Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 95 (1977)
Heft: 36

Artikel: Baugrund und Fundationsproblme in der Region Basel
Autor: Hauber, Lukas / Wackernagel, Andreas
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-73440

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

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

heutigen Klein-Hüningerhafens an einen ausländischen Stahlkonzern verkauft wurde.

Der 1921 geführte Disput zur Unterstützung der Basler Behörden, um die Kreisdirektion II der SBB in Basel zu behalten, konnte leider ihre Aufhebung und Verlegung nach Luzern nicht verhindern. Als Trost wurde dann Basel, dessen Bahnhöfe den SBB immerhin die grössten Einnahmen aller Städte im Personen- und Güterverkehr zusammen gerechnet erbringen, das Domizil der Zentralen Materialverwaltung dieses wichtigen Staatsunternehmens zugestanden.

Der BIA hat sich schon frühzeitig neben den technischen Problemen auch mit *wirtschaftlichen* Problemen beschäftigt und deshalb bereits 1919 dem lokalen Arbeitgeberverband, dem *Basler Volkswirtschaftsbund* als ordentliches Mitglied angeschlossen. Dies ermöglichte ihm während der Krise der dreissiger Jahre sich mit dem nötigen Rückhalt den damals lebenswichtigen *Arbeitsbeschaffungsproblemen* zu widmen und durch Einsitznahme in die Arbeitsrappenkommission das Programm für die Aufnahme historischer Gebäude durch private Architekten auf die Arbeitsbeschaffungsliste zu setzen. Ausserdem erreichte er die Zusage der Regierung, zu angemessener Berücksichtigung von akademisch gebildeten Architekten und Ingenieuren bei der Besetzung von Beamtenstellen, bei der Bildung der Kommissionen zur Beurteilung öffentlicher Wettbewerbe und zu vermehrter Vergebung von öffentlichen Aufträgen an private Büros.

Aktivitäten auf gesetzgeberischem Gebiet

Auf gesetzgeberischem Gebiet befasste sich der Verein verschiedene Male mit der *Organisation des Baudepartements,* der Ausbildung der Lehrlinge an der Gewerbeschule, den Revisionen des Hochbauten- und des Submissionsgesetzes und nach 1945 mit der *Schaffung eines Technikums beider Basel* in *Muttenz.* Für derartige Aufgaben wurden je nach Bedarf vereinsinterne Kommissionen temporär gebildet oder aus den eigenen Reihen fachkundige Delegierte in staatliche Kommissionen nominiert.

Von besonderer Bedeutung war, als es 1919 gelang, die *Leitung der Baupolizei* durch einen akademisch gebildeten Ingenieur zu besetzen und eine *Rekursinstanz gegen Baupolizeibeschlüsse* ins Leben zu rufen. Seither ist die Zusammenarbeit mit dieser Behörde vertrauensvoll und ermöglichte die gemeinsame Aufstellung von *Qualitätsvorschriften im Bauwesen,* wie zum Beispiel 1953 solche für die *Kies- und Sandlieferungen* für hochwertigen Beton. Die mannigfaltigen, sachlich gut begründeten Eingaben, die eine berechtigte Besorgnis um das allgemeine Wohl erkennen liessen, haben in den letzten Jahrzehnten zu einem gegenseitigen Vertrauensverhältnis zwischen den verschiedenen Behörden der beiden Halbkantone und dem BIA geführt, der eine Beiziehung von Delegierten unseres Vereins zur Bearbeitung der in unser Interessengebiet fallenden Probleme zur Selbstverständlichkeit werden liess. Dies ermöglichte auch in den vergangenen Jahren für die Anpassung der Zeittarif-B-Ansätze an die Teuerung in unserer Region für beide Teile annehmbare Lösungen zu finden.

Behördenmitglieder

Die Mitglieder des BIA waren sich seit jeher ihren *Verpflichtungen gegenüber der Öffentlichkeit* bewusst und haben sich deshalb immer wieder für *öffentliche Ämter im Kanton und den Gemeinden* zur Verfügung gestellt. Es dürfte kaum eine Legislaturperiode gegeben haben, in der nicht eines oder mehrere Mitglieder dem *Basler Grossen Rat* oder dem *Landrat des Kantons Basel-Landschaft* angehört haben. In Basel haben sich dreimal Mitglieder in den *Regierungsrat* wählen lassen, nämlich:

Architekt	*Heinrich Reese* (1842–1919): Baudirektor 1894–1907,
Architekt	*Richard Calini* (1882–1943): Baudirektor 1923–1925,
Bauingenieur	*Eugen Keller* (geb. 1925): Sanitätsdirektor 1972–1976, Baudirektor seit 1976.

Ins *Eidgenössische Parlamenr* ist erstmals 1967 Bauingenieur *Werner Jauslin* (geb. 1924) als *Ständerat* gewählt worden.

*

Der BIA geniesst heute bei den Behörden ein erfreuliches Vertrauen. Dank seiner ständigen Bereitschaft, seine Dienste der Öffentlichkeit uneigennützig zur Verfügung zu stellen, finden die Voten seiner Delegierten in zahlreichen öffentlichen Kommissionen und seine Stellungnahmen zu neuen Ratschlägen in Parlament und Öffentlichkeit das nötige Gehör. Hoffentlich findet der BIA auch im kommenden Dezennium die Männer mit Format, um den Aufgaben, die der Schlüsselposition der Technik in Wirtschaft und Politik zukommt, zum Wohle unserer Region gerecht zu werden.

Adresse des Verfassers: *G. Gruner,* dipl. Ing. ETH, Benkenstr. 73, 4054 Basel.

Baugrund und Fundationsprobleme in der Region Basel

Von **Lukas Hauber,** Riehen, und **Andreas Wackernagel,** Basel

Bautechnische Aufgabenstellungen

Die weltweite wirtschaftliche Expansion, die nach dem Zweiten Weltkrieg eingesetzt hat und Mitte der siebziger Jahre zum vorläufigen Abschluss kam, stellte *neue Anforderungen* an die Bautechnik, darunter auch an die *Beherrschung neuartiger Aufgaben im Bereich der Fundationen und des Baugrundes.* Es sind zu nennen:

- *Bessere Ausnützung des Bodens* in städtischen Agglomerationen. Dies führte zu Bauten mit mehreren Untergeschossen und somit tiefen Baugruben;
- *Ausdehnung der Besiedlung in ländlichen Gebieten* mit vermehrter Bebauung in ungünstigem Baugrund und in Hanglagen;
- *Erstellung von Verkehrsanlagen;* Bau des Flughafens, der Nationalstrassenverbindung von der Nordwestschweiz über den Jura ins Mittelland und Ausbau des Bahnnetzes, insbesondere der Rangieranlagen der SBB bei Muttenz;
- *Verbesserung der Trinkwasserversorgung,* insbesondere der Anreicherung des Grundwassers. Dieses Verfahren wurde durch Infiltration von vorgereinigtem Rheinwasser ins Grundwasser des Rheins in der Hard einerseits und ins Grundwasser der Wiese anderseits angewandt.

Es sollen im folgenden die *Untersuchungsmethoden des Baugrundes,* deren Ergebnisse und die Einordnung in die Lösung von praktischen Bauaufgaben gezeigt werden.

Geologische Beschreibung der Region

Die Stadt Basel ist dort entstanden und gediehen, wo der Rhein den Jura verlässt und in die oberrheinische Tiefebene

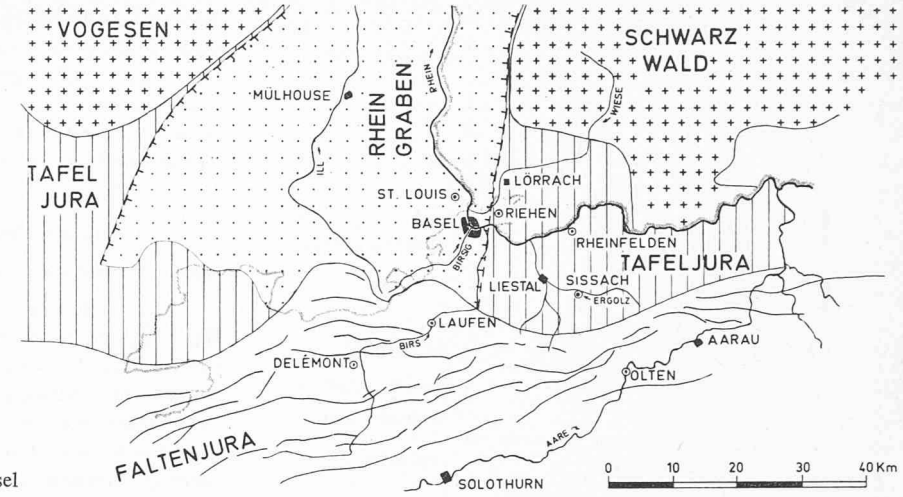


Bild 1. Tektonische Übersicht der Region Basel

eintritt. In dieser Feststellung ist schon enthalten, dass die «Regio Basiliensis» an *mehreren grosstektonischen Elementen Mitteleuropas* teilhat. Nach dem geologischen Alter der sie aufbauenden Gesteine gegliedert, handelt es sich um folgende Gebiete (Bild 1):

Schwarzwald und Vogesen

Im Norden und Nordwesten der Stadt liegt das Grundgebirge von Schwarzwald und Vogesen, aufgebaut aus *präkambrischen und paläozoischen Schiefern, Gneisen, Graniten* und *Porphyren,* die in der *herzynischen Gebirgsbildung,* also vor rund 300 Millionen Jahren, die heutige Form erhalten haben. Sie wurden anschliessend von jüngeren Sedimenten eingedeckt. Junge Heraushebung und die damit verbundene Erosion haben diese wieder entfernt und das Grundgebirge der Beobachtung zugänglich gemacht. Es ist heute tiefgründig verwittert. Rundliche, weiche Formen charakterisieren das Relief dieser alten Grundgebirge.

Jura

Nach der herzynischen Gebirgsbildung ist unser Raum von einem *von Norden her vordringenden Meer* überflutet worden. Während der Zeit der *Trias* und des *Juras,* also zwischen rund 220–140 Millionen Jahren, sind verbreitet *marine Sedimente* zur Ablagerung gelangt, vor allem *Kalke, Mergel* und *Tone,* in der Trias auch *Gips* und *Salz.* Die Gesteinsserien sind Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, Lias, Dogger und Malm.

Aus diesen Gesteinen wird die Landschaft des Juras im Osten und Süden der Stadt Basel aufgebaut. Die Kalke bilden die von hellen Felswänden begleiteten, bewaldeten Steilstufen, während Mergel und Tone in den sanfteren, meist von Wiesen eingenommenen Geländeformen vorherrschen. Die Stratigraphie der Doggerserie ist in Bild 3 gegeben.

In geologisch junger Zeit, am *Ende des Tertiärs* (vor vielleicht 5 Millionen Jahren), ist der südliche Teil des Juras gefaltet worden, so dass zwischen *Tafeljura,* in welchem die Gesteine von der Faltung nicht erfasst wurden und daher flach gelagert sind, und *Faltenjura* unterschieden wird. Der Faltenjura reicht in der *Blauenkette* bis in die Nähe der Stadt Basel. Die zahlreichen *Klusen der Birs* und andere geben einen herrlichen Einblick in den Bau der Jurafalten.

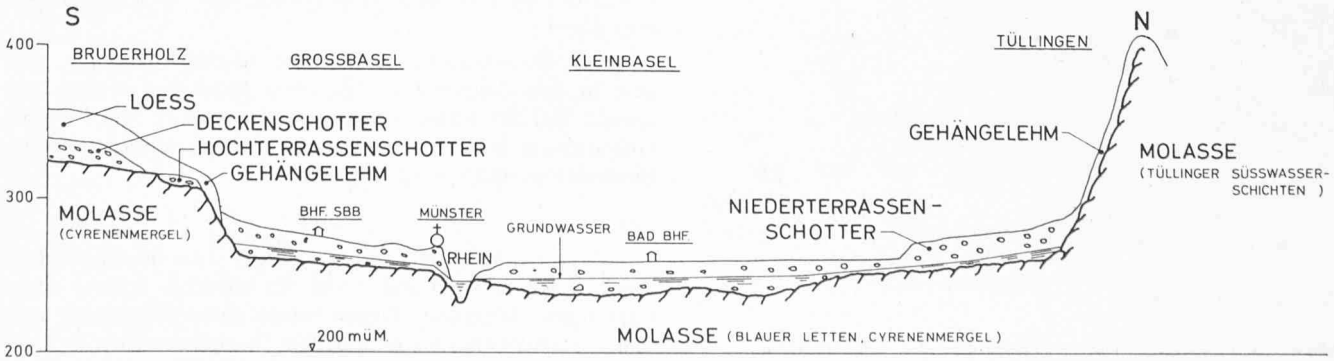
Rheingraben

Im *frühen und mittleren Tertiär* schliesslich brach zwischen Schwarzwald und Vogesen der Oberrheingraben ein und trennte die beiden Grundgebirge voneinander. Während des Einsinkens wurde er aber gleichzeitig von den eingeschwemmten Sedimentbildungen wieder aufgefüllt; es entstand die *Molassefüllung des Oberrheingrabens (Sande, Mergel* und *Tone).* Die Molasseformationen sind in Basel als *Blauer Letten* (Septarienton), *Cyrenenmergel, Elsässer Molasse* und *Tüllinger Süsswasserkalk* bekannt. Das Einsinken erfolgte entlang von zahlreichen Verwerfungen und Brüchen, die zum Teil auch in den benachbarten Jura übergreifen und auch dort festgestellt werden können.

Oberflächlich sind diese Gesteine aber verbreitet von *jüngsten, quartären Bildungen* überdeckt. Hierher gehören vor allem die *Verwitterungsprodukte* wie *Verwitterungslehme, Gehängelehme* und *Gehängeschutt,* aber auch die in den Tälern und an den Talrändern anzutreffenden *fluviatilen Schotter,* die gerade in der oberrheinischen Tiefebene weit verbreitet sind und das *grösste Grundwasserreservoir Europas* darstellen.

Im Laufe der vier grossen Eiszeiten des Quartärs haben sich die Flüsse immer tiefer eingeschnitten; es wechselten Zeiten der Abtragung (Erosion) mit Zeiten der *Aufschotterung.* An den *Talrändern* lassen sich deshalb *mehrere Schot-*

Bild 2. Geologischer Schnitt durch das Stadtgebiet Basel



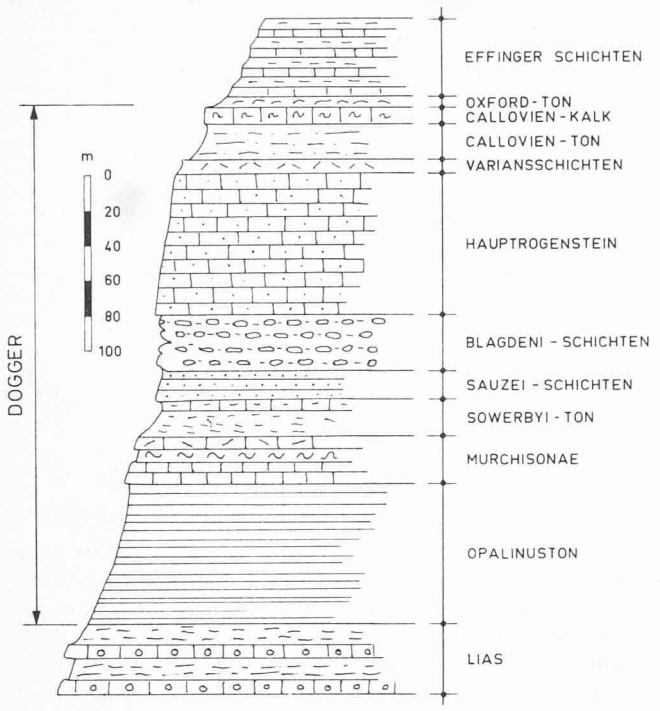


Bild 3. Schichtprofil des mittleren Jura (Dogger)

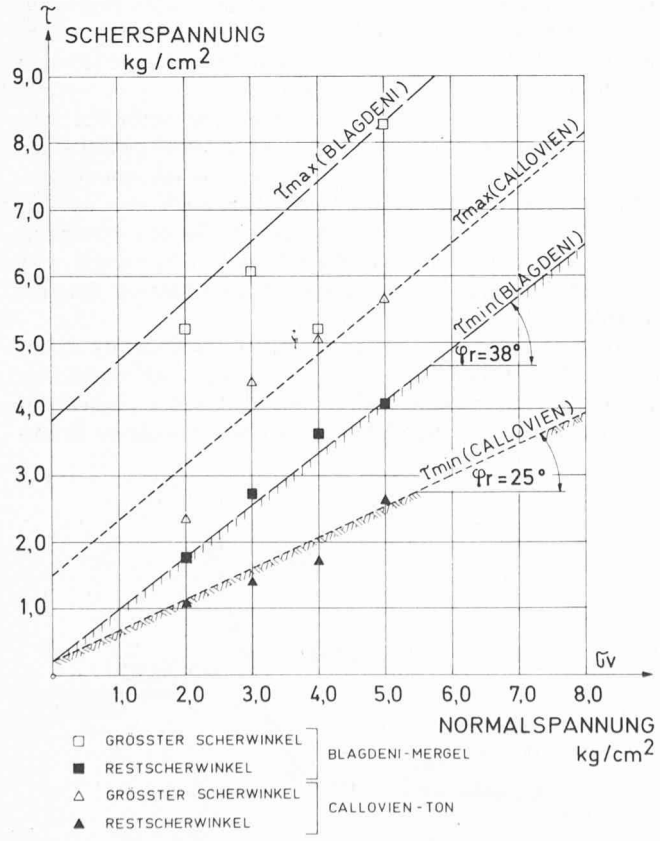


Bild 4. Scherfestigkeit von Gesteinsproben der Juraformation

terterrassen, nämlich *Deckenschotter, Hochterrassenschotter* und *Niederterrassenschotter* erkennen (Bild 2), die von *Löss* überdeckt sind. Der Löss ist ein vom Wind verfrachtetes Staub-Sediment, das während der Eiszeiten durch die kalten Abwinde der Gletscher im periglazialen Raum aufgewirbelt worden und im weiteren Vorland zur Ablagerung gelangt ist.

Untersuchung des Baugrundes

Geotechnische Untersuchung

Die vielfältigen geologischen Verhältnisse der Region Basel gaben zu zahlreichen geotechnischen Untersuchungen des Baugrundes Anlass. Die Ergebnisse ermöglichen nunmehr weitgehende Aussagen über die geotechnischen Eigenschaften der Materialien, wie sie in der *Fundationstechnik,* bei der *Gewinnung von Baustoffen* und für die *Wasserversorgung* benötigt werden. Es sollen insbesondere die *Kornverteilung* und die *Scherfestigkeit* beschrieben werden. Diese wurden an ungestörten Proben, die aus natürlichen Materialblöcken herausgeschnitten wurden, meist im direkten Scherversuch ermittelt. In Bild 4 sind Scherdiagramme für Materialien des Dogger dargestellt.

Alluviale Materialien

Von den alluvialen Materialien der Region Basel bildet der *Niederterrassenschotter des Rheins* den *Baugrund der meisten Bauten auf dem Gebiet der Stadt Basel.* Die Niederterrassenschotter sind als *tragfähiger Baugrund* bekannt. Sie sind in zahlreichen *Kiesgruben* erschlossen und liefern, meist aus alpinen Geröllen bestehend, die *Aggregate für die Betonherstellung der Region.* Ferner sind sie ein *bedeutender Grundwasserträger.* Das Rheingrundwasser der *Hard in Muttenz* wird durch die Hardwasser AG mittels Infiltration angereichert und für die Trinkwasserversorgung der Region verwendet.

Die *Kornverteilung* ist in Bild 5 gegeben. Sie *ändert sich in der Region kaum.* Sie liegt für Schweizerhalle oberhalb Basels wie im Gebiet des Flughafens unterhalb Basels im gleichen Streuungsbereich. Eine gewisse *Ausfallkörnung* ist jeweils im Bereich der Korngrösse von 2 Millimetern vorhanden. Der *innere Reibungswinkel* beträgt gemäss Bestimmung im *triaxialen Scherapparat durchweg 40° bis 42°.*

Die Kornverteilung der *Deckenschotter* weicht von derjenigen der Niederterrassenschotter insofern ab, als der *Anteil an Feinkorn* infolge stärkerer Verwitterung *grösser* ist. Die Deckenschotter bilden jedoch *ebenfalls einen gut tragfähigen Baugrund.* Beispielsweise wurde das 14stöckige Bettenhaus des Bruderholzspitals mittels Einzel- und Streifenfundamenten in die Deckenschotter fundiert.

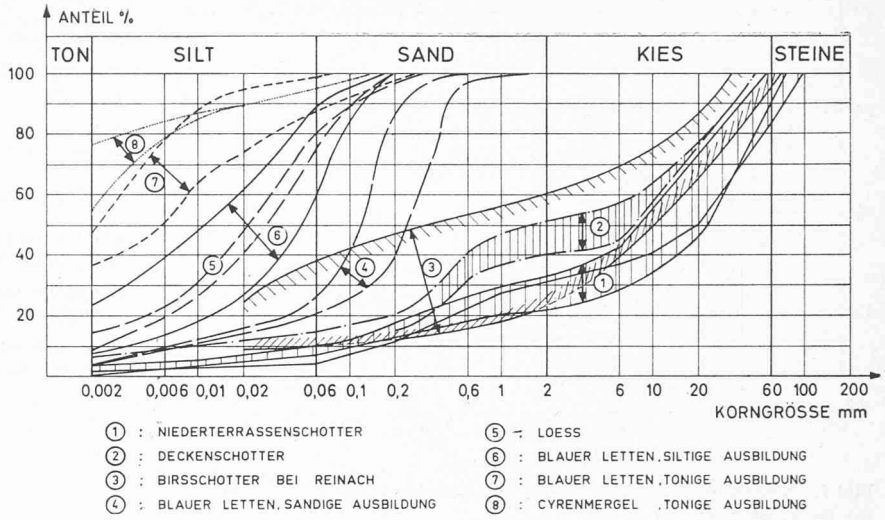
Die *Birsschotter* beherrschen den Baugrund des Birstales, wo in den letzten Jahrzehnten neue Siedlungen und Industriebauten entstanden sind. Diese Schotter bestehen vorwiegend aus *Kalksteingeröllen* des Juras. Die Schotter haben einen *Tongehalt von 5 bis 10 Prozent.* Er gibt dem Birsschotter eine Kohäsion, die eine steile Abböschung von tiefen Baugruben ermöglicht.

Die *Wiesenschotter* bilden den *Grundwasserträger,* aus dem in den *Langen Erlen* zwischen Basel und Riehen der grösste Teil des Basler Trinkwassers gewonnen wird. Dieses Grundwasser wird mit vorfiltriertem Rheinwasser, das bei Birsfelden gepumpt wird, angereichert.

Löss

Der Löss ist *geotechnisch ein siltiger Ton.* In ungestörtem Zustand ist er steif und bildet für niedrige Bauten einen tragfähigen Baugrund. Wegen seiner guten Konsistenz und seines Kalkgehalts, ist es möglich, Aushübe mittlerer Tiefe

Bild 5. Kornverteilung innerhalb der Alluvionen und der Molasse in der Umgebung Basels



auf begrenzte Zeit mit nahezu senkrechten Wänden auszubilden. Bei Verwitterung geht Löss jedoch in einen Lehm über, was an Hängen zusammen mit verwitterter Molasse zu Rutscherscheinungen führt, wie dies am Rande des Bruderholzes und an den Hängen des Tüllingerhügels vorkommt. Der massgebende innere Reibungswinkel beträgt 27°.

Molasse

Die Molasse besteht aus *Sanden, Silten* und *Tonen,* die mechanisch durch Gebirgsauflast und teilweise chemisch durch Abbinden der Karbonate *zu Festgesteinen konsolidiert* wurden. Typische geotechnische Kornverteilungskurven sind in Bild 5 gegeben.

Der *Einschnitt des Birsig* in die Rheinschotter reicht nahezu auf die Oberfläche der Molasse hinunter. So sind zahlreiche alte und neue Gebäude der längs der Talsohle des Birsig angelegten Basler Innerstadt in der Molasse, die hier der Formation des *Septarientons* angehört, fundiert. Ferner reichen neuere Geschäftsbauten in höher gelegenen Stadtgebieten mit mehreren Untergeschossen in die Molasse hinunter. Die *Brückenpfeiler sämtlicher Rheinbrücken,* einschliesslich der 1972 eröffneten Nationalstrassenbrücke, sind in die Molasse abgestellt.

Die Molasse ist nicht nur im Baugrund der Stadt Basel vorhanden, sondern bildet auch am *Tüllingerhügel* nördlich des Rheins, im ganzen *Birsigtal* und *teilweise im Birstal,* die *Talflanken* mit ihren Hängen.

Solange die Molasse allseitig eingespannt ist, bildet sie einen standfesten Baugrund. Wenn sie aber, allmählich durch Erosion, oder kurzfristig durch Aushub einer Baugrube, einseitig entspannt wird, geht die mechanische Bindung verloren, und es vermindert sich die Standfestigkeit. Dabei verschwindet gewöhnlich die Kohäsion, und für die Stabilität ist die Restscherfestigkeit, ausgedrückt durch den Restscherwinkel, massgebend.

In Bild 7 ist für verschiedene Formationen der Basler Molasse der *Restscherwinkel in Abhängigkeit des Tongehalts* (Kolloidgehalts) aufgetragen. Das Diagramm zeigt, dass für Septarienton je nach Kolloidgehalt im allgemeinen ein Restscherwinkel zwischen 18° und 31° erwartet werden kann. Im Cyrenenmergel und in der Elsässer Molasse kann jedoch der Kolloidgehalt so stark ansteigen, dass stellenweise mit einem Restscherwinkel von lediglich 12° gerechnet werden muss. Erfahrungsgemäss wird der Restscherwinkel auch vom *Plastizitätsindex* beeinflusst (Bild 9). So kann in der mergeligen Ausbildung der Elsässer Molasse und im Cyrenenmergel infolge eines hohen Plastizitätsindexes der Restscherwinkel ebenfalls bei lediglich 12° liegen, obwohl der Kolloidgehalt weniger als 50 Prozent beträgt.

Juraformationen

Die Kalke, Mergelkalke und Tone der Juraformationen sind *verfestigte Meeresablagerungen,* die im Laufe ihrer Entstehungsgeschichte Gebirgsüberlagerungen von mehreren

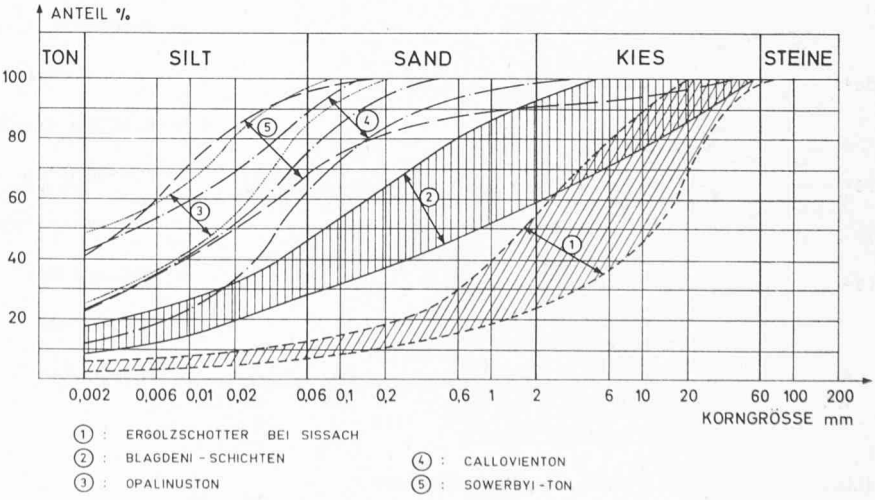


Bild 6. Kornverteilung innerhalb der Doggerformation und in den Ergolzschotter

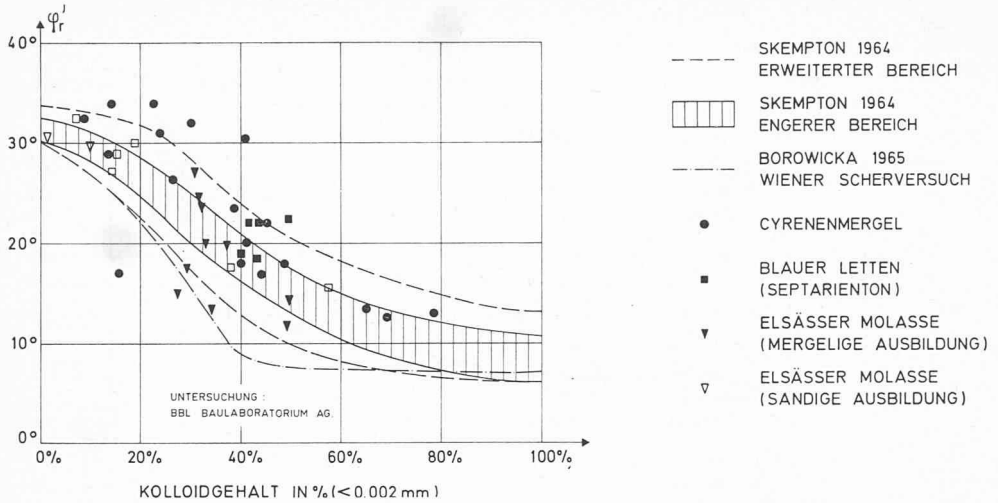


Bild 7. Scherwinkel in Abhängigkeit des Kolloidgehaltes für Proben der Basler Molasse

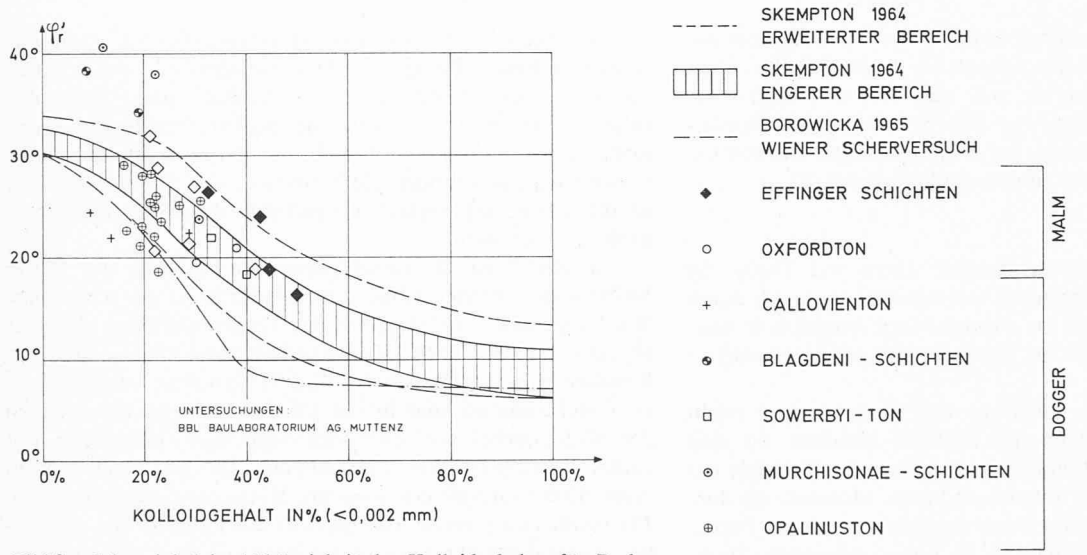


Bild 8. Scherwinkel in Abhängigkeit des Kolloidgehaltes für Proben der Juraformation

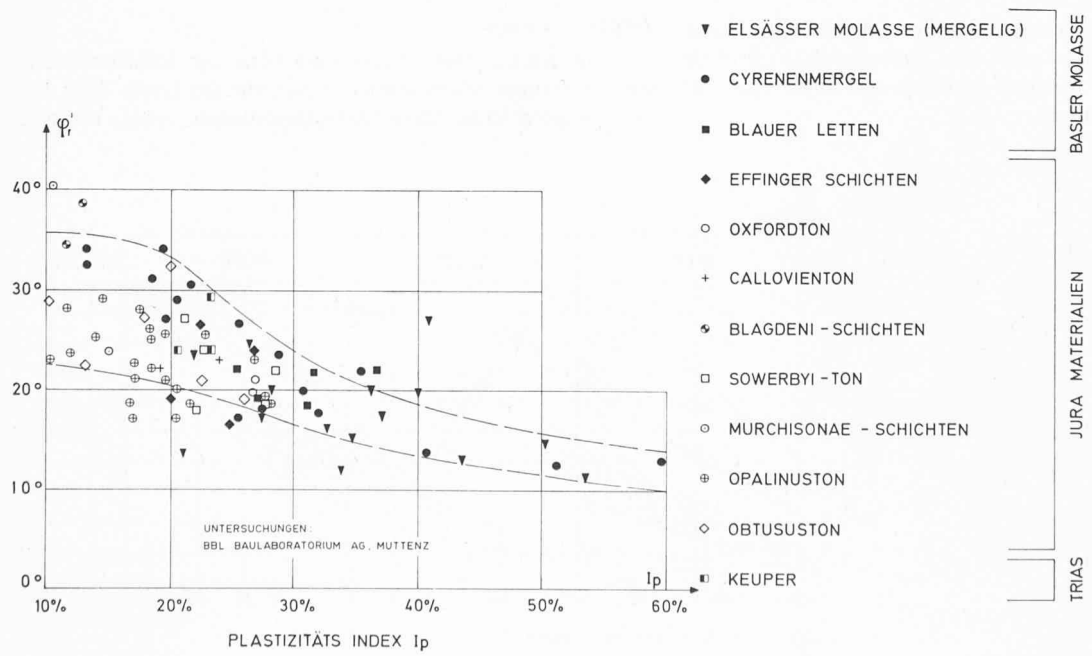


Bild 9. Scherwinkel in Funktion des Plastizitätsindex I_p

hundert Metern ausgesetzt waren. Bei Ausführung von Einschnitten behält der chemisch verfestigte Kalkfels seine Standfestigkeit bei, während Mergelfels und Tonfels, die zunächst standfest erscheinen, infolge der wegfallenden seitlichen Einspannung im Laufe einer gewissen Zeitperiode die Standfestigkeit einbüssen. Es entstehen *muschelförmige Ausbrüche,* die sich bergseitig vergrössern. Dabei muss bei der Stabilitätsuntersuchung gewöhnlich mit der Restscherfestigkeit gerechnet werden. Typische geotechnische Kornverteilungen für Formationen der Doggerserie sind in Bild 6 dargestellt. Es handelt sich um die im Basler Jura häufig vorkommenden *Callovienton, Sowerbyiton* und *Opalinuston* sowie den *Mergel der Blagdenischichten.* Die *Kalkbänke des Callovienkalks,* des *Hauptrogensteins* und der *Murchisonaeschichten* sind im Verhältnis dazu standfest.

In Bild 8 ist der Restscherwinkel für Juraformationen, die in der Region Basel vorkommen, in Abhängigkeit des Tongehalts (Kolloidgehalts) dargestellt. Der Restscherwinkel liegt meist über 20°. Der tiefste, an zahlreichen Proben festgestellte Wert liegt bei 16° im Bereich der *Effingerschichten.* Der Restscherwinkel in Abhängigkeit des Plastizitätsindexes geht aus Bild 9 hervor. Hier zeigt sich, dass Materialien mit extrem hohem Plastizitätsindex in den Juraformationen kaum vorkommen.

Höhere Plastizität und *niedrigere Restscherwinkel* können jedoch in Hanglehmen und Talbodenlehmen festgestellt werden, die aus Tonen der Juraformation durch Verwitterung, Erosion, Aufarbeitung und Sedimentation in stehendem Wasser entstanden sind.

Praktische Bauaufgaben

Grundlagen und Sicherheit

Grössere Bauaufgaben im Bereich der Molasse- und Juraformationen und deren Verwitterungsprodukte erfordern die genaue Erfassung der Kennwerte des Baugrundes, insbesondere der Scherfestigkeit. Zufolge Entspannung des Gebirges bei Baugruben und Einschnitten sowie allfällig langfristiger Kriechbewegungen sollte im allgemeinen lediglich mit Restscherwinkel bei weitgehender oder vollständiger Vernachlässigung der Kohäsion gerechnet werden. Sofern durch den Bauvorgang bedeutende materielle Werte oder Menschenleben gefährdet werden, sind ausserdem grössere Sicherheiten einzuhalten. Um die *Sicherheit eines Bauvorgangs oder eines fertigen Bauwerks* zu überprüfen, sind in den letzten Jahren *Messungen an Baugrubenabschlüssen* und längerfristig an *einzelnen Bauwerken der Nationalstrasse* durchgeführt worden.

Einige Beispiele sollen Hinweise auf die Praxis geben. In einer grossen Zahl der Fälle wird die Sicherheit durch *Anwendung von vorgespannten Alluvial- oder Felsankern* erreicht, eine Technik, die in den letzten Jahrzehnten starke Verbreitung gefunden hat. Viele Bauwerke wären ohne sie nicht mehr denkbar.

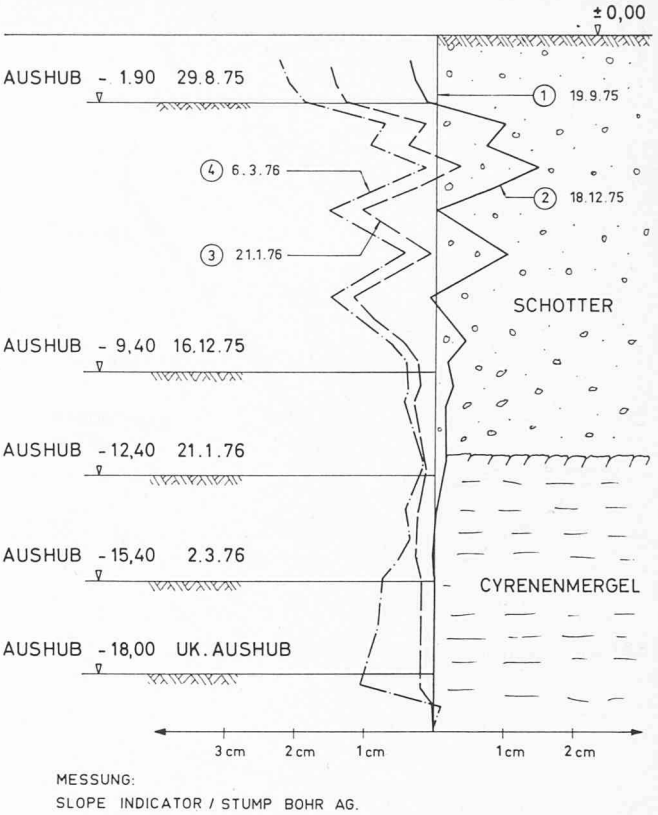


Bild 10. Deformationsmessungen an rückverankerter Unterfangungswand

Baugrube in der Basler Molasse

Zwischen Herbst 1975 und Herbst 1976 wurde im *Gundeldingerquartier* in Basel eine 21 Meter Tiefe Baugrube ausgeführt (Bauherr: Grauwiler & Söhne AG). Die Stärke des Rheinschotters über der Molasse betrug 10–17 Meter. Die Baugrube reichte 4–11 Meter in den Cyrenenmergel und rund 10 Meter unter den Grundwasserspiegel. Im Cyrenenmergel konnte mit einem Reibungswinkel von lediglich 18° bis 20° gerechnet werden. Der Baugrubenabschluss wurde als rückverankerte Unterfangungswand ausgeführt. Die Ankerkräfte betrugen 70 Tonnen im Schotter und 35 Tonnen im Cyrenenmergel. Die Ankerlängen waren 20–24 Meter. Die Verformungen der Baugrube wurden geodätisch und mittels Neigungsmessern in einem eingebauten Rohr beobachtet.

In Bild 10 sind die Biegungslinien der Wand bei verschiedenen Bauzuständen an einer Messstelle in einem Querschnitt der Wand dargestellt. Man erkennt die Knicke der Biegelinie infolge der einzelnen Anker. Bis zu einer Aushubtiefe von —9,40 Metern verformte sich die Wand von der Baugrube weg. Anschliessend beim Anschneiden der Molasse

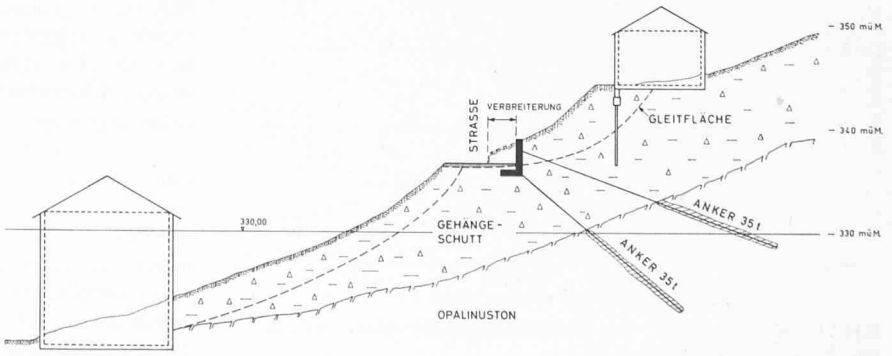


Bild 11. Sicherung einer Hangbebauung bei Liestal

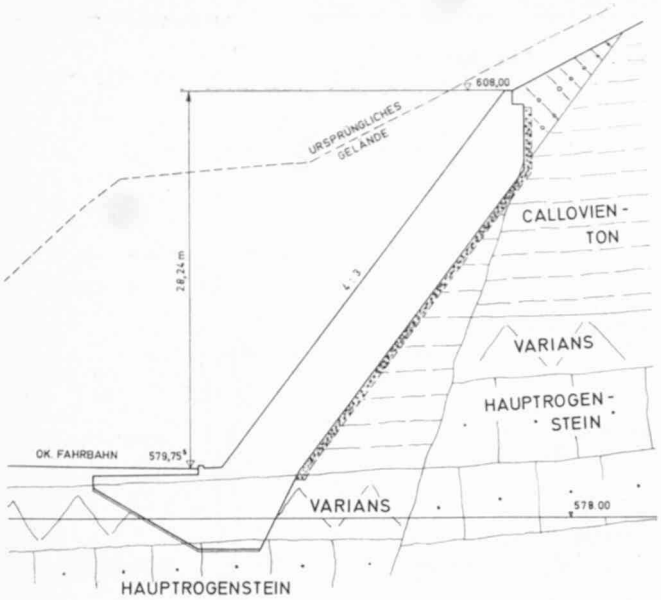


Bild 12. Stützmauer Ebmatt, Nationalstrasse N 2

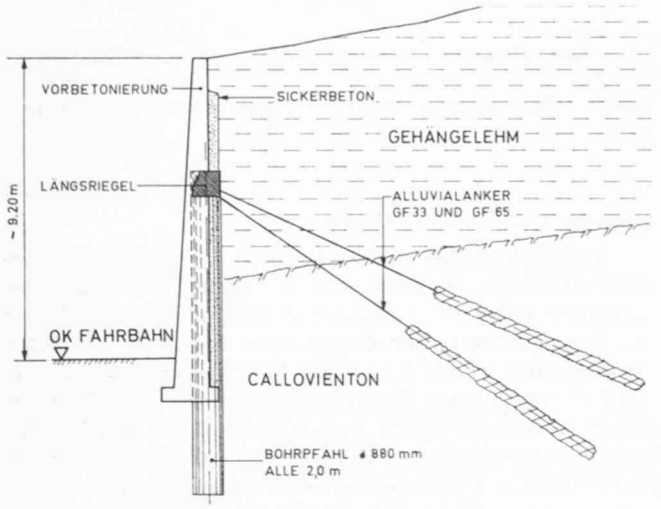


Bild 13. Stützmauer Mitteldiegten Süd, Nationalstrasse N 2. Abschnitt Sissach–Eptingen

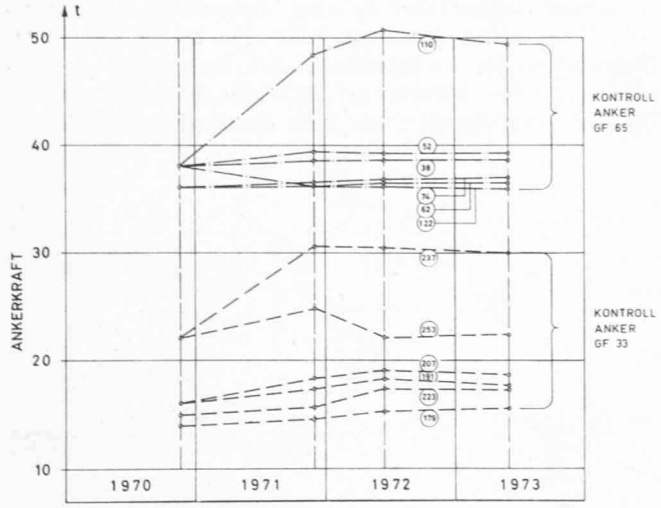


Bild 14. Kraftverlauf in den Kontrollankern Stützmauer Mitteldiegten, Nationalstrasse N 2

trat eine Umkehrung der Verformung gegen die Baugrube ein. Beim Erreichen einer Aushubtiefe von —15,40 Metern konnte in einer Tiefe von —18 Metern in der Molasse eine Diskontinuität von rund einem Zentimeter festgestellt werden. Die Verformung der Wand an der Krone nach Fertigstellung des Aushubs betrug 2–3 Zentimeter oder rund 1,4 Promille der Baugrubentiefe. Dies wurde durch die geodätische Messung bestätigt.

Sicherung einer Hangbebauung

Im Jahre 1954 wurde die Überbauung eines Hanges im *Ergolztal bei Liestal* mit der Erstellung eines Einfamilienhauses begonnen. Der Untergrund des Hanges bestand aus Hangschutt und Hanglehm von 10 bis 15 Metern Stärke, welche die geneigte Fläche des anstehenden Opalinustones überlagerten. Bei der Erstellung eines talseitigen Neubaus im Jahre 1957 entstanden Risse im Hang. Nach 1960 wurde die Erschliessungsstrasse verbreitert. Seit 1964 wurden im 1954 erstellten Hause Rissbildungen beobachtet, die sich 1972 zu klaffenden Rissen erweitert hatten, so dass Sanierungsmassnahmen ergriffen werden mussten. Diese wurden 1972/73 durchgeführt. Sie bestanden darin, einerseits talseitig des Hauses, längs der Erschliessungsstrasse, eine *rückverankerte Stützmauer* zu erstellen, die mit 6 Alluvialankern von 35 Tonnen in den Opalinuston verankert wurde. Anderseits wurde das Haus mittels *Presspfählen* unterfangen, die unter die aktive Gleitfläche hinunterreichten (Bild 11).

Diese verhältnismässig aufwendige Sanierung zeigt die Schwierigkeit der *Gründung kleiner Objekte in einem rutschgefährdeten Hang* mit wirtschaftlichen Mitteln (Bild 11).

Hohe Stützmauer der Nationalstrasse N2

Die *Stützmauer Ebmatt* wurde im Jahre 1970 erstellt (Bild 12). Sie liegt im Callovienton, an der Nationalstrasse N2 (Bauherr: Kanton Basel-Landschaft), am westlichen Hang oberhalb des Dorfes *Eptingen*. Der Einschnitt in den Callovienton erreicht eine grösste Tiefe von 36 Metern. Der Restscherwinkel wurde zu 22° bis 23° bestimmt. Die Mauer wurde für einen Restscherwinkel von 20° gerechnet. Die 28 Meter hohe schrägliegende Mauer konnte in der *Variansschicht*, einem *Mergelkalk*, fundiert werden. Die verhältnismässig schwere Konstruktion musste gewählt werden, da unmittelbar in der Fallinie, unterhalb dieses Einschnittes, das Dorf Eptingen gelegen ist. In der Mauer wurden ausserdem Aussparungen vorgesehen, die zu jedem Zeitpunkt eine zusätzliche Verankerung mit Felsankern ermöglichen.

Rückverankerte Stützmauer der Nationalstrasse N2

Die *Stützmauer Mitteldiegten*, die 1969/70 erstellt worden ist, sichert einen 9 Meter tiefen Einschnitt der Nationalstrasse N2 ab. Der Einschnitt liegt im *Gehängelehm* und erreicht den darunter anstehenden Callovienton (Bild 13).

Die Stützmauer ist als *rückverankerte Pfahlwand* ausgebildet. Es waren 262 Anker auf eine Wandlänge von 210 Metern auszuführen. Die Prüflast der eingebauten Anker lag teils bei 35 Tonnen, teils bei 70 Tonnen. Die Gebrauchslast wurde so festgelegt, dass gegenüber der Prüflast eine Sicherheit von 1,4 vorhanden war. Die verpresste Zementmenge betrug durchschnittlich 900 Kilogramm je Anker bei Verankerungslängen zwischen 7 und 10 Metern.

Da zur Zeit der Erstellung nur *wenig Erfahrung über das Langzeitverhalten von Alluvialankern, besonders in tonigem Material* vorhanden war, wurden während nahezu drei Jahren nach Fertigstellung die Ankerkräfte beobachtet. Es wurde ein Zehntel aller Anker, gleichmässig auf die Mauerlänge verteilt, als Kontrollanker ausgebildet. Die Ankerkraft wurde periodisch durch Anheben kontrolliert. Das Ergebnis der Beobachtung ist in Bild 14 dargestellt. Innerhalb der

ersten zwei Jahre konnten noch Schwankungen der Ankerkräfte zwischen —2 Tonnen und +10 Tonnen beobachtet werden. Im letzten Jahr der Beobachtung hat sich eine nahezu konstante Ankerkraft eingespielt.

Literaturverzeichnis

Terzaghi K. and *Peck R.B.*: «Soil Mechanics in Engineering Practice», pp. 363–365, 1948.

Skempton A. W.: «Long Term Stability of Clay Slopes». Geotechnique 14, 1964.

Skempton A. W., Hutchinson J.: «Stability of natural Slopes and Embankment Foundations». State-of-the Art Report. Proceedings 7th International Conference on Soil Mechanics, Mexico 1969.

Borowicka H.: «The Influence of the Colloidal Content on the Shear Strength of Clay». Proceedings 6th International Conference on Soil Mechanics, Montreal 1965.

Hauber L.: «Die Rutschungen im Abschnitt Sissach–Eptingen der Nationalstrasse N 2». Strasse und Verkehr Nr. 10, 1970.

Schiess J.M.S.: «Essais Géotechnique des Echantillons de Roches argileuses et de Roches marneuses». Strasse und Verkehr Nr. 10, 1970.

Wackernagel A.: «Geotechnische Probleme der Schüttungen und Einschnitte der N 2 im Kanton Baselland». Strasse und Verkehr, Nr. 10, 1970.

Hauber L., Jäckli H., von Moos A., Suter H., Ziegler M.: «Exkursion Nr. 27: Basel–Frick–Staffelegg–Aarau–Bremgarten–Zürich mit Variante 27a Basel–Hauenstein–Olten». Geologischer Führer der Schweiz, Wepf & Co., Basel, 1967.

Hauber L.: «Die wichtigste geologische Literatur über die Basler Region 1960–1970». Regio Basiliensis, Heft XII/2, 1971.

Barsch D., Hauber L., Schmid E.: «Birs und Rhein bei St. Jakob (Basel) im Spätpleistozän und Holozän». Regio Basiliensis, Heft XII/2, 1971.

Casati A.: «Das Grundwasserwerk Hard (Muttenz)». Monatsbulletin des Schweizerischen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern Nrn. 10 und 11, 1958.

Adresse der Verfasser: Dr. *L. Hauber*, Geologe, Schlossgasse 26, 4125 Riehen, und *A. Wackernagel*, dipl. Ing. ETH, Gruner AG, Nauenstrasse 7, 4002 Basel.

Absteckung des Gebäudes der Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (BIZ) in Basel

Von **Max Hoch**, Füllinsdorf und **Max Egloff**, Oberwil

Die hyperbolische Form des rund 70 Meter hohen Neubaus der Bank für Internationalen Zahlungsausgleich, Basel, bedingte spezielle vermessungs- und absteckungstechnische Verfahren, um den ausserordentlich hohen Genauigkeitsanforderungen zu genügen. Der Artikel beschreibt die Notwendigkeit der Erstellung eines Fixpunktnetzes mit Berechnung der Einzelpunkte in Landeskoordination. Er verdeutlicht die enge Zusammenarbeit zwischen Architekt, Bauingenieur, Unternehmer und Vermessungsingenieur.

Allgemeines

Als interessante architektonische Attraktion präsentiert sich das im Frühjahr 1977 fertiggestellte neue Verwaltungsgebäude der Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (BIZ) in Basel. Der etwa 70 Meter hohe Rundbau überragt den Centralbahnplatz und ladet zum Stehenbleiben und zur näheren Betrachtung ein.

Das gesamte Bauvolumen umfasst 174000 Kubikmeter, wovon etwa die Hälfte unter Terrain liegt. Der 19 Stockwerke hohe Neubau gründet auf *Rheinschotter;* die Stärke seiner Fundamentplatte beträgt unter dem Turm 150 Zentimeter und in den Randzonen des Kellergeschosses 60 Zentimeter. Das statische Tragsystem wird durch den *Kern des Zentrums* und durch die *zwölf Fassadentragstützen* bestimmt. In den *Untergeschossen* sind die *inneren Tragelemente, Stützen* und *Wände,* konsequent radial in *15- und 30-Grad-Teilung kreisförmig* fixiert. Im *Oberbau,* der durch seine hyperbolische Form besticht, wurden die *zwölf Vollstahlstützen schräg angeordnet.* Der Kern, im Querschnitt konstant und aus einem Guss betoniert, übernimmt zusätzliche Lasten wie Wind, Erderschütterung usw.; er garantiert die Stabilität des Turmgebäudes.

Hauptverantwortlich für diesen Neubau zeichnen Burckhardt und Partner, Architekten/Generalplaner, für die Vermessung und Arbeiten der Bauingenieure die Gruner AG, Ingenieurunternehmung, und, als Bauunternehmer Franz Stocker, alle von Basel. Das Gebäude wurde im Mai 1977 vollendet und bezugsbereit.

Problemstellung

Die Vermessung von Neubauten mit *unkonventionellen* Lösungen hat den Generalplaner zur Überlegung geführt, ein *gebäudespezifisches Konzept* zu finden, das kurz beschrieben wie folgt aussieht:

Bild 1. Neubau der Bank für Internationalen Zahlungsausgleich