

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 111/112 (1938)
Heft: 26

Artikel: Die Wetterwarte auf der Sphinx am Jungfrauoch
Autor: Beetschen, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-49874>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Bei einer genaueren Erforschung der physikalischen Vorgänge muss das Zusammenwirken der drei Phasen, nämlich der festen, zähflüssigen und flüssigen, berücksichtigt werden. Je grösser das Wasserbindevermögen, d. h. je stärker die molekular gebundenen Wasserhüllen sind, um so mehr werden Kohäsion und Winkel der wirksamen inneren Reibung durch die zähflüssigen, unter hohem Druck stehenden Wasserhüllen, die eine direkte Berührung der festen Körner verhindern, und nach Terzaghi infolge bipolarer Lagerung der Wassermoleküle als Schmierfilm wirken, beeinflusst [4, 25].

Zur schärferen Trennung der durch Reibung und Kohäsion bedingten Anteile der Scherfestigkeit, bzw. zur Ermittlung des in Abb. 12a angedeuteten p_k -Wertes, wäre es wertvoll, wenn die Zugfestigkeit gesättigter Materialproben in Funktion der vorhandenen Porenziffer oder des äquivalenten Verdichtungsdruckes direkt bestimmt werden könnte, was durch Anwendung folgenden Prinzips möglich sein dürfte: Eine zylindrische Materialprobe (vorbereitet in einem Oedometer mit relativ grosser Probehöhe z. B. nach Abb. 1) wird in horizontaler Lage auf einen drehbaren Teller aufgesetzt und in der Mitte leicht fixiert, derart dass die Probemitte in der vertikalen Drehaxe liegt. Nun wird das ganze rotiert und die Drehzahl solange gesteigert, bis die Probe an der Stelle grösster Zugbeanspruchung (Mitte) zerreißt. Aus dem Raumgewicht und den Abmessungen der Probe einerseits, sowie der im Augenblick des Bruches gemessenen Drehzahl andererseits, kann die maximale Zentrifugalkraft und damit die Zerreißfestigkeit berechnet werden.

4. Zur Bestimmung der Ruhedruckziffer.

Zum Schluss möchten wir noch auf die Notwendigkeit einer genaueren Bestimmung der Ruhedruckziffer, dem Verhältnis von vertikaler zu horizontaler Spannung, bei vollkommener veränderter Seitenausdehnung des Materials, aufmerksam machen. Durch diese Zahl wird einerseits das Gleichgewicht der Lockergesteine in der Natur bei horizontaler Bodenoberfläche, andererseits aber auch der Spannungszustand der Proben in den Versuchsapparaten, wie Oedometer, Durchlässigkeitsapparat und Scherapparat nach Vollzug der Hauptsetzung charakterisiert.

Wie erwähnt, dürfte sich auch der Ruhedruck als abhängig von der Zeit erweisen. Die Schwierigkeit seiner experimentellen Bestimmung besteht hauptsächlich darin, dass die Messung des Druckes bei vollkommener Verhinderung jeglicher Deformation der Probe erfolgen muss. [27]

Eine Möglichkeit, diese Bedingung zu erfüllen, bietet folgender Gedanke: Es wird ein Verdichtungszyylinder mit drehbarer Seitenschalung konstruiert. Zwischen Probe und Schalung wird eine dünne Metallfolie eingelegt. Bei der Drehung der Schalung durch Torsion entsteht zwischen dieser und der Metallfolie eine Reibungskraft, die unter anderem abhängig ist von der Verschiebungsgeschwindigkeit, der Temperatur und dem durch die Materialprobe ausgeübten Seitendruck. Diese letzte Abhängigkeit lässt sich für kleinere Gleitgeschwindigkeiten sehr scharf erfassen, wie an anderer Stelle gezeigt wurde [20 und 21]. Nachdem die Beziehung zwischen den veränderlichen Grössen für eine konstante Temperatur auf Grund von Eichversuchen mit hydrostatischen Drücken, d. h. für eine Ruhedruckziffer = 1 ermittelt ist, kann der gesuchte Seitendruck des Materials aus den direkt gemessenen Werten von Reibung und Gleitgeschwindigkeit bestimmt werden.

Die experimentelle Ermittlung der Ruhedruckziffer ist auch für das Erddruckproblem als theoretischer Grenzfall von Bedeutung, indem man dadurch den Seitendruck auf eine vertikale, unendlich starre und reibungslose Stützwand erhält. Bekanntlich sind die in der Natur beobachteten Erddrücke namentlich infolge der Nachgiebigkeit der Stützwand, die eine Deformation des Erdkörpers und damit eine Aktivierung innerer Reibungskräfte zur Folge hat, bedeutend kleiner als der oben erwähnte Grenzwert. Die durch Terzaghi eingeleitete neuere Entwicklung der Erddrucktheorie [22 bis 24], auf bodenphysikalischer Grundlage, die berufen ist, die klassische Erddrucktheorie zu ergänzen, besteht darin, dass die Art der Nachgiebigkeit der Stützwand und deren Einfluss auf den Seitendruck berücksichtigt werden. Hier erwächst der experimentellen Erdbauforschung die wichtige Aufgabe, die Wechselbeziehung zwischen dem Deformations- und Spannungszustand genauer zu erfassen.

SCHRIFTTUM:

- 1) Terzaghi: Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage. Leipzig und Wien 1925, Franz Deuticke.
- 2) Vögeler P.: Der Kationen- und Wasserhaushalt des Mineralbodens, Berlin 1932.
- 3) Seifert-Ehrenberg-Tiedemann-Endell-Hofmann-Wilm: Bestehen Zusammenhänge zwischen Rutschneigung und Chemie der Tonböden? Mitt. der Preuss. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau. Heft 20, Berlin 1935.
- 4) Endell-Loos-Meischeder-Berg: Ueber Zusammenhänge zwischen Wasserhaushalt der Tonminerale und bodenphysikalischen Eigenschaften bindiger Böden. Veröffentlichung des Institutes der deutschen Forschungsgesellschaft für Bodenmechanik (Degebo). Julius Springer, Berlin 1938.

- 5) Niggli: Klassifikation u. Untersuchungsmethoden der Lockergesteine. Erdbaukurs E. T. H. 1938.
- 6) Fallmann: Zur physikalischen Chemie des Bodens, Erdbaukurs E. T. H. 1938.
- 7) von Moos: Geotechnische Eigenschaften und Untersuchungsmethoden der Lockergesteine. «SBZ», Bd. 111, No. 21 und 22, 1938.
- 8) Redlich-Terzaghi-Kampe: Ingenieurgeologie. Julius Springer, Berlin und Wien 1929.
- 9) Gruner-Haefeli: Beitrag zur Untersuchung des physikalischen und statischen Verhaltens kohärenter Bodenarten. Sonderdruck der «SBZ», Bd. 103, No. 15 und 16, 1934.
- 10) Buisson: Result of long duration settlement tests. Proc. of the Int. Conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering. Cambridge 1936, Volume I (p. 103).
- 11) Terzaghi-Fröhlich: Theorie der Setzung von Ton-schichten. Leipzig und Wien 1936, Franz Deuticke.
- 12) Meyer-Peter E.: Berechnung der Setzung von Bauwerken (vergl. darin graphische Setzungsanalyse von R. Haefeli). «SBZ», Bd. 112, 1938.
- 13) Buisson M.: L'étude des Fondations. «Science et Industrie», Avril-Décembre 1934.
- 14) Juillard: Quelques propriétés du ciment et du beton: Dilatation retrait, élasticité. «SBZ» 1932, Bd. 100, Heft 2, 3 und 6.
- 15) Gehler W.: Hypothesen und Grundlagen für das Schwinden und Kriechen des Betons. «Die Bautechnik» 1938, Heft 10/11 und ff. Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.
- 16) Kögler-Scheidig-Leussink: Beiträge zur Frostfrage im Strassenbau. Schriftreihe der «Strasse» No. 3, Volk und Reichverlag Berlin 1936 (Bodenmechanik und neuzeitlicher Strassenbau, Bearbeiter Leo Casagrande).
- 17) Gruner-Haefeli: Untersuchungsmethoden, um festzustellen, ob sich ein gegebenes Baumaterial für den Bau eines Erdammes eignet. Rapport Vol. III/24 du 1er Congrès des grands Barrages, Stockholm 1933.
- 18) Hvorslev M. J.: Ueber die Festigkeitseigenschaften gestörter bindiger Böden. Ingeniørvidenskabelige Skrifter A No. 45, Kopenhagen 1937.
- 19) Rendulic L.: Versuche an gestörten Tonproben unter dreiaxigen Druckzuständen. «Wasserwirtschaft und Technik», Dezember 1937, Heft 34-36.
- 20) Haefeli R.: Schneemechanik mit Hinweisen auf die Erdbaumechanik (in Vorbereitung).
- 21) Bölliger-Humm-Haefeli: Druckbeanspruchte Gleitfugen. «SBZ», Bd. 109, No. 2, 1937.
- 22) Terzaghi K. v.: Distribution of the lateral Pressure of Sand on the timbering of cuts. «Proc. Int. Conf. Soil Mech.» Vol. I p. 211, Cambridge 1936.
- 23) Casagrande A.: Neue Ergebnisse der Untergrundforschung. Schriftreihe der «Strasse» No. 3, Volk und Reichverlag, Berlin 1936.
- 24) Ohde J.: Zur Theorie des Erddruckes unter besonderer Berücksichtigung der Erddruckverteilung. «Die Bautechnik» 1938, Heft 10/11 und ff. Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.
- 25) Engner Th.: Die physikalischen Eigenschaften der mineralischen Bodenarten. (Deutsches Referat). Helsingfors 1931.
- 26) Meyer-Peter, Favre, Müller: Beitrag zur Berechnung der Standsicherheit von Erdämmen. «SBZ», Bd. 108, Heft 4, 1936.
- 27) Veclimly A.: Eingebettete Rohre. Promotionsarbeit E. T. H. Zürich. 1937.

Die Wetterwarte auf der Sphinx am Jungfraujoch

Schluss von Seite 291

Ausführung der Tunnel- und Stollenbauten. In Ergänzung von Abb. 1, Seite 287 sind folgende Massangaben zu machen: der Zugangstollen zum Maschinen- und Warteraum des Aufzugs auf den Sphinxgipfel hat eine Breite von 2,50 m und eine Höhe von 2,20 m, seine Länge bis zum Schachtzentrum misst 21 m. Am Ende befinden sich die Ausweitungen für den Maschinen- und Warteraum (Abb. 15, Seite 289). Der Querschnitt des 110 m hohen Schachtes ist kreisrund mit einem lichten Durchmesser von 2,50 m und durchgehend ausgekleidet.

Die *geologischen Verhältnisse* am Sphinxgipfel waren vom Bau des Forschungsinstitutes her im grossen und ganzen bekannt. Der Aufschluss durch den Schachtbau ergab: Kote 3462 bis Kote 3504 Gastern-Kristallin, 3504 bis 3512 Kalk (oberer Jungfrau-keil), 3512 bis 3513 Gastern-Kristallin, 3513 bis 3530 Kalk (oberer Jungfrau-keil), 3530 bis 3571 (Gipfel) Erstfelder Granit.

Für die Schachtanlage war hauptsächlich die Kalkschicht interessant, weil sie während des Hochsommers wasserführend sein konnte. Die gleiche Schicht ist in der Galerie vom Berghaus zum Plateau des Jungfraujoches als schwarzes Band gut sichtbar.

Im Herbst 1936 wurde das Gipfelplateau durch die Jungfrau-bahn ausgesprengt. Hernach erfolgte am 24. Oktober 1936 die Festlegung des Schachtzentrums und damit auch die Lage des meteorologischen Pavillons auf diesem Plateau. Die nun erforderlichen Vermessungsarbeiten zur Uebertragung des obern Zentrums in den untern Sphinxstollen führte Grundbuchgeometer A. Flotron in Meiringen aus. Am 29. Oktober war der Ausgangspunkt für den Zugangstollen zum untern Maschinen- und Warteraum abgesteckt, am 2. November wurden die Sprengarbeiten aufgenommen. Am 20. November waren der Stollen und die Ausweitungen ausgebrochen und es konnte mit dem Schachtvortrieb begonnen werden, der am 1. März 1937 zum Durchschlag auf dem Gipfelplateau führte. Die Vermessungskontrolle ergab minime Abweichungen von der Absteckung.

Die wichtigste Aufgabe für die ausführende Bauunternehmung H. Bürgi & Co. Bern, J. Frutiger's Söhne in Oberhofen, A. Marbach in Bern, unter Leitung von Ing. W. Grimm, war das Problem der Entlüftung, des Materialtransportes und der Zugänglichkeit zur Schachtbrust möglichst gut zu lösen, hing doch davon in erster Linie der Arbeitsfortschritt ab. Die *Ventilation* war so angeordnet, dass zwei Ventilatoren, die im Zugang-

stollen aufgestellt waren, die Schlechtluft von der Schachtbrust wegsogen und durch eine Leitung im Sphinxstollen in den Gletscherschlund des Jungfraufirnes drückten. Durch die Ausmündung der Ventilationsleitung in den Gletscherschlund war eine gute Entlüftung auch bei Sturm- und Föhnwetter sichergestellt.

Der *Arbeitsvorgang* für den Schachtausbruch war folgender: Der Schacht wurde von unten nach oben ausgebrochen. Die eine Hälfte des Profils diente als Materialsilo und war durch eine Rundholzwand abgeschlossen. Die andere Hälfte diente als Zugang zur Arbeitsstelle und enthielt die Leitungen für Lüftung, Druckluft und Beleuchtung. Als Aufstieg war ein hölzerner Turm aus Kantholz konstruiert, der mit wachsender Höhe des Schachtes immer nachgenommen wurde. Er ruhte unten auf einer Rollenbatterie, damit er später für das Betonieren der Schachtwandungen nach der Mitte des Profils verschoben werden konnte. Ein zweckmäßiger Abschluss oben verhinderte, dass das Ausbruchmaterial der Abschnitte in diesen offenen Zugang gelangen konnte. Durch diese Installation war ein verhältnismässig müheloses Erreichen der Vortriebstelle möglich; auch der Materialtransport ging reibungslos vor sich. Das nicht zum Betonieren verwendete Ausbruchmaterial wurde auf dem Jungfraufirn abgelagert, wo es bald durch die Schneemassen zugedeckt wurde. Die Sprengungen erfolgten mittels elektrischer Zündung. Der Vortrieb wurde zuerst im zweischichtigen Betriebe durchgeführt. Nach Erreichung einer gewissen Höhe ging man zum dreischichtigen Betrieb über, um das richtige Verhältnis zu erhalten zwischen dem eigentlichen Vortrieb und dem Nachziehen der Silowandungen und des Aufstiegturmes. Der Schacht ist durchgehend 20 cm stark mit Beton verkleidet, um eine möglichst grosse Betriebssicherheit des fertigen Aufzuges zu erhalten. Um allfällige Wassereinsickerungen zu verhüten, wurde dem Beton Plastiment zugegeben. Des weitern hat man die ganze Kalkpartie von Kote 3504 bis 3530, sowie die beiden Anschlusspartien mittels Zementinjektionen (bis 20 at) verdichtet. Die Gesteinstemperatur im Schacht betrug im Winter 0 bis -4° C. Durch eine Oelheizung wurde die Luft im Schacht während des Betonierens auf 8° C erwärmt. Nach Ausmauerung des Schachtes diente der Gerüsturm als Schlechtwetterzugang zur Arbeitsstelle für den Hochbau. Auch der Materialaufzug für den Hochbau war an diesem Turm montiert. Die ganze Durchführung des Schachtbaues brachte keinen nennenswerten Unfall.

Für die *Unterkunft und Verpflegung* der Arbeiter stand das Touristenhaus der Jungfraubahn zur Verfügung. Der Verkehr mit dem Tale war während des Winters öfters für längere Zeit unterbrochen. Die Arbeitsstelle musste also für diese Zeit mit allem Notwendigen, Lebensmittel und Baumaterial, versorgt sein; Trinkwasser musste von der Station Scheidegg nach dem Jungfraujoch geführt werden. Die gutdurchdachte Installation der Baustelle, sowie eine zweckentsprechende Organisation der Arbeitsdurchführung haben die reibungslose Ausführung der Arbeiten sichergestellt.

Die Höhenlage der Arbeitsstelle machte ihren Einfluss besonders bei Inangriffnahme des Baues bemerkbar. Verschiedene Arbeiter mussten die Baustelle verlassen, wer aber die ersten acht Tage durchhalten konnte, war nachher akklimatisiert. Eine Verringerung des Arbeitsvermögens durch die Höhe war jedoch bei jedem zu konstatieren.

Das verständnisvolle Zusammenarbeiten von Bauherrschaft, Bauleitung, Bauunternehmung und Jungfraubahn hat mitgeholfen, den interessanten Bau ohne jegliche Störung durchzuführen.
H. Beetschen, Ing. (Meiringen).

MITTEILUNGEN

Steintorviadukt Basel (Nachtrag). Von Ingenieur J. H. Eckinger erhalten wir eine von Plänen begleitete Zuschrift, in der er seiner Meinung Ausdruck gibt, die architektonischen Gesichtspunkte hätten bei der Beurteilung der Wettbewerbsentwürfe die verkehrstechnischen allzu sehr überschattet. Er schreibt u. a.: «Dies gewiss noch besonders deshalb, weil die Jury in der Mehrzahl aus Nicht-Brückenbauern zusammengesetzt worden war. Da wohl diese Herren bestrebt waren, die «städtebauliche» Anlage vorab zu studieren, ist es naheliegend, dass die Beurteilung der

technischen Ausführung und der Verkehrsfragen etwas zu kurz gekommen sind. Abgesehen von unnötiger Detailarbeit, die damit den Bewerbern überbunden war, sind daher im Urteil Widersprüche entstanden, von denen — ohne weiter auf Einzelheiten einzugehen — das Folgende erwähnt sein soll. Es heisst da: «Die besten Lösungen sind Balkenbrücken mit *Stützenanordnung in Mitte Talsohle, mit Rücksicht auf die Verkehrserfordernisse*.» —

Mit Rücksicht auf die Verkehrserfordernisse sind nun doch wohl *gar keine* Stützen die beste Lösung! Auf den Heuwaagplatz münden sieben Strassen ein; durch jede Stützenanordnung wird dieser Platz für alle spätere Entwicklung unnötigerweise eingengt. Es können schliesslich doch die Stadtzugänge nie offen genug gehalten werden. Auf dem Heuwaagplatz sind aber Pfeiler konstruktiv gar nicht notwendig, denn mit den neuen eidg. Vorschriften ist eine stützenlose Spannung sehr wohl möglich, ohne einen teuren oder schwerfälligen Bau zu ergeben. Diese Tatsache haben wir in unserem Projekt Nr. 1 mit einer Stützweite der mittlern Oeffnung von 74 m gezeigt, leider ohne Erfolg, wengleich es im Jurybericht heisst, die Linienführung lasse eine gewisse Grosszügigkeit erkennen, die statische Berechnung sei sachgemäss durchgeführt und das Projekt stelle sich wirtschaftlich nicht ungünstig. —

Im Hinblick auf die weitgehende Gleichartigkeit der prämierten und veröffentlichten Lösungen (vergl. in Nr. 24) zeigen wir hier zur Veranschaulichung der konstruktiven Möglichkeiten noch diesen Eisenbeton-Entwurf mit maximalem Stützenabstand, für eine Hauptverkehrsstrasse mit zweigeleisiger Strassenbahn bei beschränkter Bauhöhe immerhin beachtlich.

An der Hundertjahrfeier des Z. I. A. ehrte der Verein drei besonders verdiente Mitglieder durch Adressen mit folgendem Wortlaut:

Der Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein spricht anlässlich der Hundertjahrfeier seiner Gründung seinem Mitglied

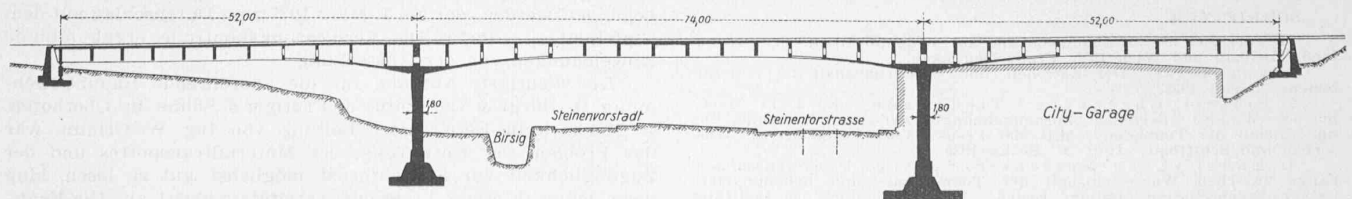
Arch. MAX HAEFELI Dank und Anerkennung aus für seine rege Teilnahme am Vereinsleben durch aktive Einstellung zu allen Zürcher Baufragen, durch Verteidigung künstlerischer Forderungen gegen nüchternen Zeitgeist, wie durch seine originelle, stets aus der Fülle der Eingebung schöpfende Berufsarbeit.

Ing. Prof. K. E. HILGARD Dank und Anerkennung für seine Verdienste um den Verein, insbesondere als tatkräftiger Förderer der Vereinshaus-Idee und als Urheber des durch den Vorschlag der Sihlunterfahung bahnbrechenden Entwurfes des Z. I. A. für die Verlegung der linksufrigen Zürichseebahn.

Masch.-Ing. Prof. Dr. h. c. WALTER WYSSLING, dem Nestor der schweizerischen Elektrotechnik, Dank und Anerkennung für seine Verdienste um den Verein und für seine mit unermüdlicher Arbeitskraft entfaltete, umfassende und erfolgreiche Tätigkeit auf dem Gebiete des Kraftwerkbaues und der Energiewirtschaft.

Die Festversammlung vom 18. Juni bekräftigte diese Anerkennungen mit lebhaftem Beifall, und auch die Redaktion der «SBZ» schliesst sich diesem Dank an ihre vielfach bewährten, langjährigen Mitarbeiter von Herzen an!

Die zwangsläufige Autobahn. Angesichts der aktuellen Bestrebungen, die Verkehrsteilung zwischen Eisenbahn und Autostrasse gesetzlich zu regeln, möchten wir auf Versuche mit einer neuen, interessanten Zwischenstufe, der zwangsläufigen Autobahn, hinweisen und entnehmen der «Industria Italiana del Cemento», Okt. und Nov. 1937, dazu folgende Angaben. Die von Dr. Gaetano Ciocca entworfene und in Rom bereits auf einer Strecke von 540 m Länge verwirklichte Autobahn besteht aus einem 270 cm breiten und rd. 18 cm starken Betonband, das auf den gewalzten Untergrund aufgebracht wird und in seiner Längsaxe eine 66 cm breite und 23 cm hohe Betonrippe trägt. Sie dient den Fahrzeugen als automatische Führung, indem diese nach Abb. 1 mit vertikalachsigen Lenkrollen versehen sind, die längs der Flanken dieser Rippe das Fahrzeug führen und die bisherige Achsenlenkung automatisch gestalten. Es wird möglich, die leichten und daher billigeren Strassenfahrzeuge durch Zugmaschinen ziehen zu lassen und wie bei der Eisenbahn Züge zu bilden. Da die Fahrzeuge



Aus dem Wettbewerb für einen Steinertor-Viadukt in Basel (vergl. S. 304). — Entwurf Nr. 1, Ing. J. H. ECKINGER, Basel. — Längsschnitt 1:1000