

# Der Baugrund im Bahnhofgebiet

Autor(en): **Mengis, Raphael / Roth, Josef**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **103 (1985)**

Heft 24: **Der Neubau des Hauptbahnhofs Luzern**

PDF erstellt am: **26.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75825>

## **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.

gesamte Anlieferung der Baumaterialien führte über diesen Schacht und den jeweils ausgeführten Teil des Posttunnels.

Die Arbeiten für die Tunneldecke mussten vom Gleisfeld her erfolgen, allerdings wurden hierzu nur die Holzabdeckungen entfernt. Für das Verlegen der Armierung und die Abdichtungsarbeiten ergaben sich unter den rund 40 cm über OK Decke liegenden Hilfs-

brücken recht beengende Arbeitsverhältnisse.

Das etappenweise Vorgehen beschränkte den monatlichen Baustellenumsatz auf rund Fr. 400 000.-. Nachdem im September 1982 mit den ersten Werkleitungsumlegungen beim Installationschacht begonnen wurde, war der Rohbau nach etwa 21 Monaten abgeschlossen. Weitere 4 Monate wurden für den Innenausbau benötigt, so dass nach gut

zweijähriger Bauzeit im Oktober 1984 ein wesentlicher Teil der Personenunterführung für die Benutzung freigegeben werden konnte. Der Posttunnel wird mit der Eröffnung des Postbetriebsgebäudes Mitte 1985 in Betrieb genommen.

Adresse des Verfassers: A. Baumann, dipl. Ing. ETH, c/o Ernst Winkler + Partner AG, 6005 Luzern.

## Der Baugrund im Bahnhofgebiet

Von Raphael Mengis, Luzern, und Josef Roth, Luzern

### Der geologische Aufbau des Untergrundes beim Bahnhof

Die Oberfläche des Molassefelsens (obere Meeresmolasse), der am rechtsufrigen Widerlager der Seebrücke nur wenige Meter unter Terrain ansteht, sinkt nach Süden, gegen den Bahnhof hin, steil ab. Der Fels wurde auf dem Areal des Bahnhofs bei den Sondierungen, die bis zu 50 m unter Geländeoberfläche abgeteuft wurden, nirgends angetroffen. Die Lockermaterialüberdeckung besteht bis zur erreichten Sondierentiefe aus See- und Deltaablagerungen. Der Schichtaufbau dieser Lockermaterialschüttung lässt sich in zwei Zonen unterteilen, die deutlich voneinander abgegrenzt sind:

- *Obere Zone*, bestehend aus locker gelagerten Verlandungsbildungen und Seeablagerungen, die an ihrer Basis durch eine 2-3 m mächtige weiche Schicht von tonigem Silt abgeschlossen sind.
- *Tiefere Zone*, bestehend aus einer monotonen Folge von tonigen Silten und Feinsanden mit eingestreuten kleinen, eckigen Gesteinstrümmern. Diese Zone reicht bis auf durchschnittlich 14-16 m unter Terrain hinauf. Ihre Lagerungsdichte ist schon beim Bahnhofareal erhöht und nimmt landeinwärts noch stärker zu. Diese Ablagerungen müssen eine Vorbelastung erfahren haben, die grösser war als das Gewicht der heute vorhandenen Überdeckung.

Die an Bohrproben von zwei Sondierungen auf dem Bahnhofgebiet durch Küttel [1] durchgeführten Pollenanalysen zeigen, dass sich diese beiden Schichten auch im Alter deutlich unterscheiden. Die feinklastischen Sedimen-

te unterhalb 16 m sind pollenarm und enthalten Pollen der Artemisia-Chenopodiaceae-Helianthemum-Zone aus der ältesten Dryas (rd. 15 000 Jahre alt). Zwischen der unteren und der oberen Zone weisen die Pollenanalysen auf eine Schichtlücke (Hiatus) hin. Oberhalb 16 m folgen unmittelbar die Pollen des Bølling-Birkenwaldes (etwa 12 000 Jahre), ohne die in einem lückenlosen Profil zu erwartende Überleitung mit Strauchphasen.

Die Entstehung dieses Untergrundes am Ende der letzten Eiszeit kann wie folgt gedeutet werden:

Nach dem Rückzug des Reussgletschers im Spätwürm bis auf grössere Entfernung hinter Luzern füllte sich das Becken des Vierwaldstättersees wieder mit Wasser auf. Auf seinem Grund setzten sich feinkörnige Böden (tonige Silte, Feinsande) ab. In diese Feinkornablagerungen wurden beim Auftauen schwimmender Eisschollen, die mit Moränenmaterial bedeckt waren, auch kleinere, eckige Kieskörner in den Seegrund eingestreut. Entsprechend der grossen Mächtigkeit dieser Ablagerung (mindestens 40 m) muss diese Sedimentationsphase mehrere tausend Jahre gedauert haben. Von der Schnelligkeit der Verlandung zeugt eine Tiefbohrung aus dem Jahre 1981 in der Seebucht von Horw, wo durch absolute Altersbestimmung an fossilem Holz in derselben Zeit und im selben Sedimentationsraum eine Ablagerung von rd. 2 cm pro Jahr festgestellt wurde. Dann erfolgte ein Zwischenvorstoss des Gletschers (Stadium Gisikon-Honau?), durch welchen die obersten Schichten der Seeablagerungen abgestossen und die darunterliegenden belastet wurden. Der danach folgende Gletscherrückzug muss ziemlich rasch stattgefunden haben.

Die unterste Schicht der oberen Zone besteht bereits aus gletscherfernen, sehr feinkörnigen Bodenmaterialien (siltiger Ton), auf welcher in der Folge Deltaablagerungen des Krien-Rengg-Baches (Sand und Kies) und Seesedimente abgesetzt wurden, die ihrerseits wieder von Verlandungsbildungen (Silt, Torf usw.) bedeckt wurden. Die Verlandungen bildeten sich zu einer Zeit tiefen Seestandes, bevor in historischer Zeit (durch Ablagerungen des Krienbaches und durch das Nadelwehr in der Reuss) wieder ein Aufstau stattfand (Bilder 1 und 2).

### Der Boden als Baugrund

Entsprechend der Entstehung der Böden unterscheiden sich die geotechnischen Eigenschaften der oberen und der tieferen Zone des Untergrundes sehr stark:

- Die Silte und Feinsande der *tiefere Zone*, unterhalb durchschnittlich 15 m (die landeinwärts in Sande, zum Teil Kiessande übergehen), eignen sich wegen ihres gleichmässigen Aufbaus und ihrer durch Vorbelastung erzeugten grösseren Lagerungsdichte für die Aufnahme der Lasten einer schwimmenden Pfahlfundation.
- Im Gegensatz dazu ist der Untergrund in der *oberen Zone*, sowohl gegen die Tiefe als auch gegen die Seite hin, sehr unregelmässig aufgebaut und besitzt von Ort zu Ort stark wechselnde Eigenschaften. Im Durchschnitt ist er in seinem unteren Bereich (in den Seeablagerungen) von etwas grösserem Korn und zum Teil etwas durchlässiger als im oberen Bereich, der zum Teil aus sehr setzungsempfindlichen Verlandungsbildungen, wie Torf, tonigem Silt und Feinsand, besteht.
- Über dem natürlichen Grund befindet sich eine etwa 4 m mächtige *Deckschicht* von künstlichem Auffüllmaterial verschiedenster Herkunft und Zusammensetzung.

## Grundwasserverhältnisse

Eine 2-3 m mächtige durchgehende Schicht aus weichem, siltigem Ton, an der Basis der oberen Zone, trennt zwei Grundwasserstockwerke voneinander ab, die einen sehr geringen gegenseitigen Zusammenhang aufweisen, obwohl die abtrennende Zwischenschicht in den letzten Jahren und Jahrzehnten durch Pfahlfundationen, Sondierungen, Schlitzwände usw. verschiedenorts durchbrochen worden ist. Der Druckspiegel des unteren Vorkommens stimmt in Seenähe mit dem freien Spiegel des oberen ziemlich überein, ist aber stärker geneigt und hebt sich landeinwärts bis zu 1 m über diesen an. Entsprechend der zunehmenden Korngrösse vergrössert sich die Durchlässigkeit des unteren Grundwasserleiters vom See gegen das Land hin, nämlich von etwa  $10^{-5}$  cm/s auf bis zu  $2 \cdot 10^{-1}$  cm/s.

In der oberen Zone sind die Grundwasserverhältnisse sehr unterschiedlich. In der Deckschicht der künstlichen Auffüllung finden sich Schüttungen von Felsausbruchmaterial, die dem Grundwasser einen fast ungehinderten Durchfluss gestatten. Das Grundwasser ist im unteren Stockwerk und in grösserer Seeferne auch im oberen, sauerstoffarm und eisenhaltig. Die Eisenaus-

scheidungen verursachten bei Grundwasserabsenkungen häufig Probleme durch Verstopfung der Filter und Pumpen.

## Die Fundationsprobleme im Bahnhofgebiet

Der ungleichmässige und zum Teil sehr setzungsempfindliche Baugrund in der oberen Zone hat den Grundbauern schon bei den bestehenden Bauten grosse Probleme bereitet. Die meisten dieser Bauten im Bahnhofgebiet stehen auf 8-13 m langen Holzpfählen, die ihre Lasten durch Mantelreibung an den Untergrund übertragen. Dementsprechend stark und unterschiedlich haben sich die Bauwerke denn auch gesetzt. Wertvolle Auskünfte darüber liefern die im Archiv der SBB aufgefundenen Pläne über die Hallenstützen des Bahnhof-Perrondaches, die seit ihrem Bau im Jahre 1896 sehr unterschiedlich, nämlich minimal um 23 cm, maximal um 92 cm abgesunken sind.

Die geplanten und bereits erstellten Neubauten im Bahnhofgebiet werden fast ausnahmslos auf langen Pfählen gegründet, die die untere, ältere und vorbelastete Zone des Baugrundes beanspruchen. Auch solche Pfähle haben einen grossen Teil ihrer Belastung durch Mantelreibung an den Baugrund abzugeben, da in erreichbarer Tiefe kei-

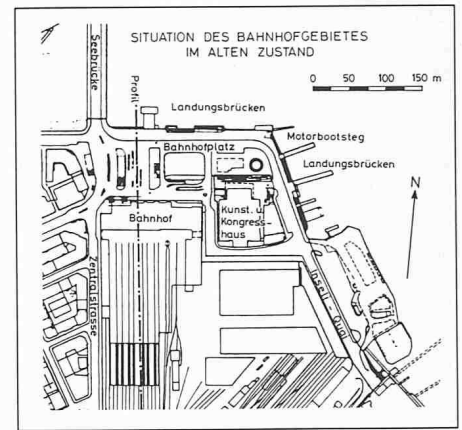
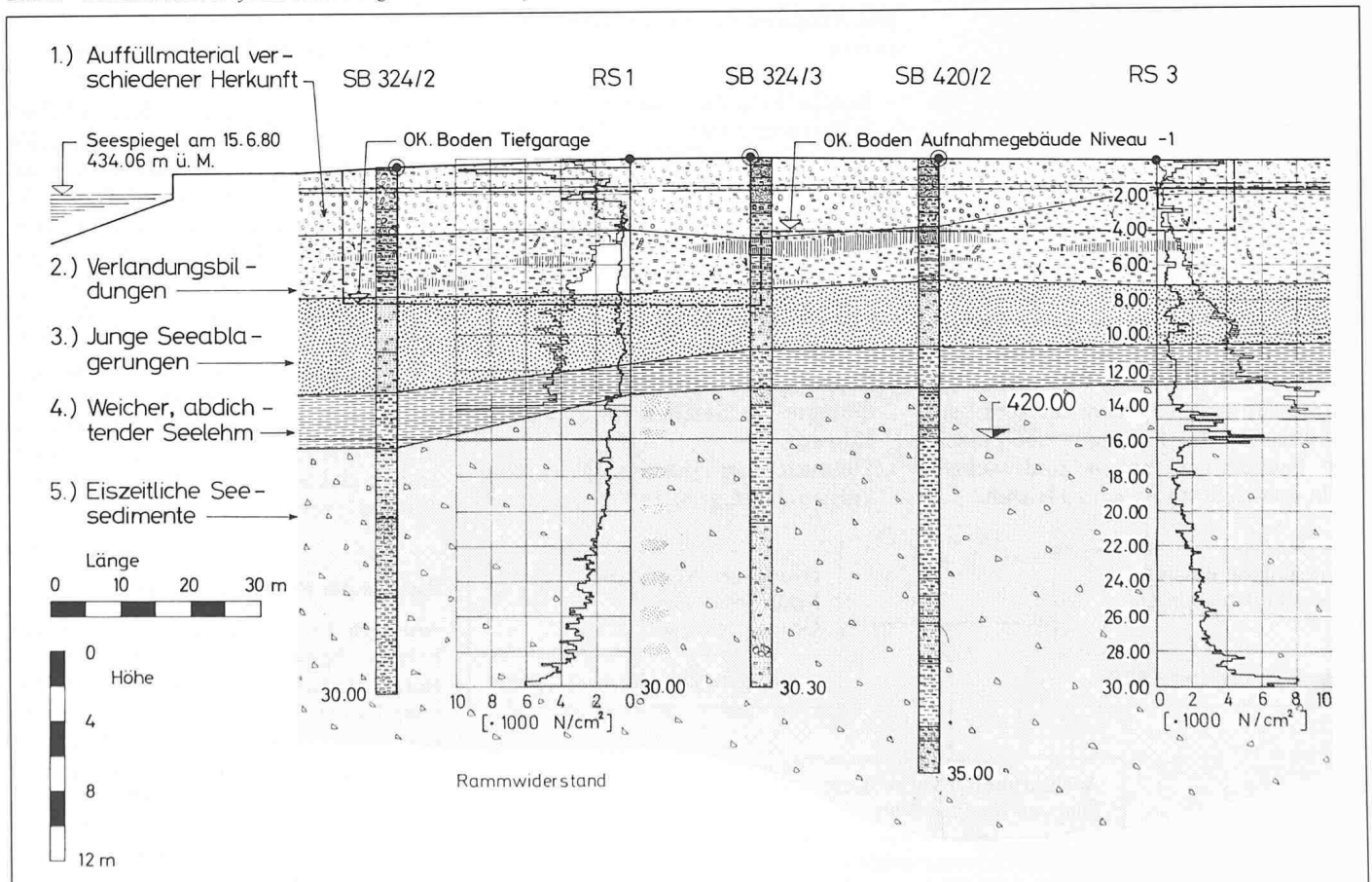


Bild 1. Situation des Bahnhofgebietes (bestehender Zustand) mit Lage des geotechnischen Profils (Bild 2)

ne Standschicht vorhanden ist. Um die zum Teil sehr hohen Pfahllasten (bis zu 20 000 kN) auf den Baugrund übertragen zu können, werden Pfähle mit Durchmessern bis zu 320 cm bis auf Tiefen von 65 m eingebaut. Zur richtigen Bemessung dieser Pfähle werden weitere, tieferreichende Sondierungen erforderlich sein. Die bis anhin erstellten Pfähle zeigen das erwartete Setzungsverhalten und erlitten Setzungen von bis zu 30 mm.

Grössere Schwierigkeiten als bei Tiefpfundationen ergaben sich bei der Vorbestimmung der Setzungen durch Belastungen des Baugrundes an der Oberfläche, z. B. durch künstliche Auf-

Bild 2. Geotechnisches Profil durch die Längsaxe des Bahnhofes



schüttungen. Wie schon in der bestehenden Bahnhofhalle beobachtet werden konnte, unterscheiden sich die Setzungen bei gleichmässiger Belastung und innerhalb verhältnismässig kleiner Bereiche in der Grössenordnung von bis zu 1:5. Eine Setzungsprognose bei Oberflächenbelastungen ist deshalb schwierig und unsicher, da ein genügend enges Sondiernetz zur Ermittlung der örtlichen Setzungseigenschaften der oberen Bodenschichten zu aufwendig wäre.

**Probleme der Baugruben**

Die Baugruben im Bahnhofgebiet reichen auf Tiefen von bis zu 11 m. Die Hauptprobleme, die beim Aushub von Baugruben auf solche Tiefen bewältigt werden müssen, sind die folgenden:

- *Hydraulischer Grundbruch.* Das Grundwasservorkommen des unteren Stockwerkes übt auf die abdichtende Zwischenschicht den vollen Auftrieb aus. Ab Baugrubentiefen von 6 m muss dieses untere Vorkom-

men durch Filterbrunnen oder andere Entwässerungsanlagen entspannt werden. Eine solche Entspannung ist aber wegen der kleinen Korngrösse des Bodenmaterials im untern Leiter nicht immer einfach. Bei Baugruben in Seenähe (Postbetriebsgebäude) betrug der Wasseranfall aus den unteren Zonen in die Absenkungsbrunnen nur wenige l/min, erhöhte sich aber weiter landeinwärts (rd. 150 m westlich des Bahnhofes) bis auf über 1000 l/min.

- *Schlechte Entwässerbarkeit des Bodenmaterials in den oberen Zonen.* Besonders die Verlandungsbildungen zwischen 4 und 8 m Tiefe erweisen sich als sehr wasserempfindlich und können wegen ihrer heterogenen Zusammensetzung nur schlecht entwässert werden. Sie waren deshalb beim Aushub oft auch mit Moorraupen nicht mehr befahrbar.
- *Nachgiebigkeit des Baugrubenabschlusses.* Die sehr weiche Beschaffenheit der Bodenmaterialien, beson-

ders zwischen 4 und 12 m unter Terrain, verunmöglicht einen starren Baugrubenabschluss. Auch steife, 80 cm starke Betonschlitzwände, die durch eine Betonplatte in ihrem oberen Bereich starr abgestützt waren, bewegten sich in den untern Bereichen während des Baugrubenaushubes in der Grössenordnung von Dezimetern einwärts. Die Kriechbewegung umfasste die Schlitzwand bis zu ihrem Fuss, auch wenn dieser dreimal so tief reichte wie die Baugrubensohle. Die Bewegungen wurden durch die Hohlräume begünstigt, die beim Ziehen der zahlreichen alten Holzpfähle entstanden waren.

**Literatur**

[1] *Küttel, M.:* Veränderungen in der spätglazialen Umwelt von Luzern. «Phys. Geographie» 1 (1982), 195-204

Adresse des Verfassers: R. Mengis, dipl. Bauing. ETH/SIA, Ingenieurbüro R. Mengis + H.G. Lorenz AG, Schlossstrasse 3, 6005 Luzern, und J. Roth, dipl. Ing. ETH, Projektleiter Luzern bis Oktober 1984, Bauabteilung Kreis II der SBB, 6000 Luzern.

# Vermessungsarbeiten

Von Franz Ebnetter und Rolf Kägi, Luzern

**Bedeutung der Vermessung**

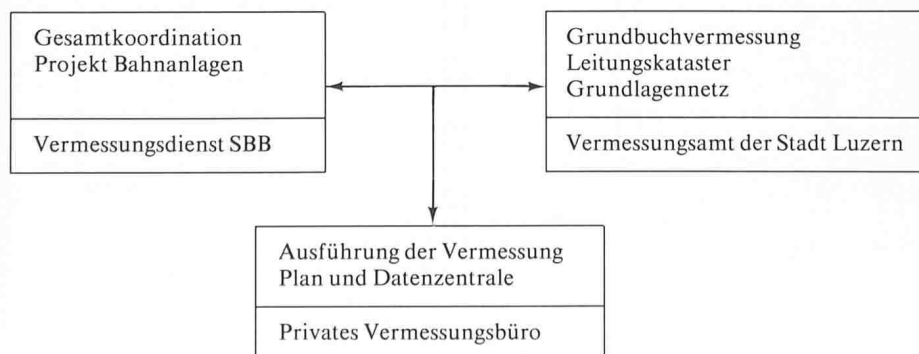
Der Vermessung fällt im Rahmen der Planung, Projektierung und Bauausführung eines Grossprojektes, wie hier im Gebiete des Bahnhofs Luzern, grosse Bedeutung zu. Sie tritt nach aussen hin kaum in Erscheinung, obwohl sie als Dienstleistung für alle Beteiligten, vom Planungsstadium bis weit über die Inbetriebnahme hinaus, laufend beansprucht wird. Für die reibungslose Projektabwicklung in allen Phasen hat die Vermessung mit viel Kenntnis und Verständnis für die Probleme der einzelnen Fachdienste termin- und sachgerecht qualifizierte Arbeit zu leisten.

Die Aufgaben der Vermessung gliedern sich in:

- Beschaffung der Planungs- und Projektierungsunterlagen: Grundlagennetz in Lage und Höhe, Pläne, Daten, Leitungskataster
- Mithilfe bei der Projektierung: Berechnung und Darstellung der gegenseitigen Lage der projektierten Objekte wie Gebäude, Gleis- Weichen- und Fahrleitungsanlagen usw., in Plänen
- Übertragung dieser projektierten Objekte ins Gelände für deren Ausführung
- Überwachung einzelner Objekte auf kurz- und langfristige Verformungen

**Organisation der Vermessung**

Am Gesamtprojekt Bauvorhaben Bahnhof Luzern sind neben den SBB weitere Bauherrschaften wie PTT, Stadt Luzern und Private beteiligt. Damit die räumliche Koordination für alle Beteiligten, auch im Detail, jederzeit sichergestellt ist, haben sich von Anfang an alle Bauherrschaften auf einen gemeinsamen Vermessungsauftrag verpflichtet. Die Ausführung der Vermessungsarbeiten und die Lieferung von Plangrundlagen für alle Beteiligten wurden einem privaten Vermessungsbüro übertragen, das damit zum direkten Partner für alle Interessierten wird.



**Aufbau der Plangrundlagen**

Mit den Grundlagenplänen muss ein breites Spektrum an Benutzerwünschen abgedeckt werden. Diese bildlichen Unterlagen sollen einen anschaulichen Überblick der örtlich vorhandenen Situation und über die gegenseitige Lage der verschiedenen Objekte des Projektes wiedergeben. Je nach Anwendung sind Tochterpläne in den Massstäben 1:200 bis 1:2000 erforderlich.