

# LeitGeStand in der Praxis: Erste Erfahrungen mit dem Leitfaden der LAI

Karl-Wilhelm Hirsch, Frank Hammelmann

Cervus Consult, consult@cervus.de

## Einleitung

Die Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) hat mit dem "Leitfaden für die Genehmigung von Standortschießanlagen der Bundeswehr - LeitGeStand" [1] ein Verfahren empfohlen, mit dem sich Schießgeräusche mit Hilfe eines technischen Modells auch durch Prognose bestimmen lassen. Der LeitGeStand beschreibt in seinem Schallausbreitungsmodell, das eng an die DIN ISO 9613-2 angelehnt ist, insbesondere ein Konzept zur Prognose des Maximalpegels  $L_{AFmax}$ , der nach TA Lärm bzw. VDI 3745 Blatt 1 Grundlage für die Beurteilung von Schießgeräuschen ist.

Auf der DAGA 2015 [2] wurde dieses Verfahren bereits vorgestellt. Zur Umsetzung des Leitfadens LeitGeStand für ihren Bereich entwickelt die Bundeswehr zurzeit ein Programm (Shooting noise Model, ShoMo), das dieses Ausbreitungsmodell und das Konzept zur Prognose des  $L_{AFmax}$  numerisch umsetzt.

Die Berechnungs- und Beurteilungsverfahren des Leitfadens LeitGeStand wurden mit Hilfe des Programms ShoMo im Rahmen eines Schallschutzgutachtens für die Erweiterung einer Standortschießanlage (StOSchAnl) eingesetzt. In der praktischen Anwendung bewährt sich der LeitGeStand grundsätzlich als eine sachgerechte und entscheidungsarme Grundlage für eine gutachtliche Stellungnahme. Im Folgenden werden einige Aspekte bei der Umsetzung des LeitGeStand diskutiert.

## Konzept des Leitfadens LeitGeStand

Die Beurteilung der Zusatzbelastung durch den Schießbetrieb auf einer StOSchAnl beginnt grundsätzlich mit der Analyse der bestimmungsgemäßen Betriebsituationen. Diese Betriebsituationen folgen den in Schießausbildungsvorschriften der Bundeswehr festgelegten Übungen, die in der Regel aus einer Folge von Emissionssituationen, der Kombination aus Waffe/Schießort/Feuerart (jeweils klassiert nach LeitGeStand) mit gegebener Häufigkeit bestehen.

Für alle Emissionssituationen wird nach DIN EN ISO 172201-3 jeweils eine Ersatzquelle bestimmt. Diese Ersatzquelle berücksichtigt vollständig die Schallausbreitung innerhalb des Schießstands mit Reflexionen und Beugungen an seinen komplexen Aufbauten. In der Ersatzquelle bildet sich also in der Regel vollständig die konkrete Bauweise eines Schießstands ab.

Für jede Ersatzquelle wird nach den eng an die DIN ISO 9613-2 angelehnten Regeln der  $L_{AFmax}$  jeder Emissionssituation bestimmt.

Aus diesem  $L_{AFmax}$  werden nach den Regeln der VDI 3745 Blatt 1 die Beurteilungspegel jeder Emissionssituation bestimmt, die dann nach Maßgabe des Aufbaus der Übung zu einem Beurteilungspegel für das Durchlaufen einer Betriebsituation führen. In Abhängigkeit wiederum von diesen Beurteilungspegeln werden die 'maßgeblichen Betriebszahlen' für alle Betriebsituationen über eine Konfliktrechnung bestimmt.

Letztendlich liegt eine Tabelle vor, die für jede Betriebsituation angibt, wie häufig sie in einer Beurteilungszeit durchgeführt werden kann, um noch sicherzustellen, dass der Richtwert in allen maßgeblichen Immissionsorten unterschritten wird. Gleichzeitig wird die prozentuale Auslastung des einmaligen Durchlaufs angegeben, so dass verschiedene Betriebsituationen in einer Beurteilungszeit gemischt durchgeführt werden können.

Diese Tabelle ist nach LeitGeStand Grundlage beschränkender Auflagen in der Betriebsgenehmigung. Anhand dieser Tabelle kann der Betreiber den täglichen Mischbetrieb auf seiner Anlage gesetzeskonform planen. Die Einhaltung der Auflagen kann mit Hilfe der Tabelle von der Aufsichtsbehörde sachgerecht überwacht werden.

## Bestimmungsgemäße Betriebsituationen

Im LeitGeStand wird eine Liste der bestimmungsgemäßen Betriebsituationen auf einer StOSchAnl – soweit sie von der Bundeswehr bei der Schießausbildung durchgeführt werden – konkret angegeben. Auf einer Anlage können aber auch nicht-militärische Mitnutzer ausbilden (z. B. Polizei).

Die Analyse der bestimmungsgemäßen Betriebsituationen kann also ergeben, dass nach Maßgabe des Nutzungskonzepts diese Liste zu erweitern ist. Wegen der Klassierung von Waffen, Schießentfernungen und Anschlagsarten ist dies in enger Anlehnung an den Aufbau der Liste im LeitGeStand nach bisherigen Erfahrungen sachgerecht möglich.

## Betriebsart der Waffe

Die Betriebsart (oder Feuerart) der Waffe ist eine inhärente Eigenschaft der Emissionssituation. In der Liste der bestimmungsgemäßen Betriebsituationen des LeitGeStand sind auch Übungen enthalten, bei denen die Waffen zumindest in Teilübungen in der Betriebsart 'Feuerstoß' abgefeuert werden oder vom Schützen 'schnelle Doppelschüsse' abgegeben werden. Auch im jagdlichen und sportlichen Schießen sind solche Doppelschüsse aus Skeet und Trapschießen bekannt.

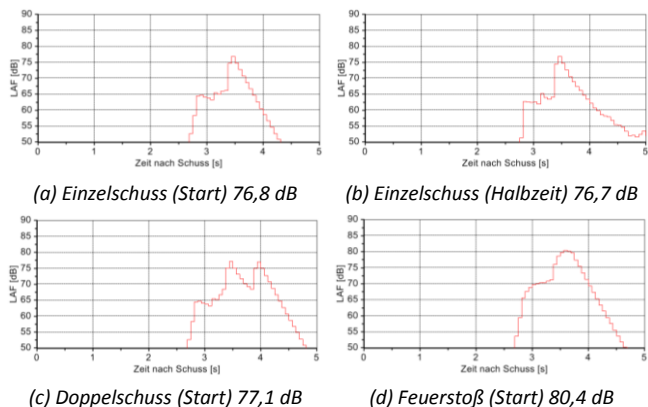


Abb. 1 Zeitverlauf des  $L_{AF}$ , 100-m-Position, stehend, Waffe G  
Immissionsort A ( $x = 1000$  m,  $y = 0$  m)  
für die Betriebsarten Einzelschuss, Doppelschuss und Feuerstoß

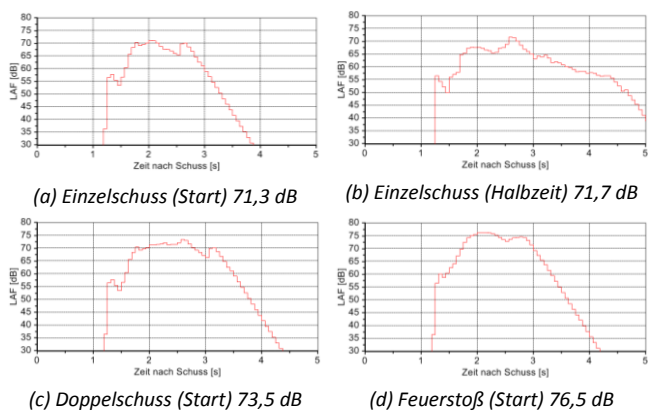


Abb. 2 Zeitverlauf des  $L_{AF}$ , 100-m-Position, stehend, Waffe G  
Immissionsort B ( $x = 500$  m,  $y = 100$  m)  
für die Betriebsarten Einzelschuss, Doppelschuss und Feuerstoß

Betriebsituation				Beurteilungspegel (Konflikte)					maßgebliche Betriebszahlen			relative Auslastung		
Nr.	Feuerart	Dunkelheit	Zone/ Anschlag	K <sub>eq</sub>			K <sub>max</sub>		B			R <sub>A</sub>		
				Tags	Nachts	Ruhe	Tags	Nachts	Tags	Nachts	Ruhe	Tags	Nachts	Ruhe
				dB	dB	dB	dB	dB	[1]	[1]	[1]	%	%	%
1	DS + EF	nein	ZII/H,ZI/H	-30,3	-3,1	-24,3	-28,4	-3,4	1066	2	267	0,094	48,528	0,373
2	DS + SEF	nein	ZII/H	-24,8	2,3	-18,8	-28,1	-3,1	305	0	76	0,328	169,564	1,304
3	DS + SEF	nein	ZI/H	-22,1	5,1	-16,1	-25,2	-0,2	160	0	40	0,621	321,595	2,473

Tab. 1 Beurteilungspegel, maßgebliche Betriebszahlen und relative Auslastung für 3 ausgewählte Betriebsituationen nach LeitGeStand

Der Feuerstoß ist waffenspezifisch wohl definiert; die Schussfolge erfolgt automatisch. Beim schnellen Doppelschuss, löst der Schütze beide Schüsse nach der Zielerfassung selbst aus. Im Folgenden wird ein Feuerstoß mit 4 Patronen mit einer jeweiligen Verzögerung von 80 ms und ein Doppelschuss mit einem zeitlichen Abstand von 500 ms betrachtet.

Abbildungen 1 und 2 zeigen den nach LeitGeStand prognostizierten  $L_{AF}(t)$  in den Feuerarten Einzelschuss, Doppelschuss und Feuerstoß in zwei Immissionsorten (A und B), abgegeben mit einer Waffe G in der Zielentfernung 100 m ( $x = 100$  m,  $y = 0$  m), Anschlag stehend, auf einem A-Stand in einfacher Bauweise. A ( $x = 1000$  m,  $y = 0$  m) liegt direkt hinter dem Schützen. Das Signal dort wird primär durch Blendenreflexionen geprägt. B ( $x = 500$  m,  $y = 100$  m) liegt schräg hinter dem Schützen. Dort bestimmen gebeugte Schalle das Signal. Die Koordinatenangaben erfolgen nach LeitGeStand im Schießstandbezugssystem (Zielmitte:  $x = 0$  m,  $y = 0$  m). In den Unterschriften zu den Teilabbildungen ist der  $L_{AFmax}$  angegeben. Die Ergebnisse wurden mit dem Programm ShoMo mit den entsprechenden Ersatzquellen nach LeitGeStand (Kapitel 7.2) berechnet.

In den  $L_{AF}(t)$  ist die Zeitrasterung von 62,5 ms bei der Fast-Filterung nach LeitGeStand zu erkennen. In allen Fällen sind ca. 2000 Teilersatzquellen beteiligt, deren Laufzeit-bedingt zeitversetzte Beiträge die Länge des Signals ausmachen.

In Abb. 1 ist in den Teilabbildungen (a) und (b) für den Einzelschuss und (c) für den Doppelschuss eine Blendenreflexion signifikant. Beim Feuerstoß (d) verschmelzen die 4 Signale wegen der kurzen Schussfolge. Der Doppelschuss liefert einen lediglich um 0,4 dB höheren  $L_{AFmax}$  als der Einzelschuss. Der Feuerstoß, der 6 dB mehr akustische Energie anbietet als der Einzelschuss, übertrifft den  $L_{AFmax}$  lediglich um 3,6 dB.

In Abb. 2 ist das Signal über einen längeren Zeitabschnitt verschmiert. Das Signal in A ist durch Blendenreflexionen geprägt, das Signal B hat signifikante Beugungsanteile. Deshalb ist bei A der ‚Doppelschuss‘ klar zu erkennen. Bei B in Abb. 2 überlagern sich die Beugungssignale der Teilersatzquellen zu einem Gesamtsignal mit vergleichbaren Pegelbeiträgen über eine Dauer von 2 Sekunden (a). Der Doppelschuss (c) liefert nun eine Erhöhung des  $L_{AFmax}$  um 2,2 dB, der des Feuerstoßes um 5,2 dB. Der Vergleich zeigt, dass die Maximalpegel signifikant von der Zusammensetzung der Teilersatzquellen und deren Zeitverzögerung abhängen.

Die ausgeprägte Zeitverzögerung der Beiträge der Teilersatzquellen ist deshalb ein kritischer Eingangsparameter des Verfahrens. Der LeitGeStand erlaubt für die Teilersatzquellen die Angabe einer Zeitspanne für deren Beitrag. Das ist dem Umstand geschuldet, dass bei Beugungersatzquellen eine exakte Laufzeit der in ihr zusammengefassten Strahlen zumindest im Verfahren nach LeitGeStand (Kapitel 7.2) nicht angegeben werden kann.

Um diesen Einfluss darzustellen sind in Abb. 1 und Abb. 2 jeweils die Teilabbildungen (a) und (c) zu vergleichen. In (a) wird der Beitrag der Teilersatzquellen, denen eine Zeitspanne zugeordnet ist, zu deren Beginn ‚Start‘ und in (b) zu deren ‚Halbzeit‘ in die Berechnung des  $L_{AF}(t)$  eingefügt. Bei den Signalen in A spielt das keine Rolle, weil Reflexionen, denen keine Zeitspanne sondern ein Zeitpunkt zugeordnet ist, das Signal bestimmen. In B wird das Signal deutlich länger und der Pegel steigt um 0,4 dB. Die Abbildung zeigt den Einfluss nur exemplarisch. Für die Unsicherheit der  $L_{AFmax}$ -Bestimmung im LeitGeStand ist die Unsicherheit der Zeitverzögerung der wesentliche Beitrag.

## Maßgebliche Betriebszahlen

Der LeitGeStand liefert als Grundlage einer Beurteilung so genannte ‚maßgebliche Betriebszahlen‘ und ‚relative Auslastungen‘ und nicht etwa eine Angabe von maximalen Schusszahlen wie es bisher die Regel war. Das Motiv des LeitGeStand ist es, der Genehmigungsbehörde, dem Betreiber und der Aufsichtsbehörde eine praxisorientierte, betriebsnahe Kenngröße zur Verfügung zu stellen, mit deren Hilfe Auflagen, lärmbewusste Schießplanung (tägliches Lärmmanagement) und eine aufwandsarme Überwachung möglich ist.

Tab. 1 gibt ein Beispiel für 3 von typisch 70 ausgewählten bestimmungsgemäßen Betriebsituationen mit besonders kritischen Werten der Kenngrößen an. Die Symbole und Begriffe folgen dem LeitGeStand. Die Kenngrößen werden für die Beurteilungszeiten Tags und Nachts ausgegeben. Zusätzlich erfolgt noch die Angabe der Werte in der Tageszeit mit erhöhter Empfindlichkeit (Ruhe).

Bei den Betriebsituationen sind Einzelschüsse (ES), Doppelschüsse (DS) und schnelles Einzelfeuer (SEF) beteiligt. Die Konflikte berücksichtigen die Vorbelastung und ein Beurteilungszeit-abhängiges  $C_{met}$ . Die Betriebszahlen B für Nachts weisen aus, dass praktisch eine Durchführung dieser Übungen nach 22 Uhr nicht regelkonform ist. Tags können die Übungen von 1066, 305 bzw. 160 Soldaten absolviert werden. Dies ist bei einer typischen StOSchAnI mit z. B. 2 A-Ständen und 3 D-Ständen durchaus beschränkend. Über die relative Auslastung als Angabe in Prozent kann der Betreiber die Übungen gemischt betreiben. Die einfache Regel: Die Summe der Auslastung darf 100% nicht überschreiten.

Der LeitGeStand empfiehlt, die Tabelle dieser Kenngrößen als Auflage der Genehmigung beizufügen. Es wird deutlich, dass dadurch eine flexible Grundlage für den gesetz- und regelungskonformen Betrieb gelegt ist.

## Zusammenfassung und Empfehlungen

Im Rahmen eines ersten Schallschutzgutachtens wurde der LeitGeStand konsequent angewendet. Die Erfahrungen mit dem Leitfaden sind durchweg positiv. Die Anwendung ist stringent möglich und die Ergebnisse sind plausibel und nachvollziehbar.

Bei der Fortschreibung des LeitGeStand sollte die Liste der bestimmungsgemäßen Betriebsituationen um die Teilübungen erweitert werden. Dies setzt voraus, dass auch die Betriebsart der Waffe klassiert und in ihren Parametern (Anzahl der Patronen, zeitlicher Abstand zwischen den Schüssen) mit dem Ziel vorgegeben werden sollte, die Erstellung von Schallschutzgutachten entscheidungsärmer zu gestalten.

Die Übertragung der Konzepte und Verfahren in eine auch auf zivile Schießanlagen anwendbare VDI 3745 Blatt 2, die vom Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI bereits initiiert ist, ist grundsätzlich zu empfehlen. Dabei ist insbesondere eine Standardisierung der Betriebsituationen anzupassen.

## Literaturhinweise

- [1] Leitfaden für die Genehmigung von Standortschießanlagen – LeitGeStand, Version 0.96, Herausgeber Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
- [2] Hirsch, K.-W.; Hammelmann F.: „Bestimmung des Beurteilungspegels der VDI 3745 Blatt 1 durch Prognose, Fortschritte der Akustik, DAGA 2015, Nürnberg