

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

Autor(en): **Isler, Heinz**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **19 (1965)**

Heft 10

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-332274>

## **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.

## 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 Umfangs 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 aneinandergesetzt, 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 m<sup>2</sup>. Es kamen zur Hauptsache quadratische, daneben aber auch rechteckige Elemente zur Ausführung.

Anteilsmäßig 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 beacht-

lich, verglichen mit den Normierungserfolgen auf anderen Gebieten des Bauwesens.

Eckgestützte Buckelschalen lassen sich ohne weiteres bis zu 1600 m<sup>2</sup> Grundrißfläche pro Schale konstruieren.

Ein Neunerblock mit solchen Elementen (40×40 m) würde bei vier Innenstützen eine Fläche von 14 400 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> große Schalen reicht eine Kuppel von 5 m Durchmesser. Bei Lichtberechnungen ist zu berücksichtigen, daß eine Polyester-Großlichtkuppel, verglichen mit einem Fassadenfenster, mindestens 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 m<sup>2</sup>) 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.

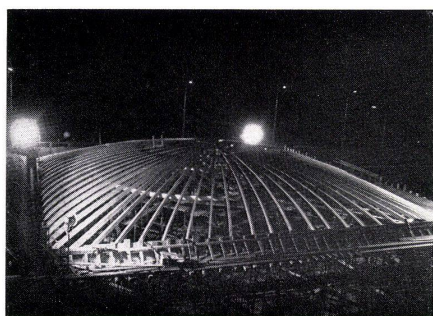
Was den Rahmen der üblichen Aufwendungen übersteigt, ist das Formwerk zur Erzeugung der gekrümmten Schalung.

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

Schalentragwerke sind im Langzeitverhalten nicht vollumfänglich vorzuberechnen. 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 m<sup>2</sup> 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

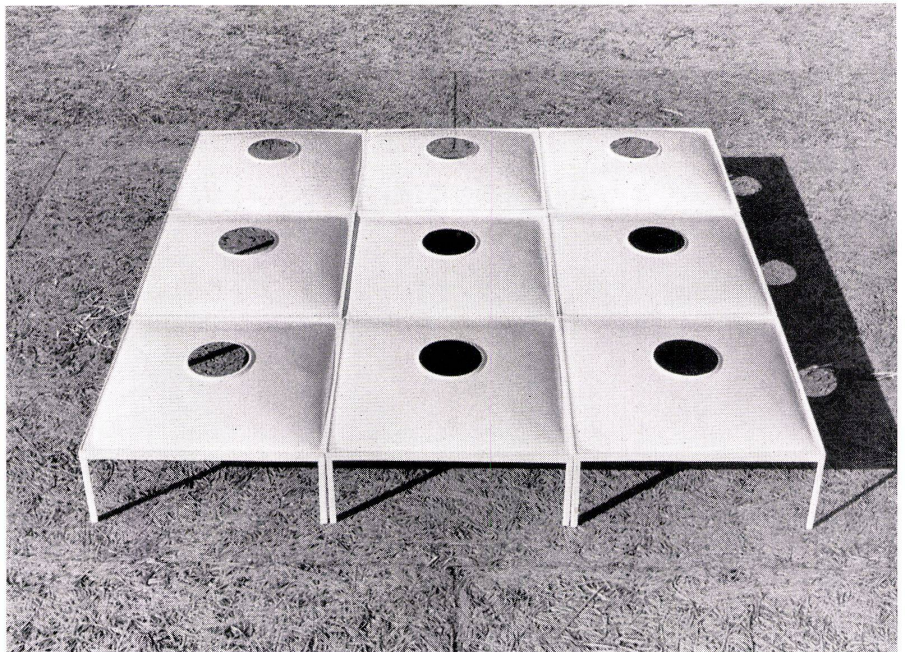


sind als 15 mm, was gleichbedeutend ist mit einem Fünftausendstel der diagonalen Spannweite der Schale. Wenn sich nach den Normvorschriften ein Tragwerk ein Dreihundertstel verformen darf, wäre die zulässige Einsenkung dieser großen Schale volle 26 cm.

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

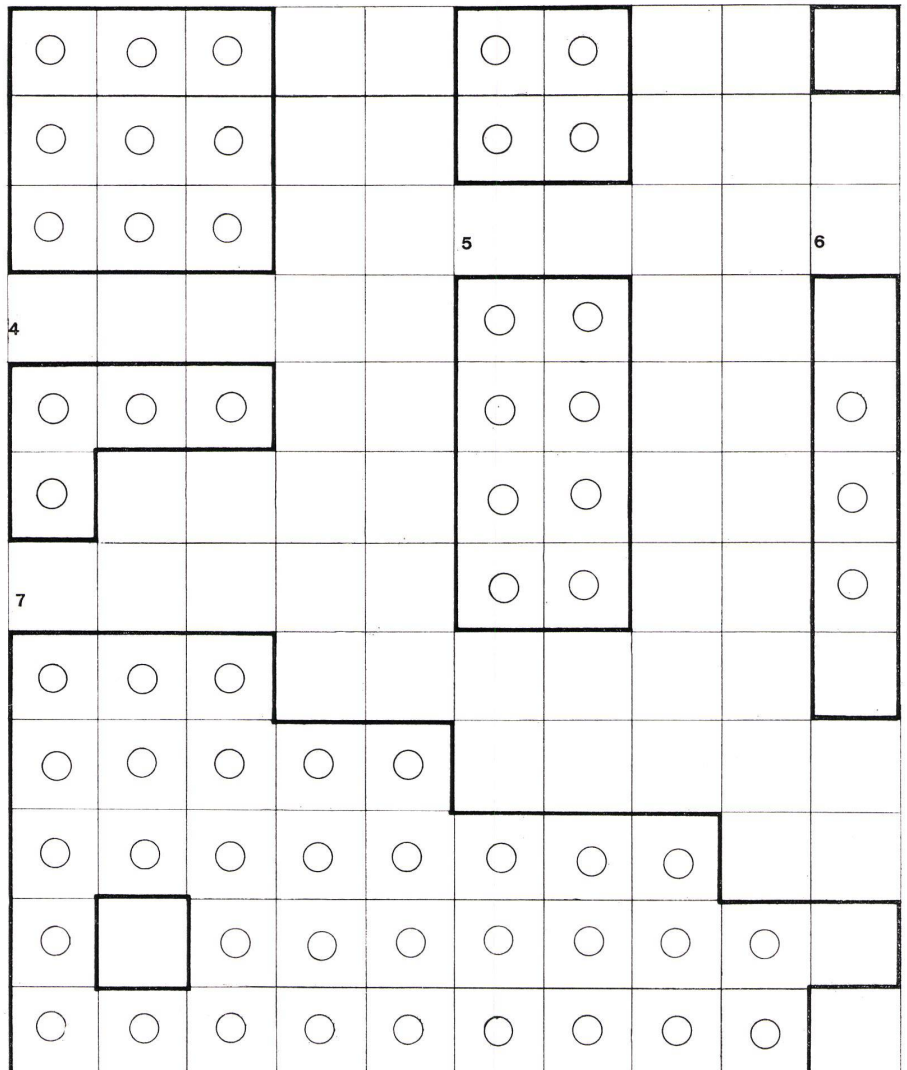
1  
Modellaufsicht. Neun Buckelschalen bilden einen Block, der nur vier Innenstützen aufweist.  
Photo de Maquette. 9 voiles forment un ensemble qui ne s'appuie que sur 4 piliers intérieurs.  
Model top view. 9 bubble shells are set up in a block which is supported by only 4 inside pillars.

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

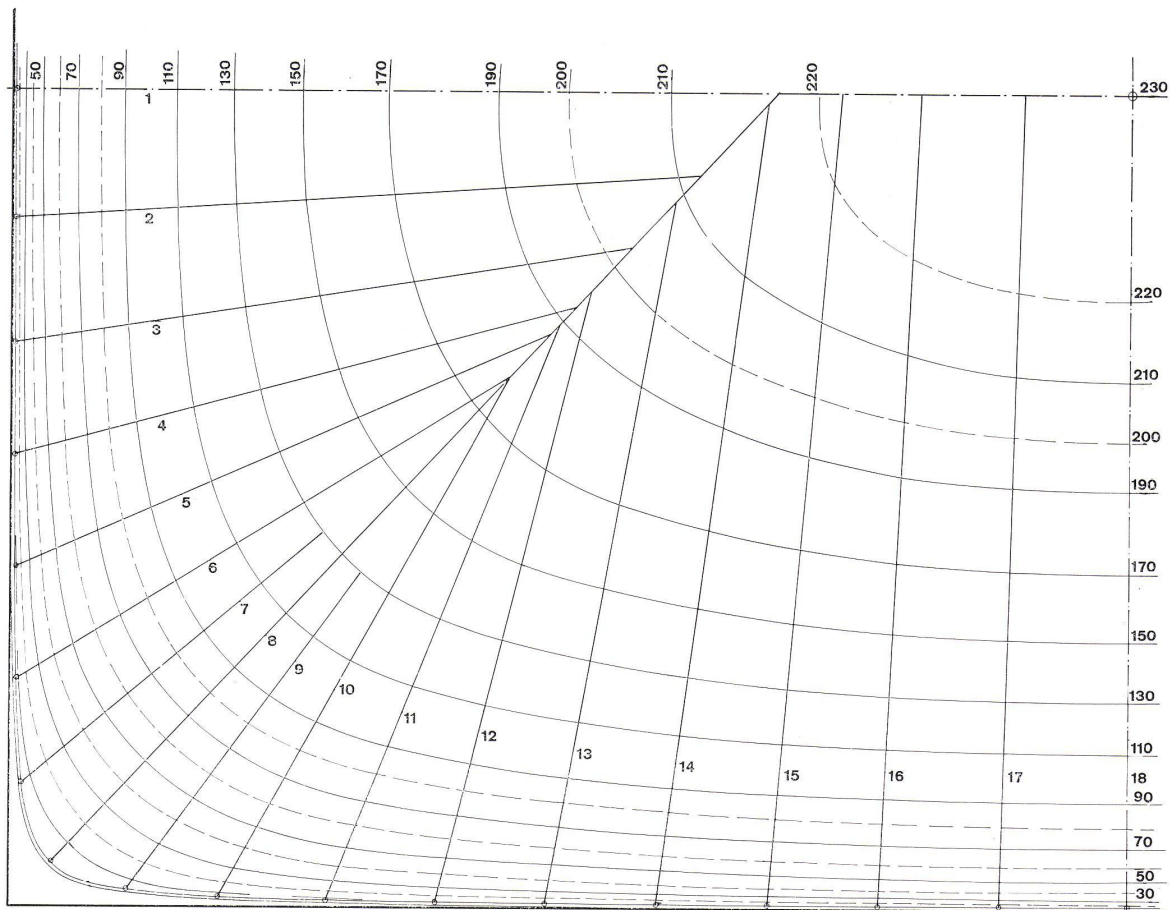
1

2

3



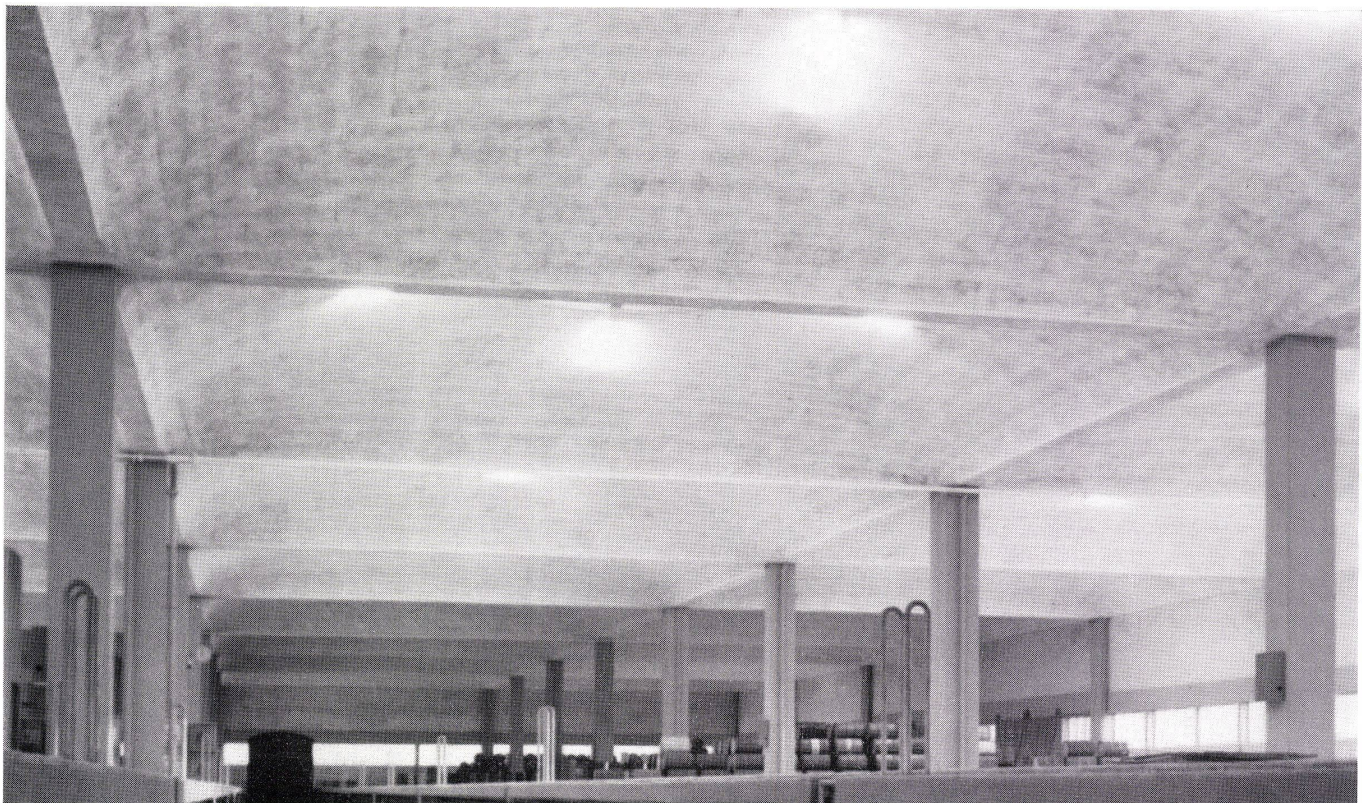
2



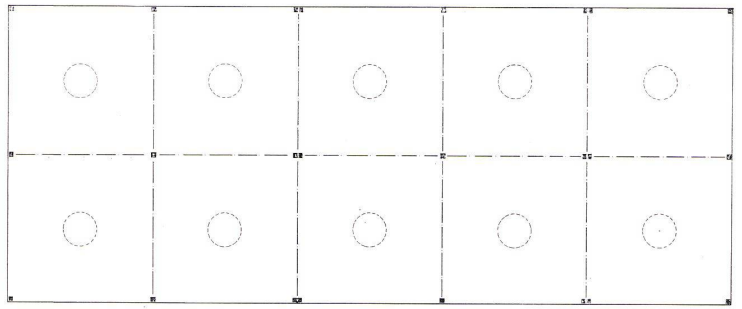
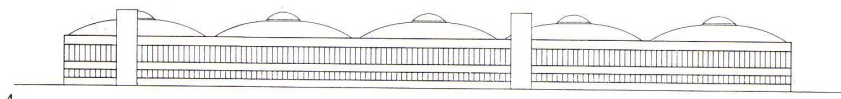
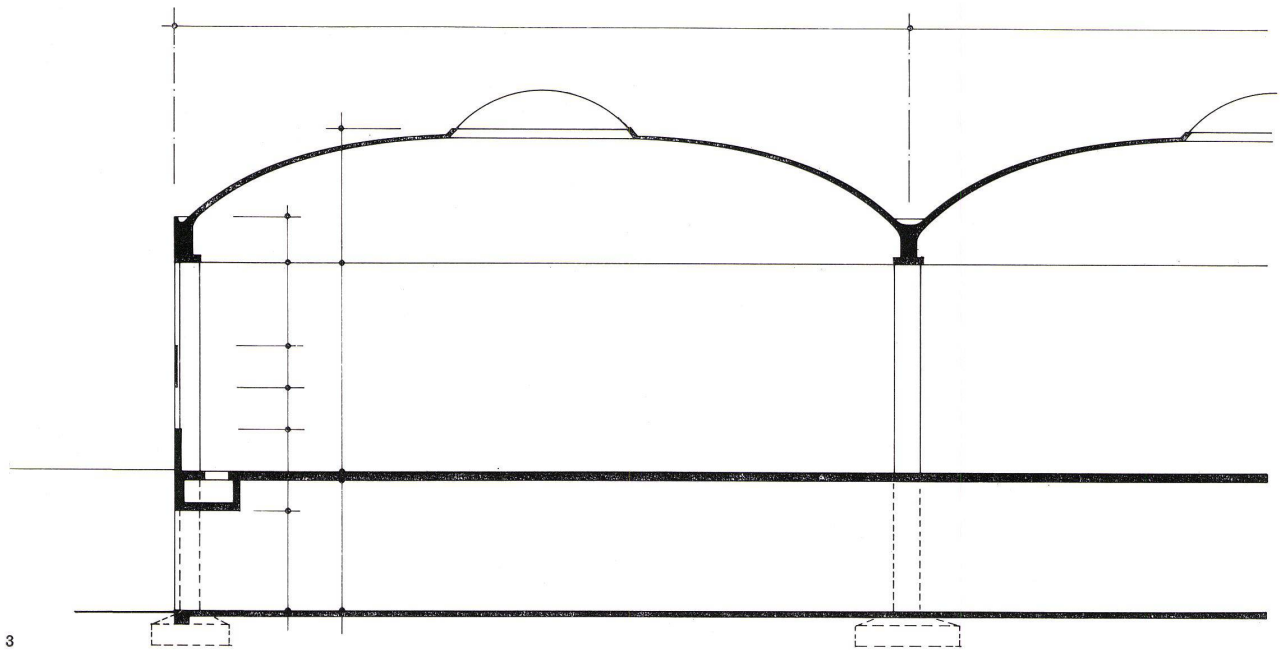
1

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



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

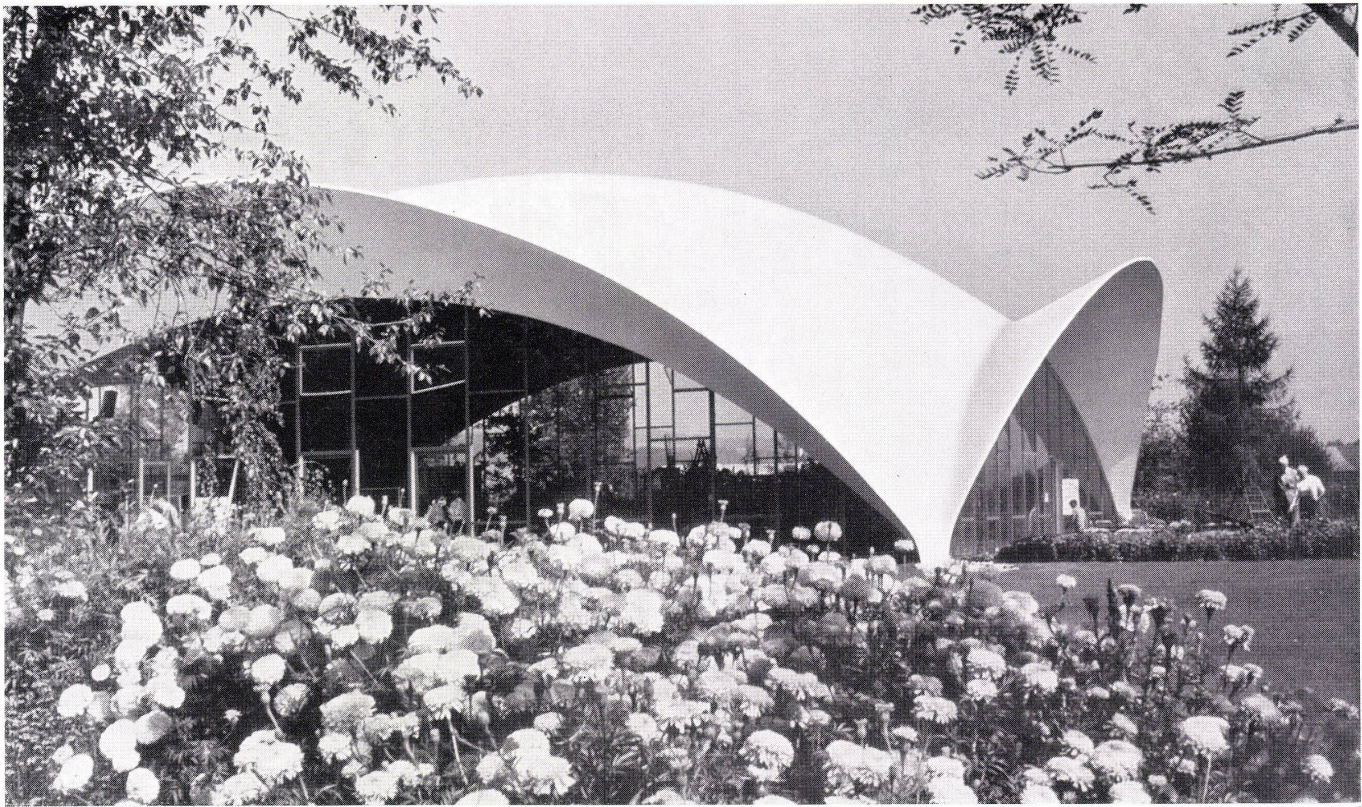
3  
 Querschnitt 1:200.  
 Coupe.  
 Cross section.

4  
 Ansicht 1:1000.  
 Vue.  
 View.

5  
 Grundriß 1:1000.  
 Plan.

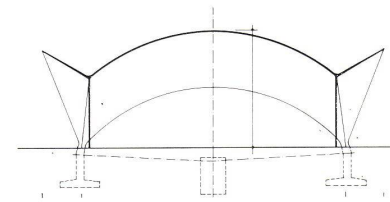
6  
 Außenansicht.  
 Vue extérieure.  
 Outside view.





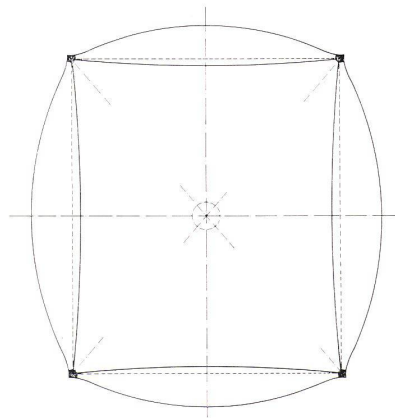
2

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.

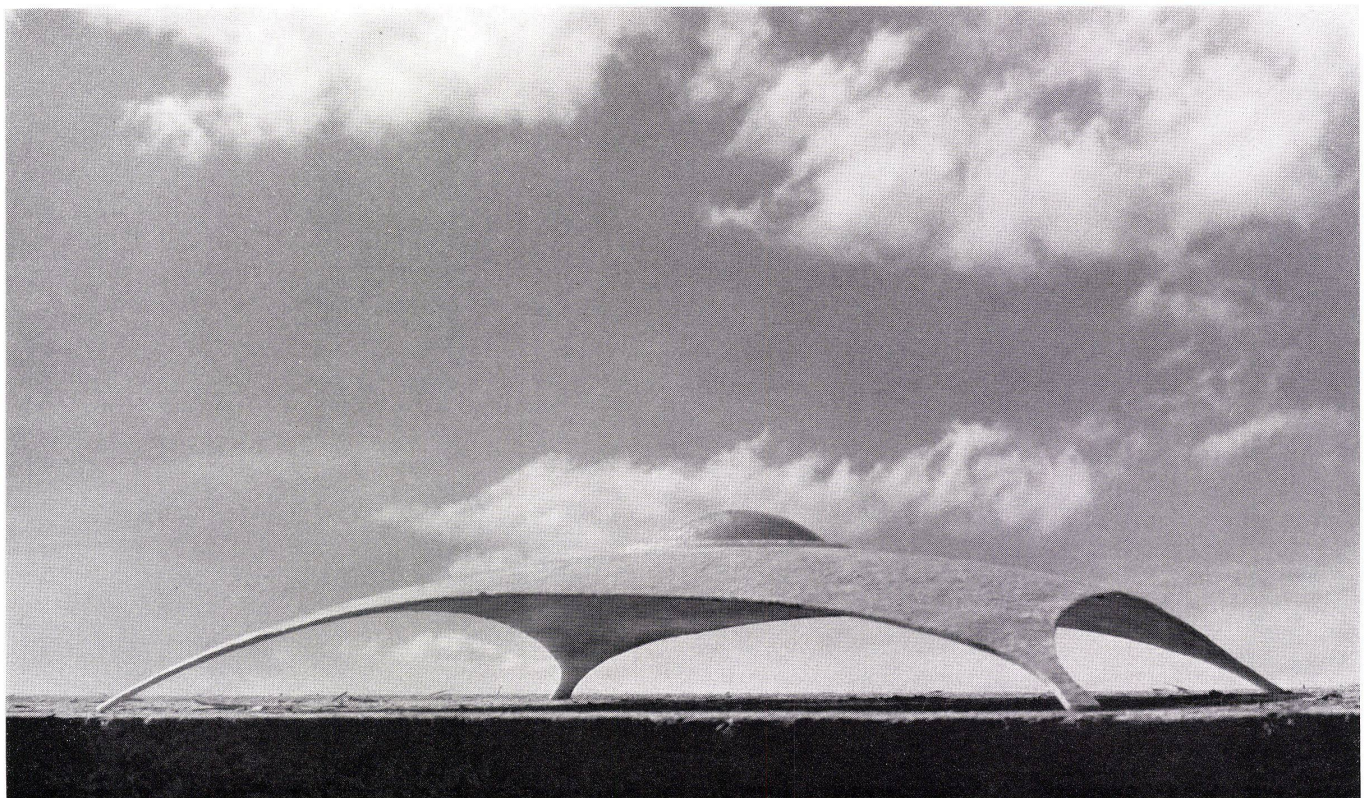
Total view. Bent up border used as supporting and bracing element.

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