

8

NETZE IN NATUR UND TECHNIK NETS IN NATURE AND TECHNICS

DIese Veröffentlichung ist eine GemeinschaftsarbeIt aller Mitarbeiter des Instituts für Leichte Flächentragwerke, Leitung Frei Otto, entstanden im Sonderforschungsbereich SFB 64 Weitgespannte Flächentragwerke der Universität Stuttgart und in enger Zusammenarbeit mit dem zoologischen Institut und Museum der Universität Kiel, Leitung Ernst Kullmann

This publication is a teamwork of all collaborators of the Institute for Lightweight Structures, direction Frei Otto, originating in the Sonderforschungsbereich SFB 64 Wide-Spanned Surface Structures of the University of Stuttgart and in close cooperation with the Zoological Institute and Museum of the University of Kiel, direction Ernst Kullmann

er IL-Beiträge
eröffentl ichung /
tributions and
ion :

KLAUS BACH

BERTHOLD BURKHARDT

RAINER GRAEFE

ROBERTO RACCANELLO

ERNST KULLMANN (Kiel und Köln), WERNER NACHTIGALL (Saarbrücken), JÜRGEN SCHURIG (Bobingen)

KLAUS BACH, DIETER BLÜMEL, THOMAS BRAUN, BERTHOLD BURKHARDT, RAINER GRAEFE,
GÜNTHER GRÖBNER, ULRICH HANGLEITER, JÜRGEN HENNICKE, MATTHIAS KREUZ,
FREI OTTO, ROBERTO RACCANELLO

INHALTSVERZEICHNIS							
VORWORT	4	3.2	Sfasse	82	ß. NETZE IN DEI		
A. 1METZE IN DER TECHNIK		3.3	Randknoten	87			
A.I GRUNDLAGEN UND ORDNUNG		3.4	Umlenkungs- und Verzweigungsknoten	93	B.I	GRUNDL/	
Allgemeine Übersicht und Ordnung		3.5	Endungen	98		Übersicht <	
der Netzkonstruktionen	*					Spinnen	
'von Frei Otto, Roberto Rocconcilo und Günther Gröbner							
1.0 Vorbemerkung	10	• A.4	MASCHENSTRUKTUREN DER NETZE				
1.1 Netzelement "Seil"	11	4.1	Netze des praktischen Gebrauchs	106			
1.2 Netzelement "Aufhängepunkt"	12	4.2	Netze verschiedener Projekte	112	1.0	von Ernst Kul 1	
1.3 Netzelement "Knoten"	12	4.3	Zerstörte Netze von Bcrihoid Burkhard!	114	1.1	und Roberto f,	
1.4 Netzelement "Masche"	13				1.2	Vorbemerk!	
1.5 KonstrukHonselement "Netz"	14				1.3	Netzeleme	
1.6 Konstruktionselement "Netzrand"	20	A.5	ANWENDUNGEN VON NETZEN		1.4	Netzeleme	
1.7 Konstruktionselement "Netzstützung"	25	5.1	Allgemeine Anwendungen von Netzen	120	1.5	Netzeleme	
1.8 KonstrukHonselement "Verankerung"	26	5.2	von Rainer Graefe mit Kiyosi Komotiu		1.6	Konstruktiv.	
1.9 Netzkonstruktionen	27	6.1	Einige besondere Netzanwendungen	144	1.7	Konstruktiv	
1.9 .1 Einfußder Kräfte	29	6.1.1	Dächer mit ebenen Seilnetzen	164	1.8	Klassifikatj	
1.9 .2 Belastungen	30	6.1.2	Dächer mit Seil bindern	166	1.9	Honen na	
1.9 .3 Halte Vorrichtung	31	6.1.3	Dächer mit Radialseilnetzen	170			
1.9 .4 Anwendungsmöglichkeiten	40	6.1.4	Dächer mit ungleichmaschigeh		2.1		
1.9 .5 Projektbeispiele	44	6.1.5	Seilnetzen	173			
		6.1.6	Dächer mit gleichmaschigen Seilnetzen	176			
		6.1.7	Seilverspannte Druckstäbe	184			
A.2 SEILE		6.1.8	Seilbrücken	187	C. IL-ARCHIV		
2.1 Fasern und Seile	48	6.1.9	Seilnetzkühltürme	188	Interdisziplinäre r		
2.1. 1 Werkstoffe	48	6.1.10	Netze mit Membranen	190	von Dinier BIUmrl		
2.1. 2 Korrosion	49		Raumnetze	192			
2.1. 3 Werkstoffeigenschaften, Festigkeiten,		6.2	Bildreports		D. VERSCHIEDEN		
Wirtschaftlichkeit	50		von Roberto RoccanBillo und Jüroen HennicUe		Entstehung der Arb		
2.2 VERSEILUNG, Seilarten	60	6.2.1	Pavillon der Bundesrepublik		Autoren		
2.2 1 Bei Projekten verwendete Seile	63		Deutschland Expo Montreal 1967	205	Literatur über Seilt		
2.3 Fasern aus technischer Sicht	68	6.2.2	Versuchs- und Instirutsbau Vaihingen	228	Literatur zu den Se		
		6.2.3	(IL) seit 1966		Spiele 1972 in Mü		
A.3 SEILVERBINDUNGEN		6.2.3	Dächer Olympiade München 1972	248	Abbildungsverzeich		
von Jjrjci.» Hcmicke und Klaut £och		6.3	Abriß der Arbeiten von EL, IL, AW für		Stichwortverzeichn		
3.1 Knoten	74		die Dächer Olympia München 1972	267	Nachträge		

REDAKTIONELLE ANMERKUNGEN:

„caic Kcipiel .^unfer schiedlichen Übersetzerfa gegeben wurden; - jr.non Ac wie c nungen in der Terminologie vororr.rien. y<; A;> o ; i d ungshinweise sind mit drc Zeichen "- " versehen. Dieses 'o'cnr. uezir, 1 sich gewöhnlich auf die Abbildungen aufderselben Doppel-...;..;.. 3e;"Ucr -.jn die betreffende Abbildung auf einer onüren Seite, ist ...;..;.. Sei icnzahl anygeöen. Die Nummerierung der Abbildungen

beginnt auf jeder DoppelSeite neu.

Die Hinweise auf Seiten, zahlen kennzeichnen (mit wenigen Ausnahmen, wo der Hinweis nur einem einzelnen Begriff gilt) immer dem Anfang eines Kapitels; jeder Hinwei oezieht sich auf den Inhalt des gesamten Kapitels.

Die Quellenangaben furiaeAobiidunyen l Zeichnungen und rorosj

sina am ende jedes Kopit. Quellenangaben für die L zu finden. Die Liffera talle uni bekennen Veröf dungen und Seilnet piade München 197

I	GRUNDLAGEN UND ORDNUNG	
	Übersicht der Netzkonstruktionen der Spinnen	
	von Ernst Kullmann, Frei Otto, Thomas Braun und Roberto Raccanella	
D	Vorbemerkung	304
i	Netzelement "Faden"	304
	Netzelement "Auflängepunkt"	306
	Netzelement "Knoten"	307
	Netzelement "Masche"	307
	Konstruktionselement "Netz"	308
	Konstruktionselement "Netzrand"	310
	Konstruktionselement "Netzstützung"	311
	Konstruktionselement "Verankerung"	311
	Klassifikation der Spinnennetzkonstruktionen nach ihrer Gesamform	312
	FÄDEN UND NETZE VON SPINNEN ^	
	UND INSEKTEN	
	Die Produktion und Funktion von Spinnenfäden und Spinnengeweben	318
	von Ernst Kulmann	
	Faden- und Netzkonstruktionen im Insektenreich	380
	von Werner Nachtigall	
	IL-ARCHIV	
	erdisziplinäre Information und Dokumentation	390
	Dieter Blumol	
	VERSCHIEDENES	
	tsreitung der Arbeit	404
	itoren	
	feratur über Seilnetze und deren Berechnung	
	teratur zu den Seilnetzbauten der olympischen	
	Ude 1972 in München	
	bildungerverzeichnis / Abkürzungsverzeichnis	
	Ichwort Verzeichnis	
	3chträge	

ia am Ende jedes Kapitels zu finden, ebenso die verwendete Literatur. Jcllcngangaben für die übrigen Abhandlungen sind im Abbauungsverzeichnis finden. Die Literaturverzeichnisse am Ende des Buches enthalten einige unbekanntene Veröffentlichungen zum Thema Seile, Seilverbindungen und Seilnetze und die Literatur zum Thema Olym-
ide München 1972.

FOREWORD

A. NETS IN TECHNICS

A.1 FUNDAMENTALS AND CLASSIFICATION
General survey and classification of net structures

by Frei Otto, Roberto Raccanella and Günther Gröbner

1.0 Preface

1.1 Net element "cable" - .

1.2 Net element "suspension point"

1.3 Net element "node"

1.4 Net element "mesh"

1.5 Structural element "net"

1.6 Structural element "net boundary"

1.7 Structural element "net Support"

1.8 Structural element "anchorage"

1.9 Netstructures

1.9.1 Influence of forces

1.9.2 Loadings

1.9.3 The holding device

1.9.4 Net applications

1.9.5 Projects

A.2 ROPES

2.1 Fibers and ropes b>-Kinu: Bich

2.1.1 Material for fibers, threads, wires and profiles

2.1.2 Corrosion

2.1.3 Material properties, stabilities, economy

2.2 Stranding, rope types by Klaus Doh

2.2.1 Ropes used in projects

2.3 Fibers from the technical point of view

ay Jürgen Schurig

EDITOR'S NOTE:

Ai jnc chepre werc given to • arious transkreri, you mignt find üevta::; oni in (he letrmlnc iogy .
iftiercicei 'o oicoroni

o ">". ihn uiuo refer" to ihe figure on the some double page. If the figure is on ar,olnc page, ihol pogc number will bc gjvcn.

*de figurei ore renumbered with every new poc,e.

	A.3	ROPE CONNECTIONS	B. NETS IN NATURE		
		. by Jürgen Hennicke and Klaus Bach			
	3.1	Knots	74	B.I	FUNDAMENTALS AND CLASSIFICATION
	3.2	Joinrs	82		A survey of spider net constructions
	3.3	Edge knots	87		by Ernst Kullmann, Frei.Otto, Thomas Broun
	3.4	Deviation knots, branching knots	93		and Roberto Roccanello
	3.5	Terminals	99	1.0	Preface
				1.1	Net element "thread"
				1.2	Net element "Suspension point"
p CLASSIFICATION	A.4	MESH STRUCTURES OF NETS	106	1.3	Net element "knot"
Classification of	4.1	Nets for practical use by Klaus Bach	112	1.4	Net element "mesh"
Ib and Günther Gröbner	4.2	Mesh structures of various projects	112	1.5	Construction element "net"
ion point"	10	by Klaus Bach	114	1.6	Construction element "net boundary"
	11			1.7	Construction element "net supports"
et"	12	A.5 NET APPLICATIONS	120	1.8	Construction element "anchoring"
et boundary"	12	General net applications	120	1.9	Classification of spider-web structures
et support"	13	by Roiner Große and Klaus Bach	144		according to their total form
nchorage"	14	Some social net applications	144	B.2	THREADS AND NETS OF SPIDERS AND INSECTS
	20	by Klaus Bach		2.1	The production and function of spider threads and spider webs
b)- Kluu: C-idi	25				by Ernst Kullmann
threads, wires	26	A.6 BUILDING WITH NETS	164	2.2	Threads and net structures in the world of insects
, stabilities,	27	Projects and description of projects	166		by Werner Nachuijull
by Klaus Bach	29	by Poinci Gräfe with Kiy'si KüMdisu	170		
:ts	30	6.1.1 Roofs with flat cable nets	173		
cal point of view	31	6.1.2 Roofs with cable trusses	176		
	40	6.1.3 Roofs with radial cable nets	184	C. IL-ARCHIVE	
	44	6.1.4 Roofs with irregularly meshed cable nets	187		Interdisciplinary Information and documentation
	48	6.1.5 Roofs with regularly meshed cable nets	187		by Dieter Bühl
	48	6.1.6 Rope braced spurs	190	D. MISCELLANEOUS	
	49	6.1.7 Suspension bridges	190		The origin and progress of the work
	50	6.1.8 Cable net cooling towers	192		Authors
	60	6.1.9 Cable nets with membranes	192		
	63	6.1.10 Three dimensional nets	192		
	50	6.2 Illustrated reports			Literature on cable nets and their calculation
	60	by Roberto Roccanello and Jürgen Hennicke			Literature on the cable net structures for the
	63	6.2.1 German pavilion Expo Montreal 1967	205		Olympic Games 1972 Munich
	63	6.2.2 Test and Institute building Vaihingen (IL) since 1966	228		
	69	6.2.3 Olympic roofs Munich 1972	248		Figure index / Abbreviation index
	69	6.3 Survey of the works by EL, IL, AW on the Olympic roofs Munich 1972	267		Subject index
		by Ulrich Hengleitcr, Matthias Kreuz and Bernd Burkhardt			Appendix