhetisch aussergewöhnlich gut durchdachte Konstruktionen mit

einem sparsamen Materialverbrauch. Auch können die in Niettechnik zusammengesetzten Einzelstäbe problemlos ausgewechselt werden.

Trotz des geringen Eigengewichtes hatten sich die zwischen 1896 und 1899 erstellten Perronhallen I bis V infolge der schlechten Bodenverhältnisse und der Aufschüttungen für die Perronanlagen unterschiedlich gesetzt. Verschiedene Hallenstützen wurden deshalb zwischen 1902 und 1926 um 20 bis 80 cm angehoben. In den Jahren 1928/29 wurde die alte Wellblecheindeckung der

Hallen durch eine Holzschalung mit Eternitschiefer ersetzt. Ergänzt wurden die ursprünglichen Hallen I–V mit dem Bau der Brünighalle VI anno 1925/26.

1968 bis 1971 erfolgte bei den Hallen IV, V und VI eine Neueindeckung mit Welleternit. Die vorgesehenen Sanierungsarbeiten an den übrigen Perronhallen I, II und III mussten dazumal infolge Ungewissheit wegen des Bahnhofneubaues (Bahnhofbrand) zurückgestellt werden.

### Aufgabenstellung

Mit dem Bahnhofneubau ergaben sich bezüglich der Perronhallen folgende Aufgaben:

- Sanierung und Neueindeckung der Perronhallen mit der Auflage, das Erscheinungsbild der Hallen möglichst wenig zu verändern.
- Verlängerung der Perronhallen in analoger Bauweise und mit den geometrischen Strukturen der alten Hallen (Bild 1).