

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 79 (1961)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Beton-Bohr-Pfähle, Ausführungsart Brunner  
**Autor:** Steiner, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-65477>

### **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:** 01.04.2025

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

teressierten Kantone, um in gemeinsamer Anstrengung die verschiedensten Wünsche unter einen Hut bringen zu können.

### Zugsverspätungen

Es muss leider zugegeben werden, dass die Pünktlichkeit des Fahrplanees auf einzelnen Linien nachgelassen hat. Die SBB bedauern diesen Uebelstand ausserordentlich und tun alles in ihrer Macht Stehende, um den ausgezeichneten Ruf, den sie bisher besaßen, wieder zurückzugewinnen.

Welches sind die Ursachen dieser Verspätungsanfälligkeit?

a) Die chronischen Verspätungen verschiedener Züge treten vorwiegend während der Hauptreisezeit in den Sommermonaten und in besonders grossem Masse auf der Gotthardlinie auf. Sie beeinflussen auf den grossen Knotenpunkten wie Zürich, Luzern, Olten und Basel auch den Schnellzugsverkehr der West-Ost-Transversale und damit eines grossen Teils unseres Reisezugsverkehrsplanes überhaupt. Saisonspitzen im Reise- und Güterverkehr gab es früher allerdings auch. Sie konnten jedoch in einem verhältnismässig locker aufgebauten Fahrplan aufgefangen und «verdaut» werden. Durch den unerwartet raschen Anstieg des Güterverkehrs sind jedoch die Anlagen sehr stark belastet worden. Auf der Gotthardlinie entwickelte sich beispielsweise die gesamte *Zugsdichte* seit 1939 wie folgt:

Jahr	1939	1952	1958	1959
Züge pro Tag	86	117	149	157
Index	100	138	173	182

An den Wochenenden des vergangenen Sommers sind auf der Nord- und Südrampe binnen 24 Stunden bis zu 200 Züge gefahren worden, somit in jeder Richtung rund alle 16 Minuten ein Zug.

b) Da die Zahl der Züge auf dem übrigen Netz ebenfalls grösser geworden ist, wuchs auch die Belastung der Knotenbahnhöfe. Dadurch ist der Spielraum in den Fahrplänen so klein geworden, dass schon geringe Störungen und Verkehrsspitzen zu Verspätungen führen können.

c) Auch die zu einem grossen Teil unsere Reisezüge belastenden *Nebenaufgabenverkehre*, wie Gepäck- und Expressgut, Milch, Vieh und Post, beeinflussen die planmässige Abwicklung des Zugsverkehrs in grossem Masse. Das Volumen dieser Verkehre, das grossen täglichen und saisonalen Schwankungen unterworfen ist, hat in den letzten zehn Jahren enorm zugenommen. Es betrug beispielsweise im Jahre 1950 im Gepäck- und Expressgutverkehr noch 200 000 t, im Jahre 1958 jedoch bereits 250 000 t, eine Zunahme also von 25 %. Der Postverkehr erreichte im Jahre 1950 233 000 t, im Jahre 1958 jedoch 350 000 t, die Zunahme beträgt somit genau 50 %.

d) Zu bedenken ist ferner auch, dass wegen der grossen Zugsdichte der Verschleiss der Gleisanlagen grösser geworden ist, so dass, um die Sicherheit des Bahnbetriebes aufrecht zu erhalten, in grösserem Masse *Unterhalts- und Erneuerungsarbeiten* ausgeführt werden müssen. Dazu kommen die vielen Baustellen, welche mit der Erweiterung von Anlagen und mit der Beseitigung von Kreuzungsstellen zusammenhängen. All diese Punkte dürfen nur mit reduzierter Geschwindigkeit befahren werden, und auf Doppelspurstrecken muss oft eines der beiden Gleise ausser Betrieb gesetzt werden.

Wenn auch die Gründe für die in den letzten Jahren aufgetretenen Verspätungen bekannt sind, so ist es doch nicht leicht, sie rasch zu beseitigen. Die Reisenden und Güter müssen befördert werden, den organisatorischen Massnahmen und dem Personaleinsatz sind bestimmte Grenzen gesetzt und die notwendigen baulichen Massnahmen können nicht kurzfristig verwirklicht werden.

Die genaue Beobachtung des Zugsverkehrs und die systematische Untersuchung aller Verspätungsquellen werden aber den SBB eine noch sorgfältigere Fahrplanbildung erlauben. Schon im laufenden Fahrplan konnten auf einzelnen Linien beträchtliche Erfolge erzielt werden und wir erwarten, dass der neue, im Mai 1961 in Kraft tretende Fahrplan weitere Fortschritte bringen wird.

## Beton-Bohr-Pfähle, Ausführungsart Brunner

Von A. Steiner, Bauingenieur S. I. A. in Firma Brunner & Co., Zürich<sup>1)</sup>

DK 624.154.34

In allen Kulturländern gibt es eine grosse Anzahl von Ortspfahl-Systemen, -Patenten und -Ausführungsarten. Kein Pfahl stellt aber für alle Fundationsprobleme den besten oder einzig richtigen Typ dar, weil die Manigfaltigkeit der Probleme Standardisierung ausschliesst. Für jedes Bauproblem ist aus erdbaumechanischen, ingenieurmässigen, ausführungstechnischen und wirtschaftlichen Ueberlegungen der jeweils günstigste Typ zu wählen.

### Bohren

Bekanntlich wird bei der Herstellung der Beton-Bohr-Pfähle das Bodenmaterial ausgehoben, im Gegensatz zum geramnten Orts-Beton-Pfahl, bei dem es verdrängt wird. Klappsonde, Kiespumpe (Bild 1), Greifer oder Spühlmeisselbohrung lösen den Boden, wobei in den meistens nicht standfesten Schichten zu deren Stützung ein Bohrrohr durch leichte Rammschläge, durch Drehen oder Belasten gleichzeitig oder in Intervallen nachgetrieben wird. Bei Antreffen von Bohrhindernissen wie Holz, Blöcken, versinterten Schichten, Fels usw. ist ein Flach-, Kreuz- oder Rundmeissel einzusetzen oder es können, sofern die Umstände es gestatten, auch Sprengungen im Bohrloch vorgenommen werden. Beim Bohrpfahl sind somit — im Gegensatz zum geramnten Pfahl — die Mittel zur Beseitigung dieser Hindernisse vorhanden.

Durch das Wegfallen einer eigentlichen Rammarbeit werden die Erschütterungen auf ein Minimum herabgesetzt. Seismische Messungen, durchgeführt von Dr. Bendel in 10 m Distanz vom Pfahl, ergaben bei sehr schwer bohrbarem Bo-

den in verschwemmter, mit Blöcken durchsetzter Grundmoräne max. Beschleunigungen von 35 mm/s<sup>2</sup> bei 17 ÷ 26 Hz bzw. mittlere von 20 mm/s<sup>2</sup> entsprechend der Erdbebenskala nach Mercallo-Sieberg von Klasse III bis max. Klasse V. Diese Erschütterungen werden subjektiv als mässig bis gut spürbar festgestellt, ohne jeglichen Einfluss auf normale Bauwerke.

Zur Vermeidung hydraulischer Grundbrüche bleibt das Bohrrohr bis zum Rande mit Wasser gefüllt; in besonders gefährdeten Böden und bei Vorhandensein von gespannten Grundwasserträgern kann das Wasser mit Tonsuspensionen mit grösserem Raumgewicht versehen werden.

### Betonieren

Um eine möglichst gute Verdichtung des Betons mit gutem Kontakt mit den Bodenschichten herzustellen und um jede Einschnürung durch hydraulischen Grundbruch zu vermeiden, wird der Beton (P 300 ÷ 350) unter Wasser eingebracht. Dazu verwenden wir einen Spezial-Apparat mit Alligatorschnauze, «Betonbenne» genannt (Bilder 2 u. 3). Er durchfährt die Wassersäule, ohne dass Beton und Wasser sich berühren. Die Schnauze öffnet sich automatisch, sobald die Spitze in den bereits vorher eingebrachten Beton eingedrungen ist. Das Entleeren erfolgt wie beim Kontraktor-Verfahren, d. h. der neue Beton wird in den vorhandenen Beton geschüttet, wobei immer die gleiche Schicht nach oben gedrückt wird und mit dem Wasser in Berührung bleibt. Letztere ist nach dem Betonieren auszuschöpfen oder nachträglich abzuspitzen. Das Bohrrohr wird sukzessive gezogen, wobei durch ständige Auf- und Abbewegung ein guter Anschluss des Betons an das Bodenmaterial bewirkt wird. Beim

<sup>1)</sup> Referat, gehalten an der Herbsttagung der Schweiz, Gesellschaft für Bodenmechanik und Foundationstechnik vom 11. Nov. 1960 in Solothurn.

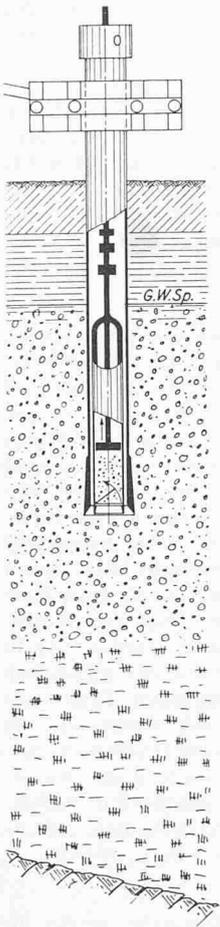


Bild 1. Kiespumpe

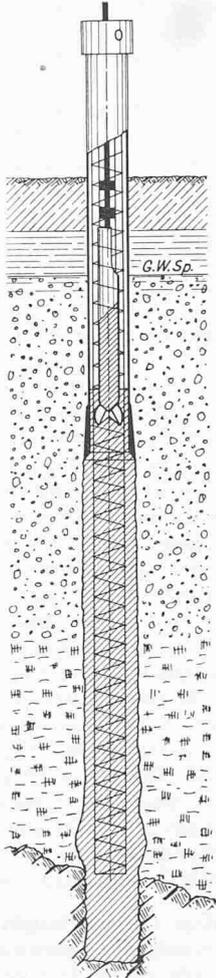


Bild 2. Betonbenne im Rohr



Bild 3. Betonbenne über dem Bohrrohr

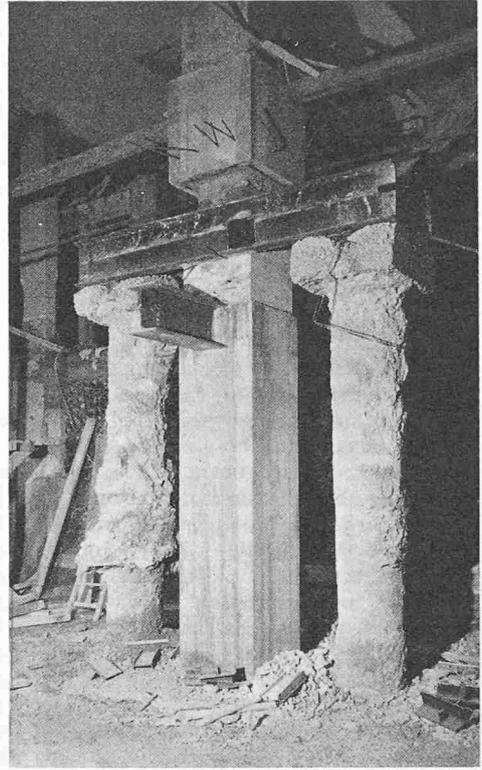


Bild 4. Ausgegrabener Bohrpfahl einer Gebäudeunterfangung

Betonieren wird die eingebrachte Betonmenge und das Setzmass beim Rohrrückzug gemessen, sodass der erzielte Pfahldurchmesser für jeden Abschnitt ermittelt werden kann (Pfahlkontrolle).

#### Verschiedenes

Der Bohr-Pfahl gestattet die Berücksichtigung der besonderen Bodenverhältnisse auf die mannigfaltigste Art. Für grosse Knicklängen sowie bei auftretenden Biege- oder Zugspannungen wird der ganze oder nur der erforderliche Teil des Pfahlschaftes *armiert*, wobei die Längsarmierung durch eine Spiralarmierung gehalten wird. In kiesigen Böden kann die Pfahltragkraft durch *Injektion* des den Pfahlfuss umgebenden Bodenmaterials erhöht werden. Mit dieser Massnahme kann die unsicher herzustellende «Pfahlzwiebel» wirksam ersetzt werden.

In lehmigen, tonigen und siltigen Böden kann die Tragkraft durch *Hydrokompression* erhöht werden. Der eingebrachte Beton wird durch zusätzlich aufbrachten Druck an die Bohrlochwandung angepresst und dabei das Bodenmaterial verdichtet. Der Reibungswiderstand wird durch die in verschiedenen Höhenlagen erzeugten Pfahlverdickungen wesentlich erhöht. Durch besondere Massnahmen ist dafür zu sorgen, dass der Beton nicht unter das Bohrrohr gepresst wird.

Bei *aggressiven Böden* oder aggressivem Grundwasser (besonders bei Gipswasser) sind besondere Massnahmen zum Schutze des Betons notwendig. Genügen Spezial-Zemente und höhere Dosierungen nicht mehr, so ist der Pfahlmantel zu isolieren. Das kann durch Einbringen eines bituminierten Metallmantels oder eines aus Asphalt-Jute-Platten zusammengeklebten Asphalt-Rohres in das Bohrloch geschehen, welches wie der normale Bohr-Pfahl ausbetoniert wird, oder durch Einsetzen eines bituminierten Fertigbetonpfahles.

Diese Massnahmen können auch zur Erzeugung von absolut «glatten» Pfählen zur Vermeidung negativer Mantelreibung angewendet werden.

#### Anwendungsgebiete und ihre Grenzen

Grundsätzlich kann der Beton-Bohr-Pfahl bei allen Bodenarten und Belastungsfällen Anwendung finden. Seine Tragfähigkeit und sein Verhalten entsprechen bei sorgfältiger Herstellung unbedingt den Qualitäten eines gerammten Ortsbetonpfahles. Es gibt grosse Gebäude, die gleichzeitig auf Franki-Pfählen und Bohrpfählen, Ausführungsart Brunner & Co., abgestellt wurden, ohne dass selbst bei 100 bis 110 t ständiger Belastung ungleiche Setzungen festzustellen sind. Diese Bemerkung gilt dem öfters gehörten Vorbehalt, dass Bohrpfähle grössere bleibende Setzungen als gerammte Pfähle aufweisen.

- Eine wesentliche Einschränkung der Anwendung liegt bei den wirtschaftlichen Ueberlegungen. Bei einfachen örtlichen Verhältnissen ist der Bohrpfahl wegen seinem grossen Arbeitsaufwand bedeutend teurer als der gerammte Ortsbetonpfahl. Aus wirtschaftlichen Gründen bleibt daher das Anwendungsgebiet des Bohrpfahls auf Spezialfälle beschränkt:
- Bei geringer Anzahl der Pfähle pro Objekt wegen den relativ kleineren Installationskosten.
  - bei schwierigen örtlichen Verhältnissen, die ein Arbeiten mit der Ortspfahlramme verunmöglichen, wie Nähe bestehender Bauten, Pfähle in Gebäuden (Bild 4), Pfähle in Flusspfeilern und dgl., wenig tragfähiger Baugrund für schwere Installationen.
  - bei besonderen Baugrundverhältnissen mit Rammhindernissen, z. B. notwendige Verankerung der Pfähle im Fels (bei geneigten Felsoberflächen, Zugpfähle und dgl.), Durchfahren von Blöcken, versinterten Schichten, Holz, Fundamentresten und dgl.
  - bei besonderen Anforderungen an erschütterungsfreies und lärmfreies Arbeiten.
  - bei sehr tiefen Pfahlgründungen; die Länge der Bohrpfähle ist wegen dem einfachen Zusammenschrauben der Rohre mit der Möglichkeit mehrfacher Teleskopierung praktisch unbeschränkt.
  - Möglichkeit zur Erstellung isolierter und glatter Pfähle.

Es werden Bohrpfähle von 320, 400, 550, 630 mm  $\varnothing$  hergestellt, entsprechend einer Belastungsgrenze von 45, 65, 110, 180 t. Darüber hinaus können Brunnenpfähle von 1,00, 1,20, 1,60 und 2,00 m im Bohrverfahren, allenfalls auch im Caissonverfahren hergestellt werden. Schiefe Pfähle mit Neigungen von 1:10 bis 1:5 bieten keine Schwierigkeiten; für Sonderfälle können unter bestimmten Voraussetzungen auch Pfähle mit Neigungen 1:4 hergestellt werden.

Adresse des Verfassers: A. Steiner, Bau-Ing. S. I. A. in Firma Brunner & Co., Am Schanzengraben 23, Zürich 2.

## Mitteilungen

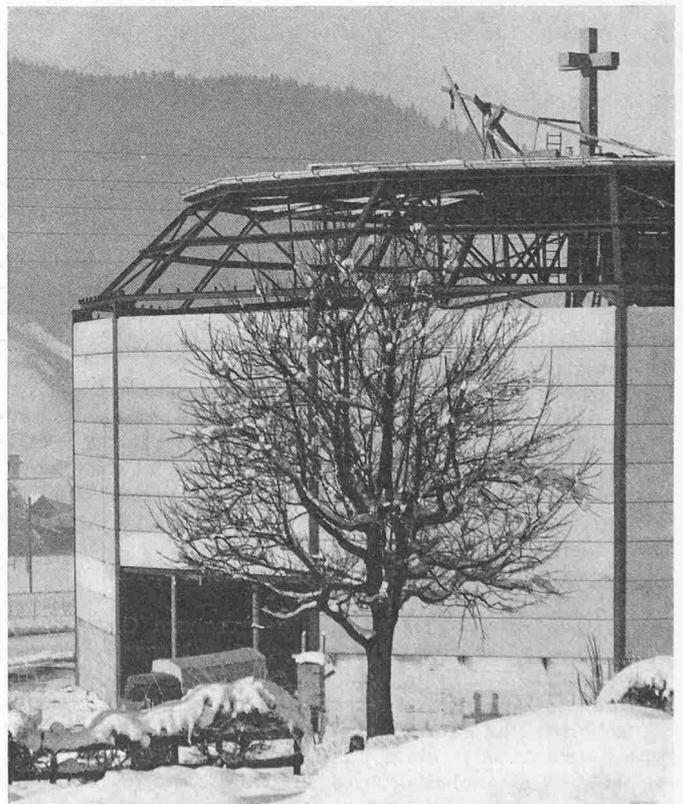
**Die ANIDEL, Associazione Nazionale Imprese Produttrici e Distributrici di Energia Elettrica** in Rom hat mit der traditionellen Sorgfalt ihre «Relazione del consiglio all'assemblea dei soci» und «L'industria elettrica italiana nel 1959» herausgegeben. Der erste Band gibt eingehend Auskunft über die Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie in Italien im Jahre 1959, während der zweite nur die wesentlichste Entwicklung in sprechenden Diagrammen zeigt, dazu aber die hauptsächlichsten fertiggestellten oder im Bau befindlichen Anlagen im Bilde bringt. Die italienische Energieerzeugung hat sich 1959 um 8,6 % erhöht, gegenüber nur 3,8 % in der Schweiz. Es ist das ein Beweis, wie sehr die Industrialisierung Italiens mit aller Energie weiter vorangetrieben wird, mit dem Ziel, die Zahl der ungenutzten Arbeitskräfte abzubauen und den Lebensstandard des Landes zu erhöhen. Wahrscheinlich sind auch in Italien die früheren Angaben über die ausbaufähigen Wasserkräfte überholt, schätzungsweise sind aber jetzt 75 bis 80 % derselben ausgebaut. Die dadurch bedingte Verlagerung der neu geschaffenen Energiequellen von der Wasserkraft auf thermische Anlagen zeichnet sich denn auch ausgesprochen ab. 297 000 kW in neuen Wasserkraftanlagen stehen 1 081 000 kW in neuen Dampfzentralen gegenüber. Keines der hydraulischen Kraftwerke erreicht eine Leistung von 100 000 kW, und der Durchschnitt der 26 Anlagen ist nur 11 400 kW. Neben den neuen grossen Dampfkraftwerken (drei mit 143 000 kW und sieben mit 70 000 kW Leistung im Mittel) sind 30 kleine Anlagen oder Vergrößerungen von bestehenden Zentralen von nur 5300 kW Leistung im Durchschnitt erstellt worden. Grössere Anlagen befinden sich in den beiden Sektoren im Bau. Davon sind sechs Wasserkraftwerke mit im Mittel 137 000 kW Leistung zu nennen, wovon das grösste die Anlage Grosio der A. E. M. auf der Adda zwischen Tirano und Bormio ist, mit 214 000 kW Leistung. Bei den vier grössten thermischen Kraftwerken, die im Bau sind, steigt die mittlere Leistung auf 208 000 kW. Wenn es sich bewahrheitet, dass die Ausbeutung der Methangasvorkommen in der Po-Ebene durch Regierungsdekret eingestellt werden muss, dann wird der schwere Schlag gegen Italiens Energieversorgung auch in den beiden grossen geothermischen Zentralen Tavazzano I und II die Umstellung auf ausschliessliche Verfeuerung von Heizölen, für welche vorgesorgt wurde, nötig machen. Die verwirrende Vielfalt der 28 000 km Ueberlandleitungen von über 120 kV für den Transport der Energie wird auch in Italien wie an andern Orten notwendigerweise einmal nach einer Zusammenlegung rufen, so wie die Güterzusammenlegungen notwendig geworden sind.

**Rhein-Main-Donau-Wasserstrasse.** Der Aufsichtsrat der Rhein-Main-Donau AG. hat dem Bau- und Finanzierungsprogramm 1961 für Schiffsahrtsanlagen und Kraftwerke im Gesamtwert von 52 Mio DM zugestimmt; dazu kommen weitere 20 Mio DM beim Kraftwerkbau der Tochtergesellschaft Obere Donau Kraftwerke AG. (ODK). Am Main wird der Flussausbau im Bereich der Staustufen Schweinfurt und Ottendorf so vorangetrieben, dass der Schiffsverkehr zum neuen Bamberger Hafen mit beschränkter Abladetiefe noch in diesem Jahr aufgenommen werden kann. Für die Kanalstrecke Bamberg - Nürnberg stehen durch verstärkten Einsatz von Gesellschaftsmitteln um rd. 50 % mehr Baugelder als im Vorjahr zur Verfügung. Vorgesehen sind die Durch-

führung der Grossschiffahrtsstrasse durch Bamberg sowie der Bau der Kanalstufen Bamberg, Buckenhofen und Hütten-dorf. An der Donau stehen die Bauarbeiten für die zweite Fahrinne im Hilgartsberger Kachlet sowie zwei grössere und einige kleinere Niederwasserregulierungsmassnahmen zwischen Regensburg und Vilshofen auf dem Plan. Der Bau des Mainkraftwerks Ottendorf, vorbereitende Arbeiten für das Kanalkraftwerk Buckenhofen sowie Umbauten und Erweiterungen an den Kraftwerken Steinbach/Main und Kachlet/Donau sind in Aussicht genommen. Für die ODK werden die Kraftwerke Leipheim und Günzburg an der Donau errichtet.

**Schweizer Mustermesse 1961 mit neuen Fachgruppen.** Messedirektor Dr. H. Hauswirth gab an der Generalversammlung der Genossenschaft Schweizer Mustermesse in Basel verschiedene bedeutende Neuerungen der diesjährigen, 45. Messe (15.—25. April) bekannt. In der Halle 7 wird eine neue, auf das innerbetriebliche Förderwesen spezialisierte Fachgruppe «Födertechnik» gebildet, an der sich die führenden schweizerischen Fabrikanten von Kranen und Hebezeugen, Flurfördermitteln und Stetigförderern beteiligen. In der Halle 6 werden neben der Schweissttechnik dieses Jahr die Holzbearbeitungsmaschinen sowie die Gruppe Kessel- und Radiatorenbau zu finden sein. Die Grossunternehmen der Metall- und Maschinenindustrie werden neu in der Halle 5 zusammengefasst und dort nunmehr alljährlich das eigentliche Messezentrum der technischen Industrien bilden. Zusätzlich zu der bestehenden, vor allem auf die Anwendung in der Elektroindustrie ausgerichteten Kunststoffgruppe in der Halle 2 wird in der Halle 9 ein Kunststoffzentrum mit über 100 Ausstellern geschaffen. Selbstverständlich werden auch alle andern Fachgruppen, welche die jährliche Grundsubstanz der Messe bilden, wieder in ihrer ganzen Vielfalt vertreten sein.

**Grossformatige «Leca»-Bauplatten.** Die Arbeiten für die Wiederinstandstellung des Panoramas Kreuzigung Christi in Einsiedeln schreiten voran. Der neue Bau ist eine Eisenkonstruktion mit einer Leca-Wandverkleidung. Er ist wieder zwölfeckig, hat einen Durchmesser von 33 m und eine Höhe von 16 m bis unter das Kreuz. Vor kurzem wurde die Mon-



«Leca»-Bauplatten am Kreuzigungs-Panorama in Einsiedeln