



Mitteilungen des  
Instituts für leichte Flächentragwerke (IL) Universität Stuttgart  
Leitung Frei Otto

Information<sup>1</sup> of the  
Institute for Lightweight Structures (IL) University of Stuttgart  
Director Frei Otto

Erscheinungsdatum/Date of Issue: 1. Juni 1969

Redaktion/Editor:

Berthold Burkhardt

Institut für leichte Flächentragwerke (IL)  
7000 Stuttgart-Vaihingen  
Robert-Leicht-Strasse 211  
Tel (0711) 7810 791

Mitarbeiter bei Heft IL 1 (Layout, Grafik, Fotografie):  
Collaborators at issue IL 1:

Rotraut Berner  
Ekkehard Bertram  
Berthold Burkhardt  
Fritz Dressler  
Ingrid Ernst  
Peter Häussermann  
\* Lousberger

f<sup>e</sup>r ° L n »A

Beate Müller-Munz  
Emma Reil  
Günther Schöfl  
Englische Übersetzung:  
English Translation:

Christa Reimold  
Peter Wilson

INSTITUT FÜR LEICHTE FLÄCHENTRAGWERKE (IL)  
7 STUTTGART-VAIHINGEN p PO > 77 7  
PFAFFENWALD 14 ^ 17 ^ ^ «-

Inhaltsverzeichnis:

INSTITUT FÜR LEICHTE FLÄCHENTRAGWERKE (IL)	5
EXPERIMENTELLE, ERMITTLUNG VON MINIMALNETZEN Eine Studie des IL, durchgeführt von Ekkehard Bertram, Berthold Burkhardt, Rainer Gaupp, Eberhard Haug, Gernot Minke, Frei Otto, Jochen Schilling, Günther Schöfl .	6
Frei Otto	
MINIMALNETZE	6
Gernot Minke, Günther Schöfl	
EXPERIMENTELLE ERMITTLUNG VON MINIMALNETZEN	8
1. EINFÜHRUNG	
1.1 Vorwort	
1.2 Aufgabenstellung	
1.3 Definitionen	
1.4 Unterschiedliche Konfigurationen für gleiche Konstellationen	9
1.5 Prinzip der experimentellen, Lösung mit Seifenlamellen	10
2. VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG VON MINIMALNETZEN MIT SEIFENLAMELLEN	11
2.1 Vorversuche	11
2.2 Versuchsgerät	12
2.3 Justieren	14
2.4 Setzen der Punktconstellation	14.
2.5 Lamellenbildung	15
3. UNTERSCHIEDLICHE MINIMALNETZE BEI GLEICHEN KONSTELLATIONEN	20
3.1 Unterschiedliche Konfigurationen gleicher Netzlänge	20
3.2 Störung der Minimalnetzbildung durch Strömungsvorgänge	21
4. SYSTEME UND IHRE DEFINITIONEN	23
4.1 Definition der Elemente	23
4.2 Primärsysteme	23
4.3 Sekundärsysteme	23
5. PRINZIPIELLE MÖGLICHKEITEN DER REIHUNG VON FIGUREN	25
5.1 • Reihung von Primärfiguren	25
5.2 Reihung von Sekundärfiguren	25

6. UNTERSUCHTE KONSTELLATIONEN	
6.1 Bandkonstellationen	
6.2 Rasterkonstellationen	
6.3 Konstellationen regelmässiger Polygone	
6.4 Gruppenkonstellationen	
7. MESSTECHNIK	
7.1 Messfehler	
7.2 Kontrolle der Messgenauigkeit an regelmässigen	
8. MINIMALNETZE UNGLEICHRANGIGER VERBUNDENHEITEN	
8.1 Sprunghafte Änderung der Feldwertigkeit	
8.2 Minimalnetze für kontinuierlich sich verändernde Feldwertigkeit	
9. MINIMALNETZE IM RAUM	
10. ANWENDUNG ALS ANALOGVERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER NETZLÄNGE	
10. ANWENDUNG ALS ANALOGVERFAHREN ZUR - MINIMIERUNG DER NETZLÄNGE	
10.1 Einführung	
10.2 Die Überlagerung von Minimalnetzen	
10.3 Hierarchien von Minimalnetzen	
10.4 Veränderungen des Minimalnetzes	
10.5 Verkehrsnetze mit minimaler Gesamtlänge	

Ekkehard Bertram

11. GEOMETRISCHE KONSTRUKTION UND LÄNGENBERECHNUNGEN VON MINIMALNETZEN	
11.1 Voraussetzungen	
11.2 Konstruktionsmöglichkeit für Sekundärfiguren	
11.3 Längenberechnung für Sekundärfiguren 1. u. 2. Ordnung	

ARBEITEN AM INSTITUT FÜR LEICHTE FLÄCHENTRAGWERKE

		6.    UNTERSUCHTE KONSTELLATIONEN	27
		6.1   Bandkonstellationen	27
		6.2   Rasterkonstellationen	31
		6.3   Konstellationen regelmässiger.Polygone	33
		6.4   Gruppenkonstellationen	35
1 (IL)	5		
ALNETZEN	6		
Bertram,			
aug, Gernot Minke,		7.    MESSTECHNIK	39
		7.1   Messfehler	39
		7.2   Kontrolle der Messgenauigkeit an regelmässigen Polygonen	40
		8.    MINIMALNETZE JJNGLEICHRANGIGER VERBINDUNGEN	41
		8.1   Sprunghafte Änderung der Feldwertigkeit	41
ALNETZEN		8.2   Minimalhetze für kontinuierlich sich verändernde Feldwertigkeit	44
		9.    MINIMALNETZE IM RAUM	45
		10.   ANWENDUNG ALS ANALOGVERFAHREN ZUR MINIMIERUNG DER NETZLÄNGE	46
liehe Konstellationen	9		
ie.ifenlamellen	10	10.   ANWENDUNG ALS ANALOGVERFAHREN ZUR MINIMIERUNG DER NETZLÄNGE	<b>46</b>
AINIMALNETZEN		10.1   Einführung	46
	11	10.2   Die Überlagerung von Minimalnetzen	46
	11	10.3   Hierarchien von Minimalnetzen	46
	12	10.4   Veränderungen des Minimalnetzes	47
	14	10.5   Verkehrsnetze mitminimaler Gesamtlänge	49
	14,		
	15	Ekkehard Bertram	
IEI GLEICHEN		11.   GEOMETRISCHE KONSTRUKTION UND- LÄNGENBERECHNUNGEN VON MINIMALNETZEN	50
	20		
er Netzlänge	20	11.1   Voraussetzungen -	50
rrömungsvorgänge	•21	11.2   Konstruktionsmöglichikeit für Sekundärfiguren 1. und 2. Grades	51
		11.3   Längenberechnung für Sekundärfiguren 1. und 2. Grades	51
	23		
	23		
	23		
	23	ARBEITEN AM INSTITUT FÜR LEICHTE FLÄCHENTRAGWERKE (IL)	54
EIHUNG VON			
	25		
	25		
	25		