

1	ZUSAMMENFASSUNG & SUMMARY	1
1.1	Zusammenfassung	1
1.2	Summary.....	2
2	EINLEITUNG	3
3	MEMBRANMATERIALIEN	4
3.1	Gewebe	5
3.1.1	Mechanische Eigenschaften	6
3.1.1.1	Spannungs-Dehnungs-Verhalten	6
3.1.1.2	Schubsteifigkeit	8
3.1.1.3	Kurzzeitfestigkeit.....	9
3.1.2	Unbeschichtete Gewebe	10
3.1.3	Beschichtete Gewebe	10
3.1.3.1	Fluorpolymergewebe	11
3.1.3.2	PVC-beschichtete Gewebe:	12
3.1.3.3	PTFE-beschichtete Glasfasergewebe.....	12
3.1.3.4	Silikonbeschichtete Glasfasergewebe.....	12
3.1.3.5	PVC-beschichtete Aramidfasergewebe	13
3.2	Folien	13
3.2.1	Mechanische Eigenschaften	13
3.2.2	Fluorpolymerfolien	15
3.2.2.1	ETFE-Folie	15
3.2.2.2	THV-Folien	15
3.3	Entwicklungen	15
3.3.1	Netzfolien.....	15
3.3.2	Low-e-Gewebe.....	16
3.4	Überblick Membranmaterialien	17
3.5	Seile	18
4	TRAGVERHALTEN VON SEILNETZEN UND MEMBRANTRAGWERKEN	20
4.1	Das Einzelseil	21
4.1.1	Kinematik.....	21
4.1.2	Tragverhalten	21
4.1.3	Seilstatik.....	23
4.1.3.1	Auflagerkraft	24
4.1.3.2	Seilkraft	25
4.1.3.3	Seillänge	25
4.1.4	Elastische Dehnungen	26
4.1.5	Geometrische Nichtlinearität.....	26
4.2	Einordnung in die Baustatischen Theorien	29
4.3	Vom Einzelseil zum Flächentragwerk	30
4.3.1	Das Vorspannen	30

4.3.2	Die Geometrie	31
4.3.3	Das Flächentragwerk.....	33
4.4	Unterschiede zwischen Seilnetzen und Membrantragwerken	35
5	KONSTRUKTIONSARTEN	36
5.1	Allgemeines.....	36
5.2	Mechanisch vorgespannte Konstruktionen (antiklastisch)	36
5.3	Pneumatisch vorgespannte Konstruktionen (synklastisch)	38
5.3.1	Luftdruck.....	38
5.3.2	Konstruktion.....	39
5.3.3	Lastabtrag.....	41
5.3.4	Bauphysikalische Eigenschaften.....	42
6	FORMFINDUNG	43
6.1	Einführung	43
6.2	Minimalflächen	44
6.3	Experimentelle Formfindung.....	45
6.4	Analytische Formfindung.....	47
6.4.1	Die Methode der Finiten Elemente (FEM).....	49
6.4.2	Die Methode der Dynamischen Relaxation.....	50
6.4.3	Die Kraft-Dichte-Methode	51
6.5	Konfektionierung und Kompensation.....	53
7	BEMESSUNG	55
7.1	Nichtlineare Statische Berechnung.....	55
7.2	Baurechtliche Situation	56
7.2.1	Bauprodukt.....	56
7.2.2	Sicherheitskonzept	57
7.2.3	Deutsche Ansätze	60
7.3	Lastannahmen.....	63
7.3.1	Eigengewicht.....	63
7.3.2	Vorspannung	63
7.3.3	Windlasten	64
7.3.4	Schneelasten.....	64
7.3.5	Temperatur.....	65
7.3.6	Erdbeben	65
7.3.7	Wassersackbildung.....	65
7.4	Vordimensionierung mittels Näherungsrechnung.....	66
7.4.1	Lastaufteilungsverfahren für eine Hyparfläche.....	66
7.4.1.1	Beziehungen am Einzelseil.....	67
7.4.1.2	Ermittlung der Lastaufteilung.....	69
8	BEISPIELE.....	72
8.1	Beispiel 1: Berechnung eines Seilnetzes mit dem Lastaufteilungsverfahren	72

8.2	Beispiel 2: Berechnung eines Vierpunktsegels mit der Software EASY	76
8.2.1	Formfindung.....	76
8.2.2	Statische Berechnung.....	79
8.2.3	Primärkonstruktion.....	84
8.3	Beispiel 3: Berechnung eines Pneukissens mit der Software EASY	86
8.3.1	Formfindung.....	86
8.3.2	Statische Berechnung.....	88
9	RHEINPARK-METROPOLE, KÖLN.....	92
9.1	Materialien	95
9.1.1	Membran	95
9.1.2	Seile.....	95
9.1.3	Unterspannter Träger	95
9.2	Bemessungskonzept	96
9.3	Lastannahmen.....	97
9.3.1	Eigengewicht.....	97
9.3.2	Windlasten	97
9.3.3	Schneelasten.....	98
9.3.4	Innendruck	98
9.3.5	Lastfallkombinationen Membran	99
9.3.6	Lastfallkombinationen Seile.....	100
9.4	Formfindung.....	101
9.5	Ergebnisse.....	104
9.6	Bewertung der Ergebnisse	114
9.7	Konfektionierung.....	115
9.8	Primärkonstruktion.....	116
9.9	Auflagerreaktionen	118
9.10	Unterspannter Träger	121
9.11	Nachweise	134
9.11.1	Folie:.....	134
9.11.2	Unterstützungsseile Pneukissen (Ø 14):.....	134
9.11.3	Trägerquerschnitt	134
9.11.4	Druckpfosten	136
9.11.5	Seil des unterspannten Trägers (Ø 28)	138
9.11.6	Stabilisierungsseil (Ø 12)	138
10	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	139
11	LITERATURVERZEICHNIS.....	142