

Vergleich der deutschen und dänischen Richtlinie für tieffrequente Geräusche anhand eines Fallbeispiels

Detlef Krahé

Bergische Universität Wuppertal E-Mail:krahe@uni-wuppertal.de

Einleitung

Tieffrequente Geräusche werden vielfach von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien emittiert. Aufgrund der besonderen physikalischen Bedingungen, die bei der Ausbreitung von tieffrequentem Schall zur Geltung kommen, und der besonderen Wirkungen auf den Menschen wird die Bewertung der verursachenden Geräusche sich sinnvoll auf die akustischen Verhältnisse **innerhalb** einer betroffenen Wohnung beziehen. Bei z.B. Windrädern, die potenziell tieffrequenten Schall emittieren, wird allerdings in Deutschland gemäß der TA Lärm ein prognostizierter A-bewerteter Pegel außen als Grundlagen der Bewertung herangezogen, während bei der dänischen Richtlinie Nr. 1284 [1] zumindest ein Innenpegel zum Maßstab der Prognose gemacht wird. Nach der deutschen Richtlinie DIN 45680 [2] ist hingegen eine tieffrequente Lärmbelastung generell innerhalb einer betroffenen Wohnung **zu messen**.

Prognosen sind natürlich unverzichtbar, gestatten sie doch eine Bewertung der Lärmsituation schon in der Planungsphase eines Projektes und damit die Einplanung notwendiger Maßnahmen zur Einhaltung von Grenz- bzw. Anhaltswerten. Demgegenüber kann die DIN 45680 erst zur Anwendung kommen, wenn eine (vermeintliche) Belästigung bereits eingetreten ist. Die Qualität einer Prognose sollte jedoch messtechnischen Überprüfungen standhalten. Der DIN 45680 in der noch gültigen Fassung von 1997 und der überarbeiteten Fassung von 2013 (Entwurf) wird von Planern und Betreibern entsprechender Anlagen aber vorgehalten, zu ihrem Nachteil zu kritisch sein. Um dies zu überprüfen, wird anhand eines Fallbeispiels ein Vergleich der DIN 45680 mit dem Planungsziel der Richtlinie Nr. 1284 durchgeführt, das ebenfalls für industrielle Emittenten in Dänemark gilt und bezüglich Windkraftanlagen auch in anderen Ländern als sachgerecht angesehen wird. Dieses Planungsziel sieht das Einhalten eines frequenzbegrenzten (10 – 160 Hz), A-bewerteten Pegels von 20 dB(A) innerhalb der Wohnung vor.

Markante Unterschiede

Hier kann nicht auf Details der Richtlinien eingegangen werden, doch sollen einige markante Unterschiede benannt werden, die eine Rolle spielen könnten.

Zunächst sei das Merkmal von Schwellen hervorgehoben. Die DIN 45680 beinhaltet solche Schwellen. Definierte Messwerte, die unterhalb der Hörschwelle (Fass. 97) oder der Wahrnehmungsschwelle (Fass. 13) liegen, gehen nicht in die weitere Kalkulation der Bewertung ein. Die Nr. 1284 kennt solche Schwellen nicht. Abb. 1 stellt die Verhältnisse gegenüber.

Eingezeichnet sind neben der Hör- und der Wahrnehmungsschwelle der Pegelverlauf eines frequenzvariierten Tones mit einem Pegel von 20 dB(A) und eines Geräusches, das

insgesamt einen Pegel von 20 dB(A) hat und dessen einzelne Terzkomponenten einen identischen Pegel von 8,9 dB(A) haben. Zu beachten ist, dass die Frequenzskala der Grafik selbst unbewertet ist. Wie schon in [3,4] mehr im Detail dargelegt, ist die Wahrnehmungsschwelle gegenüber der Hörschwelle um bis zu 5 dB abgesenkt. Hier mehr von Interesse ist der Umstand, dass eine einzelne Komponente mit einem Pegel von 20 dB(A) zu sehr tiefen Frequenzen hin noch unter der Wahrnehmungsschwelle verlaufen kann, ein breitbandigeres Geräusch im Bereich 10 Hz bis 160 Hz sogar größtenteils unterhalb der Hörschwelle verlaufen kann und dennoch einen Gesamtpegel von 20 dB(A) erreicht.

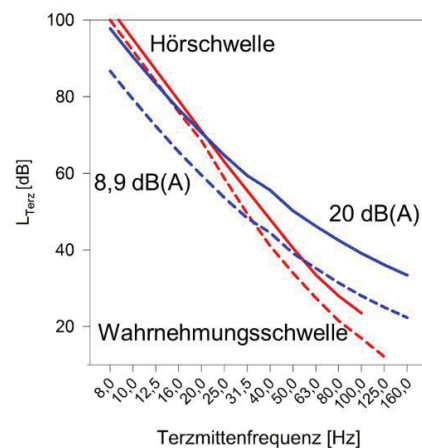


Abbildung 1: Verlauf der Hörschwelle nach DIN 45680 (1997) und der Wahrnehmungsschwelle nach DIN 45680 (2013) sowie eines frequenzvariierten Tones mit einem Pegel von 20 dB(A) und einem auf den Bereich von 10 Hz bis 160 Hz begrenzten Geräusches mit dem Gesamtpegel von 20 dB(A) und Terzpegeln von konstant 8,9 dB(A)

Ein weiterer erwähnenswerter Unterschied zwischen der dänischen und der deutschen Richtlinie (Fass. 2013) besteht darin, dass bei der ersten der $L_{Terz,Aeq}$ gemessen wird, bei der zweiten der L_{TerzF5} – der „fast“-bewertete und Z-bewertete Terzpegel, der in 5% des Bezugszeitraumes erreicht oder überschritten wird.

Fallbeispiel

Als Fallbeispiel wurden die Messwerte innerhalb eines Hauses herangezogen, bei dem in einem Abstand von ca. 600m eine Windkraftanlage betrieben wird. Es gibt kaum weitere Aktivitäten in diesem Bereich (Verkehr etc.), sodass kein Hintergrundgeräusch beachtet werden musste. Abb. 2. zeigt das Spektrogramm (unterer Teil) eines Schalldrucksignals, das gemäß Richtlinie in der lautesten Nachtstunde erfasst wurde. Typisch für den Verlauf im Spektrogramm sind die erhöhten Pegelwerte im Bereich um 30 Hz, die auf eine Modenbildung bei üblichen Raumgrößen zurückzuführen sind.

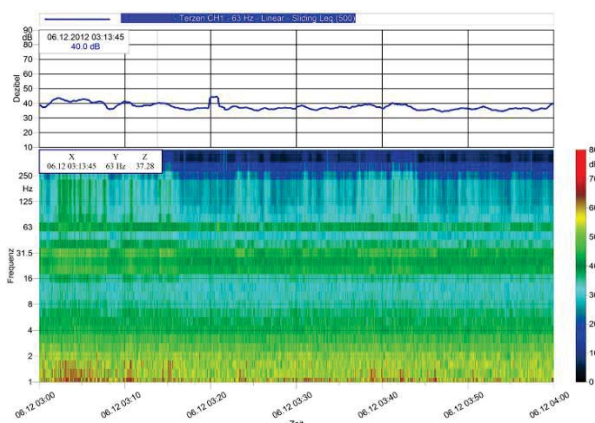


Abbildung 2: Geräusch, erzeugt durch eine Windkraftanlage und gemessen in einem Haus in ca. 600m Entfernung während der lautesten Nachtstunde; oben: Verlauf der 63 Hz-Komponente ($L_{\text{Terz,eq1min}}$); unten: Terz-Spektrogramm im Bereich von 1 Hz bis 500 Hz

Der obere Teil gibt zur Orientierung den $L_{\text{Terz,eq1min}}$ der 63Hz-Terzkomponenten wieder, der aber in dieser Form nicht zur Bewertung herangezogen wurde.

Auswertung

Tabelle 1 gibt die den verschiedenen Bewertungen zugrundeliegenden Messwerte wieder: Spalte 2 und 3 für DIN 45680 (1997), Spalte 4 für DIN 45680 (2013), Spalte 5 für Nr.1284. Da die definierten Frequenzbereiche nicht 100%-tig identisch sind, sind einige Felder in der Tabelle nicht besetzt.

Tabelle 1: Messwerte zur Bewertung nach versch. Richtlinien

Terzmittenfrequenz [Hz]	$L_{\text{eq,1h}}$ [dB]	$L_{\text{Aeq,1h}}$ [dB]	$L_{5,1h}$ [dB]	$L_{\text{Aeq,1h}}$ [dB]
8	33,6	-44,2	38,2	
10	31,2	-39,2	36,2	-39,2
12,5	30,8	-32,6	35,2	-32,6
16	33,8	-22,4	38,2	-22,4
20	43,1	-7,5	47,7	-7,5
25	40,4	-4,3	44,6	-4,3
31,5	45,0	5,6	50,1	5,6
40	35,5	-0,1	39,6	-0,1
50	29,9	-0,3	34,2	-0,3
63	38,4	12,2	42,8	12,2
80	31,5	9	36,7	9
100	30,1	11	35,1	11
125			35,1	17,6
160				16,7
Energetische Summe		15,7 < 25		22,5 > 20

Nach DIN 45680 (1997) ergibt sich folgendes Bild:

Die grünen Werte in Spalte 3 (8 Hz bis 50 Hz) liegen unterhalb der Hörschwellen und spielen deshalb bei der weiteren Berechnung keine Rolle. Die restlichen Werte (rot) wären, wenn es sich um ein nicht-tonales Geräusch handelte, energetisch aufzusummieren. Dies führte zu einem Wert von 15,7 dB, der kleiner ist als der Anhaltswert für die Nacht von 25 dB. Falls das Spektrum keine deutlich hervortretenden Einzeltöne aufwiese, wäre damit nicht von einer erheblichen Belästigung auszugehen. Das Spektrum besitzt aber eine solche bei 63 Hz, die nicht unterhalb der Hörschwelle liegt (Spalte 2) und sich von den Werten der benachbarten Terzen um mindestens 5 dB abhebt. Damit wäre dann doch der

Umstand gegeben, dass eine erhebliche Belästigung nicht auszuschließen ist.

Eine Auswertung der Werte in Spalte 4 nach DIN 45680 (2013) ist wesentlich komplizierter und wird durch ein Add-In zu EXEL[®] unterstützt, das vom DIN zur Verfügung gestellt wird. Abb. 3 zeigt in einem Ausschnitt die Darstellung der Ergebnisse mittels dieses Add-In.

Anhaltswert A	Tag	20	-2
Anhaltswert A _o	Deckelung	35	-32
Ergebnis Tag		Anhaltswert nicht erreicht	
Anhaltswert A	Ruhezeiten	25	3
Anhaltswert A _o	Deckelung	30	-27
Ruhezeiten		Anhaltswert überschritten!	
Anhaltswert A	Nacht	20	8
Anhaltswert A _o	Deckelung	25	-22
Nacht		Anhaltswert überschritten!	

Abbildung 3: Bewertung nach DIN 45680 (2013); Berechnung mit EXEL[®]-Add-In; Ausschnitt (Quelle: DIN)

Wäre das Geräusch für den Tag zu bewerten, so würde der entsprechende Anhaltswert nicht erreicht werden (minus 2), das Geräusch also nicht als potenziell erheblich belästigend eingestuft werden. Für die Abendstunden käme es zu einer leichten Überschreitung des entsprechenden Anhaltswertes um 3 Einheiten, für die Nachtstunden zu einer deutlicheren Überschreitung um 8 Einheiten.

Die Bewertung gemäß Nr. 1284 im Hinblick auf die Zielgröße von 20 dB(A) im Bereich 10 Hz bis 160 Hz ist dann wieder einfacher nachzuvollziehen. Dazu sind lediglich die Pegelwerte in Spalte 5 energetisch zu summieren. Die führt auf einen Wert von 22,5 dB(A), womit der Zielwert von 20 dB(A) überschritten wird.

Fazit

Bei diesem grenzwertigen Fall werden nach allen hier betrachteten Richtlinien die Anhaltswerte situationsbedingt entweder leicht überschritten oder unterschritten. Beim Vergleich mit dem allgemein anerkannten Planungsziel der dänischer Richtlinie Nr. 1284 erweist sich die DIN 45680 ebenfalls als ausgewogen und nicht als überkritisch. Aus dieser Sicht sollte also zu erwarten sein, dass Prognosen auch eine Einhaltung der Anhaltswerte nach der DIN 45680 sicherstellen.

Literatur

- [1] Statutory Order on Noise from Wind Turbines Order no. 1284 of 15 December 2011 http://eng.mst.dk/media/mst/66206/engelsk_vindmoellebekendtgørelse.pdf
- [2] DIN 45680: Messung und Bewertung von tief-frequentem Lärm (Fassung 1997 und 2013)
- [3] Krahe, D.: Entwurf zur Überarbeitung der DIN 45680, DAGA 2012, Darmstadt
- [4] Krahe, D.: DIN 45680 Fassung 1997 vs. 2011: Fallstudien, DAGA 2012, Darmstadt