DNV·GL

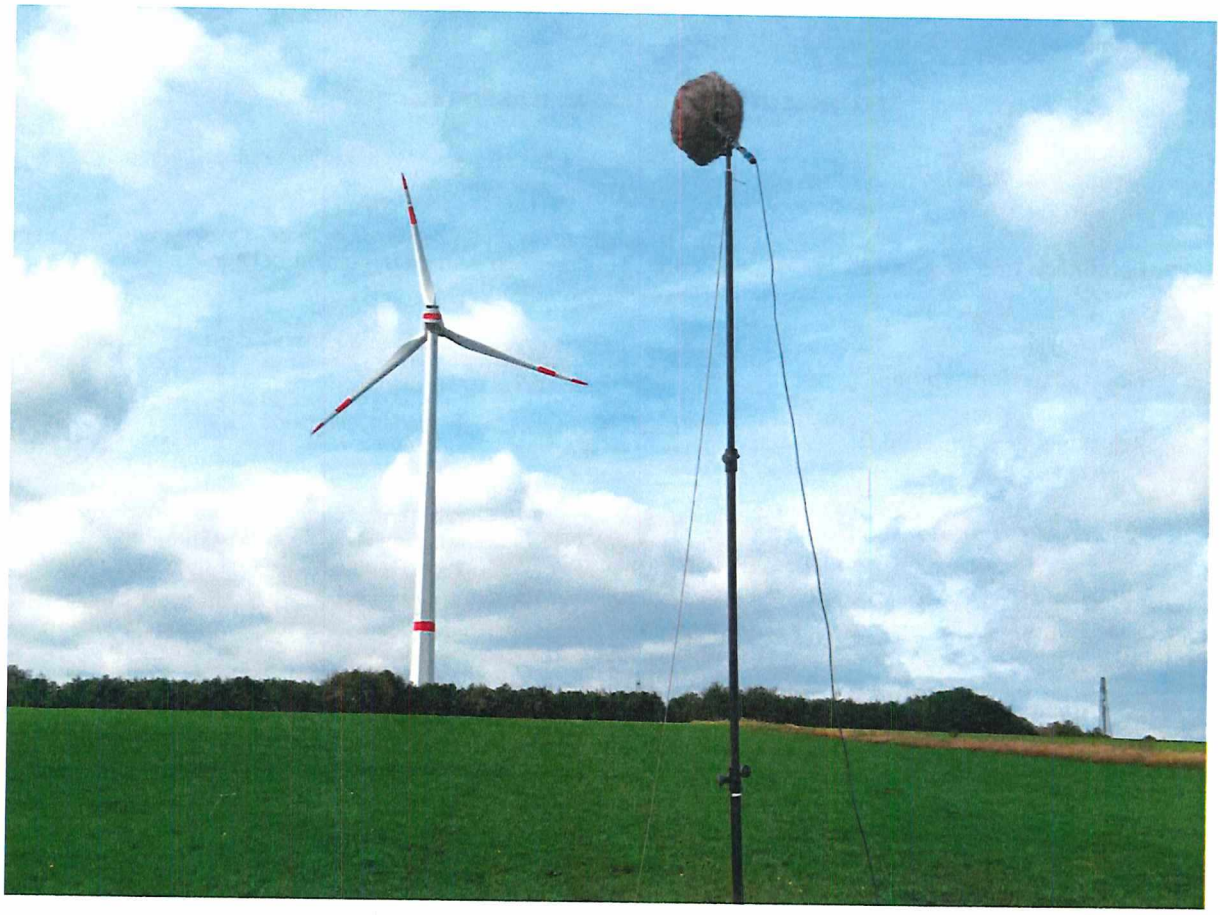
000049

SCHÜTZ VT 110, OBERDREISBACH

Schallimmissionsgutachten

Schütz GmbH & Co. KGaA

Berichtsnummer : 10161202-A-1-B
Berichtsdatum: 2019-12-05



WICHTIGER HINWEIS UND AUSSCHLUSSERKLÄRUNG

1. Dieses Dokument ist ausschließlich zur Verwendung durch den auf der ersten Seite dieses Dokuments genannten Kunden bestimmt, an den dieses Dokument gerichtet ist und der eine schriftliche Vereinbarung mit der DNV GL-Einheit geschlossen hat, die dieses Dokument ausstellt (im Folgenden „DNV GL"). Soweit dies rechtlich zulässig ist, übernimmt DNV GL oder ein anderes Unternehmen der Gruppe (im Folgenden „die Gruppe") gegenüber Dritten (anderen Personen als dem Kunden) keinerlei Vertrags- oder Deliktshaftung, auch nicht auf Grund von Fahrlässigkeit, noch sonst eine Haftung, und kein Unternehmen der Gruppe außer DNV GL haftet für einen wie auch immer gearteten Verlust oder Schaden, der aufgrund einer Handlung, einer Unterlassung oder eines Versäumnisses (sei es aus Fahrlässigkeit oder aus einem anderen Grund) von DNV GL, der Gruppe oder einem seiner oder ihrer Mitarbeiter, Subunternehmer oder Bevollmächtigten eintritt. Dieses Dokument muss in seiner Gesamtheit betrachtet werden und unterliegt allen darin oder in einer anderen damit verbundenen maßgeblichen Mitteilung zum Ausdruck gebrachten Annahmen und Voraussetzungen. Dieses Dokument kann genaue technische Daten enthalten, die nur zur Verwendung durch Personen bestimmt sind, die über das erforderliche Know-how auf dem entsprechenden Fachgebiet verfügen.

2. Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt und darf nur entsprechend den Bestimmungen der Dokumentenklassifizierung sowie sonstiger daran geknüpfter Bedingungen vervielfältigt oder weitergegeben werden, die in diesem Dokument und/oder in der schriftlichen Vereinbarung zwischen DNV GL und dem Kunden enthalten sind bzw. auf die darin verwiesen wird. Kein Teil dieses Dokuments darf ohne die ausdrückliche vorherige schriftliche Zustimmung von DNV GL in einer Emissionserklärung, einem Zeichnungsprospekt oder einer Börsennotierung, einem Rundbrief oder einer ähnlichen sonstigen Bekanntmachung erscheinen. Eine Einstufung in der Dokumentenklassifizierung, die es dem Kunden erlaubt, dieses Dokument weiterzugeben, bedeutet dadurch nicht, dass DNV GL gegenüber einem anderen Empfänger als dem Kunden in irgendeiner Weise haftbar ist.

3. Dieses Dokument wurde auf der Grundlage von Informationen zu Daten und Fristen erstellt, auf die in diesem Dokument verwiesen wird. Dieses Dokument schließt nicht aus, dass sich Informationen ändern können. Sofern und in dem Maße wie die Kontrolle und Überprüfung von Informationen oder Daten nicht ausdrücklich in dem schriftlich festgehaltenen Leistungsumfang vereinbart wurde, ist DNV GL weder für vom Kunden oder einem Dritten an DNV GL gegebene fehlerhafte Informationen oder Daten noch für die Folgen solch fehlerhafter Informationen oder Daten in irgendeiner Weise verantwortlich, gleichgültig, ob diese Informationen oder Daten in diesem Dokument enthalten sind bzw. darauf verwiesen wird oder nicht.

4. Alle Schätzungen und Vorhersagen in Bezug auf Wind und Energie unterliegen Faktoren, die nicht alle im Rahmen der Wahrscheinlichkeit liegen, und beinhalten Unsicherheiten, die in diesem Dokument genannt sind bzw. auf die in diesem Dokument verwiesen wird, und nichts in diesem Dokument gewährleistet eine bestimmte Windgeschwindigkeit oder Energieleistung.

LEGENDE ZUR DOKUMENTENKLASSIFIZIERUNG

Streng vertraulich	:	Zur Herausgabe nur an namentlich genannte Einzelpersonen in der Organisation des Kunden.
Persönlich und vertraulich	:	Zur Herausgabe nur an Einzelpersonen in der Organisation des Kunden, die direkt von dem im Dokument behandelten Sachverhalt betroffen sind.
Vertrauliche Geschäftsinformationen	:	Nicht zur Herausgabe an Personen außerhalb der Organisation des Kunden.
Ausschließlich für DNV GL	:	Nicht zur Herausgabe an Personen, die keine DNV GL-Mitarbeiter sind.
Nach Ermessen des Kunden	:	Weitergabe zu Informationszwecken ist nur nach Ermessen des Kunden gestattet (vorbehaltlich des oben stehenden „Wichtiger Hinweis und Ausschlusserklärung" sowie der Bestimmungen der schriftlichen Vereinbarung zwischen DNV GL und dem Kunden).
Veröffentlicht	:	Nur der allgemeinen Öffentlichkeit zu Informationszwecken zugänglich (vorbehaltlich des oben stehenden „Wichtiger Hinweis und Ausschlusserklärung").

Projekt:	Schallimmissionsgutachten für die Umgebung des Windparks Oberdreisbach.	DNV GL - Energy Renewables Measurements
Berichtstitel:	Schallimmissionsgutachten	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH
Kunde:	Schütz GmbH & Co. KGaA, Schützstraße 12, 56242 Selters	Sommerdeich 14b
Kontaktperson:	Jörg Klöckner	25709 Kaiser-Wilhelm-Koog
Auftragsdatum:	2019-07-31	Deutschland
Projektnummer:	10161202	Tel: 04856 901 0
Berichtsnummer:	10161202-A-1-B	HR B 636 ME

Auftrag:
Erstellung eines Schallimmissionsgutachten für die Umgebung der WEA VT 110 bei Oberdreisbach.

Erstellt von:	Geprüft von:	Freigegeben von:
Joschua Przybilla (M.Eng.) Projektingenieur / Messtechniker	Dipl.-Ing. (FH) Ulf Kock Messstellenleiter §29b BImSchG	Dipl.-Ing. (FH) Ulf Kock Messstellenleiter §29b BImSchG

☐ Streng vertraulich

☐ Persönlich und vertraulich

☐ Vertrauliche Geschäftsinformationen

☐ Ausschließlich für DNV GL

☒ Nach Ermessen des Kunden

☐ Veröffentlicht

Dieser Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Zustimmung der GL Garrad Hassan Deutschland GmbH vervielfältigt werden.

Revision	Datum	Ausgabe	Berichtsersteller	Prüfer	Freigabe erteilt durch
A	2019-10-18	Erstausgabe	Philip Wocken	Ulf Kock	Ulf Kock
B	2019-12-05	Editorielle Änderung (S41 und S42)	Joschua Przybilla	Ulf Kock	Ulf Kock

ilac-MRA

DAkkS
Deutsche Akkreditierungsstelle
D-PL-11134-01-00

Dieser Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Zustimmung der GL Garrad Hassan Deutschland GmbH vervielfältigt werden. Er umfasst insgesamt 51 Seiten inklusive des Anhanges.

Inhaltsverzeichnis

1 KURZBESCHREIBUNG UND AUFGABENSTELLUNG 3
1.1 Auftrag 3
1.2 Allgemeine Angaben 3

2 VERFAHRENSVORSCHRIFTEN UND MESSUMFANG 4
2.1 Verwendete Normen und Richtlinien 4
2.2 Messgeräte 4
2.2.1 Akustische Messkette 4
2.2.2 Digitale Zwischenspeicherung der akustischen Signal 4
2.2.3 Meteorologische Messgeräte 4

3 EMISSIONSMESSUNG 5
3.1 Messdurchführung 5
3.2 Messergebnisse und Bewertung 6
3.3 Hinweise und Abweichungen 6

4 IMMISSIONSMESSUNG 7
4.1 Messorte 7
4.2 Beurteilung der Immissionsorte 8
4.3 Messdurchführung 8
4.4 Messergebnisse und Bewertung 8
4.5 Subjektive Geräuscheinschätzung 8
4.6 Hinweise und Abweichungen 9

5 ZUSAMMENFASSUNG UND BEWERTUNG 10

6 REFERENZEN 11

7 FORMEL- & ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS 13

8 ANHANG 14
8.1 Blockschaltbild der Emissionsmessung 14
8.2 SEM - Geräteliste 15
8.3 SEM - Dämpfungswerte des Sekundärwindschirms 16
8.4 SEM - Zeitverlauf 17
8.5 SEM - Regressionsanalyse L_{Aeq} 18
8.6 SEM - Ergebnisse 19
8.7 SEM - Pegel über gemessene WG 20
8.8 SEM - Pegel über Leistung 21
8.9 SEM - Drehzahl über Leistung 22
8.10 SEM - Drehzahl über Leistung (10s Werte) 23
8.11 SEM - Frequenzspektren 1 - 6 bei WG = 4 m/s 24
8.12 SEM - Frequenzspektren 7 - 12 bei WG = 4 m/s 25
8.13 SEM - Frequenzspektren 1 - 6 bei WG = 5 m/s 26
8.14 SEM - Frequenzspektren 7 - 12 bei WG = 5 m/s 27
8.15 SEM - Frequenzspektren 1 - 6 bei WG = 6 m/s 28
8.16 SEM - Frequenzspektren 7 - 12 bei WG = 6 m/s 29
8.17 SEM - Frequenzspektren 1 - 6 bei WG = 7 m/s 30
8.18 SEM - Frequenzspektren 7 - 12 bei WG = 7 m/s 31

8.19	SEM - Frequenzspektren 1 - 6 bei WG = 8 m/s	32
8.20	SEM - Frequenzspektren 7 - 12 bei WG = 8 m/s	33
8.21	SEM – Terzspektrum 7 m/s	34
8.22	SEM - Oktavspektrum 7 m/s	35
8.23	Blockschaltbild der Immissionsmessung	36
8.24	AP - Geräteliste	37
8.25	AP - Frequenzspektrum Betriebsgeräusch (ohne Ton)	38
8.26	AP - Frequenzspektrum Betriebsgeräusch (mit Ton)	39
8.27	AP – Frequenzspektrum Hintergrundgeräusch	40
8.28	AP - Tonhaltigkeitsanalyse gemäß DIN 45681 (1/2)	41
8.29	AP - Tonhaltigkeitsanalyse gemäß DIN 45681 (2/2)	42
8.30	Geografische Lage der untersuchten WEA	43
8.31	Herstellerbescheinigung der WEA	44
8.32	Leistungskurve der WEA (Tagbetrieb; 3,2 MW Modus)	45
8.33	Auszug aus der Genehmigung (Seite 1/2)	46
8.34	Auszug aus der Genehmigung (Seite 2/2)	47
8.35	Fotos der Emissionsmessung (1/2)	48
8.36	Fotos der Emissionsmessung (2/2)	49
8.37	Fotos der Immissionsmessung (1/2)	50
8.38	Fotos der Immissionsmessung (2/2)	51

1 KURZBESCHREIBUNG UND AUFGABENSTELLUNG

1.1 Auftrag

Am 2019-07-31 wurde die GL Garrad Hassan Deutschland GmbH (GH-D) von der Schütz GmbH & Co. KGaA, beauftragt in der Umgebung von Windenergieanlagen bei Oberdreisbach Geräuschmessungen zum Nachweis der Richtwerteinhaltung durchzuführen. Der Umfang der Messungen wurde nach Rücksprache mit dem Auftraggeber festgelegt auf:

- Eine Schallemissionsmessung (SEM) an der zu untersuchenden Windenergieanlage (WEA) Schütz VT 110,
- eine Auffälligkeitsprüfung (AP) einem geeigneten Ersatzimmissionsort (EIO) im Fernfeld.

Ein Auszug aus der Genehmigung mit den geräuschemissions- und -immissionsrelevanten Inhalten befindet sich im Anhang.

Die GH-D ist vom Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Landwirtschaft des Landes Schleswig-Holstein seit dem 1994-04-01 bekannt gegeben als Messstelle gemäß §29b Bundesimmissionsschutzgesetz /1/ für Geräuschmessungen an Windenergieanlagen (Emissionsmessungen) sowie zur Geräuschbeurteilung für die Umgebung von Windenergieanlagen (Immissionsmessungen).

1.2 Allgemeine Angaben

Die Basis für die durchgeführten Messungen sind nachfolgend in Tabelle 1-1 genannte Daten.

Tabelle 1-1 Auftragskontakte

Kontakte	Kontaktdetails
Betreiber & Antragsteller	WÄLLER ENERGIE eG Lamprechtstraße 6 57567 Daaden
Anordnende Behörde	Landkreis Altenkirchen, Untere Immissionsschutzbehörde Parkstraße 1 57610 Altenkirchen

Es wurden die in Tabelle 1-2 aufgeführte WEA des Windparks begutachtet.

Tabelle 1-2 Lage und Bezeichnung der vermessenen WEA

Hersteller	Typ	Seriennummer	Betriebsmodus	Koordinaten
Schütz	VT 110	2008 1009	Offener Betrieb (3,2 MW)	Ostwert: 32425698; Nordwert: 5618407

Weitere Details zu der WEA ist der Herstellerbescheinigung im Anhang zu entnehmen. Alle genannten Immissionsorte wurden der Schallprognose /17/ entnommen, die vom Kunden zur Verfügung gestellt wurde. Der IO 15 wurde als am nahest gelegener Immissionsort betrachtet.

Tabelle 1-3 Bezeichnung, Lage und Anschrift der relevanten Immissionsorte (IO)

Relevante Immissionsorte	Anschrift
IO 15	L285, Hachenburger Str. 31, 57520 Friedewald

2 VERFAHRENSVORSCHRIFTEN UND MESSUMFANG

2.1 Verwendete Normen und Richtlinien

Es wurde eine Emissionsmessung an einer WEA des Windparks gemäß den „Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Rev. 18" vom 2008-02-01, Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW), /8/ durchgeführt. Die /8/ wird vom „Arbeitskreis Geräusche" unter der Federführung der Länderimmissionsschutzbehörden zur Anwendung empfohlen.

Sie basiert auf der DIN EN 61400-11 /10/, der deutschen Fassung der für Europa gültigen Norm IEC 61400-11 Ed. 2.1 /9/.

Neben der Emissionsmessung im Nahfeld ist auch eine Fernfeldbegutachtung zur Prüfung auf eventuell auftretende Tonhaltigkeiten der WEA durchzuführen. Diese basiert auf der DIN 45681 „Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen" /6/.

Die abschließende Beurteilung erfolgt gemäß „Bundesimmissionsschutzgesetz" /1/ unter Berücksichtigung der Vorgaben der „Sechsten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift vom 26.8.98 zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm -TA-Lärm" /2/.

2.2 Messgeräte

Zur Ermittlung der verschiedenen Messgrößen wurden die im Anhang dargestellten Geräte verwendet.

2.2.1 Akustische Messkette

Die gesamte akustische Messkette entspricht den Anforderungen nach /2/, Kapitel A3.2 a und wurde vor und nach der Messung mit einer Prüfschallquelle des Typs B&K 4231 überprüft.

Zur Überprüfung der Eichung sind die Schallpegelmesser und Kalibratoren mit Eichschildern versehen. Weiterhin können die Eichunterlagen im Hause GH-D eingesehen werden. Die gemessenen Daten werden im Schallpegelmesser und zusätzlich über die USB-Schnittstelle des Pegelmessers mit einem PC-System unter Benutzung der Messsoftware DasyLab aufgezeichnet.

Die durch die Verwendung des Sekundärwindschirms verursachte Dämpfung wurde rechnerisch korrigiert. Die Einfügungsdämpfung für den verwendeten Windschirm vom Typ EWS-15-04 ist dem Anhang zu entnehmen.

2.2.2 Digitale Zwischenspeicherung der akustischen Signal

Die akustischen Signale werden mit einem Digitalrekorder folgenden Typs aufgezeichnet.

Tabelle 2-1: Verwendetes Aufzeichnungsgerät

Typ	Amplitudengang
☐ Marantz PMD620 MK II	20 Hz bis 20 kHz (±1,0 dB)
☒ Svantek 959	10 Hz bis 20 kHz (± 0,7 dB)

2.2.3 Meteorologische Messgeräte

Alle meteorologischen Messgeräte werden, soweit erforderlich, periodisch kalibriert. Die Kalibrierdaten können im Hause der GH-D eingesehen werden. Die gemessenen meteorologischen Daten werden mittels eines Datenloggers auf einem PC-System unter Benutzung der Messsoftware DasyLab aufgezeichnet.

3 EMISSIONSMESSUNG

Die beurteilende Messung wurde am 2019-09-17 in der Zeit von 12:05 Uhr bis 21:04 Uhr von den Messtechnikern Dipl.-Ing. (FH) Philip Wocken und Joschua Przybilla (M.Eng.) durchgeführt. Auftretende Störungen wie z. B. Verkehrs- oder Fluglärm wurden während der Messung als solche markiert und nicht für die Auswertung verwendet.

Fremdgeräusche benachbarter Geräuschquellen, deren Einfluss nicht herausgefiltert werden konnte, wurden festgestellt. Somit kann eine Verfälschung der Messergebnisse durch Fremdgeräusche nicht gänzlich ausgeschlossen werden, ist aber aus Sicht der Gutachter als relativ gering einzustufen, da ein ausreichend großer Störgeräuschabstand bei der Messung gegeben war.

Die Bedeutung des im Zeitschrieb angegebenen Status ist:

Status 0 Daten werden nicht zur Auswertung herangezogen

Status 0,5 Fremdgeräuschmessung

Status 1 Gesamtgeräuschmessung (Tagbetriebsmodus 3,2 MW, offener Betrieb)

3.1 Messdurchführung

Während der Emissionsmessung an der WEA VT 110 waren alle anderen, weiter südlich befindlichen WEA, in Betrieb, da diese keinen relevanten Einfluss auf die Emissionsmessung hatten. Die Tabelle 3.1 zeigt die am Messtag ermittelten meteorologischen Bedingungen. Die Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe lagen während der Betriebsgeräuschmessung in einem Bereich von ca. 3,5 m/s bis 8,9 m/s über die berechnete Windgeschwindigkeit.

Tabelle 3-1 Meteorologische Bedingungen am Messtag

	Werte
Windrichtung	WNW
Luftdruck	960,5 - 961,1 hPa
Lufttemperatur	12,5 - 17,7 °C
Wetterlage	bedeckt, trocken

Der Messpunkt wurde aufgrund der örtlichen Gegebenheiten entsprechend der /8/ in einer Entfernung von R_0 = 191 m hinter der WEA (Mitwindrichtung) gewählt.

Es wurden richtlinienkonform neben den akustischen Daten auch die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung in 10 m Höhe, die abgegebene Wirkleistung der Anlage sowie die Temperatur und der Luftdruck aufgezeichnet. Die Windgeschwindigkeit wurde gemäß der /8/ aus der gemessenen Leistung und der anschließenden Rückrechnung mit Hilfe der entsprechenden Leistungskurve ermittelt.

Hinweis: Grundsätzlich soll laut /8/ bis zu der Windgeschwindigkeit gemessen werden, bei der die WEA 95 % der Nennleistung erreicht (WG95%). Messwerte oberhalb von WG95% sind in der Regressionsgrafik durch Dreiecke gekennzeichnet, da diese Werte über ein Verfahren größerer Ungenauigkeit ermittelt wurden. Für die Berechnung der Schallimmissionspegel an den relevanten IO ist der höchste, immissionsrelevante Schallleistungspegel der Anlage zu ermitteln. Dieser liegt für die zu beurteilende WEA bei ca. 8 m/s.

3.2 Messergebnisse und Bewertung

Der ermittelte maximale Schallleistungspegel tritt bei einer Windgeschwindigkeit von WG = 8 m/s auf und liegt bei

L_{WA} = 103,9 dB(A)

Die Bestimmung der Impulshaltigkeit der WEA erfolgt nach der /8/ in Anlehnung an /4/. Auf eine detaillierte Analyse wurde verzichtet, da subjektiv durch die Gutachter keine impulshaltigen Geräusche wahrgenommen wurden. Eine Richtcharakteristik des Geräusches zu Lasten einer anderen als der Mitwindrichtung wurde nicht festgestellt.

Da eine Tonhaltigkeitsbewertung im Nahfeld der Anlage keine Aussage über das Verhalten im Fernfeld der Anlage hat, erfolgte die Beurteilung der Tonhaltigkeit im Rahmen der Prüfung auf Auffälligkeiten am Ersatzimmissionsort. Dabei wurde die im Nahfeld detektierte Auffälligkeit im Bereich von 100 – 160 Hz gezielt untersucht. Einzelereignisse wie z.B. das Anfahren oder Abschalten der WEA sollen den Mittelungspegel des Schalldruckes nicht um mehr als 10 dB überschreiten. Eine unzulässige Pegelerhöhung wurde nicht festgestellt.

3.3 Hinweise und Abweichungen

Die folgenden Daten wurden aus der Anlagensteuerung ausgekoppelt: Wirkleistung, Drehzahl, Pitchwinkel und Gondelanemometerwindgeschwindigkeit, wobei lediglich die Auskopplung der Wirkleistung eine Abweichung zur Technischen Richtlinie /8/ darstellt.

Bei der Ermittlung des Schallleistungspegels wurde eine Mittelungszeit von 10 s verwendet, da sonst nicht genügend Datensätze für das Betriebsgeräusch oberhalb 95% der Nennleistung vorliegen. Abweichend zur /8/ wurde nicht die Gondelanemometermethode angewandt, sondern die Kappa Korrektur verwendet, da eine gute Korrelation zwischen gemessener Windgeschwindigkeit am 10 m Messmast und abgegebener Anlagenleistung gegeben war.

Die Messung ist gemäß der Technischen Richtlinie /8/ nicht vollständig, da in den Windklassen 8, 9 und 10 m/s weniger als drei Minutenmittelwerte des Gesamtgeräuschpegels und Fremdgeräuschpegels gemessen wurden. Wie aus den Grafiken im Anhang zu entnehmen ist, wurde die Anlage auch im Regelbetrieb bei ihrer Nennleistung und ihrer Nenndrehzahl vermessen. Ist die Nenndrehzahl erreicht und die Windgeschwindigkeit nimmt weiter zu, pitchen die Rotorblätter aus dem Wind, was eine Absenkung der Schallemissionen in diesem Regelbereich zur Folge hat. Da weniger als 18 Datensätze (10 s) des Gesamtgeräusches bei 8 m/s aufgezeichnet wurden, ist im Anhang das Terz- und Oktavspektrum für 7 m/s dargestellt.

Der Windmessmast wurde seitlich zur WEA aufgestellt, um eine optimale Anströmung zu gewährleisten.

Abweichend zu Kapitel 5.2.1 Meteorology meters des Kalibrierprogramms /16/ wurden der Luftdruck- und Temperatursensor nicht 24 Monate nach der letzten Kalibrierung erneut kalibriert, da dies keine Anforderung durch die Technischen Richtlinie /6/ ist und die Temperatur und der Luftdruck nachweislich keinen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse der Messung haben.

4 IMMISSIONSMESSUNG

Die messtechnische Auffälligkeitsprüfung (AP) wurde in der Zeit von 2019-09-17 12:05 Uhr bis 21:11 Uhr mit einem zweiten Schallpegelmesser parallel zur Emissionsmessung durchgeführt. Auftretende Störungen, wie z. B. Verkehrs- oder Fluglärm, wurden nicht wie bei der Emissionsmessung als Störung markiert, da die Messung im Fernfeld zeitweilig unbeaufsichtigt durchgeführt wurde.

4.1 Messorte

Die Messung im Fernfeld der WEA konnte aufgrund ständig vorherrschender Fremdgeräusche und Reflektionen durch Gebäude nicht direkt am relevanten Immissionsort IO 15 durchgeführt werden. Daher erfolgte die Auffälligkeitsprüfung (AP) an einem Ersatzimmissionsort in gleicher Distanz (ca. 400 m) unter Mitwindbedingungen direkt hinter der WEA.

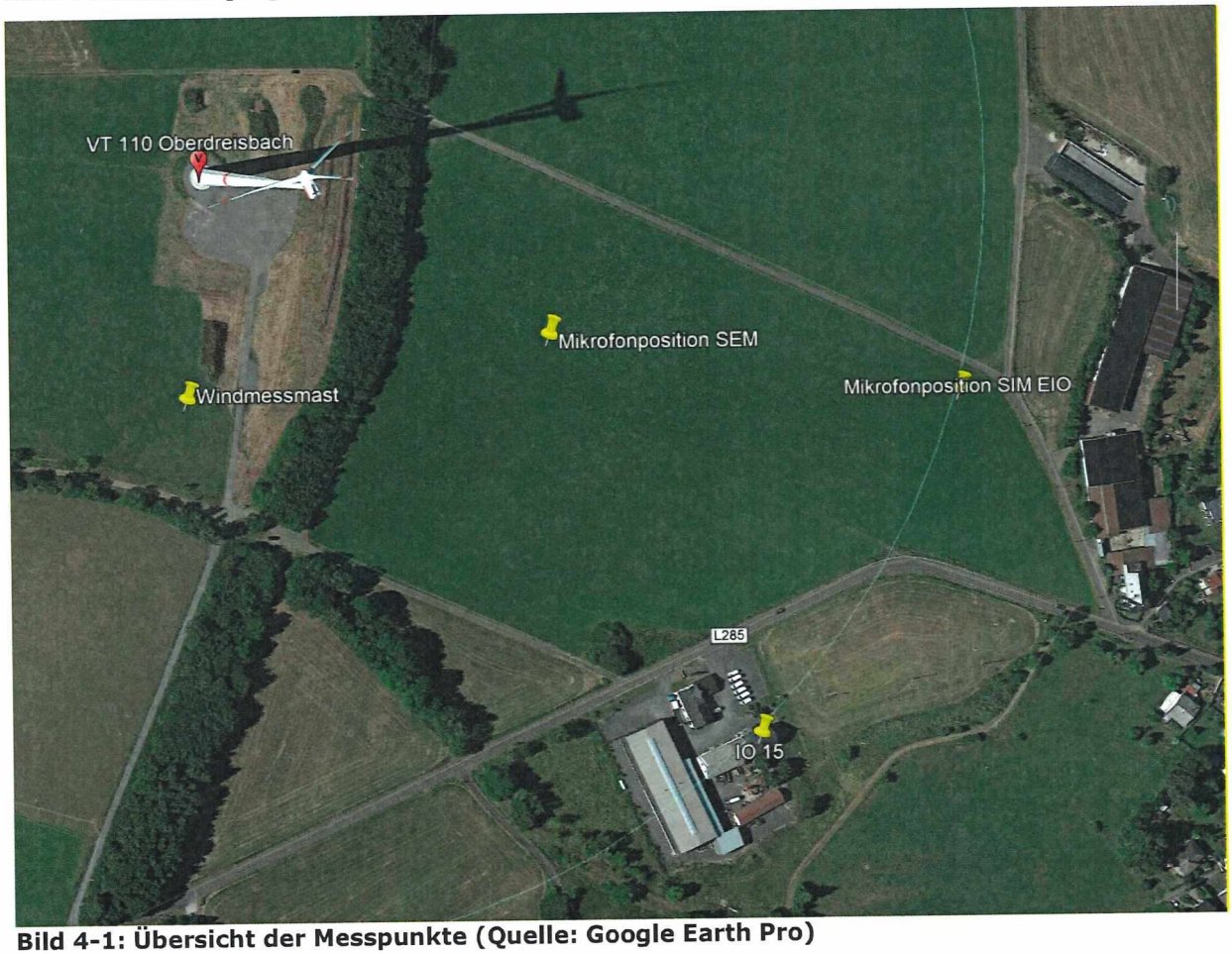


Bild 4-1: Übersicht der Messpunkte (Quelle: Google Earth Pro)

Auf Grund der Nähe zur zeitweilig stark frequentierten L 285 dient die Immissionsmessung lediglich zur Überprüfung auf immissionsrelevante tonale Geräuschkomponenten im Fernfeld. Eine Überprüfung der Geräuschimmissionsbelastung ist auf Grund des Verkehrs zur Tageszeit weder an den umliegenden IO, noch am EIO, möglich.

4.2 Beurteilung der Immissionsorte

Der untersuchte Immissionsort 15 (IO 15), welcher der Genehmigung zu Grunde liegenden Prognoserechnung /17/ entnommen wurde, ist von seiner Lage und den akustischen Bedingungen her wie folgt zu beurteilen.

Der IO befindet sich östlich eines mit Windenergieanlagen bebauten Gebiets und westlich, außerhalb der Ortschaft Friedewald an der L 285 (Hachenburger Str.). Der IO ist ein Wohngebäude auf einem gewerblich genutzten Gelände mit mehreren Hallen (siehe Bild 8-3 im Anhang), die jedoch keine signifikante abschirmende Wirkung für die höher gelegenen WEA haben.

Auf dem Gelände des IO befindet sich wenig Vegetation, sodass der EIO in identischer horizontaler Distanz (ca. 400 m) auf einem freien Feld gewählt wurde, um vergleichbare akustische Eigenschaften zu erhalten. Es wird erwartet, dass die Ergebnisse des EIO vollständig auf den IO 15 übertragbar sind.

Weitere Immissionsorte wurden nicht detailliert betrachtet.

4.3 Messdurchführung

Um den Windgeräuscheinfluss durch Rauschen am Mikrofon zu minimieren, wurden ein primärer und ein sekundärer Windschirm verwendet. Hierdurch kann ein relevanter Windgeräuschanteil ausgeschlossen werden. Der verwendete Pegelmesser wurde zeitsynchron mit der Emissionsmessung betrieben.

Da sich zum Zeitpunkt der Messung der EIO in Mitwindrichtung zu den WEA befand, ist davon auszugehen, dass die festgestellte Geräuschsituation die Maximalbelastung des EIO darstellt. Der Tabelle 3-1 sind die am Messtag ermittelten meteorologischen Bedingungen zu entnehmen.

4.4 Messergebnisse und Bewertung

Die Auffälligkeitsprüfung am EIO ergab bezüglich der VT 110 eine leichte Auffälligkeit in Form von einer zeitweise schwach auftretenden Tonhaltigkeit. Repräsentative Schmalbandspektren sind dem Anhang beigefügt. Insgesamt wurden im Zeitraum von 13:39:40 bis 21:10:50 Uhr parallel zur Emissionsmessung insgesamt 827 Datensätze des Betriebsgeräusches und 204 Datensätze des Hintergrundgeräusches mit je 10 s Länge aufgezeichnet und auf Tonhaltigkeit analysiert. Repräsentative Spektren sind im Anhang dargestellt.

Die bei der Emissionsmessung aufgefallene tonale Geräuschkomponente im Frequenzbereich von 100 – 160 Hz wurde hierbei gezielt untersucht und überwiegend der WEA zugeordnet, wobei nicht ausgeschlossen werden kann, dass zeitweilig Umgebungslärm diese Frequenzen zusätzlich verstärkt hat. Weitere Töne in höheren und tieferen Frequenzbereichen konnten festgestellt werden. Diese sind der Umgebung (Verkehrslärm, Flugzeuge und den anderen WEA) zuzuordnen, da sie nicht nur während der Betriebsgeräuschmessungen, sondern auch bei der Hintergrundgeräuschmessungen, auftraten.

Die analysierte Tonhaltigkeit im Frequenzbereich von 100 – 160 Hz wurde gemäß der TA-Lärm bezogen auf die Einwirkdauer betrachtet und ergab einen mittleren Tonpegel von ΔL = 0,86 dB bei einer Bezugsdauer von 28% der Zeit. Hieraus resultiert ein Tonzuschlag von K_T = 1 dB.
Gemäß der TA-Lärm /2/ ergibt sich somit ein Zuschlag von 1 dB.

4.5 Subjektive Geräuscheinschätzung

Die WEA des WP Oberdreisbach sind zwar an den IO und EIO zeitweise mit ihren anlagentypischen, aerodynamischen Geräuschen wahrnehmbar, diese sind jedoch nicht als auffällig einzustufen.

Subjektiv war in Mitwindrichtung und immissionsrelevanter Entfernung zum Windpark zeitweise eine leichte tonale Geräuschkomponente wahrnehmbar, die sich jedoch als relativ unauffällig und schwach ausgeprägt zeigte. Sie stach nicht negativ aus dem subjektiven Geräuschbild hervor, welches auch die Immissionen der benachbarten WEA enthielt, die subjektiv auffälliger wahrnehmbar waren.

4.6 Hinweise und Abweichungen

Es sind keine Abweichungen von den QM Prozeduren und den zu Grunde liegenden Normen zu dokumentieren.

5 ZUSAMMENFASSUNG UND BEWERTUNG

Die ursprüngliche Schallprognose /17/ für den Tagbetrieb der untersuchten WEA VT 110 ging von einem Schallleistungspegel von 106,1 dB(A) mit zusätzlicher Berücksichtigung eines Zuschlags K = 4,9 dB aus. Die resultierenden Immissionspegel dieser Prognose wurden der Genehmigung der untersuchten WEA VT 110 (Auszug siehe Anhang) zu Grunde gelegt und hielten an den umliegenden Immissionsorten die jeweils dort geltenden Immissionsrichtwerte zur Tagzeit ein.

Die Ergebnisse der nun durchgeführten Messungen zeigen, dass der messtechnisch erfasste Schallleistungspegel der VT 110 deutlich niedriger liegt. Dieser ist gemäß der durchgeführten Vermessung mit $L_{WA,max}$ = 103,9 dB(A) bei einer Messunsicherheit von 1,4 dB ermittelt worden. Die erhöhte Messunsicherheit resultiert aus der geringen Datenbasis bei 8 m/s. Da die WEA ihre Nenndrehzahl erreicht hat und durch „heraus-pitchen" der Rotorblätter aus dem Wind eine weitere Leistungs- und Drehzahlsteigerung unterbunden wird ist erfahrungsgemäß auch von keinem weiteren relevanten Anstieg der Schallemission durch die WEA zu höheren Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe auszugehen. Die zusätzlich zeitgleich durchgeführte Auffälligkeitsprüfung im Fernfeld zeigte zeitweise eine leichte tonale Geräuschkomponente, sodass ein Tonzuschlag von 1 dB auf den immissions-relevanten Schallleistungspegel zu vergeben ist. Weitere akustische Auffälligkeiten wie eine Impulshaltigkeit oder Rotorschlaggeräusche wurden nicht festgestellt. Einzelereignisse wie z.B. das Anfahren oder Abschalten der WEA sollen den Mittelungspegel des Schalldruckes nicht um mehr als 10 dB überschreiten. Eine unzulässige Pegelerhöhung wurde nicht festgestellt. Es liegen keine Hinweise auf immissionsrelevante tieffrequente Geräuschemission vor. Die subjektive Betrachtung wurde durch die Gutachter im Fernfeld, sowohl am IO 15, als auch im Umfeld des EIO, durchgeführt. Dabei wurden subjektiv keine Auffälligkeiten festgestellt, die zu einem Zuschlag auf den Schallleistungspegel führen würden.

Somit ist für den Wert „LWA (Abnahmemessung)" der messtechnisch ermittelte Schallleistungspegel von 103,9 dB(A) inkl. aller messtechnisch ermittelten Zuschläge für Ton- und Impulshaltigkeit mit 104,9 dB(A) anzusetzen. Gemäß der Genehmigung ist zu prüfen:

LWA (Abnahmemessung) < Lw(Prognose) + 1,28 * σ_p

Hinweis: Für die Serienstreuung σ_p wird typischerweise ein Wert von 1,2 dB angenommen, wenn keine Mehrfachvermessung vorliegt.

Daraus folgt:

104,9 dB(A) < (106,1 dB(A) + 1,28 * 1,2 dB)

Auf Basis des ermittelten LWA (Abnahmemessung) sind im Hinblick auf die Prognoserechnung /17/ die Immissionsrichtwerte im Tagbetrieb an den umliegenden Immissionsorten deutlich unterschritten.

Abschließend ist für die Umgebung der WEA des WP Oberdreisbach festzustellen, dass die durchgeführten Messungen die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung belegen und so von keiner immissionsrelevanten Richtwertüberschreitung im Tagbetrieb (Offener Betrieb, 3,2 MW) der WEA VT 110 auszugehen ist.

Es wird versichert, dass das Gutachten unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurde.

6 REFERENZEN

/1/ BImSchG
»Bundesimmissionsschutzgesetz«
1974-03-15, neugefasst durch Bek. v. 17.5.2013 I 1274;
zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 8.4.2019 | 432

/2/ »Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift vom 26.8.98 zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA-Lärm«
1998-08-26, geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017

/3/ DIN 1333
»Zahlenangaben«
1992-02

/4/ DIN 45645-1
»Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschimmissionen«
1996-07

/5/ DIN 45680
»Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft«
1997-03

/6/ DIN 45681
»Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen«
2005-03

/7/ DIN ISO 9613-2
»Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren«
1999-10

/8/ Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1, Rev. 18,
Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e. V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel
2008-02-01

/9/ IEC 61400-11 Ed. 2.1 Wind Turbine Generator Systems,
Part 11: Acoustic Noise Measurement Techniques
2006-11-28

/10/ DIN EN 61400-11
»Windenergieanlagen Teil 11: Schallmessverfahren
Deutsche Fassung EN 61400-11:2003 + A1:2006
Wind Turbine Generator Systems;
Part11: Acoustic Noise Measurement Techniques«
2007-03

/11/ ISI-RA-MEA-4610 *
Noise Impact Assessment (Schallimmissionsberechnung),
2017-03-01

/12/ ISI-RA-MEA-4603 *
Measurements of Noise Impact Caused by Wind Turbine Generator Systems (Messung der durch Windenergieanlagen hervorgerufenen Schallimmissionen),
2017-03-01

/13/ ISI-RA-MEA-4600 *
Noise Emission Measurements on Wind Turbines - Sum Level Method (Messung der Schallemission an Windenergieanlagen - Summenpegelmethode),
2017-03-01

/14/ ISI-RA-MEA-4604 *
Measurements of Noise Impact at an Alternate Measuring Location (Messung der Schallimmission am Ersatzmessort),
2017-03-01

/15/ ISI-RA-MEA-4606 *
Measurements of Tonal Noise Characteristics (Analyse tonaler Eigenschaften von Geräuschen),
2017-03-01

/16/ ISI-RA-MEA-2501 *
CalibrationProgram (Kalibrier Programm),
2017-05-12

Hinweis: Die mit einem * gekennzeichneten Dokumente sind Teil des Managementsystems der GL Garrad Hassan Deutschland GmbH und können bei Bedarf eingesehen werden.

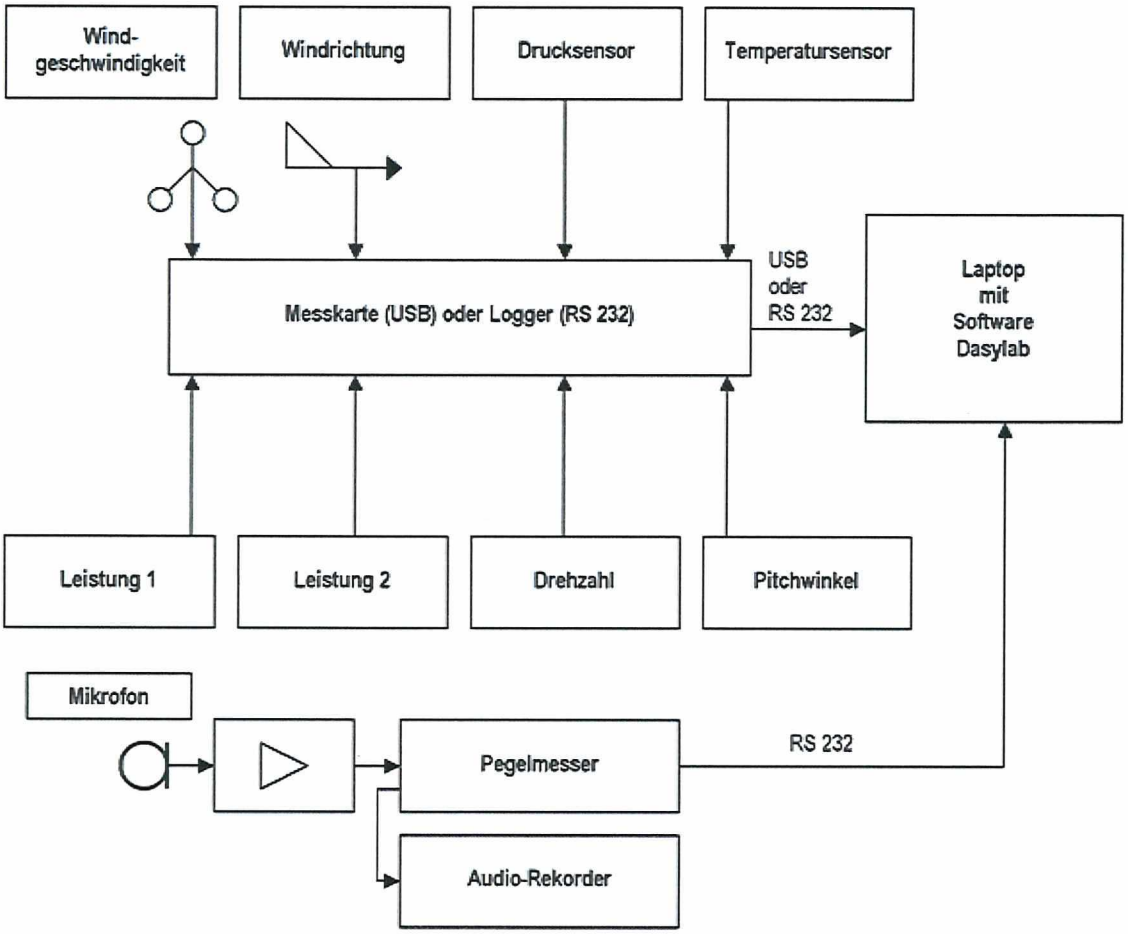
/17/ Schalltechnische Immissionsprognose zur geplanten Errichtung einer Windenergieanlage bei Oberdreisbach; Ihre Bestellung-Nr.: 4501838883 vom 31.05.2016 – Nachtrag (Änderung des Anlagentyps)- zum Gutachten (Auftrag-Nr. 16176 / 0414 / 1) vom 10.04.2014
Ingenieurbüro Pies, Birkenstraße 34, 56154 Boppard-Buchholz
2016-06-23

7 FORMEL- & ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

αL	-	Absorptionskoeffizient für Luft	[dB/m]
AR	-	Ausbreitungsrechnung	[-]
Ω	-	Raumwinkel	[dB]
BImSchG	-	Bundes-Immissionsschutzgesetz	[-]
BIN	-	Ganzzahliger Wert der standardisierten Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	[-]
BG	-	Betriebsgeräusch	[-]
c_{met}	-	Meteorologiedämpfungsmaß	[dB]
d	-	Abstand Rotorflächenzentrum - Turmmittellinie	[m]
D	-	Rotordurchmesser	[m]
D_D	-	Bewuchsdämpfungsmaß	[dB]
D_G	-	Bebauungsdämpfungsmaß	[dB]
D_I	-	Richtwirkungsmaß	[dB]
DIN	-	Deutsche Industrie-Norm	[-]
D_L	-	Luftabsorptionsmaß	[dB]
D_S	-	Abstandsmaß	[dB]
EQ	-	Emissionsquelle	[-]
F	-	Akustisch beanspruchte Fläche	[ha]
FG	-	Fremdgeräusch	[-]
FFT	-	Fast Fourier Transformation	[-]
Δf	-	Linienabstand der Schmalbandanalyse	[Hz]
H	-	Schallquellenhöhe = Nabenhöhe über Grund	[m]
h_A	-	Aufpunkthöhe (Mikrofonhöhe)	[m]
h_e	-	Höhe des Emissionspunkts über NN	[m]
h_F	-	Fundamenthöhe über Umgebungsniveau	[m]
h_I	-	Höhe des Immissionspunkts über NN	[m]
h_m	-	Mikrofonhöhe über Grund	[m]
IO / IP	-	Immissionsort / Immissionspunkt	[-]
IRW	-	Immissionsrichtwert	[dB]
K_{IN}	-	Impulshaltigkeitszuschlag nach DIN 45645 (Index N: Nahfeld)	[dB]
K_0	-	Raumwinkelmaß	[dB]
K_{TN}	-	Tonhaltigkeitszuschlag nach DIN 45681 Entwurf (Index N: Nahfeld)	[dB]
κ	-	Verhältnis der normierten WG zur gemessenen WG	[-]
L_{AF95}	-	Summenhäufigkeitspegel, A-bewertet	[dB]
$L_{AFM} = L_{Aeq}$	-	äquivalenter Dauerschallpegel, A-bewertet	[dB]
$L_{Aeq,c}$	-	äquivalenter Dauerschallpegel, A-bewertet, hintergrundkorrigiert	[dB]
L_{AFT}	-	Taktmaximalpegel	[dB]
L_{AFTm}	-	Taktmaximalmittelungspegel (= Wirkpegel nach TA Lärm)	[dB]
L_{backgr}	-	äquivalenter Dauerschallpegel des Fremdgeräusches, A-bewertet	[dB]
L_g	-	Frequenzgruppenpegel des verdeckten Geräusches	[dB]
L_{WA}	-	A-bewerteter Schallleistungspegel	[dB]
$L_{WA,90}$	-	A-bewerteter Schallleistungspegel des oberen Vertrauensbereichs	[dB]
L_r	-	Beurteilungspegel am Immissionsort	[dB]
L_s	-	mittlerer Pegel des Spektrums	[dB]
L_t	-	Tonpegel	[dB]
ΔL	-	Pegeldifferenz	[dB]
MP	-	Messpunkt	[-]
P_W	-	Abgegebene elektrische Wirkleistung	[kW]
P_{Nenn}	-	Nennleistung	[kW]
R_0	-	Messentfernung (= projizierter Abstand zw. Schallquelle und Messpunkt)	[m]
R_I	-	Abstand zwischen Schallquelle und Messpunkt, Hüllflächenradius	[m]
RW	-	Richtwert	[dB]
s	-	Projizierter Abstand zwischen Quelle und Aufpunkt	[m]
s_m	-	Abstand zwischen Quelle und Aufpunkt (Radius)	[m]
SEM	-	Schallemissionsmessung in der Nähe der WEA	[-]
σ_{LWA}	-	Unsicherheit des schallimmissionsrelevanten Schallleistungspegels	[dB]
SIM	-	Schallimmissionsmessung in größerer Entfernung zur WEA (z.B. am Haus)	[-]
U_A	-	Messunsicherheit L_{Aeq}	[dB]
U_{B9}	-	Messunsicherheit Fremdgeräusch	[dB]
U_C	-	Gesamtmessunsicherheit	[dB]
WEA	-	Windenergieanlage	[-]
WG	-	Windgeschwindigkeit	[m/s]
WG_{10m}	-	Windgeschwindigkeit in 10m Höhe	[m/s]
$WG_{95\%}$	-	Windgeschwindigkeit (10 m Höhe), bei der die WEA 95% ihrer Nennleistung abgibt	[m/s]
WG_{Ref}	-	Referenz-Windgeschwindigkeit (10 m/s in 10 m Höhe)	[m/s]
WP	-	Windpark	[-]
z_0	-	Rauigkeitslänge	[m]

8 ANHANG

8.1 Blockschaltbild der Emissionsmessung



8.2 SEM - Geräteliste

Beschreibung *description*	Fabrikat *supplier*	Typ *Type*	WT Nr./Ser.Nr. *WT stock number/ serial number*	letzte Kalibrierung *last calibration*	nächste Kalibrierung *next calibration*	letzte Eichung *last verification*	nächste Eichung *next verification*
Schallpegelmesser *sound level meter*	Svantek	959	GLGH 428612-337000001 (23755)	Nov- 18	Nov- 20	Feb- 18	Dez- 20
Mikrofon *microphone*	G.R.A.S.	40AE	zu GLGH 428612-337000001 (158408)	gemeinsame Kalibration *common calibration*	gemeinsame Kalibration *common calibration*	gemeinsame Eichung *common verification*	gemeinsame Eichung *common verification*
Vorverstärker *preamp.*	Svantek	SV12L	zu GLGH 428612-337000001 (30261)				
Mikrofonkabel *microphone cable*	Svantek	SC26/10	zu GLGH 428612-337000001				
Akustischer Kalibrator *acoustic calibrator*	Brüel & Kjær	4231	GLGH 428604-333000002 (2432127)	Nov- 18	Nov- 19		
Primärwindschirm *primary wind shield*	Brüel & Kjær	UA 0237	-				
Sekundärwindschirm *secondary wind shield*	DNVGL	EWS-15-04	GLGH-428606-336000042				
Anemometer *anemometer*	Thies Clima	4.3519.00.000	GLGH-428616-113000292 (02161809)	Mai- 18	Mai- 20		
Windrichtungsgeber *wind direction sensor*	Thies Clima	4.3129.00.712	428616-114000108 (02160626)				
Temperaturgeber *temperature sensors*	Heraeus	PT1000	GLGH-428616-112000051				
Luftdruckgeber *pressure sensors*	Wilmers Messtechnik	0619	GLGH-428615-111000085				
W+W Box	DNVGL	-	GLGH-428616-611000030	Jul- 18	Jul- 20		
Logger	Theodor Friedrichs	1020	GLGH-428616-334000006 (91740)				
WEA Box	Expert	EX9017/F	GLGH-428616-323000007 (66006)	Jul- 18	Jul- 20		
Laser-Entfernungsmesser *laser distance meter*	Bushnell Corporation	Yardage PRO 1000	WT300087804 (026898)	Nov- 17	Nov- 19		
Erfassungsrechner *data acquisition computer*	HP	8470p	GLGH 411000172				
Erfassungs- und Auswertesoftware *data acquisition and analytical software*	GfS Aachen Microsoft DATALOG GmbH	DIAdem 2012/2018 Office 2016 Dasy-Lab 10.0					
10 m – Teleskopmast *10 m – telescopic mast*							

8.3 SEM - Dämpfungswerte des Sekundärwindschirms

DNV·GL

Extract of the test report GLGH 4286 11 07555 000-C-0070-A

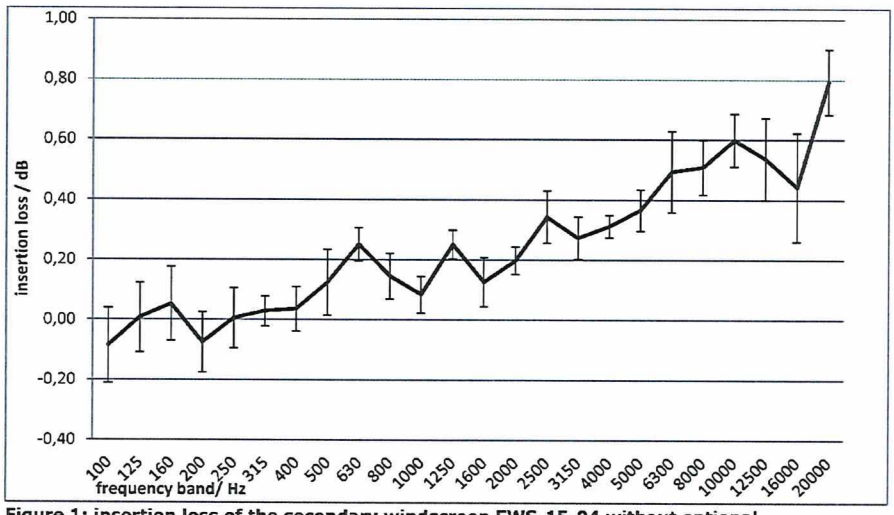


Figure 1: insertion loss of the secondary windscreen EWS-15-04 without optional weatherproof cover (mean and standard deviation of 12 individual measurements)

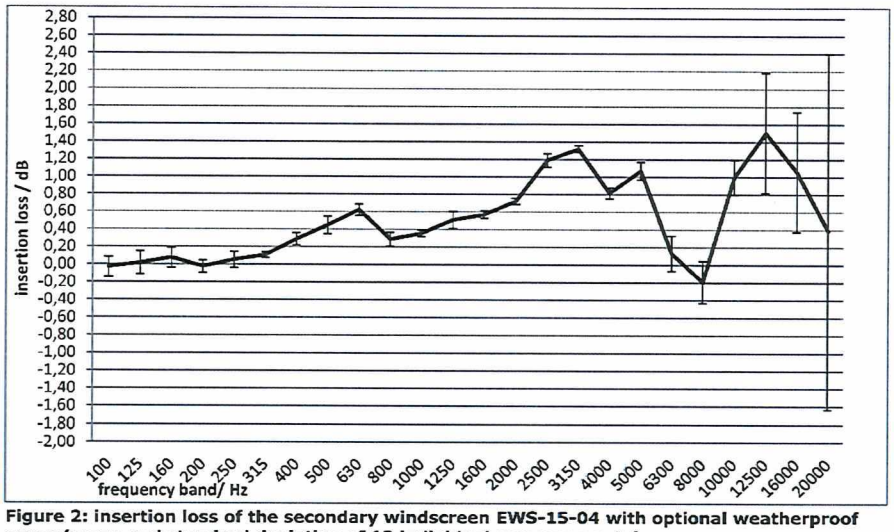
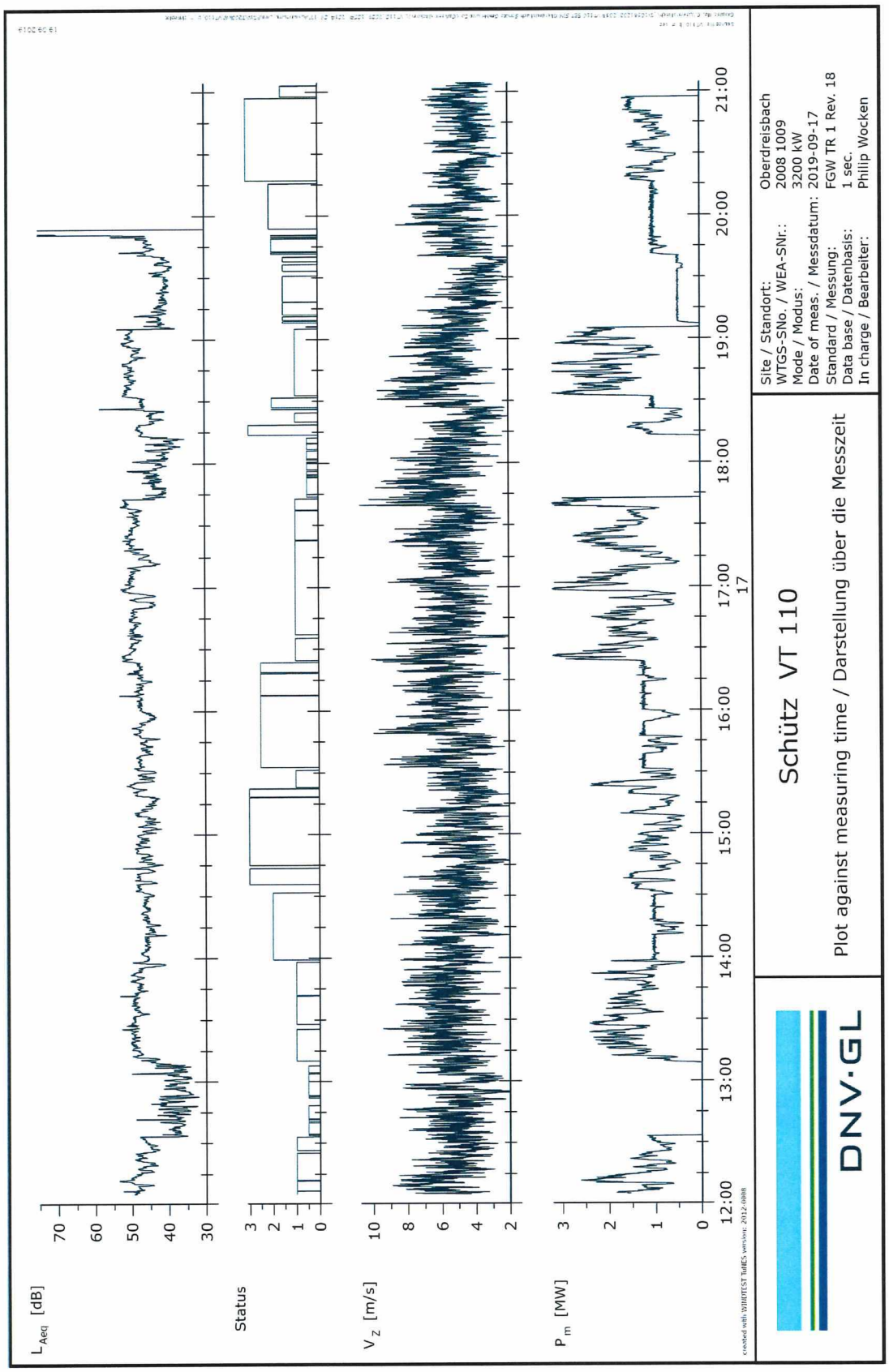
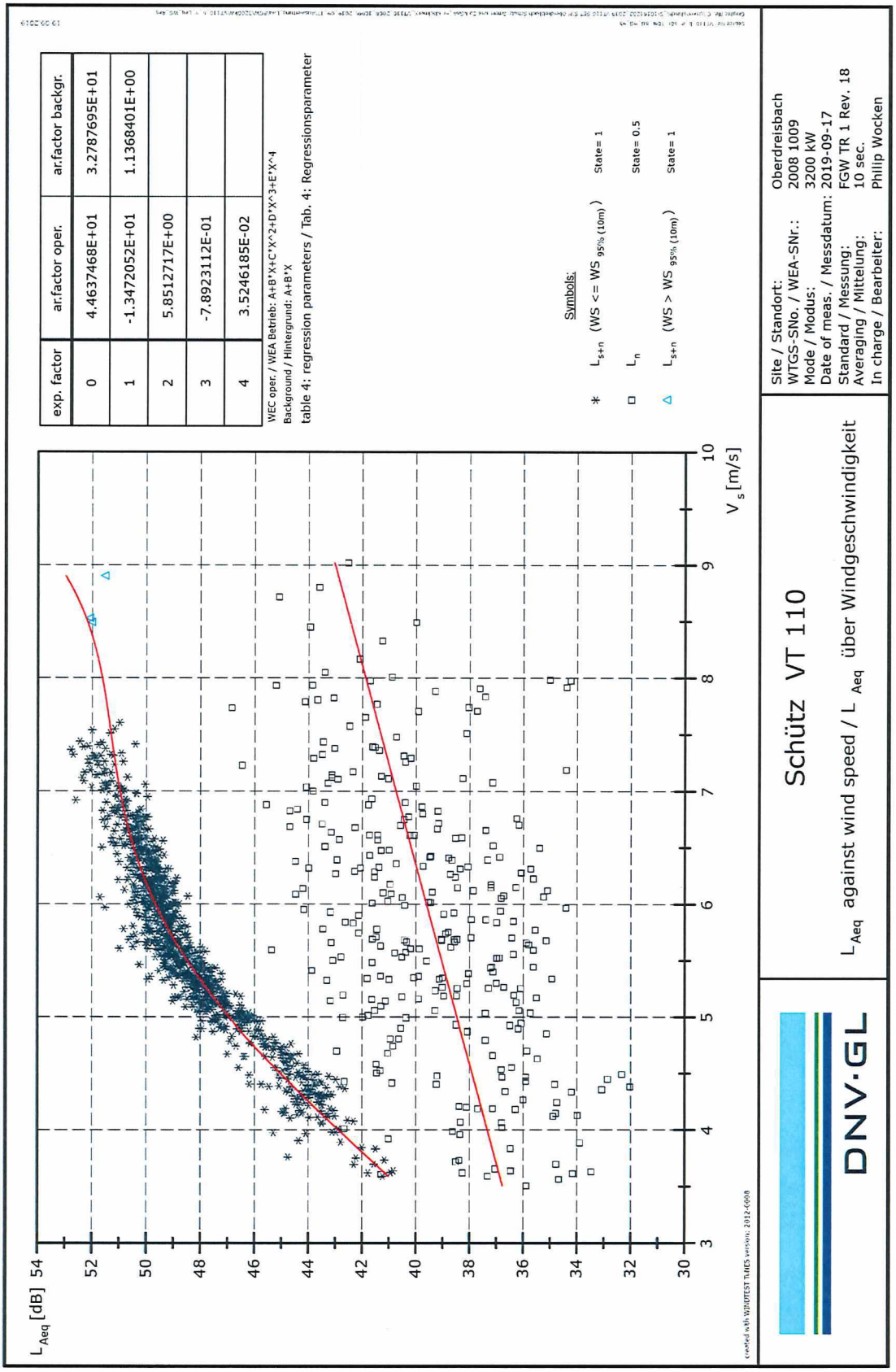


Figure 2: insertion loss of the secondary windscreen EWS-15-04 with optional weatherproof cover (mean and standard deviation of 12 individual measurements)

8.4 SEM - Zeitverlauf



8.5 SEM - Regressionsanalyse L_{Aeq}



exp. factor	ar.factor oper.	ar.factor backgr.
0	4.4637468E+01	3.2787695E+01
1	-1.3472052E+01	1.1368401E+00
2	5.8512717E+00	
3	-7.8923112E-01	
4	3.5246185E-02	

WEC oper. / WEA Betrieb: A+B*X+C*X^2+D*X^3+E*X^4
Background / Hintergrund: A+B*X

table 4: regression parameters / Tab. 4: Regressionsparameter

Parameters of evaluation / Auswerteparameter :

H	=	143.2	m	d	=	5.40	m	h_A	=	-1.0	m	P_{rated} / P_{Nenn}	=	3.20	MW
D	=	110.0	m	z_0	=	0.050	m	R_0	=	191.0	m	$V_{H\ (95\%)}$	=	11.44	m/s

stall control / passive Leistungsregelung: No

Measurement conditions / Messbedingungen:

temperature / Temperatur = min. 12.5°C, max. 17.7°C

air pressure / Luftdruck = min. 960.5 hPa, max. 961.1 hPa

$V_{H\ (95\%)}$ = 11.63 m/s $V_{10m\ (95\%)}$ = 7.74 m/s

range of the wind direction / Windrichtungsbereich = 213° - 344°

Results / Ergebnisse :

$V_{10m\ (95\%)\ standardised}$	=	7.61	m/s
$P_{95\%}$	=	3.040	MW
k	=	1.06	
average turbulence intensity / mittlere Turbulenzintensität	=	21.8	%

V_{10m}	$U_{A,\ s+n}$ [dB]	$U_{A,\ n}$ [dB]	U_C [dB]
4	0.08	0.41	0.9
5	0.03	0.31	0.8
6	0.02	0.27	0.7
7	0.05	0.34	0.7
8	0.21	0.71	1.4

table 1: uncertainty / Tabelle 1: Messunsicherheiten

created with WINDTEST TuNES version: 2012-0008

V_{10m}	$L_{Aeq,k}$ [dB]	L_n [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ *[dB]	$L_{WA,k}$ *[dB]
4	42.9	37.3	41.6	94.3	41.5	94.2
5	46.9	38.5	46.3	99.0		
6	49.7	39.6	49.2	101.9		
7	51.0	40.7	50.5	103.3		
8	51.6	41.9	51.1	103.9		

table 2: results L = f($V_{10\ m}$) / Tabelle 2: Ergebnisse L = f($V_{10\ m}$)

* L_{s+n} - L_n < 6 dB

$V_{10m\ (95\%)}$	$L_{Aeq,k}$ [dB]	L_n [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ *[dB]	$L_{WA,k}$ *[dB]
7.61	51.4	41.4	50.9	103.6		

table 3: results L = f($V_{10\ m\ (95\%)}$) / Tabelle 3: Ergebnisse L = f($V_{10\ m\ (95\%)}$)

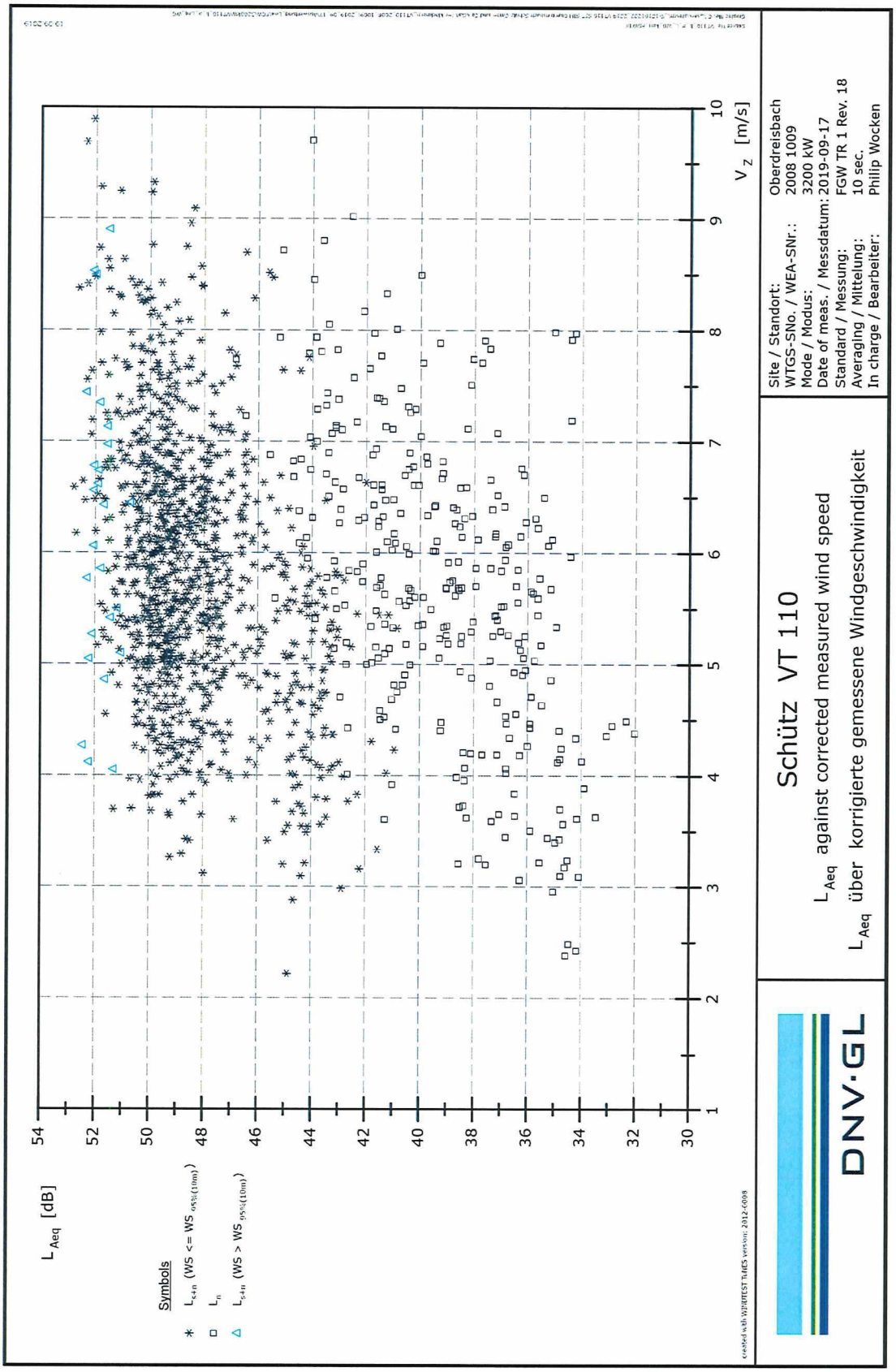
DNV·GL

Schütz VT 110

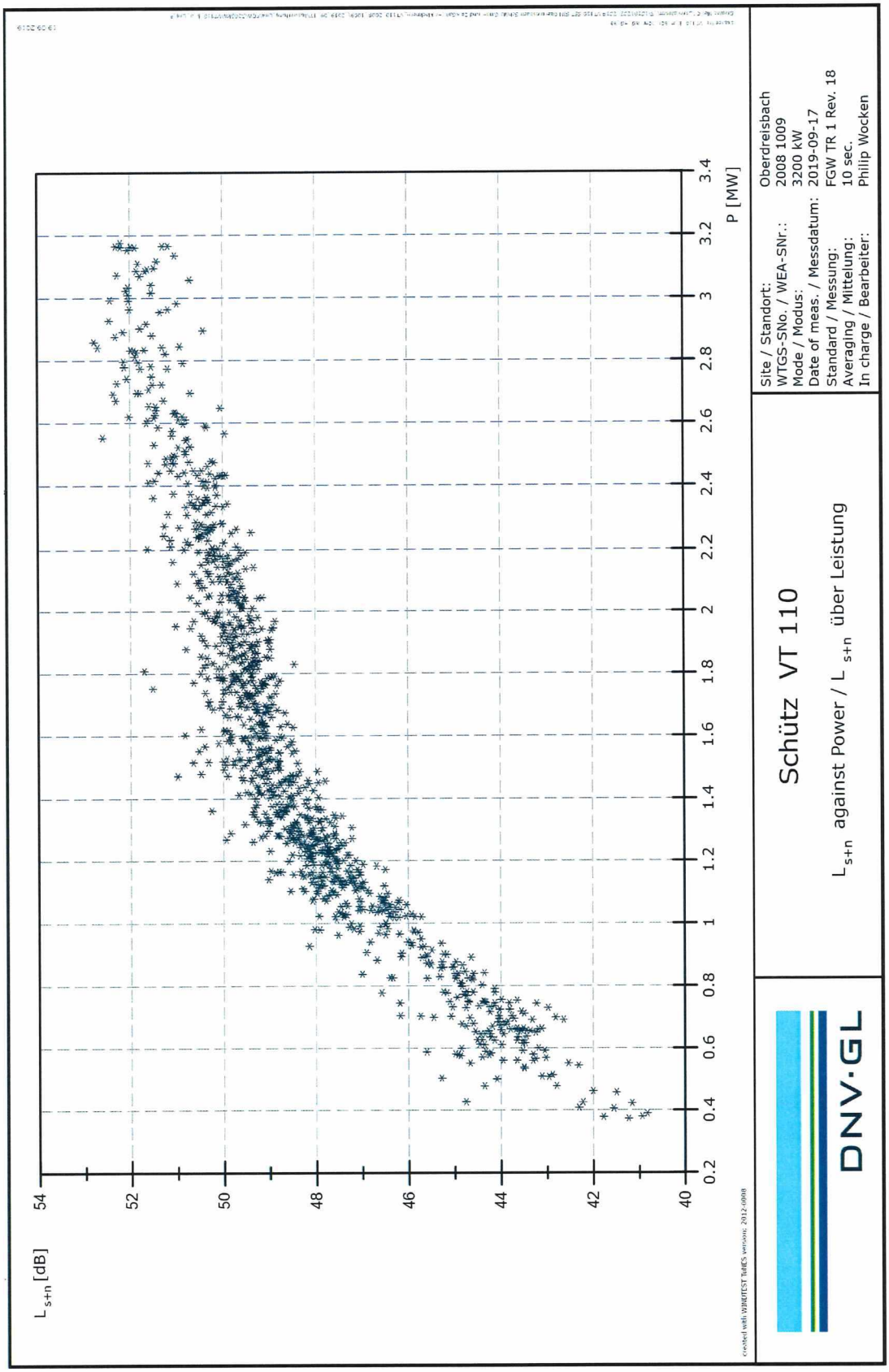
Results / Ergebnisse

Site / Standort:	Oberdreisbach
WTGS-SNo. / WEA-SNr.:	2008 1009
Mode / Modus:	3200 kW
Date of meas. / Messdatum:	2019-09-17
Standard / Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging / Mittelung:	10 sec.
In charge / Bearbeiter:	Philip Wocken

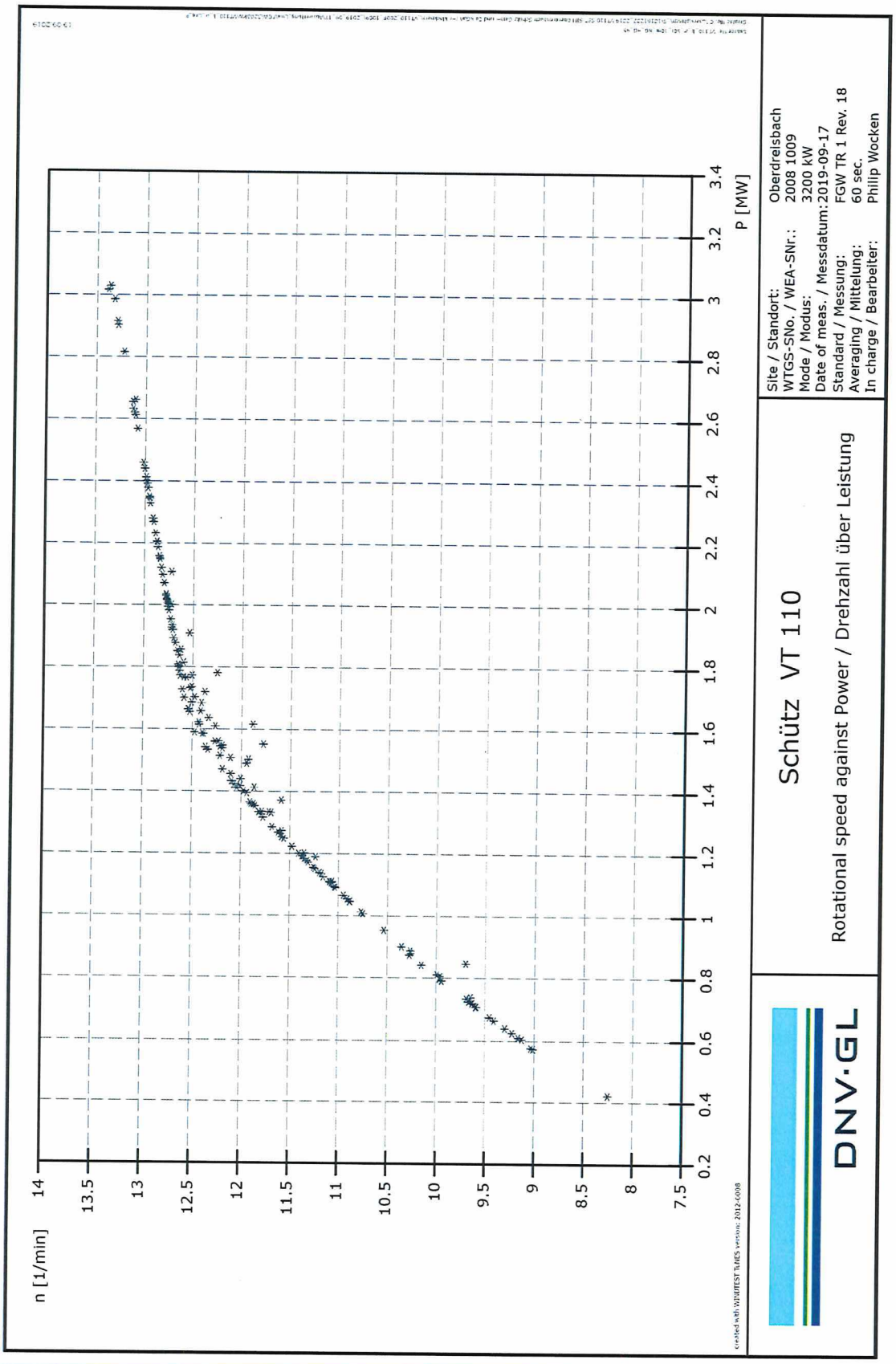
8.7 SEM - Pegel über gemessene WG



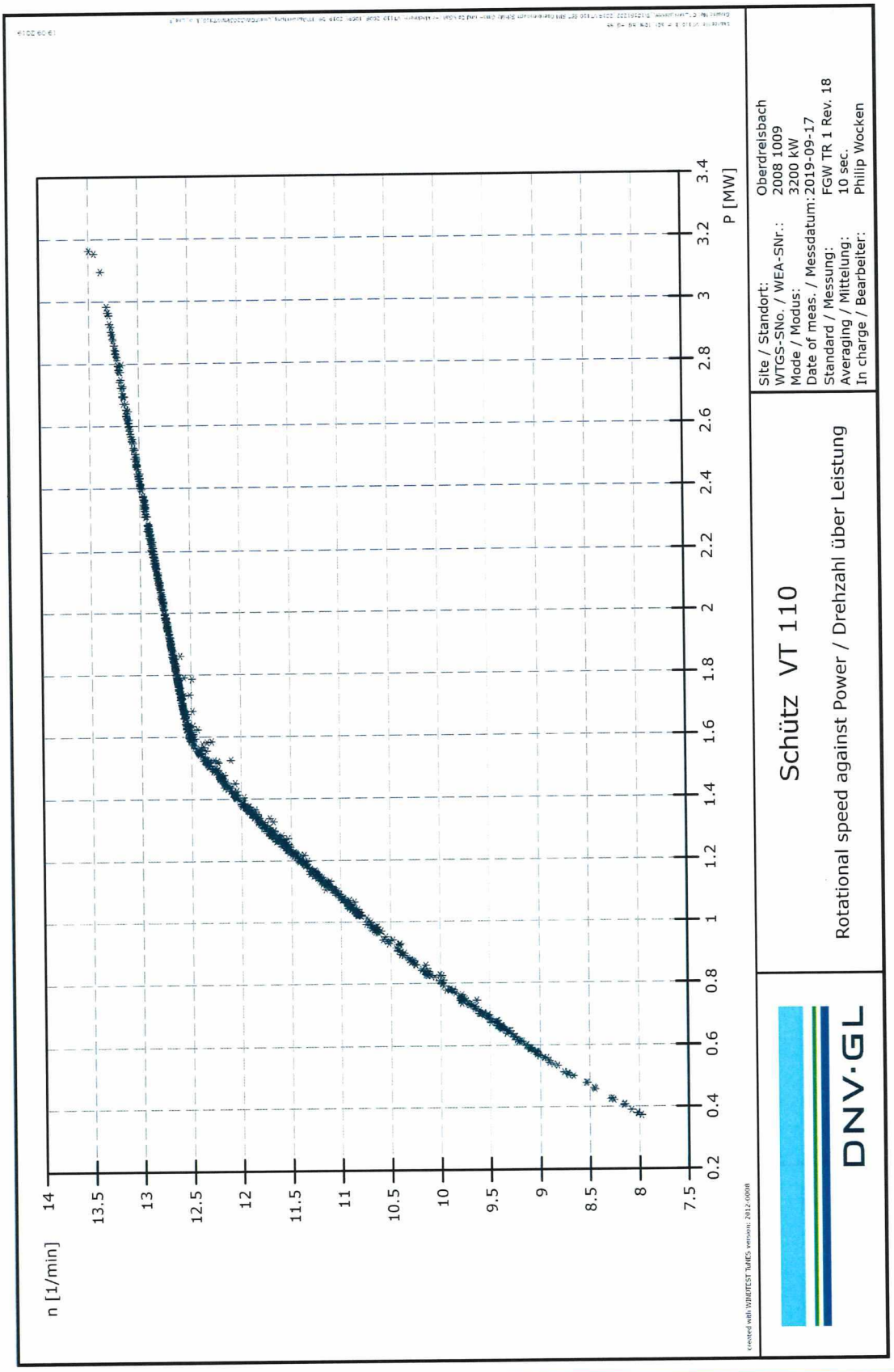
8.8 SEM - Pegel über Leistung



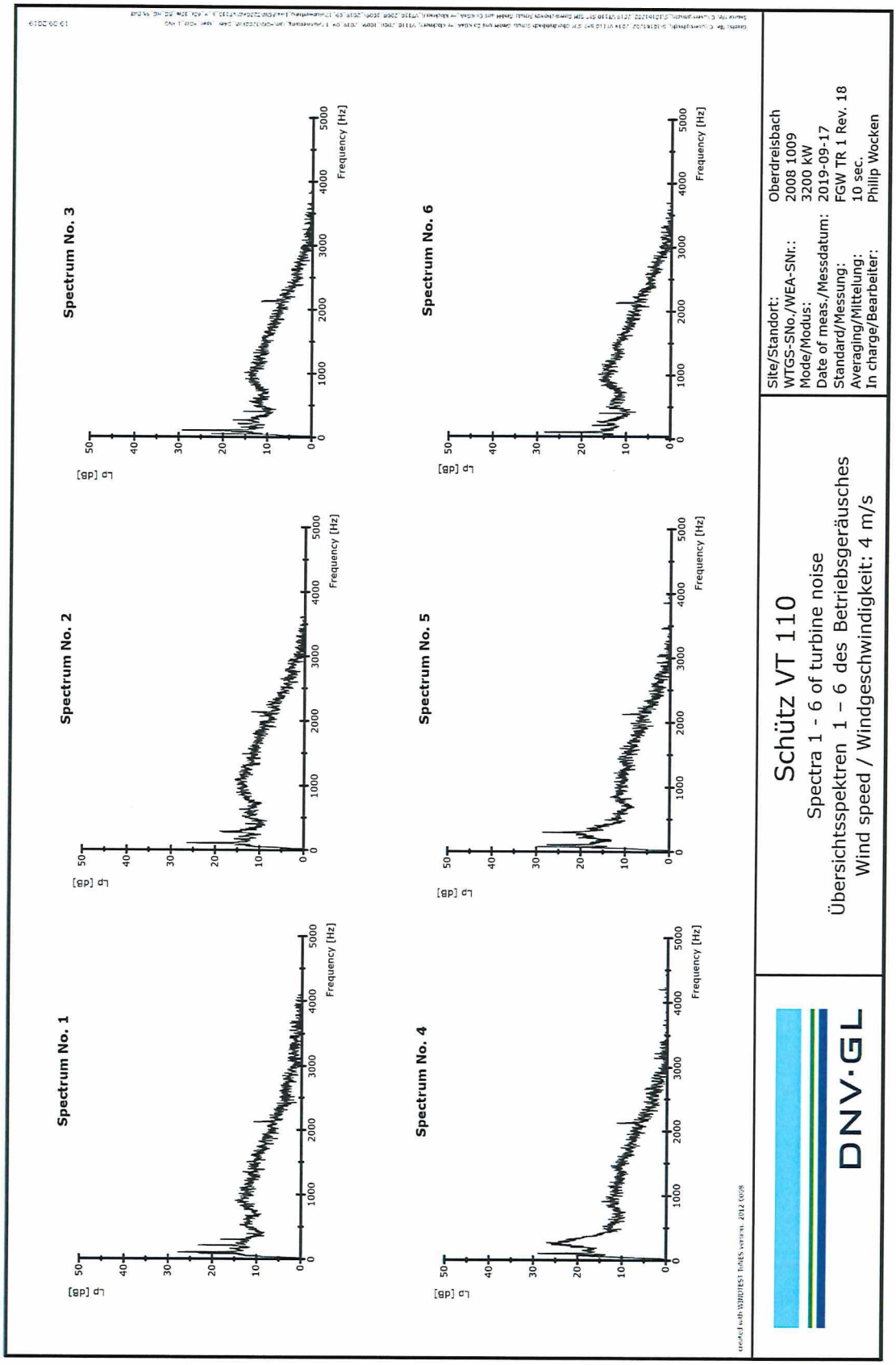
8.9 SEM - Drehzahl über Leistung



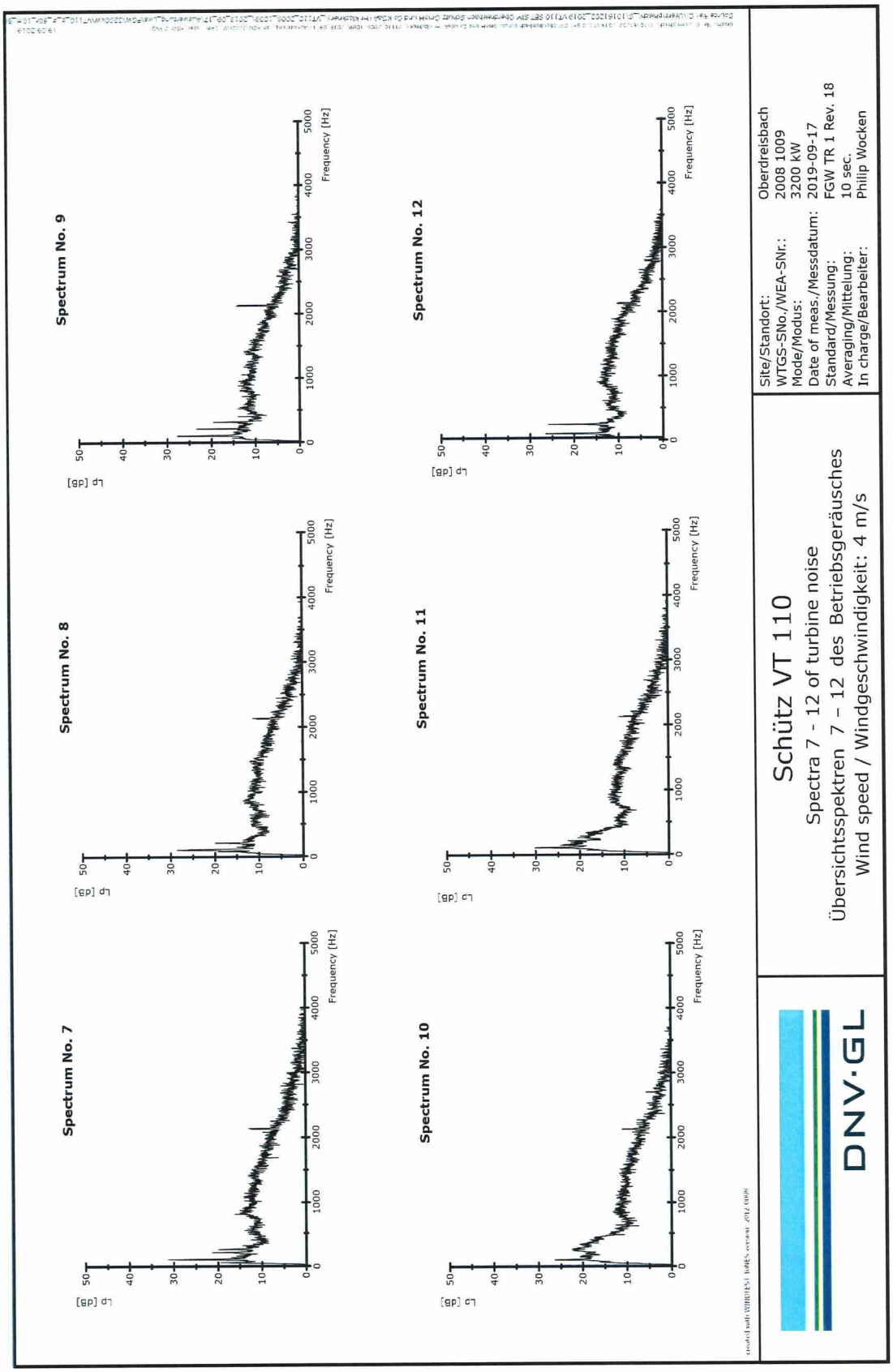
8.10 SEM - Drehzahl über Leistung (10s Werte)



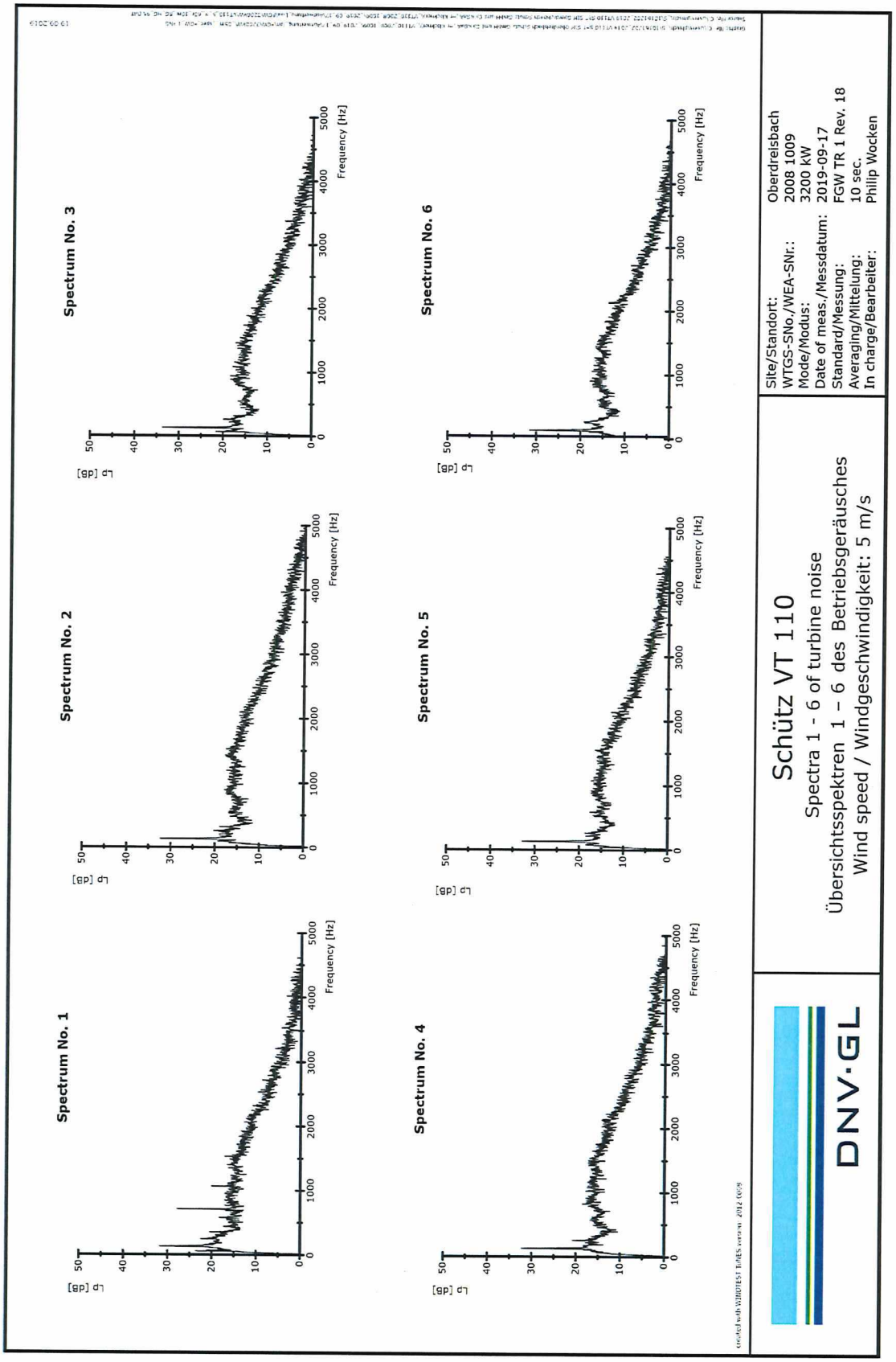
8.11 SEM - Frequenzspektren 1 - 6 bei WG = 4 m/s



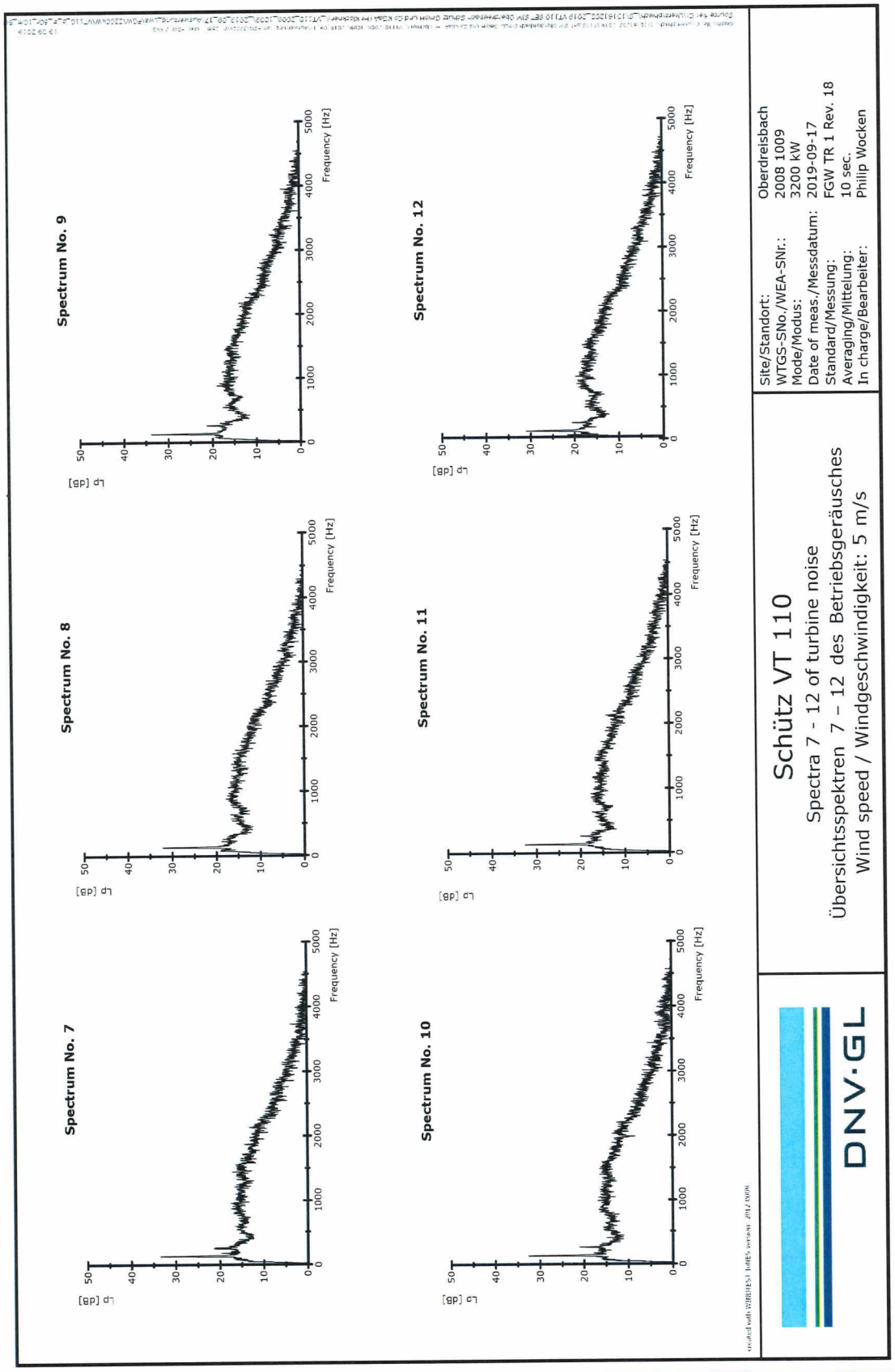
8.12 SEM - Frequenzspektren 7 - 12 bei WG = 4 m/s



8.13 SEM - Frequenzspektren 1 - 6 bei WG = 5 m/s

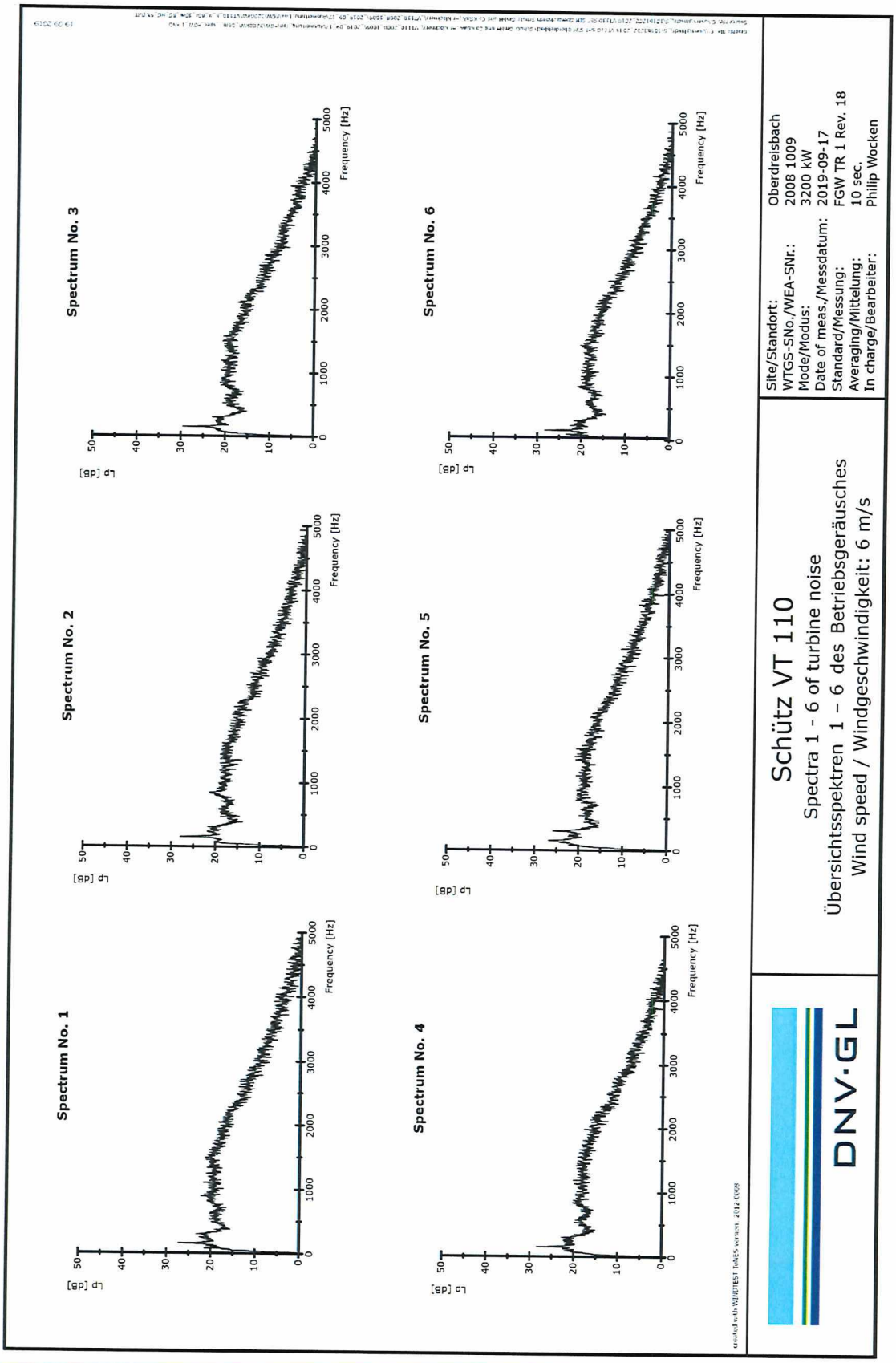


8.14 SEM - Frequenzspektren 7 - 12 bei WG = 5 m/s

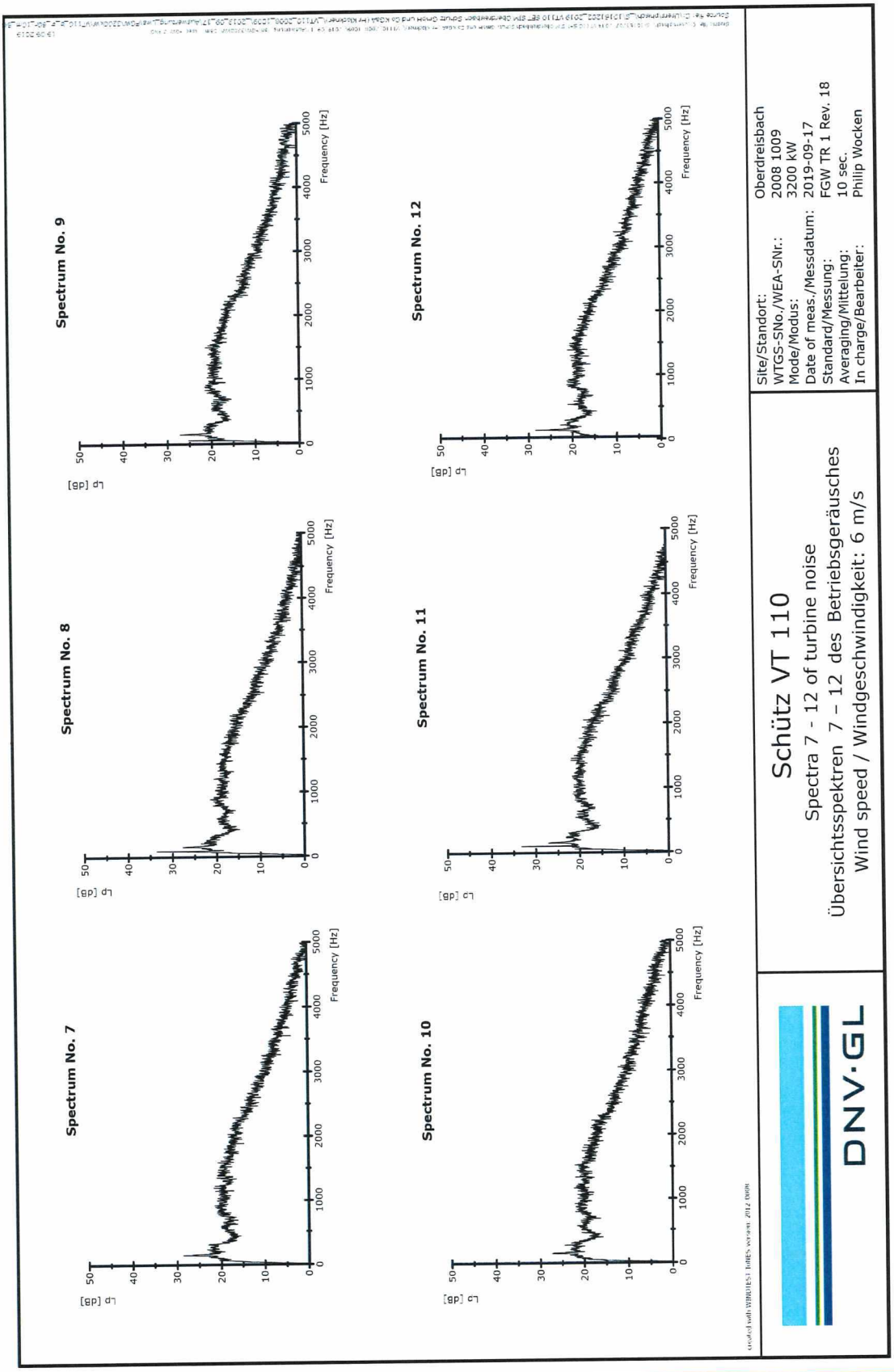


8.15 SEM - Frequenzspektren 1 - 6 bei WG = 6 m/s

000064

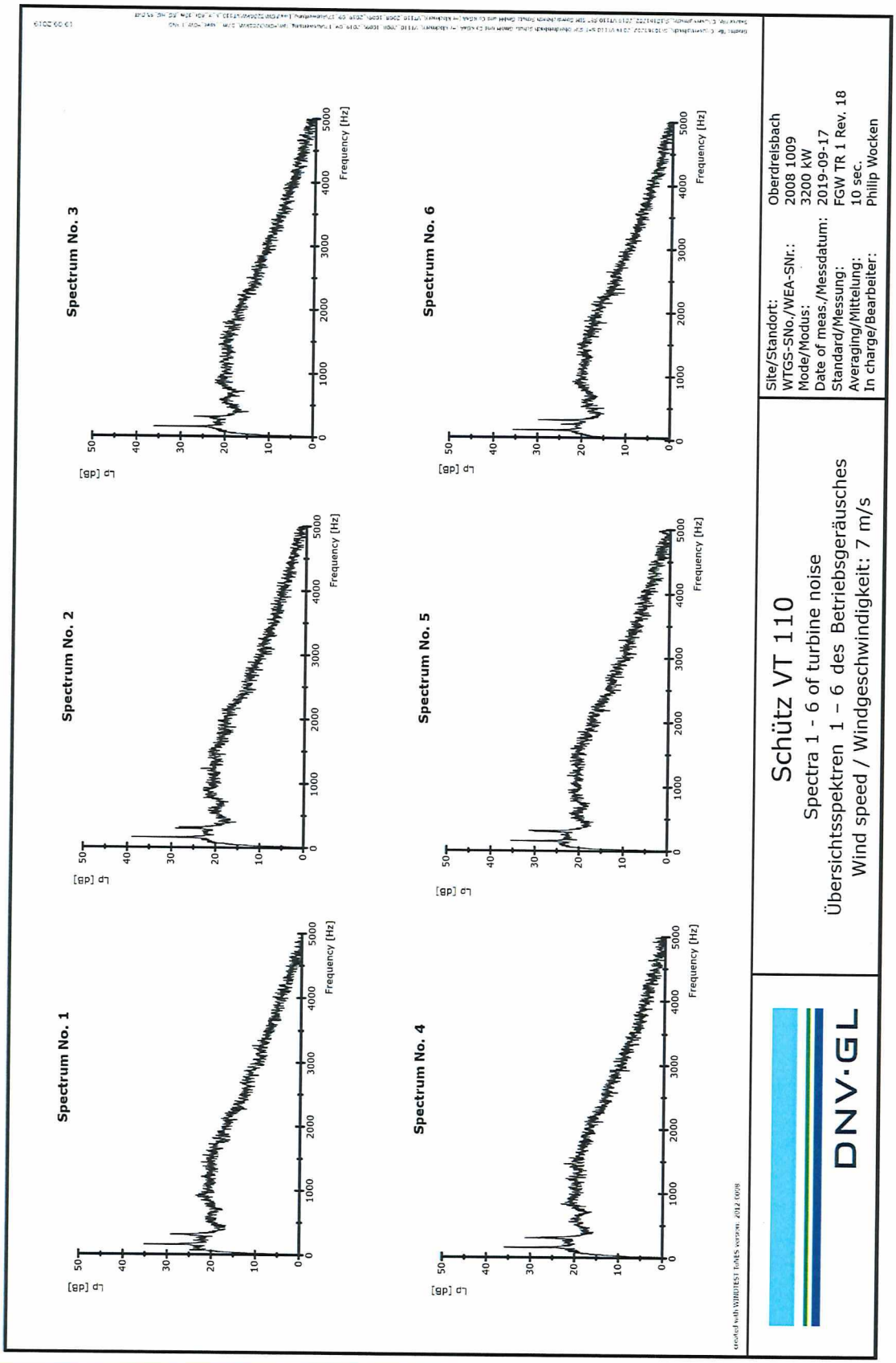


8.16 SEM - Frequenzspektren 7 - 12 bei WG = 6 m/s

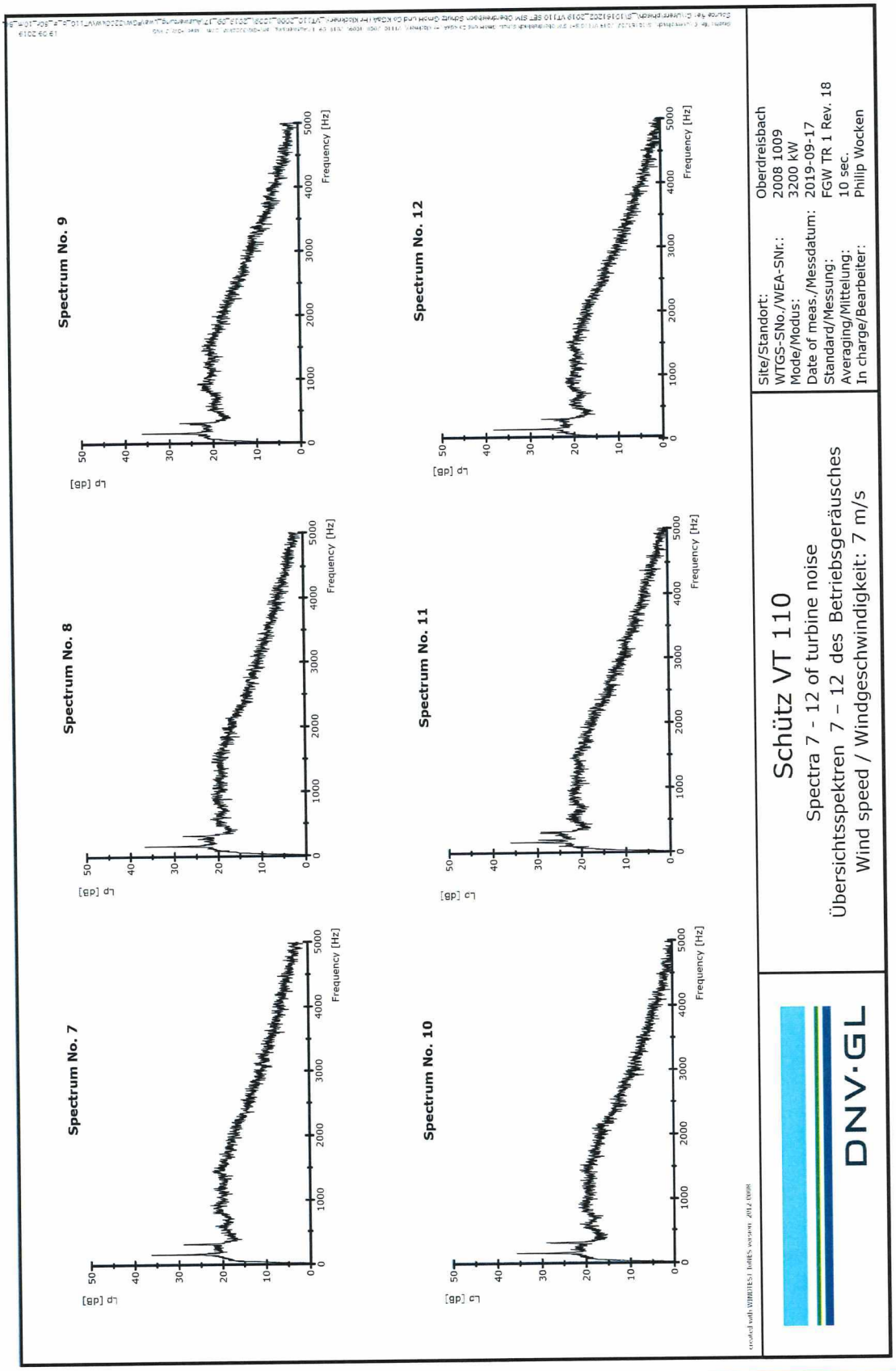


8.17 SEM - Frequenzspektren 1 - 6 bei WG = 7 m/s

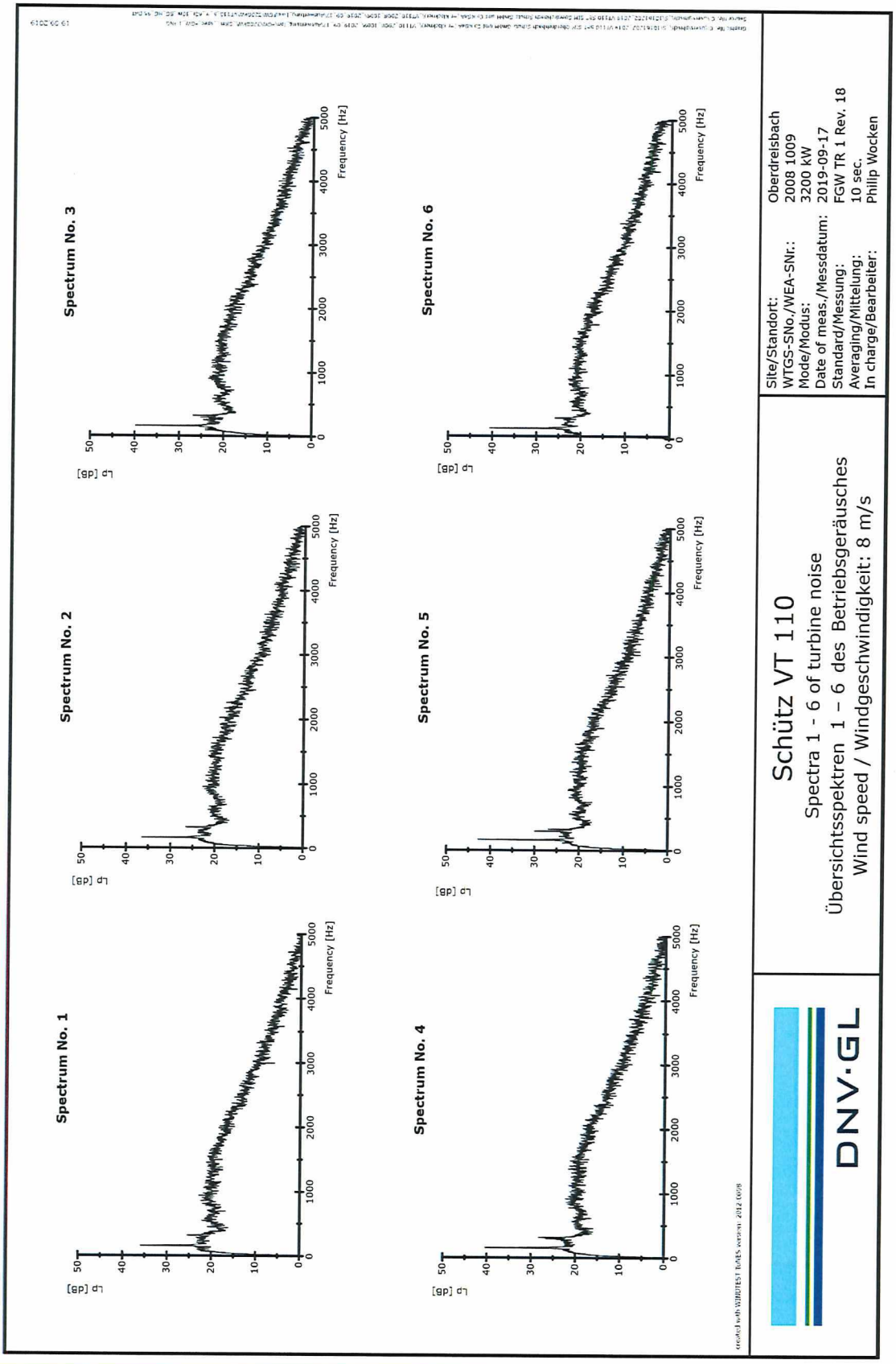
000065



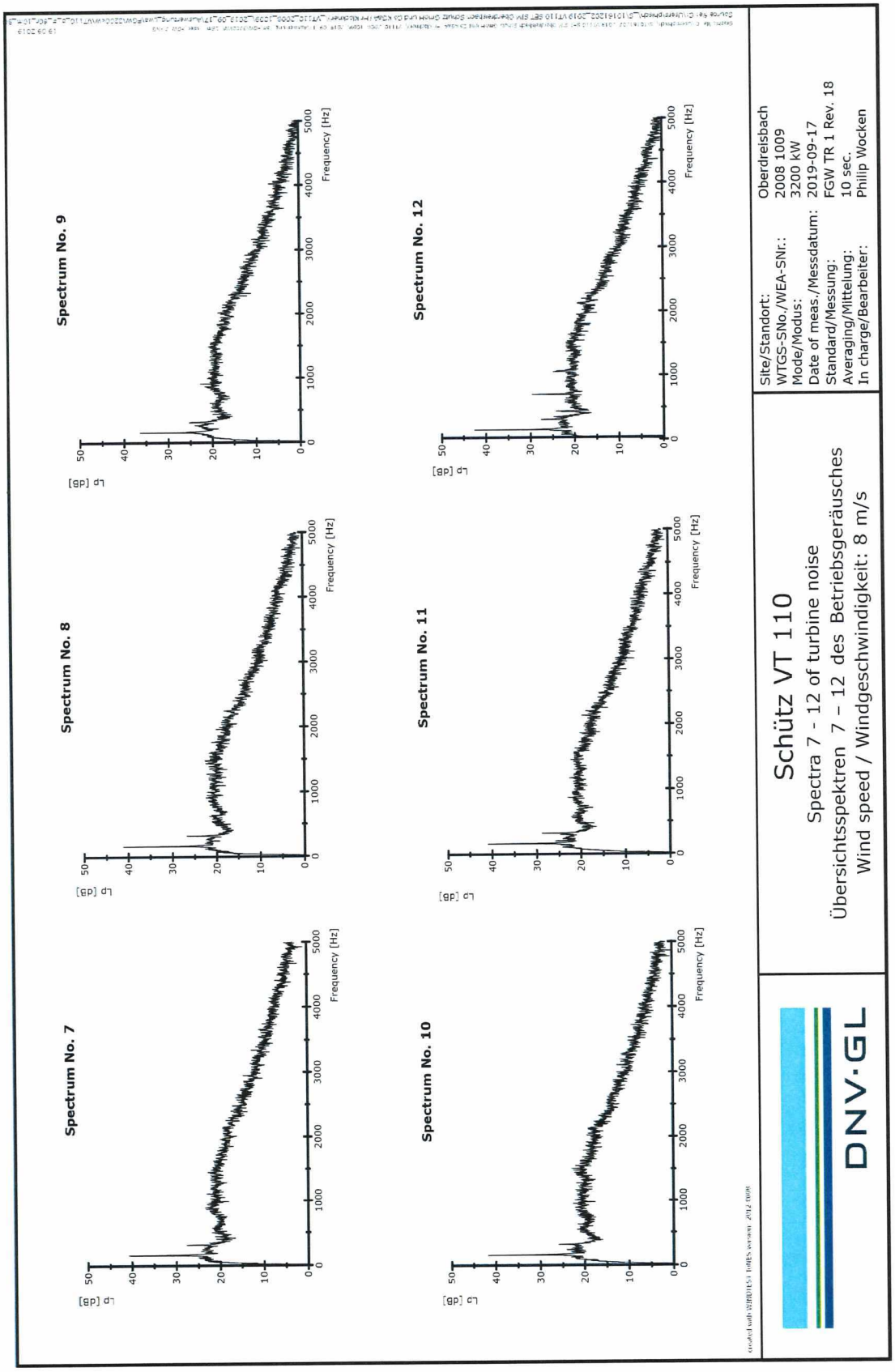
8.18 SEM - Frequenzspektren 7 - 12 bei WG = 7 m/s



8.19 SEM - Frequenzspektren 1 - 6 bei WG = 8 m/s



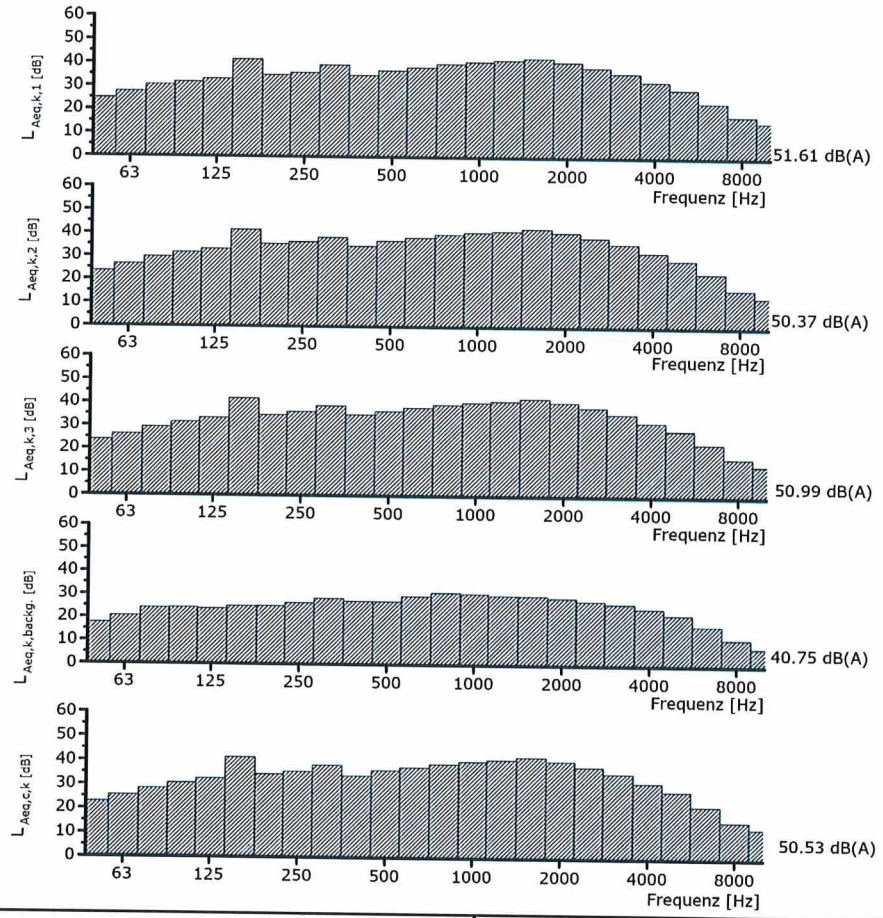
8.20 SEM - Frequenzspektren 7 - 12 bei WG = 8 m/s



8.21 SEM – Terzspektrum 7 m/s

f [Hz]	Spec. 1 [dB]	Spec. 2 [dB]	Spec. 3 [dB]	Backg. [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	U_a [dB]	U_c [dB]
50	24.8	23.5	23.9	17.7	22.9	75.6	0.7	2.1
63	27.7	26.6	26.3	20.7	25.6	78.3	0.7	2.1
80	30.6	29.7	29.3	24.2	28.4	81.1	0.7	2.1
100	31.8	31.6	31.6	24.4	30.7	83.4	0.1	2.0
125	33.1	33.1	33.4	23.9	32.6	85.3	0.2	2.0
160	41.5	41.5	41.9	25.1	41.4	94.1	0.2	2.0
200	35.0	35.5	34.7	25.2	34.5	87.2	0.4	2.0
250	36.0	36.3	36.3	26.5	35.6	88.3	0.2	2.0
315	39.3	38.4	38.8	28.4	38.3	91.0	0.4	2.0
400	35.0	34.7	35.0	27.4	33.9	86.6	0.2	2.0
500	37.0	37.0	36.6	27.4	36.2	88.9	0.2	2.0
630	38.4	38.4	38.1	29.6	37.5	90.3	0.1	2.0
800	39.9	39.8	39.5	31.2	38.9	91.7	0.2	2.0
1000	40.9	40.8	40.4	30.9	40.1	92.8	0.2	2.0
1250	41.6	41.3	41.1	30.2	40.9	93.6	0.3	2.0
1600	42.6	42.4	42.2	30.1	42.0	94.8	0.2	2.0
2000	40.9	40.8	40.7	29.1	40.4	93.1	0.1	2.0
2500	38.7	38.6	38.5	27.9	38.1	90.8	0.0	2.0
3150	36.3	36.0	35.8	26.8	35.4	88.1	0.2	2.0
4000	32.8	32.4	32.2	24.8	31.5	84.3	0.3	2.0
5000	29.5	29.2	28.9	22.1	28.1	80.8	0.3	2.0
6300	23.8	23.5	23.2	17.5	22.1	74.8	0.3	2.0
8000	18.1	16.6	17.0	11.7	15.7	68.4	0.8	2.1
10000	15.5	13.3	13.8	8.0	13.0	65.7	1.2	2.3

created with WINDTEST TuNES version: 2012-0304



DNV·GL

Schütz VT 110

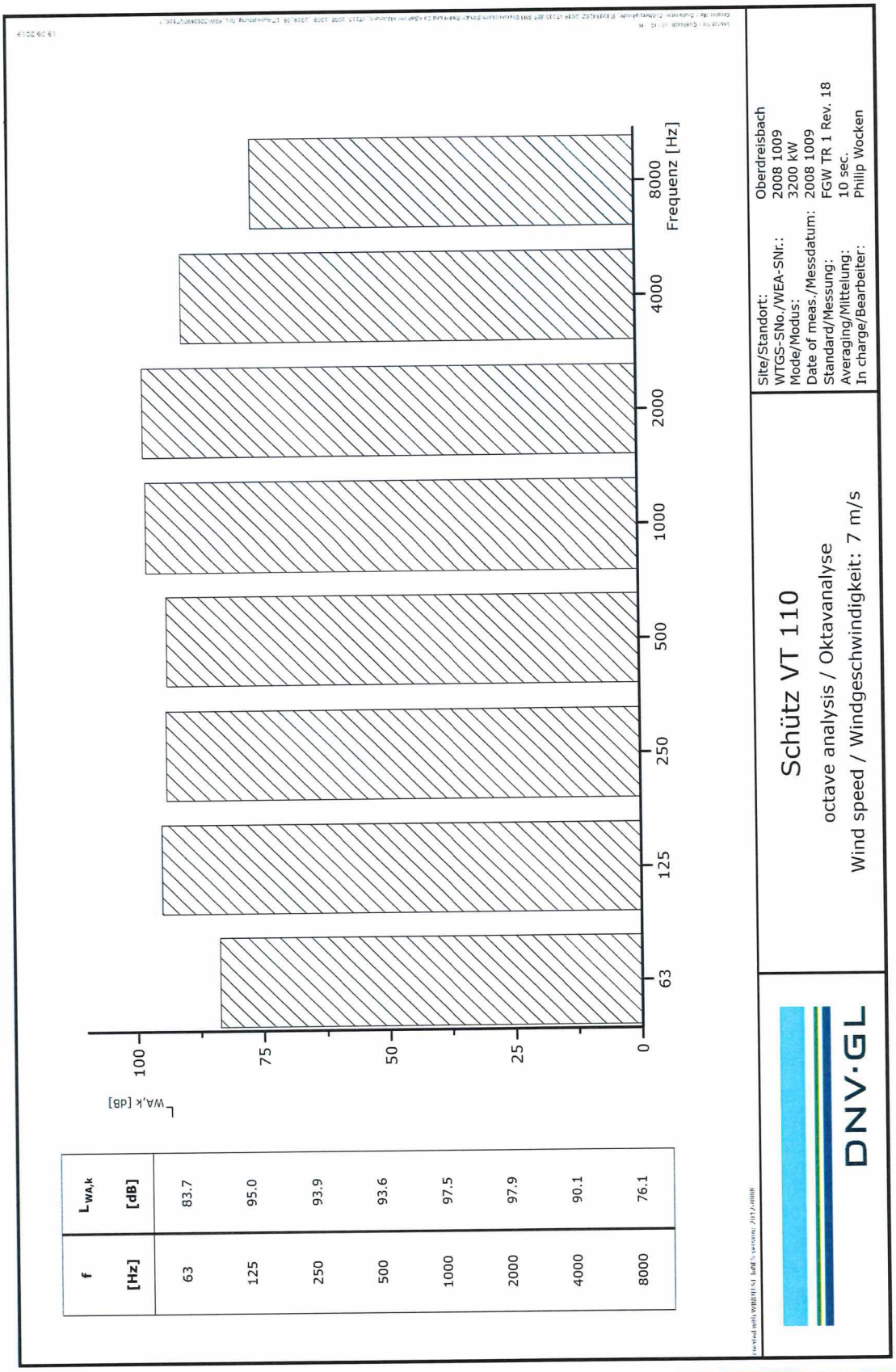
One third octave analysis / Terzanalyse

Wind speed / Windgeschwindigkeit: 7 m/s

Site/Standort:	Oberdreisbach
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	2008 1009
Mode/Modus:	3200 kW
Date of meas./Messdatum:	2008 1009
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Philip Wocken

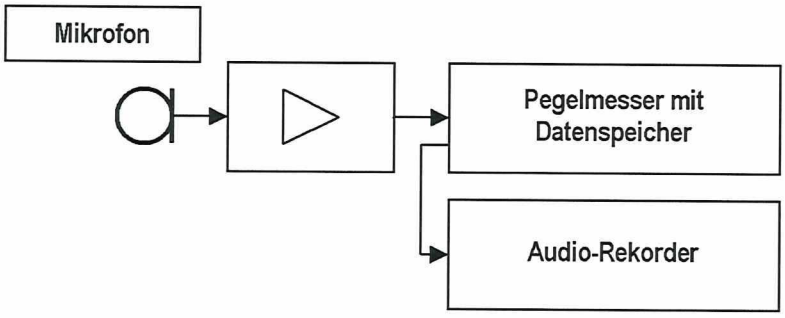
000067

8.22 SEM - Oktavspektrum 7 m/s



f [Hz]	$L_{WA,k}$ [dB]
63	83.7
125	95.0
250	93.9
500	93.6
1000	97.5
2000	97.9
4000	90.1
8000	76.1

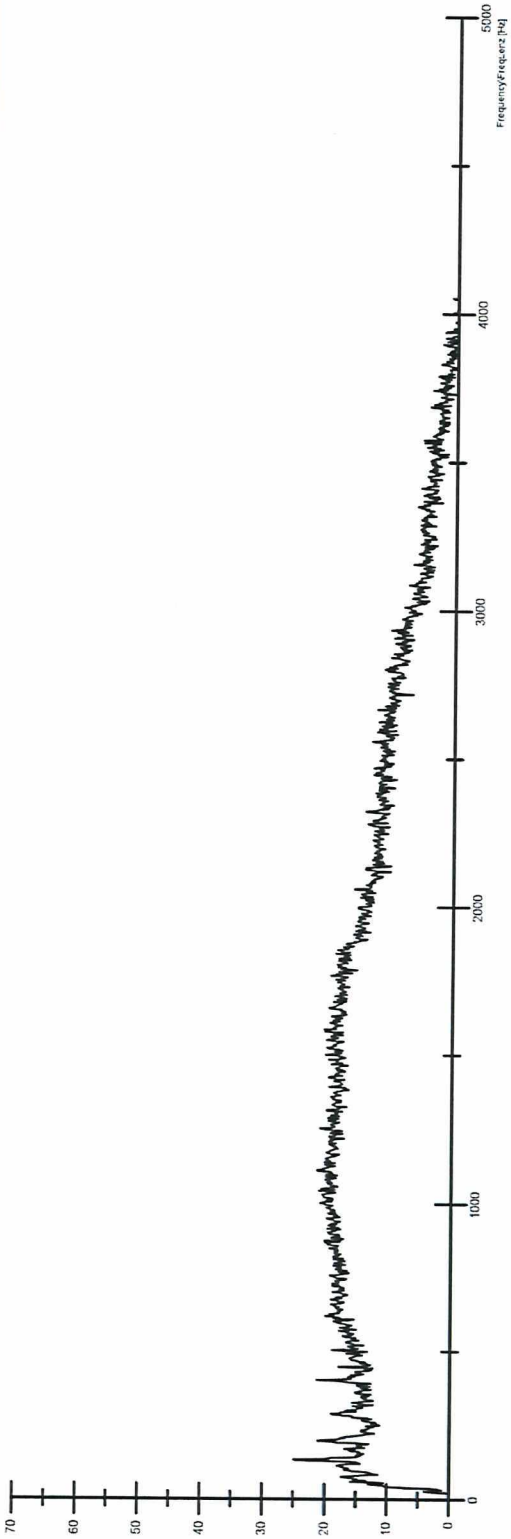
8.23 Blockschaltbild der Immissionsmessung



8.24 AP - Geräteliste

Beschreibung *description*	**Fabrikat** *supplier*	**Typ** *Type*	**WT Nr./Ser.Nr.** *WT stock number/ serial number*	**letzte Kalibrierung** *last calibration*	**nächste Kalibrierung** *next calibration*	**letzte Eichung** *last verification*	**nächste Eichung** *next verification*
Schallpegelmesser *sound level meter*	Svantek	959	GLGH 428611-337000007 (15673)	Jan- 18	Jan- 20	Dez- 17	Dez- 19
Mikrofon *microphone*	G.R.A.S.	40AE	zu GLGH 428611-337000007 (215936)				
Vorverstärker *pre amplifier*	Svantek	SV12L	zu GLGH 428611-337000007 (22109)	**gemeinsame Kalibration** *common calibration*	**gemeinsame Kalibration** *common calibration*	**gemeinsame Eichung** *common verification*	**gemeinsame Eichung** *common verification*
Mikrofonkabel *microphone cable*	Svantek	SC26/10	zu GLGH 428611-337000007				
Akustischer Kalibrator *acoustic calibrator*	Brüel & Kjær	4231	GLGH 428604-333000002 (2432127)	Nov- 18	Nov- 19	Feb- 18	Dez- 20
Primärwindschirm *primary wind shield*	Brüel & Kjær	UA 0237	-				
Sekundärwindschirm *secondary wind shield*	DNVGL	SIM	-				
Laser-Entfernungsmesser *laser distance meter*	Bushnell Corporation	Yardage PRO 1000	WT300087804 (026898)	Nov- 17	Nov- 19		
5 m – Stativ *5 m – tripod*							

8.25 AP - Frequenzspektrum Betriebsgeräusch (ohne Ton)



Zeit	Frequenz fT Hz	delta_L ΔLa,j,k dB	Kennung FG	FgAnfang f1,j,k Hz	FgEnde f2,j,k Hz	mitt.Schmalbandpegel LS,j,k dB	Tonpegel LTj,k dB	Frequenzgruppenpegel LGj,k dB	Verdeckungsmass av,j,k dB	Unsicherheit u,j,k dB
17.09.19 17:09:00			keine Töne gefunden							

examination range / Untersuchungsbereich : 50 bis 5000 Hz // maximum delta_L / maximum delta_L : 0 dB
resulting tone penalty / Resultierender Tonzuschlag : 0 dB // uncertainty / Unsicherheit : 0 dB

created with WINDTEST TuNES version: 18.02

DNV·GL

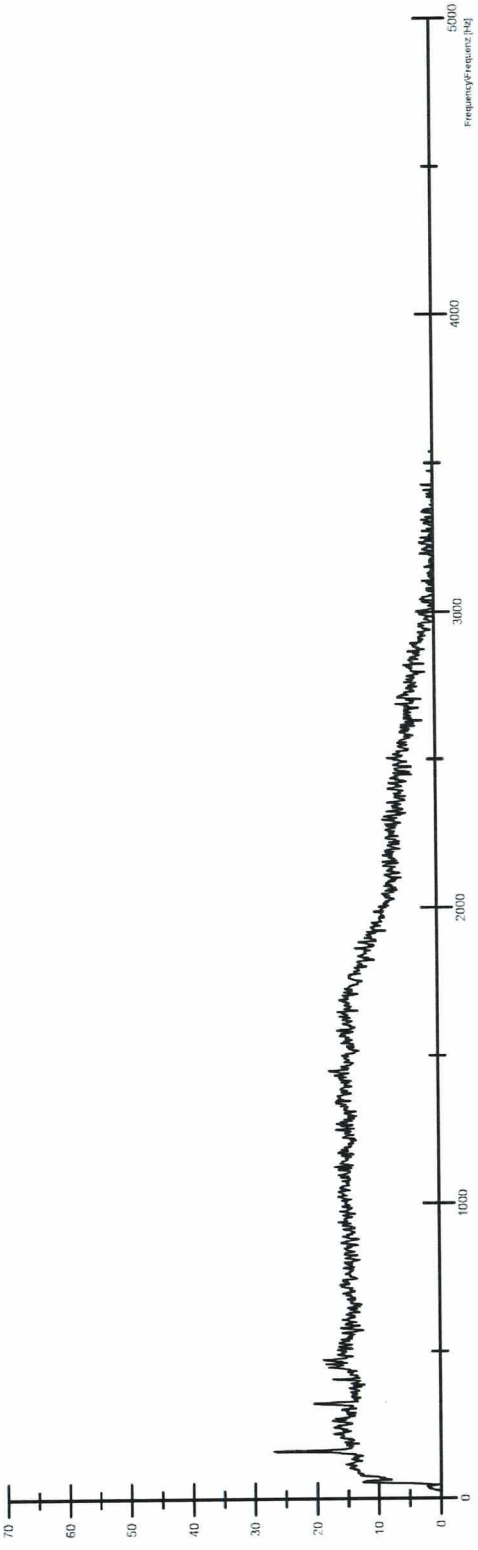
AP VT110

Mode / Modus: Tagbetrieb

analysis of tonality / Tonhaltigkeitsanalyse

Measurem. / Messdatum:	2019-09-17_17_9_0
Site / Standort:	Oberdreisbach
Standard / Messung:	DIN 45681
In charge / Bearbeiter:	Philip Wocken

8.26 AP - Frequenzspektrum Betriebsgeräusch (mit Ton)



Zeit	Frequenz fT Hz	delta_L ΔLa,j,k dB	Kennung FG	FgAnfang f1,j,k Hz	FgEnde f2,j,k Hz	mitt.Schmalbandpegel LS,j,k dB	Tonpegel LT,j,k dB	Frequenzgruppenpegel LG,j,k dB	Verdeckungsmass av,j,k dB	Unsicherheit u,j,k dB
17.09.19 18:48:00	160	0.296	-	118	218	13.204	28.545	30.273	-2.024	3.24

examination range / Untersuchungsbereich : 50 bis 5000 Hz // maximum delta_L / maximum delta_L : 0.3 dB
resulting tone penalty / Resultierender Tonzuschlag : 1 dB // uncertainty / Unsicherheit : 3.24 dB

created with WINDTEST TuNES version: 18.02

DNV·GL

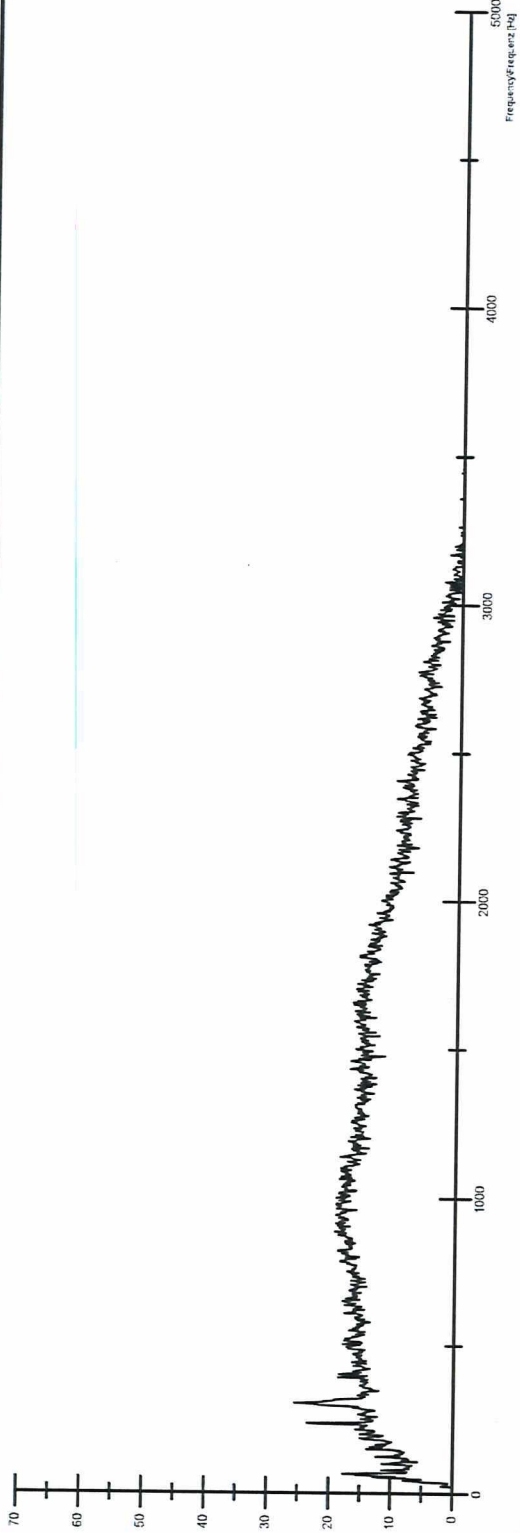
AP VT110

Mode / Modus: Tagbetrieb

analysis of tonality / Tonhaltigkeitsanalyse

Measurem. / Messdatum: 2019-09-17_18_48_0
Site / Standort: Oberdreisbach
Standard / Messung: DIN 45681
In charge / Bearbeiter: Philip Wocken

8.27 AP – Frequenzspektrum Hintergrundgeräusch



Zeit	Frequenz fT Hz	delta_L ΔLa,j,k dB	Kennung FG	FgAnfang f1,j,k Hz	FgEnde f2,j,k Hz	mitt.Schmalbandpegel LS,j,k dB	Tonpegel LT,j,k dB	Frequenzgruppenpegel LG,j,k dB	Verdeckungsmass av,j,k dB	Unsicherheit u,j,k dB
17.09.19 17:51:00	66	0.653	-	20	120	4.995	20.635	21.984	-2.003	2.542
17.09.19 17:51:00	304	2.764	-	256	360	12.732	30.653	29.998	-2.109	1.863

examination range / Untersuchungsbereich : 50 bis 5000 Hz // maximum delta_L / maximum delta_L : 2.76 dB
resulting tone penalty / Resultierender Tonzuschlag : 2 dB // uncertainty / Unsicherheit : 1.86 dB

created with WINDTEST TuNES version: 18.02

DNV·GL

AP VT110

Mode / Modus: Tagbetrieb

analysis of tonality / Tonhaltigkeitsanalyse

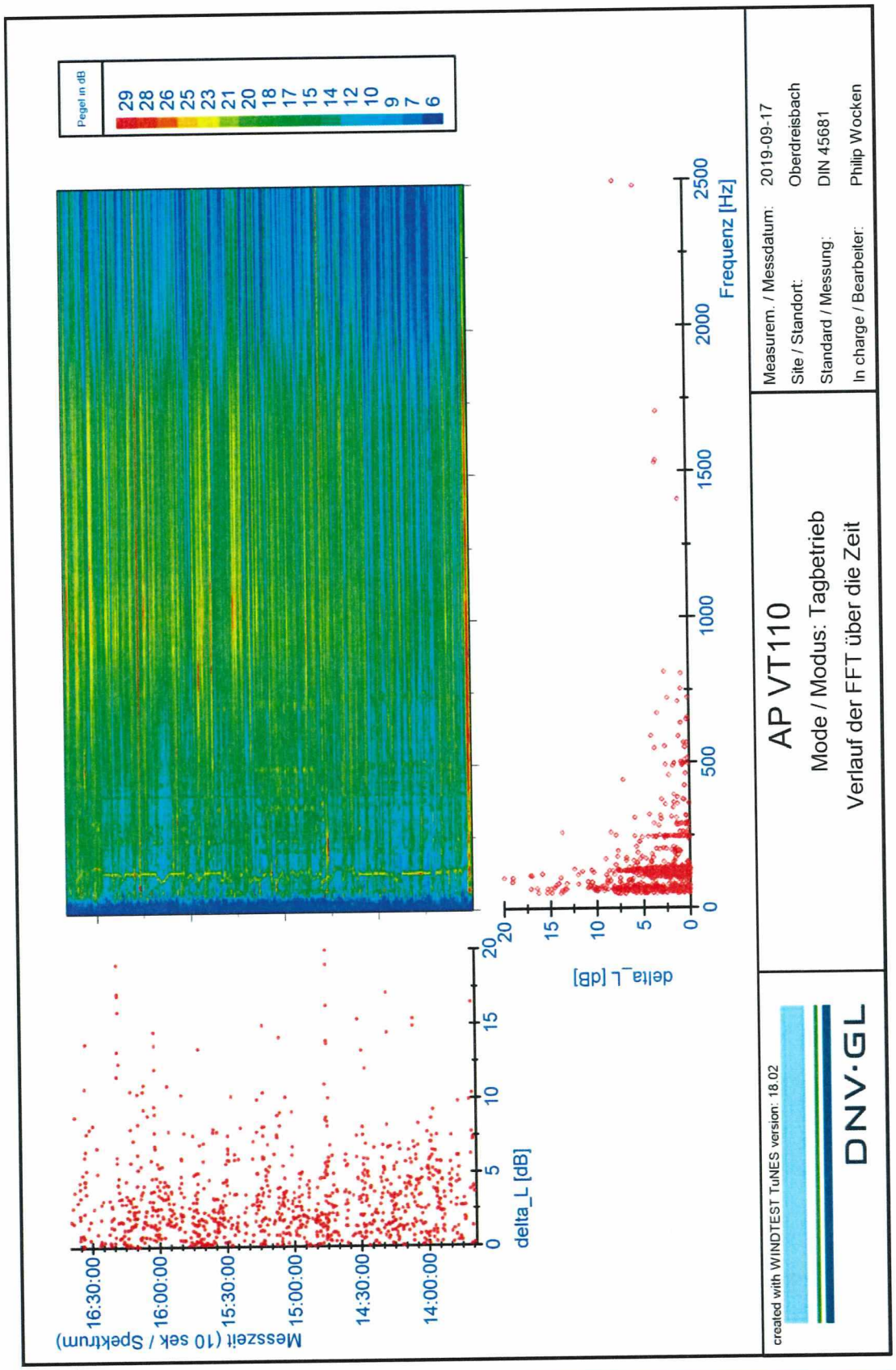
Measurem. / Messdatum: 2019-09-17_17_51_0

Site / Standort: Oberdreisbach

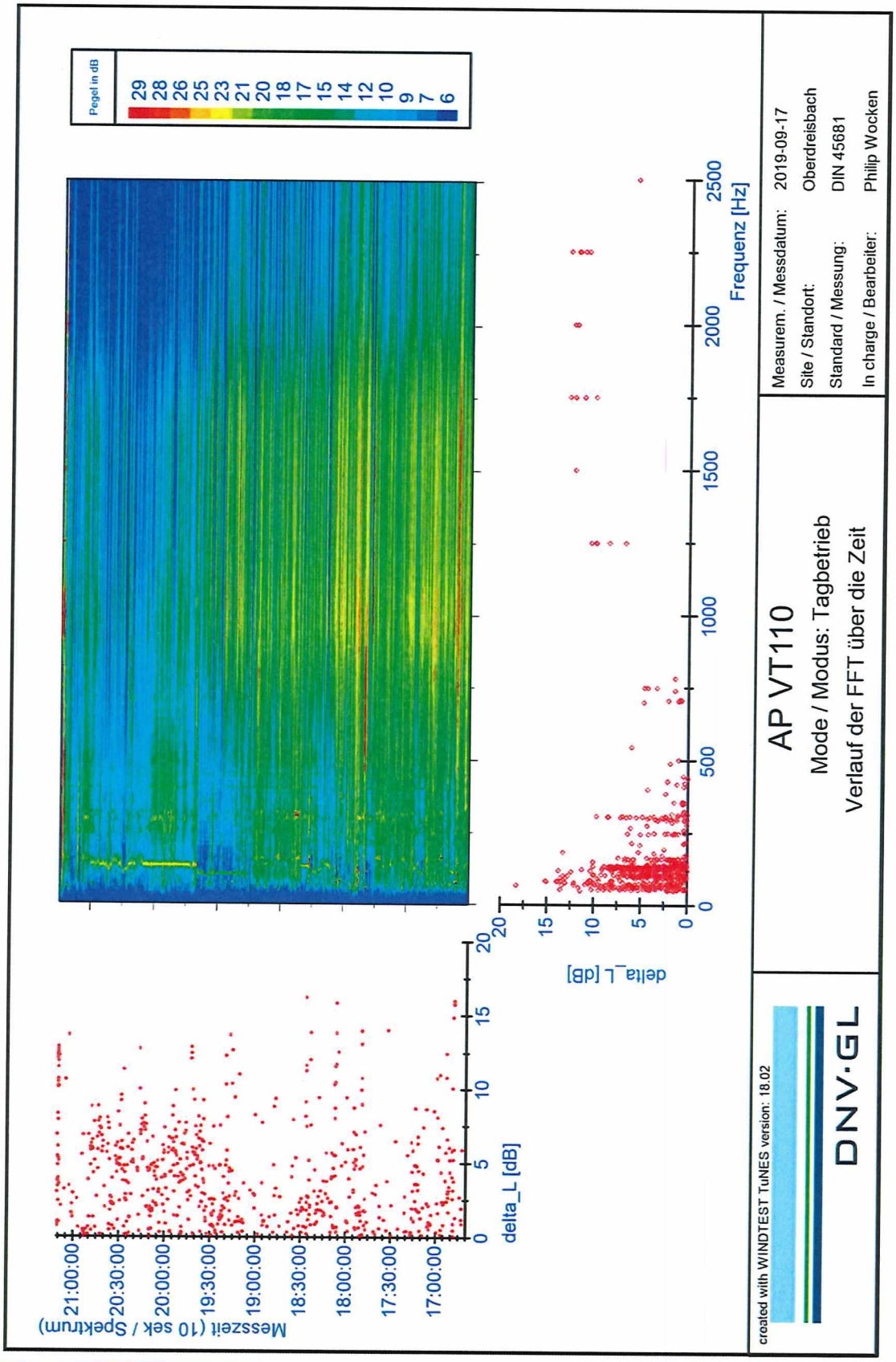
Standard / Messung: DIN 45681

In charge / Bearbeiter: Philip Wocken

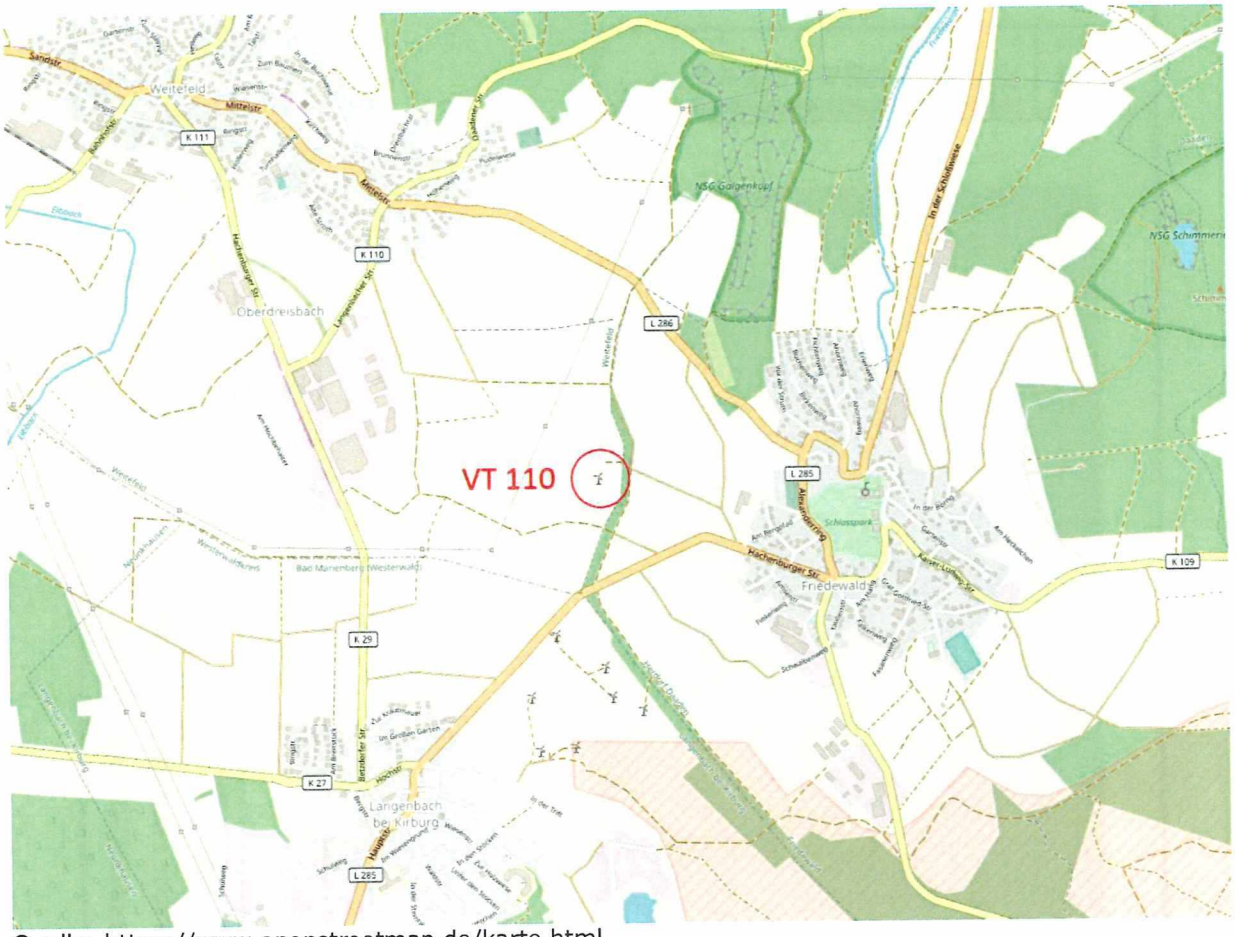
8.28 AP - Tonhaltigkeitsanalyse gemäß DIN 45681 (1/2)



8.29 AP - Tonhaltigkeitsanalyse gemäß DIN 45681 (2/2)



8.30 Geografische Lage der untersuchten WEA



Quelle: https://www.openstreetmap.de/karte.html

8.31 Herstellerbescheinigung der WEA

000072

Teil 1 Anhang A 12

Herstellerbescheinigung, Kurzfassung für akustische Nachmessungen
Manufacturer´s certificate, Short version for control measurements of acoustic noise

1. Allgemeine Informationen – *General informations*

Anlagenhersteller – *turbine manufacturer :* Schütz GmbH & Co. KGaA, Schützstraße 12, 56242 Selters
Spezifische Anlagenbezeichnung – *specific turbine type name :* VT 110
Seriennummer der vermessenen WEA – *serial number of tested WT :* 2008 1009 (WEA ODB)
Standort der vermessenen WEA – *location of tested WT :* Oberdreisbach
Koordinaten des Standortes – *coordinates of turbine location :* Ostwert: 32425698,00 Nordwert: 5618407,00
Rotorachse – *rotor axis :* horizontal – *horizontal* ☒ vertikal – *vertical* ☐
Nennleistung – *rated power :* 3,2 MW
Leistungsregelung – *power control :* pitch ☒ stall ☐
Nabenhöhe über Grund – *hub height above ground :* 143,2 m
Nabenhöhe über Fundamentflansch – *hub height above top of foundation flange :* 141,59 m
Nennwindgeschwindigkeit – *rated wind speed :* 12,2 m/s
Ein- / Abschaltwindgeschwindigkeit – *cut–in / cut outwind speed :* 3 / 22 m/s

2. Rotor – *Rotor*

Durchmesser – *rotor diameter :* 110 m
Anzahl der Blätter – *number of blades :* 3
Nabenart – *kind of hub :* pendelnd – *teetered* ☐ starr – *rigid* ☒
Anordnung zum Turm – *position relative to tower :* luv – *upwind* ☒ lee – *downwind* ☐
Drehzahlbereich / Drehzahlstufen – *rot. speed range / stages of rot. speed:* 4,4 - 14,6 Nenndrehzahl: 13,6 rpm
Rotorblatteinstellwinkel – *rotor blade pitch setting :* 0° - 90°
Konuswinkel – *cone angle :* 2°
Achsneigung – *tilt angle :* 5°
Horizontaler Abstand Rotormittelpunkt - Turmmittellinie – *horiz. distance between centre of rotor and tower centre line :* 5,4 m

3. Rotorblatt – *Rotor blade*

Hersteller – *manufacturer :* Schütz
Typenbezeichnung – *type :* VT 110 / 53,4
Seriennummem der Rotorblätter – *serial numbers of rotor blades :* 1: 3244814 2: 3229305 3: 3240730
Zusatzkomponenten (z.B. stall strips, Vortex-Gen., Turbulatoren) – *additional components (e.g. stall strips, vortex gen., trip strips) :* nein

4. Getriebe – *Gearbox*

Hersteller – *manufacturer :* /
Typenbezeichnung – *type :* /
Seriennummer des Getriebes – *serial number of gear box :* /
Ausführung – *design :* /
Übersetzungsverhältnis – *gear ratio :* /

5. Generator – *Generator*

Hersteller – *manufacturer :* Schütz
Typenbezeichnung – *type :* P 60/2
Seriennummer des Generators – *serial number of generator :* 0014
Anzahl – *number of generators :* 1
Art – *design :* PM-Synchrongenerator
Nennleistung(en) – *rated power value(s) :* 3,200 kW
Drehzahlbereich / Drehzahlstufen – *rot. speed range / stages of rot. speed:* 4,4 - 14,6 Nenndrehzahl: 13,6 rpm

6. Turm – *Tower*

Ausführung – *design :* Gitter – *lattice* ☐ Rohr – *tubular* ☒ zylindrisch – *cylindrical* ☐ konisch – *conical* ☒
Material – *material :* Hybridturm: Beton + Stahl
Durchmesser - Turmfuß – *foot of the tower diameter:* 9 m

7. Betriebsführung / Regelung – *Control system*

Art der Leistungsregelung – *kind of power control :* Leistungsdrehzahlkennlinie
Antrieb der Leistungsregelung – *actuation of power control :* Pitchverstellung
Hersteller der Betriebsführung / Regelung – *manufacturer of control system :* Freqcon GmbH, Vethem 24, 29664 Walsrode (Software)
Typenbezeichnung der Betriebsführung / Regelung – *control system type :* Simotion P320-4 (Hardware)
Bezeichnung der verwendeten Steuerungskurve – *designation of used control setup :* P-n Kennlinie Rotorblatthersteller
Bezeichnung / Messbericht der verwendeten Leistungskurve – *designation of power curve report :* plausibilisiert LKVT110.00.pdf

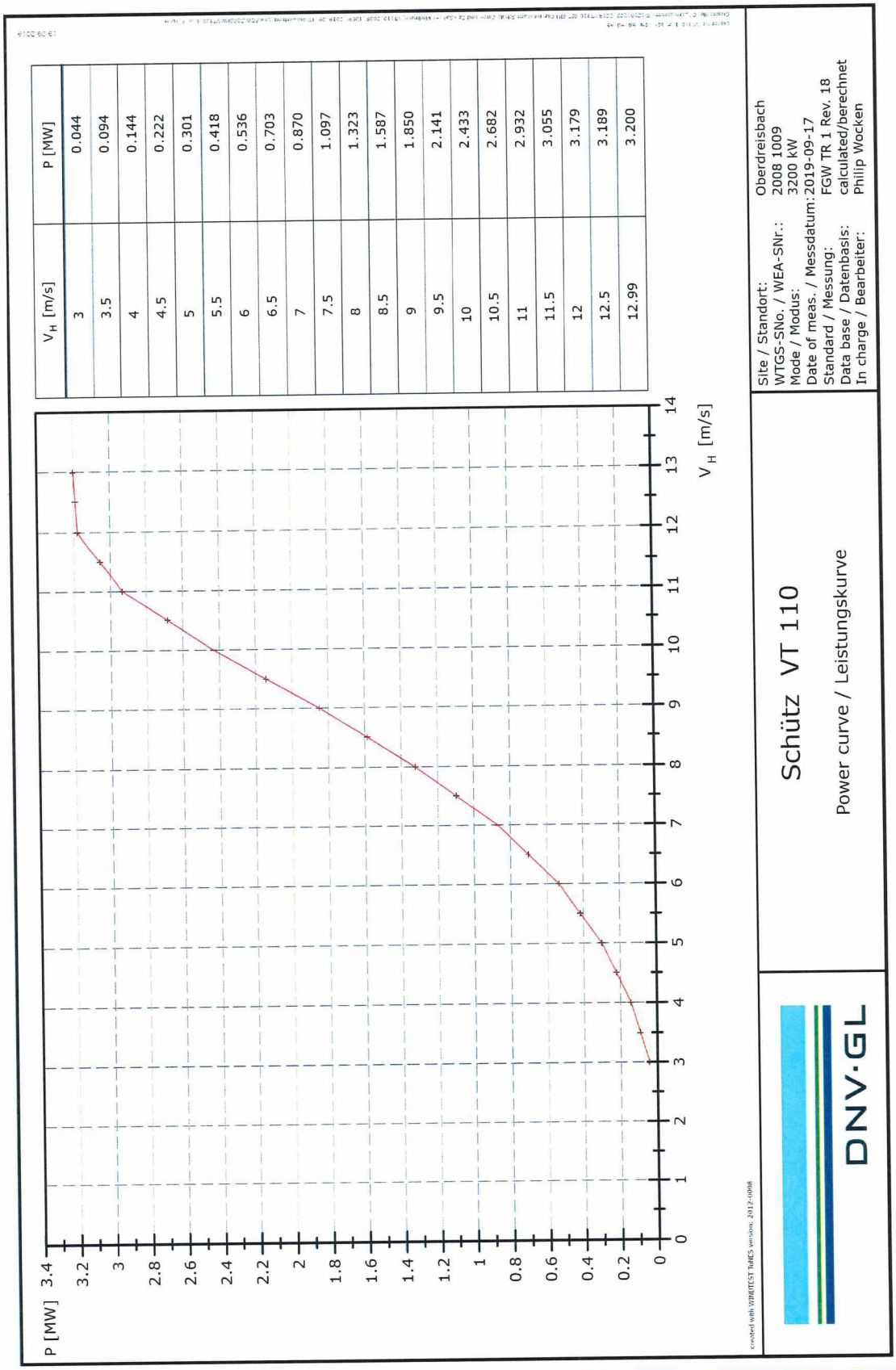
SCHÜTZ
GmbH & Co. KGaA
56242 Selters/Ww
11/01/2015

Datum, Stempel und Unterschrift des Herstellers
Date, manufacturer`s stamp and signature

Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass die WEA, deren Schallemission, Leistungskurve und elektrische Eigenschaften in den Prüfberichten abgebildet sind, die o. g. Eigenschaften aufweist. – *The manufacturer of the wind turbine (WT) confirms that the WT whose noise level, performance curve and power quality is measured and depicted in the test reports, shows the characteristics given above.*

Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber.

8.32 Leistungskurve der WEA (Tagbetrieb; 3,2 MW Modus)



V_H [m/s]	P [MW]
3	0.044
3.5	0.094
4	0.144
4.5	0.222
5	0.301
5.5	0.418
6	0.536
6.5	0.703
7	0.870
7.5	1.097
8	1.323
8.5	1.587
9	1.850
9.5	2.141
10	2.433
10.5	2.682
11	2.932
11.5	3.055
12	3.179
12.5	3.189
12.99	3.200

8.33 Auszug aus der Genehmigung (Seite 1/2)

und jederzeit erreichbar ist. Ein Wechsel des Ansprechpartners ist der Genehmigungsbehörde und der Überwachungsbehörde unverzüglich mitzuteilen.

3. Die beabsichtigte Inbetriebnahme der beantragten WEA ist der Genehmigungsbehörde und der Überwachungsbehörde spätestens eine Woche vorher schriftlich mitzuteilen.

II. Immissionsschutz

4. Die beantragte Windenergieanlage darf erst in Betrieb genommen werden, nachdem nachfolgende Windenergieanlagen gem. dem Lärmgutachten des Ingenieurbüros Ingenieurbüro Pies, Birkenstraße 34, 56154 Boppard Bestellungs-Nr.: 4501838883 vom 31.05.2016 und Nachtrag vom 20.10.2016 sowie der Stilllegungsverpflichtung des Antragstellers stillgelegt wurden:

Anlagennummer	Typ	UTM-Rechts-Hochwert
WEA VII	AN Bonus 150	425475–5617658
WEA VIII	Nordex N29	425522–5618747
WEA IX	Nordex N29	425711–5618447
WEA X	Nordex N27	425700–5618708

Hinweis zu § 15 Abs. 3 BImSchG
Beabsichtigt der Betreiber, den Betrieb einer genehmigungsbedürftigen Anlage einzustellen, so hat er dies unter Angabe des Zeitpunktes der Einstellung der zuständigen Behörde unverzüglich anzuzeigen. Der Anzeige sind Unterlagen über die vom Betreiber vorgesehenen Maßnahmen zur Erfüllung der sich aus § 5 Absatz 3 und 4 ergebenden Pflichten beizufügen.

5. Nach Errichtung der Anlage ist durch eine Bescheinigung des Herstellers zu belegen, dass die errichtete Anlage in ihren wesentlichen Elementen und in ihrer Regelung mit derjenigen Anlage übereinstimmt, die der akustischen Planung zugrunde gelegt worden ist.

6. Der Schallleistungspegel der beantragten Windenergieanlagen (Typ VT 110) darf am Tag bei 95 % der Nennleistung 106,1 dB(A) zuzüglich eines zulässigen Toleranzbereichs für die Serienstreuung nicht überschreiten.
Ergeben die messtechnischen Ermittlungen des Schallleistungspegels für den Anlagentyp einen niedrigeren Wert als den vorher genannten, so ist der niedrigere maßgebend.

7. Durch eine geeignete Messstelle für Immissionsschutz ist nach Inbetriebnahme der Windkraftanlagen anhand einer schalltechnischen Abnahmemessung die Einhaltung der Nebenbestimmungen Ziffer 6 nachzuweisen.

Als Messstelle kommt nur eine nach § 29 b BImSchG bekannt gegebene Stelle in Frage, die zum einen über die erforderliche Erfahrung im Bereich der Windkraft verfügt und zum anderen nicht an der Erstellung der Schallimmissionsprognose mitgearbeitet hat.

Eine Kopie der Auftragsbestätigung des Messinstituts ist der Genehmigungsbehörde und der Überwachungsbehörde, zu übersenden.

Das mit der Messung beauftragte Messinstitut ist aufzufordern, die Messung bei Vorliegen geeigneter meteorologischer Gegebenheiten unverzüglich durchzuführen und den Messbericht gleichzeitig mit der Versendung an den Auftraggeber den v. g. Stellen vor-

8.34 Auszug aus der Genehmigung (Seite 2/2)

zulegen.

Das Konzept der Messung ist mit der Überwachungsbehörde abzustimmen.

Hinweis:

Der Nachweis gilt als geführt, wenn der im Rahmen der Abnahmemessung ermittelte Emissionswert (Schallleistungspegel + Tonhaltigkeits- und Impulszuschlag) den der Genehmigung zugrunde gelegten Emissionswert nicht überschreitet.

Es ist zu prüfen:
LWA (Abnahmemessung) < Lw(Prognose) + 1,28 * σP (Serienstreuung),
mit LWA (Abnahmemessung): gemessener Schallleistungspegel
Lw(Prognose) =106,1 dB(A): angewendeter Schallleistungspegel ohne Sicherheitszuschläge.
σP: Serienstreuung

8. Die beantragte Windenergieanlage darf zur Nachtzeit zwischen 22:00 und 6:00 Uhr nicht betrieben werden.
Hinweis: siehe Formular 7 der Antragsunterlage.

9. Die Anlage muss zur Dokumentation der Nachtabschaltung mit einer kontinuierlichen Aufzeichnung geeigneter Betriebsparameter (z. B.: elektrische Leistung, Rotordrehzahl usw.) versehen sein, die rückwirkend für einen Zeitraum von wenigstens 12 Monaten den Nachweis der tatsächlichen Betriebsweise ermöglicht.

10. Die Windenergieanlage darf keine immissionsrelevante Impulshaltigkeit aufweisen.

11. Die Windenergieanlage darf keine immissionsrelevante Tonhaltigkeit (≥ 2 dB(A), gemessen nach den Anforderungen der FGW-Richtlinie) aufweisen. Dies gilt für alle Lastzustände.

12. Die Windenergieanlage ist antragsgemäß mit einer Schattenwurfabschaltautomatik auszurüsten.

13. Vor Inbetriebnahme der Windenergieanlage sind alle für die Programmierung der Schattenwurfabschalteinrichtung erforderlichen Parameter zu ermitteln. Für den Immissionsschutz relevante Daten wie z.B. Sonnenscheindauer und Abschaltzeit sind von der Abschalt¬einrichtung zu registrieren. Die registrierten Daten sind zu speichern und mind. 2 Jahre aufzubewahren und der Überwachungsbehörde, auf Verlangen vor-zulegen.

14. Durch die Schattenwurf-Abschaltautomatik ist sicherzustellen, dass an allen von der beantragten Windenergieanlage betroffenen Immissionsorten,

    - an denen der Grenzwert der tatsächliche Beschattungsdauer von 8 Stunden pro Jahr oder 30 Minuten pro Tag durch die Vorbelastung bereits erreicht wird, kein weiterer Schattenwurf durch die beantragte Windenergieanlage entsteht und
    - an allen weiteren Immissionsorten an denen durch die Vorbelastung der Grenzwert der tatsächliche Beschattungsdauer von 8 Stunden pro Jahr oder 30 Minuten pro Tag nicht erreicht wird unter Berücksichtigung der Gesamtbelastung keine Überschreitung der vorher genannten Grenzwerte entstehen kann.

8.35 Fotos der Emissionsmessung (1/2)

000074

Bild 8-1: Mikrofonposition in Relation zur vermessenen WEA

8.36 Fotos der Emissionsmessung (2/2)

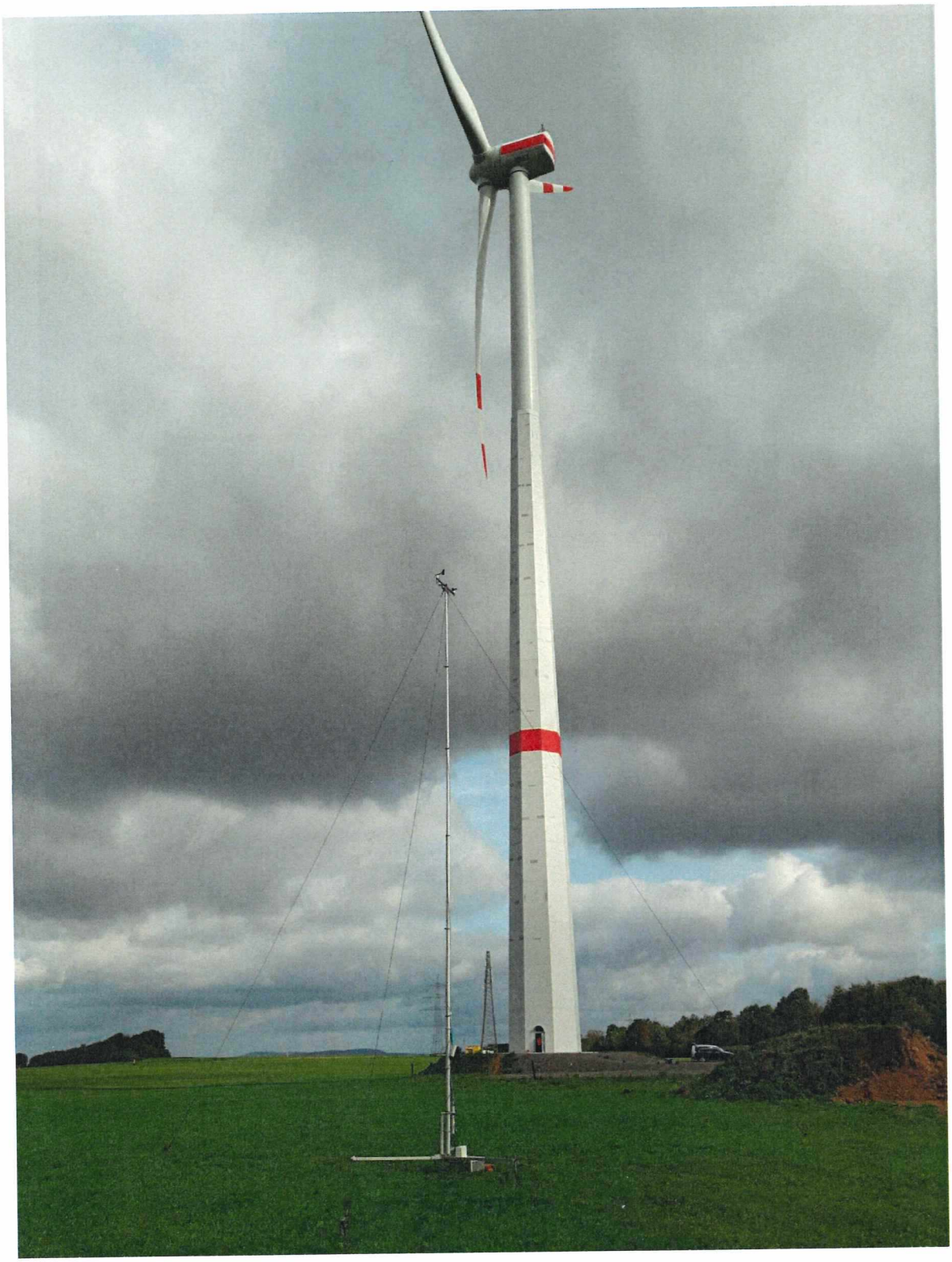


Bild 8-2: 10 m Windmessmast in Relation zur vermessenen WEA

8.37 Fotos der Immissionsmessung (1/2)

Bild 8-3: Messung am EIO, im Hintergrund IO 15 (Wohngebäude links, rechts Gewerbehallen) und Nachbar-WEA südlich der L 285 (Hachenburger Str.)

8.38 Fotos der Immissionsmessung (2/2)

Bild 8-4: Vermessene WEA und Umgebung von IO 15 aus fotografiert.

000076

Über DNV GL

Inspiriert durch das Ziel, Leben, Eigentum und Umwelt zu schützen, verbessert DNV GL die Sicherheit und Nachhaltigkeit Ihrer Projekte. Wir bieten technische Prüf- und Zertifizierungsdienstleistungen sowie Software und unabhängige Beratungsservices für die Energie-, Öl & Gas- und maritime Wirtschaft. Wir bieten darüber hinaus Zertifizierungsleistungen für Kunden aus vielen weiteren Branchen an. Unsere Test-, Zertifizierungs- und Beratungsdienstleistungen werden unabhängig voneinander angeboten. Unsere 16.000 Mitarbeiter in über 100 Ländern unterstützen unsere Kunden, um die Welt sicherer, intelligenter und grüner zu gestalten.

DNV·GL

000077

SCHALLEMISSIONSMESSUNG AN EINER WEA DES TYPS SCHÜTZ VT110, 1500 KW, SN: 2008 1009

Schallemissionsgutachten gemäß FGW TR 1, Rev. 18

Schütz GmbH & Co. KGaA

Berichtsnummer: 10161202-A-2-A
Berichtsdatum: 2019-11-01

WICHTIGER HINWEIS UND AUSSCHLUSSERKLÄRUNG

1. Dieses Dokument ist ausschließlich zur Verwendung durch den auf der ersten Seite dieses Dokuments genannten Kunden bestimmt, an den dieses Dokument gerichtet ist und der eine schriftliche Vereinbarung mit der DNV GL-Einheit geschlossen hat, die dieses Dokument ausstellt (im Folgenden „DNV GL"). Soweit dies rechtlich zulässig ist, übernimmt DNV GL oder ein anderes Unternehmen der Gruppe (im Folgenden „die Gruppe") gegenüber Dritten (anderen Personen als dem Kunden) keinerlei Vertrags- oder Deliktshaftung, auch nicht auf Grund von Fahrlässigkeit, noch sonst eine Haftung, und kein Unternehmen der Gruppe außer DNV GL haftet für einen wie auch immer gearteten Verlust oder Schaden, der aufgrund einer Handlung, einer Unterlassung oder eines Versäumnisses (sei es aus Fahrlässigkeit oder aus einem anderen Grund) von DNV GL, der Gruppe oder einem seiner oder ihrer Mitarbeiter, Subunternehmer oder Bevollmächtigten eintritt. Dieses Dokument muss in seiner Gesamtheit betrachtet werden und unterliegt allen darin oder in einer anderen damit verbundenen maßgeblichen Mitteilung zum Ausdruck gebrachten Annahmen und Voraussetzungen. Dieses Dokument kann genaue technische Daten enthalten, die nur zur Verwendung durch Personen bestimmt sind, die über das erforderliche Know-how auf dem entsprechenden Fachgebiet verfügen.

2. Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt und darf nur entsprechend den Bestimmungen der Dokumentenklassifizierung sowie sonstiger daran geknüpfter Bedingungen vervielfältigt oder weitergegeben werden, die in diesem Dokument und/oder in der schriftlichen Vereinbarung zwischen DNV GL und dem Kunden enthalten sind bzw. auf die darin verwiesen wird. Kein Teil dieses Dokuments darf ohne die ausdrückliche vorherige schriftliche Zustimmung von DNV GL in einer Emissionserklärung, einem Zeichnungsprospekt oder einer Börsennotierung, einem Rundbrief oder einer ähnlichen sonstigen Bekanntmachung erscheinen. Eine Einstufung in der Dokumentenklassifizierung, die es dem Kunden erlaubt, dieses Dokument weiterzugeben, bedeutet dadurch nicht, dass DNV GL gegenüber einem anderen Empfänger als dem Kunden in irgendeiner Weise haftbar ist.

3. Dieses Dokument wurde auf der Grundlage von Informationen zu Daten und Fristen erstellt, auf die in diesem Dokument verwiesen wird. Dieses Dokument schließt nicht aus, dass sich Informationen ändern können. Sofern und in dem Maße wie die Kontrolle und Überprüfung von Informationen oder Daten nicht ausdrücklich in dem schriftlich festgehaltenen Leistungsumfang vereinbart wurde, ist DNV GL weder für vom Kunden oder einem Dritten an DNV GL gegebene fehlerhafte Informationen oder Daten noch für die Folgen solch fehlerhafter Informationen oder Daten in irgendeiner Weise verantwortlich, gleichgültig, ob diese Informationen oder Daten in diesem Dokument enthalten sind bzw. darauf verwiesen wird oder nicht.

4. Alle Schätzungen und Vorhersagen in Bezug auf Wind und Energie unterliegen Faktoren, die nicht alle im Rahmen der Wahrscheinlichkeit liegen, und beinhalten Unsicherheiten, die in diesem Dokument genannt sind bzw. auf die in diesem Dokument verwiesen wird, und nichts in diesem Dokument gewährleistet eine bestimmte Windgeschwindigkeit oder Energieleistung.

LEGENDE ZUR DOKUMENTENKLASSIFIZIERUNG

Streng vertraulich	:	Zur Herausgabe nur an namentlich genannte Einzelpersonen in der Organisation des Kunden.
Persönlich und vertraulich	:	Zur Herausgabe nur an Einzelpersonen in der Organisation des Kunden, die direkt von dem im Dokument behandelten Sachverhalt betroffen sind.
Vertrauliche Geschäftsinformationen	:	Nicht zur Herausgabe an Personen außerhalb der Organisation des Kunden.
Ausschließlich für DNV GL	:	Nicht zur Herausgabe an Personen, die keine DNV GL-Mitarbeiter sind.
Nach Ermessen des Kunden	:	Weitergabe zu Informationszwecken ist nur nach Ermessen des Kunden gestattet (vorbehaltlich des oben stehenden „Wichtiger Hinweis und Ausschlusserklärung" sowie der Bestimmungen der schriftlichen Vereinbarung zwischen DNV GL und dem Kunden).
Veröffentlicht	:	Nur der allgemeinen Öffentlichkeit zu Informationszwecken zugänglich (vorbehaltlich des oben stehenden „Wichtiger Hinweis und Ausschlusserklärung").

© 2019 DNV GL, alle Rechte vorbehalten.

000078

Projekt:	Schallemissionsmessung an einer WEA des Typs Schütz VT110 im Betriebsmodus 1500 kW	DNV GL - Energy Renewables Measurements
Berichtstitel:	Schallemissionsgutachten gemäß FGW TR 1, Rev. 18	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH
Kunde:	Schütz GmbH & Co. KGaA Schützstraße 12 56242 Selters	Sommerdeich 14b 25709 Kaiser-Wilhelm-Koog Deutschland
Kontaktperson:	Hr. Klöckner	Tel: +49 4856 901 0
Auftragsdatum:	2019-07-31	HR B 636 ME
Projektnummer:	10161202	
Berichtsnummer:	10161202-A-2-A	

Auftrag:

Bestimmung der Schallemissionswerte gemäß FGW Technische Richtlinie Teil 1, Rev. 18 an einer Windenergieanlage des Typs Schütz VT110, 1500 kW, 2008 1009, in der Nähe von Oberdreisbach in Rheinland-Pfalz.

Berichtsersteller:	Prüfer:	Freigabe erteilt durch:
Dipl.-Ing. (FH) Ulf Kock (Messstellenleiter §29b BImSchG)	Dipl.-Ing. Klaus Buchmann (Head of Section)	Dipl.-Ing. (FH) Ulf Kock (Messstellenleiter §29b BImSchG)

☐ Streng vertraulich

☐ Persönlich und vertraulich

☐ Vertrauliche Geschäftsinformationen

☐ Ausschließlich für DNV GL

☒ Nach Ermessen des Kunden

☐ Veröffentlicht

Revision	Datum	Ausgabe	Berichtsersteller	Prüfer	Freigabe erteilt durch
A	2019-11-01	Erstausgabe	Ulf Kock	Klaus Buchmann	Ulf Kock

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-11134-01-00

Schallemission TR 1 FGW 2019 Konformitätssiegel

Dieser Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Zustimmung der GL Garrad Hassan Deutschland GmbH vervielfältigt werden. Er umfasst insgesamt 51 Seiten inklusive des Anhanges.

Inhalt

1 AUFTRAG 6

2 ZUSAMMENFASSUNG UND BEWERTUNG 6
2.1 Subjektive Beurteilung des abgestrahlten Geräusches 8

3 ABWEICHUNGEN 8

4 DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN 8
4.1 Messverfahren 8
4.2 Messablauf 8
4.3 Verwendete Messgeräte 9
4.4 Anordnung der Messpunkte 9

5 ERLÄUTERUNGEN ZU DEN MESSERGEBNISSEN 9
5.1 Richtcharakteristik 9
5.2 Schalldruckpegel 9
5.3 Schallleistungspegel 10
5.4 Impulshaltigkeit 11
5.5 Pegel von Einzelereignissen 11
5.6 Tonhaltigkeit und Frequenzanalysen 11
5.7 Terz- und Oktavanalysen 11
5.8 Einschätzung der Turbulenz 11
5.9 Messunsicherheit 11
5.10 Messunsicherheit des Typs A 11
5.11 Messunsicherheit des Typs B 13

6 REFERENZEN 14

7 FORMEL- UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS 15

8 ANHANG 16
8.1 Regression Schalldruckpegel über berechneter WG 17
8.2 Zusammenfassung der Auswertungsergebnisse 18
8.3 Schalldruckpegel über korrigierter, gemessener WG 19
8.4 Schalldruckpegel über gemessener Wirkleistung 20
8.5 Blattanstellwinkel über gemessener Wirkleistung 21
8.6 Rotordrehzahl über gemessener Wirkleistung 22
8.7 Zeitschrieb 23
8.8 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 4 m/s 24
8.9 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 4 m/s 25
8.10 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 4 m/s 26
8.11 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 5 m/s 27
8.12 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 5 m/s 28
8.13 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 5 m/s 29
8.14 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 6 m/s 30
8.15 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 6 m/s 31
8.16 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 6 m/s 32
8.17 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 7 m/s 33
8.18 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 7 m/s 34
8.19 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 7 m/s 35
8.20 Terz-Schalldruckspektren bei WG = 4 m/s 36
8.21 Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 4 m/s 37

8.22	Terz-Schalldruckspektren bei WG = 5 m/s	38
8.23	Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG =5 m/s	39
8.24	Terz-Schalldruckspektren bei WG = 6 m/s	40
8.25	Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 6 m/s	41
8.26	Terz-Schalldruckspektren bei WG = 7 m/s	42
8.27	Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 7 m/s	43
8.28	Verwendete Leistungskurve	44
8.29	Herstellerbescheinigung	45
8.30	Tabellarische Darstellung der Luftdämpfung des Schalls	46
8.31	Korrekturwerte des verwendeten Sekundärwindschirms	47
8.32	Fotografien des Messaufbaus (1/2)	48
8.33	Fotografien des Messaufbaus (2/2)	49
8.34	Verwendete Messgeräte	50
8.35	Geographische Lage des Messortes	51

000079

1 AUFTRAG

Die GL Garrad Hassan Deutschland GmbH (GH-D) wurde von der Schütz GmbH & Co. KGaA beauftragt, Schallmessungen an der im Betriebsmodus „1500 kW" betriebenen Windenergieanlage (WEA) des Typs Schütz VT110 (WEA Nr. 2008 1009) bei Oberdreisbach in Rheinland-Pfalz durchzuführen.

Ziel ist es, die immissionsrelevanten Schallleistungspegel sowie die Frequenzzusammensetzung des WEA-Geräusches bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten zu ermitteln. Sofern vorhanden, sind weitere akustische Auffälligkeiten näher zu bestimmen.

Die in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse beziehen sich nur auf diese vermessene Anlage.

2 ZUSAMMENFASSUNG UND BEWERTUNG

In der folgenden Tabelle 2-1 sind die relevanten Anlagendaten zusammengefasst.

Tabelle 2-1: Anlagendaten

WEA-Hersteller	Schütz GmbH & Co. KGaA
WEA-Typ	Schütz VT110
Betriebsmodus	1500 kW
Nennleistung	3200 kW
Anlagenseriennummer	2008 1009
Standort	Oberdreisbach (Rheinland-Pfalz)
Nabenhöhe über Grund	143,2 m
Rotordurchmesser	110 m
Abstand Turmmittellinie-Blattflanschmittelpunkt	5,4 m
Leistungsregelung (pitch/stall)	Pitch

Informationen zur Messung und Auswertung können der Tabelle 2-2 entnommen werden.

Tabelle 2-2: Informationen zur Messung und Auswertung

Messtag	2019-09-17 12:06 Uhr bis 2019-09-17 21:04 Uhr
Messung durchgeführt von	Philip Wocken
Horizontaler Messpunktabstand zur WEA (R_0)	191 m
Höhe des Mikrofons in Bezug auf die WEA (h_a)	-1,0 m
Status für das Betriebsgeräusch	3
Status für das Fremdgeräusch	0,5
Verwendete Regression für das Betriebsgeräusch	7. Ordnung
Verwendete Regression für das Fremdgeräusch	1. Ordnung
Verwendete Mittelungszeit	10 s
Wirkleistungsbereich (gemessen)	431 bis 1601 kW
Windgeschwindigkeitsbereich der Betriebsgeräuschmessung	3,8 bis 7,9 m/s
Art der verwendeten Leistungskurve	vom Hersteller berechnet

Die vermessene Windenergieanlage ist umgeben von landwirtschaftlich genutzten Flächen, überwiegend Weideflächen und Ackerland mit geringer Vegetation.

000080

Die meteorologischen Bedingungen der für die Auswertung herangezogenen Daten sind in der Tabelle 2-3 angegeben.

Tabelle 2-3: Meteorologische Bedingungen

Luftdruck in 2 m Höhe über Grund	961 - 961 hPa
Lufttemperatur in 2 m Höhe über Grund	13,3 - 16,2 °C
Hauptwindrichtung	WNW
Wetterlage	Bewölkt, trocken
Turbulenzintensität in 10 m Höhe über Grund	21,6 %

Die Messungen ergeben die in Tabelle 2-4 dargestellten Schallleistungspegel und Zuschläge für das Nahfeld. Eine Übertragbarkeit auf das Fernfeld ist nicht unmittelbar möglich.

Tabelle 2-4: Ergebniszusammenfassung für den Betriebsmodus 1500 kW

WG V_{10m} [m/s]	**4**	**5**	**6**	**7**	**$WG_{95\%}$ 5,45**
Wirkleistung aus Leistungskurve P [kW]	539	1102	1500	1500	1425
Gemessene Rotordrehzahl n [min-1]	8,7	11,0	12,3	12,3	11,4
Schallleistungspegel $L_{WA,k}$ [dB]	94,9	98,8	100,4	100,1	100,3
Gesamtmessunsicherheit Uc [dB]	0,7	0,8	0,7	3,1*	-
Impulshaltigkeitszuschlag K_{IN} [dB]	0	0	0	0	-
Tonhaltigkeitszuschlag K_{TN} [dB] / bei Frequenz [Hz]	3 / 107	3 / 132	0	1 / 146	-

* Untypische große Unsicherheit. Das Ergebnis ist auf die Berechnungsalgorithmen zurückzuführen. Die Unsicherheit wird vom Gutachter als deutlich geringer eingeschätzt.

Der ermittelte Quotient aus der berechneten zur gemessenen Windgeschwindigkeit beträgt κ = 1,08.

Einzelereignisse, die den momentanen Wert des Schallleistungspegels um mehr als 10 dB überschreiten, wurden nicht festgestellt. Eine ausgeprägte Richtcharakteristik des Anlagengeräusches liegt bei dieser WEA nicht vor.

Hinweis: Die Messung ist im Sinne der Technischen Richtlinie /1/ nicht vollständig, jedoch aus gutachterlicher Sicht trotz des eingeschränkten Messbereiches als hinreichend belastbar anzusehen, da der für diesen WEA Typs Schütz VT110 im Betriebszustand 1500 kW typische Verlauf des Schallleistungspegels nachgewiesen und der höchste Pegel bei ca. 6 m/s belastbar ermittelt werden konnte. Ein Schallleistungsanstieg ist nicht zu erwarten, da eine Erhöhung der Drehzahl im Regelungsverlauf nicht durchgeführt wird.

Es wird versichert, dass das Gutachten unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurde.

2.1 Subjektive Beurteilung des abgestrahlten Geräusches

Im vorliegenden Fall wurden durch den Gutachter geringe tonale Auffälligkeiten im Nahfeld der WEA bei Frequenzen zwischen von ca. 100 - 200 Hz in den unteren Windklassen festgestellt. Die tonale Auffälligkeit ist durch die verminderten aerodynamischen Geräusche der Anlage in diesen Windklassen begründet. Da die emittierte Geräuschenergie im unteren Windgeschwindigkeitsbereich als gering bezeichnet werden kann, ist eine Immissionsrelevanz der tonalen Geräusche unwahrscheinlich. Die subjektive Prüfung im Fernfeld durch den Gutachter konnte keine tonale Geräuschkomponente bestätigen.

Bezüglich der aerodynamischen Geräusche weist die WEA im Nah- sowie im Fernfeld ein für ihre Leistungsklasse unauffälliges Geräuschverhalten auf.

3 ABWEICHUNGEN

Die folgenden Daten wurden aus der Anlagensteuerung ausgekoppelt: Wirkleistung, Drehzahl, Pitchwinkel und Gondelanemometerwindgeschwindigkeit, wobei lediglich die Auskopplung der Wirkleistung eine Abweichung zur Richtlinie darstellt.

Abweichend zu /1/ wurde, trotz der Verwendung einer Daten-Mittelungszeit von 10 Sekunden, für die Messwerte oberhalb von 95 % der Nennleistung die κ-Faktor Methode verwendet.

Die Messung ist gemäß der Technischen Richtlinie /1/ nicht vollständig, da in den Windklassen 8 m/s bis 10 m/s weniger als drei Minutenmittelwerte des Gesamtgeräuschpegels / Fremdgeräuschpegels gemessen wurden.
Der Windmessmast wurde gemäß /7/ seitlich zur WEA aufgestellt, um eine optimale Anströmung zu gewährleisten.

Abweichend zu /1/ wurde für das Betriebsgeräusch die Regressionsanalyse der 7. Ordnung verwendet, um eine bessere Korrelation der Datenpunkte darzustellen.

4 DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN

4.1 Messverfahren

Die Messung der Schallemissionen wurde gemäß der Management Procedure ISI-RA-MEA-4600 /5/ durchgeführt. Diese Prüfanweisung ist Bestandteil des Managementsystems der GL Garrad Hassan Deutschland GmbH.

Als Mess- und Beurteilungsmethode wurde auftragsgemäß folgende Vorschrift gewählt:
„Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18" vom 2008-02-01 /1/. Diese basiert auf der IEC 61400-11 Ed. 2.1 „Wind turbine generator systems - Part 11: Acoustic noise measurement techniques" vom 2006-11-28 /2/. Sofern durch den Gutachter im Nahfeld der WEA subjektiv eine impulsartige Auffälligkeit wahrgenommen wird, ist anhand der DIN 45645-1 „Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen", Juli 1996 /3/, der Impulszuschlag K_{IN} für fünf Windklassen im Bereich von 6 - 10 m/s zu ermitteln. Gemäß der /1/ wird zur Feststellung der Tonhaltigkeit im Nahfeld das Anlagengeräusch nach /2/ ausgewertet.

Angegeben werden der immissionsrelevante Schallleistungspegel sowie die Ton- und, sofern subjektiv festgestellt, die Impulshaltigkeit im Nahfeld für Windgeschwindigkeiten im Bereich von 6 bis 10 m/s in 10 m Höhe. Bei einer Anlage, die 95 % der Auslegungsnennleistung unterhalb einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe erreicht, wird zusätzlich der entsprechende Schallleistungspegel bei 95 % der Auslegungsnennleistung angegeben.

4.2 Messablauf

Während der Betriebsmessungen lief die Windenergieanlage im Dauerbetrieb. Bei dieser Messung wurden die über eine Sekunde gemittelten Schalldruckpegel aufgezeichnet. Die nicht-akustischen Größen wurden mit einer Abtastrate von 1 Hz aufgezeichnet. Unbrauchbare Messdaten, wie beispielsweise beim Auftreten von Störgeräuschen durch vorbeifahrende Fahrzeuge oder Regen, wurden während der

Messung gekennzeichnet. Die in diesen Zeiträumen aufgenommenen Daten wurden nicht zur Auswertung herangezogen. Sehr häufig und regellos auftretende Störgeräusche wie Vegetationsgeräusche wurden bei der Auswertung durch die Fremdgeräuschkorrektur berücksichtigt.

Bei der Positionierung der schallharten Platte wurde darauf geachtet, dass der Umgebungseinfluss, wie z.B. durch Häuser oder hoch gewachsene Vegetation, möglichst gering gehalten wurde. Die Bedingungen entsprachen dem freien Schallfeld über reflektierender Ebene.

4.3 Verwendete Messgeräte

Zur Ermittlung der verschiedenen Messgrößen wurden die im Anhang dargestellten Geräte verwendet. Die für die Messung relevanten Messgeräte werden in regelmäßigen Zeitabständen kalibriert bzw. geeicht, um jederzeit eine einwandfreie Daten- und Messsicherheit zu gewährleisten. Dies geschieht auf Basis der Management System Procedure ISI-RA-MEA-2501 /6/, welche die Anforderungen der /1/ bzw. der /2/ einschließt. Die gesamte akustische Messkette wurde mit einer Prüfschallquelle der Klasse 1 vor und nach der Messung überprüft.

4.4 Anordnung der Messpunkte

Die Anordnung der Messpunkte wurde entsprechend der Vorgabe der /1/ gewählt. Der Referenzmesspunkt der akustischen Messung (Mikrofonposition) wurde mit einem Laserentfernungsmessgerät (LEM) ermittelt.

5 ERLÄUTERUNGEN ZU DEN MESSERGEBNISSEN

5.1 Richtcharakteristik

Der Referenzmesspunkt für die Schallmessung und die Auswertung wurde in Mitwindrichtung positioniert, da durch den Gutachter subjektiv keine ausgeprägte Richtcharakteristik in der Geräuschabstrahlung der WEA festgestellt werden konnte. Durch diese Messanordnung wird die Schallausbreitung durch den Wind begünstigt und der größte äquivalente Schalldruckpegel an diesem Messpunkt angenommen.

5.2 Schalldruckpegel

Alle zu messenden Daten wurden kontinuierlich über den gesamten Messzeitraum aufgezeichnet. Traten im Messzeitraum Störungen auf, z. B. durch Flug- oder Verkehrslärm, so wurden die zugehörigen Daten schon während der Messung markiert und bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Durch die Vergabe und Aufzeichnung eines Statussignales wird zwischen Zeiträumen, in denen die Anlage in Betrieb und in denen sie abgeschaltet war sowie den Zeitenräumen, in denen Störgeräusche auftraten, unterschieden.

Bei der Auswertung wurde eine Fremdgeräuschkorrektur vorgenommen, bei welcher der Schalldruckpegel des Geräusches bei laufender Anlage (Gesamtgeräuschpegel) energetisch um den Fremdgeräuschpegel reduziert wird. Diese Korrektur erfordert zunächst die Bildung und Darstellung von Regressionen der gemessenen Gesamt- sowie Fremdgeräuschpegel in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe. Die Schalldruckpegel bei den relevanten Windgeschwindigkeiten werden aus den Regressionen ermittelt (siehe Anhang). Die arithmetische Differenz der Regressionen stellt den Störabstand zwischen Gesamt- und Fremdgeräusch dar. Bei den relevanten Windgeschwindigkeiten wird der Gesamtgeräuschpegel energetisch ebenfalls um den Fremdgeräuschpegel reduziert und daraus der fremdgeräuschkorrigierte Schalldruckpegel $L_{Aeq,c,k}$ der WEA bestimmt. Die Ordnung der zur Auswertung verwendetet Regression wurde so gewählt, dass ein Maximum an Genauigkeit in der Funktionsnachbildung gewährleistet ist.

Der Quotient aus der berechneten zur gemessenen Windgeschwindigkeit ergibt sich aus:

$$\kappa = \frac{V_s}{V_z} \tag{1}$$

V_S: standardisierte Windgeschwindigkeit, V_z: gemessene Windgeschwindigkeit.

Abweichungen zwischen gemessener und berechneter Windgeschwindigkeit werden auf Beeinträchtigungen der in 10 m Höhe gemessenen Windgeschwindigkeit durch Geländestruktur und Vegetation zurückgeführt. Eine Prüfung sämtlicher Erfassungsgeräte vor und nach der Messkampagne hat deren einwandfreien Betrieb festgestellt.

Die durch die Verwendung des Sekundärwindschirms verursachte Dämpfung wurde rechnerisch korrigiert. Die ermittelte Einfügungsdämpfung für den verwendeten Windschirm ist dem Anhang zu entnehmen.

5.3 Schallleistungspegel

Der Schallleistungspegel $L_{WA,k}$ wurde aus dem fremdgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel $L_{Aeq,c,k}$ für die relevanten Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe berechnet.

Der Schallleistungspegel $L_{WA,k}$ ergibt sich aus folgendem Zusammenhang:

$$L_{WA,k} = L_{Aeq,c,k} - 6 + 10 \cdot \lg\left(\frac{4 \cdot \pi \cdot R_1^2}{S_0}\right) \tag{2}$$

Die 6 dB-Korrektur des Schalldruckpegels ist aufgrund der Schalldruckverdoppelung durch kohärente Interferenz bei der Reflexion auf der schallharten Platte vorzunehmen /2/.

$10 \cdot \lg\left(\frac{4 \cdot \pi \cdot R_1^2}{S_0}\right)$ ist das Verhältnis in dB zwischen der Fläche einer Kugel mit Radius

$R_1 = \sqrt{(R_0 + d)^2 + (H - h_A)^2}$ und der Referenzfläche S_0 = 1 m². (3)

R_0: Abstand zwischen Turmmittelpunkt und Messpunkt,
d: Abstand Rotorflächenmittelpunkt zum Turmmittelpunkt,
H: Nabenhöhe über Grund,
h_A: Aufpunkthöhe (Mikrofonhöhe).

Im Anhang befinden sich Diagramme mit Darstellung der:

- 10 s-Mittelwerte des A-bewerteten Schalldruckpegels in Abhängigkeit von der standardisierten Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe mit Angabe der jeweiligen Regressionskoeffizienten,
- 10 s-Mittelwerte des A-bewerteten Schalldruckpegels in Abhängigkeit von der korrigierten, gemessenen Windgeschwindigkeit,
- 10 s-Mittelwerte des A-bewerteten Schalldruckpegels in Abhängigkeit von der gemessenen elektrischen Wirkleistung,
- 60 s-Mittelwerte der Rotordrehzahl in Abhängigkeit von der gemessenen elektrischen Wirkleistung,
- 10 s-Mittelwerte des Blattanstellwinkels in Abhängigkeit von der gemessenen elektrischen Wirkleistung,
- Sekunden-Messwerte des A-bewerteten Schalldruckpegels, Status, Windgeschwindigkeit gemessen in 10 m Höhe und Wirkleistung über der Messzeit.

5.4 Impulshaltigkeit

Sofern durch den Gutachter im Nahfeld der WEA subjektiv eine impulsartige Auffälligkeit wahrgenommen wird, ist der Impulszuschlag K_{IN} anhand der /3/ zu bestimmen. Analysiert wird hierfür der Zeitraum der Betriebsgeräuschmessung. Die Differenz aus dem über diesen Zeitraum gemittelten Taktmaximalmittelungspegel (L_{AFTeq}) und dementsprechend gemittelten äquivalenten Dauerschalldruckpegel (L_{Aeq}) ergibt den unbewerteten Impulszuschlag K_{IN}.

Die /3/ empfiehlt, den Impulszuschlag erst bei einem berechneten Wert von K_{IN} > 2 dB aufzuschlagen. Daraus resultiert der bewertete Impulszuschlag für diese WEA im Nahfeld.

Die im vorliegenden Fall ermittelte Impulshaltigkeit ist in Tabelle 2-4 angegeben.

Hinweis: Generell ist eine im Nahfeld festgestellte Impulshaltigkeit nicht unmittelbar auf den Fernbereich übertragbar.

5.5 Pegel von Einzelereignissen

Einzelereignisse, wie z. B. das Anfahren oder Abschalten der Anlage, die den momentanen Wert des Schallleistungspegels bei den relevanten Windgeschwindigkeiten um mehr als 10 dB überschreiten, sind gemäß /1/ zu dokumentieren.

5.6 Tonhaltigkeit und Frequenzanalysen

Das auf der schallharten Platte gemessene Geräusch wurde mittels FFT-Analyse schmalbandig auf seine Frequenzzusammensetzung analysiert. Die Analyse wurde nachträglich von den aufgezeichneten Audio-Dateien durchgeführt. Zur Beurteilung der Tonhaltigkeit der Windenergieanlage wurden gemäß /1/ jeweils 12 Spektren zu jeweils 10 s herangezogen. Für jedes Spektrum wurde eine Tonhaltigkeitsanalyse durchgeführt. Für die Analyse nach /1/ ergeben sich die in Tabelle 2-4 dargestellten Tonhaltigkeitszuschläge als Funktion der Windgeschwindigkeit.

Repräsentative Spektren des Gesamtgeräusches, die für die Tonhaltigkeitsanalyse zugrunde gelegt wurden, sind im Anhang festgehalten. Hinweis: Eine eventuell im Nahfeld ermittelte Tonhaltigkeit kann nicht unmittelbar auf das Fernfeld übertragen werden.

5.7 Terz- und Oktavanalysen

Im Anhang befinden sich die A-bewerteten Terzspektren für Windgeschwindigkeiten im Bereich von 6 m/s bis 10 m/s in 10 m Höhe. Die entsprechenden A-bewerteten Oktav-Schallleistungsspektren sind ebenfalls dem Anhang zu entnehmen.

5.8 Einschätzung der Turbulenz

Die mittlere Turbulenzintensität ergibt sich aus dem Mittelwert der Quotienten aus Standardabweichung und mittlerer Windgeschwindigkeit von mindestens drei Intervallen von jeweils zehn Minuten (vgl. /2/).

Ein Wert für die Turbulenzintensität wurde für die gesamte Messung ermittelt und ist der Tabelle 2-3 zu entnehmen.

5.9 Messunsicherheit

Die Messunsicherheit setzt sich zusammen aus Komponenten des Typs A, welche durch Anwendung statistischer Methoden ausgewertet werden, und Komponenten des Typs B, die über die Beurteilung verschiedener Informationen abgeschätzt werden. Die Messunsicherheitskomponenten werden ausgedrückt in Form von Standardabweichungen und zur Ermittlung der Gesamtunsicherheit nach der Verknüpfungsmethode von Varianzen kombiniert /2/.

5.10 Messunsicherheit des Typs A

Der Fehler des abgeschätzten $L_{Aeq,c,k}$ bei jedem ganzzahligen Windgeschwindigkeitswert ist eine Messunsicherheit des Typs A und wird als U_A bezeichnet. Gemäß der technischen Richtlinie /1/ wird für diesen

Unsicherheitsanteil abweichend von der /2/ nicht die mittlere Streuung der einzelnen Messwerte um die aus der Regression ermittelten Werte verwendet, sondern die Standardabweichung des Regressionswertes aus folgender Gleichung errechnet:

$$U_A = \sqrt{\frac{\sum\left(y - y_{abgeschätzt}\right)^2}{N(N-2)}} \tag{4}$$

Mit

y: gemessener Schalldruckpegel des Gesamtgeräusches in dB,

$y_{abgeschätzt}$: geschätzter Schalldruckpegel des Gesamtgeräusches aus der Regressionsanalyse in dB,

N: Anzahl der Gesamtgeräuschmesswerte je Wind-Bin.

Die Bestimmung wird für die Gesamtgeräusche ($U_{A,\,s+n}$) und die Fremdgeräusche ($U_{A,\,n}$) in jeder Windklasse durchgeführt. Die Unsicherheit des fremdgeräuschbereinigten Anlagenpegels wird ermittelt aus:

$$U_{A,s} = \frac{\sqrt{\left(U_{A,s+n} \cdot 10^{0,1 \cdot L_{s+n}}\right)^2 + \left(U_{A,n} \cdot 10^{0,1 \cdot L_n}\right)^2}}{10^{0,1 \cdot L_s}} \tag{5}$$

5.11 Messunsicherheit des Typs B

Durch die Art der Umgebung, den meteorologischen Bedingungen sowie der Messkette werden die in Tabelle 5-1 aufgeführten Komponenten der Messunsicherheit des Typs B zugeordnet (vgl. /2/). Für alle hier erwähnten Messunsicherheiten des Typs B wird aus Vereinfachungsgründen normgemäß eine Rechteckverteilung möglicher Werte im Bereich ± a angenommen. Die Standardabweichung einer solchen Verteilung beträgt:

$$U = \frac{a}{\sqrt{3}} \tag{6}$$

Tabelle 5-1: Typ B Messunsicherheitskomponenten

Komponente	typischer möglicher Bereich ± a [dB]	verwendeter Bereich ± a [dB]	Unsicherheit U (Standardabweichung) [dB]
Kalibrierung, U_{B1}	±0,3	±0,2*	0,12
Akustische Messkette, U_{B2}	±0,3	±0,4*	0,23
Schallharte Platte, U_{B3}	±0,5	±0,5	0,29
Messabstand, U_{B4}	±0,1	±0,1	0,06
Akustische Impedanz der Luft, U_{B5}	±0,2	±0,2	0,12
Meteorologische Variation inkl. Turbulenz, U_{B6}	±0,7	±0,7	0,40
Windgeschwindigkeit errechnet, U_{B7}	±1,5	±0,31 bis ±0,94 **	0,18 bis 0,54
Windrichtung, U_{B8}	±0,5	±0,5	0,29
$\sum_{i=1}^{8} U_{Bi}^{2}$			0,44 bis 0,71

* Herstellerangaben für die verwendeten Geräte.

**Anmerkung: Da keine gültige gemessene Leistungskurve vorlag, wurde die Windgeschwindigkeit mittels einer berechneten Leistungskurve ermittelt. Daher wurden für die Unsicherheitskomponente U_{B7} windgeschwindigkeitsabhängig folgende Werte ermittelt:

Tabelle 5-2: Typ U_{B7} Messunsicherheitskomponenten

Windgeschwindigkeit in m/s	4	5	6	7
U_{B7} [dB]	0,27	0,54	0,18	3,01

Abweichend von der /2/ wird gemäß /1/ der Einfluss der Fremdgeräuschkorrektur auf die Messunsicherheit $U_{A,s}$ (siehe oben) aus den statistischen Unsicherheiten ermittelt. Die in der /2/ beschriebene Komponente U_{B9} entfällt hier somit.

Die kombinierte Gesamtmessunsicherheit U_c des Schallleistungspegels $L_{WA,k}$ wird wie folgt berechnet:

$$U_C = \sqrt{U_A^{\,2} + \sum_{i=1}^{8} U_{Bi}^{\,2}} \tag{7}$$

Die ermittelten Werte für $U_{A,s+n}$, $U_{A,n}$ und U_C sind den Ergebnistabellen im Anhang zu entnehmen.

6 REFERENZEN

/1/ Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1, Rev. 18,
Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e. V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel
2008-02-01

/2/ IEC 61400-11 Ed. 2.1 Wind Turbine Generator Systems,
Part 11: Acoustic Noise Measurement Techniques
2006-11-28

/3/ DIN 45645-1
»Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen - Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft «
1996-07

/4/ DIN 45681
»Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen«
2005-03

/5/ ISI-RA-MEA-4600 *
Noise emission measurements on wind turbines – sum level method
(Messung der Schallemission an Windenergieanlagen - Summenpegelmethode)
2017-03-01

/6/ ISI-RA-MEA-2501 *
Calibration Program
(Kalibrierung und periodische Überprüfung)
2017-03-14

/7/ IEC 61400-11:2012, Deutsche Fassung DIN EN 61400-11:2013,
Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren
2013-09-01

/8/ ISI-RA-MEA-4606 *
Measurements of tonal noise characteristics
(Analyse tonaler Eigenschaften von Geräuschen)
2017-03-01

**Diese Dokumente sind Teil des Managementsystems der GL Garrad Hassan Deutschland GmbH und können bei Bedarf eingesehen werden.*

7 FORMEL- UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

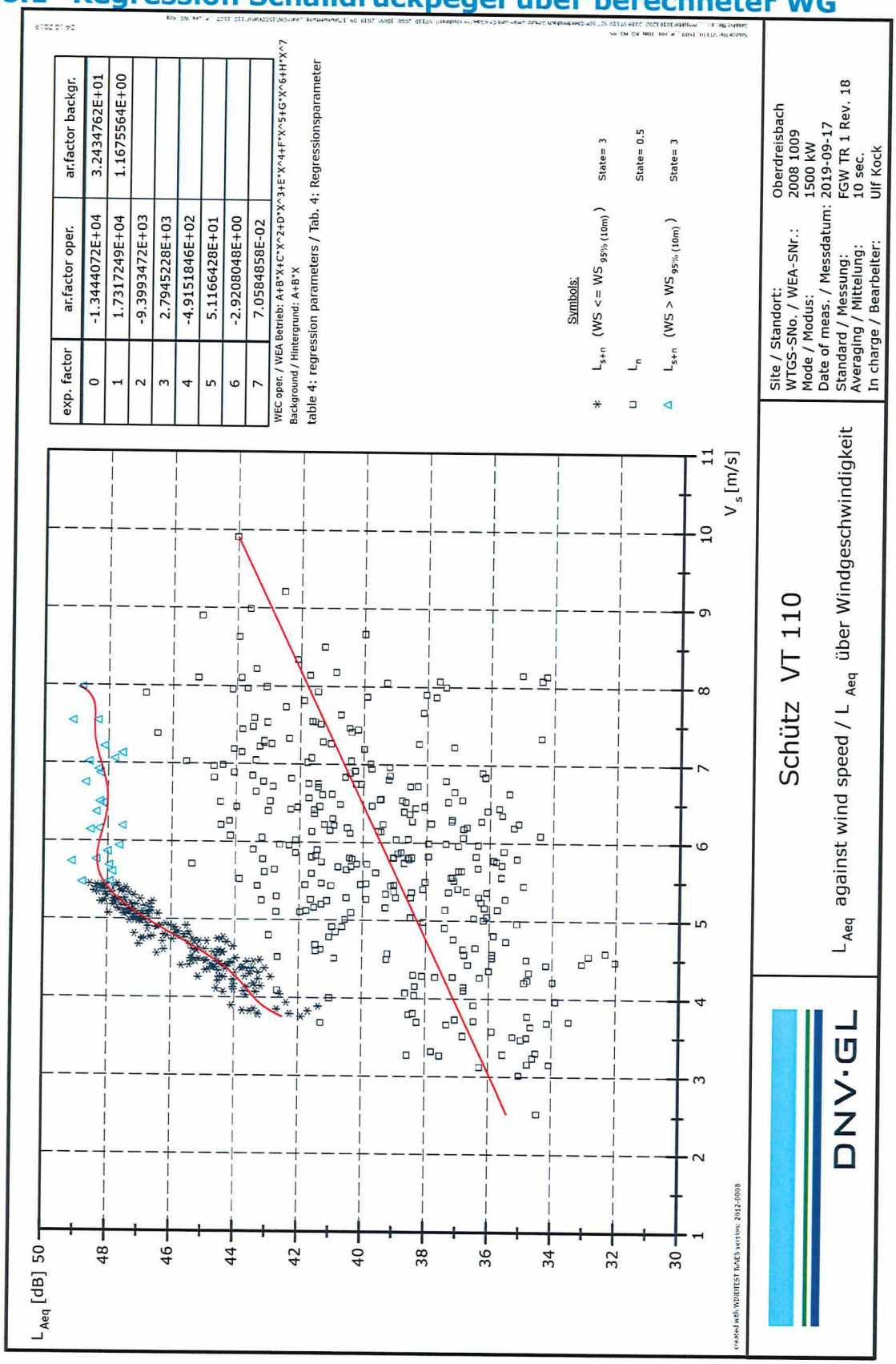
αL	-	Absorptionskoeffizient für Luft	[dB/m]
Ω	-	Raumwinkel	[dB]
BImSchG	-	Bundes-Immissionsschutzgesetz	[-]
BIN	-	Ganzzahliger Wert der standardisierten Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	[-]
BG	-	Betriebsgeräusch	[-]
c_{met}	-	Meteorologiedämpfungsmaß	[dB]
d	-	Abstand Rotorflächenzentrum - Turmmittellinie	[m]
D	-	Rotordurchmesser	[m]
DIN	-	Deutsches Institut für Normung	[-]
D_L	-	Luftabsorptionsmaß	[dB]
D_S	-	Abstandsmaß	[dB]
FG	-	Fremdgeräusch	[-]
FFT	-	Fast Fourier Transformation	[-]
Δf	-	Linienabstand der Schmalbandanalyse	[Hz]
H, H_n	-	Schallquellenhöhe = Nabenhöhe über Grund	[m]
h_A, h_m	-	Aufpunkthöhe (Mikrofonhöhe)	[m]
h_e	-	Höhe des Emissionspunkts über NN	[m]
h_F	-	Fundamenthöhe über Umgebungsniveau	[m]
IO, IP	-	Immissionsort / Immissionspunkt	[-]
K_{IN}	-	Impulshaltigkeitszuschlag nach DIN 45645 (Index N: Nahfeld)	[dB]
K_0	-	Raumwinkelmaß	[dB]
K_{TN}	-	Tonhaltigkeitszuschlag nach DIN 45681 Entwurf (Index N: Nahfeld)	[dB]
κ	-	Verhältnis der normierten WG zur gemessenen WG	[-]
L_{AF95}	-	Summenhäufigkeitspegel, A-bewertet	[dB]
L_{AFM}, L_{Aeq}	-	äquivalenter Dauerschallpegel, A-bewertet	[dB]
$L_{Aeq,c}$	-	äquivalenter Dauerschallpegel, A-bewertet, hintergrundkorrigiert	[dB]
L_{backgr}, L_n	-	äquivalenter Dauerschallpegel des Fremdgeräusches, A-bewertet	[dB]
L_g	-	Frequenzgruppenpegel des verdeckten Geräusches	[dB]
L_{HS}	-	Pegel der Hörschwelle nach DIN 45680	[dB]
L_s	-	mittlerer Pegel des Spektrums des Betriebsgeräusches	[dB]
L_t	-	Tonpegel	[dB]
ΔL	-	Pegeldifferenz	[dB]
L_{WA}	-	A-bewerteter Schallleistungspegel	[dB]

$L_{WA,max}$	-	A-bewerteter, maximaler Schallleistungspegel im gemessenen WG Bereich	[dB]
$L_{WA,90}$	-	A-bewerteter Schallleistungspegel des oberen Vertrauensbereichs	[dB]
MP	-	Messpunkt	[-]
P, P_W	-	Abgegebene elektrische Wirkleistung	[kW]
P_{Nenn}	-	Nennleistung	[kW]
$P_{95\%}$	-	95 % der Nennleistung	[kW]
R_0	-	Messentfernung (projizierter Abstand zw. Schallquelle und Messpunkt)	[m]
SEM	-	Schallemissionsmessung in der Nähe der WEA	[-]
σ_{LWA}	-	Unsicherheit des schallimmissionsrelevanten Schallleistungspegels	[dB]
U_A	-	Messunsicherheit L_{Aeq}	[dB]
U_{B9}	-	Messunsicherheit Fremdgeräusch	[dB]
U_C	-	Gesamtmessunsicherheit	[dB]
V_S		Standardisierte Windgeschwindigkeit	[m/s]
V_z		Gemessene Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe)	[m/s]
WEA	-	Windenergieanlage	[-]
WG	-	Windgeschwindigkeit	[m/s]
WG_{10m}	-	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	[m/s]
$WG_{95\%}$	-	WG in 10 m Höhe, bei der die WEA 95 % ihrer Nennleistung abgibt	[m/s]
WG_{Ref}	-	Referenz-Windgeschwindigkeit (10 m/s in 10 m Höhe)	[m/s]
WP	-	Windpark	[-]
z_0	-	Rauigkeitslänge	[m]

8 ANHANG

Auf den folgenden Seiten sind die Messergebnisse sowie weitere Details zur vermessenen Anlage und dem verwendeten Messsystem zu finden.

8.1 Regression Schalldruckpegel über berechneter WG



exp. factor	ar.factor oper.	ar.factor backgr.
0	-1.3444072E+04	3.2434762E+01
1	1.7317249E+04	1.1675564E+00
2	-9.3993472E+03	
3	2.7945228E+03	
4	-4.9151846E+02	
5	5.1166428E+01	
6	-2.9208048E+00	
7	7.0584858E-02	

WEC oper. / WEA Betrieb: A+B*X+C*X^2+D*X^3+E*X^4+F*X^5+G*X^6+H*X^7
Background / Hintergrund: A+B*X

table 4: regression parameters / Tab. 4: Regressionsparameter

Parameters of evaluation / Auswerteparameter :

H	=	143.2	m	d	=	5.40	m	h_A	=	-1.0	m	P_{rated} / P_{Nenn}	=	1.50	MW
D	=	110.0	m	z_0	=	0.050	m	R_0	=	191.0	m	$V_{H\,(95\%)}$	=	8.19	m/s

stall control / passive Leistungsregelung: No

Measurement conditions / Messbedingungen:

temperature / Temperatur = min. 13.3°C, max. 16.2°C

air pressure / Luftdruck = min. 960.7 hPa, max. 960.9 hPa

$V_{H\,(95\%)}$ = 8.33 m/s $V_{10m\,(95\%)}$ = 5.54 m/s

range of the wind direction / Windrichtungsbereich = 253° - 333°

Results / Ergebnisse :

$V_{10m\,(95\%)\,standardised}$	=	5.45	m/s
$P_{95\%}$	=	1.425	MW
k	=	1.08	
average turbulence intensity / mittlere Turbulenzintensität	=	21.6	%

V_{10m}	$U_{A,\,s+n}$ [dB]	$U_{A,\,n}$ [dB]	U_C [dB]
4	0.08	0.40	0.7
5	0.04	0.32	0.8
6	0.15	0.28	0.7
7	0.18	0.33	3.1

table 1: uncertainty / Tabelle 1: Messunsicherheiten

V_{10m}	$L_{Aeq,k}$ [dB]	L_n [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ *[dB]	$L_{WA,k}$ *[dB]
4	43.4	37.1	42.2	94.9		
5	46.8	38.3	46.1	98.8		
6	48.2	39.4	47.6	100.4		
7	48.2	40.6	47.4	100.1		

table 2: results L = f($V_{10\,m}$) / Tabelle 2: Ergebnisse L = f($V_{10\,m}$)

* L_{s+n} - L_n < 6 dB

$V_{10m\,(95\%)}$	$L_{Aeq,k}$ [dB]	L_n [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ *[dB]	$L_{WA,k}$ *[dB]
5.45	48.1	38.8	47.5	100.3		

table 3: results L = f($V_{10\,m\,(95\%)}$) / Tabelle 3: Ergebnisse L = f($V_{10\,m\,(95\%)}$)

created with WINDTEST TuNES version: 2012-0008

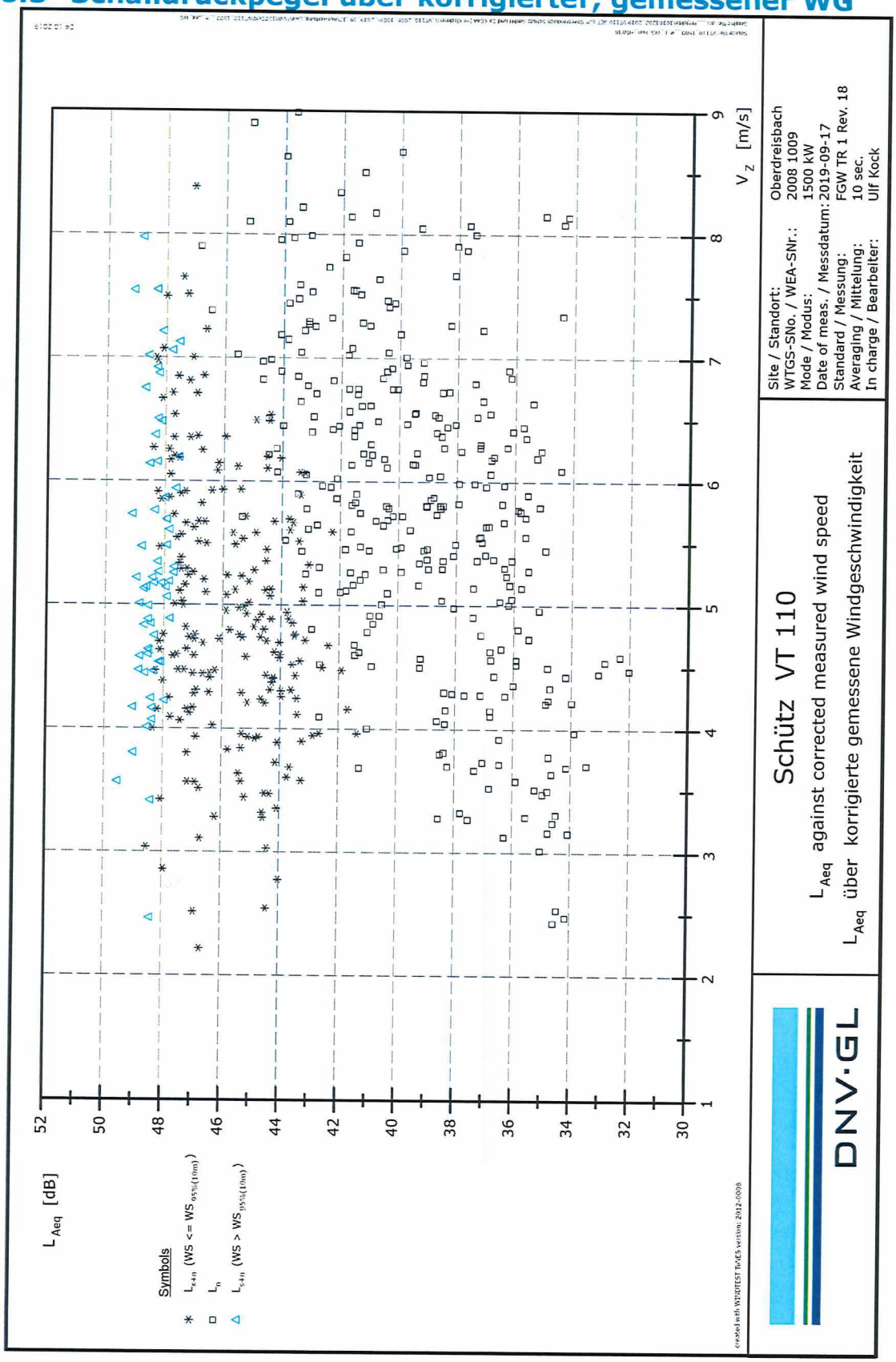
DNV·GL

Schütz VT 110

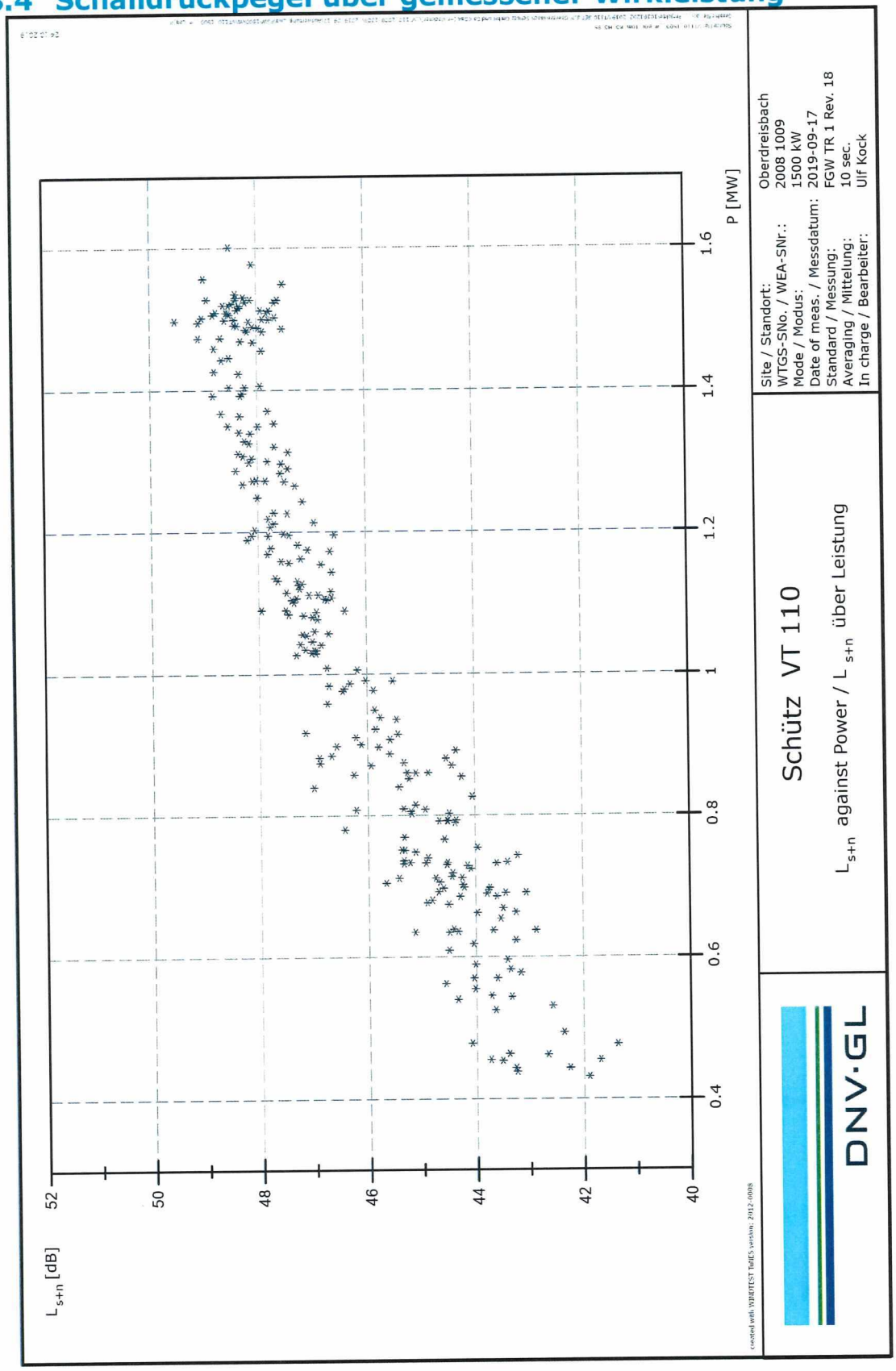
Results / Ergebnisse

Site / Standort:	Oberdreisbach
WTGS-SNo. / WEA-SNr.:	2008 1009
Mode / Modus:	1500 kW
Date of meas. / Messdatum:	2019-09-17
Standard / Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging / Mittelung:	10 sec.
In charge / Bearbeiter:	Ulf Kock

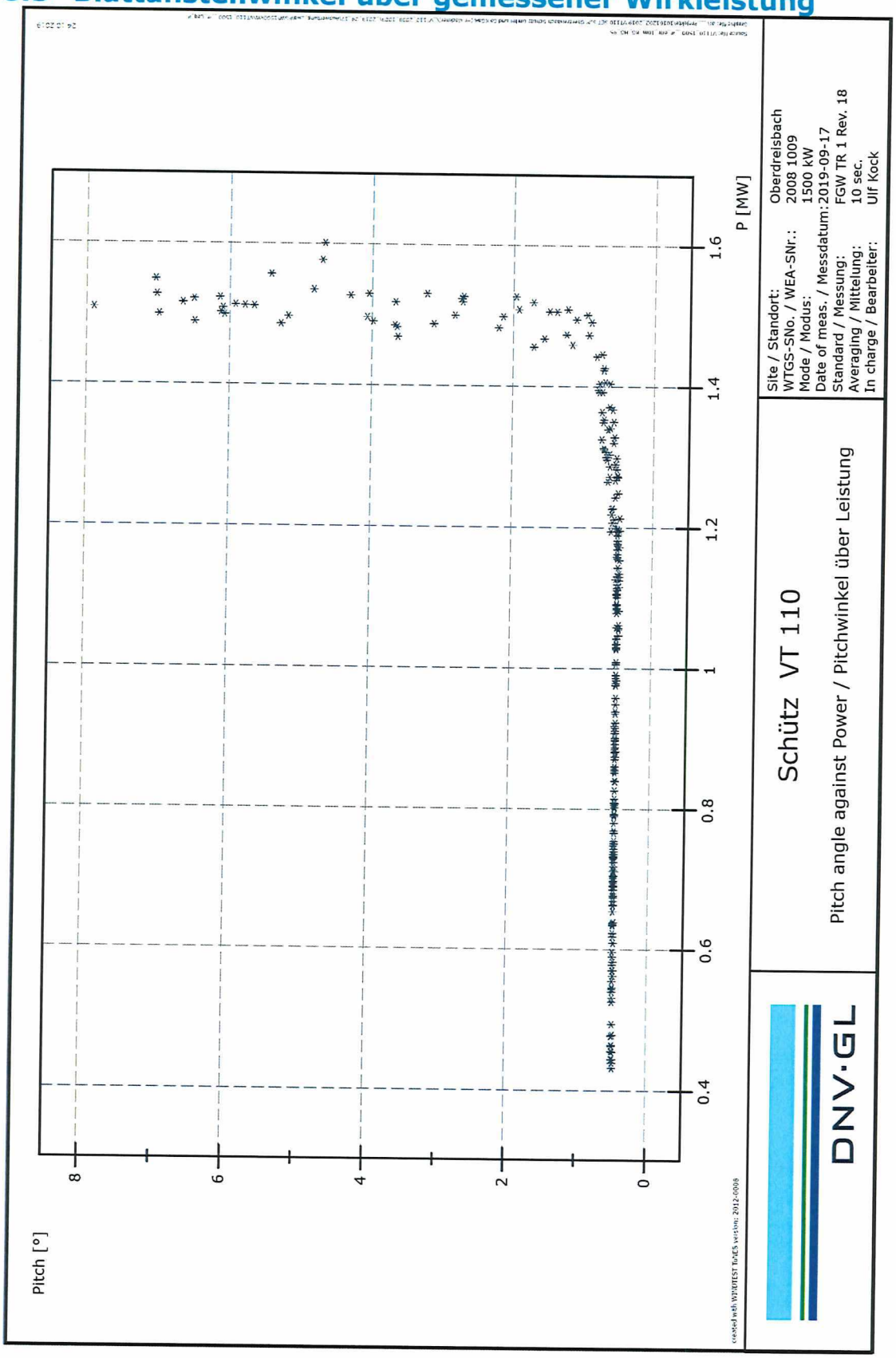
8.3 Schalldruckpegel über korrigierter, gemessener WG



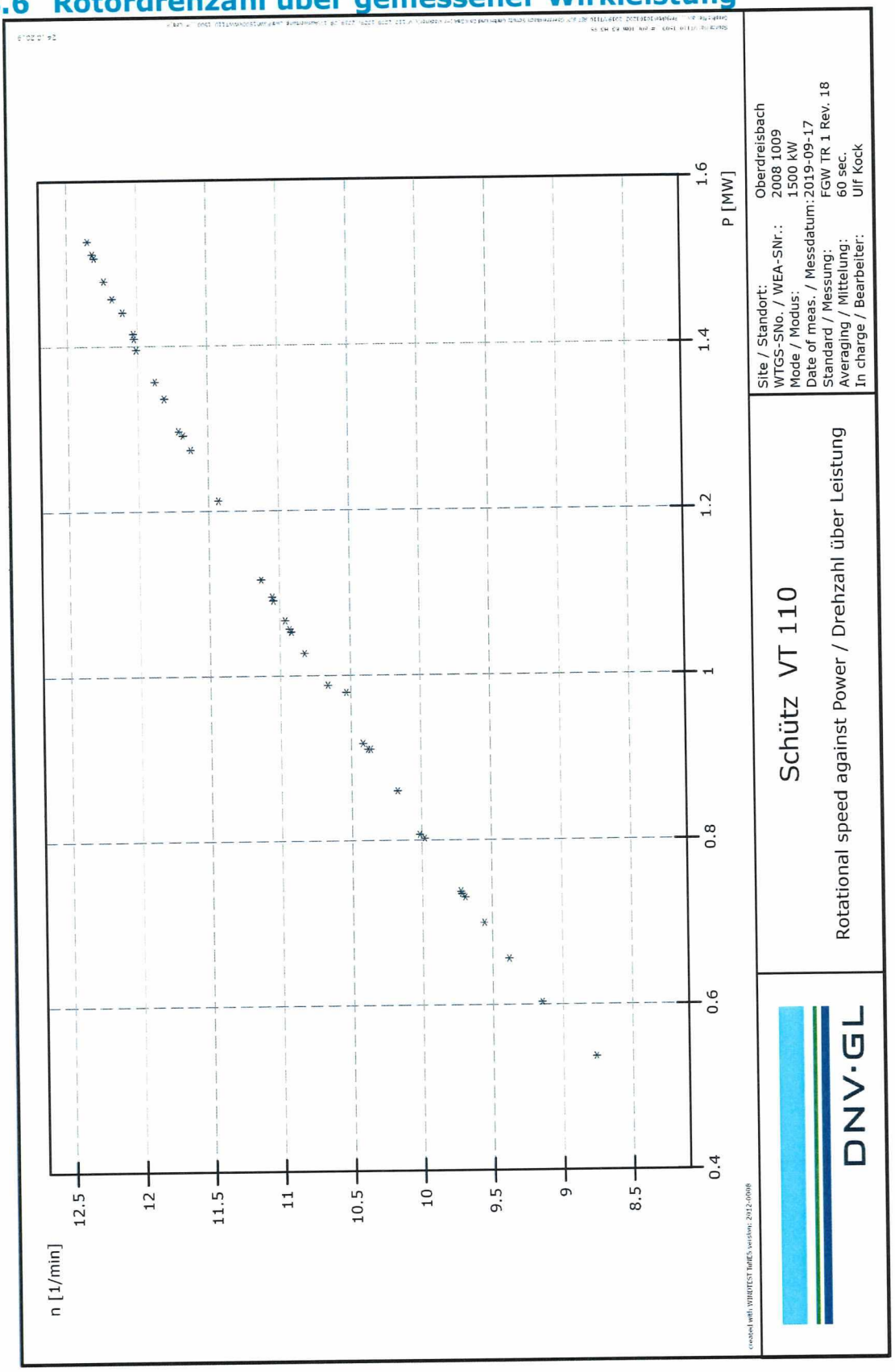
8.4 Schalldruckpegel über gemessener Wirkleistung



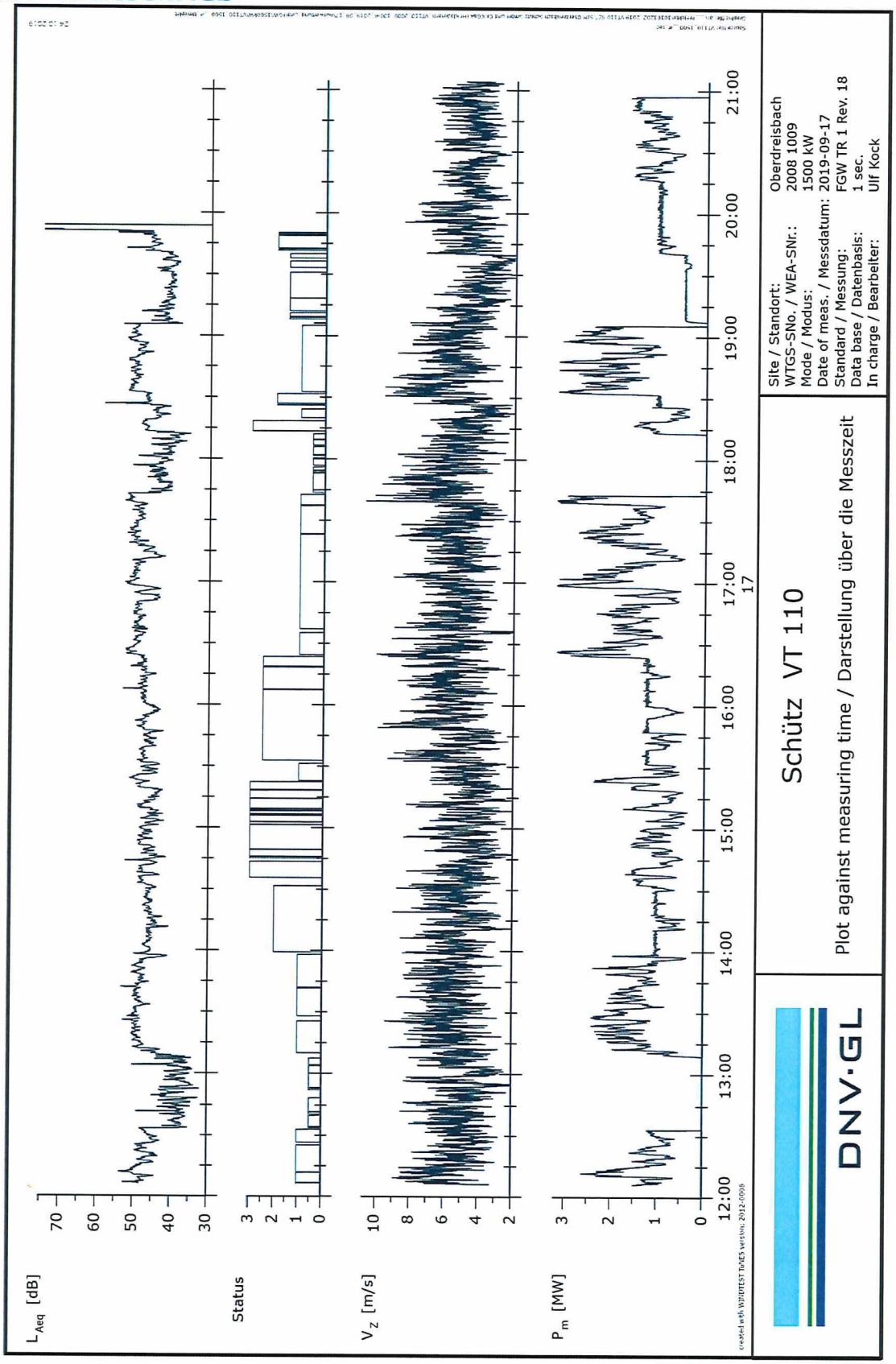
8.5 Blattanstellwinkel über gemessener Wirkleistung



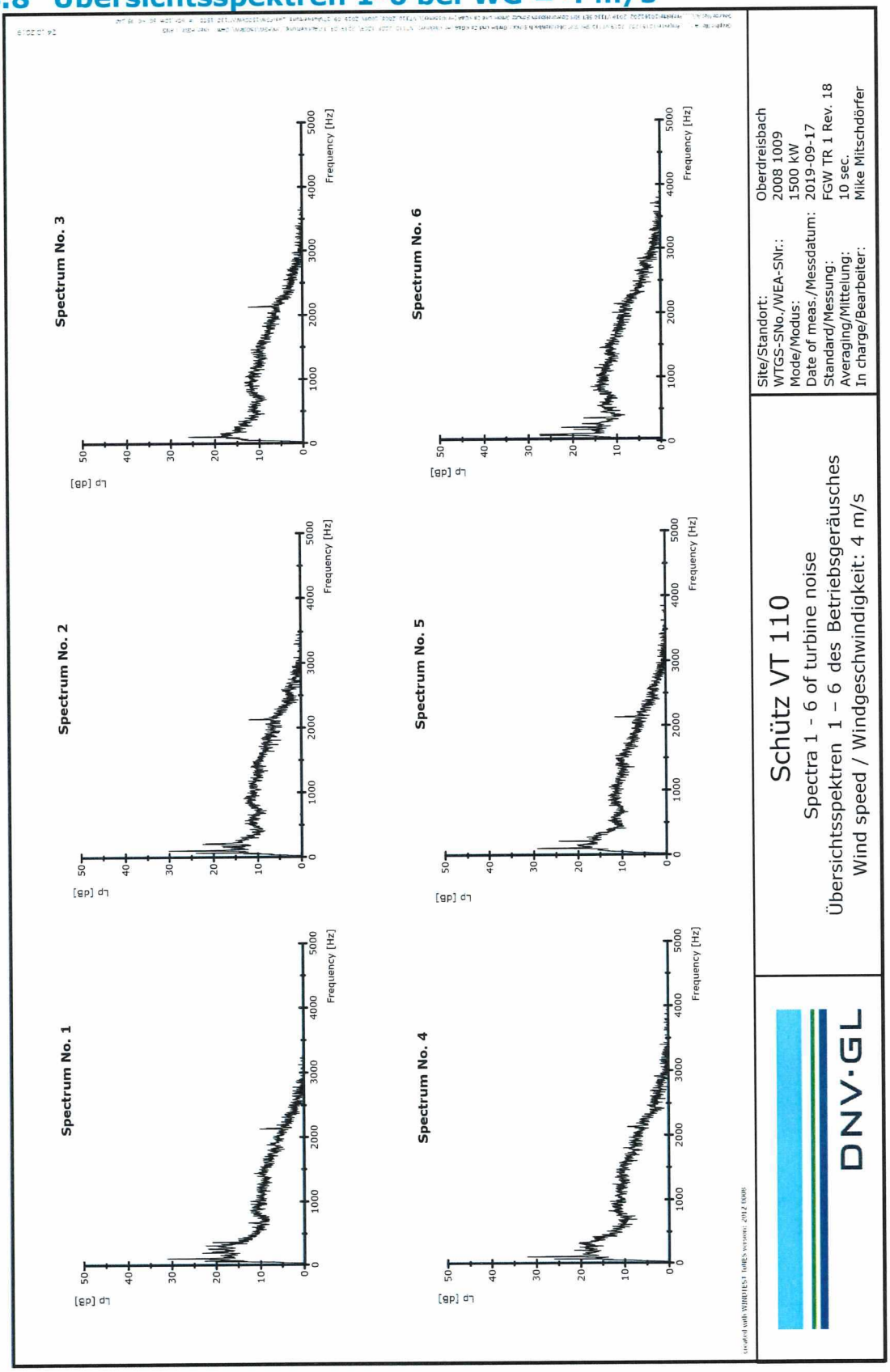
8.6 Rotordrehzahl über gemessener Wirkleistung



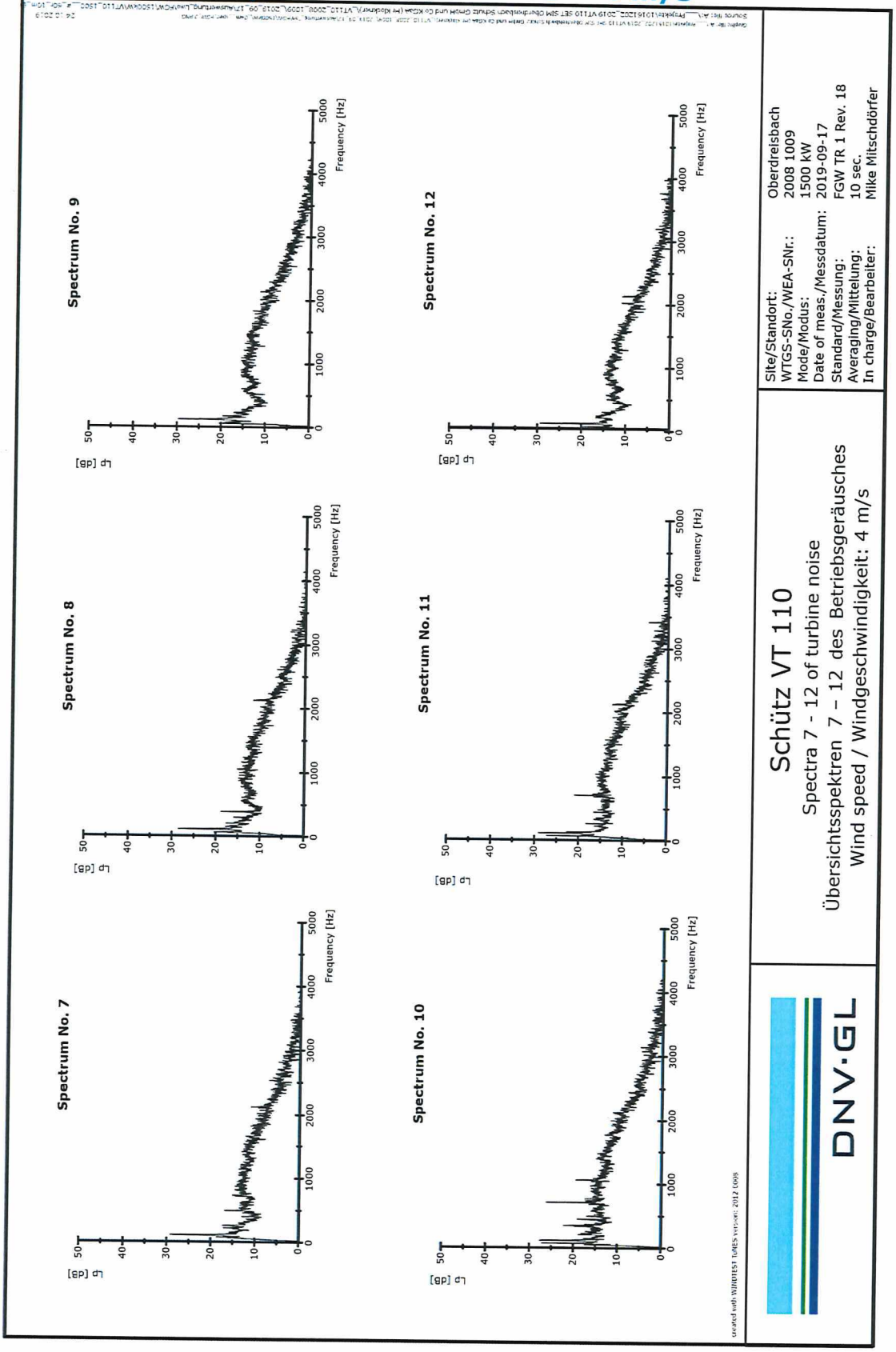
8.7 Zeitschrieb



8.8 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 4 m/s



8.9 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 4 m/s



8.10 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 4 m/s

m No.	tone fT [Hz]	delta f [Hz]	Lpn,avg,j,k [dB]	Lpt,j,k [dB]	Lpn,j,k [dB]	delta Ltn,j,k [dB]	La [dB]	delta La,k [dB]	Ktn,j [dB]
1	104	2.00	17.19	33.42	32.45	0.97	-2.01	2.98	2.00
2	104	2.00	12.96	34.25	28.22	6.03	-2.01	8.04	5.00
3	106	2.00	15.67	30.22	30.93	-0.71	-2.01	1.30	1.00
4	106	2.00	16.56	35.81	31.82	3.99	-2.01	6.00	3.00
5	104	2.00	16.52	33.38	31.78	1.59	-2.01	3.60	2.00
6	104	2.00	13.68	34.70	28.94	5.76	-2.01	7.77	4.00
7	110	2.00	14.45	32.91	29.72	3.19	-2.01	5.20	3.00
8	110	2.00	15.24	32.22	30.50	1.72	-2.01	3.73	2.00
9	110	2.00	16.71	32.65	31.98	0.68	-2.01	2.69	2.00
10	110	2.00	15.24	32.54	30.51	2.02	-2.01	4.03	3.00
11	110	2.00	17.61	33.43	32.88	0.55	-2.01	2.56	2.00
12	110	2.00	14.05	33.04	29.31	3.73	-2.01	5.74	3.00

Energetischer Mittelwert von delta Ltn,j,k (delta Lk) = 2.95 [dB]

Frequenzabhängige Korrektur (La) [dB] = -2.01 [dB]

Tonale Wahrnehmbarkeit (delta La,k) = 4.96 [dB]

Messunsicherheit von delta La,k (Ua) = 2.91 [dB]

Ktn (gemittelt) = 3 [dB]

created with WINDTEST IaWES- 2012-0008

DNV·GL

Schütz VT 110

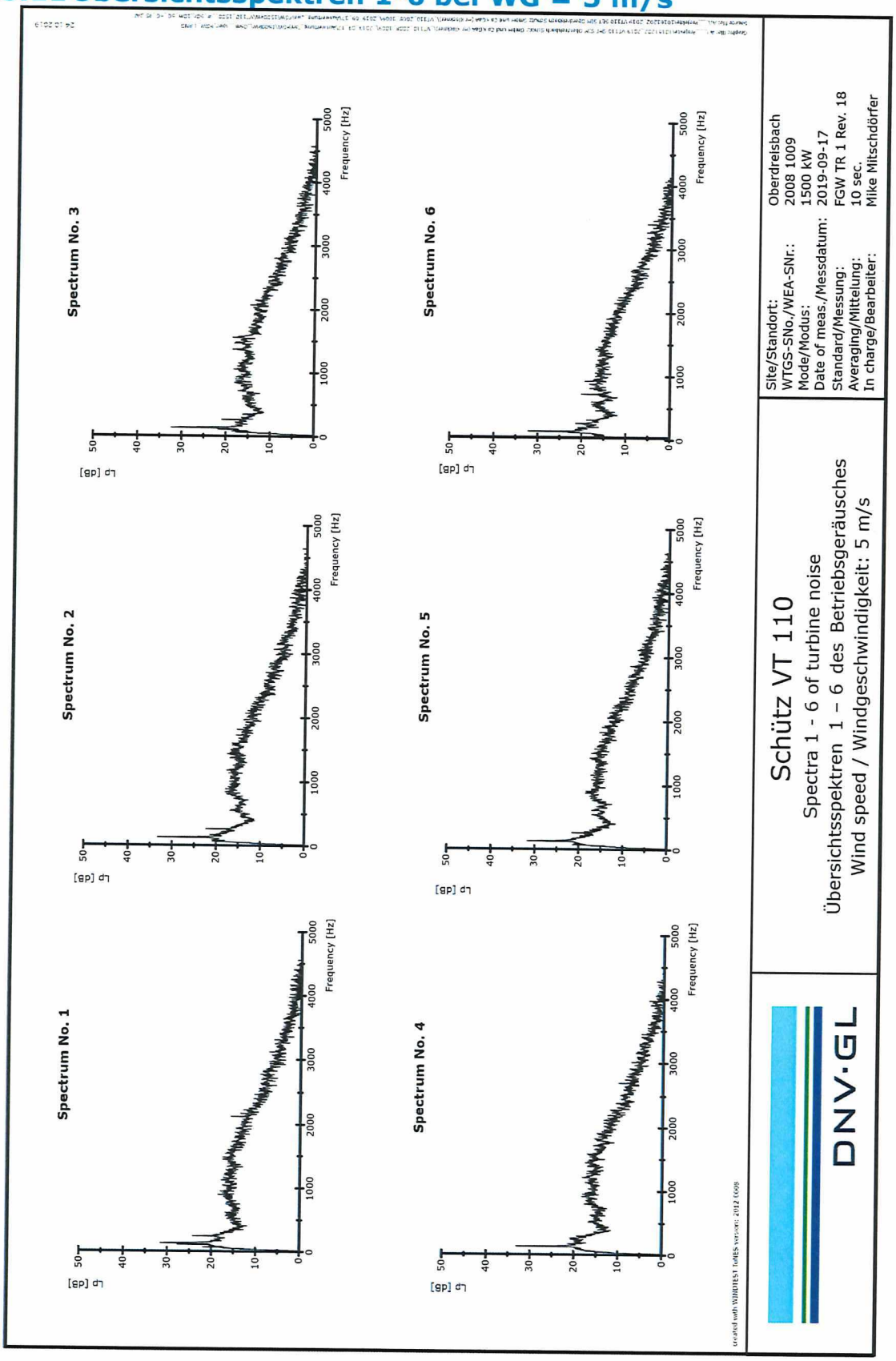
Analysis of tonality of turbine noise

Tonhaltigkeitsbewertung des Betriebsgeräusches

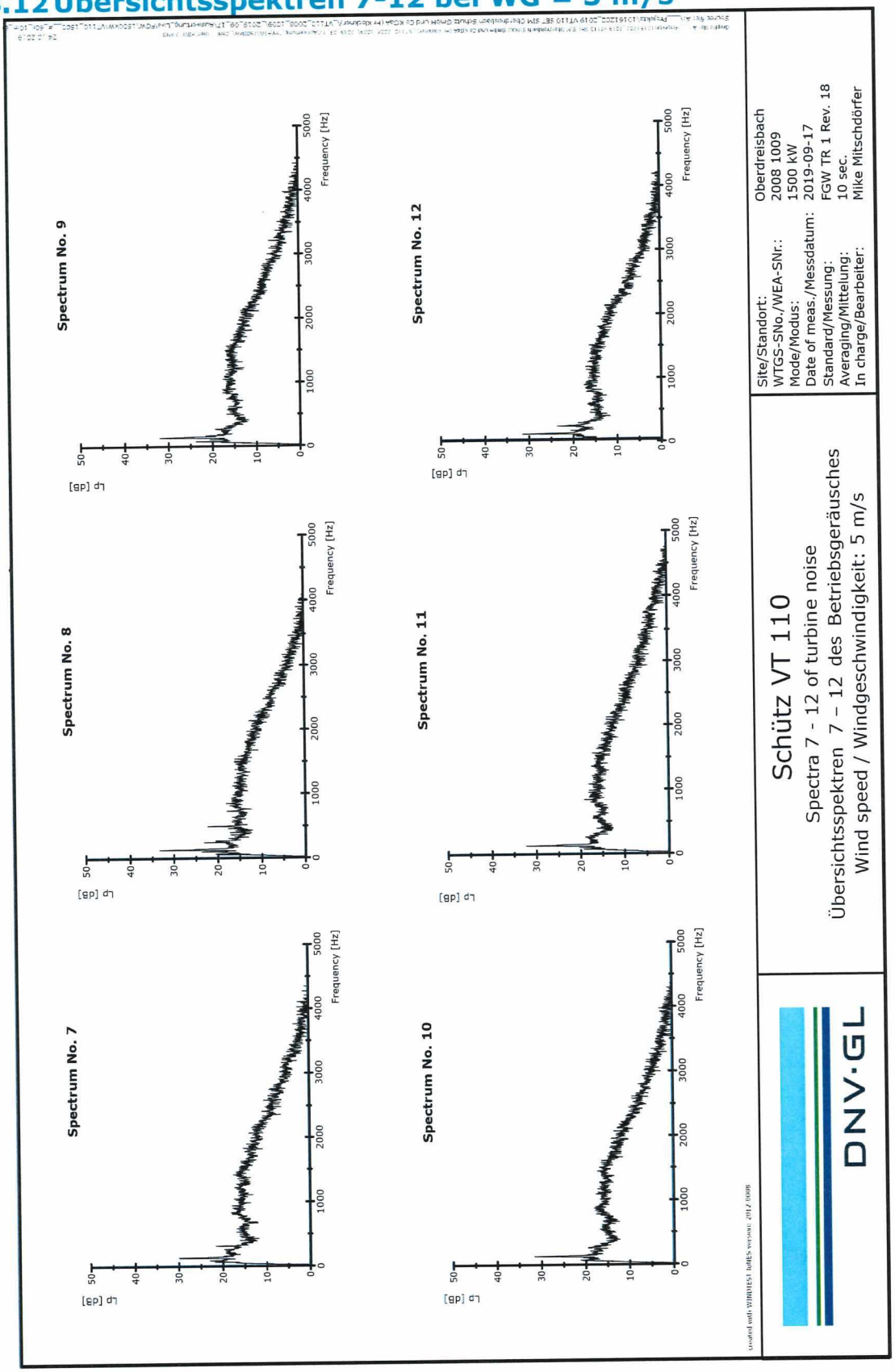
Wind speed / Windgeschwindigkeit: 4 m/s

Site/Standort:	Oberdreisbach
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	2008 1009
Mode/Modus:	1500 kW
Date of meas./Messdatum:	2019-09-17
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Mike Mitschdörfer

8.11 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 5 m/s



8.12 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 5 m/s



8.13 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 5 m/s

m No.	tone fT [Hz]	delta f [Hz]	Lpn,avg,j,k [dB]	Lpt,j,k [dB]	Lpn,j,k [dB]	delta Ltn,j,k [dB]	La [dB]	delta La,k [dB]	Ktn,j [dB]
1	132	2.00	20.18	36.43	35.46	0.96	-2.02	2.98	2.00
2	130	2.00	19.06	37.75	34.34	3.41	-2.01	5.43	3.00
3	130	2.00	17.45	37.24	32.73	4.51	-2.01	6.52	4.00
4	132	2.00	19.23	37.50	34.51	2.99	-2.02	5.01	3.00
5	130	2.00	20.95	36.28	36.23	0.05	-2.01	2.06	2.00
6	134	2.00	19.56	37.14	34.84	2.30	-2.02	4.32	3.00
7	136	2.00	18.71	34.61	33.99	0.61	-2.02	2.63	2.00
8	132	2.00	17.00	38.07	32.29	5.79	-2.02	7.80	4.00
9	130	2.00	17.42	37.34	32.71	4.63	-2.01	6.65	4.00
10	128	2.00	17.51	36.55	32.79	3.75	-2.01	5.77	3.00
11	132	2.00	16.72	37.30	32.00	5.30	-2.02	7.32	4.00
12	128	2.00	18.06	35.77	33.34	2.42	-2.01	4.44	3.00

Energetischer Mittelwert von delta Ltn,j,k (delta Lk) = 3.41 [dB]

Frequenzabhängige Korrektur (La) [dB] = -2.01 [dB]

Tonale Wahrnehmbarkeit (delta La,k) = 5.43 [dB]

Messunsicherheit von delta La,k (Ua) = 2.71 [dB]

Ktn (gemittelt) = 3 [dB]

created with WINDTEST ToNES: 2012-0008

DNV·GL

Schütz VT 110

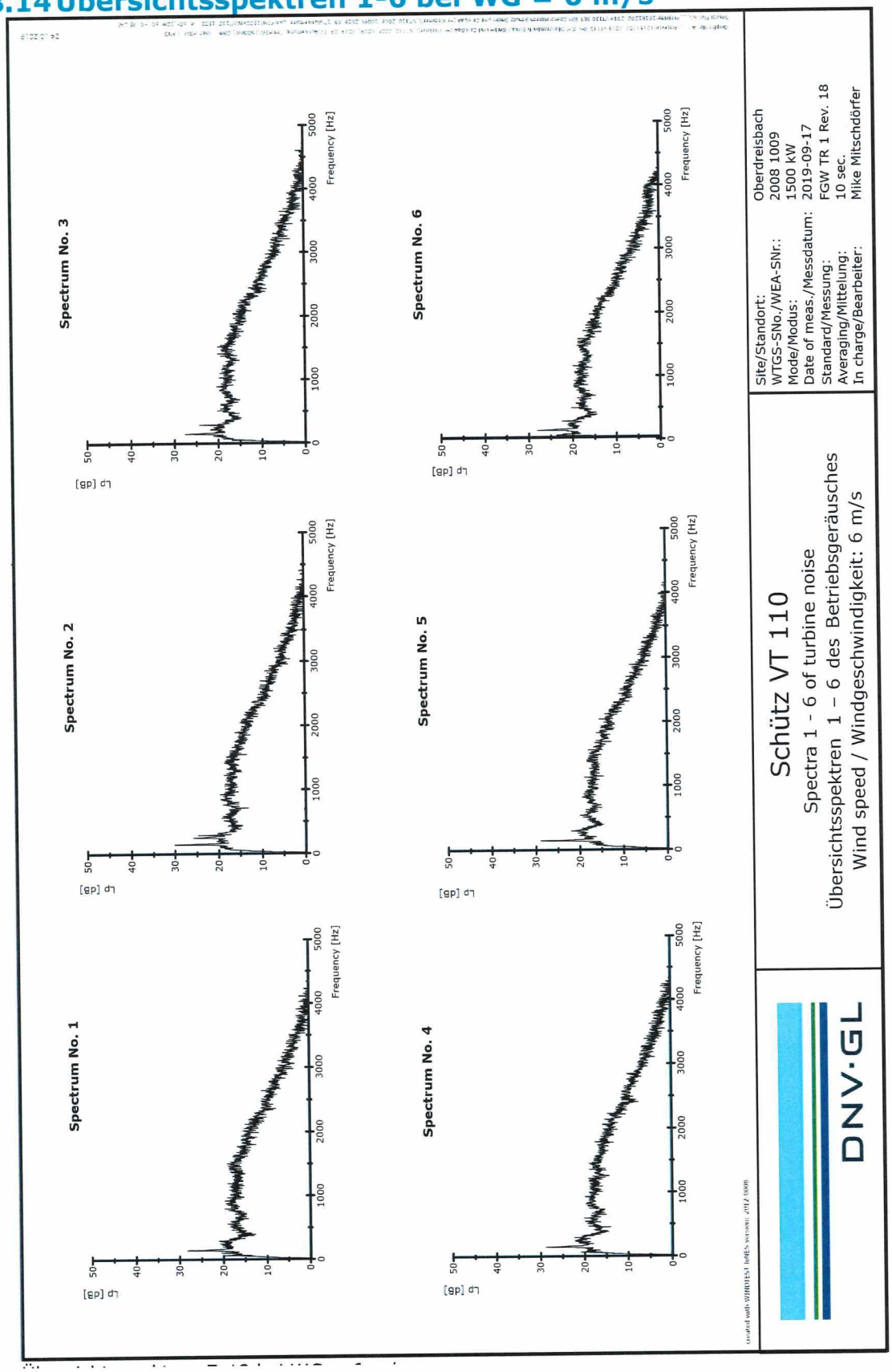
Analysis of tonality of turbine noise

Tonhaltigkeitsbewertung des Betriebsgeräusches

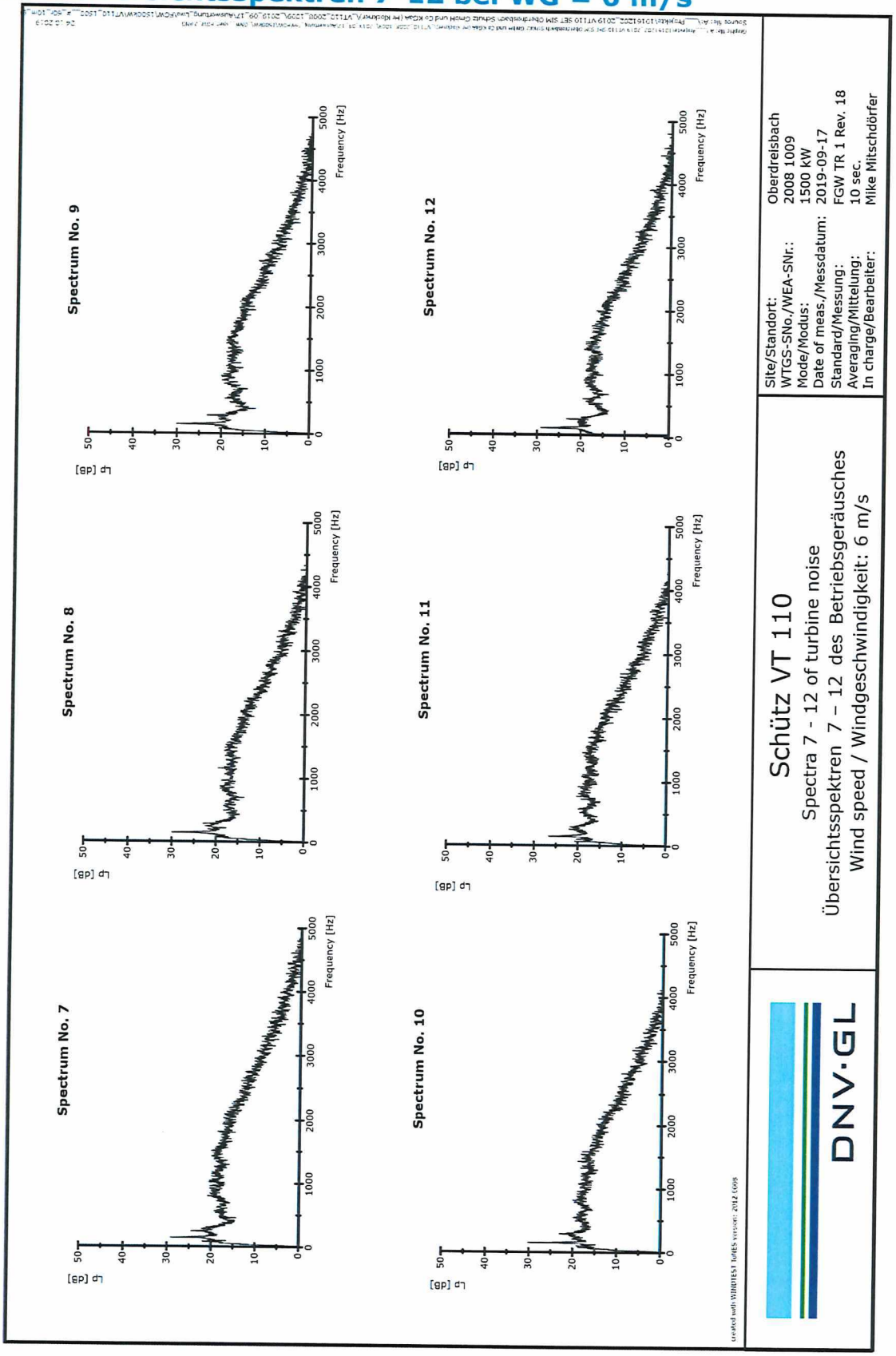
Wind speed / Windgeschwindigkeit: 5 m/s

Site/Standort:	Oberdreisbach
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	2008 1009
Mode/Modus:	1500 kW
Date of meas./Messdatum:	2019-09-17
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Mike Mitschdörfer

8.14 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 6 m/s



8.15 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 6 m/s



8.16 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 6 m/s

m No.	tone fT [Hz]	delta f [Hz]	Lpn,avg,j,k [dB]	Lpt,j,k [dB]	Lpn,j,k [dB]	delta Ltn,j,k [dB]	La [dB]	delta La,k [dB]	Ktn,j [dB]
1	148	2.00	18.57	30.35	33.87	-3.52	-2.02	-1.50	0.00
2	146	2.00	18.81	34.13	34.10	0.03	-2.02	2.05	2.00
3	148	2.00	19.75	27.58	35.04	-7.46	-2.02	-5.44	0.00
4	148	2.00	19.43	29.33	34.73	-5.40	-2.02	-3.38	0.00
5	148	2.00	17.15	30.60	32.45	-1.85	-2.02	0.17	1.00
6	148	2.00	19.90	29.37	35.20	-5.83	-2.02	-3.81	0.00
7	146	2.00	20.26	29.09	35.55	-6.46	-2.02	-4.44	0.00
8	146	2.00	20.56	31.96	35.86	-3.90	-2.02	-1.88	0.00
9	144	2.00	19.70	33.24	35.00	-1.75	-2.02	0.27	1.00
10	148	2.00	17.47	32.65	32.77	-0.12	-2.02	1.90	1.00
11	146	2.00	18.86	27.69	34.16	-6.47	-2.02	-4.45	0.00
12	144	2.00	19.66	32.75	34.96	-2.20	-2.02	-0.19	0.00

Energetischer Mittelwert von delta Ltn,j,k (delta Lk) = -3.06 [dB]

Frequenzabhängige Korrektur (La) [dB] = -2.02 [dB]

Tonale Wahrnehmbarkeit (delta La,k) = -1.04 [dB]

Messunsicherheit von delta La,k (Ua) = 3.02 [dB]

Ktn (gemittelt) = 0 [dB]

created with WINDTEST InNES: 2012-0008

DNV·GL

Schütz VT 110

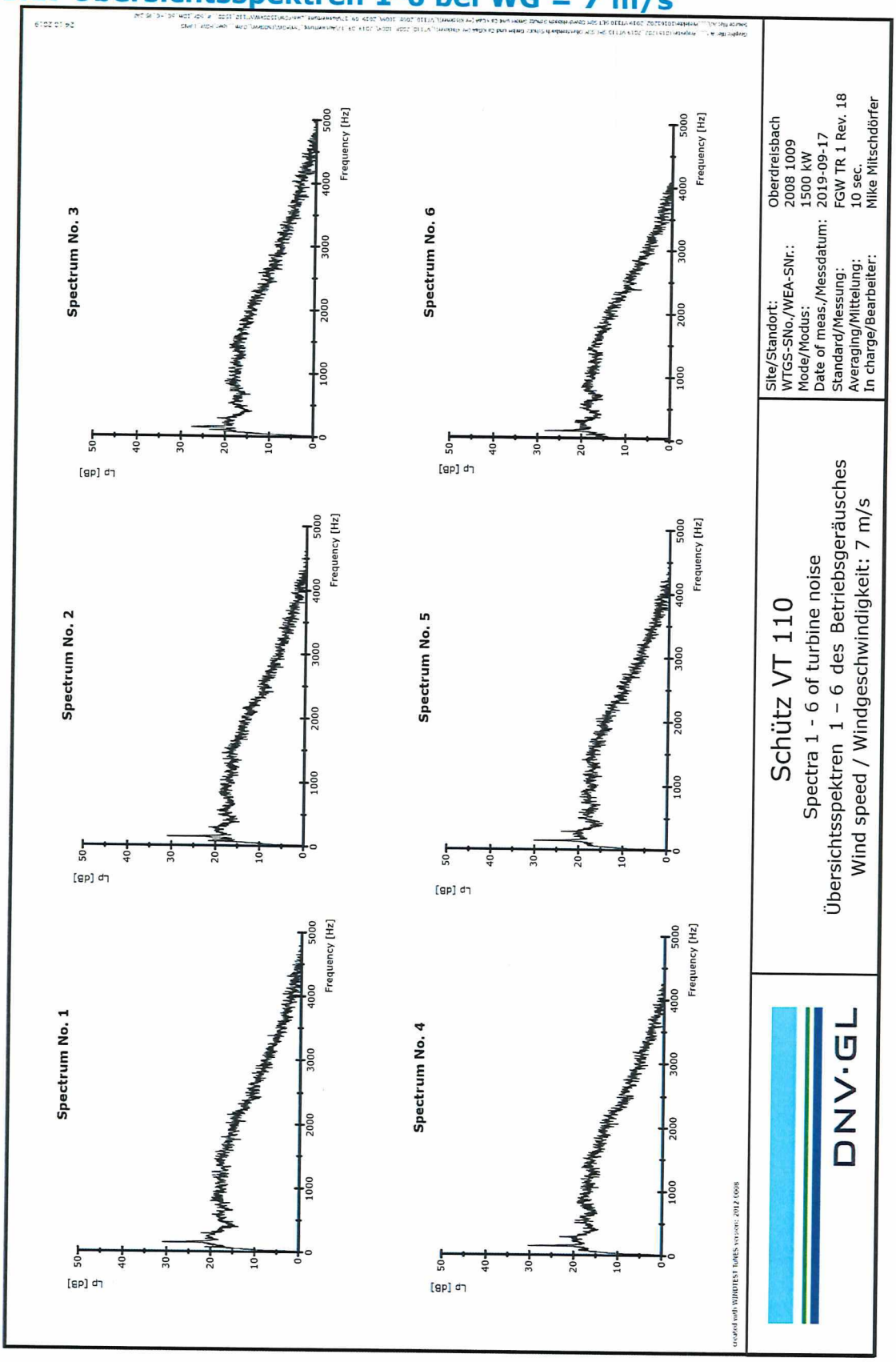
Analysis of tonality of turbine noise

Tonhaltigkeitsbewertung des Betriebsgeräusches

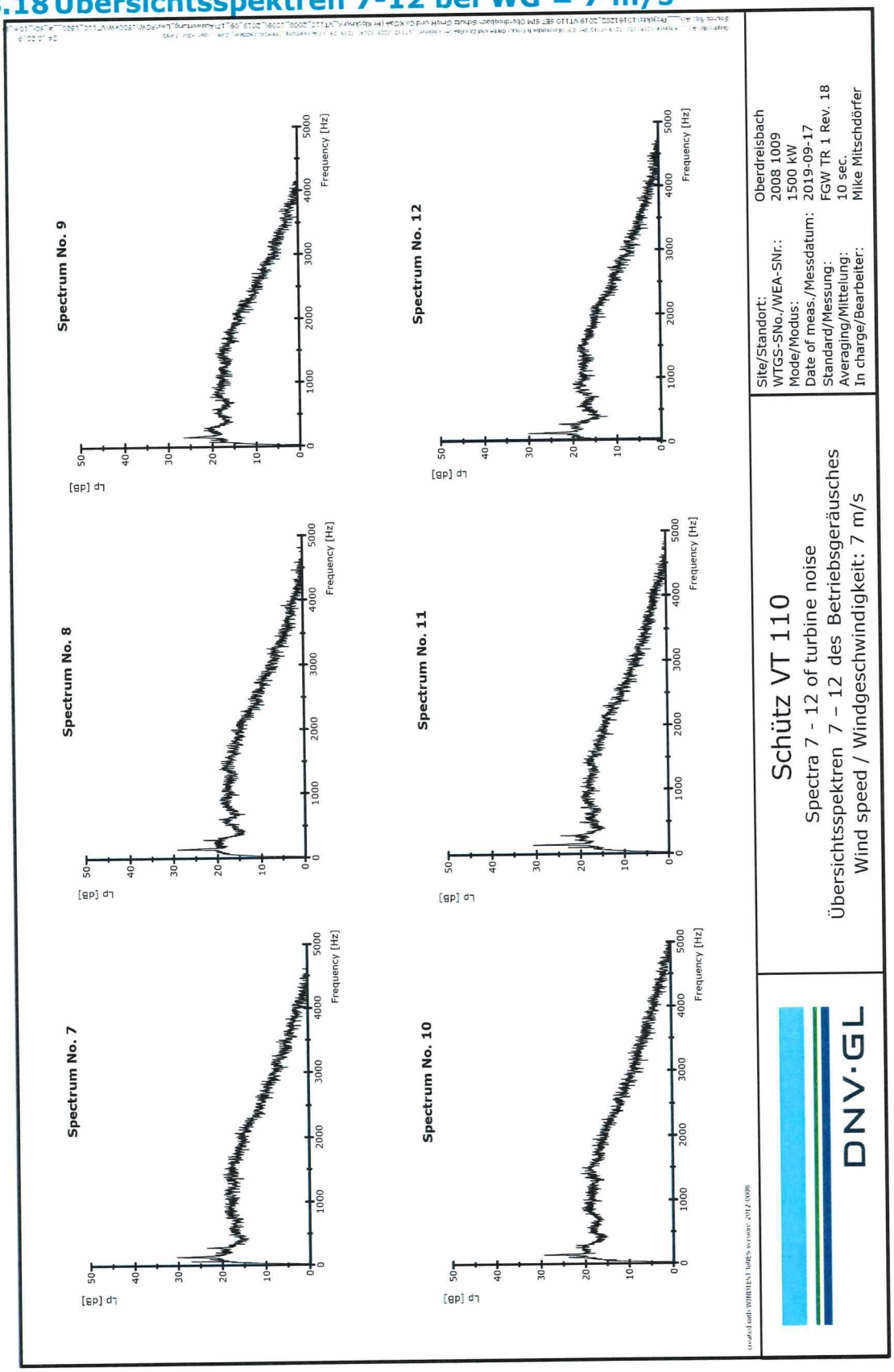
Wind speed / Windgeschwindigkeit: 6 m/s

Site/Standort:	Oberdreisbach
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	2008 1009
Mode/Modus:	1500 kW
Date of meas./Messdatum:	2019-09-17
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Mike Mitschdörfer

8.17 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 7 m/s



8.18 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 7 m/s



8.19 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 7 m/s

m No.	tone fT [Hz]	delta f [Hz]	Lpn,avg,j,k [dB]	Lpt,j,k [dB]	Lpn,j,k [dB]	delta Ltn,j,k [dB]	La [dB]	delta La,k [dB]	Ktn,j [dB]
1	148	2.00	20.18	32.75	35.47	-2.72	-2.02	-0.70	0.00
2	148	2.00	17.92	34.64	33.22	1.43	-2.02	3.45	2.00
3	148	2.00	19.11	33.17	34.41	-1.23	-2.02	0.79	1.00
4	146	2.00	17.88	33.40	33.17	0.23	-2.02	2.25	2.00
5	146	2.00	18.50	32.93	33.80	-0.87	-2.02	1.15	1.00
6	148	2.00	17.86	30.22	33.15	-2.93	-2.02	-0.91	0.00
7	144	2.00	20.78	33.60	36.07	-2.47	-2.02	-0.46	0.00
8	144	2.00	19.36	32.75	34.65	-1.90	-2.02	0.12	1.00
9	146	2.00	18.65	27.69	33.95	-6.26	-2.02	-4.24	0.00
10	148	2.00	20.44	33.12	35.73	-2.62	-2.02	-0.60	0.00
11	146	2.00	18.27	33.45	33.56	-0.11	-2.02	1.91	1.00
12	144	2.00	19.40	33.24	34.69	-1.45	-2.02	0.57	1.00

Energetischer Mittelwert von delta Ltn,j,k (delta Lk) = -1,37 [dB]

Frequenzabhängige Korrektur (La) [dB] = -2,02 [dB]

Tonale Wahrnehmbarkeit (delta La,k) = 0,65 [dB]

Messunsicherheit von delta La,k (Ua) = 2,72 [dB]

Ktn (gemittelt) = 1 [dB]

created with WINDTEST ToWES: 2012-0008

DNV·GL

Schütz VT 110

Analysis of tonality of turbine noise

Tonhaltigkeitsbewertung des Betriebsgeräusches

Wind speed / Windgeschwindigkeit: 7 m/s

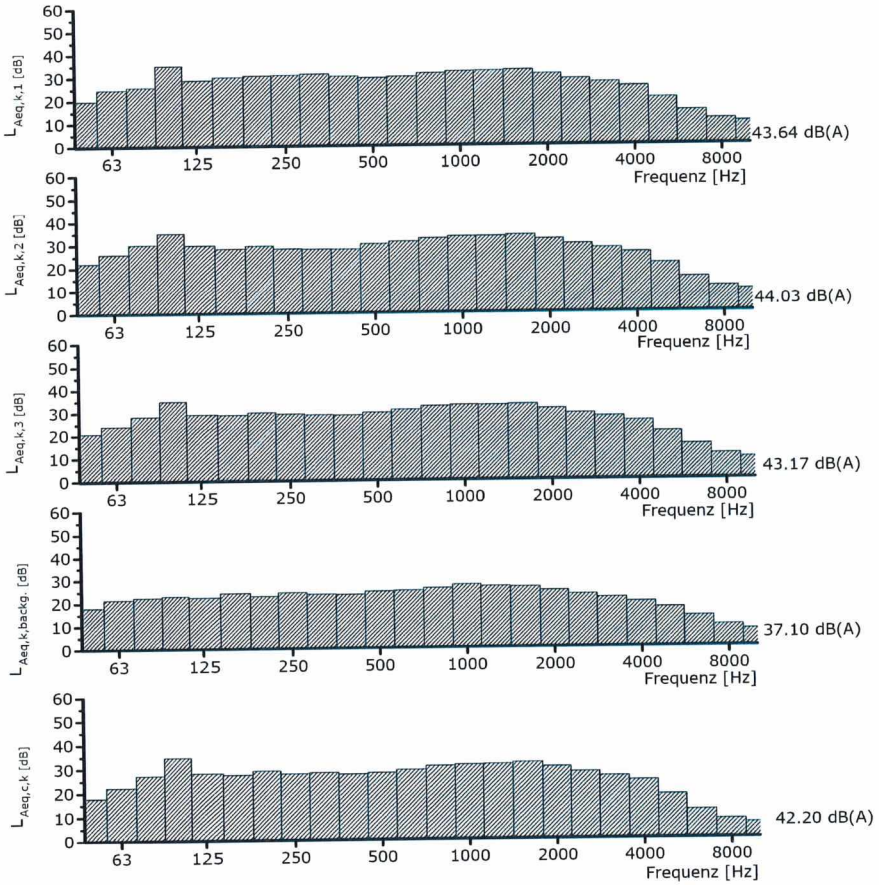
Site/Standort:	Oberdreisbach
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	2008 1009
Mode/Modus:	1500 kW
Date of meas./Messdatum:	2019-09-17
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Mike Mitschdörfer

000091

8.20 Terz-Schalldruckspektren bei WG = 4 m/s

f [Hz]	Spec. 1 [dB]	Spec. 2 [dB]	Spec. 3 [dB]	Backg. [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	U_a [dB]	U_c [dB]
50	19.8	22.1	20.8	18.0	17.9	70.6	1.2	2.3
63	24.7	26.0	24.2	21.5	22.3	75.0	0.9	2.2
80	25.8	30.2	28.3	22.3	27.1	79.8	2.2	3.0
100	35.0	35.1	34.9	22.9	34.6	87.3	0.0	2.0
125	28.7	29.8	29.2	22.4	28.1	80.8	0.5	2.1
160	30.1	28.4	29.0	24.2	27.3	80.1	0.9	2.2
200	30.6	29.6	29.9	22.8	29.0	81.7	0.5	2.1
250	30.8	28.3	29.2	24.3	27.8	80.5	1.3	2.4
315	31.2	28.0	28.9	23.6	28.2	80.9	1.7	2.6
400	30.2	27.9	28.6	23.3	27.4	80.2	1.2	2.3
500	29.5	30.1	29.7	24.6	28.0	80.7	0.3	2.0
630	30.0	31.1	30.9	25.0	29.1	81.8	0.6	2.1
800	31.4	32.4	32.3	25.9	30.6	83.4	0.6	2.1
1000	32.2	33.2	32.7	27.3	31.1	83.8	0.5	2.1
1250	32.2	33.2	32.7	26.6	31.3	84.1	0.5	2.1
1600	32.5	33.6	33.0	26.2	31.9	84.6	0.5	2.1
2000	30.8	31.9	31.0	24.7	30.0	82.7	0.5	2.1
2500	28.7	29.7	29.0	22.9	27.8	80.5	0.6	2.1
3150	27.1	27.9	27.5	21.4	26.1	78.9	0.4	2.0
4000	25.3	25.9	25.6	19.5	24.2	76.9	0.3	2.0
5000	20.2	21.2	20.8	17.0	18.2	70.9	0.5	2.0
6300	14.6	15.0	14.9	13.2	11.7	64.4	0.2	2.0
8000	11.0	10.9	10.7	9.3	7.7	60.4	0.1	2.0
10000	9.7	9.5	9.1	7.4	6.3	59.1	0.3	2.0

created with WINDTEST ToWES version: 2012-0008



DNV·GL

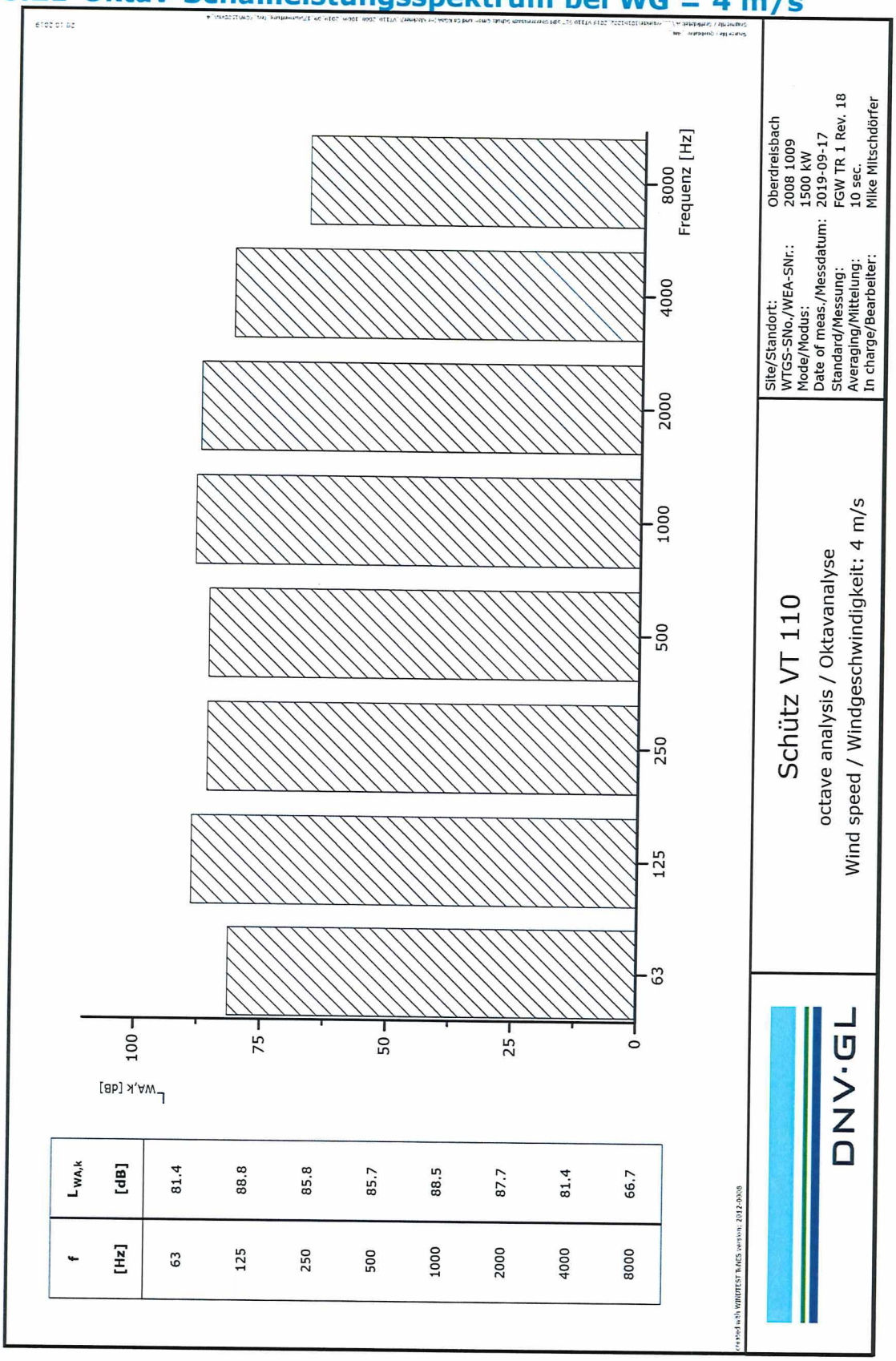
Schütz VT 110

One third octave analysis / Terzanalyse

Wind speed / Windgeschwindigkeit: 4 m/s

Site/Standort:	Oberdreisbach
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	2008 1009
Mode/Modus:	1500 kW
Date of meas./Messdatum:	2019-09-17
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Mike Mitschdörfer

8.21 Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 4 m/s

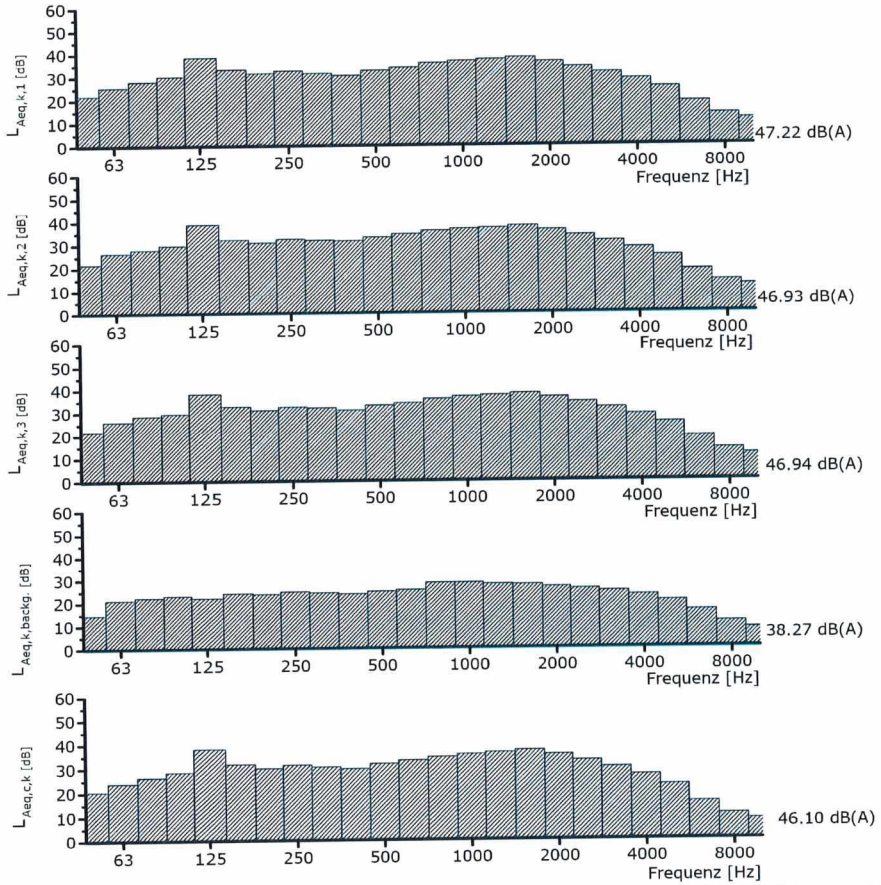


f [Hz]	$L_{WA,k}$ [dB]
63	81.4
125	88.8
250	85.8
500	85.7
1000	88.5
2000	87.7
4000	81.4
8000	66.7

8.22 Terz-Schalldruckspektren bei WG = 5 m/s

f [Hz]	Spec. 1 [dB]	Spec. 2 [dB]	Spec. 3 [dB]	Backg. [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	U_a [dB]	U_c [dB]
50	21.9	21.6	21.8	14.8	20.4	73.2	0.1	2.0
63	25.5	26.5	26.1	21.2	23.9	76.7	0.5	2.0
80	28.1	27.8	28.5	22.4	26.5	79.2	0.3	2.0
100	30.2	29.8	29.5	23.1	28.5	81.2	0.4	2.0
125	38.6	38.9	38.2	22.1	38.2	90.9	0.3	2.0
160	33.3	32.2	32.6	24.2	31.8	84.5	0.6	2.1
200	31.6	31.0	31.0	23.8	30.0	82.7	0.3	2.0
250	32.7	32.4	32.4	24.8	31.4	84.1	0.2	2.0
315	31.5	31.9	32.0	24.3	30.6	83.3	0.3	2.0
400	30.5	31.6	30.9	23.8	29.8	82.5	0.6	2.1
500	32.6	33.1	32.9	24.8	31.8	84.6	0.2	2.0
630	33.9	34.4	34.0	25.4	33.2	85.9	0.3	2.0
800	35.7	35.9	35.8	28.4	34.6	87.3	0.0	2.0
1000	36.6	36.6	36.7	28.5	35.6	88.3	0.0	2.0
1250	37.2	37.0	37.2	27.7	36.3	89.0	0.1	2.0
1600	37.9	37.7	38.0	27.5	37.2	89.9	0.1	2.0
2000	36.2	36.0	36.3	26.6	35.3	88.1	0.2	2.0
2500	33.9	33.7	34.1	25.7	32.9	85.6	0.2	2.0
3150	31.4	31.1	31.7	24.6	30.1	82.8	0.3	2.0
4000	28.6	28.2	28.8	22.9	26.8	79.5	0.3	2.0
5000	25.1	24.7	25.1	20.4	22.7	75.4	0.2	2.0
6300	18.7	18.6	19.0	16.1	15.5	68.2	0.2	2.0
8000	13.4	13.9	13.5	11.1	10.3	63.1	0.3	2.0
10000	11.2	12.1	11.1	8.2	8.2	60.9	0.5	2.1

created with WINDTEST tuNES version: 2012-0009



DNV·GL

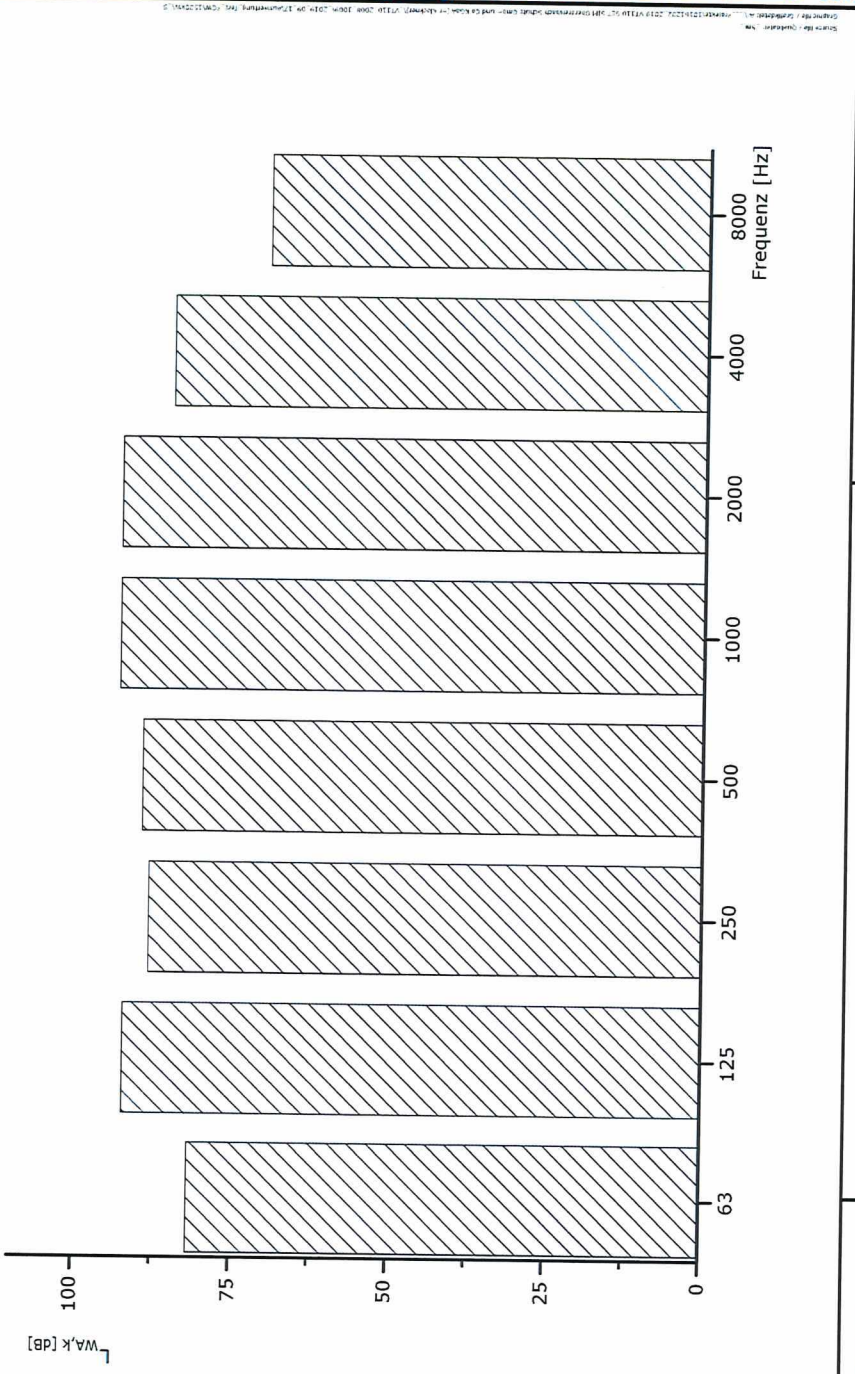
Schütz VT 110

One third octave analysis / Terzanalyse

Wind speed / Windgeschwindigkeit: 5 m/s

Site/Standort:	Oberdreisbach
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	2008 1009
Mode/Modus:	1500 kW
Date of meas./Messdatum:	2019-09-17
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Mike Mitschdörfer

8.23 Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG =5 m/s



f [Hz]	$L_{WA,k}$ [dB]
63	81.8
125	92.2
250	88.2
500	89.3
1000	93.0
2000	93.0
4000	85.0
8000	69.9

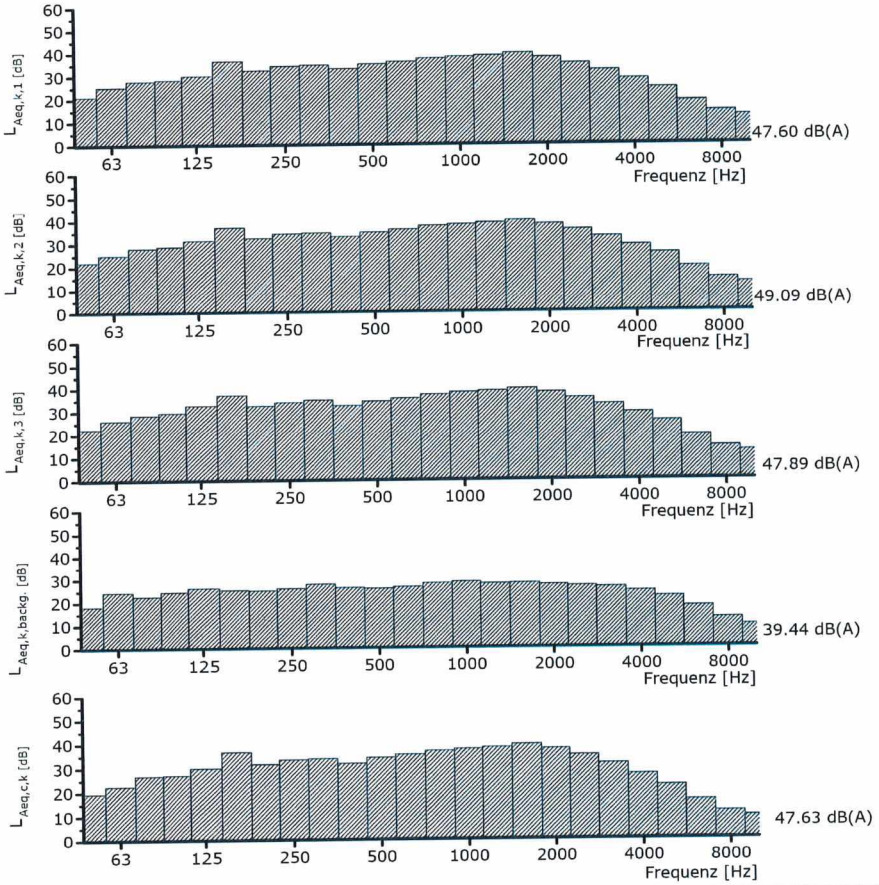
Schütz VT 110
octave analysis / Oktavanalyse
Wind speed / Windgeschwindigkeit: 5 m/s

Site/Standort:	Oberdreisbach
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	2008 1009
Mode/Modus:	1500 kW
Date of meas./Messdatum:	2019-09-17
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Mike Mitschdörfer

DNV·GL

8.24 Terz-Schalldruckspektren bei WG = 6 m/s

f [Hz]	Spec. 1 [dB]	Spec. 2 [dB]	Spec. 3 [dB]	Backg. [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	U_a [dB]	U_c [dB]
50	21.2	22.0	22.4	18.3	19.5	72.3	0.6	2.1
63	25.3	25.1	26.1	24.5	22.6	75.3	0.6	2.1
80	27.9	28.1	28.4	22.7	26.8	79.5	0.3	2.0
100	28.4	28.9	29.5	24.6	27.1	79.8	0.6	2.1
125	30.2	31.5	32.6	26.3	30.1	82.8	1.2	2.3
160	36.5	37.1	37.1	25.4	36.7	89.4	0.3	2.0
200	32.4	32.5	32.4	25.2	31.6	84.3	0.0	2.0
250	34.3	34.2	34.0	26.0	33.5	86.2	0.2	2.0
315	34.7	34.7	34.9	27.9	33.9	86.6	0.1	2.0
400	33.0	33.0	32.5	26.4	31.8	84.5	0.3	2.0
500	35.1	34.8	34.3	25.9	34.2	86.9	0.4	2.0
630	36.1	36.0	35.6	26.6	35.5	88.2	0.2	2.0
800	37.4	37.6	37.2	28.2	36.9	89.7	0.2	2.0
1000	38.1	38.1	38.1	28.6	37.6	90.4	0.0	2.0
1250	38.5	38.7	38.6	27.8	38.3	91.0	0.0	2.0
1600	39.5	39.7	39.7	28.0	39.4	92.1	0.1	2.0
2000	37.7	38.1	38.0	27.2	37.6	90.4	0.2	2.0
2500	35.1	35.7	35.5	26.7	34.9	87.6	0.3	2.0
3150	32.0	32.6	32.7	26.1	31.4	84.1	0.4	2.0
4000	28.4	28.9	29.1	24.4	27.0	79.7	0.4	2.0
5000	24.3	25.3	25.4	22.0	22.2	74.9	0.6	2.1
6300	18.6	19.5	19.1	17.6	16.1	68.8	0.5	2.0
8000	14.1	14.5	14.1	12.4	11.3	64.0	0.2	2.0
10000	12.3	12.5	12.2	9.4	9.4	62.1	0.1	2.0



created with WINDTEST TiNES version: 2012-0005

DNV·GL

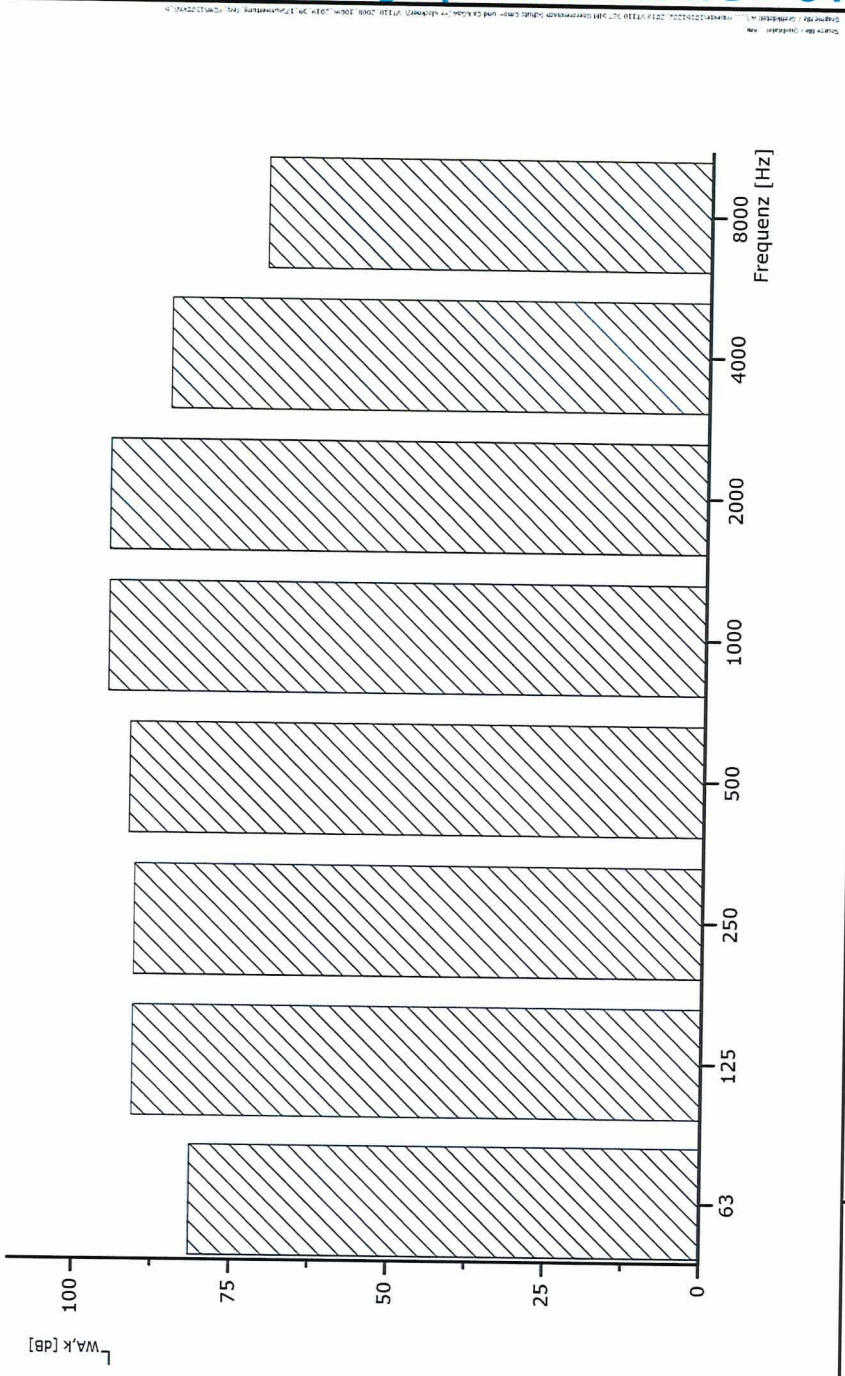
Schütz VT 110

One third octave analysis / Terzanalyse

Wind speed / Windgeschwindigkeit: 6 m/s

Site/Standort:	Oberdreisbach
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	2008 1009
Mode/Modus:	1500 kW
Date of meas./Messdatum:	2019-09-17
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Mike Mitschdörfer

8.25 Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 6 m/s



f [Hz]	$L_{WA,k}$ [dB]
63	81.5
125	90.6
250	90.6
500	91.6
1000	95.2
2000	95.2
4000	85.8
8000	70.7

Schütz VT 110

octave analysis / Oktavanalyse

Wind speed / Windgeschwindigkeit: 6 m/s

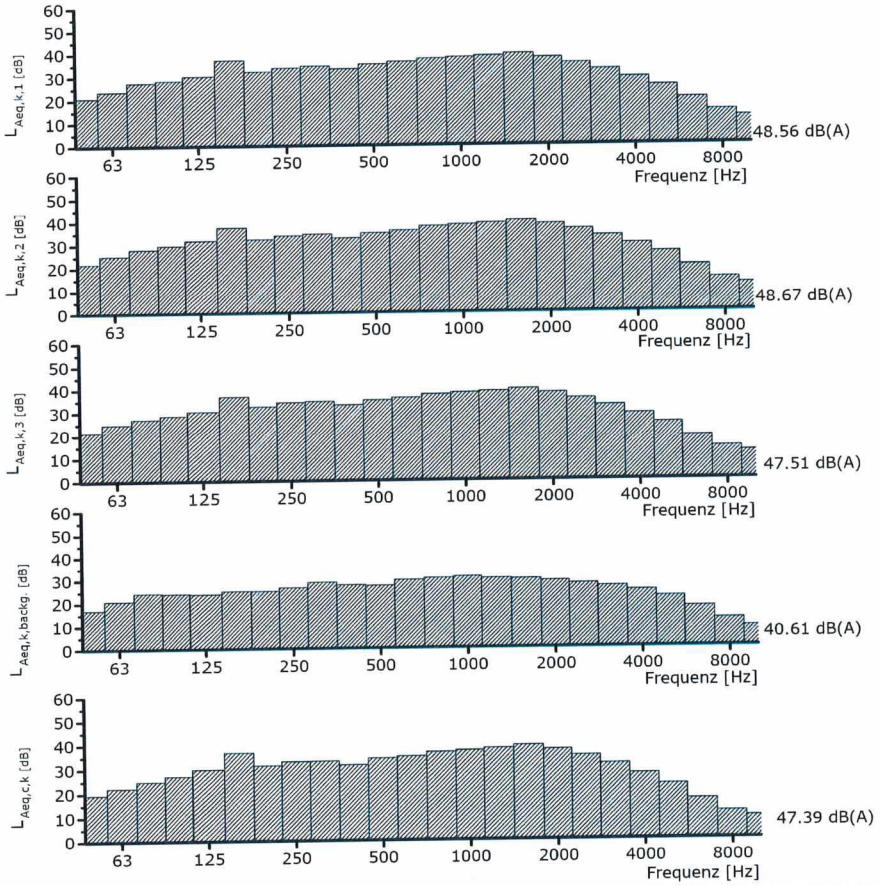
Site/Standort:	Oberdreisbach
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	2008 1009
Mode/Modus:	1500 kW
Date of meas./Messdatum:	2019-09-17
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Mike Mitschdörfer

DNV·GL

8.26 Terz-Schalldruckspektren bei WG = 7 m/s

f [Hz]	Spec. 1 [dB]	Spec. 2 [dB]	Spec. 3 [dB]	Backg. [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	U_a [dB]	U_c [dB]
50	21.0	21.9	21.3	17.0	19.4	72.2	0.5	2.0
63	23.8	25.2	24.8	20.9	22.2	75.0	0.7	2.1
80	27.6	28.1	27.2	24.2	24.9	77.6	0.4	2.0
100	28.4	29.7	28.5	24.1	27.2	79.9	0.8	2.1
125	30.3	31.9	30.4	23.8	30.0	82.7	0.9	2.2
160	37.2	37.4	36.7	25.2	36.8	89.6	0.4	2.0
200	32.2	32.4	32.5	25.1	31.4	84.2	0.1	2.0
250	33.7	33.8	34.2	26.5	33.0	85.8	0.3	2.0
315	34.5	34.5	34.7	28.8	33.2	85.9	0.0	2.0
400	33.2	32.8	33.0	27.5	31.5	84.3	0.2	2.0
500	35.1	34.9	35.1	27.3	34.2	86.9	0.1	2.0
630	36.1	35.9	36.1	29.6	34.9	87.6	0.0	2.0
800	37.5	37.6	37.5	30.4	36.6	89.3	0.0	2.0
1000	38.0	38.4	38.1	30.9	37.2	90.0	0.2	2.0
1250	38.5	39.0	38.6	30.1	38.0	90.8	0.2	2.0
1600	39.4	40.0	39.6	29.8	39.2	91.9	0.3	2.0
2000	37.7	38.4	37.8	28.9	37.4	90.1	0.4	2.0
2500	35.3	36.1	35.4	27.6	34.8	87.5	0.5	2.0
3150	32.4	33.2	32.2	26.5	31.4	84.1	0.5	2.1
4000	29.0	29.7	28.6	24.6	27.2	79.9	0.6	2.1
5000	25.2	26.1	24.6	21.9	22.7	75.5	0.7	2.1
6300	19.8	20.1	18.6	17.4	16.5	69.3	0.8	2.1
8000	14.6	14.5	13.8	12.0	11.3	64.0	0.4	2.0
10000	11.9	12.1	11.9	8.7	9.2	62.0	0.0	2.0

created with WINDTEST TuNES version: 2012-0009



DNV·GL

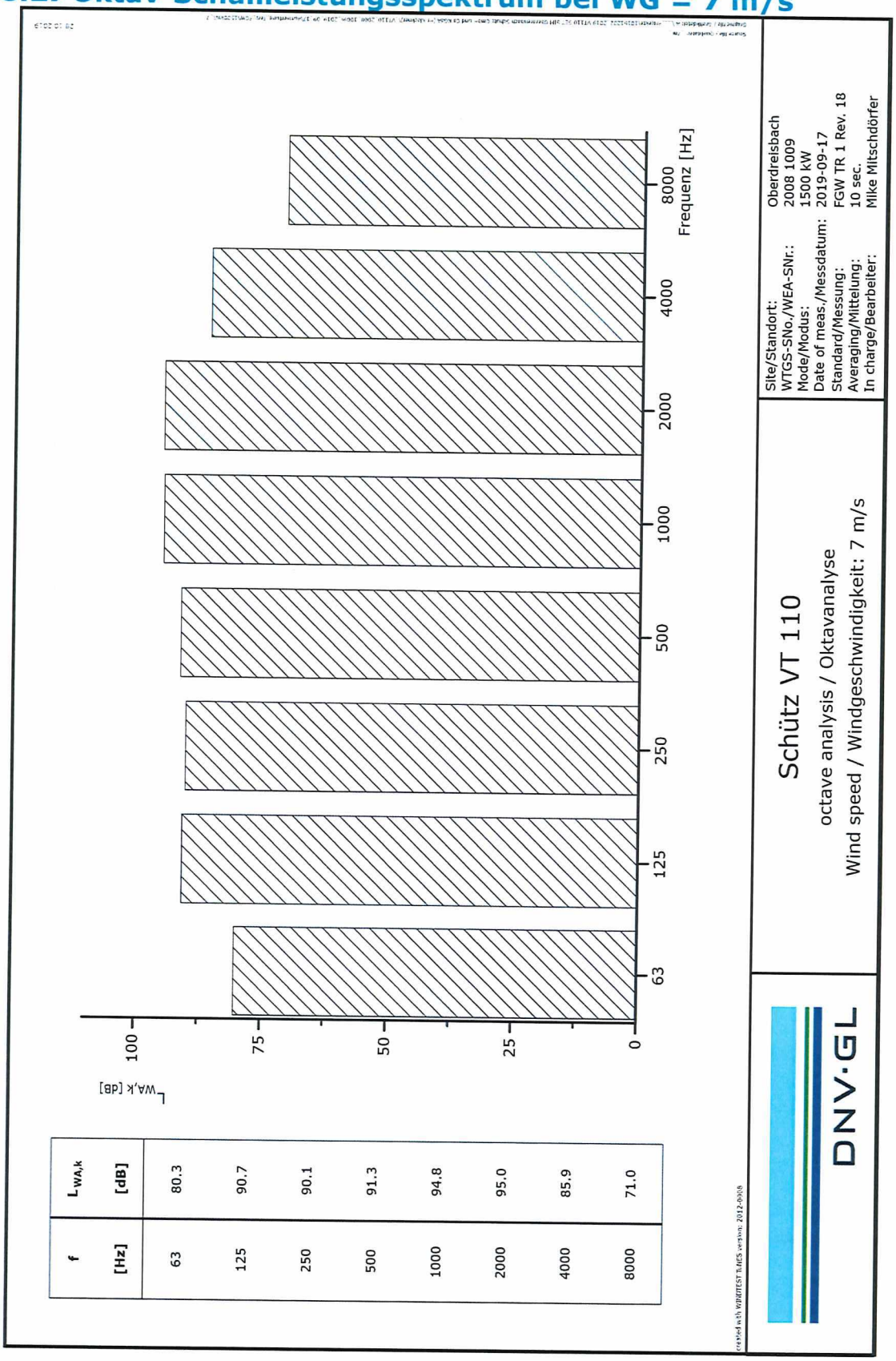
Schütz VT 110

One third octave analysis / Terzanalyse

Wind speed / Windgeschwindigkeit: 7 m/s

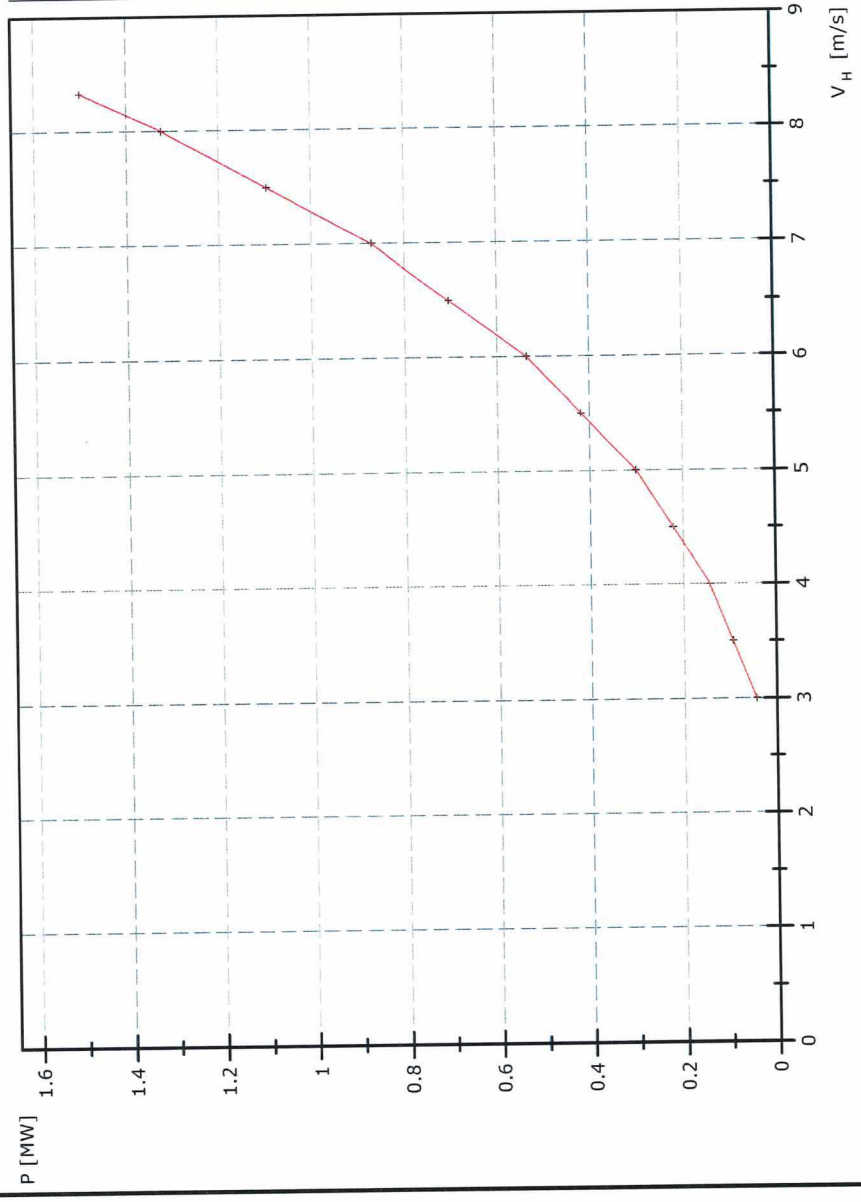
Site/Standort:	Oberdreisbach
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	2008 1009
Mode/Modus:	1500 kW
Date of meas./Messdatum:	2019-09-17
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Mike Mitschdörfer

8.27 Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 7 m/s



f [Hz]	$L_{WA,k}$ [dB]
63	80.3
125	90.7
250	90.1
500	91.3
1000	94.8
2000	95.0
4000	85.9
8000	71.0

8.28 Verwendete Leistungskurve



V_H [m/s]	P [MW]
3	0.044
3.5	0.094
4	0.144
4.5	0.222
5	0.301
5.5	0.418
6	0.536
6.5	0.703
7	0.870
7.5	1.097
8	1.323
8.33	1.500

created with WINRATEST IMES version 2012-0008

Schütz VT 110

Power curve / Leistungskurve

Site / Standort:	Oberdreisbach
WTGS-SNo. / WEA-SNr.:	2008 1009
Mode / Modus:	1500 kW
Date of meas. / Messdatum:	2019-09-17
Standard / Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Data base / Datenbasis:	calculated/berechnet
In charge / Bearbeiter:	Ulf Kock

DNV·GL

8.29 Herstellerbescheinigung

Teil 1 Anhang A 12

Herstellerbescheinigung, Kurzfassung für akustische Nachmessungen
Manufacturer´s certificate, Short version for control measurements of acoustic noise

1. Allgemeine Informationen – *General informations*

Anlagenhersteller – *turbine manufacturer :* Schütz GmbH & Co. KGaA, Schützstraße 12, 56242 Selters
Spezifische Anlagenbezeichnung – *specific turbine type name :* VT 110
Seriennummer der vermessenen WEA – *serial number of tested WT :* 2008 1009 (WEA ODB)
Standort der vermessenen WEA – *location of tested WT :* Oberdreisbach
Koordinaten des Standortes – *coordinates of turbine location :* Ostwert: 32425696,00 Nordwert: 5615407,00
Rotorachse – *rotor axis :* horizontal – *horizontal* ☒ vertikal – *vertical* ☐
Nennleistung – *rated power :* 3,2 MW
Leistungsregelung – *power control :* pitch ☒ stall ☐
Nabenhöhe über Grund – *hub height above ground :* 143,2 m
Nabenhöhe über Fundamentflansch – *hub height above top of foundation flange :* 141,59 m
Nennwindgeschwindigkeit – *rated wind speed :* 12,2 m/s
Ein- / Abschaltwindgeschwindigkeit – *cut–in / cut outwind speed :* 3 / 22 m/s

2. Rotor – *Rotor*

Durchmesser – *rotor diameter :* 110 m
Anzahl der Blätter – *number of blades :* 3
Nabenart – *kind of hub :* pendelnd – *teetered* ☐ starr – *rigid* ☒
Anordnung zum Turm – *position relative to tower :* luv – *upwind* ☒ lee – *downwind* ☐
Drehzahlbereich / Drehzahlstufen – *rot. speed range / stages of rot. speed:* 4,4 - 14,6 Nenndrehzahl: 13,6 rpm
Rotorblattteinstellwinkel – *rotor blade pitch setting :* 0° - 90°
Konuswinkel – *cone angle :* 2°
Achsneigung – *tilt angle :* 5°
Horizontaler Abstand Rotormittelpunkt - Turmmittellinie – *horiz. distance between centre of rotor and tower centre line :* 5,4 m

3. Rotorblatt – *Rotor blade*

Hersteller – *manufacturer :* Schütz
Typenbezeichnung – *type :* VT 110 / 53,4
Seriennummern der Rotorblätter – *serial numbers of rotor blades :* 1: 3244814 2: 3229305 3: 3240730
Zusatzkomponenten (z.B. stall strips, Vortex-Gen., Turbulatoren) – *additional components (e.g. stall strips, vortex gen., trip strips) :* nein

4. Getriebe – *Gearbox*

Hersteller – *manufacturer :* /
Typenbezeichnung – *type :* /
Seriennummer des Getriebes – *serial number of gear box :* /
Ausführung – *design :* /
Übersetzungsverhältnis – *gear ratio :* /

5. Generator – *Generator*

Hersteller – *manufacturer :* Schütz
Typenbezeichnung – *type :* P 60/2
Seriennummer des Generators – *serial number of generator :* 0014
Anzahl – *number of generators :* 1
Art – *design :* PM-Synchrongenerator
Nennleistung(en) – *rated power value(s) :* 3,200 kW
Drehzahlbereich / Drehzahlstufen – *rot. speed range / stages of rot. speed:* 4,4 - 14,6 Nenndrehzahl: 13,6 rpm

6. Turm – *Tower*

Ausführung – *design :* Gitter – *lattice* ☐ Rohr – *tubular* ☒ zylindrisch – *cylindrical* ☐ konisch – *conical* ☒
Material – *material :* Hybridturm: Beton + Stahl
Durchmesser - Turmfuß – *foot of the tower diameter:* 9 m

7. Betriebsführung / Regelung – *Control system*

Art der Leistungsregelung – *kind of power control :* Leistungsdrehzahlkennlinie
Antrieb der Leistungsregelung – *actuation of power control :* Pitchverstellung
Hersteller der Betriebsführung / Regelung – *manufacturer of control system :* Freqcon GmbH, Vethem 24, 29664 Walsrode (Software)
Typenbezeichnung der Betriebsführung / Regelung – *control system type :* Simotion P320-4 (Hardware)
Bezeichnung der verwendeten Steuerungskurve – *designation of used control setup :* P-n Kennlinie Rotorblatthersteller
Bezeichnung / Messbericht der verwendeten Leistungskurve – *designation of power curve report :* plausibilisiert LKVT110.00.pdf

SCHÜTZ
GmbH & Co. KGaA
56242 Selters/Ww
11/01/2015

Datum, Stempel und Unterschrift des Herstellers
Date, manufacturer´s stamp and signature

Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass die WEA, deren Schallemission, Leistungskurve und elektrische Eigenschaften in den Prüfberichten abgebildet sind, die o. g. Eigenschaften aufweist. – *The manufacturer of the wind turbine (WT) confirms that the WT whose noise level, performance curve and power quality is measured and depicted in the test reports, shows the characteristics given above.*

Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber.

8.30 Tabellarische Darstellung der Luftdämpfung des Schalls

Auszug aus der DIN ISO 9613-2: Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren vom Oktober 1999.

Tabelle 2: Luftdämpfungskoeffizient α für Oktavbänder

Temperatur	Rel. Feuchte	Luftdämpfungskoeffizient α, dB/km							
		Bandmittenfrequenz, Hz							
°C	%	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
10	70	0,1	0,4	1,0	1,9	3,7	9,7	32,8	117
20	70	0,1	0,3	1,1	2,8	5,0	9,0	22,9	76,6
30	70	0,1	0,3	1,0	3,1	7,4	12,7	23,1	59,3
15	20	0,3	0,6	1,2	2,7	8,2	28,2	88,8	202
15	50	0,1	0,5	1,2	2,2	4,2	10,8	36,2	129
15	80	0,1	0,3	1,1	2,4	4,1	8,3	23,7	82,8

Die Tabelle gibt den zusätzlich zum Dämpfungsmaß zu berücksichtigenden Luftdämpfungskoeffizienten in Abhängigkeit von Temperatur und Feuchte zu den jeweiligen Oktavbändern in einer Entfernung von 1 km an.

Während die unteren Oktavbänder bis ca. 250 Hz in 1 km Entfernung kaum einer relevanten, frequenzabhängigen Luftdämpfung unterliegen, macht sich der Einfluss der Luftabsorption bei den Oktavbändern oberhalb von 2 kHz jedoch sehr deutlich bemerkbar.

In der Regel kann daher davon ausgegangen werden, dass die im Nahfeld der Quelle auftretenden höherfrequenten Auffälligkeiten (hier z.B. bei ca. 4 kHz) nicht zu Beeinträchtigungen in immissionsrelevanter Entfernung führen.

8.31 Korrekturwerte des verwendeten Sekundärwindschirms

DNV·GL

Extract of the test report GLGH 4286 11 07555 000-C-0070-A

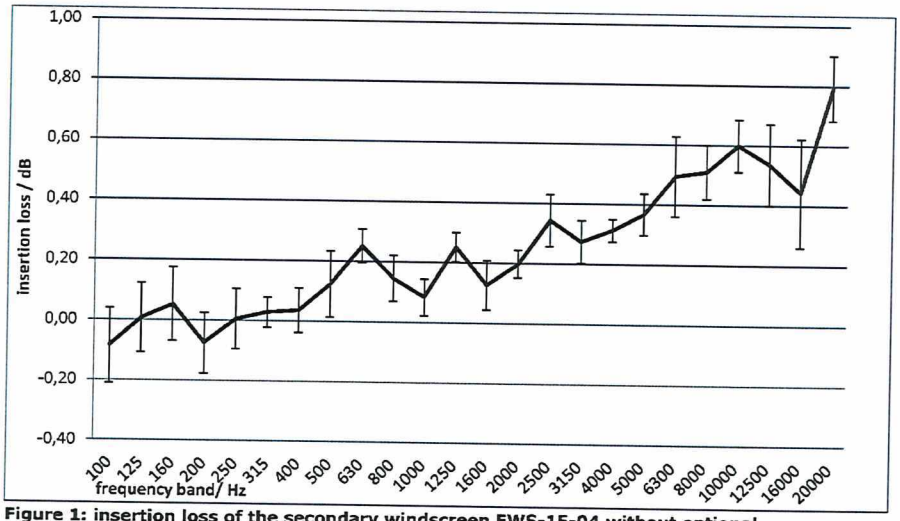


Figure 1: insertion loss of the secondary windscreen EWS-15-04 without optional weatherproof cover (mean and standard deviation of 12 individual measurements)

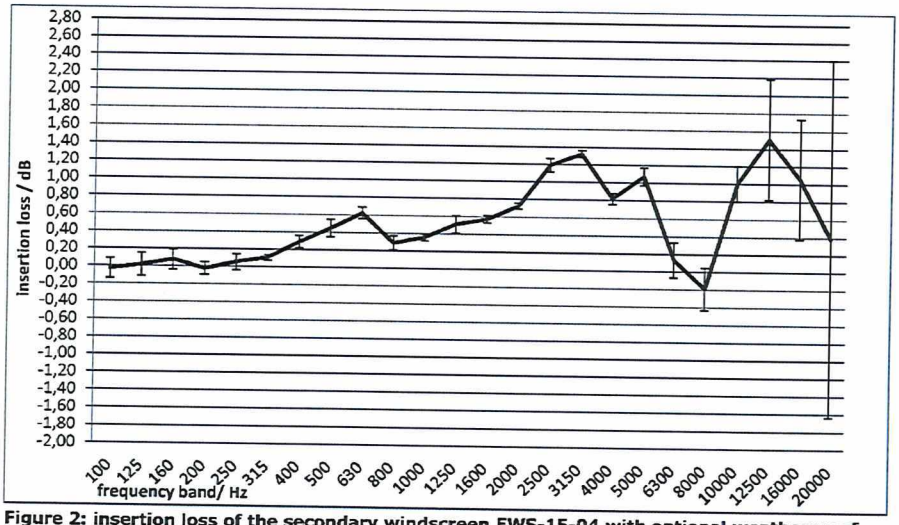


Figure 2: insertion loss of the secondary windscreen EWS-15-04 with optional weatherproof cover (mean and standard deviation of 12 individual measurements)

8.32 Fotografien des Messaufbaus (1/2)

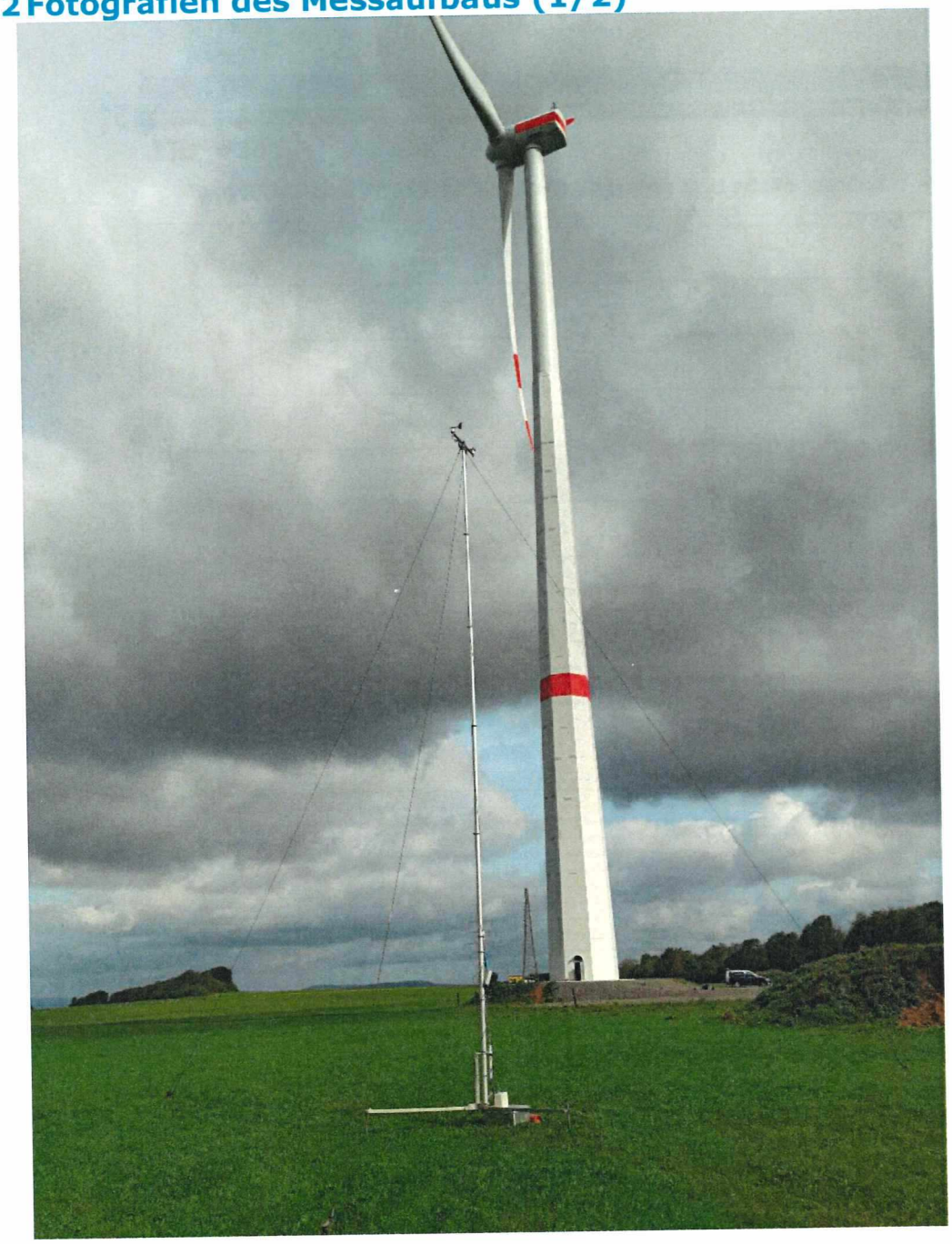


Foto 1: 10 m Windmessmast

8.33 Fotografien des Messaufbaus (2/2)

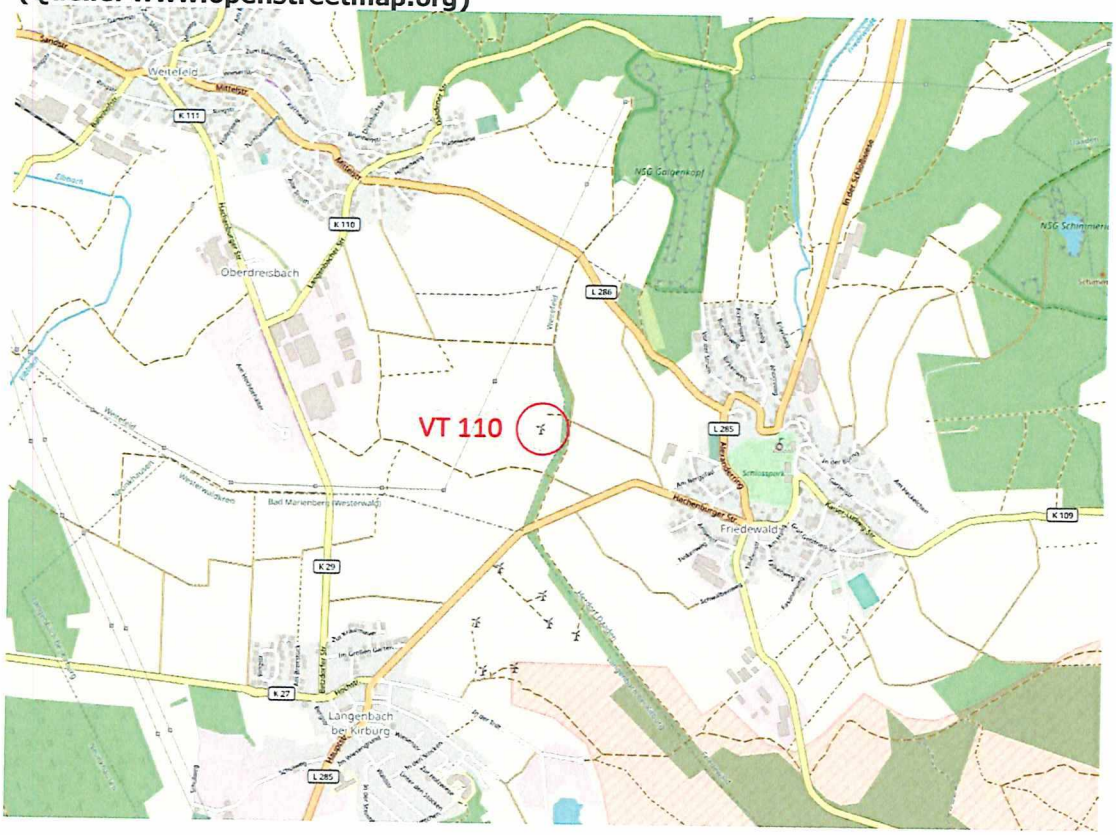
Foto 2: Foto der schallharten Platte mit Mikrofon unter dem Sekundärwindschirm

8.34 Verwendete Messgeräte

Beschreibung *description*	Fabrikat *supplier*	Typ *type*	WT Nr./Ser.Nr. *WT stock number/ serial number*	letzte Kalibrierung *last calibration*	nächste Kalibrierung *next calibration*	letzte Eichung *last verification*	nächste Eichung *next verification*
Schallpegelmesser *sound level meter*	Svantek	959	GLGH 428612-337000001 (23755)	Nov- 18	Nov- 20	Feb- 18	Dez- 20
Mikrofon *microphone*	G.R.A.S.	40AE	zu GLGH 428612-337000001 (158408)	gemeinsame Kalibration *common calibration*	gemeinsame Kalibration *common calibration*	gemeinsame Eichung *common verification*	gemeinsame Eichung *common verification*
Vorverstärker *preamp.*	Svantek	SV12L	zu GLGH 428612-337000001 (30261)				
Mikrofonkabel *microphone cable*	Svantek	SC26/10	zu GLGH 428612-337000001				
Akustischer Kalibrator *acoustic calibrator*	Brüel & Kjær	4231	GLGH 428604-333000002 (2432127)	Nov- 18	Nov- 19		
Primärwindschirm *primary wind shield*	Brüel & Kjær	UA 0237	-				
Sekundärwindschirm *secondary wind shield*	DNVGL	EWS-15-04	GLGH-428606-336000042				
Anemometer *anemometer*	Thies Clima	4.3519.00.000	GLGH-428616-113000292 (02161809)	Mai- 18	Mai- 20		
Windrichtungsgeber *wind direction sensor*	Thies Clima	4.3129.00.712	428616-114000108 (02160626)				
Temperaturgeber *temperature sensors*	Heraeus	PT1000	GLGH-428616-112000051				
Luftdruckgeber *pressure sensors*	Wilmers Messtechnik	0619	GLGH-428615-111000085				
W+W Box	DNVGL	-	GLGH-428616-611000030	Jul- 18	Jul- 20		
Logger	Theodor Friedrichs	1020	GLGH-428616-334000006 (91740)				
WEA Box	Expert	EX9017/F	GLGH-428616-323000007 (66006)	Jul- 18	Jul- 20		
Laser-Entfernungsmesser *laser distance meter*	Bushnell Corporation	Yardage PRO 1000	WT300087804 (026898)	Nov- 17	Nov- 19		
Erfassungsrechner *data acquisition computer*	HP	8470p	GLGH 411000172				
Erfassungs- und Auswertesoftware *data acquisition and analytical software*	GfS Aachen Microsoft DATALOG GmbH	DIAdem 2012/2018 Office 2016 Dasy-Lab 10.0					

8.35 Geographische Lage des Messortes

(Quelle: www.openstreetmap.org)



Über DNV GL

Inspiriert durch das Ziel, Leben, Eigentum und Umwelt zu schützen, verbessert DNV GL die Sicherheit und Nachhaltigkeit Ihrer Projekte. Wir bieten technische Prüf- und Zertifizierungsdienstleistungen sowie Software und unabhängige Beratungsservices für die Energie-, Öl & Gas- und maritime Wirtschaft. Wir bieten darüber hinaus Zertifizierungsleistungen für Kunden aus vielen weiteren Branchen an. Unsere Test-, Zertifizierungs- und Beratungsdienstleistungen werden unabhängig voneinander angeboten. Unsere Mitarbeiter in über 100 Ländern unterstützen unsere Kunden, um die Welt sicherer, intelligenter und grüner zu gestalten.