

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 87/88 (1926)
Heft: 23

Artikel: Ueber Ortspfahle unter besonderer Berücksichtigung des Bohrpfahlsystems "Michaelis"
Autor: Chopard, Ch.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-41013>

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: 22.12.2024

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

INHALT: Ueber „Ortspfähle“, unter besonderer Berücksichtigung des Bohrpfählsystems „Michaelis“. — Das neue Heim (mit Tafeln 20 bis 23). — Das Rhein-Eigüterboot „Jupiter“. — Automobilverkehr und Strassenausbildung. — Zu den V.S.M.-Normen für die Berechnung von Drahtseilen. — Miscellanea: Zur Lüftung des

Tunnels von Mornay. Einschränkung des Omnibusverkehrs in London. Auch ein „neues Heim“. Schweissen von Kupfer. — Konkurrenzen: Völkerbundsgebäude in Genf. Umbau der Peters-Schule in Basel. — Vereinsnachrichten: Schweizer. Ing.- und Arch.-Verein. Sektion Bern des S. I. A. Zürcher Ing.- und Arch.-Verein.

Band 88. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 23

Ueber „Ortspfähle“, unter besonderer Berücksichtigung des Bohrpfählsystems „Michaelis“.

Von Ing. CH. CHOPARD, Zürich.

Neben den, vor der Verwendung fertigerstellten Betonpfählen, die durch Rammung eingetrieben werden, gewinnen in den letzten Jahren die sogenannten „Ortspfähle“, d. h. die erst im Boden selbst erstellten Betonpfähle immer mehr an Bedeutung, entsprechend dem Bedürfnis, dort wo das Rammen fertiger Pfähle aus bestimmten Gründen nicht angängig ist und wo die allgemeinen Verhältnisse eine andere Fundierungsart nicht zulassen, mit einer Betonpfählung gleichwohl durchzukommen. Die Aushöhlung des Bodens als erste Bauetappe einer Ortspfählung wird je nach dem System auf verschiedene Art durchgeführt, meistens durch einfaches Bohren, sodann durch Rammung, Komprimierung, Wasserspühlung u. a. m. In den meisten Fällen wird zum Schutz gegen hereinfallende Erdmassen gleichzeitig eine zylindrische Blechhülle versenkt, die entweder im Boden verbleibt (Systeme Raymond, Stern, Mast u. a.), oder nachträglich wieder herausgezogen wird (Systeme Simplex, Frankignoul, Michaelis u. a.), während beispielsweise das System „Compressol“ den Boden mittels eines schweren Fallgewichts ohne jedweden Wandschutz komprimiert. Jedes dieser Systeme hat seine Vorteile, kann aber auch Nachteile haben, wenn es am unrichtigen Ort angewendet wird. Eine genaue Prüfung des geeigneten Systems ist von Fall zu Fall notwendig, will man vor peinlichen Ueberraschungen, die kaum irgendwo so leicht eintreten können wie hier, sicher sein.

Bahnbrechend auf dem Gebiete der Ortspfähle war der russische Bergingenieur Anton Strauss in Kiew, der im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts das nach ihm benannte Pfahlssystem einführte und damit zunächst in seiner engern Heimat aufsehenerregende Fundationen ausführte. Sein Verfahren fand bald in Mittel- und West-Europa Eingang und wurde in den letzten zwanzig Jahren auch bei uns mit mehr oder weniger Erfolg vielfach angewendet. Wie es aber mit solchen Erfindungen meistens zu gehen pflegt, hafteten ihr neben den grossen Vorzügen auch gewisse Nachteile an, die sich naturgemäss erst nach und nach einstellten, als sich das Anwendungsgebiet allmählig erweiterte und man das System auch auf Fälle anwendete, wofür es nicht geschaffen war. Dazu gehören vorerst Arbeiten im Wasser oder in stark drückendem Gebirge, sodann Fundationen von Kunstbauten, in denen neben den reinen Druckspannungen auch Zug- oder Biegungsbeanspruchungen auftreten, wofür die Strausspfähle infolge Mangel an Armierung nicht geeignet sind. Und doch haben auch negative Erfahrungen ihre gute Seite, indem sie zu Gegenmassnahmen anspornen, um durch zweckentsprechende Verbesserungen diese Mängel zu beseitigen. Schon die Möglichkeit allein, durch einfache Handbohrung in schlechtem Boden eine Betonpfahlgründung zu erstellen, hat viel Bestechendes an sich, beispielsweise, wo es sich darum handelt, den Gleichgewichtszustand des Bodens durch Rammerschütterungen nicht zu stören, wie dies bei Unterfangungsarbeiten der Fall ist, oder wo lokal gedrängte Verhältnisse die Aufstellung von hohen Rammgerüsten nicht gestatten, oder wenn es sich um Notfälle handelt, die eine sofortige Betriebsbereitschaft erforderlich machen, u. s. f. In all diesen Fällen ist die Erfindung des Bohrpfähls dazu berufen, der Allgemeinheit die grössten Dienste zu leisten und man wird es daher nur begrüssen, wenn die vorerwähnten Nachteile des alten Systems durch stetige Vervollkommnung auf ein Mindestmass herabgedrückt werden.

Die Herstellungsweise des alten System Strauss kann als genügend bekannt¹⁾ vorausgesetzt werden, sodass eine Darstellung sich hier erübrigen dürfte. So einfach dieses System auf den ersten Blick erscheinen mag, so treten im Laufe der Ausführung für den kritisch veranlagten Unternehmer eine Reihe heikler Fragen auf, deren unmittelbare Abklärung zwar nicht möglich ist, deren Berechtigung aber durch das spätere Verhalten der belasteten Fundation leider schon öfter bestätigt wurde. Es dürfte daher interessieren, auf die wichtigsten dieser Mängel etwas näher einzutreten.

Es wird nicht mit Unrecht behauptet, dass eine zuverlässige Berechnung der Tragkraft einer Bohrpfahlgründung, die in den meisten Fällen eine sogenannte „schwebende Pilotage“, also ohne festen Sitz der Pfahlspitze, ist, nicht möglich sei. Dieser Einwand mag im Anfang, wo die Erfahrung noch fehlte, richtig gewesen sein; in der Folge wurden aber mehr und mehr Belastungsproben in den verschiedenen Bodenarten durchgeführt, sodass der Spezialist allmählig über eine grosse Zahl zuverlässiger Werte von Reibungskoeffizienten zwischen Pfahlmantel und Erdrich verfügt. Die Möglichkeit, schon beim Bohren selbst wertvolle Anhaltspunkte über die Bodenbeschaffenheit zu erhalten, erleichtert diese Erfahrungsberechnung. Die Ortspfählsysteme dagegen, bei denen die Aushöhlung des Bodens vermittels Rammung und Komprimierung erfolgt, können in Bezug auf Berechnung an die Seite der Rammpfähle gestellt werden, d. h. sie dürfen ohne weiteres mit Hilfe der bekannten Rammformeln berechnet werden. Dass diese Rammformeln ihre Entstehung ebenfalls nur dem praktischen Versuch verdanken, ist bekannt, weshalb ihre richtige Anwendung hier wie dort grösste Vorsicht und vor allem praktische Erfahrung voraussetzt.

Ein weiterer, ebenso wichtiger Einwand, den man den Ortspfählen macht, ist der, dass man, im Gegensatz zu den fertigen Rammpfählen, nie mit Sicherheit weiss, wie der fertige Pfahl im Boden aussieht. Beim alten System Strauss wird sogar die Möglichkeit von Unterbrüchen des Pfahlschaftes infolge Eindringens von Erde, oder doch von Querschnittseinschnürungen hervorgehoben, was bei jenem System im Falle einer ungenügenden oder flüchtigen Bauaufsicht beim Einbringen des Beton unter gleichzeitigem Herausziehen der Rohre in der Tat leicht vorkommen kann. Dieser Nachteil, den man durch gewissenhafte Arbeitsausführung vermeiden kann, ist auf die primitive Art zurückzuführen, in der dabei der Beton eingebracht und gestampft wird.

Verschiedene Systeme lassen ferner, der Natur ihrer Ausführung nach, eine durchgehende Armierung des Pfahlschaftes nicht zu. Diese nicht armierten Pfähle werden gegenüber ihren armierten Konkurrenten meistens im Nachteil sein, weil sie nur als reine Druckpfähle wirken können und man bei den meisten Fundationen doch auch mit der Möglichkeit von Zug-, Schub- oder Biegunsspannungen rechnen muss; immerhin können sie bei Fundationen untergeordneter Bedeutung aus wirtschaftlichen Gründen gute Dienste leisten.

Ein massgebendes Kriterium für die Güte eines Ortspfählsystems liegt in der Art und Weise, wie es die Frage der Betonierung unter Wasser löst, weil die Qualität des Beton und damit die Sicherheit der Fundation in erheblichem Masse davon abhängen. Die Betonierung unter

¹⁾ Vgl. „S. B. Z.“, Band 59, Seite 263 (vom 18. Mai 1921).

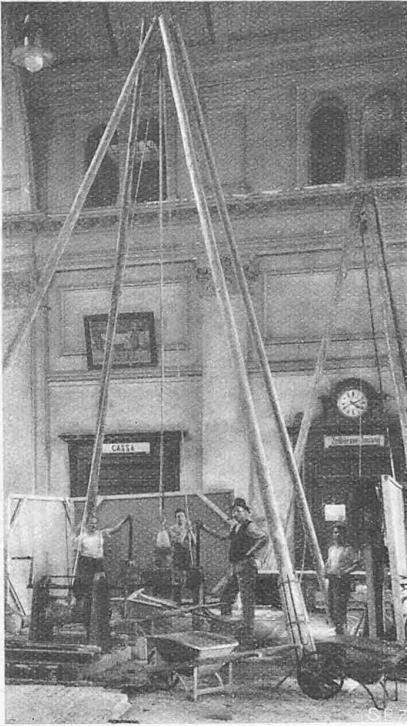


Abb. 4. Baustadium I.

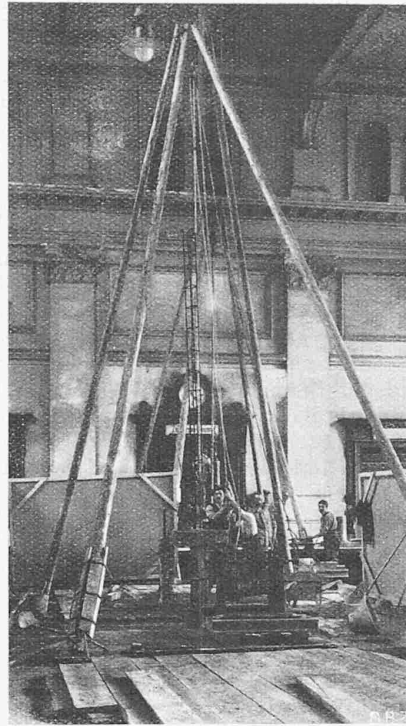


Abb. 5. Baustadium III.

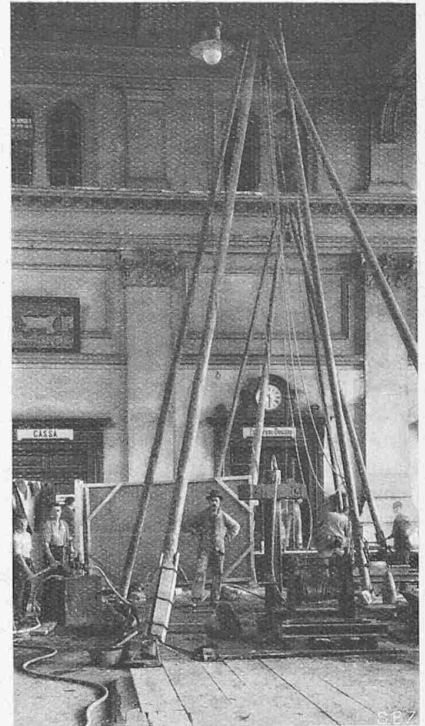


Abb. 6. Baustadium IV.

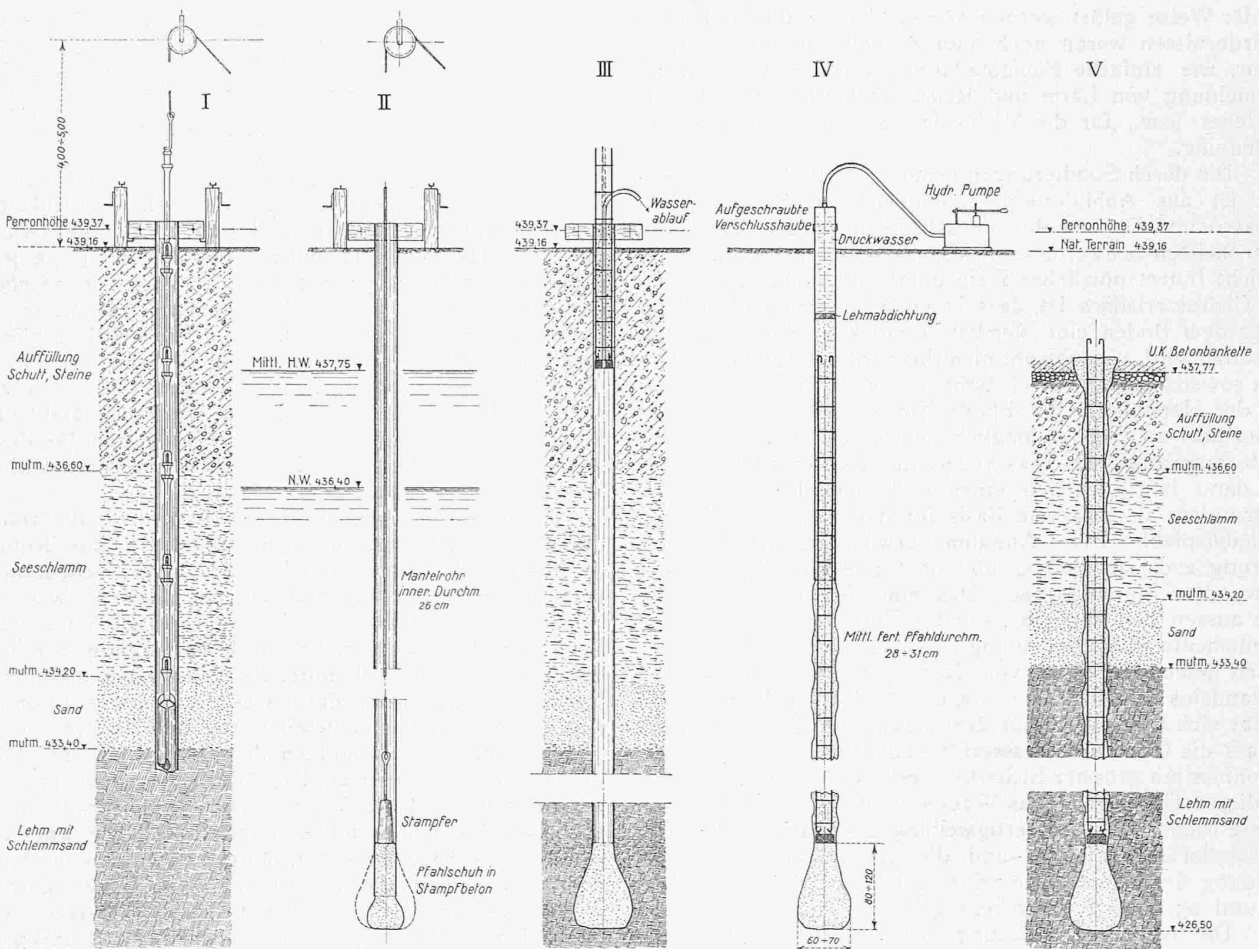


Abb. 1. Bauvorgang bei Erstellung der „Michaelis“-Eisenbeton-Pfähle. — Stadium I: Mantelrohr mittels bekannter Bohrapparate abgeteuft bis in den undurchlässigen Lehm; das in den wasserdichten Bohrröhren befindliche Wasser wird entfernt. — Stadium II: Schichtenweises Einbringen erdfeuchten Betons mit Betonbüchse, intensives Stampfen zur Verbreiterung des Pfahlfusses, gleichzeitig langsame Hebung des Mantelrohres. — Stadium III: Das an einer Fussplatte befestigte Armierungsgerippe wird in das Rohr hinunter gelassen, der Beton gleichzeitig von oben her trocken eingebracht; allfälliges eingedrungenes Grundwasser tritt durch das mittlere Ablaufrohr infolge natürlichen Druckes oben aus. — Stadium IV: Das Abflussrohr ist aus dem plastischen Beton herausgezogen; die Betonsäule oben durch eine Lehm-schicht abgedichtet, eine Blechhaube auf das Mantelrohr aufgeschraubt und an die hydraulische Pumpe angeschlossen. Durch Wasserdruck bis 25 auf die plastische Betonmasse wird das Bohrröhr von unten her langsam herausgedrückt und der bloss gelegte Beton an das Erdreich gedrückt; in das letzte Röhrstück wird Beton nachgeschüttet, hernach das Röhr entfernt. — Stadium V: Pfahlkopf nachträglich aufbetoniert zur Verankerung mit der Fundamentschwelle. — Masstab 1:80.

Merkmale, die hier an Hand der erforderlichen Abbildungen kurz beschrieben werden mögen.

Die Fundation zerfällt in zwei Teile (siehe Abbildung 2), den im alten Gepäckraum, als Verbindungsstück zwischen dem alten und neuen Gebäude, und den der eigentlichen Erweiterung, bestehend aus dem Hauptgebäude mit 42 m langer Vorderfassade und dem rechtwinklig dazu nach hinten anschliessenden Bahnpostgebäude mit 108 m Fassadenlänge. Während man für diesen neuen Gebäudeteil in der Wahl der vorteilhaftesten Fundierungsmethode ziemlich frei war und man sich in der Hauptsache durch rein technische Motive leiten lassen konnte, war man dagegen im alten Gebäudeteil auch an wichtige Fragen betriebstechnischer Art gebunden, die für die Wahl des bestgeeigneten Fundierungssystems stark mitbestimmend waren. Die Inanspruchnahme des während der Fremdensaison ohnehin sehr gedrängten Gepäckraumes als Baustelle legte die Wahl eines Systems nahe, das möglichst wenig Raum in Anspruch nimmt und dabei grösstmögliche Beweglichkeit bei gutem Arbeitsfortschritt gewährleistet. Andererseits konnte es sich nur um eine Fundierungsmethode handeln, bei der, unter Rücksichtnahme auf die alten und teilweise schadhafte Fundamente, gewaltsame Manipulationen, Gleichgewichtstörungen durch Wasserhaltungsarbeiten, Erschütterungen durch Rammen u. dgl. ausgeschlossen waren. Andererseits war zu beachten, dass sich die alten Fundamente im Laufe der Jahrzehnte stark gesetzt und konsolidiert hatten und dass man folgerichtig gezwungen war, für die neuen Fundamente ein Minimum an Setzung zu verlangen, damit die heikle Frage der Verbindung zwischen dem alten und dem neuen Gebäudeteil in befriedigender Weise gelöst werden könne. Ausser diesen Haupterfordernissen waren noch andere Punkte untergeordneter Natur, wie einfache Bauinstallation, geringe Arbeiterzahl, Vermeidung von Lärm und Rauch, Sicherheit des Arbeitsbetriebes usw., für die Wahl des Systems ebenfalls von Bedeutung.

Die durch Sondierungen festgestellte Bodenbeschaffenheit ist aus Abbildung 1 ersichtlich; sie entspricht im Grossen und Ganzen den Verhältnissen an den Ufern unserer meisten Schweizerseen, wo eine eigentliche tragfähige Schicht innert nützlicher Tiefe überhaupt nicht anzutreffen ist. Charakteristisch ist, dass in einer Tiefe von etwa 11 m unter dem Boden eine ziemlich kompakte Lehmschicht angetroffen wird, die, obwohl nicht besonders tragfähig, jedenfalls soweit wasserundurchlässig sein muss, dass man daraus bei der Herstellung der Pfähle Nutzen ziehen kann. Man nahm also an, dass es möglich sein müsse, einmal in dieser Tiefe angelangt, das Wasser aus den Röhren zu entfernen, um dann im Trockenen einen wirksamen Betonfuss festzustampfen, als wirksame Basis für den daraufzustellenden Michaelispfahl. Diese Annahme erwies sich bei der Ausführung auch als richtig und im Sinne von Abbildung 1 einwandfrei durchführbar. Das Stampfen in dieser Tiefe war aussen nicht spürbar, somit für die umliegenden alten Fundamente ohne Bedeutung. Die Ausführung des eigentlichen Michaelispfahles von Kote 428 ab aufwärts ging anstandslos vor sich; die Lage der dichten Lehmschicht ergibt sich bekanntlich aus dem herausbeförderten Bohrgut, sodass die Grenze der wasserführenden Schichten über dem Betonfuss mit grösster Sicherheit festgestellt werden konnte. In dieser Tiefe drang das Wasser in der Tat sofort in die Rohre wieder ein, die Fertigstellung des Pfahles nach dem vorskizzierten Verfahren und die automatische Wiedergewinnung der Mantelrohre bei einem Wasserdruck zwischen 10 und 25 at ging durchwegs glatt vor sich.

Die bei der Berechnung der zulässigen Pfahllast zu Grunde gelegte zulässige Pfahlmantelreibung zwischen Beton und Erdrich wurde für feuchten, sandigen Lehm geringer Konsistenz zu $0,15 \text{ kg/cm}^2$ angenommen, was bei 30 cm mittlerem Durchmesser einer Belastung von $1,4 \text{ t pro m}^2$ Pfahl entspricht. Wie vorerwähnt stellt diese Zahl einen Erfahrungswert dar, der sich aus den vielen in den letzten 15 Jahren durch die Firma Ternier & Chopard durchge-

föhrten Belastungsversuchen ergibt und der für verschiedene Bodenarten variiert, bis zu einem Höchstwert von etwa $0,3 \text{ kg/cm}^2$ für festen kompakten Lehm. Die obere Bodenpartie, bestehend aus Auffüllmaterial und nachfolgendem Seeschlamm bis Kote 433,40, ist in der Berechnung vernachlässigt worden, sodass als wirksame Pfahlänge nur rund 5,4 m in Betracht gezogen wurde. Dem Pfahlschuh wurde bei 50 cm mittlerem Durchmesser die geringe Pressung von nur 2 kg/cm^2 zugewiesen, womit man insgesamt für den ursprünglich 9 bis 10 m angenommenen Pfahl auf eine zulässige Pfahllast von rund 12 t gelangte; sie übersteigt effektiv aber nirgends 10 t, weil die Pfähle durchwegs etwas länger ausgeführt wurden und weil es sich zeigte, dass auch die biegeunfesten Bankette einen gewissen Druck auf den Boden direkt übertragen. Dieser zulässige Druck kann auf Grund der spätern Erfahrungen mit Sicherheit zu 1 kg/cm^2 angenommen werden.

Nach vierwöchentlicher Erhärtung wurden die Pfähle Nr. 7 und 8 zusammen einer eingehenden Belastungsprobe unterzogen, die sich bis zur anderthalbfachen Last, d. h. auf 30 t erstreckte. Das Auflegen der Lasten erfolgte etappenweise und die jeweiligen Einsenkungen wurden in bestimmten Zeitabschnitten genauestens einnivelliert.

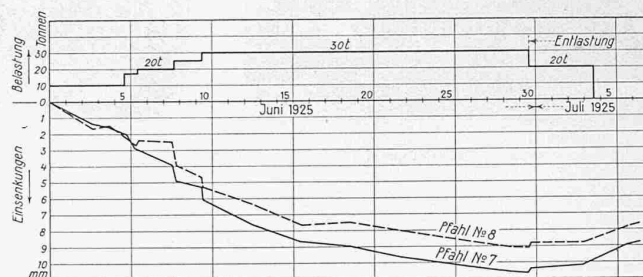
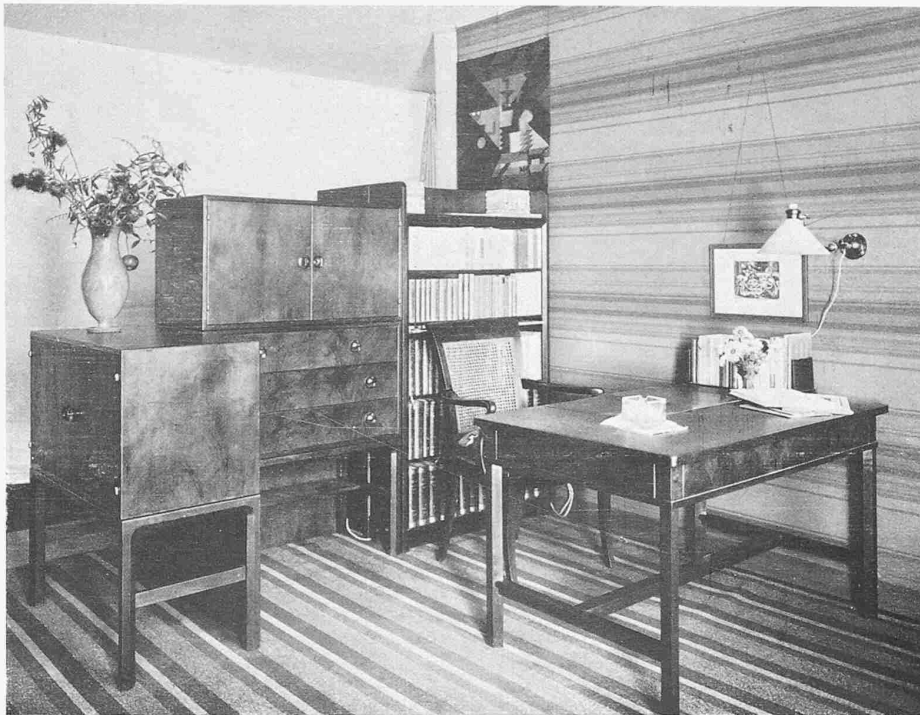


Abb. 7. Diagramm der Belastungsproben.

Abbildung 7 zeigt graphisch den Verlauf der beidseitigen Einsenkungen, der sich durch Einheitlichkeit und Regelmässigkeit auszeichnet. Die Einsenkungen wuchsen bis zur zulässigen Belastungsgrenze von 20 t stetig und langsam (2,5 bzw. 4 mm); dann nahmen sie rascher zu und erreichten bei 30 t ihr Maximum bei 9 bzw. 10,5 mm. Die langsam durchgeführte Entlastung ergab schliesslich eine kleine Hebung der Pfähle bis 1,5 mm, was sich aus der starken Komprimierung des Bodens und der entsprechenden Reaktion auf die Pfähle erklären lässt. Diese Erscheinung ist überdies ein sicheres Zeichen für die einwandfreie Gestaltung der Pfahlschäfte und die Güte des Verfahrens im allgemeinen.

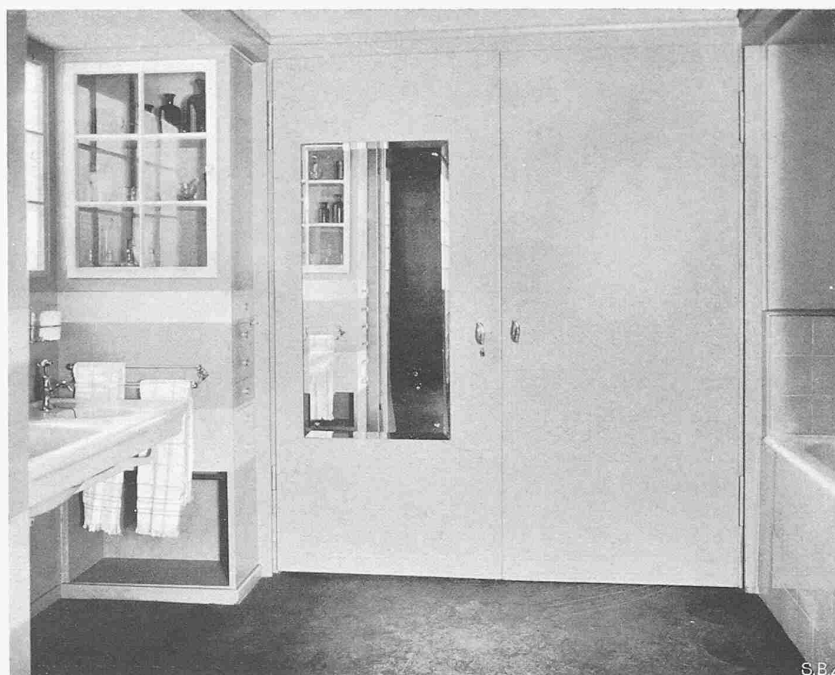
Zum Schluss sei noch erwähnt, dass die während der Bauarbeiten und nach Fertigstellung des Rohbaues regelmässig durchgeführten Beobachtungen bedeutend geringere Setzungen ergaben als vorgesehen, was jedenfalls darauf zurückzuführen ist, dass der Boden unter den Betonbanketten weit mehr zur Uebertragung der Lasten herangezogen werden konnte, als ursprünglich angenommen wurde. Im Gegensatz dazu wies die massive Eisenbetonplatte des neuen Gebäudeteiles naturgemäss grössere Setzungen auf; sie schwankten durchschnittlich um 10 mm herum und erreichten an der südöstlichen Ecke mit 15 bis 20 mm ihre höchsten Werte. Die heikle Frage des Anschlusses des neuen mit dem alten Gebäude war Gegenstand eines besonders sorgfältigen Studiums und wurde durch zweckdienliche Anordnung von Kragträgern und Trennungsfugen, und durch gelenkartige Auflagerung der verbindenden Unterzüge gelöst (Abbildungen 2 und 3). Die empfindlichsten Stellen längs der stark beanspruchten Randpartien beim alten Bau wurden zur Erzielung möglichst gleichmässiger Bodenpressungen durch Michaelispfähle wirksam unterbaut, was sich bei der Einfachheit und raschen Betriebsmöglichkeit dieses Systems mühelos machen liess.

DAS NEUE HEIM. AUSSTELLUNG IM KUNSTGEWERBEMUSEUM ZÜRICH

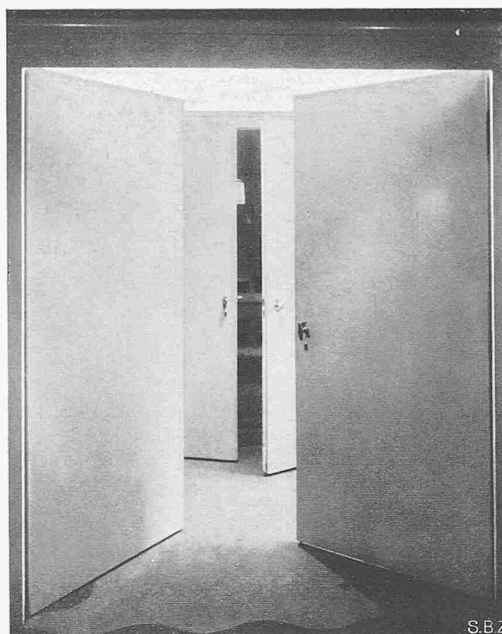


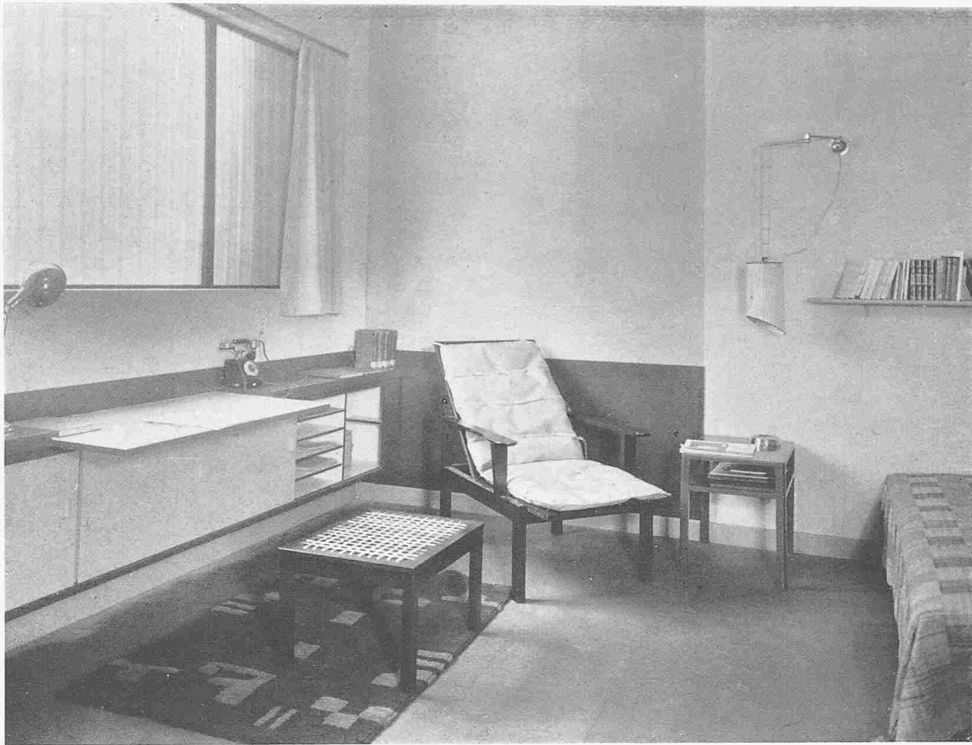
MAX HAEFELI, ARCH., ZÜRICH. GRUPPE VON KUBUSMÖBELN
FRANZ SCHEIBLER, ARCH., WINTERTHUR. SPEISEZIMMER



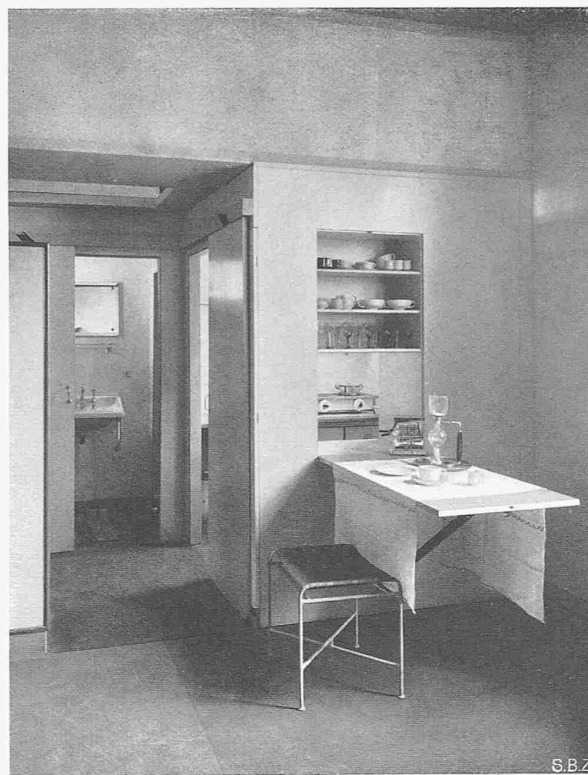


LUX GUYER, ARCHITEKTIN, ZÜRICH. BADEZIMMER





WILHELM KIENZLE, ARCH., ZÜRICH. EINZIMMERWOHNUNG



S.B.Z.

DAS NEUE HEIM. AUSSTELLUNG IM KUNSTGEWERBEMUSEUM ZÜRICH



HANS HOFMANN, ARCH., ZÜRICH. MÖBEL IN BIRNBAUMHOLZ
R. S. RÜTSCHI, ARCH., ZÜRICH. DREIZIMMERWOHNUNG

