

IL 25

Siegfried Gaß

EXPERIMENTE
EXPERIMENTS

mit einem Vorwort von / with a Preface by:
Frei Otto und / and Wolfgang Weidlich

EXPERIMENTE –
physikalische Analogmodelle im architektonischen
Entwerfen

Vorwort 0. 14

Zusammenfassung 0. 16

- Selbstbildungsprozesse 0. 16
- Erfassung der Form 0. 18
- Ermittlung von Kräften 0. 18
- Form – Kraft – Masse 0. 19
- Entwicklung von Konstruktionen 0. 20
- Entwerfen 0. 20

1. Grundlagen –
Modell und Experiment in Architektur und
Naturwissenschaften

Das Modell 1. 2

- Abbildungsmerkmal 1. 2
- Verkürzungsmerkmal 1. 2
- Pragmatisches Merkmal 1. 2

Das Experiment 1. 4

Das Naturgesetz 1. 4

Das Analogmodell 1. 5

Historischer Abriß 1. 6

- Experimente und Modelle zum
Tragverhalten 1. 6
- Experimente und Modelle zur
Formfindung 1. 8

2. Experimente zur Entstehung charakteristischer
Formen aus Selbstbildungsprozessen

2.0 Zusammenfassung 2. 2

Gestaltwerdung 2. 6

- nicht lebende Natur 2. 6
- lebende Natur 2. 8
- tote Natur 2. 9
- Technik 2. 9

Entwerfen – Wille zur Form 2. 10

Ordnung der Selbstbildungsprozesse 2. 12

Der konstruktive Ansatz 2. 12

- Zug 2. 13
- Druck 2. 15
- Biegung 2. 16

Der formale Ansatz 2. 18

- Lineare Elemente 2. 19
- Flächige Elemente 2. 20
- Räumliche Elemente 2. 21
- Strukturen in Raum und Zeit 2. 23

Die Teile und das Ganze 2. 24

2.1 Lineare Elemente 2. 26

2.1.1 Flüssigkeitsfäden und Stacheln 2. 26

2.1.2 Zugbeanspruchte Hängeformen 2. 28

- Gerade 2. 28
- Kettenlinie 2. 28
- Additionsformen von Kettenlinien 2. 30

2.1.3 Druckbeanspruchte Umkehrformen 2. 32

- 'Stehende' Kette 2. 32
- Stützlinie 2. 32
- 'Ausgehöhlter' Bogen 2. 34

2.1.4 Biegelinie 2. 36

- Parabel 2. 36
- Kreisbogen 2. 36
- Kombinationsformen 2. 36

2.1.5 Verzweigte Konstruktionen 2. 38

- Offene Verzweigungen 2. 40
- Verzweigungen mit geschlossenen
Maschen 2. 42
- Minimalwege 2. 44
- Dreiarmige Knoten im Raum 2. 48
- Vierarmige Knoten 2. 50
- Fünfarmige Knoten 2. 52
- Sechfarmige Knoten 2. 52

2.2 Flächige Elemente 2. 54

2.2.1 Minimalflächen 2. 54

- Flüssigkeitslamellen 2. 54
- Unterstützung von Minimalflächen 2. 56
- Angenäherte Minimalflächen 2. 58
- Netze 2. 58
- Viskose Flüssigkeitsmembranen 2. 60

2.2.2 Pneumatische Konstruktionen 2. 62

- Kugel 2. 62
- Tropfen 2. 64
- Addition von Kugelpneus 2. 66
- Blasen über vorgegebenen Rändern 2. 68
- Offene pneumatische Konstruktionen 2. 68
- Schläuche 2. 70
- Netzgestützte pneumatische
Konstruktionen 2. 70
- Einschnürungen, innere Verspan-
nungen und Verstrebenungen 2. 72
- Unterdruckpneus 2. 74
- Beulen 2. 74
- Formänderung 2. 76
- Versteifung pneumatischer
Konstruktionen 2. 78

2.2.3 Zugbeanspruchte Hängeformen 2. 80

- Senkrecht hängende flächige
Elemente 2. 80
- Horizontal hängende flächige
Elemente 2. 80
- Hängernetz 2. 80

2.2.4 Druckbeanspruchte Umkehrformen 2. 82

- Umkehrschalen 2. 82
- Gitterschalen 2. 82

2.2.5 Druck- & biegebeanspruchte
Konstruktionen 2. 84

- Falten 2. 84
- Beulen 2. 84

2.3 Räumliche Objekte 2. 86

2.3.1 Zugbeanspruchte Materiean-
häufungen 2. 86

2.3.2 Druckbeanspruchte Materiean-
häufungen 2. 88

- Schüttkegel und Ablauftrichter 2. 88
- Höhlen 2. 90
- Formbildung durch Erosion 2. 92

2.3.3 Kristalle 2. 94

2.4 Strukturen in Raum und Zeit 2. 96

2.4.1 Wellen 2. 96

2.4.2 Systeme unter Schwingungseinfluß 2. 98

2.4.3 Wirbel 2.100

- Spiralwirbel 2.100
- Ringwirbel 2.102
- Bénardzellen 2.102
- Taylorwirbel 2.102

2.4.4 Wirbelströmungen 2.104

3. Experimente und Methoden zur Erfassung der Form von Konstruktionen		5. Experimente zur Beschreibung des Zusammenhangs von Form, Kraft und Masse einer Konstruktion		6. Experimente und Modelle zur Entwicklung von Konstruktionen	
3.0 Zusammenfassung	3. 2	5.0 Zusammenfassung	5. 2	6.0 Zusammenfassung	6. 2
• Geometrischer Vergleich	3. 2	• Aufwandswert Bic	5. 2	• Entwurfsmodelle	6. 2
• Photographie	3. 3	• Relative Schlankheit λ	5. 3	✗ • Sonne-Schatten-Gerät	6. 2
• Geodäsie	3. 3	• Das Diagramm zum Prinzip Leichtbau	5. 3	• Untersuchungen zum Tragverhalten am Modell	6. 3
• Abwicklung gekrümmter Flächen	3. 3	• Ermittlung der Werte	5. 3	• Materialprüfung	6. 3
3.1 Photographie	3. 4	5.1 Zugbeanspruchte Konstruktionen	5. 6	• Funktionsmodelle	6. 3
• Verzerrungsfreie Abbildung	3. 4	5.1.1 Einachsiger Zug	5. 6	• Prototypen	6. 3
• Lichtschnitt	3. 4	• Reißlänge	5. 6	6.1 Entwurfsmodelle	6. 4
• Schatten-Moiré	3. 4	• Zugbeanspruchte Tragwerke	5. 8	✗ 6.2 Sonne-Schatten-Gerät	6. 6
• Mehrfachbelichtungen	3. 4	5.1.2 Sonderfälle der linearen Zugbeanspruchung	5. 8	6.3 Modellstatik	6. 8
3.2 Tasten	3. 6	• Konstruktionen mit großer linearer Dehnung	5. 8	• Verformung unter Last	6. 8
• Meßtisch	3. 6	• Ausziehversuche an Verbindungsmitteln	5. 8	• Erdbebenlasten	6. 8
• 3-D Meßmaschine	3. 6	• Magnetismus	5. 8	• Windkanalversuche	6. 8
✗ 3.3 Abwicklung gekrümmter Flächen	3. 8	5.1.3 Biaxialer Zug	5. 10	6.4 Materialprüfung	6. 10
3.4 Zuschnittsermittlung am Modell	3. 10	• Kreuzprobe	5. 10	6.5 Funktionsmodelle	6. 12
• Graphisches Verfahren	3. 10	• Pneumatisch gespannte Membranen	5. 12	• Montagekonzept	6. 12
• Papierstreifen-Methode	3. 10	5.2 Druckbeanspruchte Konstruktionen	5. 14	• Bewegungsablauf	6. 12
4. Experimente und Methoden zur Ermittlung der in einer Konstruktion wirkenden Kräfte		5.2.1 Einachsiger Druck	5. 14	• Raffung von Membranen	6. 14
4.0 Zusammenfassung	4. 2	• Plumper Druck	5. 14	6.6 Prototypen	6. 16
• Dehnungsmeßgeräte	4. 2	• Schlanke Druckstäbe	5. 16	7. Experimente im Entwurfsprozeß	
• Waagen	4. 3	• Pneusäulen	5. 18	7.0 Zusammenfassung	7. 2
• Gleichgewicht der Kräfte	4. 3	• Extrem schlanke Druckstäbe	5. 20	7.1 Zelt über einem Studenten-Treff	7. 4
4.1 lineare Dehnung	4. 4	5.2.2 Druckbeanspruchte Bögen	5. 22	• Prinziplösung, Entwurf	7. 4
• Schraubenfedern	4. 4	5.2.3 Biaxialer Druck	5. 24	• Computer unterstütztes Entwerfen	7. 6
• Gummifäden	4. 4	• Scheibe	5. 24	• Seifenhautversuche	7. 6
• Dehnungslose Spannungsmessung	4. 4	• Schale	5. 24	• Gittertüllmodelle	7. 8
4.2 Kräftegleichgewicht am dreiarmligen Knoten	4. 6	5.2.4 Hydrostatischer Druck	5. 24	• Gekrümmter Hauptmast	7. 10
• Knoten im Raum	4. 8	5.3 Biegebeanspruchte Konstruktionen	5. 26	7.2 Gitterschale über dem Eingangsbereich der Klosterseehalle in Sindelfingen	7. 14
4.3 Untersuchungen zum Kraftfluß in druckbeanspruchten Konstruktionen mit Hängemodellen	4. 10	5.3.1 Lineare Elemente	5. 26	• Prinziplösung	7. 14
4.4 Kragkonstruktionen	4. 12	• Kragträger	5. 26	• Entwerfen im Kontext des Gemachten	7. 16
4.5 Überlagerung von horizontal und vertikal wirkenden Kräften mittels einer schiefen Ebene	4. 14	• Pneusäule als Kragträger	5. 28	• Entwurf und Konstruktion	7. 18
4.6 Spannungsmessung in Flüssigkeitshäuten	4. 16	• Träger auf zwei Auflagern	5. 30	• Detailpunkte	7. 20
4.7 Experimentelle Ermittlung des Tra von gleichmäßig belasteten ebenen Flächen	4. 18	• Mehrfeldträger	5. 30	• Montage	7. 22
		5.3.2 Flächige Elemente	5. 32	8. Anhang	
		5.4 Geometrisch ähnliche Vergrößerung	5. 34	8.1 Verzeichnis der Studienarbeiten	8. 2
		• Einfluß der Konizität	5. 36	8.2 Literaturverzeichnis	8. 8
		• Überlagerung von Eigengewicht und Windlast	5. 36	8.3 Abbildungsverzeichnis	8. 12
				8.4 Stichwortverzeichnis	8. 29
				8.5 Lebenslauf	8. 35