Vienna Consulting
Engineers ZT GmbH

Schallimmissionen
Planung und Messung
Erfahrungen aus Österreich

5.-7. November 2024
Christian Holzleithner

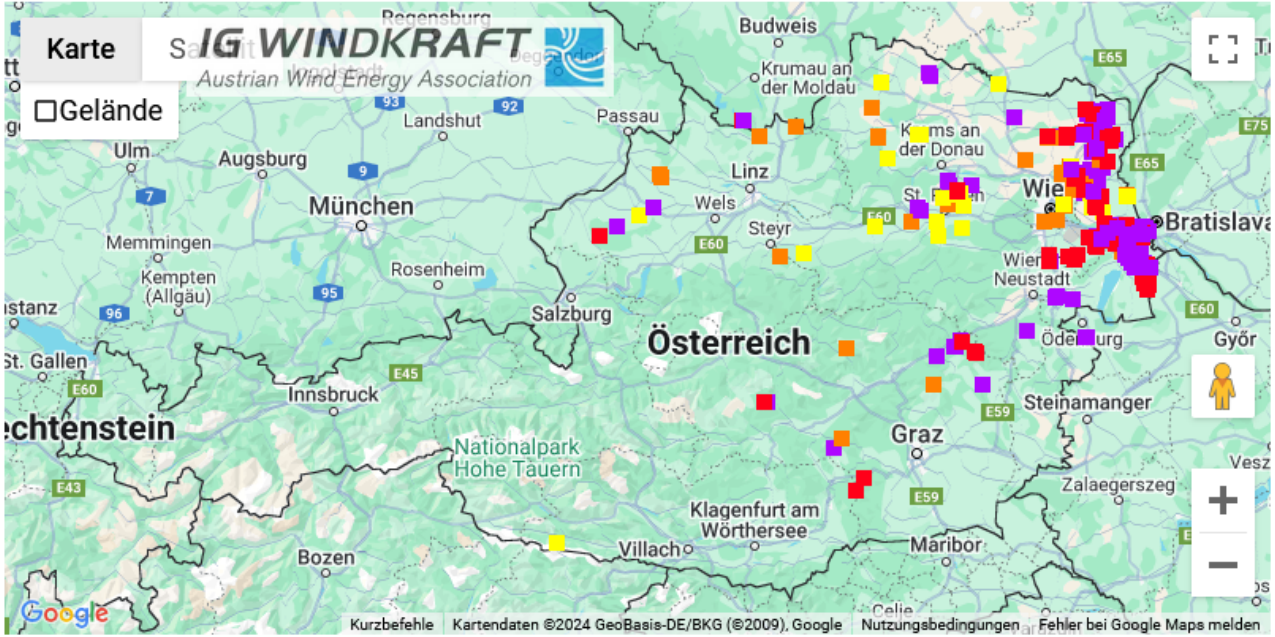
Contact
Christian **Holzleithner**
holzleithner@vce.at

Inhalt

- Einleitung:
- Richtlinien und Vorgaben an die Planung
- Methode, Messdurchführung und Auswertung ÖNORM S 5004
- Prognoseverfahren nach ISO 9613-2
- Möglichkeiten von Maßnahmen zur Reduktion von Schallemissionen Betriebsphase
- Emissionsmessungen nach EN 61400-11 zum Nachweis der Minderungen
- Zusammenfassung und Ausblick

Lage WPs in Österreich

- 110-500kW Anlagenleistung
- 500kW-1MW Anlagenleistung
- 1MW-2,5MW Anlagenleistung
- mehr als 2,5MW Anlagenleistung



Abstandsregelung für die Errichtung von WPs in Österreich ist über die Raumordnung geregelt, diese ist jedoch Ländersache

- In Österreich sehen verschiedene Gesetze Abstände zu Wohngebieten vor. Die Abstände sind je nach Bundesland verschieden.
- Die zwingenden Mindestabstände in Österreich zählen weltweit zu den strengsten Regelungen.
- Jedoch auch ohne die Mindestabstände hat die Errichtung von Windrädern durch das strenge gesetzliche Genehmigungsverfahren kaum Auswirkungen auf die nächsten Wohnbebauungen, da Schallimmissionen im Genehmigungsverfahren detailliert geprüft werden.

Abstandregeln in Österreich

am Beispiel Niederösterreich NÖ ROG §20 Abs.3a

(3a) Bei der Widmung einer Fläche für Windkraftanlagen müssen

folgende Mindestabstände eingehalten werden:

- *1.200 m zu gewidmetem Wohnbauland und Bauland-Sondergebiet mit erhöhtem Schutzanspruch*
- *750 m zu landwirtschaftlichen Wohngebäuden und erhaltenswerten Gebäuden im Grünland (Geb), Grünland Kleingärten und Grünland Campingplätzen*
- *2.000 m zu gewidmetem Wohnbauland*

Bei der Widmung derartiger Flächen ist auf eine größtmögliche Konzentration von Windkraftanlagen hinzuwirken und die Widmung von Einzelstandorten nach Möglichkeit zu vermeiden.

Anforderungen an schalltechnische Projekte Planungsphase

CHECKLISTE SCHALL 2024 für die Erstellung von Einreichunterlagen für die Errichtung oder Änderung von Windenergieanlagen (WEA)

- *Es sind Hintergrund(HG)-Trendlinien getrennt nach den Beurteilungszeiträumen Tag / Abend und Nacht durch 24h-Messungen in der Vegetationsphase an exponierten Punkten abzuleiten.*
- *Bei der Ermittlung des windbeeinflussten Hintergrundgeräusches ist eine lineare Regression im Windgeschwindigkeitsbereich v10m zwischen 3 m/s und 10 m/s zu Grunde zu legen. Basis der Pegelanalyse sind die*
- *Messergebnisse des **Dauerschallpegels** (LA,eq) und des **Basispegels (95%-Perzentil)** (LA,95) in 1-Minuten-Intervallen analog zu den Wetterdaten.*
- *Nicht windbeeinflusste Störgeräusche dürfen bei der Auswertung nicht berücksichtigt werden*.

Messaufbau

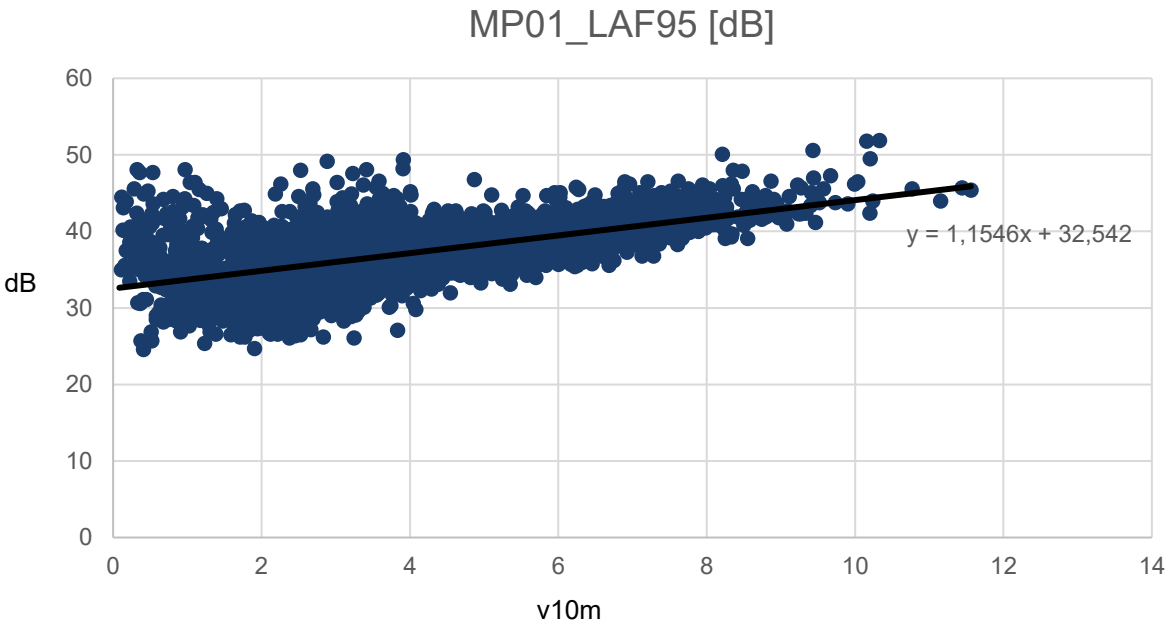
Messungen der Schallimmissionen und Meteorologie zeitsynchron

Windmessung

Schallmessung

Windabhändige Bestimmung der HG-Trendlinie

Messungen und Auswertungen des LA,95



Minutenmittelwerte des LA,95
im Wertebereich v10m = 0 bis 10m
lineare Regression zur Bestimmung des windinduzierten Hintergrundgeräusches

Anforderungen/Grenzwerte der Immissionen
gemäß Checkliste Schall

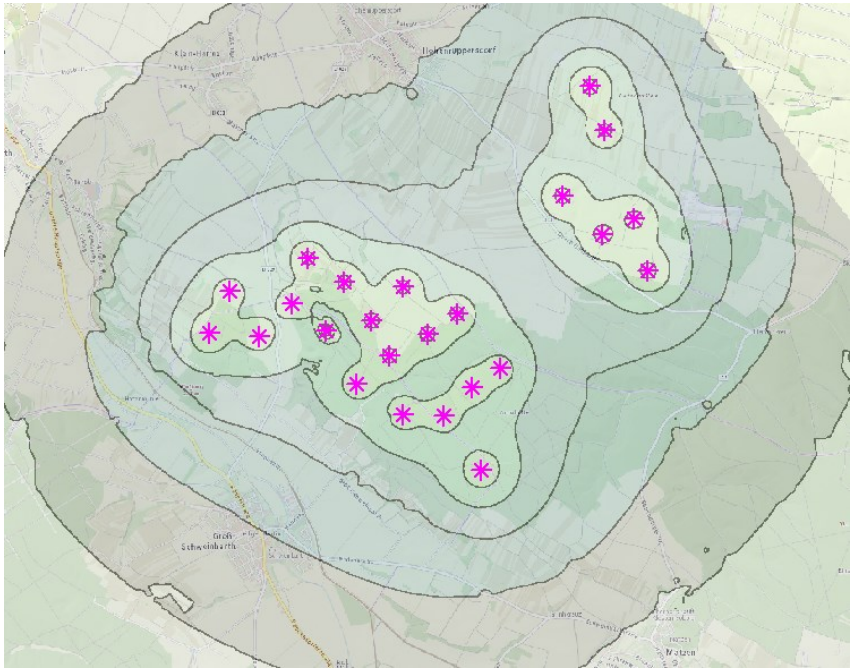
Bedingung Nr.	Bedingungen zur Zielwertermittlung / Gesamtimmission			
1	Bereich 1	wenn *HG* ≤ 33,0 dB	dann folgt	$ZW_{GI,K1}$ = HG +5,0 dB
2	Übergang Bereich 1-2	wenn *HG* > 33,0 dB und *HG* ≤ 35,0 dB	dann folgt	$ZW_{GI,K1}$ = 38,0 dB
3	Bereich 2	wenn *HG* > 35,0 dB und *HG* ≤ 43,0 dB	dann folgt	$ZW_{GI,K1}$ = HG + 3,0 dB
4	Übergang Bereich 2-3	wenn HG > 43,0 dB und *HG* ≤ 45,0 dB	dann folgt	$ZW_{GI,K1}$ = 46,0 dB
5	Bereich 3	wenn *HG* > 45 ,0 dB	dann folgt	$ZW_{GI,K1}$ = HG + 1,0 dB

HG Hintergrundgeräusch

ZW Zielwert

Bestimmung der zu erwartenden Immissionspegel eines WP

Berechnungen gemäß ISO 9613-2



Berechnung der auftretenden Schallimmissionen für die Windgeschwindigkeiten v10m = 3 bis 1m

v_s	L_{WA} (w/o STE)
3.0	97.5
4.0	99.8
5.0	104.5
6.0	108.0
7.0	108.0
8.0	108.0
9.0	108.0
10.0	108.0

Berechnungsbeispiel zur Beurteilung eines WP

gemäß Checkliste Schall

		MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6
3m/s	Beurteilungspegel Lr	15,9	14,4	6,4	11,2	14,7	25,3
	Umgebungsgeräusche $L_{A,95}$	34,1	35,1	30,7	26,7	30,7	30,9
	Gesamtgeräusche	34,2	35,1	30,7	26,8	30,8	32,0
	Änderung	+ 0,1	+ 0,0	+ 0,0	+ 0,1	+ 0,1	+ 1,1
	Bedingung Nr.	2	3	1	1	1	1
	Zielwert GI	38,0	38,1	35,7	31,7	35,7	35,9
	Differenz	- 3,8	- 3,0	- 5,0	- 4,9	- 4,9	- 3,9
4m/s	Beurteilungspegel Lr	19,2	14,7	9,7	14,5	18	28,6
	Umgebungsgeräusche $L_{A,95}$	35,8	36,4	32,2	28,9	31,8	32,4
	Gesamtgeräusche	35,9	36,4	32,2	29,1	32,0	33,9
	Änderung	+ 0,1	+ 0,0	+ 0,0	+ 0,2	+ 0,2	+ 1,5
	Bedingung Nr.	3	3	1	1	1	1
	Zielwert GI	38,8	39,4	37,2	33,9	36,8	37,4
	Differenz	- 2,9	- 3,0	- 5,0	- 4,8	- 4,8	- 3,5
5m/s	Beurteilungspegel Lr	24,1	22,6	14,6	19,4	22,9	33,5
	Umgebungsgeräusche $L_{A,95}$	37,5	38	33,7	31,1	32,7	33,9
	Gesamtgeräusche	37,7	38,1	33,8	31,4	33,1	36,7
	Änderung	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,3	+ 0,4	+ 2,8
	Bedingung Nr.	3	3	2	1	1	2
	Zielwert GI	40,5	41,0	38,0	36,1	37,7	38,0
	Differenz	- 2,8	- 2,9	- 4,2	- 4,7	- 4,6	- 1,3
6m/s	Beurteilungspegel Lr	27,6	26,1	18,1	22,9	26,4	35,6
	Umgebungsgeräusche $L_{A,95}$	39,2	39,5	35,2	33,3	34,1	35,6
	Gesamtgeräusche	39,5	39,7	35,3	33,7	34,8	38,6
	Änderung	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,4	+ 0,7	+ 3,0
	Bedingung Nr.	3	3	3	2	2	3
	Zielwert GI	42,2	42,5	38,2	38,0	38,0	38,6
	Differenz	- 2,7	- 2,8	- 2,9	- 4,3	- 3,2	+ 0,0

mögliche Schallminderungsmaßnahmen an der WEA

Emissionsminderungen durch STE / schalloptimierten Betrieb möglich / Teilabschaltungen

WEA	LWA [dB]	Leistung
PO	107,7	Gleiche Leistung
PO-STE	104,7	
SO1	102,0	Reduzierte Leistung
SO2	101,0	
SO3	100,0	
SO4	98,0	

Emissionsmessungen an WKA

Messvorschrift an der schallharten Platte EN 61400-11

*Die in den Einreichunterlagen angesetzten Emissionsspektren der WEA sind durch Prüfberichte je WEA-Type nach dem Stand der Technik (das ist dzt. ÖVE/ÖNORM EN **61400-11:2019** „Windenergieanlagen, Teil 11, Schallmessverfahren“; 01. Juni 2019), nachzuweisen.*

$$R_0 = H + \frac{D}{2}$$

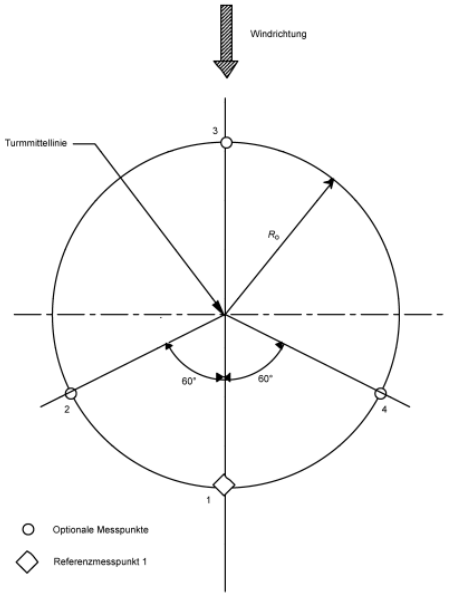


Bild 3 – Standardmuster für Mikrofonmesspunkte (Draufsicht)

Auswertung und Bestimmung des Schallleistungspegel WKA

EN 61400-11 logarithmisches Windprofil

9.4 Immissionsrelevante Schallleistungspegel bezogen auf die Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe

Der immissionsrelevante Schallleistungspegel bezogen auf die Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe $L_{WA,10m,k}$ bei ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten innerhalb des Messbereiches wird nach dem folgenden Verfahren berechnet.

Die entsprechende Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe $V_{H,n}$ wird nach Gleichung (29) berechnet. Die lineare Interpolation und die Fremdgeräuschkorrektur werden nach den Gleichungen (20) bis (26) durchgeführt.

$$V_H = V_{10} \cdot \left(\frac{\ln\left(\frac{H}{z_{0ref}}\right)}{\ln\left(\frac{10}{z_{0ref}}\right)} \right) \qquad (29)$$

$L_{WA,10m,k}$ für ganzzahlige Windgeschwindigkeitswerte k innerhalb des Messbereiches mit der zugehörigen Messunsicherheit $u_{L_{WA,10\,m,k}}$ wird nach den Gleichungen (27) und (28) berechnet.

Zusammenfassung

- Abstandregeln zu (bebautem) Wohngebiet
- Bestimmung der windinduzierten Hintergrundbelastung als Bewertungsgrundlage
- Checkliste Schall Messvorschrift zur Bestimmung des windinduzierten Hintergrundgeräusches (LA,95)
- Berechnungsvorschrift ISO 9613-2,
- Bewertungsschema; Anhebungen LA,95 +5 dB möglich
- Betriebsphase Nachweise der Schallemissionen nach Errichtung und gegebenenfalls Schallmodi EN 61400-11

Contact
Christian **Holzleithner**
holzleithner@vce.at

VCE Vienna Consulting Engineers ZT GmbH

Akustik, Baudynamik, Bauphysik & Messtechnik

VCE Vienna Consulting Engineers ZT GmbH
OFFICE VIENNA
Untere Viaduktgasse 2, 1030 Wien
T +43 1 897 53 39
F +43 1 893 86 71
vce@vce.at
www.vce.at

VCE Vienna Consulting Engineers S.R.L.
OFFICE BUKAREST
Grigore Mora 11, Etaj 4
011885 Bucuresti, Romania
T +40 31 437037
office@vce.ro
www.vce.ro

OFFICE CLUJ
Strada Cometei, Nr. 5, Ap. 2
400493 Cluj-Napoca, Romania
office@vce.ro
www.vce.ro

Î.C.S. VCE Consulting Engineers S.R.L.
OFFICE CHIŞINĂU
Bulevardul Moscova 11/8
2068 Chişinău, Moldova
office@vce.md

VCE Vienna Consulting Engineers ZT GmbH
OFFICE ATHENS
Vas, Alexandrou 27
151 22 Amaroussio, Greece
T +30 210 211 19 47
F +30 210 211 65 39
vce-gr@otenet.gr

VCE Vienna Facility Management LLC
OFFICE DOHA
CR: 75110, P.O. Box 18698
Barwa Towers, Arafat Business Centre
Tower 1, 7th Floor, Office 703
C-Ring Road, Al-Sadd
Doha, Qatar

VCE Vienna Consulting Engineers s.r.o.
OFFICE BRATISLAVA
Hodžovo námestie 1/A
811 06 Bratislava, Slovakia
T +43 1 897 53 39-1500
F +43 1 893 86 71-2502
vce@vce.sk
www.vce.sk

www.vce.at