

# Lärmbeurteilung des Betriebs eines Standortübungsplatzes der Bundeswehr

Karl-Wilhelm Hirsch

*Cervus Consult, hirsch@cervus.de*

## Einleitung

Standortübungsplätze (StOÜbPl) dienen als standortnahe Schießplätze der Ausbildung und dem Üben der Streitkräfte. Fast jeder Standort der Bundeswehr hat einen solchen StOÜbPl. Vor Ort stationierte Truppengattungen nutzen ihn als Übungsplatz für alles, was die Gattung an Fähigkeiten und Fertigkeiten auszeichnet und was sie trainieren muss. Entsprechend der Vielfalt dieser Fähigkeiten ist das Nutzungskonzept des StOÜbPl ausgelegt. Der Platz kann Panzerfahrerschulgelände, Einrichtungen zur Sprengmittelbeseitigung, Hubschrauberübungsgelände, Schießbahnen, Kampfbahnen, Sprengplätze und viele Einrichtungen mehr bereitstellen oder selbst als Ganzes oder in Teilen Übungsraum für Manöver sein.

Aus Sicht des Immissionsschutzes kommen alle Lärmarten vor: Schießlärm, Fluglärm, Verkehrslärm, auch Schienenlärm von Verladestationen für gepanzerte Fahrzeuge. Die Einrichtungen werden nicht gleichzeitig und auch nicht an jedem Tag in ähnlicher Zusammenstellung genutzt. Der Bedarf bestimmt Nutzung.

Ein StOÜbPl ist eine genehmigungsbedürftige Anlage und ist nach BImSchG/TA Lärm [1]/[2] zu beurteilen. Der Versuch, durch eine Genehmigung mit statischen einrichtungsspezifischen Nutzungsaufgaben die Nichtüberschreitung der Richtwerte der TA Lärm sicherzustellen, läuft ins Leere. Es gibt keinen Regelbetrieb, keinen typischen Betriebstag.

Der Beitrag diskutiert eine dynamische Genehmigung in Anlehnung an das eingeführte Management für Standortschießanlagen. So kann sichergestellt werden, dass der Betrieb des StOÜbPl an jedem Tag die Richtwerte einhält und gleichzeitig die maximale Flexibilität der Nutzung der Anlage gewährleistet wird.

## Die Schießplätze der Bundeswehr

### Überblick

Alle Schießplätze dienen der Ausbildung an und dem Üben mit Waffen und Gerät. Das gilt für den einzelnen Soldaten aber auch für Verbände. Es werden drei Arten von Schießplätzen unterschieden, die im Folgenden kurz unter dem Aspekt der Nutzung vorgestellt und im Hinblick auf die Lärmbeurteilung eingeordnet werden. Es sei vorangestellt, dass alle Schießplätze der Bundeswehr dem Bundes-Immissionsschutzgesetz unterliegen und genehmigungsbedürftige Anlagen im Sinne der 4. BImSchV Nr. 10.18 [3] sind. In begründeten Sonderfällen kann allerdings der Bundesminister der Verteidigung nach den §§ 59 und 60 BImSchG Ausnahmen genehmigen, was aber tatsächlich nur selten vorkommt.

### Der Truppenübungsplatz (TrÜbPl)

Auf einem TrÜbPl kommen nahezu alle Waffen und Waffensysteme der Bundeswehr im scharfen Schuss zu Einsatz. Es stehen Schießbahnen für Panzer, Feuerpositionen mit einem Zielgebiet für die Artillerie aber auch Sprengplätze zur Verfügung. Es finden Manöver bis zur Bataillonsstärke statt. Der TrÜbPl ist der Schießplatz mit den größten Abmessungen und der größten Fläche, um die äußere Schießsicherheit gewährleisten zu können.

Die TA Lärm ist nicht anzuwenden, da Waffen mit einem Rohrkaliber ab 20 mm und Sprengung mit mehr als 50 g TNT-Äquivalent eingesetzt werden. Die Bundeswehr hat daher ein eigenes Beurteilungsverfahren eingeführt [4], das auf der Basis C-bewerteter Immissionspegel ein tägliches Lärmmanagement vorschreibt und so sicherstellt, dass die Nachbarschaft durch den Schießlärm nicht erheblich belästigt wird.

### Die Standortschießanlage (StOSchAnl)

Die StOSchAnl ist eine standortnahe Anlage, die Schießstände (Lang- und Kurzstände) für das Schießen mit Gewehr, Maschinengewehr, Pistole und Maschinenpistole bereithält. Hier finden die Schießausbildung und das Training im scharfen, präzisen Schuss statt. Die Schießstände gewährleisten durch bauliche Maßnahmen (Seitenwände/wände, Hochblenden und Geschossfang) die äußere Sicherheit.

Die Beurteilung erfolgt nach TA Lärm/VDI 3745 Blatt 1 [5] auf der Basis von Maximalpegeln und Impulszuschlägen. Wegen der komplexen Prognose dieser Pegel in der baulichen Situation eines Schießstands hat die Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz – LAI den ‚Leitfaden für die Genehmigung von Standortschießanlagen – LeitGeStand‘ [6] herausgegeben, der heute beim Neubau oder wesentlichen Änderungen auf diesen Anlagen angewendet wird.

### Der Standortübungsplatz (StOÜbPl)

Der StOÜbPl ist ein standortnaher Schießplatz, auf der die stationierte Truppe ihre Soldaten an Waffen und Gerät ausbildet und trainiert. Dazu gehört Schießen im Gelände und aus Fahrzeugen, das Fahren mit Panzern und anderen Fahrzeugen im Gelände, die Sprengausbildung, die Minenräumung, die Brückenlegung, die Bergung von schweren Fahrzeugen u.v.m. Es finden auch Manöver statt. StOÜbPl haben nicht die Ausdehnung von TrÜbPl. Deshalb ist lediglich das Schießen mit Übungsmunition (Handwaffen) und das Schießen mit Manövermunition erlaubt. Diese Munitionsarten haben deutlich kleinere Gefahrenbereiche, so dass wiederum die äußere Sicherheit gewährleistet werden kann.

Die Lärmbeurteilung erfolgt grundsätzlich nach TA Lärm, bei Waffenknallen in Verbindung mit der VDI 3745 Blatt 1. Im Vergleich zur StOSchAnl (nur Anliegerverkehr) und zum TrÜbPl (häufig große Entfernungen zur Nachbarschaft) spielen die Verkehrsgeräusche von verlegenden und übenden Panzern und Fahrten mit schwerem Gerät eine größere Rolle.

Es wird im Folgenden darlegt, dass eine Anwendung der TA Lärm ohne weitere Regelungen nicht zu einem verlässlichen Beurteilungsverfahren und auch nicht zu einer sachgerechten Genehmigung führen kann.

Die Feuerposition hat eine Hauptschießrichtung. Zusätzlich ist ein Sektor anzugeben, in dem von dieser Richtung abgewichen werden kann (Richtungsvariation). Die Tabelle gibt an, welche Waffen- und Geräteklassen einschließlich der Munitionsart eingesetzt werden können. Schließlich kann auf einer Feuerposition abgesehen oder von Fahrzeugen geschossen werden. Auf einer Feuerposition entstehen mit den angegebenen Waffen, ihren Betriebsarten (Einzelschuss, Doppelschuss, Feuerstoß) und der Option abgesehen und vom Fahrzeug ca. 34 Betriebsituationen.

## Betriebsbeschreibung

### Betriebssituation

Ausgangspunkt jeder Lärmbeurteilung für einen StOÜbPl ist eine hinreichend detaillierte Betriebsbeschreibung. Bei einem StOÜbPl werden Waffen und Gerät auf so genannten Übungsplatzanlagen eingesetzt. Zur Kennzeichnung einer Betriebssituation gehören deshalb einerseits die Angaben zur Geräuschquelle (hier also zu der Waffe oder zum Gerät, einschließlich der eingesetzten Munition und der verwendeten Betriebsart der Waffe wie Einzelschuss oder Feuerstoß und andererseits Angaben über den Einsatzort. Der Ort kann ein Emissionsort, eine Strecke oder eine Fläche einer Anlage sein.

Zur Ermittlung aller auf einer StOÜbPl bestimmungsgemäßen Betriebssituation soll zunächst der Katalog von Waffen und Gerät und danach die verschiedenen Ausprägungen der Übungsplatzanlagen betrachtet werden. Beide Kataloge sind für eine Immissionsbeurteilung erstellt worden und keine Kataloge der Bundeswehr.

### Waffen und Gerät

1	2	3
G	S	Gewehr
P	S	Pistole
MG	S	Maschinengewehr
MP	S	Maschinenpistole
S10g	S	Sprengen weniger als 10 g
S30g	S	Sprengen 10 bis 30 g
S50g	S	Sprengen 30 bis als 50 g
S100g	S	Sprengen 50 bis als 100 g
S500g	S	Sprengen 100 bis als 500 g
Q1	R	Dauergeräusch $L_W = 115$ bis 120 dB
Q2	R	Dauergeräusch $L_W = 110$ bis 115 dB
Q3	R	Dauergeräusch $L_W = 105$ bis 110 dB
Q4	R	Dauergeräusch $L_W < 105$ dB
GraPi	S	Granatpistole
SBG	S	Schießbolzengerät
BSG	S	Bolzenschussgerät
ZDG	S	Zünderausdrehgerät
GTeo	S	Gewehr auf Teodor
SigPi	S	Signalpistole „leicht“
SigPi-Schall	S	Signalpistole „Schallmess“
Heli1	F	Betrieb schwerer Hubschrauber
Heli2	F	Betrieb leichter Hubschraubers
PKW	V	Fahren mit PKW
GKW	V	Fahren mit Gelände-Radfahrzeug
LKW	V	Fahren mit LKW
Sp	V	Fahren leichtes Kettenfahrzeug
Kp	V	Fahren schweres Kettenfahrzeug
HndGr	S	Handgranate Übung

Tabelle 1 Katalog der Klassen der Waffen und Geräte  
Spalten: 1 = Kürzel, 2 = Geräuschquellenart, 3 = Beschreibung  
(Sprengungen in TNT-Äquivalent)

Es wird nicht gelingen, eine vollständige Liste für die Waffen zusammenzustellen. Die Bundeswehr verfügt beispielsweise über mehrere Gewehre verschiedener Bauart, darunter Sturmgewehre und Scharfschützengewehre mit unterschiedlichen Kalibern und Lauflängen mit jeweils verschiedenen Munitionsorten.

Akustisch unterscheiden sich die Gewehre nicht erheblich. Sie können unter der Klasse G - Gewehr zusammengefasst

werden. Ähnlich verhält es sich bei Maschinengewehren, Pistolen und Maschinenpistolen. Schon im LeitGeStand werden so die Waffen klassiert.

Das Konzept wird auch auf andere Waffen und andere Geräte übertragen. Bei Fahrzeugen wird zum Beispiel im Hinblick auf die Akustik lediglich zwischen leichten (Marder, Puma, Wiesel u. ä.) und schweren Kettenfahrzeugen (Leopard, Büffel, Dachs u. ä.) unterschieden. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Klassierung von Waffen und Gerät, die auf einem StOÜbPl eingesetzt werden können.

Waffen und Gerät können auch im Verbund auftreten. Wenn ein Maschinengewehr von einem Fahrzeug geschossen wird, sind Fahrgeräusch und Waffenknalle gleichzeitig die an einer Betriebssituation beteiligten Quellen. Ist das Fahrzeug ein schwerer Panzer und das MG verschießt Manövermunition, können beide Geräusche signifikant zum Immissionspegel beitragen.

### Übungsplatzanlagen

Auch für die verschiedenen Typen von Übungsplatzanlagen auf einem StOÜbPl lässt sich ein Katalog angeben. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Übungsplatzanlagentypen.

1	2
Feuerposition	Schießen von einem Ort in eine Richtung
Sprengplatz	Sprengen, Handgranaten
Schießbahn	Schießen mit Vorgehtiefen
Fahrschulgelände	Bereich zum Fahren im Gelände
Pionierübungsraum	Bereich für Übungen mit Gerät im Gelände
Hubschrauberübungsraum	Bereich für Außenlandungen von Hubschraubern
Schießstrecke	Schießen bei Vorgehen auf einem vorgegebenen Weg
Übungsraum	Bereich für Manöver
Geräuschquellort	Quellort für ein Rauschgeräusch
Tor	Ort der Einfahrt in den Schießplatz
Kaserne	Kasernengelände o. ä.

Tabelle 2 Übungsplatzanlagentypen auf einem StOÜbPl

Jeder Anlagentyp bietet spezifische Optionen für die Ausbildung. Nicht alle Waffen und Geräte können auf allen Anlagentypen eingesetzt werden. Es geht weit über diesen Beitrag hinaus alle Typen vorzustellen, deshalb werden nur drei diskutiert. Die Darstellung folgt einem systematischen Ansatz, der für alle Anlagentypen durchgehalten werden kann.

Die Feuerposition, s. Tabelle 3, dient dem Schießen von einer vorgegeben Schießposition in eine gegebene Richtung oder in einen Richtungssektor. Das Schießen kann durch abgessene Soldaten, aus einem Fahrzeug heraus oder durch Bordwaffen eines Fahrzeugs erfolgen. Das Schießen mit Gefechts- und Manövermunition ist nicht vorgesehen.

Die Schießposition ist gleich dem Übungsplatzanlagenbezugspunkt (SBP). Für jede Übungsplatzanlage ist ein solcher Punkt zu Festlegung der georeferenzierten Lage definiert. Eine Feuerposition hat keine Strecke und keine Fläche. Aber, wie jeder Typ, hat sie eine ‚Zuwegung‘. Dies ist grundsätzlich der Fahrweg von einem Tor zur Anlage. Das Tor wiederum hat eine Zuwegung aus dem öffentlichen Verkehrsnetz. Den Zuwegungen wird sämtlicher Verkehr zugeordnet.

Lagebeschreibung	
Schießposition	Übungsplatzanlagenbezugspunkt SBP
Strecke	Keine
Fläche	Keine
Zuwegung	Weg vom SBP eines Tores zum SBP
Schießrichtung	Ja
Richtungsvariation	Ja
Nutzung	
Waffen & Gerät	G, P, MG, MP, SBG, BSG, GraPi, GTeo
Munitionsart	Übungsmunition
Schießen	Abgesehen und von Fahrzeugen

Tabelle 3 Eigenschaften einer ‚Feuerposition‘

Auf einer Schießstrecke werden während des Vorgehens (zu Fuß oder mit einem Fahrzeug) auf der Strecke Ziele bekämpft. Die Ziele befinden sich in der Regel links und rechts der Strecke in Vorgehrichtung, s. Tabelle 4.

Lagebeschreibung	
Schießpositionen	Auf der Schießstrecke
Strecke	Ja
Fläche	Keine
Zuwegung	Weg vom SBP eines Tores zum SBP
Schießrichtung	In Richtung der Streckenführung
Richtungsvariation	Ja
Nutzung	
Waffen & Gerät	G, P, MG, MP
Munitionsart	Übungsmunition
Schießen	Abgesehen und von Fahrzeugen

Tabelle 4 Eigenschaften einer ‚Schießstrecke‘

Die Schießgeräuschquellen sind gegebenenfalls in Verbindung mit den Fahrzeuggeräuschen entlang der Strecke unter Beachtung der wechselnden Schießrichtung zu verteilen.

In einem Übungsraum, s. Tabelle 5, finden Manöver statt, bei denen Handwaffen mit Manövermunition eingesetzt werden, entweder abgesehen (zu Fuß) oder von Fahrzeugen aus.

Lagebeschreibung	
Schießpositionen	Auf der Fläche
Strecke	keine
Fläche	ja
Zuwegung	Weg vom SBP eines Tores zum SBP
Schießrichtung	Zum Mittelpunkt der Fläche
Richtungsvariation	ja
Nutzung	
Waffen & Gerät	G, P, MG, MP, GraPi, SigPi
Munitionsart	Manövermunition (GraPi, SigPi Übungsmunition)
Schießen	Abgesehen und von Fahrzeugen

Tabelle 5 Eigenschaften eines ‚Übungsraums‘

Manövermunition ist mehr als 10 dB ‚leiser‘ als Gefechtsmunition. Als Vorzugsschießrichtung kann die Mitte des Übungsraums angenommen werden. Es können alle Waffen bei einem Manöver eingesetzt werden. Es ist möglich, dass für große Manöver der gesamte StOÜbPI als Übungsraum genutzt wird.

## Betrieb

Abbildung 1 zeigt eine Skizze eines StOÜbPI mit einigen Übungsplatzanlagen. In der Betriebsbeschreibung ist mit einigen Hundert Betriebssituationen zu rechnen, obwohl Waffen und Gerät klassiert betrachtet werden.

Die Betriebssituationen sind nur die Optionen der Nutzung. Die tatsächliche Nutzung richtet sich nach dem Ausbildungs- und Übungsbedarf der stationierten Truppe. Es ist nicht ungewöhnlich, dass binnen eines Jahres eine Feuerposition 40-mal, eine Schießstrecke 20-mal, der Sprengplatz 20-mal und das Fahrschulgelände 30-mal genutzt wird. In einigen Wochen wird der StOÜbPI intensiv genutzt, in anderen Wochen gar nicht. Das Übungsszenario an einem Tag wiederholt sich fast nie. Man kann also keinen typischen Betriebstag festlegen, für den Auflagen formuliert werden könnten. Man kann auch die einzelnen Betriebssituationen nicht beschränken, weil man nicht weiß, ob und was gleichzeitig geübt wird. Der StOÜbPI passt also nie zu der typischen statistischen Auflagenstrategie bei der Betriebsgenehmigung.

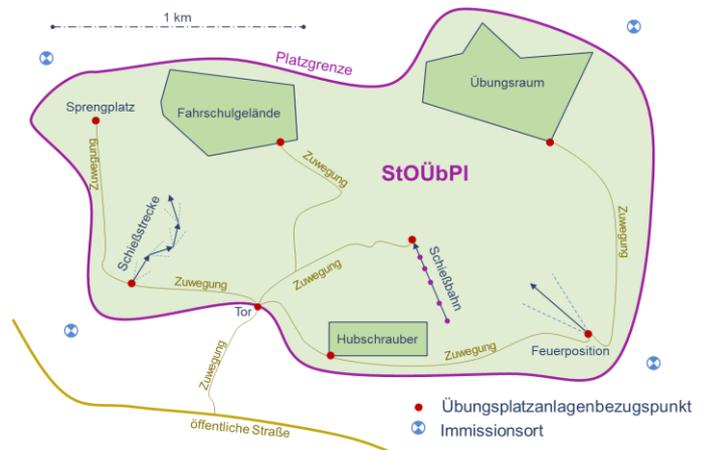


Abbildung 1 Skizze eines StOÜbPI mit einigen Übungsplatzanlagen

## Lärmbeurteilung

### Grundsatz

Bei dem heterogenen Betrieb eines StOÜbPI lässt sich, wie oben dargestellt, kein typischer Betriebstag und auch kein Tag mit maximalem Betrieb festlegen. Auflagen lassen sich also nicht statisch formulieren.

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz fordert in § 3, schädliche Umwelteinwirkungen und Immissionen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen, zu vermeiden. Die TA Lärm gibt für die Ermittlung des Ausmaßes der Nachteile oder Belästigungen durch Lärmimmissionen ein Bestimmungsverfahren vor und erlaubt durch den Vergleich der Ergebnisse mit ihrem Richtwertsystem die Beurteilung der Erheblichkeit.

Aus den Regelungen muss man dann den Schluss ziehen, dass der Betrieb der Kernforderung der Verwaltungskustik genügen muss: Es muss sichergestellt werden, dass die Immissionen des Betriebs einer Anlage an jedem Tag und in jeder Nacht die Richtwerte der TA Lärm nicht überschreitet (Sicherstellung der Nicht-Überschreitung der Richtwerte). Dies ist die Begründung für das tägliche Lärmmanagement auf einem TrÜbPI, die für StOÜbPI zu übernehmen ist.

## Schallimmissionsprognose

Die Schallimmissionsprognose lässt sich im Rahmen einer ‚Überschlägigen Prognose‘ hinreichend zuverlässig bewerkstelligen. Dies erfolgt auch für die Schießgeräusche, für die die Vorhersage eines A-bewerteten Maximalpegels erforderlich ist, in enger Anlehnung an die DIN ISO 96213-2. Die Anpassung des Rechenverfahrens der Norm für die Anwendung auf Waffenknalle wird in [6] beschrieben.

Die Prognoserechnung ist allerdings wegen der stark gerichteten Schießgeräuschquellen und der Mannigfaltigkeit von Waffen, Munitionen, Betriebsarten und Gerät äußerst aufwendig.

Wegen des großen Einwirkungsbereichs der Schießgeräusche, ist im Vergleich zu anderen Geräuschquellenarten auch die Anzahl der zu betrachtenden Immissionsorte groß.

Die Bundeswehr lässt ein zweckgerichtetes Programm entwickeln, das den Aufwand unter Beachtung der militärischen Aspekte bewältigt.

## Belastungszahlen

Das tägliche Lärmmanagement muss sich in den Betriebsablauf einpassen. Die Management-Kriterien müssen so ausgestaltet sein, dass der Betreiber ihnen in der Betriebsplanung folgen kann. Die Management-Kriterien müssen also in der Sprache des Betreibers formuliert werden und nicht in der Sprache der Verwaltungsakustik. Dazu liefert der LeitGeStand eine sachgerechte Vorlage.

Die Basis ist nicht der Schuss oder die Fahrzeugvorbeifahrt, sondern die bestimmungsgemäße Betriebsituation, die sehr wohl aus einem Schuss aus einer Waffe mit bestimmter Munition in einer bestimmten Betriebsart sein kann. In der Regel hat aber eine Übung, die in Ausbildungsvorschriften niedergelegt sind, eine Kombination aus einer abzugebenden Anzahl von Schüssen auch in Verbindung mit dem Einsatz von Gerät. Der LeitGeStand bestimmt für jede Übung eine Belastungszahl. Die Vorgehensweise ist wie folgt:

Für jede Betriebsituation bzw. Übung wird die Anzahl der Wiederholungen (Belastungszahl) bestimmt, für die der Immissionswert den Richtwert gerade noch nicht überschreitet. Der Richtwert steht für die 100%tige Auslastung der Anlage. Teilt man diese 100% durch die Belastungszahl, ist das Ergebnis die so genannte Auslastung der Übung, also die Prozentzahl, die eine einmalige Durchführung der Übung zur Zusatzbelastung beiträgt.

Liegt der Katalog der Auslastungszahlen für alle Betriebsituationen vor, kann der Betreiber im einfachsten Fall mit einer Tabellenkalkulation den täglichen Betrieb so planen, dass die Summe der Produkte aus Übungswiederholung mal Auslastungszahl für alle Übungen des Tages kleiner als 100% bleibt.

Ein solches Lärmmanagement hat Vorteile,

- für die Genehmigung, weil lediglich, die Auslastungszahlen aller Betriebsituationen vorgeben werden muss, die aus einem Schallschutzgutachten hervorgehen.
- für den Betrieb, weil der nach militärischem Bedarf flexible geplant werden kann und jeder Mischbetrieb möglich ist, solange die 100% nicht überschritten werden.
- für die Überwachung, weil der Nachweis der Einhaltung der Vorgaben lediglich die Prüfung der Einhaltung der 100%-Regel bedeutet.

- für die Nachbarschaft, weil diese Vorgehensweise grundsätzlich eine Vorsorge enthält. Es wird im Realbetrieb erfahrungsgemäß nicht gelingen, die 100% tatsächlich zu erreichen.

Weitere Ausführungen und Begründungen können im LeitGeStand nachgelesen werden. Die Argumentation ist analog auf StOÜbPl übertragbar.

Das gilt auch für das Anlagenangebot im LeitGeStand. Dort wird zwischen Regelbetrieb und Sonderbetrieb unterschieden. Der Sonderbetrieb mit beispielsweise einer Verdopplung der Auslastung auf 200% kann von der Überwachungsbehörde genehmigt werden, wenn ein besonderer Übungsbetrieb zwingend erforderlich ist, um die Truppe beispielsweise auf einen bevorstehenden Einsatz vorzubereiten.

## Maßgebliche Immissionsorte

Es muss noch eine Besonderheit eines StOÜbPl diskutiert werden. Wegen der größeren Abmessungen des Platzes kann es erforderlich sein, den ‚maßgeblichen Immissionsort‘ je nach Betriebssituation festzulegen. Im Gegensatz zu der deutlich kleineren StOSchAnl können bei einem StOÜbPl bestimmte Immissionsorte bei einer Übung gar nicht belastet sein.

Abbildung 1 zeigt in der Skizze vier angedeutete Immissionsorte, in vier unterschiedlichen Himmelsrichtungen. Der Immissionsort im Südwesten wird bei einem Manöver im Übungsraum kaum belastet sein. Die Schüsse mit Manövermunition sind in den in der Skizze angedeuteten Abmessungen 2 km entfernt und vermutlich nicht hörbar. Es ist deshalb zu prüfen, ob die oben vorgestellte Berechnung mit Belastungszahlen für alle Immissionsorte einzeln durchzuführen ist. Dann würde das Management-Kriterium in jedem Immissionsort unabhängig gelten müssen.

Vergleichsrechnungen und ein paralleles Managen nach dem Ein-Ort-Prinzip (LeitGeStand) und dem Mehr-Ortprinzip im Realbetrieb eines StOÜbPl werden darüber Aufschluss geben.

## Verweise

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 2. Juli 2013 (BGBl. I S. 1943) geändert worden
- [2] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm vom 26. August 1998. GMBL.
- [3] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen) – 4. BImSchV, in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 973, 3756)
- [4] Zentralvorschrift der Bundeswehr A1-2031/2-6000: „Lärmmanagement – Rahmenbedingungen, Grundlagen, und Vorgaben für die Umsetzung auf Schießplätzen der Bundeswehr“
- [5] VDI 3745 Blatt 1, „Beurteilung von Schießgeräuschimmissionen“, Beuth Verlag, Mai 1993
- [6] Schallimmissionsschutz an Schießständen, Leitfaden für die Genehmigung von Standortschießanlagen -LeitGeStand-, Version 1.0, 2019, Herausgeber Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
- [7] DIN ISO 9613-2:1999-10, Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien