
Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	X
1 Einführung.....	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung.....	1
1.2 Aufbau der Arbeit.....	1
2 Tragsicherheit.....	3
2.1 Grundlagen.....	3
2.2 Bewertung bestehender Konstruktionen.....	5
3 Tragwerk.....	7
3.1 Tragfunktion.....	7
3.2 Material.....	10
4 Lastannahmen	11
4.1 Eigenlasten DIN 1055-1.....	11
4.2 Verkehrslasten DIN 1055-3	12
4.2.1 Personenlasten.....	12
4.2.2 Anhängelasten.....	12
4.3 Windlasten DIN 1055-4.....	13
4.3.1 Wind in Querrichtung.....	13
4.3.2 Wind in Längsrichtung	16
4.4 Schneelasten DIN 1055-5.....	17
5 Tragsicherheitsnachweise.....	19
5.1 Grundlagen.....	19
5.1.1 DIN 18800.....	19
5.1.2 DIN EN 1993.....	21
5.2 Modellierung (ebenes statisches Modell)	22
5.2.1 Shed	22
5.2.2 Steilshed-Träger	23
5.2.3 Flachshed-Träger	24
5.2.4 Hauptträger.....	25
5.2.5 Randträger.....	26
5.2.6 Windverband und Firstprofil.....	26
5.3 Nachweis Shed.....	27
5.3.1 Lasten und Schnittgrößen.....	27
5.3.1.1 Charakteristische Werte	27
5.3.1.2 Schnittgrößen Theorie I. Ordnung	33
5.3.1.3 Schnittgrößen Theorie II. Ordnung.....	34
5.3.2 Tragsicherheitsnachweise mit Schnittgrößen Theorie I. Ordnung.....	35
5.3.2.1 Spannungsnachweis E-E.....	35
5.3.2.2 Biegeknicknachweis	36
5.3.2.3 Biegedrillknicknachweis.....	37

5.3.2.4 Nachweis Verbindung Steilshed	38
5.3.3 Tragsicherheitsnachweise mit Schnittgrößen Theorie II. Ordnung	39
5.3.3.1 N-M-V-Interaktion	39
5.3.3.2 N-M _y -M _z -M _ω -Interaktion	40
5.3.4 Analyse der Ergebnisse	41
5.3.4.1 Vergleich der Normen	42
5.3.4.2 Vergleich der Nachweisverfahren	42
5.3.4.3 Bewertung der Tragsicherheit	43
5.4 Nachweis Längsträger	44
5.4.1 Lasten und Schnittgrößen	44
5.4.1.1 Charakteristische Werte	44
5.4.1.2 Schnittgrößen Theorie I. Ordnung	45
5.4.1.3 Schnittgrößen Theorie II. Ordnung	46
5.4.2 Tragsicherheitsnachweise mit Schnittgrößen Theorie I. Ordnung	47
5.4.2.1 Spannungsnachweis E-E	47
5.4.2.2 Festigkeitsnachweis E-P	48
5.4.2.3 Biegeknicknachweis	49
5.4.2.4 Biegedrillknicknachweis	49
5.4.3 Tragsicherheitsnachweise mit Schnittgrößen Theorie II. Ordnung	49
5.4.4 Analyse der Ergebnisse	50
5.4.4.1 Vergleich der Normen	52
5.4.4.2 Vergleich der Nachweisverfahren	52
5.4.4.3 Bewertung der Tragsicherheit	53
5.5 Nachweis Hauptträger	54
5.5.1 Lasten und Schnittgrößen	54
5.5.1.1 Charakteristische Werte	54
5.5.1.2 Schnittgrößen Theorie I. Ordnung	56
5.5.1.3 Schnittgrößen Theorie II. Ordnung	57
5.5.2 Tragsicherheitsnachweise mit Schnittgrößen Theorie I. Ordnung	58
5.5.2.1 Spannungsnachweis E-E	58
5.5.2.2 Biegeknicknachweis	59
5.5.2.3 Biegedrillknicknachweis	59
5.5.3 Tragsicherheitsnachweise mit Schnittgrößen Theorie II. Ordnung	59
5.5.4 Analyse der Ergebnisse	59
5.5.4.1 Vergleich der Normen	62
5.5.4.2 Vergleich der Nachweisverfahren	62
5.5.4.3 Bewertung der Tragsicherheit	62
5.6 Zusammenfassung der Analysen	63
5.6.1 Vergleich der Normen	63
5.6.2 Vergleich der Nachweisverfahren	63
5.6.3 Bewertung der Tragsicherheit	63

6 Erweiterte Ansätze zur Bewertung der Tragsicherheit	64
6.1 Grundlagen	64
6.2 Berücksichtigung der Dacheindeckung	65
6.3 Räumliches statisches Modell	66
6.3.1 Modellierung	66
6.3.1.1 Shed	67
6.3.1.2 Längsträger und Hauptträger.....	68
6.3.2 Lasten und Schnittgrößen.....	69
6.4 Reduzierte Lastannahmen.....	70
6.4.1 Schneelasten	70
6.4.2 Windlasten	70
6.5 Reduzierte Sicherheitsbeiwerte	71
6.5.1 Eigenlasten	71
6.5.2 Materialwerte	71
6.5.3 N_{pl} - M_{pl} -Interaktion	71
6.6 Analyse der Ergebnisse.....	72
6.6.1 Nachweis des Hauptträgers mit der modifizierten N_{pl} - M_{pl} -Interaktion.....	72
6.6.2 Nachweis am räumlichen statischen Modell.....	72
6.6.3 Nachweis mit veränderten Eingangswerten	75
6.6.4 Bewertung der Tragsicherheit.....	75
7 Maßnahmen zur Erhöhung der Tragsicherheit.....	76
7.1 Lastreduzierung	76
7.1.1 Verkehrslasten.....	76
7.1.2 Eigenlasten	77
7.2 Verstärkungsmaßnahmen	79
7.2.1 Stabilisierung	79
7.2.2 Querschnittsverstärkung.....	79
7.3 Analyse der Ergebnisse.....	79
7.4 Nutzlastreserven.....	79
8 Zusammenfassung und Ausblick	80
Persönliche Schlussbetrachtung.....	81
Literaturverzeichnis.....	83
Anhang.....	84

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Weiterführende Untersuchungen bzw. Maßnahmen	2
Abbildung 2: Übersicht Grundbegriffe Tragsicherheit.....	3
Abbildung 3: Vergleich Sicherheitsabstand bzw. Tragsicherheit	4
Abbildung 4: Aufsicht Dachtragwerk.....	8
Abbildung 5: Isometrie und Explosionszeichnung	9
Abbildung 6: Schema Dachaufbau	11
Abbildung 7: Lastbild Anhängelasten für Bemessung Längsträger bzw. Hauptträger.....	12
Abbildung 8: Richtung und Verteilung der Druckbeiwerte c_p in Querrichtung.....	14
Abbildung 9: Vergleich der Windlasten in Querrichtung	15
Abbildung 10: Vergleich der Windlasten in Längsrichtung	16
Abbildung 11: Schneelastbilder und Schneelasten	18
Abbildung 12: Vergleich der Schneelasten.....	18
Abbildung 13: Statisches System Shed.....	22
Abbildung 14: Statisches System Steilshed-Träger.....	23
Abbildung 15: Verbindung Steilshed-Träger	23
Abbildung 16: Lagerung und Verformung Steilshed-Träger	24
Abbildung 17: Statisches System Flachshed-Träger.....	24
Abbildung 18: Statisches System Hauptträger	25
Abbildung 19: Isometrie Randträger	26
Abbildung 20: Eigenlasten + Schnittgrößen Shed	28
Abbildung 21: Schneelasten + Schnittgrößen Shed	29
Abbildung 22: Windlasten + Schnittgrößen Shed	30
Abbildung 23: Kraftzerlegung der Auflagerkräfte in die Shedebenen.....	31
Abbildung 24: Normalkräfte im Shed aus Längsträger	32
Abbildung 25: Schnittgrößen Shed Theorie I. Ordnung.....	33
Abbildung 26: Imperfektionen Shed.....	34
Abbildung 27: Spannungsanalyse E-E Shed.....	35
Abbildung 28: Knickfiguren Shed.....	36
Abbildung 29: Verbindung Flachshed mit Obergurt Flachshed-Träger	37
Abbildung 30: Verbindung Steilshed mit Obergurt Steilshed-Träger	38
Abbildung 31: Tragsicherheitsnachweis E-P Shed.....	39
Abbildung 32: Biegedrillknicken des Flachheds	40
Abbildung 33: Belastung des Steilshed-Trägers.....	44
Abbildung 34: Schnittgrößen Steilshed-Träger Theorie I. Ordnung.....	45
Abbildung 35: Imperfektion Steilshed-Träger	46
Abbildung 36: Spannungsanalyse E-E Steilshed-Träger.....	47
Abbildung 37: Spannungsanalyse E-E Flachshed-Träger.....	48
Abbildung 38: Knickfiguren bzw. Lagerung Obergurt Längsträger	49
Abbildung 39: Belastung Hauptträger aus Längsträger.....	54
Abbildung 40: Belastung Hauptträger.....	55
Abbildung 41: Schnittgrößen Hauptträger Theorie I. Ordnung	56

Abbildung 42: Imperfektionen Hauptträger	57
Abbildung 43: Spannungsanalyse E-E Hauptträger	58
Abbildung 44: Erweiterte Ansätze zur Bewertung der Tragsicherheit	64
Abbildung 45: Auflagerung Bimsbetonplatten mit aufgeschweißten Halblechen.....	65
Abbildung 46: Isometrie räumliches Modell mit 4 Hauptfeldern.....	66
Abbildung 47: Isometrie Shed mit Längsträger.....	67
Abbildung 48: Isometrie Verbindung Flach- und Steilshed.....	67
Abbildung 49: Verbindung Flach- und Steilshed.....	68
Abbildung 50: Isometrie Hauptträger	68
Abbildung 51: Spannungsanalyse räumliches Modell	74
Abbildung 52: Maßnahmen zur Erhöhung der Tragsicherheit.....	76
Abbildung 53: Dachaufbau mit Trapezblecheindeckung	77
Abbildung 54: Dachabdichtung mit Photovoltaik-Modulen EVALON-Solar	78
Abbildung 55: Sheddach mit Solarzellen-Modulen	78

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Struktogramm für die Berechnungen am ebenen statischen Modell	2
Tabelle 2: Ansätze zur Bewertung und Maßnahmen zur Erhöhung der Tragsicherheit	6
Tabelle 3: Dachaufbau und Eigenlasten	11
Tabelle 4: Übersicht Windlastnormen	13
Tabelle 5: Übersicht Schneelastnormen	17
Tabelle 6: Übersicht Stahlbaunormen	19
Tabelle 7: Übersicht Sicherheitsbeiwerte	19
Tabelle 8: Übersicht Tragsicherheitsnachweise der Stäbe	20
Tabelle 9: Maßgebende Schnittgrößen Theorie I. Ordnung Shed	35
Tabelle 10: Knicklängen Shed	36
Tabelle 11: Maßgebende Schnittgrößen Theorie II. Ordnung Shed	39
Tabelle 12: Ergebnisse Tragsicherheitsnachweise Shed	41
Tabelle 13: Übersicht möglicher Nachweisverfahren nach DIN 18800	42
Tabelle 14: Maßgebende Schnittgrößen Theorie I. Ordnung Steilshed-Träger	47
Tabelle 15: Maßgebende Schnittgrößen Theorie I. Ordnung Flachshed-Träger	48
Tabelle 16: Ergebnisse Tragsicherheitsnachweise Steilshed-Träger	50
Tabelle 17: Ergebnisse Tragsicherheitsnachweise Flachshed-Träger	51
Tabelle 18: Ergebnisse Tragsicherheitsnachweise Untergurt Längsträger	51
Tabelle 19: Maßgebende Schnittgrößen Theorie I. Ordnung Hauptträger	58
Tabelle 20: Ergebnisse Tragsicherheitsnachweise Hauptträger	60
Tabelle 21: Vergleich Ergebnis N-M-Interaktion Hauptträger	72
Tabelle 22: Ergebnisse Spannungsnachweis ebenes und räumliches Modell	73
Tabelle 23: Vergleich Eigenlasten Dachaufbau	77