

# Klassifizierung von Mündungsknallen nach DIN EN ISO 17201-5

Mattias Trimpop

Institut für Lärmschutz GmbH, 40489 Düsseldorf, E-Mail: trimpop@ifl-acoustics.de

## Einleitung

Im Laufe der letzten Jahre wurde die Richtlinie DIN EN ISO 17201 zur Messung und Prognose von Geräuschen auf Schießplätzen entwickelt. Diese Norm beschreibt in ihrem 5'ten Teil ein Lärmmanagement von Schießgeräuschen.

Da im Lärmmanagement eine ständige Nachführung der Berechnungen mit den bis zum Berechnungszeitpunkt angefallenen Realdaten und den weiteren Planungsdaten nötig ist, ist der Rechenaufwand wesentlich größer als bei einer einfachen Prognoseberechnung für den gesamten geplanten Betrieb. Daher sieht die DIN EN ISO 17201-5 [1] die Verwendung von Klassifizierungen zur Geschwindigkeitssteigerung der Prognoserechnungen vor.

Diese Klassifizierung ist in der Norm in groben Zügen dargestellt, bei der Anwendung ergeben sich jedoch Mehrdeutigkeiten bei der Bestimmung der entsprechenden Klasse. Je nach Wahl einer Klasse wird die Prognoserechnung zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Dies läuft gerade dem Bestreben der Qualitätssicherung entgegen, möglichst klare und eindeutige Handlungsanweisungen zu gewährleisten. Daher wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem diese Klassifizierung zu einem eindeutigen Ergebnis führt. Das Verfahren wird anhand von realen Beispielen vorgestellt und die Ergebnisse diskutiert.

## Klassifizierungsablauf

Die 17201-5 klassifiziert die für das Lärmmanagement benutzte Quellen anhand deren Quellenergie und deren Richtwirkung. Grund für die Klassifizierung ist die bei einem Lärmmanagement nötige kurze Berechnungszeit, um bei der Schießplanung viele Optionen durchrechnen zu können. Die Ermittlung der Schallenergie ist in der Norm eindeutig beschrieben. Zur Klassifizierung der Richtcharakteristik ist die Tabelle 1 in der ISO 17201-5 [1] angegeben.

Tabelle 1: Koeffizienten der Richtcharakteristiken

	nach hinten				keine	nach vorne			
	sehr stark	stark	mittelmäßig	schwach		schwach	mittelmäßig	stark	sehr stark
$k$	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
$a_1$	-12 dB	-9 dB	-6 dB	-3 dB	0 dB	3 dB	6 dB	9 dB	12 dB

Der Koeffizient  $a_2$  ermittelt die Querkontraktion oder Ausdehnung des Richtungswirkungsmusters.

	→← Kontraktion		→ Ausdehnung
$l$	-1	0	1
$a_2$	-3 dB	0 dB	3 dB

Der Koeffizient  $a_3$  fügt eine dreieckige Verzerrung zum Richtungsabhängigkeitsmodell hinzu.

	↙↘ Kontraktion		↗↘ Ausdehnung
$m$	-1	0	1
$a_3$	-3 dB	0 dB	3 dB

Die Klassifizierung der Richtwirkungen ist analog zum Koeffizientenverfahren der Fourieranalyse definiert. Dieses wurde programmtechnisch umgesetzt und es wurden gemessene und theoretische Richtcharakteristiken untersucht. Es zeigte sich, dass anders als bei der Klassifizierung

der Schallenergie mehrere Klassen für eine Richtcharakteristik entsprechend der Klassifizierung „passen“. Es musste daher ein Kriterium gefunden werden, welches eine eindeutige Zuweisung einer Klasse zu einer Richtcharakteristik erlaubt.

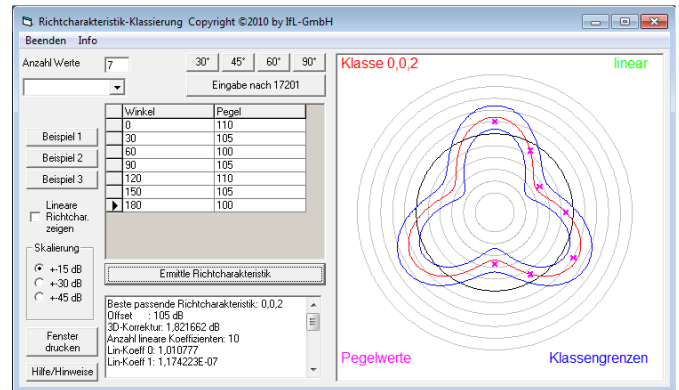


Abbildung 1: Klassifizierungsbeispiel 1

Als erstes Kriterium wird die nötige „Schlauchweite“ um die Klassifizierungscharakteristik herum gewählt, die nötig ist, um die zu untersuchende Charakteristik zu umschließen. Im obigen Beispiel „passen“ drei Klassen zu der untersuchten Richtcharakteristik. Es ergeben sich für die passenden Klassen die in Tabelle 2 dargestellten Schlauchweiten.

Tabelle 2: Schlauchweiten zu den Klassifizierungen

Variante	Kriterium Schlauchweite	
	Koeffizienten	nötige Schlauchweite
1	0,0,2	2 dB
2	0,0,1	4 dB
3	-1,0,2	5,196 dB

Bei einigen untersuchten Richtcharakteristiken gibt es jedoch mehrere Klassifizierungscharakteristiken, die die gleiche minimale Schlauchweite aufweisen. Es ist in dem Falle ein weiteres Kriterium nötig, um eine eindeutige Auswahl treffen zu können. Hier wurde die Klasse gewählt, die die geringste Abweichung von der Kugelausbreitung hat. Dieses schlägt sich in den Koeffizienten als eine möglichst geringe Quersumme über die Werte der Koeffizienten nieder. Abbildung 2 zeigt dazu ein Beispiel.

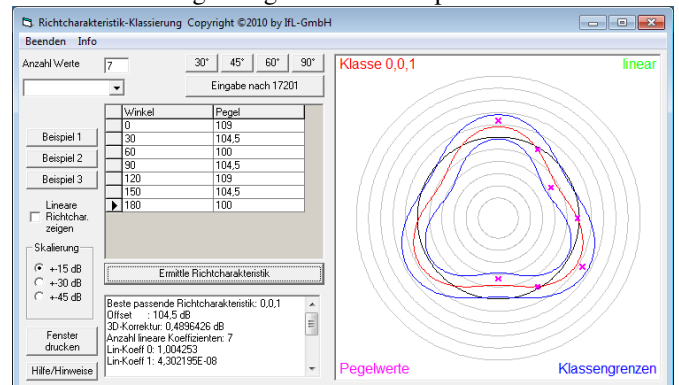


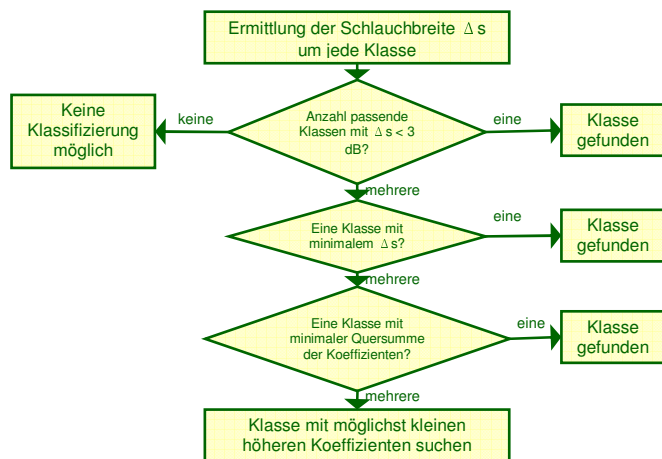
Abbildung 2: Klassifizierungsbeispiel 2

Es ergeben sich für die passenden Klassen folgende minimale Schlauchweiten (Tabelle 3).

**Tabelle 3:** minimale Schlauchweiten und Quersummen zu den Klassifizierungen aus Beispiel 2

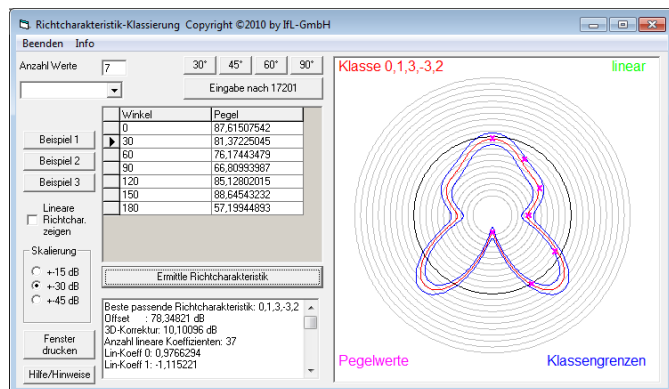
Variante	Kriterium Quersumme		
	Koeffizienten	Schlauchweite	Quersumme
1	0,0,1	3 dB	1
2	0,0,2	3 dB	2
3	1,0,1	6 dB	2
4	-1,0,2	6 dB	3

Selbst bei diesen zwei Kriterien zur Zuordnung kann es theoretisch dazu kommen, dass für das zweite Kriterium die gleiche Quersumme ermittelt wird. Daher wird noch ein drittes Kriterium eingeführt. Sollte es zwei oder mehr Klassen mit gleicher minimaler Schlauchweite und gleicher Quersumme geben, so wird diejenige verwendet, die die geringsten Werte in den höheren Koeffizienten aufweist. Hierzu konnte jedoch aus dem verwendeten Satz an untersuchten Richtcharakteristiken keine Richtcharakteristik ermittelt werden, bei der das zutrifft. Insgesamt sieht das Verfahren nun wie folgt aus (Abbildung 3).



**Abbildung 3:** Ablauf der Richtwirkungsklassifizierung

Für viele Richtcharakteristiken reicht eine Klassifizierung in 3 Koeffizienten mit je 7 Unterklassen (Wertebereich von -3 bis +3) also 343 Klassen aus. Je nach Stärke oder Winkelauflösung wird aus diesem Satz keine passende Klasse ermittelt.



**Abbildung 4:** Klassifizierungsbeispiel 3

In diesem Falle sieht die Norm vor, den Koeffizientenbereich zu erweitern.

Dazu kann sowohl die Anzahl an Koeffizienten als auch der Wertebereich der Koeffizienten vergrößert werden. Für das in Abbildung 4 gezeigte Beispiel konnte nach Erweiterung auf 5 Koeffizienten mit je 7 Unterklassen, also bei 16807 Klassen, eine passende Klasse ermittelt werden.

### Klassifizierung realer Beispiele

Es wurden 91 real vermessene Richtcharakteristiken kleiner und großer Waffen untersucht. Die Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse.

**Tabelle 4:** Klassifizierung realer Richtcharakteristiken

Klassifizierung	Anzahl
2,0,0	18
0,0,0	17
1,0,0	10
3,0,0	10
2,-1,0	5
-1,1,-1	4
2,0,1	3
-1,0,0	3
-1,1,0,-1	3
1,1,0	2
-2,1,0	2
-1,1,0	2
-2,0,0	1
-3,0,0	1
3,1,0	1
3,-2,0	1
2,-1,1	1
4,1,1	1
3,1,1	1
-2,0,1	1
-1,0,-1,-1,1	1
0,-1,-1	1
-1,2,-1	1
0,0,-1	1
0,0,0,-1	1

Diese 91 Richtcharakteristiken konnten durch 25 Klassen ersetzt werden, 45 davon allein durch 4 Klassen. Für drei Richtcharakteristiken (grau unterlegte Tabellenzellen) musste der Koeffizientenbereich erweitert werden, um eine passende Klasse ermitteln zu können.

### Zusammenfassung

Es wurde eine Methode entwickelt, mit der eine eindeutige Identifizierung der optimalen Klasse durchgeführt werden kann. Alle bisher vermessenen Richtcharakteristiken lassen sich mit der in der ISO 17201-5 verwendeten Klassifizierung abbilden. Dazu ist nur in wenigen Fällen eine Erweiterung des Koeffizientenbereiches nötig. Viele der vermessenen Richtcharakteristiken lassen sich von wenigen Klassen darstellen. Dieses reduziert den Rechenaufwand für das Lärmmanagement, so dass dadurch das Lärmmanagement in einigen Fällen erst möglich wird.

### Literatur

[1] DIN EN ISO 17201-5: Akustik – Geräusche von Schießplätzen, Teil 5: Lärmmanagement