

Zeitschrift:	Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home : internationale Zeitschrift
Herausgeber:	Bauen + Wohnen
Band:	21 (1967)
Heft:	2
Artikel:	Hyperbolisches Paraboloid und Faltwerk = Paraboloïde hyperbolique et repli = Hyperbolic paraboloid and folded structure
Autor:	Lagerpusch, Siegfried
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-332821

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

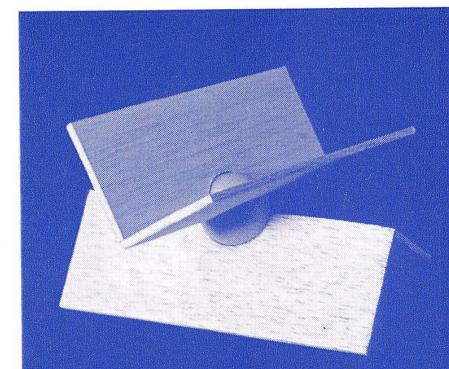
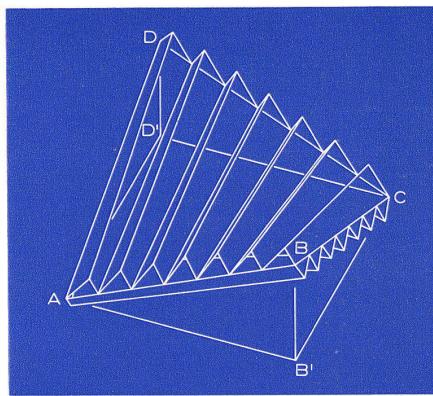
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

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

Hyperbolisches Paraboloid und Faltwerk

Paraboïde hyperbolique et repli
Hyperbolic paraboloid and folded structure
(Zum Patent angemeldet.)

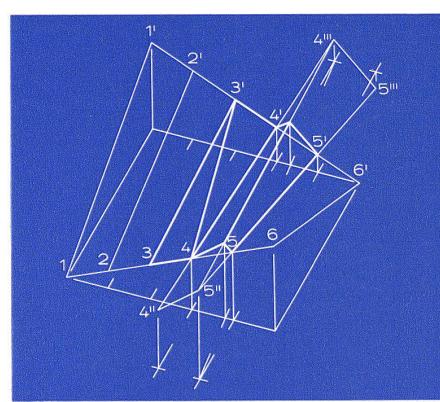


1

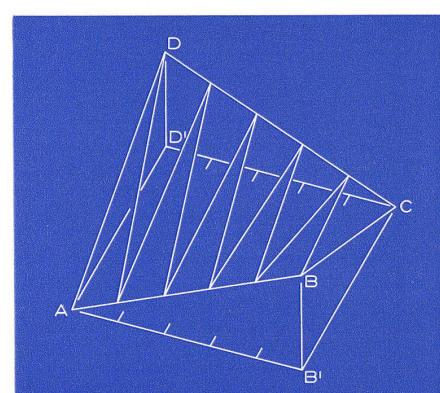
Zwei Faltwerke liegen kreuzweise übereinander. Ihre Faltkehlen fallen mit den geraden Erzeugenden eines hP zusammen.
Deux replis en croix superposés l'un à l'autre. Les gorges coincident avec les génératrices droites d'un hP.

Two folds placed crosswise one over the other. Their grooves coincide with the straight generatrices of an hP.

2
An den Kreuzungspunkten ihrer Faltenkehlen berühren sich die beiden Faltwerke punktförmig.
A l'intersection de leur rainure, les deux replis se touchent sur une surface ponctuelle.
At the intersection of their grooves the two folds meet in pin-points.

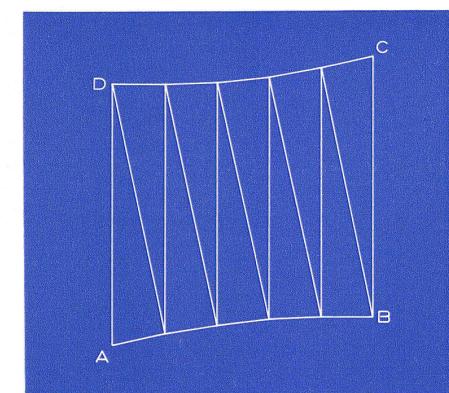


3



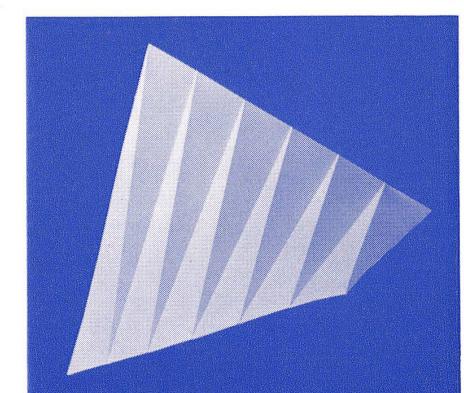
4.1

Zwei Faltelemente umschließen die doppelt gekrümmte Fläche des hP, ohne daß sich ihre Faltstreifen verwinden.
Deux éléments de replis circonscrivent la surface doublement courbée du hP sans que leurs bandes se gauchissent.
Two fold elements circumscribe the twofold curved surface of the hP without causing distortion of their strips.

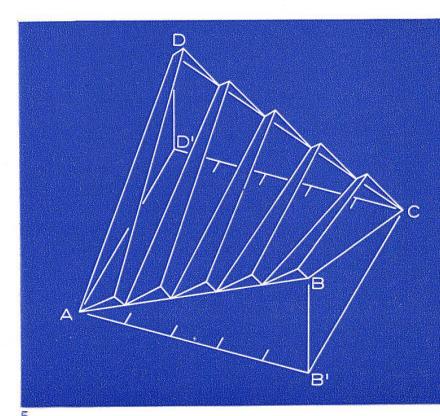


4.2

4.1
Die Auffaltung über den Feldern läuft an der Leitgeraden des hP auf Null aus.
Le dépliage à travers les champs aboutit sur la directrice de hP à zéro.
The unfolding across the fields ends at the directrix of the hP at zero.

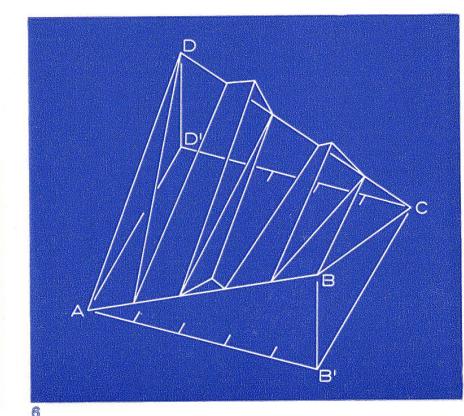


4.3



5

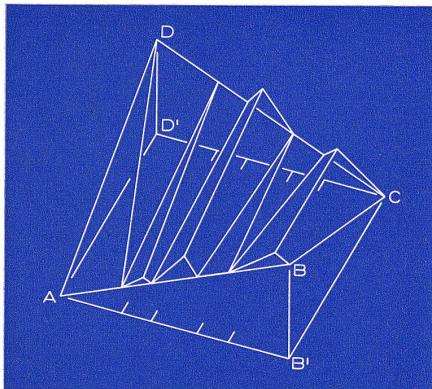
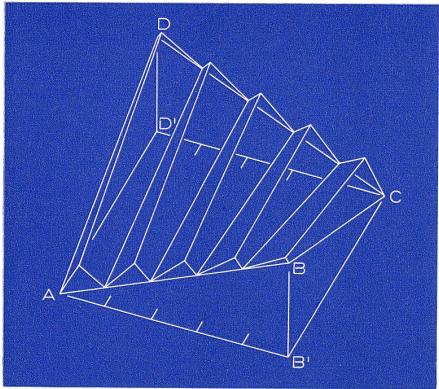
Die Auffaltung ist über allen Abschnitten der beiden Leitgeraden gleich groß.
Le dépliage est de même valeur au-dessus de toutes les sections des deux directrices.
The unfolding is of the same value over all sections of the directrix.



6

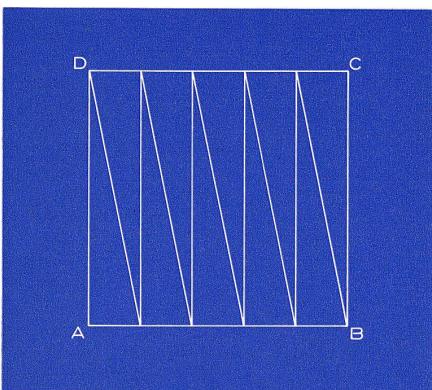
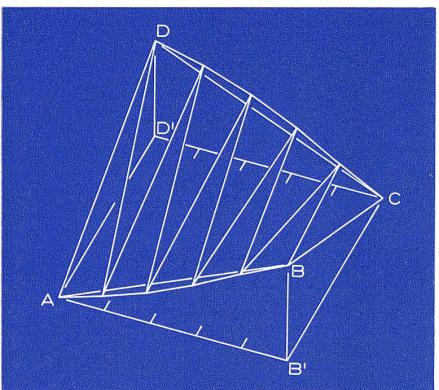
Die Auffaltung ist über den Leitgeradenabschnitten unterschiedlich hoch, teilweise gleich Null.
Le dépliage est de hauteur différente au-dessus des sections de directrices, partiellement la hauteur est égale à zéro.
The unfolding is of different height above the directrix sections, partially it is equal to zero.

63



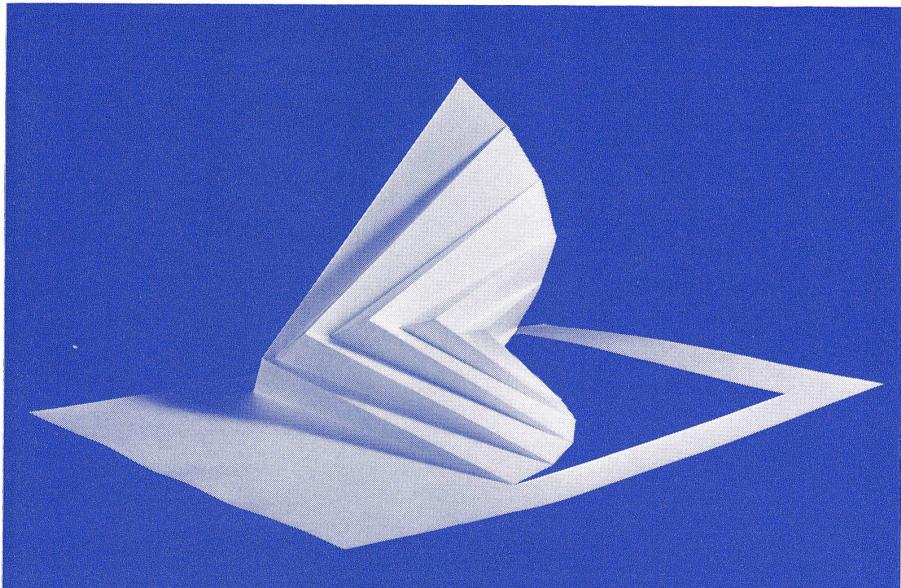
7

8

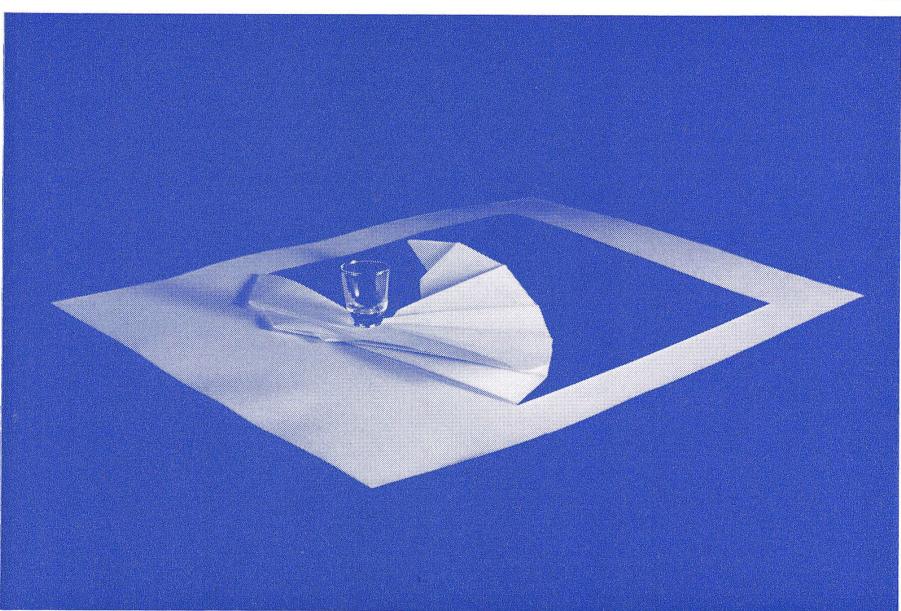


9.1

9.2



10.1



10.2

Feld die unterschiedlichsten Faltelelemente zu errichten.

Der diagonale Faltgrat kann als Durchdringungslinie zweier Ebenen angesehen werden, die von den geraden Erzeugenden ausgehen und um sie schwenkbar sind.

Die einzelnen Faltelelemente können so entworfen werden, wie das gewünschte Faltwerk es erfordert. In den Abbildungen 4 bis 7 sind Beispiele dafür zu finden. Dabei kann das hP auch in unterschiedlich breite Felder unterteilt sein: Abbildung 8.

Das Faltwerk in Abbildung 9.1 besteht aus fünf gleichen Faltelelementen. Das kann in der Praxis vorteilhaft sein bei der Vorfertigung der Bauteile.

Die Auffaltung nimmt über den beiden Leitgeraden zur Mitte hin regelmäßig, jedoch gering zu. Die geraden Erzeugenden haben untereinander die gleiche Länge, und der hP-Ausschnitt läßt sich nicht mehr von den Leitgeraden begrenzen, sondern von zwei Raumkurven (Polygonzügen).

Die Abwicklung dieses Faltwerks erweist sich als Rechteck, das in gleich breite Streifen unterteilt ist: Abbildung 9.2.

In der Abwicklung bilden die Faltstreifen eine zusammenhängende Fläche. Das ist bezeichnend für die bisher erwähnten Faltwerke, denn sie lassen sich wie der Balg einer Ziehharmonika glätten und auch völlig zusammendrücken. Diese »Ziehharmonikafaltungen« (Abbildung 10) unterscheiden sich von einer anderen Gruppe, bei der sich die Faltungen weder glätten noch zusammenlegen lassen, ohne daß sich die Faltstreifen voneinander losreißen.

Diese anderen Faltungen können aus einer vorgegebenen Tafel nur mit Verschnitt hergestellt werden: Abbildung 11.

Die Kunst, ein hP mit ebenen Tafeln einzudecken, könnte also darin bestehen, im Rahmen der technischen Gegebenheiten (Tafel- und Faltmaschinengröße sind begrenzt) weitgehend mit dem Material und Falzstege sparenden Ziehharmonikafaltungen auszukommen: Abbildungen 12 bis 15. Grundsätzlich läßt sich feststellen, daß jedes hP (übrigens auch jedes einmäßige und elliptische Rotations-Hyperboloid) mit einer regel- oder unregelmäßig gefalteten Ebene umfahren werden kann.

Die Möglichkeiten für den Entwurf solcher Faltwerke sind vielfältig, denn das hP kann mehr oder weniger stark gekrümmt sein (Abbildungen 16 und 18).

der hP-Ausschnitt mag geradlinig begrenzt sein oder gekrümmt, die Auswahl der geraden

7

Die Auffaltung ist über der Leitgeraden unterschiedlich groß, und zwar vergrößert sie sich stufenweise von den Hoch- zu den Tiefpunkten.

Le dépliage est de différentes valeurs au-dessus de la directrice; ces valeurs augmentent graduellement depuis les points élevés et les points bas.

The unfolding is of different value over the directrix; it increases gradually from the high points to the low points.

8

Unterschiedliche Auffaltung über einem hP mit verschiedenen breiten Feldern.

Dépliage différent au-dessus d'un hP avec des champs de largeurs différentes.

Various unfoldings over an hP with fields of various widths.

9.1

Ein aus fünf gleichartigen Faltelelementen zusammengesetztes Faltwerk.

Un repli combiné de cinq éléments semblables.

Folds composed of five similar elements.

9.2

Abwicklung des Faltwerks 9.1.

Déroulement du repli 9.1.

Unfolding of folds 9.1.

10.1

Eine »Ziehharmonikafaltung«, die sich glätten und auch völlig zusammendrücken läßt.

Replis en accordéon pouvant être lissés et comprimés entièrement.

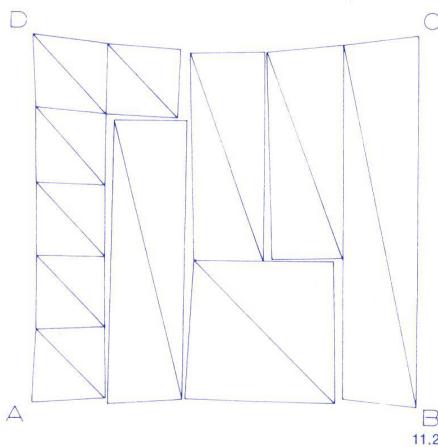
An accordion fold, which can be ironed out and also completely squeezed together.

10.2

Belastungsprobe.

Essai de charge.

Loading test.



11.2

Erzeugenden, auf die sich das Faltwerk beziehen soll, steht frei, ebenso die Lage der Faltgrate über den hP-Feldern.

Wenn die Ziehharmonikafaltung als selbsttragende Bauform verwendet werden soll, muß sie vor Formveränderungen bewahrt werden.

Hier wirkt sich besonders vorteilhaft aus, daß das hP eine zweifache Regelfläche ist: es läßt sich zu jedem dieser Faltwerke ein Gegenstück entwerfen, das sich auf die zweite Schar der geraden Erzeugenden bezieht und dieselbe hP-Fläche von der anderen unteren Seite umschreibt. Faltwerk und Gegenfaltwerk laufen kreuzweise und berühren sich an den Kreuzungspunkten ihrer Faltkehlen: Abbildung 17.1.

Wenn sie an diesen Berührungs punkten kraftschlüssig miteinander verbunden werden, ist für die Formsicherung beider Faltwerke gesorgt (Abbildung 17.2) und ein zweischaliges hP mit einer für die geringe Tafelstärke erstaunlichen Biegesteifigkeit gewonnen.

Das Widerstandsmoment der Faltele mente kann mit den angeführten Möglichkeiten ihrer Auffaltung über der hP-Fläche verändert werden. Welche Bedeutung das für das Tragverhalten dieses hPs hat, wird bei der Betrachtung zweier extremer Fälle deutlich.

Fall 1:

Das räumliche Tragwerk, das auf seinen Tiefpunkten aufgelagert wird, hat eine möglichst niedrig gehaltene Auffaltung. Nach der Membrantheorie kann gesagt werden, daß die Kräfte aus der Schale zu deren Rändern hinwandern, um dort in den erforderlichen Randgliedern gesammelt und zu den Auflagerpunkten abgeleitet zu werden, die vertikale und horizontale Kräfte aufnehmen können müssen. Der Kräftefluß innerhalb der Schale ist weitgehend von der Ausbildung des Randgliedes abhängig.

Fall 2:

Alle Faltele mente haben eine große Falthöhe.

Fall 2.1:

Die Auflager können vertikale, jedoch keine horizontalen Kräfte aufnehmen.

Zwischen den Auflagern wird ein gekrümmter Träger auf zwei Stützen wirksam, der das erforderliche Widerstandsmoment besitzt.

11.1

Aus einer vorgegebenen Tafel mit Verschnitt hergestelltes Faltenwerk.

Replis faits avec une plaque avec coupe.

Folds produced with a cut out panel.

11.2

Abwicklung des Faltwerks 11.1.

Déroulement du repli 11.1.

Unfolding of folds 11.1.

12

Zwei »Ziehharmonikafaltungen« über einer hP-Fläche.

Deux replis en accordéon sur une surface hP.

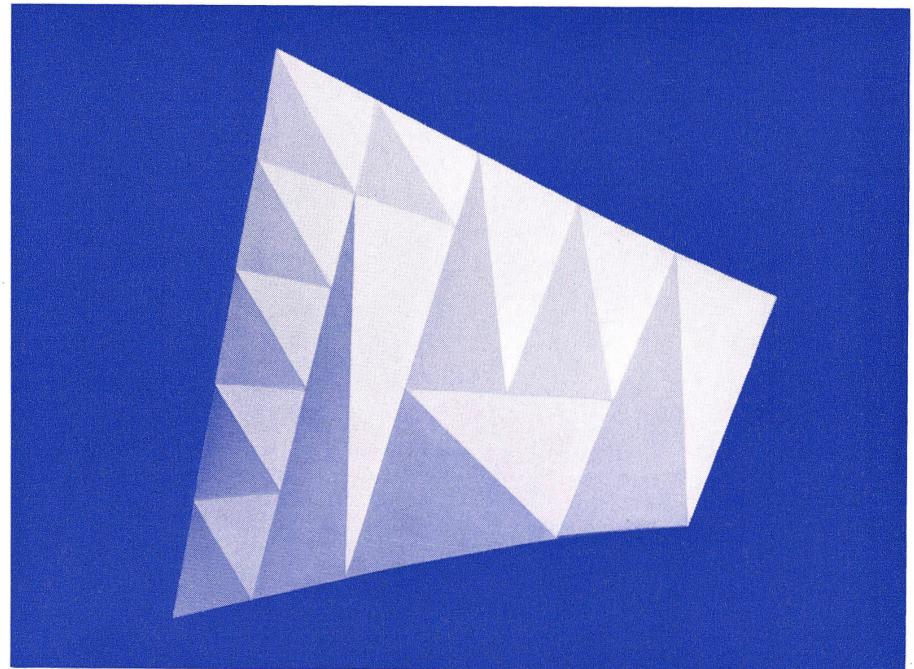
Two accordion folds on an hP surface.

13

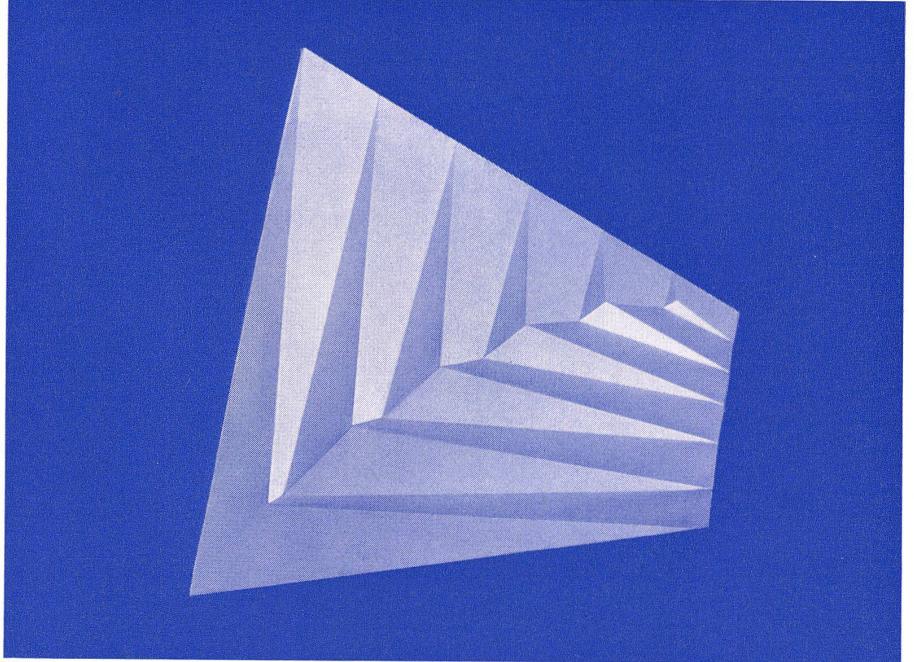
Vier »Ziehharmonikafaltungen« über einer hP-Fläche.

Quatre replis en accordéon sur une surface hP.

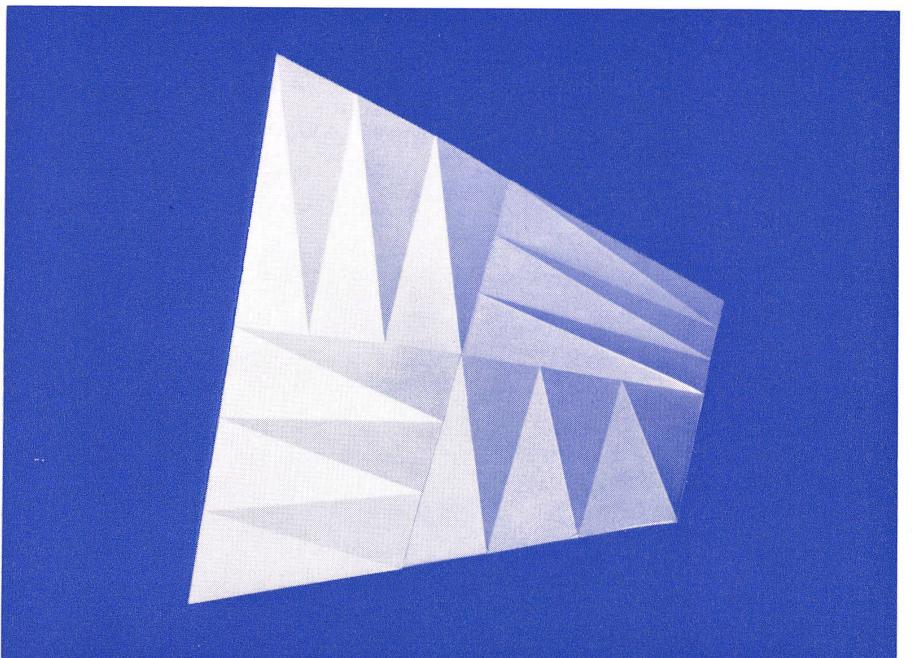
Four accordion folds on an hP surface.



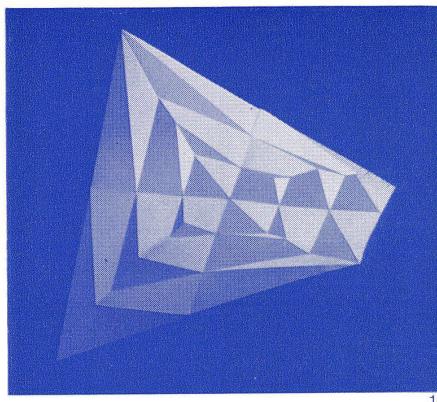
11.1



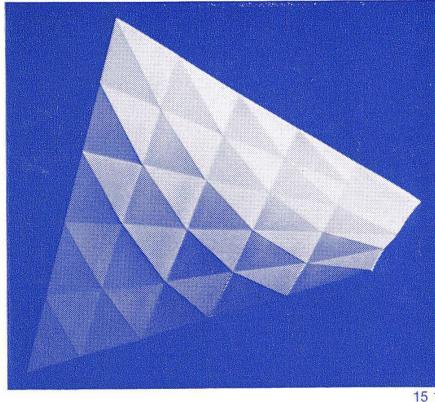
12



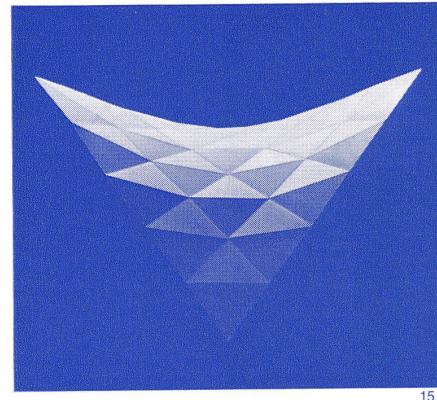
13



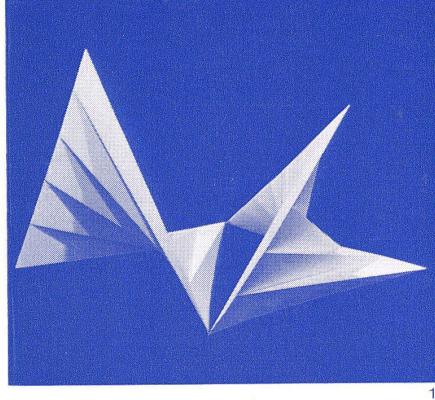
14



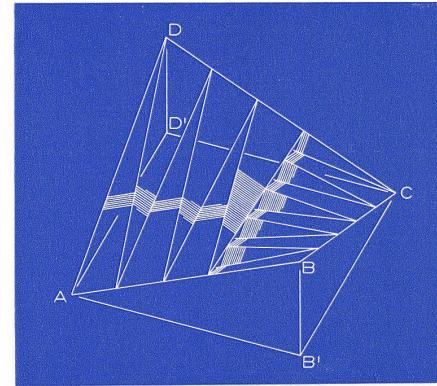
15.1



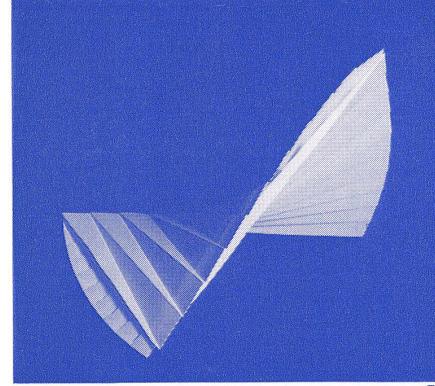
15.2



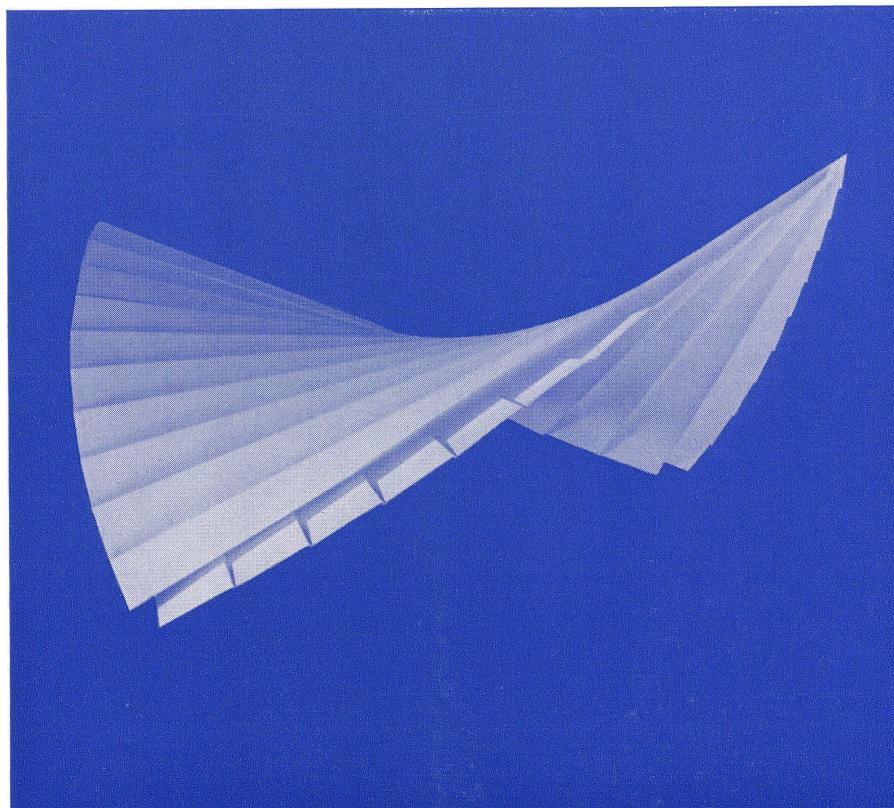
16



17.1



17.2



18

Das übrige Feld des hPs kragt zu beiden Seiten des gekrümmten Trägers aus. Die Schalenwirkung geht bei dieser Auflagerung verloren, wie sie ebenfalls bei einer allseitigen Auflagerung verloren gehen würde.

Fall 2.2:

Die Auflager können vertikale und horizontale Kräfte aufnehmen.

In Richtung der Druckparabel werden die Kräfte als Längskräfte über einen breiten Bogen abgeleitet.

Das übrige hP-Feld kragt zu beiden Seiten des Gewölbestreifens aus.

Das vorhandene Widerstandsmoment aus Fall 2.1 wird kaum ausgenutzt.

Fall 2.3:

Die Auflager können vertikale und bedingt horizontale Kräfte aufnehmen.

In Richtung der Druckparabel werden die Kräfte zum Teil als Längskräfte, zum übrigen Teil als Biegekräfte abgeleitet.

Das vorhandene Widerstandsmoment muß also zum Teil zur Ableitung der Kräfte herangezogen werden. Das Tragverhalten kann als Zwischenstufe von 2.1 und 2.2 angesehen werden.

Das vorhandene Widerstandsmoment könnte auf die erforderliche Größe herabgesetzt werden.

In allen drei Fällen 2 ist ein Randglied nicht mehr erforderlich, da nur ein geringer Teil der Kräfte über den Rand zu den Auflagern abgeleitet wird.

Das ist das Neue an dieser Konstruktion. War es bisher möglich, den Kräftefluß innerhalb der Schale durch die Ausbildung des Randgliedes zu beeinflussen, so ist es jetzt über die Auffaltung und im Einklang damit durch die Auflagerbedingungen möglich. Auf die Ausbildung eines Randgliedes kann verzichtet werden: Abbildung 18.

Das Zusammenspiel von Schalenwirkung und Faltwerkswirkung wird sich gestalterisch auf die Ausbildung der Widerlager auswirken, da es die Richtung der resultierenden Auflagerkraft bestimmt.

Statistisch gesehen liegt die Stärke dieser Konstruktion zweifellos im Bereich der flachen Schalen, die wegen ihrer starken Neigung zum Ausbeulen bisher schwierig zu bauen waren.

Der praktische Vorteil dieser Konstruktion liegt in der einfachen Herstellungsmöglichkeit räumlich gekrümmter Tragwerke aus Ebenen, wie Blech- und Sperrholztafeln.

14

Acht »Ziehharmonikafaltungen« über einer hP-Fläche.
Huit replis en accordéon sur une surface hP.
Eight accordion folds on an hP surface.

15.1

Anwendungsbeispiel.
Exemple d'application.
Example of application.

15.2

Anwendungsbeispiel.
Exemple d'application.
Example of application.

16

Faltwerk über stark gekrümmten hP's.
Replis sur hP fortement recourbés.
Folds on highly curved hPs.

17.1

Faltwerk und Gegenfaltwerk berühren sich an den Kreuzungspunkten ihrer Falten.
Repli et contre-repli se rencontrent aux points de croisement de leurs gorges.
Folds and counter-folds in contact at the intersection points of their grooves.

17.2

... und steifen sich gegenseitig aus.
... se raidissent l'un l'autre.
... reinforcing one another.

18

Hyperbolisches Paraboloid aus zwei sich kreuzenden Faltwerken.
Paraboloïde hyperbolique avec deux replis croisés.
Hyperbolic paraboloid composed of two intersecting folds.