



Doctoral Thesis

## Morphologie der gekrümmten Flächentragwerke

**Author(s):**

Martins, Luis da Motta Faria Cândia

**Publication Date:**

1996

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001638094> →

**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](#).

## **Morphologie der gekrümmten Flächentragwerke**

Abhandlung  
zur Erlangung des Titels  
Doktor der Technischen Wissenschaften  
der  
Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

vorgelegt von  
Luis da Motta Faria Cândia Martins  
Dipl. Ing. ETH/SIA  
geboren am 18. Januar 1965  
von Portugal



Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. Peter Marti, Referent  
Prof. Dr. Otto Künzle, Korreferent

## **Kurzfassung**

Das Spezialistentum der Moderne birgt einen anthropozentrischen Perspektivismus und einen dogmatischen Absolutheitsanspruch in sich, auf welche die stetige Entartung der Baukunst und, im weitumfassenden Sinn, die fortschreitende Dehumanisierung des Lebensraumes zurückzuführen sind. Die zyklische Ausbreitung der Reichweite menschlichen Handelns, die der technologische Fortschritt ausgelöst hat, erfordert eine neue, diesen tiefgreifenden Veränderungen gewachsene ethische Anschauung, die dem vom positivistischen Radikalismus geprägten Denken unerreichbar ist.

Der in dieser Arbeit dargelegte morphologische Ansatz beinhaltet eine von Relativismus geprägte wissenschaftliche Objektivität, die die Überprüfung des Bewährungsgrades von wissenschaftlich erworbenem Wissen innerhalb eines kohärenten und ganzheitlichen Referenzrahmens anstrebt. Die Gegenüberstellung von Geschichte und Natur sowie Wissenschaft und Kunst offenbart die Polaritäten, die zwischen Erlebnis und Erkenntnis sowie Intellekt und Emotionalität bestehen, und lässt die Notwendigkeit einer Revision der invarianten Abgrenzungskriterien, die das genormte Erkenntnis- und Denkvermögen typisieren, erkennen.

Als Lehre der strukturellen Form der Gedankenwege des faustischen Weltbewusstseins, verfolgt die Morphologie die Absicht, subjektiv bewährtes Erfahrungswissen in seiner Universalität tautologisch zu erfassen. In begrifflicher Hinsicht stellt Form eine ontologische Gesetzmässigkeit dar, die dem Partiiellen eine Totalität und der Pluralität eine Einheitlichkeit verleiht. Aufgrund der epistemologischen Kongruenz, die zwischen den Strukturen des Denkens und des Kosmos besteht, muss jede phänomenologische Form als hylemorphische Einheit durch die gleiche Logik zu begründen sein.

Die esoterische Auslegung von Form als allgegenwärtigem Ausdruck und Abbild des Wechselspiels, das zwischen geometrischen Erfordernissen und physikalischen Tatbeständen besteht, ermöglicht die Veranschaulichung kausaler Zusammenhänge, die Gleichgewicht, Stabilität und Beständigkeit jedweder Struktur des räumlichen Diskontinuums festlegen. Die atomistische Zurückführung von Form auf ein eindeutiges topologisches Verknüpfungsschema erlaubt die Deduktion neuer Verfahren und die Gestaltung neuer Systemstrukturen anhand von Analogien und logischen Verknüpfungsprozessen wie etwa die im Rahmen dieser Arbeit dargestellten Abbildungs- und Dilatationsprozesse diskreter Punktgruppen.

Das Streben nach einer synergetischen Synthese von Raumeinschliessung, Struktur und Materie, die der Idee der deterministischen Hylemorphie inhärent ist, bedingt eine Unvoreingenommenheit und eine Einheit des Denkens, aus welchen die unerlässliche Neuinterpretation der Prinzipien des Vitruvius und die Bildung der geforderten ethischen Imperative zu entspringen haben. Diese innovatorischen Maximen fanden ihre latente baukünstlerische Verwirklichung unter Verwendung hochentwickelter Mittel im Bereich der weitgespannten, gekrümmten Flächentragwerke der Ingenieurbaukunst, die deshalb den praktischen Schwerpunkt dieser morphologischen Untersuchung bilden.

## Summary

This thesis has the title “Morphology of Lightweight Spatial Structures” and is an investigation into some fundamental principles concerning the logic of space assembly in relation to spatial and physical constraints. One of the chief aims of this study is to make a contribution towards a true and complete understanding of the meaning of form by dealing with it according to its origin, essence, features and scope. It has been attempted to establish, both by argument and evidence, that the vague and pointless notion of form that prevails in our subconscious must be counteracted and that morphological thinking ought to become a cognizant and active reality.

Goethe’s morphology is based on the assumption that every real or metaphysical being constitutes a system specified by its form. A system is a subdivision of universe, itself the sum total of all systems. Form is, accordingly, the source of inward essence and of global coherence of any isolated cosmic event. Recognition of this fact leads to the doctrinal idea of form as an ontological principle of nature, i.e. as a structural principle of space. The purpose of any morphological study must consequently be not to search for differences or fundamental contrasts, but to search for the essential principles which govern the creation of order and pattern in a mutable universe. This approach implies a coherent and wholly intellectual posture, which affords a synergetic combination of all disciplines of human thought.

Form, as a logical concept, embodies a finite aggregate of interrelated elements. This structural and thus eminently topological notion allows a systematic analysis of form using mathematics – the science of structure and pattern in general – for its description and physics for its elucidation. The interplay between geometrical requirements and physical facts can be advantageously illustrated by the curved surface of space, since it reveals the peculiar advantage of comprising structure and space inclosure at the same time. Recognition of the parameters involved in the creation of any structural order leads to the organic form-finding processes of nature and therefore to the deduction of new methods and the construction of new structural schemes. This process underlies a systematic procedure based on the triple induction-deduction-construction, which constitutes the essence and true being of structural art.

Human activity and therefore man-made changes to the natural environment are based on studied intention as well as on intuition, instinct and feeling. This fact implies that any form-making should express an organic interplay between the methods used in thinking and feeling. Scientific discovery and technological progress have undoubtedly brought about a completely new concept of man’s relation to nature. Scientific thought has however advanced far beyond moral and social developments. From this it follows that the achievement of cultural unity presupposes finding a way out of the one-sided tendencies that prevail in today’s civilisation by bridging the existing gap between the sciences and the arts. Acceptance of this morphological proposition could, it seems, make some contribution towards restoring the balance of common sense in human progress by removing the present-day doubts regarding the direction which our architectural culture and, in the broadest sense, our civilisation should now take.

## Résumé

La science technique formule des principes par rapport à un certain plan arbitrairement postulé d'après une utopie positiviste, la référence absolue. L'enthousiasme inépuisable déchaîné par le critère d'une vérité unique, définitive et apodictique a masqué le fait que toute objectivité est une notion spécifiquement humaine et, par conséquent, relative et variable. D'où le besoin de réunir, en une synthèse solide, la multiplicité des acquisitions de la pensée et de vérifier le degré de sa validité sur le plan cohérent et universel de la morphologie.

Constante de toute présence consciencieuse, la forme est, paradoxalement, source ontologique de la pluralité et de l'unité en même temps. D'un point de vue purement pragmatique, elle extériorise la manifestation incorporelle du jeu d'ensemble composé par des exigences spatiales et des faits physiques. En tant que principe universel, elle impose les conditions et les lois qui dévoilent sa signification immanente et qui dégagent les liens causaux qui contrôlent l'équilibre et la stabilité de toutes les structures concevables dans l'espace et dans le temps. Dans le sens le plus vaste, la particularité est, en effet, la généralité dévoilée sous des conditions diverses. Étudier la forme, c'est donc rechercher l'invariance d'un univers fluctuant.

Tous les systèmes structurels, à toutes les échelles, représentent des agrégats discontinus et finis, composés par des éléments connectés entre eux. Cette notion atomiste, dépouillée de matière, élève la structure à un degré d'abstraction qui rend possible son analyse systématique avec l'aide des groupes d'opérations, combinaisons et transformations de la physique topologique. La méthode topologique ramène spontanément à des idées inexplorées qui, en se développant, constituent l'embryon de schémas structurels éprouvés dans le monde réel de la nature mais inconnus dans le monde illusoire de l'anthropocentrisme. Dans ce contexte, la surface courbe de l'espace assume une signification primordiale, car elle expose une synthèse synergique d'involucre, structure et matière innée du déterminisme hylémorphique inhérent à la théorie de la forme, la morphologie.

L'action créatrice, c'est-à-dire formatrice, comprise non seulement comme opération actuelle mais aussi comme phénomène futur, a placé l'homme sur un point singulier. Pourtant, l'empreinte humaine dans l'espace vital et dans l'histoire de cette planète visualise non seulement la dimension du pouvoir acquis, mais surtout la vulnérabilité et la partialité épouvantable des valeurs éthiques et morales prédominantes qui méprisent l'ensemble humain, en tant que traduction logique d'une réalité ontologique.

L'étude morphologique désencombre, effectivement, des liaisons profondes qui régissent entre l'expérience et la connaissance, ainsi qu'entre l'intellect et l'émotivité, c'est-à-dire entre l'histoire et la nature, les sciences et les arts. Ces qualités font preuve d'une polarité essentielle à l'homogénéité et à la consistance de l'être humain. L'absence de préjugés et l'unité de la pensée semblent être des conditions préalables pour réinterpréter les principes culturels et établir une notion d'art constructive non pas comme bastion de la spécialisation, mais comme centre polaire des toutes les disciplines techniques et humanistes – ce qui est bien plus beau.