



Doctoral Thesis

Zur Faltbarkeit von Fachwerken

Author(s):

Calatrava, Santiago

Publication Date:

1981

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000240711> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 6870

Zur Faltbarkeit von Fachwerken

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines

DOKTORS DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

der

EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

vorgelegt von Santiago Calatrava Valls

geboren am 28. Juli 1951

von Spanien

Angenommen auf Antrag von:

Prof. Herbert Kramel, Referent

Dipl. Ing. Robert Käser, Korreferent

1981

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit stellt geometrische Prinzipien dar, deren Anwendung auf Strukturen aus Stäben und Knoten faltbare Grundelemente ergeben. Das Anordnen dieser Grundelemente in ebenen oder räumlichen Rastern führt zu Fachwerken, die über ihre primäre Funktion als Tragstrukturen hinaus so ausgebildet sind, dass sie gefaltet werden können.

Die Arbeit ist in sechs Kapitel gegliedert, wobei Kapitel I als Einführung und Kapitel II als kurze Zusammenfassung wichtiger Begriffe dienen. Im Kapitel III wird mit der Beschreibung der Faltbarkeitsprinzipien begonnen, indem von einem rhombischen Grundelement, das aus Stäben und Knoten besteht, ausgegangen wird. Faltbare Fachwerke können durch Anordnung solcher Grundelemente in ebenen Rastern gebildet werden. Diese werden nach geometrischen und kinematischen Aspekten (Freiheitsgrade) untersucht und mit einer Reihe Beispiele belegt. Die für ebene Fachwerke definierten Prinzipien werden mit Hilfe rhombischer 'Modularer Grundelemente' für die Faltbarkeit im Raum auf die Faltung räumlich planparalleler Fachwerke übertragen. Danach folgt in Kapitel VI die Betrachtung der Faltbarkeit anhand von Polyedern, an welche ein Gebilde aus gelenkig miteinander verbundener Stäbe assoziiert wird, so dass faltbare Grundelemente entstehen, die in ebenen oder räumlichen Rastern aneinandergereiht faltbare Fachwerke ergeben.

Als erster Polyeder wird der Oktaeder untersucht. Die dabei gewonnenen Prinzipien ergänzen die im Kapitel III erläuterten Prinzipien zur Faltung räumlicher planparalleler Fachwerke. Als nächster Polyeder wird der Würfel studiert. Aus den dabei gewonnenen Prinzipien der Faltbarkeit lassen sich Grundelemente ableiten, die nicht nur die Faltung ebener und planparalleler Raumfachwerke erlauben, sondern den Uebergang zur Bildung weiterer Grundelemente zur Faltung sphärischer und zylindrischer Raumfachwerke darstellen.

Kapitel V behandelt insbesondere die sphärischen Fachwerke. Nach einer kurzen Einführung in die geometrischen Eigenschaften sphärischer Polyeder werden Beispiele verschiedener faltbarer Fachwerks-Typen beschrieben, die durch Aneinanderreihen der vorher definierten 'Modularen Grundelemente' gebildet werden können.

Kapitel VI zeigt zwei Varianten zur Faltung räumlicher planparalleler Fachwerke aus halboktaedrischen Elementen. Es wird eine Reihe Beispiele gezeigt, die indessen die vielfältigen Möglichkeiten faltbare Strukturen zu bilden nur andeuten kann.

Summary

This thesis describes geometrical principles which, when applied to structures made of bars and nodal connections, can form folding basic elements. The arrangement of these basic elements in planar or spatial girds gives rise to stable trussed bearing structures which can also be folded.

The thesis is divided into six chapters. Chapter I serves as an introduction and chapter II as a short summary of important definitions. Chapter II begins with the description of the principles of folding pertaining to basic rhombic elements made of bars and nodal connections. Folding trusses are formed by joining these elements in planar girds. These are then examined for their geometric and kinetic aspects (i.e. degrees of freedom), and are illustrated with a range of examples. The principles of folding defined for planar frames are applied with the aid of modular basic rhombic elements to derive principles of three-dimensional folding. These are then applied to spatial, trussed structures.

Chapter IV studies the folding qualities of polyhedrons, applied to figures made of bars and articulated joints, creating folding basic elements which, joined together in planar and three-dimensional girds, make up folding trusses. The first polyhedron examined is the octahedron. The principles thus defined complete those principles explained in chapter III for the folding of space frames. The next polyhedron studied is the cube. From the principles of folding thus deduced, basic elements can be defined which lead to further elements capable of generating folding spherical and cylindrical spatial trusses.

Chapter V deals particularly with spherical trusses. After a short introduction to the geometrical characteristics of spherical polyhedrons, examples of various types of folding trusses are described, which can be formed using the previously defined modular basic elements.

Chapter VI shows two variations for folding three-dimensional trusses made of semi-octahedral elements. The examples given can only begin to suggest the numerous possibilities available for making folding structures.