Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 81 (1963)
Heft: 47: Schweizerische Landesausstellung Lausanne 1964

Artikel: Die Gründungsarbeiten und die Herstellung der Wasserbecken für die Expo 64

Autor: Cérenville, H.-B. de

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-66917

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: 02.07.2025

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

Die Gründungsarbeiten und die Herstellung der Wasserbecken für die Expo 64

Von **H.-B. de Cérenville,** Ing., Lausanne

I. Organisation der Studien und der Beobachtungen

Die ersten Studien in bezug auf die Gründungsprobleme begannen im Jahre 1960, indem ein Inventar aller vorhandenen Aufschlüsse über den Baugrund der Expo aufgenommen wurde. Man bezweckte damit, den Architekten und Ingenieuren der verschiedenen Sektoren die ersten Hinweise zu vermitteln, die ihnen gewisse Anhaltspunkte bieten konnten für die Wahl der Standorte und der geeigneten statischen Systeme ihrer Bauten. Man wollte damit Fehllösungen vermeiden und zu einer wirtschaftlichen Gestaltung der Fundationen beitragen.

Erst nachdem die Situierung der Bauten endgültig festlag, wurden 30 verrohrte Sondierbohrungen und Rammbohrungen durchgeführt, ergänzt durch mehrere Belastungsversuche an besonders kritischen Punkten. In Anbetracht der grossen Ausdehnung des Ausstellungsgeländes war es nicht möglich, umfangreiche Sondierungen zu einem früheren Zeitpunkt vorzunehmen, weil dies zu unnützen Ausgaben geführt hätte.

Die Ingenieure der Sektoren und die mit Spezialaufgaben Betrauten waren somit (grösstenteils reichlich im voraus) im Besitze der Angaben über die Art des Baugrundes, dessen zulässige Belastungen und der dem Baugrund am besten angepassten Gründungsart. Nachdem die Projekte für die Gründung vorlagen, wurden sie sowohl vom geotechnischen Standpunkt wie auch vom Standpunkt der Statik und Festigkeitslehre aus überprüft. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen haben den Verantwortlichen ebenfalls dazu gedient, die Bauprojekte zu überprüfen.

Die Baustellenüberwachung der Fundationsarbeiten wurde ausgeübt vom Baudienst der Ausstellung in Zusammenarbeit mit den projektverfassenden Ingenieuren.

Bild 1 gibt einen schematischen Ueberblick über den angetroffenen Baugrund.

II. Allgemeine Probleme

Die sich stellenden Gründungsaufgaben sind von vier Faktoren bedingt: leichte Bauten, grosse Flächen frisch aufgeschütteten Geländes, hoher Grundwasserstand, Vorfabrikation der tragenden Bauglieder. Andere Probleme ergaben sich aus der Rücksichtnahme auf römische Ruinen, aus der Notwendigkeit, die Fundationen nach Schluss der Ausstellung vollständig zu entfernen und endlich aus den sehr knappen finanziellen Mitteln.

Da viele Projekte kühn sind, mussten eine Anzahl von Belastungsproben vorgenommen werden, entweder um die Zulässigkeit sehr sparsamen Bauens nachzuweisen oder um die vorgesehenen Kosten noch herabzusetzen. Wir werden im folgenden den Einfluss dieser verschiedenen Faktoren auf die Gestaltung der Fundationen beleuchten.

A) Leichtigkeit der Bauten

Im allgemeinen herrscht die Ansicht, die Fundation sei umso leichter auszuführen und umso billiger, je leichter der Bau sei. Dies stimmt aber nur bis zu einem gewissen Grade. Für die Bauten der Expo traf es oft nicht zu. Dies rührt daher, dass die Projektverfasser extrem leichte Bauten vorgesehen haben, die leicht abzubrechen sind und meistens ausserordentlich dünne Dachschalen aufweisen, für welche die Windkräfte im Verhältnis zum Eigengewicht ausserordentlich gross sind. Weiter konnten, als Folge der gewollten Ausstellungsgestaltung, Windverbände nur sehr sparsam oder gar nicht angewendet werden. Dies hat dazu geführt, dass die Fundationen Horizontalkräfte unter ungünstigen Umständen aufzunehmen haben. Aus allen obgenann-

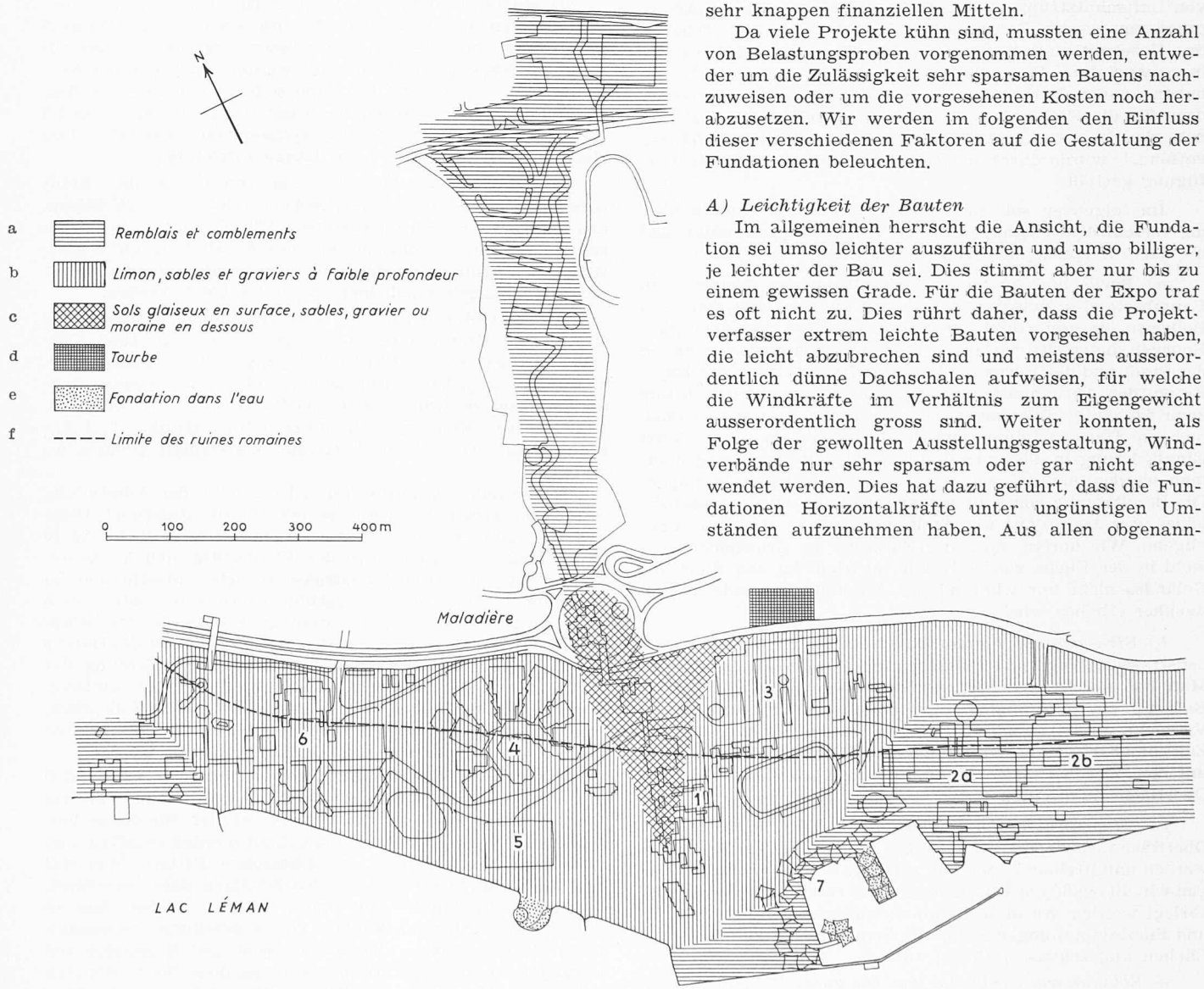

Bild 1. Der Baugrund der Expo 64, Schema 1:10 000. *a* Auffüllungen; *b* Schlick, Sand und Kies in geringer Tiefe; *c* lehmige Oberschicht, darunter Sand, Kies oder Moräne; *d* Torf; *e* Gründungen im Wasser; *f* seewärtige Begrenzung der Zone römischer Funde. — *Sektoren:* 1 Weg der Schweiz, 2a Froh und sinnvoll Leben, 2b Bilden und Gestalten, 3 Verkehr, 4 Industrie und Gewerbe, 5 Waren und Werte, 6 Feld und Wald

ten Bedingungen hat sich ergeben, dass für die Bemessung der Gründungen im allgemeinen nicht der Sohlendruck massgebend war, sondern die Sicherheit gegen Abheben, Ausreissen oder Gleiten. Die Sicherheit gegen Abheben wurde im allgemeinen durch Erdauflast auf Sohlenplatten oder Eisenbetonkästen erreicht, manchmal auch durch zugfeste Pfahlgründungen.

Der grosse Wert des Verhältnisses Windkraft : Eigengewicht hat dazu geführt, die S.I.A.-Vorschriften rigoros einzuhalten und die Gleitsicherheit besonders sorgfältig zu berücksichtigen.

B) Auffüllung

Grosse Teile der Ausstellung befinden sich auf Gelände, das teils früher, teils frisch aufgeschüttet worden ist. Die nur ein bis drei Jahre alten Aufschüttungen liegen in der Uferzone zwischen der Flonmündung und dem Strandbad Bellerive, wo die Aufschüttung ungefähr 250 m breit und maximal 6 m hoch ist. Weitere frische Aufschüttungen befinden sich im Flontal bis hinauf zum Ausstellungsbahnhof Sévelin. Diese frischen Aufschüttungen ruhen im allgemeinen auf älteren; ihre totale Mächtigkeit erreicht bis 27 m. Alte Aufschüttungen von geringerer Mächtigkeit liegen im unteren Flontal und am Westende des Ausstellungsgeländes am Seeufer (Sektor Feld und Wald).

Die frischen Aufschüttungen sind sehr oft unregelmässig, weil sie ebensowohl gutes Material wie lehmiges und Abbruch von Bauten enthalten. Immerhin enthalten sie keine Kehricht-Abfälle, verhältnismässig wenig Papier, Weihnachtsbäume und alte Pneus und dies nur an bestimmten, allerdings unbekannten Stellen. Anderseits enthalten die alten Aufschüttungen im Sektor Feld und Wald und besonders im Flontal Zonen von Kehricht-Abfällen und organischem Material. Ihre bekannte Mächtigkeit erreicht bis 12 m und sie können, wie eine Sondierung ergeben hat, beträchtliche Mengen von brennbarem Gas abgeben.

Auf diesen Auffüllungen sind die bestehenden Fundationen je nach der Art des Hochbaues entweder aus hölzernen Pfählen oder seltener aus Eisenbetonpfählen und schliesslich dort, wo ungleiche Setzungen im Betrage von einigen Zentimetern zulässig waren, aus Platten mit geringer Bodenpressung.

Einen Anhaltspunkt für die Grössenordnung der Setzungen ergeben die künstlichen Pyramiden bei der Flonmündung, die sich um 25 bis 30 cm gesetzt haben.

C) Grundwasser

Der hohe Grundwasserspiegel in der ganzen Seeuferzone sowohl im aufgeschütteten wie im anstehenden Gelände hat selbstverständlich die Wahl der Fundationsart bestimmt. Man war bestrebt, die Fundationskote oberhalb des Grundwasserspiegels zu halten, dies schon mit Rücksicht auf die umfangreichen Schichten von Sand und Feinkies in der ganzen Ebene von Vidy, die bei tieferer Fundationskote zu grossen Pumpwassermengen geführt hätten. Soweit als möglich wurde die Fundationskote oberhalb einer Ebene angeordnet, die mit 0,5 % vom Hochwasserspiegel am Ufer aus landeinwärts geneigt ist. Es hat sich gezeigt, dass der Grundwasserspiegel infolge der Aufschüttungen noch gestiegen ist, besonders in der Nähe des früheren Ufers, so dass manche Fundationen doch noch ein wenig ins Grundwasser zu liegen kommen.

Die im Seewasser errichteten Bauten sind auf Holzpfählen gegründet, welche die Genietruppe der Armee ausgeführt hat. Den Verankerungen der Zelte im Hafensektor hingegen dienen stählerne, geneigte Rammpfähle, die mit Zementmörtel injiziert worden sind, um eine möglichst gute Haftung im Sand und Schlamm des Seegrundes zu erzielen.

D) Vorfabrikation der Tragelemente

Bekanntlich sind in grossem Umfange für fast alle Bauten der Ausstellung vorfabrizierte Elemente in Aussicht genommen worden. Wenn auch die Vorfabrikation für die Hochbauten oft sehr wirtschaftlich ist, muss anderseits gesagt werden, dass dies im allgemeinen für die Fundationen nicht zutrifft. Abgesehen von Pfählen sind denn auch keine vorfabrizierten Elemente für die Gründung verwendet worden.

Es ist auch festzuhalten, dass die Verwendung vorfabrizierter Hochbauteile, seien es Stützen oder Mauern, leicht zur Verteuerung der Fundation führt und zwar wegen den Einspann- oder Verankerungsbedingungen, welche oft heikle Detaillösungen und kompliziertere Schalungen bedingen.

E) Verschiedene Probleme

Die römischen Ruinen von Lousonna, die bei allen Aushüben sorgfältig kontrolliert wurden, haben einige Komplikationen mit sich gebracht. Man war bestrebt, im Rahmen des Möglichen die Fundationen oberhalb des Niveaus der römischen Bauten zu halten, um die Arbeitsverzögerungen zu vermeiden, welche die Untersuchung der römischen Ueberreste mit sich bringt.

Die Bedingung der leichten Entfernung der Fundationen nach Schluss der Ausstellung hat grosse Ausgaben nach sich gezogen und wird noch viele verursachen. Gewisse Fundationen enthalten schon die Kammern für die Anbringung des Sprengstoffes. Pfähle, die in der Nähe bestehender Bauten geschlagen werden mussten, können später nicht entfernt werden; sie müssen über Seegrund abgeschnitten werden, um Beschädigungen an Schiffen und anstossenden Quaimauern zu vermeiden.

Die Beschränkung der Kredite endlich hat dazu geführt, in gewissen Fällen auf frostgefährdetem Boden zu fundieren. Es hat sich nämlich gezeigt, dass die Kosten des Aushubes und des Betons für die Gründungsbauwerke und für die spätere Entfernung derselben zu hoch geworden wären.

F) Belastungs- und Setzungsversuche

Um die tatsächliche Belastbarkeit zu prüfen und die Kosten in grösstmöglichem Mass zu senken, sind verschiedene Belastungsversuche durchgeführt worden. Sie haben gezeigt, dass für Probeplatten von 1 m² Grösse und einer Bodenpressung von 0,5 kg/cm² die Setzung zwischen 0,5 und 2 cm liegt.

Das interessanteste Problem, nämlich das Gleiten der schwach belasteten Oberflächenfundationen infolge der Horizontalkräfte aus Wind, wurde an einem Modell in der Grösse 1,2 × 1,6 m studiert. Die Bilder 2 und 3 zeigen die Ergebnisse. Der Versuch hat bestätigt, dass die grösste Vorsicht am Platze ist, um die Gleitsicherheit besonders bei durchnässtem Boden zu gewährleisten.

Schliesslich seien die Zugversuche an Pfählen erwähnt, die zur Bestimmung der Länge der Pfähle für die Zelte des Hafensektors ausgeführt wurden. Bild 4 gibt ein Beispiel von Versuchsergebnissen.

III. Lagunen und Wasserbecken

Das Studium wirtschaftlicher Lösungen für die Schaffung von Wasserflächen hat 1959 begonnen. In Betracht gezogen und durch Modelle geprüft wurden verschiedene Lösungen, sowohl für die Ausführung wie für die Dichtung und hinsichtlich der ästhetischen Erscheinung der Becken.

Als erste Lösung wurde erwogen, eine Schicht blauen Tons aufzubringen, um die Abdichtung zu erreichen, doch musste dieses Verfahren aufgegeben werden, trotzdem es den Becken ein natürliches Aussehen und eine hübsche Wasserfarbe verliehen hätte. Die folgenden Nachteile des Tons haben sich als sehr beträchtlich erwiesen:

— Einbringen mit handelsüblichen Maschinen unmöglich;

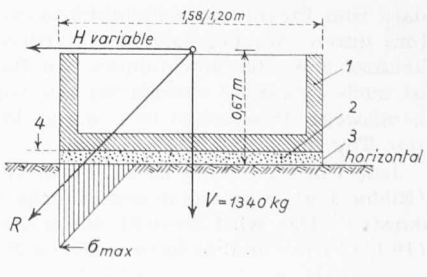

Bild 2. Gleitversuche im Sektor 1, Längsschnitt 1:45 durch das Modell. 1 Eisenbeton, 2 Magerbeton, 3 Messung der Horizontalverschiebung *D*, 4 Messung der Einsenkung *E*, σ_{max} Kantenpressung

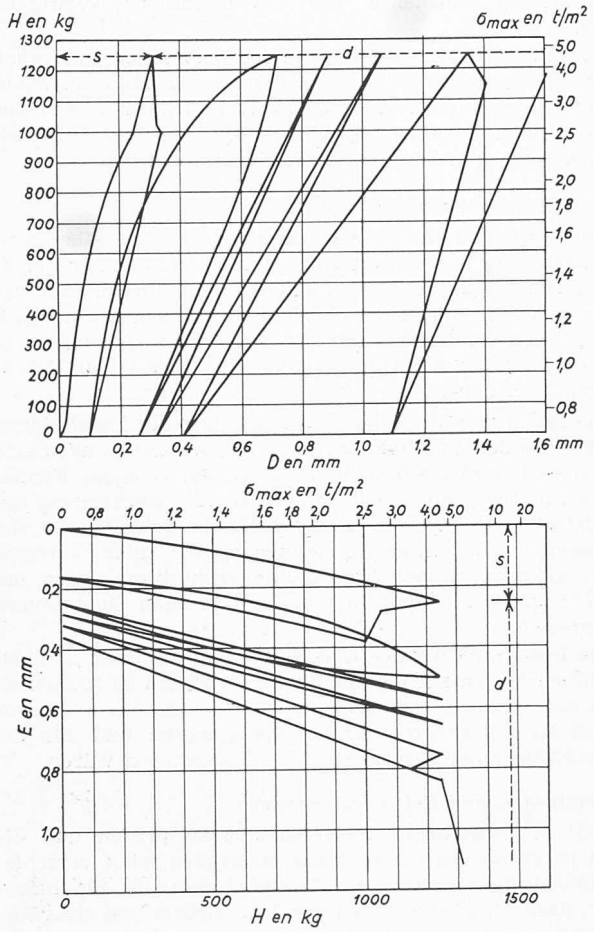

Bild 3. Ergebnisse der Gleitversuche. *D* Horizontalverschiebung, *E* Einsenkung, *H* Horizontalkraft, *s* trockener Boden, *d* durchnässter Boden, σ_{max} Kantenpressung

— Unmöglichkeit, die Beschaffenheit des einzubringenden Materials auf wirtschaftliche Weise zu prüfen;
— Unmöglichkeit, die Becken ohne Beeinträchtigung der Dichtigkeit länger als während einigen Tagen zu entleeren;
— Trübung des Wassers bei Wind und Regen; es braucht 1 bis 2 Tage, bis das Wasser wieder klar ist.

Infolgedessen hat man nur Lösungen mit künstlich hergestellter Dichtung in Betracht gezogen: aufgespritzte Plastikmasse, Dachpappe, geklebte Plastikfolien. Aufgespritzte Plastikmasse wurde ausgeschieden wegen der hohen Kosten und Dachpappe wegen der nötigen Verankerung in Betonrändern, die zu teuer geworden wäre. Die Wahl fiel daher auf Polyäthylenfolien von 0,3 mm Dicke, deren Ränder mit Oesen versehen sind, welche mittels verzinkten

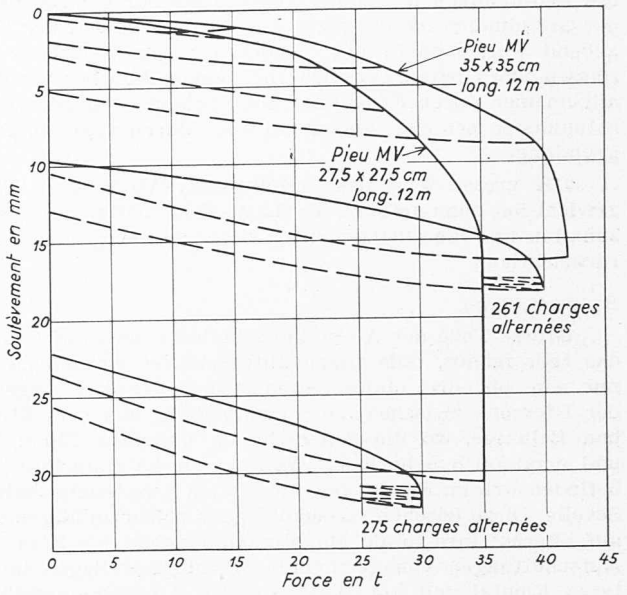

Bild 4. Ausreissversuche an MV-Pfählen im Sektor 7. Soulèvement = Hebung, Force = Kraft, charges alternées = wiederholte Belastungen

Nägeln von 20 cm Länge an die Lehmböschungen geheftet werden. Diese Lösung erwies sich als verhältnismässig billig; sie ermöglicht, die Verbindungen zu den Ueberläufen und Abläufen leicht herzustellen, und Reparaturen können durch einfaches Kleben ausgeführt werden. Die Folien werden auf eine 4 bis 5 cm starke Sandschicht verlegt, um zu vermeiden, dass sie durch hervorstehende Kieselsteine beschädigt werden. Die Folie wird mit einer Schicht gleichen Sandes belegt. Die Erfahrung hat gezeigt, dass der Untergrund vor dem Verlegen der Folie chemisch behandelt werden muss, weil sonst das Unkraut sogar die Folien durchbricht.

Die Becken im Flontal werden gespeist mit Wasser aus der städtischen Wasserversorgung, welchem ein Mittel gegen die Bildung von Algen zugesetzt wird. Das Wasser wird im Kreislauf verwendet; nur für den Verdunstungsverlust ist eine kleine Zugabe von Frischwasser nötig.

Die Wasserbecken in der Ebene von Vidy («Lagunen») werden gespeist mit Seewasser, welches man in 80 m Entfernung vom Ufer fasst und ebenfalls gegen Algenbildung behandelt. Das Wasser dieser Becken wird alle 24 Stunden völlig erneuert.

Jedes Becken hat einen Ablauf und einen Ueberlauf für Regenwasser. Die Wassertiefe beträgt 0,5 m. Mit Rücksicht auf diese geringe Tiefe bestehen die Dämme aus aufgeschütteter Erde mittlerer Qualität, welche nur mechanisch gestampft wird.

Adresse des Verfassers: *H. B. de Cérenville,* ing. civ. M. S. C. E., S. I. A., 11 avenue de Rumine, Lausanne.

Sektor 1: Der Weg der Schweiz («Allgemeiner Teil»)

Eine originelle Bauidee und ihre Verwirklichung. Von **B. Janin,** Ing. EPUL, Lausanne

Lageplan siehe Tafel 47

Das Thema und die architektonische Auffassung dieses Sektors sind dargelegt worden in unserem ersten Expo-Heft (SBZ 1963, Heft 15, Seite 237). Fügen wir ergänzend bei, dass vom Ingenieurstandpunkt aus die Pavillons dieses Sektors durch ihre originelle Form (dreikantige Prismen) gekennzeichnet sind sowie durch den Baustoff, das Holz. Holz ist auch verwendet worden für alle zugehörigen Bauten, Zugangswege, Passerellen und für die Pergola des Abschnittes «ein Tag in der Schweiz».

Jede Unterabteilung ist zu einem «Prismendorf» gruppiert (Bilder 1 u. 2), das eine erstaunliche Vielfalt in der Einheit darstellt. Das wird erreicht durch die verschiedenen Höhen (10 bis 27 m) und die verschiedenen Neigungen der Prismenflächen sowie durch die versetzte und gestaffelte Anordnung der Pavillons. Wir beschränken uns hier auf die Beschreibung dieser prismatischen Pavillons.

*

Die Tragkonstruktion besteht aus einem System von parallelen, alle 1,2 m angeordneten Binder-Stielen, welche die Seitenflächen der Prismen bilden. Diese Stiele sind in der First und im Fusspunkt gelenkig angeschlossen; als Fundament dienen durchgehende Bankette aus Eisenbeton.

Die normalen Stiele bestehen aus I-Balken von konstanter Höhe, unter sich alle drei Meter verbunden durch eine doppelte Reihe feiner Stahlwinkel 45/45/5 (im First stär-