

## DIE ENTWICKLUNG DES HÄNGENDEN DACHES

Der Begriff .....	9	Das moderne hängende Dach .....	12
Vom Zelt .....	9	Die Entstehung dieser Arbeit .....	13
Von Hängebrücken und angehängten Dächern .....	11		

## DIE MEMBRANEN

Die Membrane .....	15	3. Centre des Industries Mécaniques .....	27
Die nicht vorgespannte Membrane .....	15	4. Das Sonnenschirmsdach Baronis .....	29
Die ebene vorgespannte Membrane .....	16	5. Die Böhmsche Gewebedecke .....	31
Die gekrümmte vorgespannte Membrane .....	17	6. Die ausgebeulte Membrane .....	32
Berechnungsgrundlagen der Membranen .....	20	7. Die Holzmembrane .....	35
Modellversuch zur Ermittlung der Membranform und der -spannungen .....	20	Der Zeltbau .....	35
Verformungsoptik .....	21	Allgemeines .....	35
Berichte über ausgeführte und entworfene hängende Dächer auf der Basis der Membranentragwerke ...	23	Die wesentlichsten Grundlagen des Zeltbaus ....	36
1. Albany .....	23	Zelte auf der Basis der ebenen vorgespannten Membranen .....	37
2. Der Pavillon von Zagreb .....	24	Zelte auf der Basis der gekrümmten vorgespan- ten Membranen .....	38

## DIE SEILNETZE

Allgemeines .....	39	Die Ausbildung der Seile .....	56
Ebene Seilnetze .....	40	Werkstoffe .....	57
Nicht vorgespannte Seilnetze .....	40	Anforderungen und Vergleich verschiedener Werkstoffe und Konstruktionen .....	57
Die vorgespannten Seilnetze .....	41	Seile aus metallischen Werkstoffen:	
Seilnetz, Aussehen und Eigenschaften .....	41	Der Stahldraht .....	59
Grundsysteme der vorgespannten Seilnetze:		Das Paralleldrahtbündel .....	59
Geschlossene Seilnetze .....	44	Das Stahldrahtseil:	
Offene Seilnetze .....	46	Übersicht .....	60
Seilnetze zwischen Widerlagerflächen .....	46	Das Spiralseil .....	60
Das schlauchförmige Seilnetz .....	48	Sicherheiten bei Paralleldrahtbündeln und Seilen .....	62
Offene Seilnetze zwischen Widerlagerpunkten .....	48	Spannvorrichtungen für Seile .....	62
Das Seilnetz zwischen vier festen Punkten ...	48	Spannungsmessungen am gespannten Seil .....	62
Seilnetze zwischen mehreren Punkten .....	49	Seilendbefestigungen .....	62
Systeme, bei denen jedes Trag- und Spannseil an zwei Festpunkten hängt .....	50	Rund-, Band- und Profilstahl .....	64
Die Wellennetze .....	51	Stahlketten .....	65
Unterstützte und zusammengesetzte Seilnetze ...	53	Seile aus nichtmetallischen Werkstoffen:	
Schlußbemerkung zu den Grundsystemen der Seilnetze .....	56	Seile aus natürlichen Fasern und Synthetics .....	65
		Das lamellierte Holzband .....	65

Die Ausbildung der Dachhaut .....	66
Das Seilnetz ohne Ausfachung .....	66
Das Seilnetz mit Ausfachung.....	66
Die Wetterschicht .....	66
Die 1,5 bis 2 cm dicke Betonhaut auf dem Seil-	
netz .....	67
Die vorgespannte hängende Betonschale der	
Seilnetze .....	68
Holzwolle-Leichtbauplatten beiderseitig des	
Seilnetzes .....	69
In die Seile gehängte Porenbetonplatten .....	70
Auf Knotenbleche gelegte Schwerbetonplatten	70
Die Ausfachung mit Wellblechplatten .....	71
Noch einige Bemerkungen zur Wärmeiso-	
lierung .....	71
Seilnetze mit teilweise durchsichtiger Dachhaut	72
Die durchscheinende Dachhaut .....	73
Die durchsichtige Dachhaut .....	74
Die Verankerung von Abspann- und Fangseilen im	
Baugrund .....	75
Einiges zur statischen Berechnung der Seilnetze...	77
Die wirklich auftretenden Verkehrslasten .....	77
Die im Modellversuch gemessenen Verkehrslasten	77
Die vereinfachten Verkehrslasten .....	78
Zur Berechnung des vorgespannten Seilnetzes:	
Das unbelastete vorgespannte Seilnetz .....	78
Das vorgespannte Seilnetz unter der Wirkung	
von Belastungen und Temperaturschwankungen	80
Die überschlägige Ermittlung der Seilkräfte	81
Graphische Ermittlung der Seilkräfte, Seil-	
längen und der Dachform .....	83
Zur exakten mathematischen Berechnung der	
vorgespannten Seilnetze.....	83
Das Meßmodell .....	83
Das belastete Gummischnurmodell .....	84
Einiges über die Wirtschaftlichkeit der Seilnetze und	
über die „natürlichen“ Tragsysteme.....	85
Entwürfe von Gebäuden mit Seilnetzdächern .....	88
1. Die Raleigh-Arena .....	88
Stand der Planung 1950 .....	89
Die ausgeführte Arena .....	89
2. Ein Konzerthaus in Berlin. Theatergeschichte	
und Akustik	
Das Konzerthaus .....	93
Das hängende Dach und die Geschichte des	
Theaters .....	95
Die akustischen Verhältnisse beim großen Saal	
Weitere Gedanken zum Problem des Theater-	
bzw. Konzertsales .....	98
3. Der Schweizer Pavillon .....	100
Konstruktion .....	101
Ein Zwischenfall .....	102
Baukosten .....	103
Gestaltung, Architektonisches .....	104
4. Die Vierpunktthalle und die Aerodynamik .....	104
Das Meßmodell .....	106
Die Versuchsanordnung .....	106
Durchführung .....	106
Auswertung .....	107
Graphische Darstellung .....	109
Kurze Erläuterung der beobachteten Verhäl-	
tnisse bei verschiedenen Anblasrichtungen .....	109
Die Übertragbarkeit der Versuchsergebnisse	
auf große Bauwerke.....	111
Schneeverhältnisse .....	112
5. Dächer aus vorgefertigten Seilnetzen und	
Wohnhäuser .....	112
6. Haus, Klima und Großhüllen	
a) Haus und Klima .....	114
b) Die Großhüllen .....	115
Industrieanlagen .....	115
Treibhaus .....	115
Lawinenverbauung .....	116
Schneedächer .....	116
Talsperren .....	116
Schneezaun.....	116
Antarktis und All .....	116
7. Eine Missionskirche .....	118

## DIE SEIL-TRÄGERNETZE

Entwicklung .....	120
Grundlegendes .....	121
Grundsysteme .....	121
Die Ausbildung der Seile.....	125
Die Ausbildung der Träger .....	125
Seil-Trägernetz und Wand .....	126
Ausbildung der Dachhaut .....	126
Das Schwingen bzw. Pendeln .....	127
Der Einfluß des Windes.....	127
Zur Bemessung der Seile .....	128
Zur Seildehnung und zulässigen Seilspannung .....	129
Zur Bemessung der Träger .....	130
Besondere Konstruktionen der Seil-Trägernetze...	130
Das längsvorgespannte Dach .....	130
Montage des Sheddaches einer Fabrikhalle.....	132
Montage des Daches für eine Kraftwerkshalle ...	132
Das Dach mit durchgehendem Hohlräum zur Ver-	
minderung des Schalldurchgangs .....	133
Das Seil-Trägernetz beim Brückenbau .....	133
Die hängende Schalung im Hochbau .....	134
Entwürfe von Gebäuden mit Seil-Trägernetzdächern	134
1. Der kleine Saal für ein Konzerthaus in Berlin	134
2. Die Aula für eine Schule in Berlin-R. .....	135
3. Die Giesendorfer Dorfkirche .....	137
4. Sport- und Festhalle .....	138
5. Schattendach für ein Ausstellungsgelände .....	139
6. Eine kleine Kirche in Berlin mit einem farbigen	
Dach .....	140
7. Die Schwarzwaldhalle in Karlsruhe .....	140
8. Aaltos Wiener Sporthalle .....	143
9. Die Aula für das Franz. Gymnasium in Berlin	
144	
10. Entwurf für eine Flugzeughalle der BEA .....	144

## EBENE HÄNGENDE DÄCHER UND DECKEN

Vorausgeschickt.....	145	Ebene hängende Decken und Dächer auf der Basis
Die ebene Membrandecke.....	145	der Seil-Trägernetze .....
		Eine Weiterentwicklung mit gekreuzten Seilen..... 148

## DIE MIT DEM HÄNGENDEN DACH VERWANDTEN BÖGEN

Zum Thema: Zug, Druck, Seil und Bogen .....	151	3. Gedanken zum Bau einer Bogenbrücke über
Die Stützkette .....	151	ein tiefes Gewässer .....
Der vorgespannte Bogen.....	153	4. Entwurfsskizze für den Bau eines Staudamms
Davon einige Beispiele		in einem felsigen Tal .....
1. Verstärkung der Tragfähigkeit einer bestehenden Eisenbahnbogenbrücke .....	154	Der abgespannte Bogen .....
2. Entwurf für eine weitspannende Brücke .....	154	Das hängende Dach als Schalungskonstruktion für
		druckbeanspruchte Schalentragwerke .....
		158

Schlußsatz .....	158
Literaturverzeichnis .....	159
Stichwörter .....	160

# Stichwörter

Akustik 97  
Albany, USA 23  
All 116  
Angehängte Dächer 11  
Antarktis 116  
Aula 135, 144  
Ausbeulen 32  
Ausfachung 66, 127  
Ausstellungshallen 24, 27, 50, 100, 113  
Bahnhofshalle 44  
Balken 134  
Bandstahl 64  
Baroni, Giorgio 29  
Baum, Reinhold 61  
Baustahlgewebe 16, 33, 146  
Beck, Josef 64  
Belastungen 80, 127  
Berechnungsgrundlagen 20, 78, 128  
Berlin 93, 100, 135, 137, 140, 144  
Bespannung 16  
Betonmembrane 29, 68  
Blech 23, 27, 29, 32, 66  
Bogen 57, 151  
Böhm, Gottfried 31  
Boutterin 12  
Brenner, Erwin 61  
Brücken 11, 47, 133, 146, 154  
Bühne 99, 137  
Camelot, R. 25, 27  
Caserta 30  
Chemische Bodenverfestigung 76  
Chicago 11  
Coyne, M. 63, 75  
Dachhaut 66, 126  
Dächer, ebene 145  
Dachspachtelmasse 66  
Decken 145  
Deitrick, W. H. 88  
Deutschlandhalle 137  
Draht 57, 59  
Druck 58, 151  
Dürbeck, A. 23  
Eisenbahnhängebrücke 47  
Elastizität 61, 81  
Entwicklungsgeschichte 12  
Erdbohrer 76  
Fabrikbauten 52, 56, 132  
Fangseil 17, 46, 122  
Fangträger 124  
Federwirkung 81  
Fliegende Bauten 36  
Flugkäfig 66  
Flugzeughallen 46, 53, 144, 158  
Gewebedecke 31  
Glasfaser 36, 67, 74  
Glasplattenbelag 67, 140  
Graf, O. 61  
Grand Canyon 11  
Großhüllen 115

Hängebrücken 11, 86  
Harpunenanker 76  
Holzmembranen 35  
Holzwolleleichtbauplatten 69  
Industriehallen 45, 56, 115  
Karlsruhe 140  
Keiltasche 63  
Ketten 65  
Kirchbauten 33, 118, 137, 140  
Klima 114  
Knotenbleche 70  
Kondenswasser 74  
Korrekturmöglichkeiten 83  
Kosten 58, 87  
Laffaille, Bernard 24, 27  
Laurent 11  
Lawinenverbauung 116  
Leoba-Spannglied 60  
Leonhardt, Fritz 32, 60, 61, 63  
Logarithmische Spirale 93  
Lorient 11  
Maier-Leibnitz 83  
Mailand 30  
Mailly, J. de 27  
Mammutreihe 55  
Membranen 15  
Membrandecke 145  
Membranspannung 20  
Meßmarken 20, 85  
Möbelbau 40  
Natürl. Tragsysteme 85  
Nordlicht 72  
Nowicki, Matthew 88  
Odeion 10  
Orlon 36, 65, 89  
Osterwald, Hans 35, 100  
Pappdach 67  
Paralleldrahtbündel 59  
Pausenhalle 47  
Pflöck 76  
Perlon 57  
Plastikfolien 36, 118  
Piarre, H-R. 144  
Plexiglas 74  
Profilstahl 64  
Raleigh 44, 88  
Reihennetze 55  
Reißkilometer 57  
Ringfederkeil 64  
Rundstahl 64  
Schalentragwerk 16, 58, 68, 130, 139, 140, 154, 158  
Schalldurchgang 133  
Schalung 133, 143, 147, 158  
Schattendach 52, 139  
Schlauchförmiges Netz 48  
Schmalhorst, L. 11  
Schmidt, Max 12  
Schneelast 112  
Schneedach 116  
Schwarzwaldhalle 140  
Schweizer Pavillon 100  
Schwingung 16, 127  
Seile 56, 125  
Seilkarsche 64  
Seilkraft 81, 128  
Seilnetze 39  
Seil-Trägernetze 120  
Severud, Fred 88, 113  
Sheddächer 73, 132  
Sicherheiten 62, 130  
Sichtschutznetz 66  
Sonnenschirmdach 29  
Sonnensegel 10  
Spannrichtung 17  
Spannseil 41  
Sperrholz 17  
Spiegelverglasung 74  
Spinnweben 39  
Spiralseil 60  
Spliß 63  
Sporthalle 138  
Stahlskelett 150  
Staudamm 156  
Stettbacher, H. 100  
Stewart, James, Corp. 24  
Stromeyer 36, 100  
Stützkette 151  
Talsperren 116  
Temperatur 80  
Theaterbau 95, 136  
Träger 125, 130  
Tragrichtung 17  
Tragseil 41, 81  
Treibhaus 74, 115  
Tunis 11  
Verankerungen 75  
Verformungsoptik 21  
Verglasung 74  
Vergußkupplung 63  
Vermiculite 68  
Verseilungsverlust 60  
Vierpunktnett 48, 54, 104, 113  
Volumenkonstante 86  
Vorspannung 17, 44, 79, 130, 141, 153  
Wärmeisolierung 71  
Wärmeschwankungen 80  
Wassersack 20  
Wellblech 71, 93  
Wellennetz 51, 118  
Wetterschicht 66  
Wille, Rudolf 105, 112  
Wintergerst 83  
Wirtschaftlichkeit 57, 85  
Windkräfte 78, 107, 127  
Wohnhaus 113, 148, 150  
Zabanella, Renzo 12  
Zagreb 24  
Zehrfuß, B. H. 27  
Zelt 9, 10, 35, 100, 118  
Ziehhülse 64  
Zug 58, 151  
Zugpfahl 76