

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	10
4 Symbole und Einheiten	14
5 Überblick über das Messverfahren	18
6 Vorbereitung der Leistungsmessung	21
6.1 Allgemeines	21
6.2 Windenergieanlage	21
6.3 Messstandort	21
6.3.1 Geländeklassifikation	22
6.3.2 RIX-Indizes	22
6.3.3 Mittlere Neigung	23
6.3.4 Bestimmen der Geländeklasse	23
6.3.5 Bergrückenformationen	24
6.4 Übertragungsfunktion der Gondelwindgeschwindigkeit	25
6.5 Messplan	25
7 Messeinrichtung	25
7.1 Elektrische Leistung	25
7.2 Windgeschwindigkeit	26
7.3 Windrichtung	26
7.3.1 Gierstellungssensor der Gondel	26
7.3.2 Gondelwindrichtungssensor	27
7.3.3 Windrichtung	27
7.4 Luftdichte	27
7.5 Rotordrehzahl	28
7.6 Blatteinstellwinkel	28
7.7 Betriebszustand der Windenergieanlage	28
7.8 Datenerfassung	28
8 Messverfahren	29
8.1 Allgemeines	29
8.2 Betrieb der Windenergieanlage	29
8.3 Synchronisation des Datensystems (von Datensystemen)	30
8.4 Datenerfassung	30
8.5 Qualitätskontrolle der Daten	31
8.6 Zurückweisung von Daten	31

	Seite
8.7	Datenkorrektur..... 32
8.8	Datenbasis..... 33
9	Abgeleitete Ergebnisse..... 33
9.1	Datennormierung..... 33
9.1.1	Dichtekorrektur 33
9.2	Ermittlung der Kurve der gemessenen Leistung 34
9.3	Jahresenergieerzeugung (<i>AEP</i>)..... 35
9.4	Leistungsbeiwert..... 36
9.5	Unsicherheitsanalyse 36
10	Form des Messberichts 36
Anhang A (informativ) Anbringung des Gondelanemometers..... 45	
Anhang B (normativ) Verfahren mit Messsektoren..... 47	
B.1	Anwendung des Verfahrens mit Messsektoren bei der Ermittlung der Gondelübertragungsfunktion (NTF) zwischen der Windgeschwindigkeit der freien Anströmung und der Gondelwindgeschwindigkeit 47
B.2	Anwendung des Verfahrens mit Messsektoren bei der Ermittlung der Gondelleistungskurve (NPC) (bei bereits ermittelter NTF)..... 47
B.2.1	Allgemeines 47
B.2.2.1	Anforderungen hinsichtlich von benachbarten und in Betrieb befindlichen Windenergieanlagen 48
B.2.2.2	Anforderungen hinsichtlich von Hindernissen 48
B.2.2.3	Berechnung des ausgeschlossenen Sektors 50
B.2.3	Selbstkonsistenzprüfung des Messsektors 50
Anhang C (normativ) Verfahren zur Überprüfung der Gültigkeit der Übertragungsfunktion der Gondelwindgeschwindigkeit 53	
C.1	Messverfahren..... 53
C.2	Geländeklasse und Neigung 53
C.3	Messgeräte..... 53
C.4	Sonstige Windenergieanlagenausrüstung..... 53
C.5	Windenergieanlagenregelung 54
Anhang D (normativ) Messverfahren für die Übertragungsfunktion der Gondelwindgeschwindigkeit..... 55	
Anhang E (normativ) Bewertung der Messunsicherheit 62	
Anhang F (normativ) Theoretische Grundlagen zur Bestimmung der Messunsicherheit bei der Anwendung des BIN-Verfahrens..... 66	
F.1	Allgemeines 66
F.2	Weitergabe der Unsicherheit über die Phasen der NTF/NPC-Messung..... 68
F.3	Unsicherheiten der Kategorie A 72
F.3.1	Allgemeines 72
F.3.2	Unsicherheit der Kategorie A der elektrischen Leistung 72
F.4	Unsicherheiten der Kategorie B 73
F.4.1	Allgemeines 73

	Seite
F.4.2 Unsicherheiten der Kategorie B bei klimatischen Schwankungen.....	73
F.5 Erweiterte Unsicherheit.....	73
Anhang G (normativ) Abschätzung und Berechnung der NTF/NPC-Unsicherheit	74
G.1 Verfahren und Annahmen.....	74
G.2 Beispiel für Unsicherheitsberechnungen	87
G.2.1 Beschreibung der Beispiele	87
Anhang H (normativ) Zulässige Typen von Messgeräten für die Anemometrie	90
H.1 Allgemeines.....	90
H.2 Kalibrierung von Ultraschallanemometern	90
H.3 Neukalibrierung von Ultraschallanemometern	91
H.4 Unsicherheit von Ultraschall- und Propelleranemometern	92
Anhang I (informativ) Betrachtungen zu Ergebnissen und Unsicherheiten	93
I.1 Allgemeines.....	93
I.2 Verfahren zur Berechnung der Messunsicherheit.....	94
I.3 Verfahren für die Berechnung der Probenahmeunsicherheit	97
I.4 Kombinierte Mess- und Probenahmeunsicherheit.....	97
Anhang J (informativ) Berechnungsbeispiel der NTF-/NPC-Unsicherheit bei mehreren Windenergieanlagen	98
J.1 Allgemeines.....	98
J.2 Überblick über das Verfahren	98
J.3 Berechnungsbeispiel der Messunsicherheit	101
J.4 Berechnungsbeispiel der Probenahmeunsicherheit	105
J.5 Kombinierte Unsicherheit.....	105
J.6 Diskussion von Probengröße und Unsicherheit.....	105
Anhang K (informativ) Organisation von Messung, Sicherheit und Informationsaustausch	107
K.1 Allgemeines.....	107
K.2 Verantwortlichkeit für die Messung	107
K.3 Sicherheit bei der Messung.....	107
K.4 Informationsaustausch	107
K.5 Vor der Messung.....	107
K.6 Während der Messung.....	107
K.7 Nach der Messung	108
Anhang L (informativ) NPC-und NTF-Ablaufplan.....	109
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	111
 <u>Bilder</u>	
Bild 1 – Verfahrenstechnische Übersicht	20
Bild 2 – Darstellung von Beispieldaten: Übertragungsfunktion nach Anhang D	40

	Seite
Bild 3 – Darstellung von Beispieldaten: Streudiagramme von Messungen des Leistungsverhaltens mit dem Gondelanemometer	41
Bild 4 – Darstellung von Beispieldaten: mit BINs angegebene Leistungskurve mit Unsicherheitsbereichen	41
Bild 5 – Darstellung von Beispieldaten: Kurve der gemessenen Leistung und C_p -Kurve	42
Bild A.1 – Anbringung des Anemometers an der Gondel.....	46
Bild B.1 – Sektoren, die aufgrund von Nachlaufströmungen von benachbarten und in Betrieb befindlichen Windenergieanlagen und erheblichen Hindernissen auszuschließen sind	49
Bild B.2 – Beispiel für das Ergebnis einer Selbstkonsistenzprüfung	51
Bild D.1 – Gondelübertragungsfunktion für die Windgeschwindigkeit.....	60
Bild J.1 – Einfluss der Messung mehrerer Windenergieanlagen auf die Messunsicherheit.....	106
Bild J.2 – Einfluss der Messung mehrerer Windenergieanlagen auf die Probenahmeunsicherheit	106
Bild L.1 – NPC-Ablaufplan	109
Bild L.2 – NTF-Ablaufplan.....	110
 <u>Tabellen</u>	
Tabelle 1 – Klassifikation der Geländeneigung	23
Tabelle 2 – RIX-Klassifikation des Geländes	24
Tabelle 3 – Endgültige Geländeklasse	24
Tabelle 4 – Auswirkungen der größten Höhenstufe eines Bergrückens auf die Geländeklasse	24
Tabelle 5 – Beispiel einer Kurve der gemessenen Leistung	43
Tabelle 6 – Beispiel der ermittelten Jahresenergieerzeugung	44
Tabelle B.1 – Anforderungen an Hindernisse: Erheblichkeit von Hindernissen.....	48
Tabelle D.1 – Beispiel für die Darstellung einer gemessenen Leistungskurve, die auf Daten vom Messmast beruht, für die Konsistenzprüfung	61
Tabelle E.1 – Unsicherheitskomponenten bei der Bewertung der Gondelübertragungsfunktion	63
Tabelle E.2 – Unsicherheitskomponenten bei der Bewertung der Gondelleistungskurve	64
Tabelle E.3 – Unsicherheitskomponenten der auf der Gondel basierenden absoluten Windrichtung.....	65
Tabelle F.1 – Beispiele von vernachlässigbaren Ausgangsquellen	68
Tabelle F.2 – Liste der Unsicherheiten der Kategorien A und B bei der NTF	69
Tabelle F.3 – Liste der Unsicherheiten der Kategorien A und B bei der NPC	70
Tabelle F.4 – Erweiterte Unsicherheiten	73
Tabelle G.1 – Abschätzungen der Unsicherheitskomponenten aus der Standortkalibrierung.....	75
Tabelle G.2 – Abschätzungen der Unsicherheitskomponenten aus der NTF-Messung	77
Tabelle G.3 – Abschätzungen der Unsicherheitskomponenten aus der NPC-Messung.....	79
Tabelle G.4 – Abschätzungen für $u_{V5,i}$ für NPC-Geländeklasse	81
Tabelle G.5 – Abschätzungen der Unsicherheitskomponenten für die Windrichtung	82
Tabelle G.6 – Abschätzungen der Beitragsfaktoren für die Standortkalibrierung	84
Tabelle G.7 – Abschätzungen der Beitragsfaktoren für die NTF.....	85
Tabelle G.8 – Abschätzungen der Beitragsfaktoren für die NPC	86
Tabelle J.1 – Liste der korrelierten Unsicherheitskomponenten	99

	Seite
Tabelle J.2 – Beispiel von <i>AEP</i> - und Unsicherheitsdaten von drei Windenergieanlagen.....	101
Tabelle J.3 – Beitrag der Unsicherheitskomponenten zur <i>AEP</i> -Unsicherheit von Windenergieanlage 1	102
Tabelle J.4 – Kombination von Unsicherheitskomponenten über die Windenergieanlagen.....	104