Zeitschrift: Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home : internationale Zeitschrift

Herausgeber: Bauen + Wohnen

Band: 19 (1965)

Heft: 10

Artikel: Technik und Typologie der Buckelschalen = Technique et typologie des voiles concaves = Technique and typology of concave shell constructions

Autor: Isler, Heinz

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-332274

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: 10.08.2025

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

Heinz Isler, Burgdorf, Schweiz

Technik und Typologie der Buckelschalen

Technique et typologie des voiles concaves
Technique and typology of concave shell constructions

Wird eine Seifenhaut, die sich innerhalb eines Rahmens gebildet hat, von einer Seite einem leichten Überdruck ausgesetzt, so bildet sich eine Wölbung.

Je nach Wahl des begrenzenden Rahmens sowie des Überdruckes entsteht eine Vielfalt von Formen, die alle folgende ideale Eigenschaften aufweisen

1. es sind Minimalflächen,

2. das Gaussche Krümmungsmaß ist über die ganze Fläche konstant,

3. die Seifenhaut weist an sämtlichen Stellen die gleich großen Zugspannungen auf,

4. die Haut hat keinerlei Schubspannungen und keine Momentenbeanspruchung.

Wenn ein rechteckiger oder quadratischer Rahmen verwendet wird, so entsteht eine Hügelform, deren Gestalt weitgehend für die Buckelschale übernommen werden kann.

Ist eine Buckelschale längs ihres ganzen Umfanges von entsprechenden schrägen Kräften gestützt, so weist sie unter Eigengewicht und Schneelast ein ähnliches Beanspruchungsbild auf wie die Seifenhaut.

Die Spannungen wechseln lediglich ihr Vorzeichen, weil die Gravitation nach unten, der Gasdruck hingegen nach oben wirkt.

Die Schale hat somit
nur Druckkräfte,
nur Kräfte gleicher Größe,
keine Schubspannungen und
keine Momente.

Durch Einbauen von Spanngliedern kann die schräge Randstützung durch reine Eckstützung ersetzt werden. Bei geeigneter Kabelführung ist es möglich, den wesentlichen Teil der idealen Spannungsverteilung zu retten. Die Normalspannungen sind zwar nicht mehr über die ganze Schale gleich groß, hingegen treten nirgends Zugspannungen auf; die Schub- und Biegebeanspruchungen sind klein.

Die eckgestützte Buckelschale ist ein Dachelement, das ideal für Hallenbauten aller Art ist.

Schon die Einzelschale bietet die Vorteile eines stützenfreien Innenraumes, völlig freier Seitenspannweiten und der architektonischen Einheit des Raumes. Die klare Linienführung des Daches läßt die innewohnende natürliche Gesetzmäßigkeit ahnen.

Werden Buckelschalen zu einer Reihe aneinandergefügt, so entstehen beliebig lange Hallen, deren Innenraum stützenfrei ist.
Weil die Länge der Schalen aber von der gleichen Größenordnung ist wie die Breite, so bekommen selbst lange Hallen eine gewisse Großzügigkeit und wirken nicht mehr drückend.

Die vollen Vorteile der Buckelschale kommen aber erst zur Geltung, wenn die Schalen zu Blöcken zusammengebaut werden. Da sich immer nur am Kreuzungspunkt von Schalenberandungen eine Stütze befindet, können größte Hallenkomplexe mit einem Minimum an Innenstützen gebaut werden. So weist der Viererblock eine einzige, der Neunerblock vier Innenstützen auf.

In den letzten Jahren konnten in mehreren Ländern zahlreiche Bauten mit Buckelschalen ausgeführt werden. Die übliche Schalengröße betrug dabei 300, 400 und 500 m². Es kamen zur Hauptsache quadratische, daneben aber auch rechteckige Elemente zur Ausführung.

Anteilmäßig fallen dabei auf
Einzelschalen ca. 10%, Schalenreihen 30% und auf Blöcke 60%, gerechnet nach Grundrißflächen.

Die normierten Größen, die von Anfang an wegen der Schalungen angestrebt wurden, konnten bloß in knapp 50% der Fälle eingehalten werden.

Der Rest mußte wegen begrenzten Grundstückgrößen von Fall zu Fall angepaßt werden. Immerhin ist dieser Prozentsatz beachtlich, verglichen mit den Normierungserfolgen auf anderen Gebieten des Bauwesens.

Eckgestützte Buckelschalen lassen sich ohne weiteres bis zu 1600 m² Grundrißfläche pro Schale konstruieren.

Ein Neunerblock mit solchen Elementen (40×40 m) würde bei vier Innenstützen eine Fläche von 14 400 m² wirtschaftlich überdecken.

Trotz des durchaus günstigen Angebotes war es bis heute noch nicht möglich, eine solche Halle zu realisieren. Es scheint, daß für derartige Mammuthallen heute noch kein Bedarf besteht. (Oder vielleicht ist den Bauherren noch nicht bekannt, daß sie derartige Leistungen verlangen könnten!)

Die Abbildungen zeigen einen kleinen Ausschnitt von Anwendungsbeispielen.

Interessant sind einige Details:

Mit den großen Oblichtkuppeln aus Polyester lassen sich die Hallen ausreichend mit Tageslicht ausleuchten. Für 300–400 m² große Schalen reicht eine Kuppel von 5 m Durchmesser. Bei Lichtberechnungen ist zu berücksichtigen, daß eine Polyester-Großlichtkuppel, verglichen mit einem Fassadenfenster, mindesten die doppelte Lichtausbeute besitzt.

Das Hallensystem ist richtungsunabhängig, es braucht also nicht nach Norden ausgerichtet zu werden.

Mittels elektrischer, pneumatischer oder hydraulischer Hubeinheiten können die Oblichter nach Wunsch abgehoben werden, was eine äußerst wirksame und doch zugfreie Lüftung der Hallen gestattet. Die sich im Sommer unter der Kuppel stauende Wärme strömt direkt ins Freie.

Besonders verblüffend ist die Ausbildung der Schalenränder als Kranbahnträger. Ohne großen Mehraufwand, oft unter Verwendung derselben Spannkabelstärken, lassen sich unauffällige Kranschienenauflager ausbilden.

So lassen sich Krananlagen bis zu 10 t Nutzlast unterbringen ohne zusätzliche Stützung. Leichtere Krankatzen (bis ca. 1 bis 2 t) können direkt in die Schale gehängt werden unter leichter örtlicher Verstärkung der Aufhängepunkte.

Die Buckelschalenbauweise ist eine äußerst rasche Bauweise. Daß sie mit vorgefertigten Bauten ohne weiteres Schritt hält, wurde an diversen Anlagen bewiesen.

Entscheidend ist dabei die Tatsache, daß Schalendächer von der ersten Stunde an dicht sind und den von der Witterung ungestörten Ausbau ermöglichen.

Der Rohbau einer Schalenetappe (z. B. 1000 m²) wird von einer geübten Kolonne innerhalb 10 bis 14 Tagen erstellt, wozu noch ca. 10 bis 14 Tage Erhärtungsfrist kommen.

Arbeitet man im Doppeltaktverfahren, so wird ein Teil der Erhärtungsfrist bereits für die nächste Bauetappe verwendet, so daß ein Rhythmus von 15 bis 20 Tagen herauskommt.

Die Buckelschalen sind Minimalflächen. Das bedeutet, daß sie am Schluß ein Minimum an Material enthalten. Die reinen Materialkosten sind daher gering.

Was den Rahmen der üblichen Aufwendungen übersteigt, ist das Formwerk zur Erzeugung der gekrümmten Schalung.

Ein ausgeklügeltes System einfachster Bauteile ermöglicht es jedoch, diesen Aufwand stark zu reduzieren.

Schalentragwerke sind im Langzeitverhalten nicht vollumfänglich vorauszuberechnen. Es ist deshalb interessant, über dieses Verhalten mit Langzeitmessungen Aufschluß zu bekommen.

Dies soll hier am Beispiel der größten bis heute erstellten Buckelschale gezeigt werden. Es handelt sich um eine Einzelschale von 3200 m² Größe (54×58 m). Die Schale ist an den Ecken und längs der Ränder vertikal gestützt.

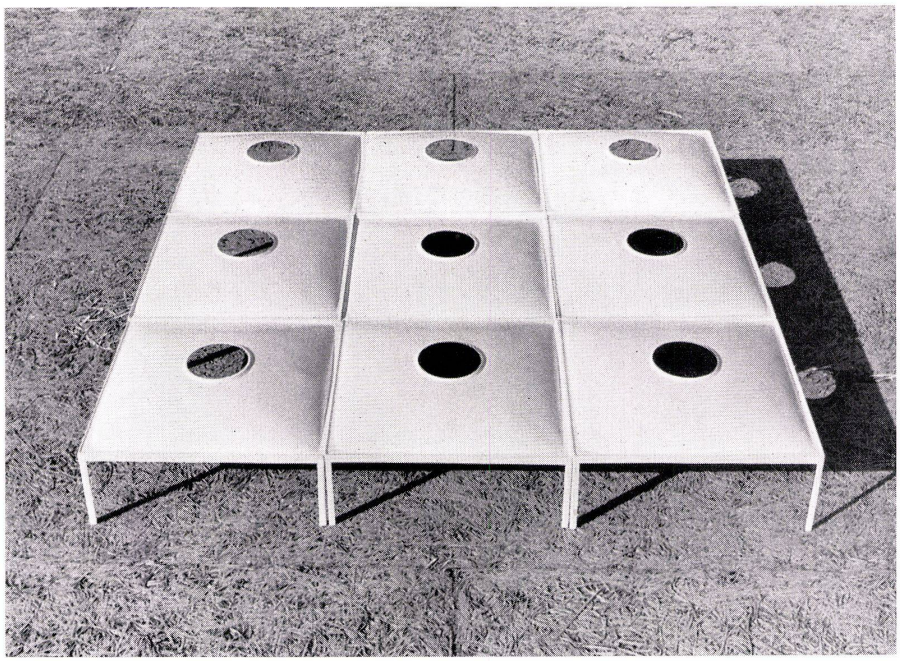
Bezeichnend ist, daß sämtliche Bewegungen zum Beispiel des Scheitelpunktes kleiner

sind als 15 mm, was gleichbedeutend ist mit einem Fünftausendstel der diagonalen Spannweite der Schale. Wenn sich nach den Normvorschriften ein Tragwerk ein Dreihundertstel verformen darf, wäre die zulässige Einsenkung dieser großen Schale volle 26 cm.

Betrachtet man die Scheiteldicke von 15 cm und denkt daran, daß eine normale Wohnhausdecke gleich dick ist, aber nur einen Zehntel der Spannweite, gleich einem Hundertstel der Schalenfläche überspannt, so darf man feststellen, daß doppelt gekrümmte Schalen leistungsfähig sind.

Ebensogut wie Buckelschalen über rechteckigem Grundriß können entsprechende Formen über beliebigen Rand- und Leitkurven entwickelt und experimentell bestimmt werden.

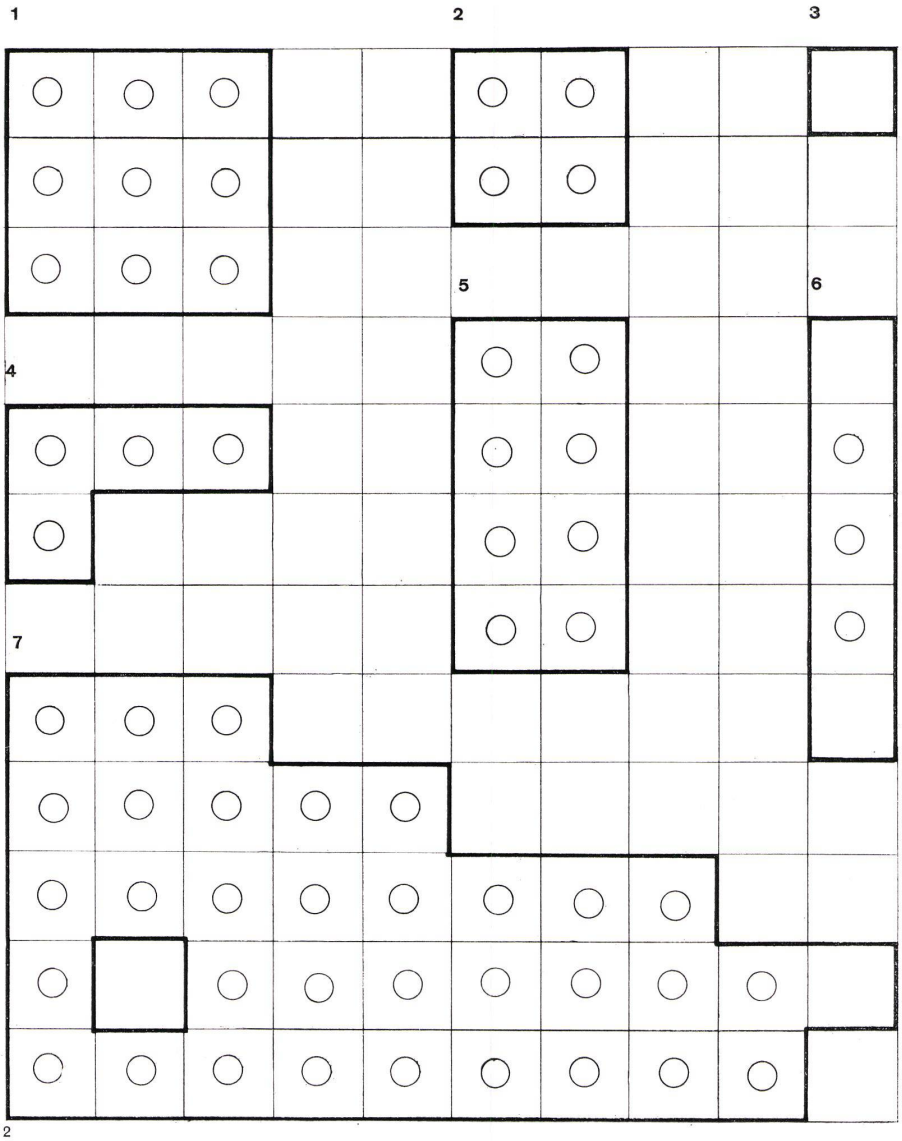
Die im Anschluß an unsere Entwicklungsarbeiten (1954–1958) in Bauen+Wohnen, Heft 8/1959, publizierten Prinzipskizzen sind unterdessen auch andernorts ausgebaut und publiziert worden. Sicher ist, daß die nahe Zukunft hier noch ein weites Feld von Entdeckungsmöglichkeiten offenläßt und uns mit gediegenen, formschönen und zweckmäßigen Schalenbauten überraschen wird.



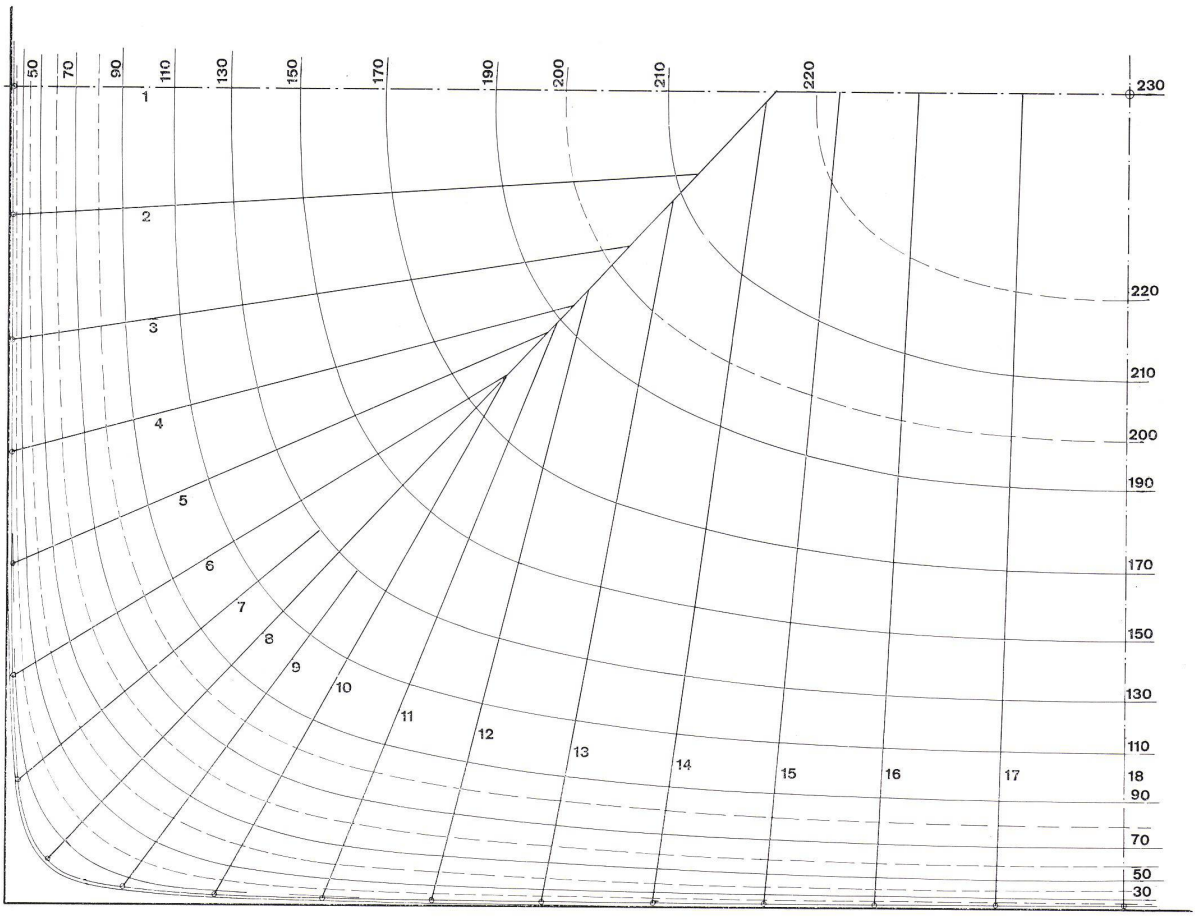
1

1
Modellaufsicht. Neun Buckelschalen bilden einen Block, der nur vier Innenstützen aufweist.
Photo de Maquette. 9 voiles forment un ensemble qui ne s'appuie que sur 4 piliers intérieurs.
Model top view. 9 bubble shells are set up in a block which is supported by only 4 inside pillars.

2
Kombinationsmöglichkeiten von Buckelschalen.
Juxtaposition des voiles.
Bubble shell combinations.



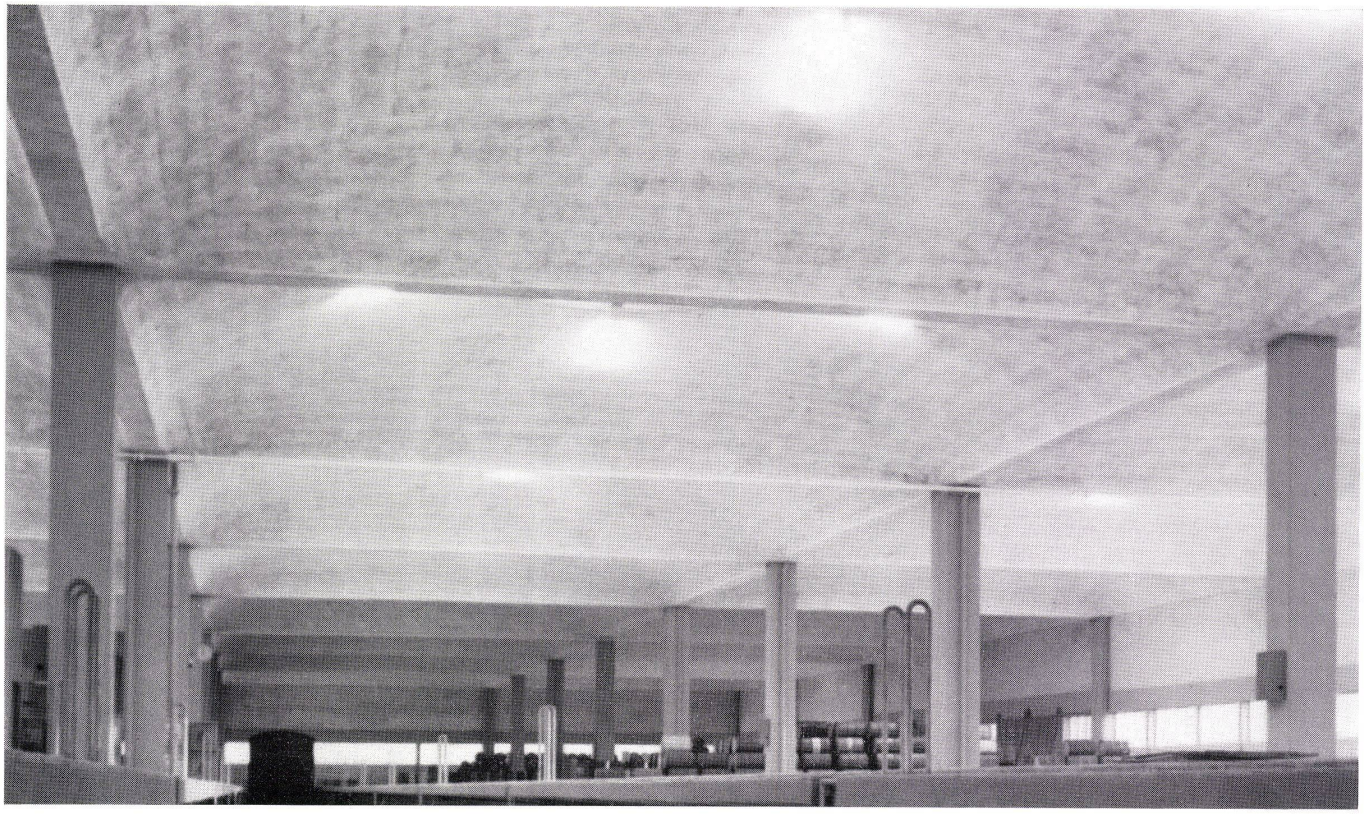
2



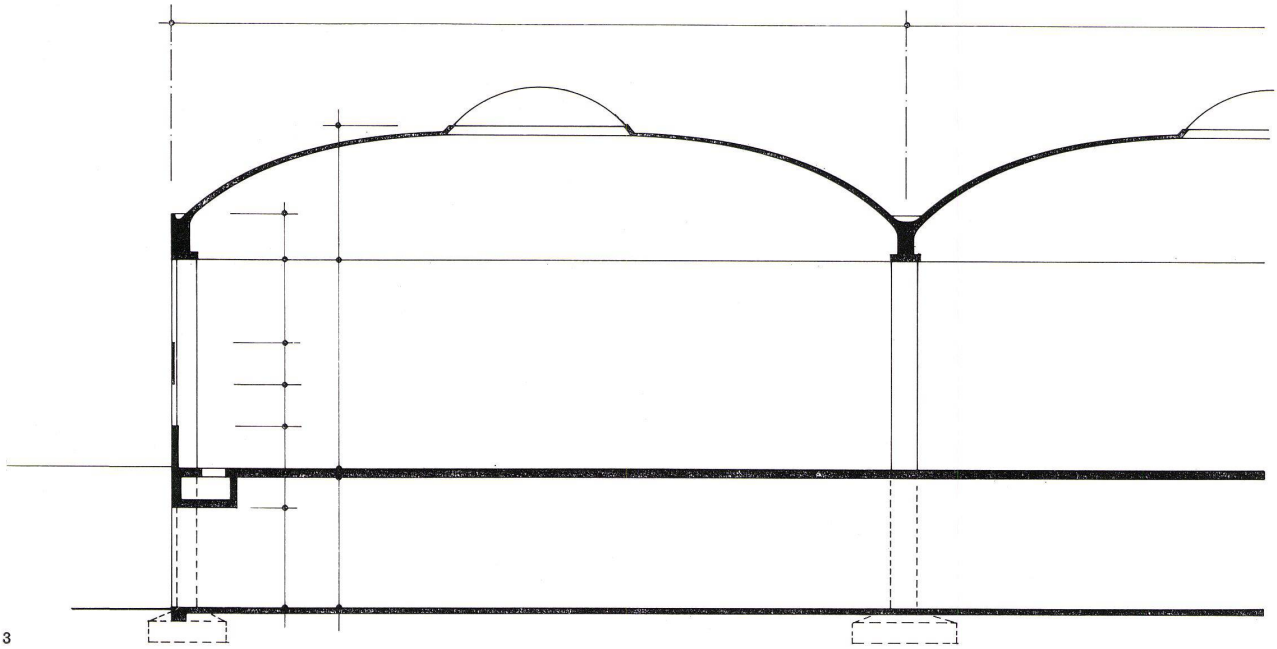
1

1
Formplan.
Plan de composition.
Plan.

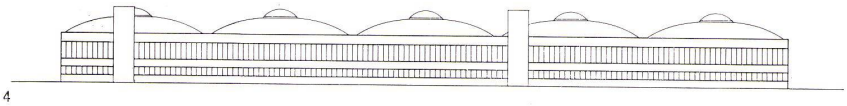
2
Innenansicht einer mit Buckelschalen erstellten Halle.
Vue intérieure d'une halle se composant de voiles-types.
Inside view of hall composed of bubble shells.



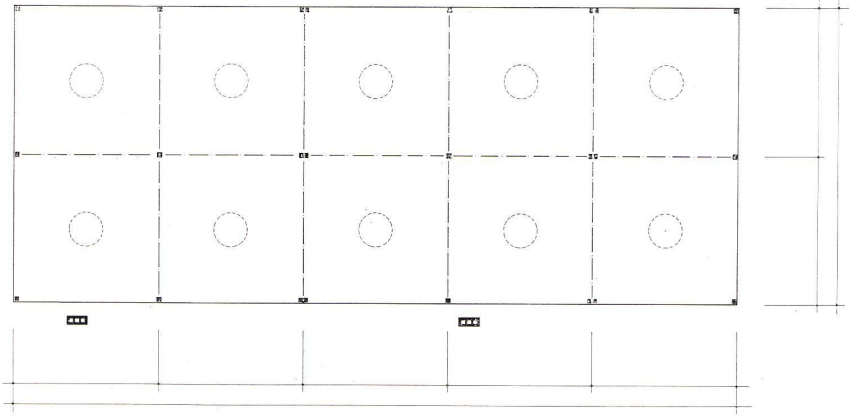
2



3



4



5

3–6
Heinz Isler
Fahrzeugwerk Moser, Lyssach 1964.
Usine de construction d'automobiles Moser, Lyssach 1964.
Motor-car factory Moser, Lyssach 1964.

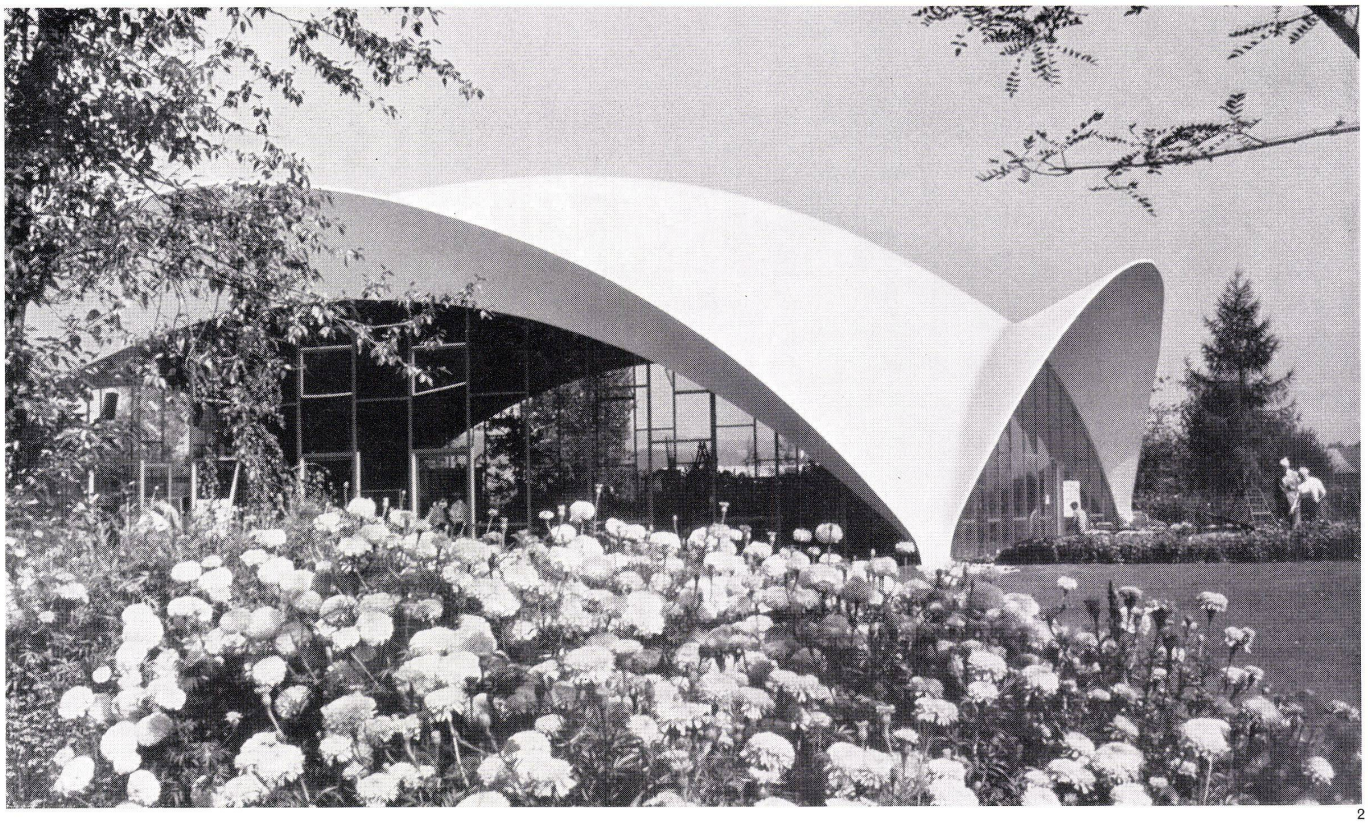
3
Querschnitt 1:200.
Coupe.
Cross section.

4
Ansicht 1:1000.
Vue.
View.

5
Grundriß 1:1000.
Plan.

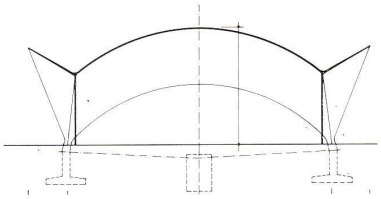
6
Außenansicht.
Vue extérieure.
Outside view.

6

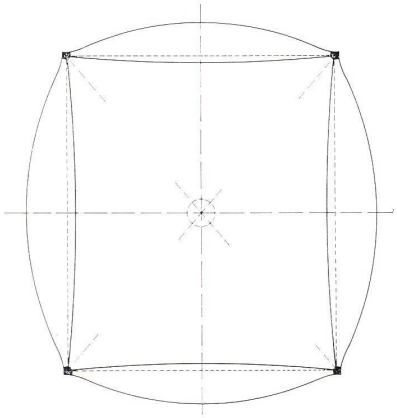


2

1–2
Heinz Isler
Blumenpavillon in Solothurn, 1961.
Pavillon de fleurs à Soleure, 1961.
Flower Pavilion Solothurn 1961.



1

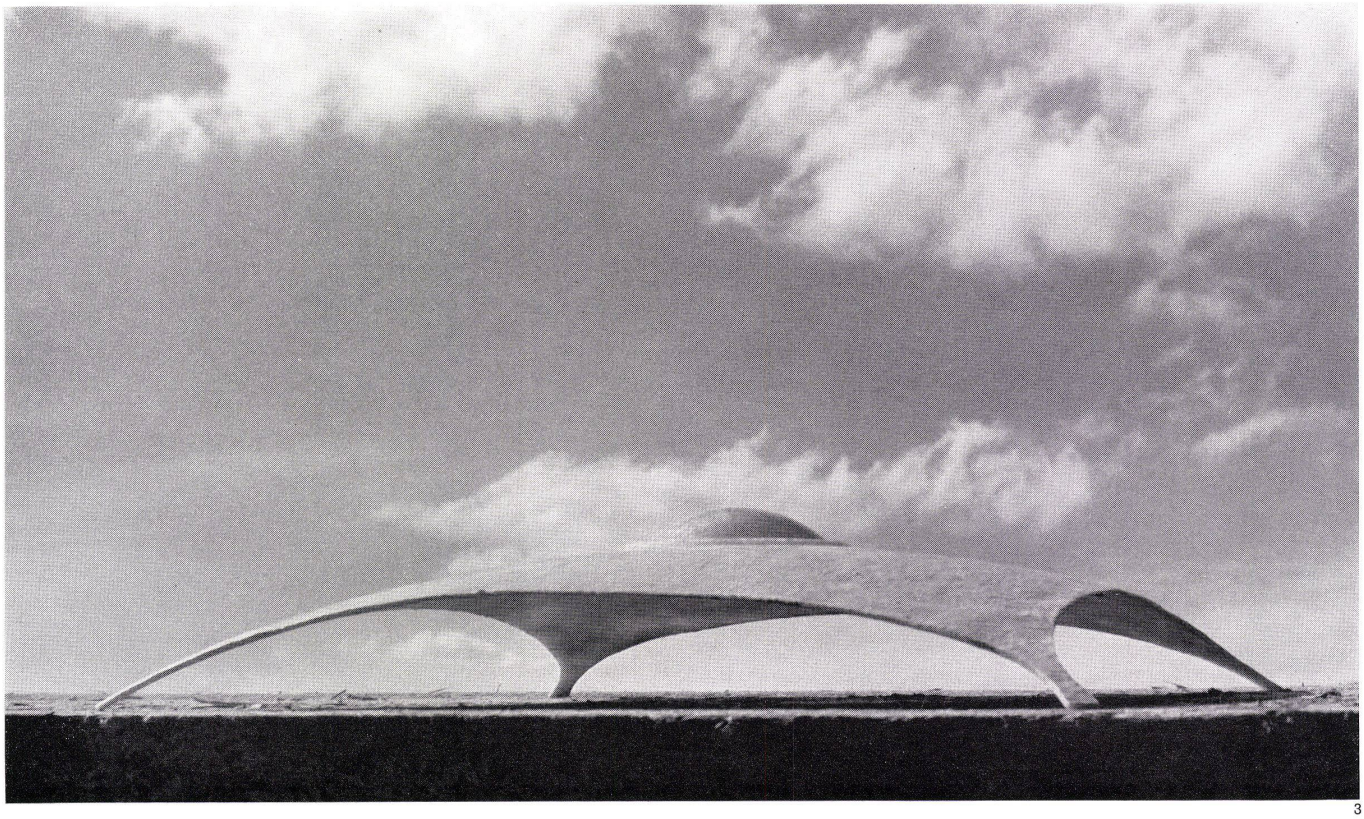


1
Schnitt und Grundriß 1:500.
Coupe et plan.
Cross section and plan.

2
Gesamtansicht. Der hochgebogene Rand dient als Randaussteifung und Vordach.
Vue d'ensemble, le bord relevé sert de porteur et de raidissement.
Total view. Bent up border used as supporting and bracing element.

3
Heinz Isler
Entwurf für eine Halle, 1964.
Projet d'une halle, 1964.
Hall project 1964.

Reine Schalenkonstruktion, die keine Randaussteifung benötigt. Form und Tragverhalten wurden an Modellversuchen ermittelt.
Voile mince sans porteur au bord. La forme découle d'essais faits sur maquettes.
Shell structure without edge beams. The shape and statics of which have been determined by tests on models.



3