

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Ausgangspunkt.....	1
1.2 Motivation und Zielsetzung.....	1
1.3 Überblick	2
2 Windkraftanlagen allgemein.....	3
2.1 Historische Betrachtung	3
2.2 Bauformen von Windkraftanlagen	7
2.2.1 Rotoren mit vertikaler Drehachse	7
2.2.2 Rotoren mit horizontaler Drehachse	8
2.2.3 Weitere Sonderformen	9
2.3 Begriffe	10
2.4 Der Turm	10
2.4.1 Freitragende Stahlrohrtürme	11
2.4.2 Gittertürme	12
2.4.3 Abgespannte Stahlrohrtürme.....	13
2.4.4 Betontürme	13
2.4.5 Vergleich der verschiedenen Turmkonzepte	14
2.5 Fundament	14
3 Normen und Richtlinien.....	16
4 Belastung	17
4.1 Aerodynamische Lasten	18
4.1.1 Grundlagen zur Ermittlung der Windgeschwindigkeit	19
4.1.2 Windprofilmodelle.....	21
4.1.3 Ermittlung der Windgeschwindigkeit nach DIBt-Richtlinie.....	22
4.1.4 Ermittlung der Windgeschwindigkeit nach DIN EN 61400	23
4.1.5 Vergleich zwischen DIBt-Richtlinie und DIN EN 61400.....	24
4.1.6 Weitere Einflüsse bei Windanströmung	25
4.1.7 Ermittlung der Windbelastung	25
4.2 Ständige Lasten	26
4.3 Dynamische Lasten.....	26
4.3.1 Aus Massenexzentrizitäten	26
4.3.2 Aus Kreiselkräften	26
4.4 Sonstige Lasten.....	27
5 Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen.....	28
5.1 Bildung von Lastfällen	28
5.2 Gesamtdynamische Berechnung	28
5.3 Vereinfachte Berechnung.....	29

6 Schwingungen bei Windkraftanlagen.....	31
6.1 Schwingungsanalyse mit Hilfe des Resonanzdiagramms	33
6.2 Theorie zur Ermittlung der Eigenfrequenz.....	35
6.3 Dämpfung des Systems	37
7 Betriebsfestigkeit.....	38
7.1 Theorie der Betriebsfestigkeit.....	38
7.2 Betriebsfestigkeit im Holzbau	41
7.3 Vorgaben für den Betriebsfestigkeitsnachweis in der DIBt-Richtlinie	43
8 Holzschutz.....	45
9 Entwicklung der Konstruktion	48
9.1 Vorgaben.....	48
9.2 Vorüberlegungen.....	48
9.3 Entwicklungsstadien	50
9.3.1 Erster Entwurf	50
9.3.2 Zweiter Entwurf	54
9.3.3 Dritter Entwurf	56
9.3.4 Vierter Entwurf und gewählte Ausführung	57
10 Bemessung der Konstruktion	60
10.1 Annahmen.....	60
10.2 Voruntersuchungen	60
10.3 Lastannahmen	61
10.3.1 Eigengewicht.....	61
10.3.2 Extremlasten	61
10.3.3 Windlast auf den Turm	65
10.3.4 Böenreaktionsfaktor G.....	75
10.3.5 Sonstige Einwirkungen.....	77
10.4 Lastfallkombinationen	77
10.5 Schnittgrößen.....	78
10.6 Bemessung der Positionen	80
10.6.1 Pos 1: Riegel unterer Teil.....	82
10.6.2 Pos 2: Stütze unterer Teil.....	86
10.6.3 Pos 3: K-Diagonale unterer Teil	91
10.6.4 Pos 4: Stütze oberer Teil.....	98
10.6.5 Pos 5: Diagonale oberer Teil.....	99
10.6.6 Pos 6: Riegel oberer Teil.....	103
10.6.7 Pos F1 Fundamentplatte	107
10.7 Schwingungsanalyse	108
10.7.1 Anlage Enercon E70	108
10.7.2 Anlage Dewind D8	109

10.8 Betriebsfestigkeitsuntersuchung	109
10.8.1 Betriebsfestigkeitsnachweis für Pos 2	112
10.8.2 Betriebsfestigkeitsnachweis für Pos5	113
10.9 Gebrauchstauglichkeit.....	114
10.10 Transport und Montage.....	114
10.11 Dauerhaftigkeit der Konstruktion	117
11 Diskussion der Ergebnisse.....	119
12 Zusammenfassung und Ausblick.....	126
Literaturverzeichnis	128
Abbildungsverzeichnis	130
Anhang.....	132