

# Schießlärmüberwachung

Dieter Knauß

deBAKOM GmbH, Bergstraße 36, 51519 Odenthal, Knauss@debakom.de

## 1 Einleitung

Bei der Prognose von Schießlärm ergibt sich das Problem, dass nicht jede Variante des Schießbetriebs (Munitionstyp, Anzahl der Schüsse, zeitliche Nutzung der Stände) bei der Berechnung berücksichtigt werden kann, da dies zu einer Vielzahl von Prognoseszenarien führt, deren Überwachung in der Praxis sehr schwierig ist. Um sicherzustellen, dass dennoch die Immissionsrichtwerte in der Umgebung eingehalten werden, wird die Betriebszeit oft anhand der möglichen täglichen Schusszahlen und den max. möglichen Schusszahlen pro Stunde entsprechend der VDI 3745 Blatt 1 [1] festgelegt. Dies führt in der Regel für die Schießanlage zu erheblichen Einschränkungen der Nutzung, da die zugrunde gelegten Schusszahlen der VDI 3745 dem Wettbewerbsbetrieb entsprechen und in der täglichen Praxis selten erreicht werden. Alternativ zu der Beschränkung der täglichen Betriebszeiten kann anhand von permanenten Schallmessungen, wie sie auch in der ISO 17201-5 Lärmmanagement [2] vorgesehen sind, auf der Schießanlage und aus Messungen bestimmter Transferfunktionen der Beurteilungspegel an den Immissionsorten direkt ermittelt werden. Die Transferfunktionen zwischen den Referenzpunkten und den Immissionsorten werden dabei messtechnisch unter Berücksichtigung des meteorologischen Einflusses auf die Schallausbreitung durch Langzeitmessungen bestimmt. Dieses Verfahren ermöglicht einen flexiblen Schießbetrieb und eine objektive Überprüfung der Pegel. Erste Erfahrungen dieser permanenten Schießlärmüberwachung sollen hier vorgestellt werden.

## 2 Prinzip der Schießlärmüberwachung

Die Überwachung der Schießanlage zum Zwecke der Richtwertehaltung in der Umgebung der Schießanlage besteht aus einem zentralen Rechner und einem bis mehreren Mikrofonen, die im Bereich des Schießstandes aufgestellt sind. Zur Bestimmung der meteorologischen Korrekturen werden entsprechende Sensoren ebenfalls im Bereich des Schießstandes montiert. Abbildung 1 zeigt den schematischen Aufbau einer Anlage mit 3 Messpunkten. Die Anzahl der Messpunkte ist dabei anhängig von der Lage der relevanten Immissionspunkte und der Anordnung der Schießstände.

Anhand der an den Referenzpunkten ermittelten Pegel (LAFmax) und den Transferfunktionen zwischen Referenzpunkt und Immissionsort lassen sich die Beurteilungspegel, wie in Gleichung (1) angegeben, bestimmen.

Neben der Transferfunktion T, die die mittlere Pegelabnahme aufgrund der Entfernung, der Abschirmung etc. enthält, ergibt sich eine weitere Korrektur aufgrund der wechselnden

Schallausbreitungsbedingungen. Beide Korrekturen werden anhand von Langzeitmessungen an den Immissionsorten bestimmt.

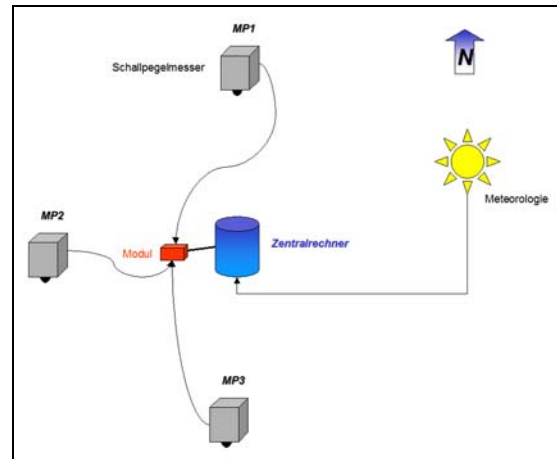


Abbildung 1: Prinzip der Schießlärmüberwachung

$$L_r = 10 \cdot \log \left\langle \sum_{i=1}^N 10^{0.1 \cdot (L_i - T + M)} \right\rangle + K \text{ dB(A)} \quad (1)$$

N = Anzahl der Schüsse pro Tag

$L_i$  = Einzelschusspegel (LAFmax)

T = Transferfunktion für

M = meteorologische Korrektur

K = Korrektur für Impulshaltigkeit + Schussdauer (-40.6 dB)

Zur Dokumentation werden die registrierten Schüsse mit LAFmax, Windgeschwindigkeit und Windrichtung gespeichert. Überschreitet der anhand der Gleichung (1) ermittelte Beurteilungspegel den Immissionsrichtwert, erfolgt eine Benachrichtigung des Schießstandbetreibers.

## 3 Bestimmung der meteorologischen Korrekturen

Im vorliegenden Beispiel mit 3 Referenzpunkten und 3 Immissionsorten wird getrennt für jeden der Punkte die Transferfunktion und die meteorologische Korrektur ermittelt. Je nach Anordnung der Stände und Lage der Immissionsorte kann es erforderlich sein, die Korrekturen für jeden Stand und jeden Immissionsort getrennt zu betrachten. Abbildung 2 zeigt schematisch die Anordnung für 3 Immissionsorte und 3 separate Schießstände. Damit ergibt sich sowohl für die Transferfunktion als auch für die meteorologische Korrektur eine Matrix, die sich durch die Anzahl der Referenz/Immissionspunkte und die Anzahl der Schießstände ergibt. Im vorliegenden Fall mit 3 Ständen und 3 Punkten ergeben sich 9 Koeffizienten. Da für die meteorologische Korrektur ange-

nommen werden kann, dass sie zumindest von der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung abhängig ist, erhöht sich die Anzahl der Koeffizienten für Mi entsprechend der Anzahl der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsklassen. In Anlehnung an die Ausbreitungsklassen in Harmoise/Imagine [3] werden lediglich folgende 3 Windgeschwindigkeitsklassen unterschieden

- **I** Windstille – leiser Zug (0-1.5 m/s)
- **II** leichte Brise (1.5-3.5 m/s)
- **III** schwache Brise – starker Wind (3.5 – 12 m/s).

Die Aufteilung der Windrichtungen erfolgt dabei in 4 Sektoren Nord, Ost, Süd und West, wobei jeder Sektor ±45° umfasst, d.h. Nord beinhaltet die Windrichtungen 315°-45°.

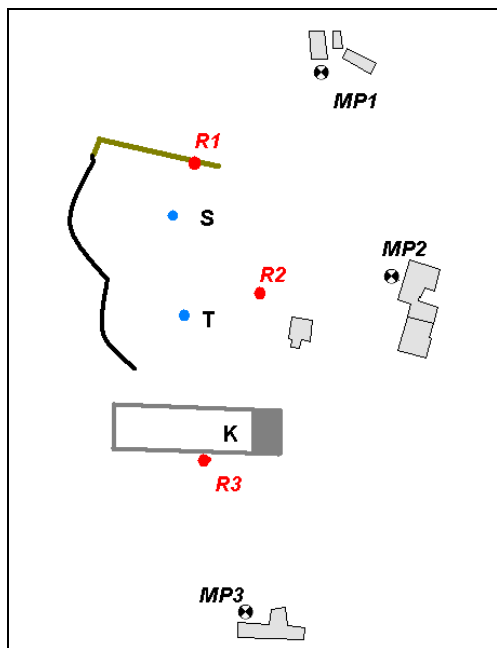


Abbildung 2: Beispiel Schießstand

#### 4 Ergebnisse

Die erste Anlage wurde 2003 mit lediglich einem Referenzpunkt installiert. Eine zweite Anlage folgte 2007, wobei hier auch die Meteorologie mit erfasst wird. Im Folgenden soll am Beispiel der letzteren die Ermittlung der erforderlichen Korrekturkoeffizienten (T, M) für einen Schießstand ähnlich der Abb. 2 beschrieben werden. Aus den ca. 3-wöchigen Messungen ergeben sich für die beiden Matrizen T und M folgende Werte:

Stand	MP1	MP2	MP3
K (R1)	35.3	30.3	37.7
T (R2)	38.3	33.8	39.7
S (R3)	39.8	29.3	40.2

Tabelle 1: Transferfunktionen (T)

Wg	Nord			Ost			Süd			West		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
MP1 K	0.9	4.5	*	-1.2	-1.9	*	-1.0	-2.3	*	3.4	1.0	-3.5
MP1 S	3.4	2.7	*	0.3	-1.4	-0.4	-1.0	-2.0	-2.4	3.8	-0.9	-2.1
MP1 T	2.0	1.5	*	-1.1	-1.3	-2.1	-0.4	-1.9	0.7	3.4	-0.5	0.0
MP2 K	0.3	0.6	-1.7	-0.4	-1.7	*	0.0	*	*	2.6	*	*
MP2 S	1.5	1.8	0.4	0.1	-0.5	*	-0.6	-2.6	*	1.0	-1.5	*
MP2 T	0.3	1.4	0.7	-0.2	-0.8	*	-0.7	-0.2	*	-0.3	0.1	*
MP3 K	-2.2	*	*	-2.1	0.5	*	0.7	*	*	2.9	*	*
MP3 S	-0.9	*	*	0.0	0.3	*	-0.2	*	*	0.1	0.9	*
MP3 T	-1.0	*	*	0.0	0.4	*	0.1	*	*	0.0	0.5	*

Tabelle 2: Meteorologische Korrektur (M) (\*keine ausreichenden Daten)

Wie der Tabelle 2 zu entnehmen ist, liegen die Werte für die meteorologische Korrektur zwischen ca. ±3.5 dB. Für die in Tabelle 2 mit ‚\*‘ gekennzeichneten Felder liegen nicht genügend Messdaten vor, um die Korrektur zu bestimmen.

Bei 3 Referenzpunkten und 3 Immissionsorten ergibt sich für Gleichung (1) folgende Anpassung

$$L_{k,r} = 10 \cdot \log \left\langle \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^N 10^{0.1 * (L_{m,i} - T_{k,m} + M^n_{k,m})} \right\rangle + K \quad (2)$$

- m: Nr. Ref. Punkt
- i: Schuss Nummer
- k: Nr. Immissionsort
- n: met. Ausbreitungsbedingung (Tabelle 2)

#### 5 Zusammenfassung

Die messtechnische Erfassung des Schießlärms in Kombination mit der ebenfalls aus Messungen ermittelten Ausbreitungskorrektur ermöglicht einen variablen Schießbetrieb, der keine starre Begrenzung der Öffnungszeiten erforderlich macht, um hierüber die Einhaltung der Immissionsrichtwerte zu garantieren. Die Einbeziehung der Meteorologie in die Bestimmung der Beurteilungspegel bedeutet dabei eine weitere Flexibilität in der Nutzung der Schießanlage.

Für seine Unterstützung möchte ich Herrn Dr. Hirsch hier besonders danken.

#### 6 Literatur

[1] VDI 3745 Blatt 1, Beurteilung von Schießgeräuschimmissionen, Mai 1993

[2] DIN EN ISO 17201-5, Geräusche von Schießplätzen – Teil 5 Lärmmanagement.

[3] IMAGINE Report WP3, IMA32TR-040510-SP09, 9<sup>th</sup> Draft of measurement Standard