Staumauer nach dem Zellensystem Gutzwiller

Autor(en): **Gutzwiller, E.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **81/82 (1923)**

Heft 19

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-39004

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Staumauer nach dem Zellensystem Gutzwiller. — Holland und die Baukunst unserer Zeit. — Die Entwicklung der Rheinschiffahrt nach Basel. — Zum Bahnhof-Vorplatz und Aufnahmegebäude der neuen Station Zürich-Enge. — Four électrique à Induction de la Compagnie Française des Métaux. — Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft. — Nekrologie: Jakob Pfau. — Miscellanea: Der erste amerikanische Luftkreuzer von der Bauart „Zeppelin". Frequenz der technischen Bildungsanstalten in den Vereinigten Staaten. World Power Conference 1924. Elektrifizierung der Paulista-Bahn in Brasilien. Die Roheisen-Erzeugung in den Vereinigten Staaten. Eine schweizerische Ausstellung für drahtlose Telegraphie. — Preisausschreiben: Lötverfahren für Aluminium. — Konkurrenzen: Gebäude für das internationale Arbeitsamt in Genf. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. — S. T. S.

Band 82. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 19.

Staumauer nach dem Zellensystem Gutzwiller.

Bei den massiven Schwergewichtsmauern wirkt das Mauerwerk in erster Linie mit seinem Gewichte, während die Festigkeit nur in geringem Masse ausgenützt ist. Die grösste Beanspruchung tritt am Fusse der Mauer ein und zwar bei vollem Becken luftseitig und bei leerem Becken wasserseitig. In allen übrigen Teilen der Mauer ist die Beanspruchung kleiner. Sie nimmt allmählich von unten nach oben ab, um schliesslich am Kopfe auf Null auszulaufen.

Sofern diese schlechte Materialausnützung die Widerstandsfähigkeit des Mauerwerkes im Gesamten erhöhen würde, könnte dagegen nichts eingewendet werden. Doch ist dies keineswegs der Fall, denn die für den Bestand der Massivmauer massgebenden Beanspruchungen des Fusses werden in keinem andern Teil der Mauer erreicht, was einer Materialverschwendung gleich kommt.

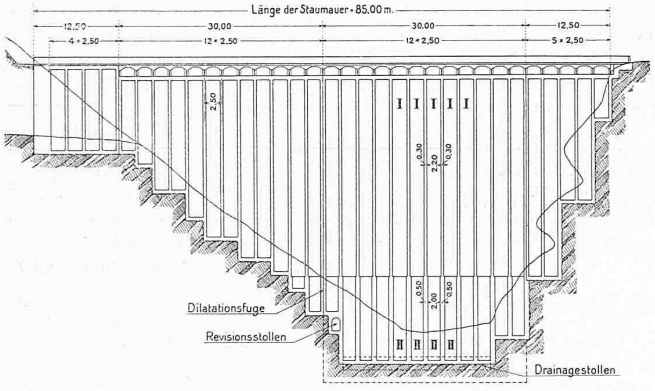


Abb. 4. Schematischer Längsschnitt. — Masstab 1 : 1000.

Beim Entwurf moderner Baukonstruktionen wird jedes Konstruktionselement entsprechend den Kräften bemessen, die darin zur Wirkung kommen. Dabei wird von dem Grundsatze ausgegangen, dass in allen Teilen des Bauwerkes die gleiche Sicherheit gegen seine Zerstörung vorhanden sein muss. Für die einzelnen Konstruktionselemente verschiedene Sicherheitselemente einführen zu wollen, wäre unlogisch, weil der Bestand eines jeden Bauwerkes einzig und allein von der Festigkeit seines schwächsten Teiles abhängig ist.

Die massensparsamste Form einer Staumauer ist diejenige, bei der unter Wahrung der Standsicherheit jeder Teil genau gleich und auf das Maximum der zulässigen Beanspruchung ausgenützt wird. Um diese in der Theorie angestrebte gleichmässige Beanspruchung des Mauerwerkes zu erreichen, wären nach den Zonen der Beanspruchung unregelmässig über den ganzen Mauerwerkskörper verteilte Hohlräume auszusparen. Das zwischen diesen Hohlräumen liegende Mauerwerk müsste entsprechend den wirkenden Druckkräften verschieden dick sein oder aus verschiedenen Mischungsverhältnissen bestehen.

Versuche, Schwergewichtsmauern nach dem Grundsatze gleicher Beanspruchung aller Teile in Form von Zellenmauern zu bauen, liegen in grosser Zahl vor; hingegen ist es meines Wissens noch keinem dieser Vorschläge gelungen, Zug- und Biegungsbeanspruchungen zu vermeiden und die Ausbildung der Zellen dem inneren Kräftespiel derart anzupassen, dass eine gleichmässige, ineinanderfliessende Druckbeanspruchung gewährleistet ist.

Zu einer statisch richtigen Form, in der Zugbeanspruchungen nicht auftreten, führt das Studium der Bienenwabe. Die Bienenwabe besteht aus sechskantigen, gleichmässigen Zellen, die aus der Zusammenpressung von Hohlzylindern entstanden sind und die trotz der leichten Bauart eine sehr grosse Festigkeit und Standsicherheit besitzen. Wird dieses System in grösserem Masstab sinngemäss auf eine Staumauer angewendet, so entsteht ein Mauerwerkskörper mit Hohlräumen, bei dem die Hohlräume aufeinander folgender Reihen gegeneinander versetzt sind und im Grundriss in ein Sechsecksystem eingeschrieben werden können. Dieses System versucht, der theoretisch notwendigen Form eines Körpers mit gleichmässiger Druckspannung möglichst nahe zu kommen und erreicht dies dadurch, dass die runden oder sechseckigen, vertikal verlaufenden Hohlräume verschiedene Grösse erhalten.

Um zur Erzielung der Standsicherheit das notwendige Gewicht zu erhalten, werden die Hohlräume mit Sand und

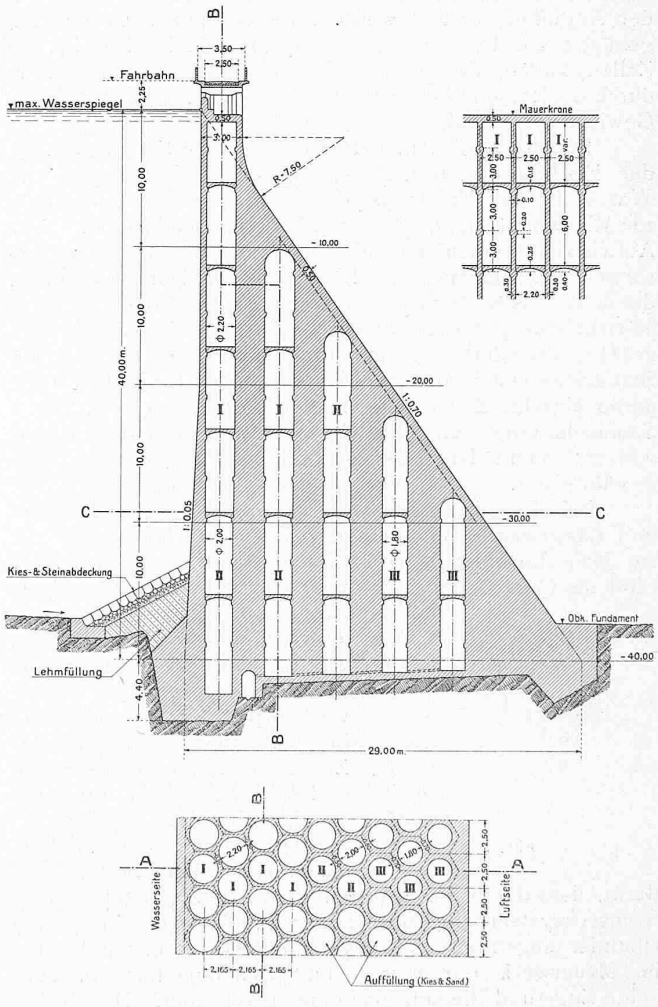


Abb. 2. Vertikalschnitte A-A und B-B. — 1 : 500. — Abb. 3. Horizontalschnitt C-C.

Kies, grossen Steinen oder Sparbeton möglichst dicht ausgefüllt. Man wird dasjenige Material verwenden, das neben hohem spezifischem Gewicht und praktischer Nützlichkeit die kleinsten Kosten verursacht. Zur Uebertragung des Materials auf die Wände der langen vertikalen Zellen werden ebene oder gewölbte, auf Vorsprüngen der Zellen-

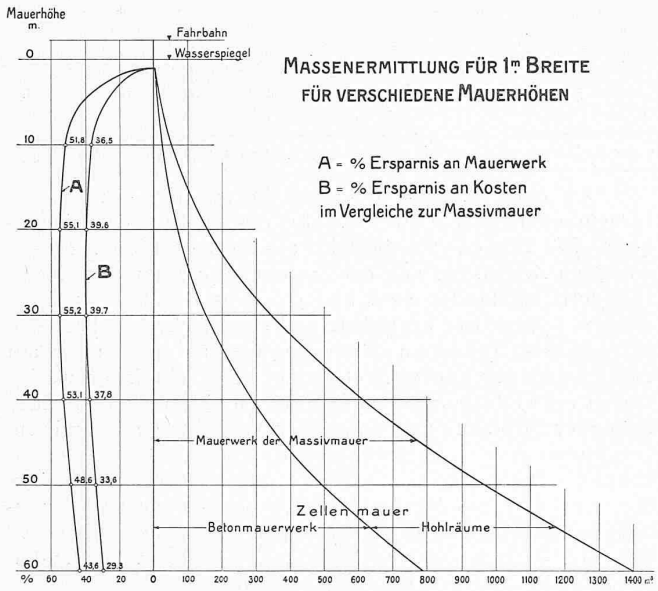


Abb. 6. Darstellung der Mauerwerksmassen- und Kosten-Erparnis.

wände aufliegende Platten eingebaut, die mit fortschreitender Auffüllung erstellt werden. Bei sandigem Kiesmaterial genügen zur Uebertragung vorspringende Nocken in den Zellenwänden, da die Adhäsion des Materials, unterstützt durch die Reibungswiderstände der Wände, genügt, um das Gewicht auf die Mauerzellen zu übertragen.

Bei der allgemeinen Berechnung der Staumauern ist der Einfluss des Auftriebes, der durch Eindringen von Wasser in das Mauermassiv oder in die Fundamentsohle zur Wirkung kommt, gebührend zu berücksichtigen. Der Auftrieb hat einen wesentlichen Einfluss auf die Abmessungen der Staumauern. Eine sicher wirkende Drainage, durch die das eindringende Wasser schadlos abgeführt wird, bewirkt eine grössere Standsicherheit der Mauer, und umgekehrt erfordert eine gut drainierte Mauer bei gleicher Standsicherheit weniger Mauerwerk. Aus der Zellenmauer, deren einzelne Zellen untereinander verbunden sind, führen Sammelleitungen allfälliges Sickerwasser nach dem Unterwasser; damit ist eine sorgfältige Drainage der Sohle gewährleistet.

Bei einer durch senkrecht zu einander stehende Quer- und Längswände aufgeteilten Zellenmauer übertragen die zur Mauerflucht senkrechten Längswände die Kräfte, während die Querwände nur unvollkommen belastet und durch Zug- und Biegungskräfte beansprucht sind. Solche Mauern erleiden eine unregelmässige Gesamtbeanspruchung des Mauerwerkkörpers, erfordern deshalb in der Regel zur Aufnahme der Zugkräfte Armierungseinlagen und sind dadurch in ihrem Bestande gefährdet.

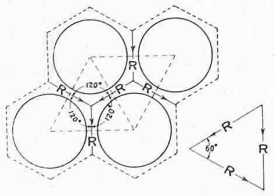


Abb. 1.

Das Wesen der „Zellenmauer Gutzwiller" besteht nun darin, dass durch die Anordnung von in ein regelmässiges Sechsecksystem eingeschriebenen Hohlräumen in hintereinander liegenden und gegeneinander versetzten Reihen im Mauerwerk nur Druck- und Scherspannungen, aber keine Zug- und Biegungspannungen auftreten. Die Kräfteverteilung in den Zwischenwandungen ist, wie aus Abbildung 1 hervorgeht, infolge der Winkelteilung von 120°, in allen Teilen der Mauer genau gleich, die Beanspruchung des Materials des ganzen Mauerkörpers infolgedessen homogen.

Die Zellenmauer erfordert eine weit eingehendere Berechnung der im Innern der Mauer wirkenden Kräfte, als die massive Schwergewichtsmauer. Neben den horizontalen und vertikalen Normalspannungen und den zugehörigen Schubspannungen sind auch die Hauptspannungen und die grössten Schubspannungen zu ermitteln. Die Schubspannungen, die in der Massivmauer keiner besonderen Aufmerksamkeit bedürfen, da sie gleich den halben Hauptspannungen sind, können in der Zellenmauer nicht ohne weiteres vernachlässigt werden und sind ebenfalls zu untersuchen. (Siehe Prof. A. Rohn: „Beitrag zur Berechnung massiver Staumauern", in Bd. 79, S. 126 vom 11. März 1922.)

Die grossen Baukosten der Staumauern gestatten es nicht mehr, dass die Fortschritte der Zement- und Beton-Herstellung vernachlässigt werden und Festigkeiten von 0 bis 10 kg/cm² zur Anwendung gelangen, wo 20 bis 25 kg/cm² sehr wohl angewandt werden können.

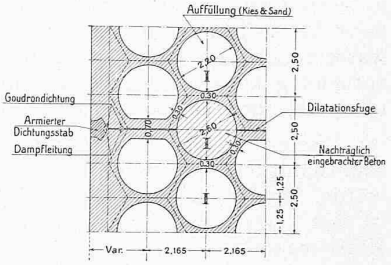


Abb. 5. Fugendichtung 1 : 250.

Der Umstand, dass bei einer grössern Material-Beanspruchung eine genauere rechnerische Untersuchung des Bauwerkes Platz greifen muss, sollte kein Grund sein, die Massivmauer der Zellenmauer vorzuziehen. Eine Gegenüberstellung der Randspannungen einer nach französischen Vorschriften gerechneten Mauer mag die Differenzen der beiden Systeme bei gleicher äusserer Dimensionierung zeigen:

Schnitt unter Wasserlinie	Leeres Becken				Volles Becken			
	Wasserseite		Luftseite		Wasserseite		Luftseite	
	Massiv	Zellen	Massiv	Zellen	Massiv	Zellen	Massiv	Zellen
m	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²
10	3 02	4,53	0,26	1,87	1,44	2,58	2,86	6,62
20	4,80	8,81	0,26	1,57	2,16	4,40	5,00	10,26
30	6,71	12,88	0 40	1.38	3,08	6,21	7,26	11,84
40	8,70	15,44	0,53	0,83	4,15	7,49	9,92	12,69
50	10,69	17,27	0,62	0,25	5,44	7,97	11,84	13 45

Die Bodenpressungen sind bei der Zellenmauer wegen den unten geschlossenen Zellen nicht grösser als bei der Massivmauer.

In den Abbildungen 2 bis 4 ist eine Staumauer von etwa 40 m Höhe nach diesem Zellensystem dargestellt, um die Konstruktionseinzelheiten zu zeigen. Als Hohlzellen sind Zylinderformen von 2,20, 2,00 und 1,80 m Durchmesser verwendet, die bei einer Mittelpunktentfernung von 2,50 m Wandstärken von 0,30, 0,50 und 0,70 m ergeben. Ihre Anordnung geht aus Abbildung 3 hervor. Die Uebertragung des Füllmaterials durch vorstehende Nocken und Querplatten zeigt Abbildung 2. Die Zellen sind oben mit kugeligen Hauben abgeschlossen, damit plötzliche Uebergänge möglichst vermieden werden. Die Mauer ist nach Abb. 4 in Abschnitte von 30 m Länge unterteilt durch Dilatationsfugen, die mit einem armierten



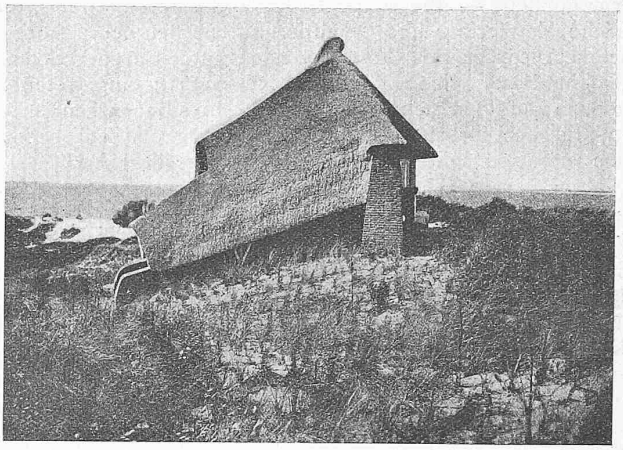
Abb. 32. Landhaus, Park Meerwijk bei Bergen. Architekt P. Kramer (1917). Organische Formung eines Baues, im Gegensatz zur geometrisch-mechanischen.

Betonstab und ausgegossenen Goudronkanälen (mit Dampfleitungen, zur zeitweisen Erweichung des Goudron) gedichtet werden (Abbildung 5). Die in den Fugen liegenden Zellen werden nach erfolgtem Temperaturausgleich, der sich bei den dünnen Zellenwandungen sehr rasch einstellen kann, bei möglichst niederen Aussentemperaturen mit Beton ausgegossen. Für die Betonierung werden entsprechend den drei Typen für die Hohlzellen hölzerne oder eiserne Lehren verwendet, deren Abdeckung als Arbeitsbühne zum Einbringen des als Gussbeton auszuführenden Mauerwerkes dient. Die Füllung der Zellen kann mit fortschreitender Arbeit oder nach Fertigstellung der Mauer erfolgen. Die vordere Zellenreihe bleibt zur Kontrolle der Durchlässigkeit des Beton offen und wird erst später nach vollständiger Verdichtung der Poren mit porösem Material eingefüllt.

Die Ersparnisse, die durch die Zellenmauer gegenüber einer auf gleicher Grundlage dimensionierten Massivmauer erreicht werden, sind für verschiedene Mauerhöhen in Abbildung 6 graphisch dargestellt. Den Betonersparnissen, die sich für Mauerhöhen von 10 m bis 60 m zwischen 55,2 und 43,6 % bewegen, stehen nur Kostenersparnisse von 39,7 bis 29,3 % gegenüber, weil der Einheitspreis für den Zellenbeton wegen der vermehrten Anwendung von Schalungen um rund 10 % höher ist, als für den Gussbeton der Massivmauer. Das Auffüllmaterial der Zellen kostet bei Einrechnung der Zwischenböden und des Füllbetons in den Zellen der Dilatationsfugen rund 20 % des Betonmauerwerkes.

Die grossen finanziellen Vorteile dieses eigenartigen Zellensystems, über das gründliche Studien vorliegen, rechtfertigen sehr wohl einen ernstlichen Vergleich mit den teuren Massivmauern, die oft nur wegen der Bequemlichkeit der Berechnung und einer gewissen Zurückhaltung gegenüber dem Neuen, bevorzugt werden.

Basel, im August 1923. *E. Gutzwiller,* Ing.



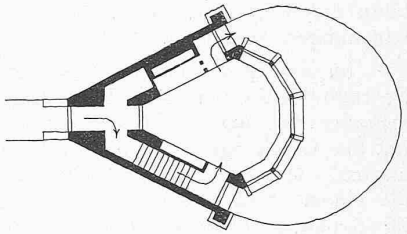


Abb. 33 und 34. Pavillon „Duinkoepel" in den Dünen bei Oostvorne. Architekten Vorkink & Wormser (1921). Die Funktionen eines im Winde niedergeduckten Ausguckes ist bis zur Ausdrucksfähigkeit eines Lebewesens gesteigert.

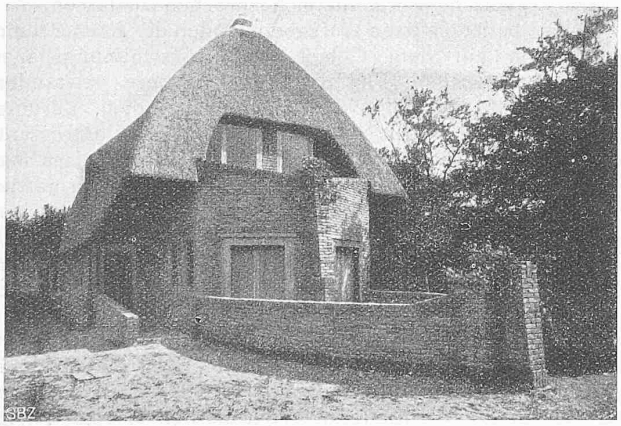


Abb. 28. Landhaus „Beukenhoek" in Park Meerwijk bei Bergen. Arch. Margarete Kropholler. — Das Suchen nach einer sinnfällig organischen, einheitlichen Form hat zu einem schiffartigen Haustypus geführt.

Holland und die Baukunst unserer Zeit.

(Fortsetzung von Seite 226)

III. Der Amsterdam'sche Kreis.

Was wir jetzt als Anschauungen und Ziele der Architekten aus dem Haag'schen Kreise gekennzeichnet haben, das findet seinen schärfsten Kontrast in den Arbeiten der Amsterdamer Gruppe, auch als „Amsterdam'sche Schule" bezeichnet. Sogleich fällt uns auf, dass hier das individuelle Arbeiten, die jedesmal neu aufflammende Begeisterung, mehr zu sagen haben, als die Last vieler Kunstprinzipien und Kunsttheorien. So finden wir hier dann auch stets eine Heftigkeit im Arbeiten, eine fast kindlich unbesorgte Spontanität, hinter den die bei der Haag'schen Gruppe so belangreichen intellektuellen Faktoren fast ganz zurücktreten.

Gleich in ihrem ersten Werk, dem Schiffahrtshaus in Amsterdam, äussern sie sich mit der Heftigkeit und Ideenfülle einer jungen Künstlergeneration. Wenige Jahre nach H. P. Berlages Börse als gemeinsame Arbeit der Architekten Van der Mey, de Klerk & Kramer entstanden, bildet jener Bau den Auftakt zu einer ganz anders gerichteten Entwicklung. Im Gegensatz zur strengsten Einfachheit in Material und Form finden wir dort ein sprühendes, phantastisches Formenspiel, verbunden mit einer reichen, aber schönen Anwendung des Materials. Mochte die Situation des Gebäudes, die spitze Ecke am Schnittpunkt zweier typischer Amterdamer Grachten, eine starke Massenentwicklung, ein räumliches Bauen im neuen Sinne, schwer

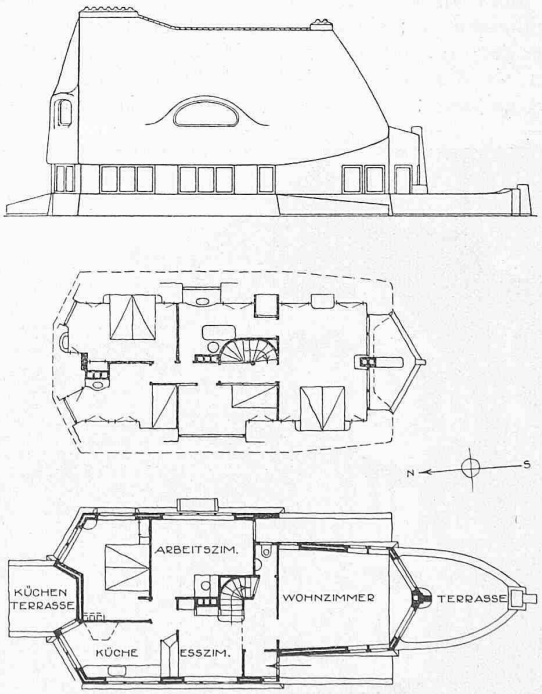


Abb. 29 und 30. Grundrisse und Aufriss zu Abb. 23. — Etwa 1 : 300.