

# Gesamtlärm – Wie Konflikte das Problem lösen

*K.-W. Hirsch, B. M. Vogelsang*

**ZUSAMMENFASSUNG** Die Gesamtlärmbetrachtung gewinnt in jüngerer Zeit im Rahmen von Genehmigungsverfahren immer mehr an Bedeutung. Jedoch besteht keine Klarheit darüber, was eigentlich damit gemeint ist beziehungsweise wie der Gesamtlärm zu berechnen wäre. Solange das Lärmumfeld allein durch Anlagen bestimmt wird, die nach TA Lärm zu beurteilen sind, wird die Gesamtlärmbetrachtung durch das Konzept der Gesamtbelastung als Summe von Vor- und Zusatzbelastung im Regelfall hinreichend gestützt. Spielen aber auch Anlagen, die nicht der TA Lärm unterliegen, oder Geräuschquellenarten mit einem spezifischen Beurteilungsverfahren eine Rolle, sind andere Konzepte notwendig. Einfach Ansätze, die Beurteilungspegel addieren sind nicht zielführend. Mittels der Kenngröße ‚Konflikt‘, die die Pegeldifferenz eines Beurteilungspegels zu einem Richtwert darstellt, lässt sich eine Gesamtlärmbetrachtung auf nachvollziehbar zu ermittelnde Lärmkriterien zurückführen, die ein Maß für die Gesamtbelästigung darstellen. Dabei kann der Beurteilungspegel und der Richtwert zu einem beliebigen Beurteilungsverfahren gehören, solange der Richtwert den Übergang zwischen ‚nicht erheblichen‘ und ‚erheblicher‘ Belästigung beschreibt. Nach einer Diskussion über die Grundlagen von Beurteilungsverfahren und einer Analyse der Beurteilung nach TA Lärm werden Regeln mit Hilfe der Konflikte vorgeschlagen, die auch und gerade bei Anlagen mit unterschiedlichen Geräuschquellenarten abwäungsfrei angewendet werden können, um eine numerische Grundlage für eine „Gesamtlärmbetrachtung“ bereitzuhalten.

## Total Annoyance – How conflicts can solve the problem

**ABSTRACT** The „overall noise assessment“ has recently become increasingly important in the context of authorisation procedures. However, there is no clarity as to what this ‘overall’ means or how the overall should be calculated. As long as the noise environment is determined solely by installations that are to be assessed in accordance with TA Lärm, the total noise assessment is generally adequately supported by the concept of total exposure as the sum of initial and additional exposure. However, if installations that are not subjected to TA Lärm or noise source types with a specific assessment method also play a role, other concepts are required. Simple approaches that add up the rating levels are not expedient. By means of the parameter ‚conflict‘, which represents the level difference between a rating level and a reference value an „overall noise assessment“ can be traced back to comprehensible noise criteria that represent a measure of the overall annoyance. The rating level and the guide value can be part of any assessment procedure as long as the guide value describes the transition between ‚non-significant‘ and ‚significant‘ annoyance. After a discussion of the basics of assessment procedures and an analysis of the assessment according to TA Lärm, rules are proposed with the help of the conflicts, which can also and especially be applied to installations with different types of noise sources in order to provide a numerical basis for an „overall noise assessment“.

## 1. Einleitung

### 1.1. Einführung

Die Gesamtlärmbetrachtung gewinnt in jüngerer Zeit immer mehr Bedeutung im Rahmen von Genehmigungsverfahren für Anlagen, die dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) [1] unterliegen. Neue Anlagen sind häufig in ein bereits ‚lärmendes‘ Umfeld hinein zu genehmigen, mit gewachsener Verteilung von mehr oder weniger bekannten Vorbelastungen. Die Rechtssicher-

heit der Verfahren scheint infrage zu stehen. In der Regel versuchen die Entscheidungsträger, den Betrieb einer Anlage dann zu genehmigen, wenn ihre Zusatzbelastung ‚nicht relevant‘ ist im Sinne des Abschnitts 3.2.1 der TA Lärm [2]. Denn dann kann offensichtlich auf eine Betrachtung der Gesamtbelastung verzichtet werden. Wirken aber weitere Geräuschquellenarten (zum Beispiel Straßenverkehr) zusammen, fehlen offensichtlich klare beziehungsweise anerkannte Regelungen, um den ‚Gesamtlärm‘ zu er-

mitteln. Solche Regelungen benötigen im Idealfall eine Kenngröße, anhand derer man Entscheidungen, im besten Fall abwägungsarm, treffen kann. ‚Gesamtlärm‘ soll zunächst der Arbeitstitel dieser Kenngröße sein.

‚Gesamtlärm‘ meint die gemeinsame Einwirkung des Betriebs der Geräuschquellen einer Anlage, eine aufsummierte Belästigung (oder Beeinträchtigung) aus den Beiträgen der Geräuschquellen. Der Titel ‚Gesamtlärm‘ des Beitrags wurde mit ‚Total Annoyance‘ übersetzt und nicht etwa mit ‚Total Noise‘. Es geht also um Belästigung und nicht um Belastung.

In der Literatur wird die Herausforderung der Gesamtlärmbeurteilung auf der Seite der Lärmbelastung und nicht auf der Seite der Lärmbelästigung diskutiert. Zur Ermittlung des Gesamtlärms wird vorgeschlagen, die Beurteilungspegel der Zusatzbelastungen durch die einzelnen Geräuschquellen auf die eine oder andere Art, gegebenenfalls gewichtet, zu addieren. Solche Verfahren scheitern grundsätzlich, weil sie das Problem nicht lösen können, unterschiedlich gebildete Beurteilungspegel zu addieren. Bei Schießgeräuschen wird das Problem besonders deutlich: Es müssten A-bewertete Pegel (Schießgeräusche nach TA Lärm) und C-bewertete Pegel (Schießgeräusche nach LMR) – addiert werden. Mit der Belästigung bei der Überlagerung von Geräuschen bei Verkehrsgeräuschen beschäftigen sich [3 bis 5].<sup>1)</sup>

Der Beitrag versucht, sich einer Lösung zu nähern. Er findet sogar eine Lösung und begründet sie für typische Anlagen und typische Rahmenbedingungen, also für den Regelfall. Dennoch mag es besondere Anlagen in einem besonderen Umfeld geben, für die der Vorschlag keine Lösung ist.

## 1.2. Genehmigungen

Die TA Lärm ist als Verwaltungsvorschrift die Grundlage und der Rechtsrahmen für die Behörden, die darüber entscheiden müssen, ob schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche von Anlagen im Sinne des BImSchG ausgehen. Diese Vorschrift legt für die Behörden verbindlich fest, wie eine Geräuschbeurteilung durchzuführen ist. Rechtssichere Gutachten zum Schallimmissionsschutz im Rahmen von Genehmigungsverfahren müssen deshalb dieser Vorschrift folgen. *Zitat TA Lärm, Anwendungsbereich: „Diese Technische Anleitung dient dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche sowie der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche. Sie gilt für Anlagen, die als genehmigungsbedürftige oder nicht genehmigungsbedürftige Anlagen den Anforderungen des Zweiten Teils des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) unterliegen, [...]“*

Die Geräuschbeurteilung scheint ein einfacher Vorgang zu sein: Man ermittelt den Beurteilungspegel nach den in der TA Lärm für die jeweilige Geräuschquellenart vorgegebenen Regelwerken und vergleicht diesen Pegel mit Richtwerten. Diese Beurteilung hat für die Beurteilungszeiten Tags und Nachts zu erfolgen. Das Ergebnis der Beurteilung ist im Regelfall eine Ja-Nein-Entscheidung zu der Frage ‚Führt der beantragte Betrieb der Anlage zu erheblichen Belästigungen in der schutzwürdigen Nachbarschaft‘. Falls die Antwort ‚Nein‘ lautet, ist dem Antrag stattzugeben, sonst nicht. Die Genehmigungsbehörde kann bei der Antwort ‚Nein‘ den Betrieb durch Auflagen so beschränken, dass die Antwort für den beschränkten Betrieb dann ‚Ja‘ lautet.

Diese Vorgehensweise führt zu einer hier als ‚statisch‘ bezeichneten Betriebsgenehmigung.

Bei einer ‚komplexen Anlage‘, auf der unterschiedliche Betriebsituationen möglich sind, wird eine statische Betriebsgeneh-

migung sowohl für den Betreiber als auch für die Anwohner und auch die Genehmigungsbehörde den Anforderungen nicht gerecht.<sup>2)</sup>

Auf komplexen Anlagen gibt eine Vielzahl von Betriebsituationen, aus denen sich von Tag zu Tag jeweils eine andere Betriebsituation mit dem ‚höchsten Beurteilungspegel‘ ergeben kann. Dieser Mischbetrieb ist keiner statischen Betriebsgenehmigung zugänglich.

Es kommt hinzu, dass von der Anlage nicht nur Geräusche von Geräuschquellenarten ausgehen können, die der TA Lärm unterliegen. Beispielsweise der Mischbetrieb zwischen dem Schießen mit sogenannten kleinen Waffen (zum Beispiel Handwaffen), die der TA Lärm unterliegen, und dem Schießen mit großen Waffen (zum Beispiel großkalibrige Bordkanonen), deren Lärmbelastung in der Nachbarschaft nach einer Zentralvorschrift der Bundeswehr mit einem besonderen Lärmbeurteilungsverfahren [6] behandelt werden, erfordert zusätzlich ein Konzept der Gesamtlärmbeurteilung, die im BImSchG grundsätzlich eingefordert wird.

Für alle Geräuschquellenarten und damit für alle Geräuschquellen auf einer Anlage stellt die Verwaltungskustik Regeln zur Verfügung, ihren Beitrag zur immissionsschutzrechtlichen Beurteilung zu bestimmen. Jede Ausprägung des Tagesbetriebs einer Anlage ist deshalb einer Beurteilung zugänglich. Für jede konkrete Ausprägung von Betriebsituationen, also für jeden Mischbetrieb, lässt sich feststellen, ob der Betrieb an diesem Tag die Forderung des BImSchG nach Vermeidung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Geräusche erfüllt oder nicht. Der tägliche Betrieb ist also genehmigungsfähig, wenn er die Forderung des BImSchG erfüllt. Mehr noch, die Genehmigung darf in diesem Fall nicht versagt werden.

Der wesentliche Bestandteil der Betriebsgenehmigung kann also die Auflage sein, für jeden Betriebstag sicherzustellen, dass beim Betrieb der Anlage an jedem Tag schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des BImSchG vermieden werden.

Das Ergebnis ist eine hier sogenannte ‚dynamische‘ Betriebsgenehmigung.

Mithilfe eines täglichen Lärmmanagements wird sichergestellt, dass die Nachbarschaft an jedem Tag grundsätzlich vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche geschützt wird und auch Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche getroffen wird. Dazu sind Regeln und Verfahren erforderlich, die die Beteiligten des Lärmmanagements in die Lage versetzen,

- als Betreiber, den täglichen Betrieb seiner Anlage so zu planen, dass er regelungskonform ist und das auch nachzuweisen,
- als Genehmigungsbehörde das Lärmmanagement rechtssicher aufzuerlegen
- als Überwachungsbehörde, die Einhaltung der Genehmigung betriebsbegleitend oder periodisch zu prüfen,

<sup>1)</sup> Im vorliegenden Beitrag werden häufig Schießgeräusche diskutiert, weil ihre Geräuschquellenarten mit ihren Beurteilungen und ihrem Einsatz auf Schießplätzen hinreichend komplexe Anlagen sind, um das hier vorgeschlagene Verfahren zur Ermittlung des Gesamtlärms an den kritischen Eckpunkten zu prüfen.

<sup>2)</sup> Die Komplexität wird am Beispiel eines Schießplatzes der Bundeswehr evident. Ein solcher Schießplatz unterliegt grundsätzlich dem BImSchG. Auf dieser Anlage wird geschossen, gefahren, geflogen, gesprengt, mit Waffensystemen geübt und Manöver durchgeführt, Werkstätten betrieben, Sport getrieben usw. Das geschieht nicht jeden Tag. Einiges ist selten, anderes geschieht nach aktuellem Bedarf.

- als Nachbarschaft das Lärmmanagement nachzuvollziehen.

Die vier Punkte stellen hohe Anforderungen an die Ausgestaltung der Regeln, da sie zweifellos den Kriterien der Verwaltungsakustik folgen müssen, gleichzeitig aber so formuliert sein müssen, dass sie für Betreiber und Nachbarschaft verständlich sind.

In diesem Aufsatz geht es um die Konzepte für die Regeln eines solchen Lärmmanagements, die zu einem qualitätssicherbaren Verfahren für den rechtssicheren Betriebs einer komplexen Anlage führt. Qualitätssicherbar heißt einerseits, dass sie in Planungswerkzeugen des Betreibers vollständig und entscheidungsfrei umgesetzt werden können und andererseits, dass ihre Einhaltung durch den Betreiber und die Überwachungsbehörde geprüft werden können.

Diese Regeln sind zugleich die Regeln zur Bestimmung des Gesamtlärms. Denn eine komplexe Anlage mit all ihren unterschiedlichen Quellenarten stellt die gleichen Anforderungen an die Beurteilung, wie die Gesamtlärmbeurteilung eines ‚lärmenden Umfeldes‘.

Die Regeln für ein Lärmmanagement setzen Konzepte voraus, die zunächst konsequent eingeführt beziehungsweise im hier verwendeten Sinne erläutert werden müssen. Dazu gehört das Konzept des Ereignisses, das Konzept der Betriebssituation und das Konzept des Konflikts.

Im vorliegenden Aufsatz wird der Sprachgebrauch der TA Lärm verwendet. Diese Verordnung ist – wenn man so will – der Leitfaden, entlang dessen das Lärmmanagement entwickelt wird. Bevor der Aufsatz sich dem tatsächlichen Thema nähert, erfolgt eine Einführung in die Grundlagen der Lärmbeurteilung. Ohne ein Verständnis für die Ableitung von Kriterien zur Beurteilung von Geräuschen als Lärm, sind die Konzepte des Lärmmanagements nicht nachzuvollziehen.

## 2. Grundlagen der Lärmbeurteilung

### 2.1. Die Expositions-Wirkungs-Beziehung

Geräusche führen nicht unmittelbar zu Lärm. Lärm stellt nur eine mögliche pauschale Beeinträchtigung des Hörens von Geräuschen dar. Andere Beeinträchtigungen des Hörens von Geräuschen sind der Genuss oder das Wohlbefinden. Das Maß der Beeinträchtigung liegt „im“ Ohr (oder besser zwischen den Ohren) des Zuhörenden. Es ist wichtig festzustellen, dass dasselbe Geräusch die unterschiedlichsten Beeinträchtigungen gleichzeitig zur Folge haben kann.<sup>3)</sup>

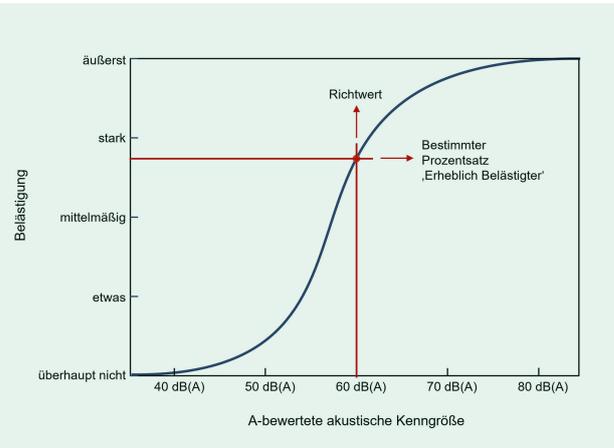
Das Geräusch ist nicht der Lärm, sondern die Bewertung des Geräusches ist der Lärm.

Die Beurteilung von Geräuschen hat immer zwei Seiten:

- Die Seite der Geräusche, objektiv geprägt von der physikalisch-akustischen Beschreibung, von Prognosemodellen und von Messungen.
- Die Seite der Wirkung, subjektiv geprägt von Empfindungen, Gefühlen und psycho-sozialen Reaktionen.

Zwischen beiden Seiten gibt es eine Beziehung, wenn auf der Seite der Geräusche eine Geräuschquellenart und auf der Seite der Wahrnehmung eine Empfindungsart festgelegt wird. Wählen wir die Geräuschquellenart Straßenverkehr auf der einen Seite und die Beeinträchtigung auf der Seite der Geräuschwahrnehmung, lässt sich dieser Zusammenhang durch eine sogenannte ‚Expositions-Wirkungs-Beziehung‘ beschreiben.

Eine Exposition-Wirkungs-Beziehung wird quantifizierbar, wenn man auf der Seite der Geräusche eine physikalisch messbare Kenngröße, beispielsweise den A-bewerteten Expositionspegel



**Bild 1** Skizze einer Expositions-Wirkungs-Beziehung. Grafik: Autoren

für die Beurteilungszeit Tags und auf der Wahrnehmungsseite für die Beeinträchtigungswirkung der Wahrnehmung beispielsweise die Kenngröße ‚Belästigung‘ während derselben Beurteilungszeit festlegt. Der Expositionspegel ist eine kontinuierliche Dezibel-Skala.

Die Belästigung kann man durch eine Stufenskala messen, deren Stufen zum Beispiel mit den textlichen Attributen ‚überhaupt nicht‘ = 1, ‚etwas‘ = 2, ‚mittelmäßig‘ = 3, ‚stark‘ = 4 und ‚äußerst‘ = 5 für die Belästigung gekennzeichnet sind [12].

Eine solche konkrete Expositions-Wirkungs-Beziehung ist das Ergebnis einer sozio-akustischen Studie, die geräuschexponierte Personen auf einem Fragebogen ankreuzen lässt, wie sie ihre Belästigung zum Beispiel auf der 5er-Skala einschätzen (**Bild 1**).

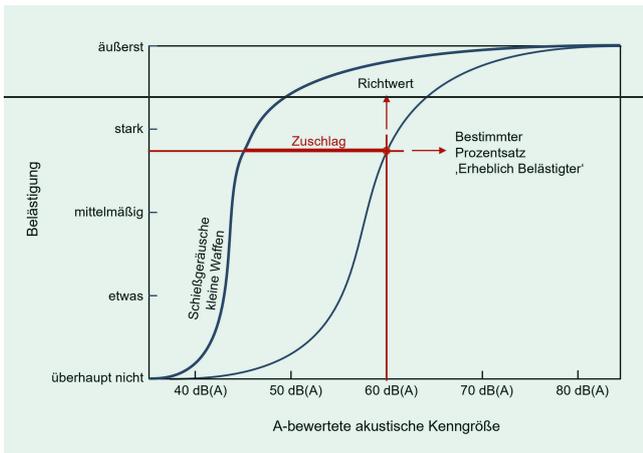
Bild 1 zeigt exemplarisch eine Expositionswirkungskurve. Der Pegelwert des Schnittpunkts dieser Marke mit der Kurve ergibt auf der Pegelachse den Pegel, der den Übergang zwischen nicht erheblich belästigt und erheblich belästigt darstellt.<sup>4)</sup>

Die Antworten der Probanden werden stark streuen, weil die Beeinträchtigung signifikant von den Lebensumständen abhängt (zum Beispiel [13]). Die Lebensumstände sind ein objektiver Moderator der Expositions-Wirkungs-Beziehung. In einem sonst ‚leiseren‘ Umfeld wird man sich durch Verkehrsgeräusche schon bei geringeren Expositionspegeln stärker beeinträchtigt fühlen als in einem an sich schon lauten Umfeld [9]. Es gibt auch subjektive Ko-Determinanten, beispielsweise die Einstellung zur Quelle.<sup>5)</sup>

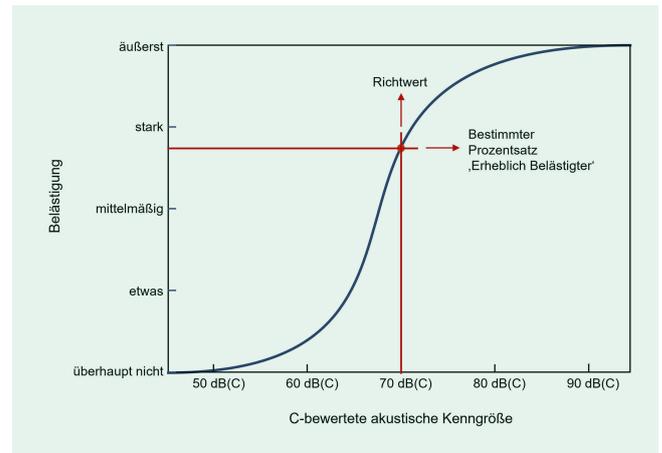
<sup>3)</sup> Das Hören von aktueller Musik ist zweifellos ein Genuss für Jugendliche, wenn sie sie laut hören. Für die Eltern ist es Lärm, weil diese Geräusche stören. Ein Motorradfahrer genießt den Sound seiner Maschine, während Anwohner sich massiv belästigt fühlen.

<sup>4)</sup> Solche Untersuchungen sind komplex. In der Regel fragt man eine Vielzahl von Anwohnern, wie gestört oder belästigt sie durch den Lärm des Straßenverkehrs tagsüber sind. Die Antworten sind subjektiv und werden von den Lebensumständen abhängen. Da es sich um einen Tagesexposition auf der Geräuschseite handelt, wird der Pegel durch Kurzmessungen oder Prognosen ermittelt und extrapoliert. Auch auf der physikalischen Seite hat das Ergebnis also eine signifikante Unsicherheit.

<sup>5)</sup> Handelt es sich beispielsweise um eine Anlage, die militärischen Zwecken dient, spielt die politische Einstellung zur Bundeswehr eine wichtige Rolle [10]. Lehnt ein Proband die Verteidigung mit Waffen ab, wird seine (objektzentrierte) Belästigung höher sein, als bei einem Befürworter. Diese Ko-Determinante kann die Antwort durchaus um ein bis zwei Stufen verändern.



**Bild 2** Expositions-Wirkungs-Beziehung für die Geräuschquellenart Schießgeräusche kleine Waffen. Grafik: Autoren



**Bild 3** Expositions-Wirkungs-Beziehung für die Geräuschquellenart Schießgeräusche große Waffen. Grafik: Autoren

Ein Lärm-Beurteilungsverfahren basiert grundsätzlich auf einer Expositions-Wirkungs-Beziehung mit gegebener Geräuschquellenart und gegebener Kenngröße für die Exposition auf der einen Seite und der gegebenen Empfindung und das zugehörige Maß dafür auf der Seite der Wirkung.<sup>6)</sup>

Was noch fehlt, ist die Ableitung der „Erheblichkeit“ der Belästigung aus der Expositions-Wirkungsbeziehung. Denn das BImSchG stellt in § 1 (b) auf diese Erheblichkeit ab.

Zitat BImSchG § 1: „Das Gesetz dient [...] (2) dem Schutz und der Vorsorge gegen Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen, die auf andere Weise herbeigeführt werden.“<sup>7)</sup>

### 2.2. Beurteilungsverfahren

Der Pegelwert am Übergang zwischen nicht erheblich und erheblich (60 dB(A) in Fehler: Verweis nicht gefunden) kann sachgerecht als Richtwert für ein Beurteilungsverfahren übernommen werden. Überschreitet der Pegel den Richtwert, ist nicht sichergestellt, dass keine erheblichen Nachteile und erheblichen Belästigungen herbeigeführt werden können.

Es ist zu betonen, dass dieses Beurteilungsverfahren ausschließlich für die Geräuschquellenart „Straßenverkehrsgeräusche“ und für die Wirkung „Belästigung“ gilt (Bild 2).

Bild 2 und Bild 3 zeigen wiederum skizzenhaft Expositions-wirkungsbeziehungen für die Geräuschquellenart Schießgeräusche mit den beiden Unterarten ‚große Waffen‘ und ‚kleine Waffen‘. Die Beziehung für kleine Waffen (bis 20 mm Rohrkaliber, bis 50 g Sprengungen) werden im Beurteilungsverfahren der TA Lärm, siehe unten, abgebildet. Die Beziehung für große Waffen (ab 20 mm, Sprengungen ab 50 g) liegt dem Beurteilungsverfahren der Zentralvorschrift der Bundeswehr zugrunde, die damit ein Lärmmanagement etabliert.<sup>8)</sup>

### 2.3. Das Beurteilungsverfahren der TA Lärm

Das Beurteilungsverfahren der TA Lärm kann man im Lichte der obigen Ausführungen als ein hybrides Beurteilungsverfahren bezeichnen. Die Basis ist – wenn man so will – eine Expositions-Wirkungs-Beziehung für Geräusche von Industrie und Gewerbe für den Expositionspegel für die Kern-Beurteilungszeit Tags von 7 bis 20 Uhr für Anwohner eines Mischgebiets.

Andere Geräuschquellenarten werden pragmatisch durch Zuschläge (Tonzuschläge, Impulzzuschläge usw.) so angepasst, dass

ihre spezifischen Expositions-Wirkungs-Kurven auf die Kurve für Gewerbegeräusche verschoben werden. Da die Kurve damit stets die gleiche bleibt, können die energieäquivalenten Geräuschpegel all dieser Geräuschquellen addiert werden.<sup>9)</sup>

Es ist bereits oben ausgeführt, dass das Wohnumfeld ein wichtiger Moderator der Belästigungsreaktion der Anwohner ist. Die TA Lärm berücksichtigt das, in dem sie der Empfindlichkeit der Bewohner im Hinblick auf das Wohnumfeld durch ein Richtwertsystem Rechnung trägt, das den Gebietszuweisungen nach der Baunutzungsverordnung folgt. Das Richtwertsystem wirkt so wie ein Zu- oder Abschlag. Wieder wird die Expositionswirkungskurve nur verschoben. Man darf addieren.

Nach einem weiteren pragmatischen Ansatz werden Richtwerte für die Nachtzeit angesetzt. Auch der Zuschlag von 6 dB für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit ist eine Setzung in diesem Beurteilungsverfahren. All diese Setzungen verschieben lediglich die spezifische Expositions-Wirkungs-Beziehung auf die grundlegende Beziehung der TA Lärm für Gewerbegeräusche während der Kernzeit.

<sup>6)</sup> Davon zu unterscheiden sind solche Expositions-Wirkungs-Beziehungen, die die Grundlage für die Festsetzung von Richtwerten verwendet werden (siehe zum Beispiel WHO). Dabei wird in einem ersten Schritt zunächst festgelegt, ab wann eine Person „hoch“ belästigt (HA) ist. Gemäß ISO/TS15666:2021 [12] ist dies bei Verwendung der 5er-Skala HA gegeben, wenn 4 (stark) oder 5 (äußerst) angekreuzt wird (obersten 40 %; HAV). Bei Verwendung der 11er-Skala von 0 bis 10 sind es die Antworten 8 bis 10 (obersten 27 %; HAN). In einem zweiten Schritt erfolgt die Dichotomisierung, das heißt Überführung eines Belästigungsurteils in eine 1/0-Variablen mit 1 = hoch belästigt und 0 = nicht hoch belästigt (logistische Regression). Nach Multiplikation mit 100 ergibt sich eine Expositionswirkungskurve für die Darstellung des Prozentanteils hoch Belästigter (%HA) in Abhängigkeit der gewählten akustische Kenngröße.

<sup>7)</sup> Während früher dieser Wert bei 25 % lag, hat nun die WHO ihn auf 10 % (!) abgesenkt. Damit markiert dieser Prozentsatz der hoch Belästigten die Erheblichkeit.

<sup>8)</sup> Eine veraltete Bezeichnung für eine ‚Expositions-Wirkungs-Beziehung‘ ist ‚Dosis-Wirkungs-Beziehung‘. Die neue Bezeichnung kann hinterfragt werden, da es nicht denknotwendig ist, dass die akustische Kenngröße eine ‚Exposition‘ im physikalischen Sinne ist. Es wird unten eine Rolle spielen, dass die Exposition hier durch den C-bewerteten Expositionspegel repräsentiert wird. Hier verbietet sich die Addition der A-bewerteten und C-bewerteten Pegel, um eine Gesamtlärmbetrachtung zu entwickeln.

<sup>9)</sup> Eine Addition wäre nicht erlaubt, wenn die Kurven der Dosis-Wirkungs-Beziehungen nicht die gleiche Form haben, insbesondere nicht, wenn sie nicht die gleiche Steigung im Punkt der ‚Erheblichkeit‘, also beim Richtwert, haben.

Neben dem Expositionspegel führt die TA Lärm ein weiteres Kriterium für die Erheblichkeit ein, das Auftreten von Geräuschspitzen. Als Kenngröße der Geräuschbelastung für Geräuschspitzen gilt der A-bewertete Maximalpegel von Ereignissen in der Beurteilungszeit. Grundsätzlich verfährt die TA Lärm wieder wie bei dem Expositionspegel. Der Richtwert für die Erheblichkeit ist fest verbunden mit ihrem Richtwertsystem und berücksichtigt wieder das Wohnumfeld und die Tageszeit (Tags 30 dB, Nachts 20 dB).<sup>10)</sup>

Das Maximalwertkriterium ist für typische rauschartige Gewerbegeräusche nur in wenigen Fällen von beurteilungsrelevanter Bedeutung. Bei Schießlärm kann das aber zu dem entscheidenden Kriterium werden. Schießgeräusche sind grundsätzlich eine Folge von Geräuschspitzen. Dort kommt es häufiger vor, dass Betriebs-situationen den Richtwert für Geräuschspitzen überschreiten. Solche Betriebs-situation sind dann auf der Anlage im Regelfall nicht zuzulassen.

### 3. Gesamtbelästigung

#### 3.1. Vorbemerkung zum Summenbetrachtung

Grundsätzlich ist bei der „Gesamtlärmbetrachtung“ die Summe der Belästigungen, die Gesamtbelästigung durch alle einwirkenden Geräuschquellenarten, also die Summe der Wirkungen zu betrachten. Belästigungen einer 5er-Kategorie Skala lassen sich grundsätzlich nicht addieren. Es gibt streng genommen kein 0-Element und auch sicher kein Einheits-element. Es ist nicht ableitbar und auch nicht plausibel, dass der Abstand zwischen zwei Kategorien stets den gleichen Unterschied in der Belästigung bedeuten. Die Belästigung 2,5 gibt es eigentlich nicht.

Um es auf den Punkt zu bringen: Liegt eine Belästigung von 4 für Straßenverkehrsgeräusche und eine von 3 für Fluggeräusche vor, ist die Gesamtbelästigung nicht 7. Auch der Versuch diese Addition auf der Geräuschseite, also durch Pegeladdition zu lösen, muss scheitern, weil es auch Beurteilungsverfahren mit einer anderen Kenngröße für die Geräuschbelastung gibt, beispielsweise das Beurteilungsverfahren für Schießgeräusche mit schweren Waffen, das gut begründet C-bewertete Pegel einsetzt.

Die VDI 3722-2 [5] entwickelt allerdings ein Verfahren, das es grundsätzlich erlaubt, Belästigungen zu addieren. Jedoch ist der Anwendungsbereich stark eingeschränkt, da er sowohl gleiche Kennzeichnungszeiten als auch gleiche Kenngrößen voraussetzt. Es ist aber im Zusammenhang mit der TA Lärm deshalb nicht zielführend, weil in dem hybriden Beurteilungsverfahren der TA Lärm bereits pragmatische Ansätze erfolgt sind, um die Belästigungen von unterschiedlichen Geräuschquellenarten zu addieren. Dies begründet den hier einfacheren Ansatz, der letztlich dem hybriden Ansatz der TA Lärm folgt und dazu kompatibel ist.

Im Folgenden wird die Kenngröße ‚Konflikt‘ eingeführt, um eine Gesamtgeräuschbelästigung für das Zusammenwirken mehrerer Geräuschquellenarten zu ermitteln.<sup>11)</sup>

#### 3.2. Definition des Konflikts

Der Konflikt  $K$  ist ein besonderer, abgeleiteter Beurteilungspegel. Er wird gebildet aus der arithmetischen Differenz zwischen dem Vergleichswert  $V$  und dem eigentlichen Beurteilungspegel  $L_r$ . Der Vergleichswert kann jede Art von Immissionsrichtwert, solange dieser als Geräuschpegel die Wirkung zwischen nicht erheblich und erheblich unterteilt.

$$K = V - L_r \quad (1)$$

Der Konflikt ist gerade 0 dB, wenn der Beurteilungspegel gleich dem Vergleichswert ist. Er ist größer 0 dB, wenn der Beurteilungspegel größer ist als der Vergleichswert, also wenn eine Überschreitung vorliegt. Und er ist kleiner 0 dB, wenn der Beurteilungspegel kleiner als der Vergleichswert ist.

Der Konflikt ist ein direktes Maß für die Belästigung relativ zur erheblichen Belästigung. Im Folgenden wird der Begriff ‚Auslastung‘ eingeführt, weil das für die Beurteilung einer Anlage der sachgerechte Ausdruck ist. Denn wenn die Geräuschbelastung des Betriebs einer Anlage einen Richtwert erreicht, ist die Anlage voll ausgelastet. Jede Ausweitung des Betriebs würde über die Vollaustattung hinausgehen und wäre nicht mehr regelkonform im Sinne der TA Lärm. Der Konflikt misst also die Auslastung einer Anlage. Schöpft der Betrieb der Anlage nur zur Hälfte aus, die Geräuschbelastung ist also um 3 dB unterhalb des Richtwertes, schöpft der Betrieb den Richtwert zur Hälfte, also zu 50 %, aus.<sup>12)</sup>

Ein Konflikt lässt sich stets in Prozent angeben:

- Ein Konflikt von  $-10$  dB entspricht einer Auslastung von 10 %.
- Ein Konflikt von  $-3$  dB entspricht einer Auslastung von 50 %.
- Ein Konflikt von 0 dB entspricht einer Auslastung von 100 %.
- Ein Konflikt von 3 dB entspricht einer Überlastung von 100 %.

Aus dem Konflikt lässt sich also die Auslastung direkt ableiten. Dem Konflikt in Dezibel würde der Verwaltungskustiker zuneigen. Dem Konflikt in Prozent als Angabe zur Auslastung einer Anlage wird dem Sprachgebrauch des Betreibers eher gerecht und wird auch für die Nachbarschaft verständlich. Der Konflikt eignet also direkt dazu, zwischen beiden Welten eindeutig zu vermitteln.

Aus dieser Definition des Konflikts folgt, dass für jedes Beurteilungsverfahren, dessen Beurteilung aus einem Vergleich eines Beurteilungspegels mit einem Vergleichswert basiert, ein Konflikt abzuleiten ist. Da der Konflikt eine Pegeldifferenz darstellt, ist er grundsätzlich unabhängig von jeder akustischen (Frequenz- oder Zeit-) Bewertung. Damit lösen sich Unstimmigkeiten, die sich in Regelwerken in der Definition eingeschlichen haben.<sup>13)</sup>

<sup>10)</sup> Eine Begründung für die Festlegung der 30/20-dB-Setzung ist aus bekannten Quellen nicht zu ermitteln.

<sup>11)</sup> Der ‚Konflikt‘ wurde vormalig in den ersten Ausgaben der DIN 45682 in den 1990er-Jahren eingeführt. Dort wird der Begriff ‚Konfliktplan‘ und ‚Gesamtkonfliktplan‘ definiert. Allerdings fehlt dort die Festlegung, wie der Gesamtkonflikt zu bilden ist. Die aktuelle Version der DIN 45682 konzentriert sich auf Regeln zur Darstellung von Lärmkarten. Der ehemalige Kern der Norm wurde nicht übernommen.

<sup>12)</sup> Eine andere, unter bestimmten Aspekten des Betreibers angemessene Bezeichnung für den Konflikt wäre ‚Kontingent‘, weil der Konflikt – solange er kleiner 0 bleibt – eigentlich in Dezibel angibt, wie groß das verbleibende „Lärmkontingent“ bis zur Vollaustattung ist. Der Begriff Kontingent ist aber mit anderer Bedeutung belegt.

<sup>13)</sup> Neben der Forderung, dass ein Mittelwert einen bestimmten Richtwert einhalten soll, steht auch, dass Geräuschspitzen ihren Richtwert nicht überschreiten sollen. Die Kenngröße des Mittelungspegels mag ein A-bewerteter, energieäquivalenter Pegel sein. Um ihn mit einem Richtwert zu vergleichen, muss dieser Richtwert ebenfalls als solcher definiert sein. Auch wenn man den Richtwert um 30 dB erhöht, bleibt sein Charakter erhalten. Geräuschspitzen werden aber durch einen Maximalwert eines A- und F(ast)-bewerteten Pegels gekennzeichnet. Es scheint kein Problem zu sein, dennoch diesen Pegel mit einem energieäquivalenten Richtwert zu vergleichen. Gemeint ist jedenfalls, dass der Dezibelwert des Vergleichswerts für den  $L_{pAFmax}$  um 30 dB höher anzusetzen ist. Der Vergleichswert ist aber dennoch ein A- und F-bewerteter Vergleichswert. Bei der Konfliktbildung löst sich diese Diskrepanz auf. Der Konflikt ist nichts als eine in Dezibel ausgedrückte Verhältniszahl.

Im konkreten Fall des Schießlärms lassen sich durch den Konflikt die Beiträge beider unterschiedlichen Waffenknallarten

- ‚kleine Waffen‘, die nach TA Lärm in Verbindung mit der VDI 3745 Blatt 1 durch den Vergleich des A-bewerteten Beurteilungspegels der VDI 3745 mit dem A-bewerteten Richtwert der TA Lärm zu beurteilen sind, und
- ‚große Waffen‘, die nach der LMR der Bundeswehr durch den Vergleich eines C-bewerteten Beurteilungspegels mit dem C-bewerteten Vergleichswert zu beurteilen sind, vergleichen.

### 3.3. Summierung von Konflikten

#### 3.3.1. Voraussetzung für die Summierung

Die Beurteilungsverfahren müssen einige Bedingungen erfüllen, um sie gemeinsam betrachten zu können. Diese Bedingungen folgen aus der Anwendung des Konzepts einer Expositions-Wirkungs-Beziehung besonders im Hinblick auf die Festsetzung der Vergleichswerte.

Für die folgenden Abschnitte wird zunächst vorausgesetzt, dass

- sich die Festsetzung der Vergleichswerte für jedes Beurteilungsverfahren an dem Kriterium der ‚erheblichen Belästigung‘ orientiert,
- das Maß der Belästigung in der „Gesamtlärmbetrachtung“ eine Aussage darüber zulässt, ob das Kriterium der „erheblichen Belästigung“ im Sinne des BImSchG überschritten oder nicht überschritten ist,
- die Expositions-Wirkungs-Beziehung in der Nähe der Vergleichswerte eine vergleichbare Steigung aufweist.<sup>14)</sup>

Die erste Bedingung wird noch Anlass zur Diskussion geben. Es sei daran erinnert, dass Vergleichswerte in der Regel vom Gesetzgeber vorgegeben werden. Ob der Gesetzgeber tatsächlich in seiner Gesamtverantwortung für die Erreichung der Schutzziele des BImSchG jeweils davon ausgeht, dass der gesetzte Vergleichswert für eine Geräuschquellenart auch in Verbindung mit anderen Geräuschquellenarten gilt, ist aus Sicht des Autors nicht zu beurteilen. Die TA Lärm löst diese Herausforderung durch ihr hybrides Beurteilungsverfahren.

#### 3.3.2. Expositionsbeurteilungspegel

Unter der Voraussetzung, dass für jede Geräuschquellenart  $q$  ein Beurteilungsverfahren existiert, mit dem eine regelungskonforme Beurteilung durchgeführt werden kann, kann auch ein Konflikt  $K_q$  je Beurteilungsverfahren berechnet werden.<sup>15)</sup>

Eine Exposition ist grundsätzlich proportional zu den Betriebskenngrößen. Verdoppelt sich die Anzahl der Ereignisse, verdoppelt sich die Exposition beziehungsweise erhöhen sich die Pegel um 3 dB. Die Exposition kann grundsätzlich addiert werden und deshalb können dann auch Konflikte addiert werden. Die in Deutschland gültigen Beurteilungsverfahren gründen sich alle mindestens auf einen Beurteilungspegel, der einer Exposition entspricht.<sup>16)</sup>

Dann erhält man den Gesamtkonflikt  $K_g$ , in dem man die Einzelkonflikte ‚energetisch‘ addiert.

$$K_g = 10 \lg \sum_q 10^{0,1K_q} = 10 \lg \sum_q 10^{0,1(V_q - L_{r,q})} \quad (2)$$

Die Gesamtbelästigung bei diesem Konzept bleibt dann geringer, als es der erheblichen Belästigung entspricht, wenn der Gesamtkonflikt kleiner 0 bleibt.

Es ist leicht nachzuweisen, dass die obige Rechnung der Addition der Auslastungen zu einer Gesamtauslastung entspricht. Ist also bei einem Beurteilungsverfahren bereits  $K_q = 0$  dB erreicht, wird auch der Gesamtkonflikt mindestens 0 dB betragen und auch die kleinsten Beiträge durch andere Beurteilungsverfahren den Konflikt erhöhen und damit zu einer Überschreitung führen.

Genauso werden eine Auslastung von 50 % bei dem ersten Beurteilungsverfahren und die Auslastung von 20 % bei einem zweiten Beurteilungsverfahren zu einem noch für andere Beurteilungsverfahren stehenden ‚Kontingent‘ von 30 % führen.

#### 3.3.3. Maximal-Beurteilungspegel

Für Beurteilungspegel, die nicht einer Exposition, sondern einem Maximalwert entsprechen, sind andere Regeln zur Bildung des Gesamtkonflikts abzuleiten. Zu diesen Pegeln gehören die Geräuschspitzen (TA Lärm) beziehungsweise die Geräuschpegel von Einzelereignissen (LMR). Auch für diese Beurteilungspegel kann ein Konflikt berechnet werden. Allerdings dürfen die so gebildeten Konflikte nicht addiert werden, genauso wenig wie diese Beurteilungspegel an sich innerhalb des Beurteilungsverfahrens nicht addiert werden, sondern durch eine Maximalwertbetrachtung ermittelt werden.

$$K_g = \text{Max}_q(K_q) = \text{Max}_q(V_q - L_{r,q}) \quad (3)$$

In Gl. 3 ermittelt der Max-Operator den größten Wert aus der Liste der  $K_q$ . Die Schreibweise folgt der Schreibweise einer Summe mit  $\Sigma$ . Gl. 3 sagt aus, dass, wenn der größte Einzelkonflikt kleiner 0 dB bleibt, auch der Gesamtkonflikt kleiner 0 dB ist, unabhängig von den Konflikten der übrigen Beurteilungsverfahren.

Damit bleibt zwar die Voraussetzung bestehen. Für das ganze Verfahren ist aber die Gesamtkonfliktbildung nach Gl. 3 zu ersetzen.

#### 3.3.4. Kombination zwischen Exposition- und Maximalpegel

Der Beurteilungspegel für die ‚lauteste Nachtstunde‘ ist eine Kombination aus einem Dosispegel und einem Maximalpegel.<sup>17)</sup>

Für jede Stunde ‚Nachts‘ (als Beurteilungszeit) wird der Beurteilungspegel nach Maßgabe des stundenspezifischen Eingangsparameters gebildet. Aus diesen acht Stundenwerten wird der

<sup>14)</sup> Im oben erläuterten Beurteilungsverfahren der TA Lärm sind die Steigungen notwendigerweise gleich. Die Konfliktrechnung ist deshalb direkt kompatibel zur TA Lärm. Bei ungleicher Steigung lässt sich das Problem allerdings dadurch lösen, dass man zu der Bildung des Konflikts (siehe unten) eine Korrektur einführt.

<sup>15)</sup> Der Index  $q$  wird zur Kennzeichnung eines Beurteilungsverfahrens verwendet.

<sup>16)</sup> Durch einen Zeitbezug, zum Beispiel für einen auf eine Sekunde bezogenen Mittelungspegel, ändert sich zwar die Bedeutung der Kenngröße, dies ändert aber nichts an der oben erläuterten Möglichkeit der Addition.

<sup>17)</sup> Genaugenommen kennt die TA Lärm nicht die „lauteste Nachtstunde“ sondern nur „diejenige bestimmungsgemäße Betriebsart der Anlage ... die in ihrem Einwirkungsbereich die höchsten Beurteilungspegel erzeugt“.

höchste Wert ausgewählt und zur Beurteilung ‚Nachts‘ der Maximalwert mit dem Vergleichswert der Beurteilungszeit ‚Nachts‘ verglichen.

Es gibt dann zwei Vorgehensweisen, Gesamtkonflikte zu ermitteln:

1. Man kann zunächst den Gesamtkonflikt jeder Stunde ermitteln und dann den maximalen Konflikt.
2. Man kann den Beurteilungspegel ‚laueste Nachtstunde‘ für jedes Beurteilungsverfahren ermitteln und danach den Gesamtkonflikt nach Gl. 3. (Unter ‚lautester Nachtstunde‘ wird die Nachtstunde mit dem höchsten Beurteilungspegel verstanden.)  
Im Fall 1 gilt Gl. 4,

$$K_g = \text{Max}_h(K_h) = \text{Max}_h \left( \text{Max}_q (V_q - L_{q,h}) \right) \quad (4)$$

in der  $K_h$  den Konflikt in der Stunde  $h$  darstellt.

Im Fall 2 bestimmt zunächst Gl. 5 die ‚laueste Nachtstunde‘ für das Beurteilungsverfahren  $q$  und dann Gl. 6 den Gesamtkonflikt als Summe der Konflikte.

$$L_{q,h\text{max}} = \text{Max}_h(L_{q,h}) \quad (5)$$

$$K_g = 10 \lg \sum_q 10^{0,1(K_{q,h\text{max}})} = 10 \lg \sum_q 10^{0,1(V_q - L_{q,h\text{max}})} = 10 \lg \sum_q 10^{0,1(V_q - \text{Max}_h(L_{q,h}))} \quad (6)$$

Dem zweiten Verfahren ist der Vorzug zu geben, solange es sich bei allen beteiligten Beurteilungsverfahren um dieselben Beurteilungszeiten handelt und diese Beurteilungszeiten tatsächlich über dieselben Tagesstunden gebildet werden.

Bei einem Lärmmanagement ist die oben genannte Bedingung nicht unbedingt gegeben; es ist sogar zu erwarten, dass sie nicht gilt! Beispielsweise ist die Nachtzeit in der LMR, also für den Schießlärm großer Waffen, um eine Stunde nach hinten verschoben. Die Beurteilungszeit ‚Nachts‘ wird also für die Stunden von 23 bis 24 Uhr und die Stunden von 0 bis 7 Uhr des folgenden Kalendertages gebildet. Für andere Geräuscharten gilt diese Verschiebung nicht und ist auch nicht aufzuerlegen. Ansonsten würde es notwendig, beispielsweise für den Gewerbelärm – also für alle, auf dieselbe Nachbarschaft einwirkenden ‚Gewerbelärme‘ die gleiche Nachtzeit zugrunde zu legen, um dem Gebot der Sicherstellung der achtstündigen Nachtruhe Folge zu leisten.

Es würde diesen Beitrag sprengen, hier auf weitere Herausforderungen einzugehen. Diese Herausforderungen folgen aus der Betrachtung von Teilzeiten nach Abschnitt 1.4 der TA Lärm, in denen sich beispielsweise Vorbelastungen ändern können oder Prognosepegel zum Beispiel wegen Tageszeit-abhängiger meteorologischer Korrektur andere sind. Diese Fragestellungen lassen sich mit der Konfliktrechnung lösen, wenn man jede Stunde grundsätzlich als eine eigene Teilzeit betrachtet und entsprechend verfährt. (s. Gl. G2 TA Lärm)

## 4. Ermittlung des „Gesamtlärms“

### 4.1. Vorbemerkung

Die folgenden Ausführungen werden wohl zunächst Verwunderung auslösen. Ziel ist es, einen Weg aufzuzeigen, wie jede lärmrelevante Aktivität auf einer Anlage als Ereignis aufzufassen und zu beschreiben ist. Ohne das Konzept des Ereignisses ist es

nicht möglich, einen Maximalpegel zu bestimmen, der aber ermittelt werden muss, um eine Beurteilung TA-Lärm-konform durchführen zu können. Zugleich ist es sachgerecht, den Begriff und das Konzept der Betriebssituation vorzustellen, dass die Ermittlung des Gesamtlärms an einem Betriebstag erleichtert. Es gelingt so, den Betrieb abzählbar zu machen.

### 4.2. Die Betriebssituation als Ereignis

Eine Betriebssituation fasst alle Geräuschquellen und ihren jeweiligen Betrieb zusammen, die erforderlich sind, um einen bestimmungsgemäßen Vorgang auf der Anlage vollständig zu erledigen. Die Erfassung des Betriebs einer Anlage erfolgt grundsätzlich und ausnahmslos durch Betriebssituationen. Der Betrieb der Anlage ist dann eine Liste der am Beurteilungstag aktiven Betriebssituationen mit der Angabe der Anzahl der Durchführung der jeweiligen Betriebssituation.

Die notwendigen Eigenschaften einer Betriebssituation sind:

- Eine Betriebssituation hat einen Anfang und ein Ende.
- Eine Betriebssituation ist einer Teilanlage zugeordnet.
- Eine Betriebssituation besteht aus einer oder mehreren Teilbetriebssituation(en).
  - Jede Teilbetriebssituation erfasst das Betreiben einer Geräuschquelle auf der Teilanlage.
  - Die Geräuschquelle der Teilbetriebssituation wird durch die akustische Energie beschrieben.
    - Bei einem Einzelereignis (ein Schuss beispielsweise) ist es die akustische Energie des Schusses.
    - Bei Geräuschen ist das die akustische Energie, die dem einminütigen Betrieb zugeordnet ist.
  - Für jede Teilbetriebssituation ist ihre Anzahl anzugeben, die für die einmalige Durchführung der Betriebssituation erforderlich ist, also entweder die Anzahl der Einzelereignisse oder die Anzahl der Betriebsminuten.

Ein wesentlicher Aspekt bei der Festlegung einer Betriebssituation ist, dass das Durchführen einer einzelnen Teilbetriebssituation allein kein bestimmungsgemäßer Betriebsablauf ist. Die Einführung von Teilbetriebssituationen ist hier denknotwendig, denn sie kennt nur eine Geräuschquelle und ist damit über ihr Beurteilungsverfahren der Konfliktrechnung zugänglich. Damit wird auch die Bestimmung des Konflikts des einmaligen Durchführens einer Betriebssituation insgesamt erst möglich. Denn eine Betriebssituation kann Geräuschquellen vereinen, die unterschiedliche Beurteilungsverfahren unterliegen.

#### Beispiel

Schießen aus der Bewegung als festgelegtes Übungsszenario: Die Anlage ist ein Truppenübungsplatz. Die Teilanlage ist eine Schießbahn. Während der Kampfpanzer auf der Schießbahn in Richtung Zielaufbau fährt, werden verschiedene Ziele durch Feuerstöße aus seinem Maschinengewehr und mit Schüssen aus der Bordkanone bekämpft.

Zur Betriebssituation gehören die Teilbetriebssituationen:

- 1 x Fahren mit dem Panzer mit gegebener Geschwindigkeit entlang der Strecke,
- 15 x Abfeuern von Feuerstößen aus einem Maschinengewehr (kleine Waffe),
- 2 x Abfeuern der Bordkanone (große Waffe).

Das Durchführen einer Betriebssituation ist das Ereignis. Ereignisse kann man zählen. Da der gesamte Betrieb auf einer Anlage durch Betriebssituationen beschrieben ist, ist der Betrieb durch Ereigniszahlen bestimmt.

### 4.3. Der Gesamtkonflikt des Betriebs

Die Berechnung erfolgt in jedem gegebenen Immissionsort und für alle Beurteilungszeiten, in denen die Anlage betrieben wird. Die Berechnung des Gesamtkonflikts für den Betrieb einer Anlage folgt einem streng hierarchischen Schema:

- Der Gesamtkonflikt des Betriebs einer Anlage ist die Summe aller EQ-Konflikte der in der Beurteilungszeit aktiven Betriebs-situationen.
- Der EQ-Konflikt einer Betriebs-situation ist die Summe der EQ-Konflikte der Teilbetriebs-situationen.
- Der Max-Konflikt ist der größte Max-Konflikt der Max-Konflikte der Teilbetriebs-situationen.
- Ist der Max-Konflikt für eine Teilbetriebs-situation  $\geq 0$  dB wird im Rahmen eines Lärmmanagement ihr EQ-Konflikt auf 0 dB gesetzt.
- Der Immissionsort mit dem größten Konflikt für eine Betriebs-situation ist der ‚maßgebliche‘ Immissionsort für die Betriebs-situation.

Der Betrieb der Anlage ist regelkonform, wenn der Gesamtkonflikt  $\leq 0$  dB.

## 5. „Gesamtlärm“ in der Sprache des Betriebs

Bei einer ‚statischen Betriebsgenehmigung‘ werden in der Regel Auflagen formuliert, die den Betrieb so beschränken, dass er regelkonform ist. Bei einem Schützenstand für jagdliches Schießen wird eine Tagesschussanzahl vorgegeben, die nicht überschritten werden darf. Die Auflage ist in der Sprache des Betreibers formuliert. Er weiß, was zu tun ist.

Bei einer ‚dynamischen Betriebsgenehmigung‘ mit Konflikten lautet die Bedingung, dass der Gesamtkonflikt an jedem Betriebstag  $\leq 0$  dB sein muss. Auch hier muss eine ‚angemessene Sprache‘ gefunden werden. Wie oben bereits ausgeführt, muss der Betreiber den komplexen Mischbetrieb so steuern, dass kein Tagesbetrieb zu einer ‚erheblichen Belästigung‘ in der Nachbarschaft führt.

Diese ‚Sprache‘ ist bereits im ‚Leitfaden für die Genehmigung von Standortschießanlagen – LeitGeStand‘ eingeführt. Es werden zwei Kenngrößen eingeführt, die für den Betreiber bei der Planung und Beurteilung eines Betriebstages direkt verständlich sind. Die Kenngrößen sind der ‚Auslastungsbeitrag‘ und die ‚Belastungszahl‘ einer Betriebs-situation.

Der Auslastungsbeitrag einer Betriebs-situation  $A_q$  ist der Beitrag des einmaligen Durchführens einer Betriebs-situation zur Gesamtauslastung einer Anlage. Der Auslastungsbeitrag wird in Prozent angegeben.

Die Belastungszahl  $B_q$  gibt an, wie oft eine Betriebs-situation  $q$  durchgeführt werden kann, ohne dass die Vollaustattung überschritten wird.

Ein Beispiel mag die Kenngrößen verdeutlichen: Beträgt der Konflikt einer Betriebs-situation beispielsweise  $-20$  dB, kann sie offensichtlich noch 20 dB-mal oder 100-mal durchgeführt werden, um einen Konflikt von 0 dB gerade zu erreichen. Die Auslastung  $A_q$  ist offensichtlich 1 %, die Belastungszahl  $B_q$  ist 100.

Für die Planung eines Tagesbetriebs bei einer dynamischen Genehmigung wird lediglich die Liste  $A_q$  für alle bestimmungsgemäßen Betriebs-situationen benötigt. Für das Management gilt folgende Bedingung:

$$A_g = \sum_q N_q A_q < 100\% \tag{7}$$

In Gl. 7 ist  $A_g$  die Gesamtauslastung und  $N_q$  die Anzahl der Durchführungen der Betriebs-situation  $q$ .

Die Liste der  $A_q$  und Gl. 7 ist die hinreichende Auflage bei einer dynamischen Genehmigung. Der Betreiber kann durch eine einfache Tabellenkalkulation das  $A_g$  des Tagesbetriebs berechnen und sicher sein, dass er die Anlage regelkonform betreibt, solange  $A_g \leq 100\%$  bleibt.

Die Überwachung des Betriebs einer Anlage bei einer dynamischen Genehmigung ist einfacher als bei einer statischen Genehmigung, weil der Betreiber den täglichen Betrieb notwendigerweise erfassen und berechnen muss und den Betrieb damit dokumentiert. Auch für die Nachbarschaft ist die Aussage, dass eine Anlage an einem bestimmten Tag zu 50 % ausgelastet war, verständlicher als die Aussage, der Konflikt betrug an diesem Tag  $-3$  dB.

## 6. Der Gesamtkonflikt am Beispiel eines Truppenübungsplatzes

Bild 4 skizziert das betrachtete Beispiel. Der Schießplatz hält eine Feuerposition für die großkalibrige Bordkanonen von Panzern und eine Schießstrecke für Soldaten vor. Zusätzlich kommt

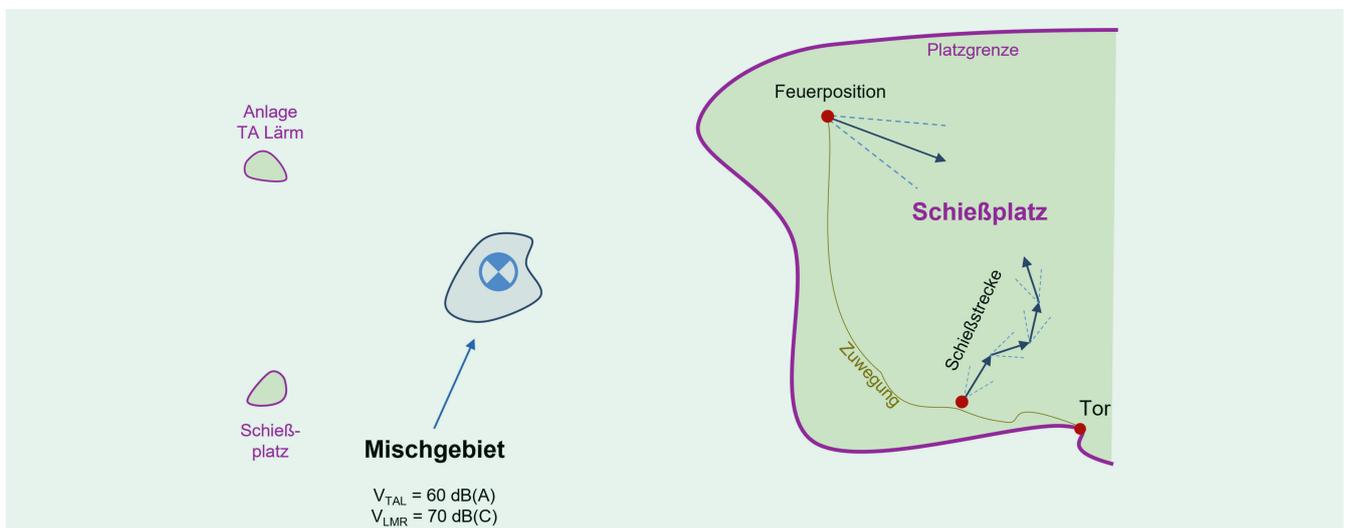


Bild 4 Skizze des exemplarischen Schießplatzes mit seiner Nachbarschaft. Grafik: Autoren

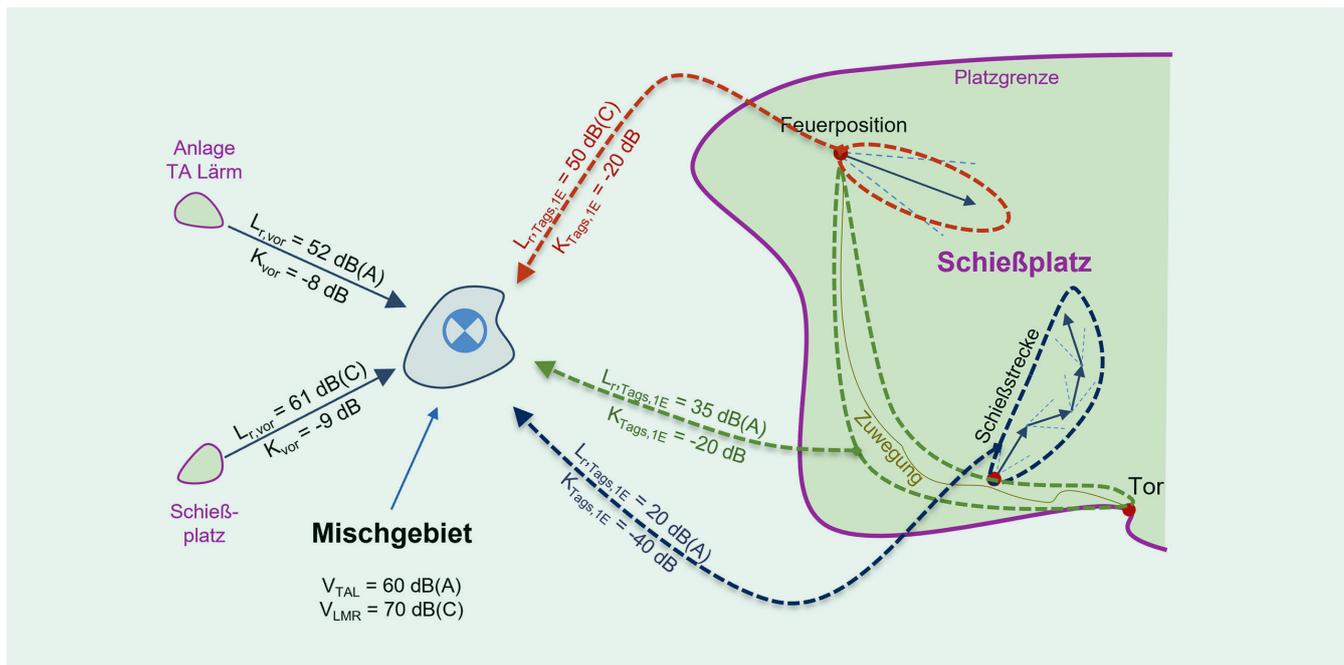


Bild 5 Die Betriebssituationen mit ihren Beurteilungspegeln und ihren Konflikten. Grafik: Autoren

die Zuwegung vom Tor des Schießplatzes zu den beiden Übungsplatzanlagen ins Spiel.

Die Beurteilung wird in einem Immissionsort westlich des Platzes untersucht, der in einem Mischgebiet liegt. Für eine ‚TA-Lärm-Anlage‘ und für einen weiteren Schießplatz für großkalibrigen Waffen liegt der Immissionsort ebenfalls im Einwirkungsbereich.

Betrachtet werden drei Betriebssituationen:

- a) Ein Schuss mit der Bordkanone (Beurteilung nach LMR [6]).
- b) Acht Schuss aus einem Gewehr, die von denen jeweils zwei von den angedeuteten Schützenstellungen in die angedeutete Richtung abgegeben werden (Beurteilung nach TA Lärm [2]).
- c) Eine Panzerfahrt vom Tor zur Feuerposition (Beurteilung nach TA Lärm [2]).

In Bild 5 sind die Beiträge der drei Betriebssituationen eingetragen, die für jeweils eine Durchführung der Betriebssituation in der Beurteilungszeit Tags gelten. Oberhalb der Zuweisungspfeile steht der Beurteilungspegel, unterhalb der zugehörige Konflikt im Immissionsort unter Berücksichtigung seines jeweiligen Immissionsrichtwertes ( $V_{TAL}$  Richtwert nach TA Lärm,  $V_{LMR}$  Richtwert nach LMR) (Bild 5).<sup>18)</sup>

Ein Betriebstag T soll im Beispiel hier aus einem Mischbetrieb der drei Betriebssituationen bestehen. In der Beurteilungszeit Tags schießen zwei Panzer jeweils zehn Schuss, sie fahren vom Tor zur Feuerstellung und zurück. Zehn Soldaten absolvieren die Übung auf der Schießstrecke, jeder zweimal (Tabelle).

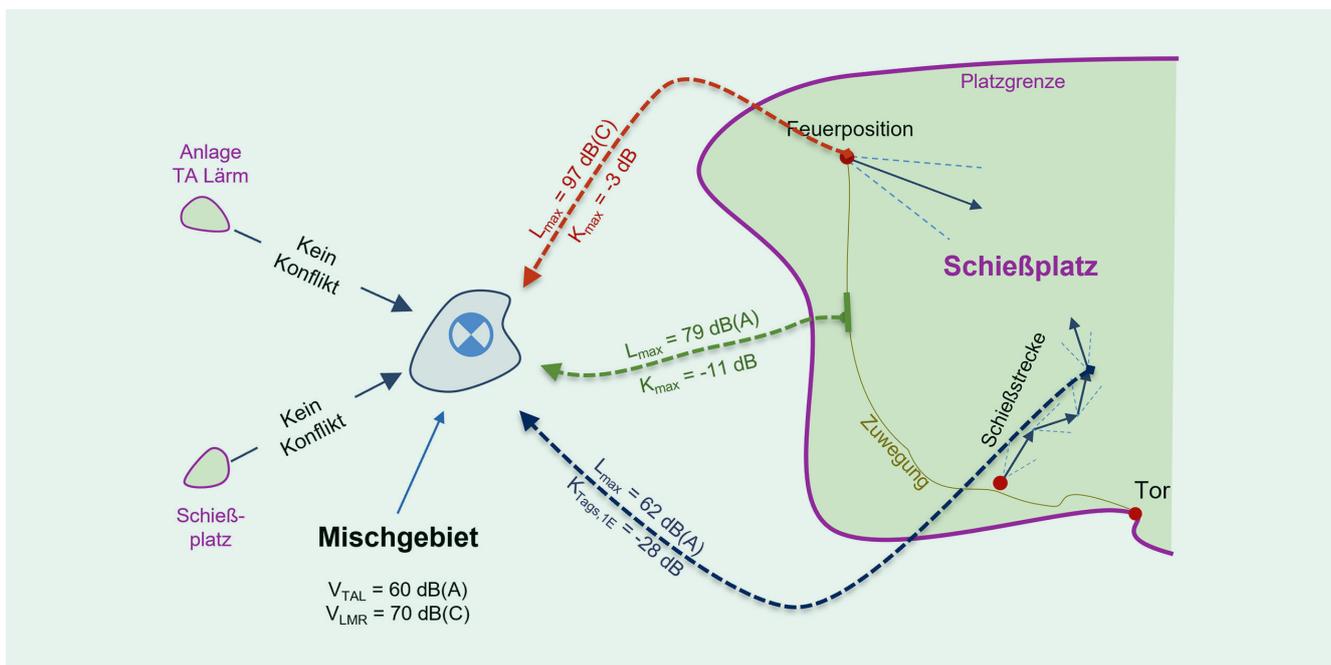
Die Tabelle dokumentiert die Berechnung des ‚Gesamtlärms‘. Die beteiligten Betriebssituationen werden in den Zeilen 3 bis 5 angegeben. Dazu gehört der Konflikt des Einzelereignisses  $K_{Tags,1E}$  in Spalte 3, die Häufigkeit am Betriebstag T in Spalte 5 und der sich ergebende (Teil)Konflikt der Betriebssituation  $K_{Tags,T}$ .

In den Spalten 4 beziehungsweise 7 ist die zugehörige Auslastung angegeben. Die Auslastung gibt in Prozent an, um wie viel die jeweilige Betriebssituation und ihre Häufigkeit zur Vollausslastung des Betriebs, also zum Erreichen des Konflikts von 0 dB beiträgt. Die Auslastung ist für Betreiber und Anwohner eine direkt verständliche Größe.

<sup>18)</sup> Bei einer Konfliktrechnung müssen die Vorbelastungen auch in Vorkonflikte umgerechnet werden, um sie bei der Bildung des Gesamtkonflikts zu berücksichtigen.

Tabelle Berechnung des Gesamtkonflikts und der Auslastungen.

1	2	3	4	5	6	7	8
2	Quelle	$K_{Tags,1E}$	$A_{1E}$	$N$	$K_{Tags,T}$	$A_T$	$K_{max,T}$
3	Feuerstellung	-20 dB	1 %	20	-7 dB	20,0 %	-3 dB
4	Schießstrecke	-40 dB	0,01 %	80	-21 dB	0,8 %	-28 dB
5	Zubringer	-20 dB	1 %	4	-14 dB	4,0 %	-12 dB
6	Vorbelastung Anlage TA Lärm $K_{vor,TAL}$				-8 dB	15,8 %	---
7	Vorbelastung Schießplatz $K_{vor,LMR}$				-9 dB	12,6 %	---
8	Gesamtbeurteilung				-2,7 dB	53,2 %	-3 dB



**Bild 6** Die Betriebsituationen mit ihren Maximalpegel und den Konflikten des Maximalwertes. Grafik: Autoren

Die Spalte 8 übernimmt die Maximal-Konflikte aus **Bild 6**. Die Zeilen 6 (für die TA-Lärm-Anlage im Westen) und 7 (für die LMR-Anlage im Westen) führen die entsprechenden Vorbelastrungen als Vorkonflikte in die Berechnung ein.

Die Zeile 8 zeigt das Ergebnis der Konfliktrechnung, den Gesamtkonflikt nach Gl. 2 und die Gesamtauslastung nach Gl. 7.

Der Betrieb an diesem Tag führt nicht zu erheblichen Belästigungen im Immissionsort, denn auch die Betrachtung des Maximal-Konflikts führt zu negativen Konflikten. Der relevante Maximal-Konflikt nach Gl. 4 beträgt  $-3$  dB (Bild 6).

Der Maximalkonflikt der Panzervorbeifahrt stammt von einem dem Immissionsort nächstgelegenen 1-Minuten-Abschnitt auf der Zuwegung. Der Wert von der Schießstrecke stammt vom letzten Feuerhalt. Der hat zwar den größten Abstand zum Immissionsort, liefert aber doch wegen der Richtcharakteristik den höchsten Pegel.

Ohne näher darauf einzugehen kann man Bild 6 entnehmen, dass in der Beurteilungszeit Nachts weder ein Panzerschuss noch eine Panzervorbeifahrt regelkonform sind. Nach LMR beträgt der Konflikt 7 dB, bei der Panzervorbeifahrt nach TA Lärm 14 dB. ■

[7] „Leitfaden für die Genehmigung von Standortschießanlagen – LeitGeStand“, Herausgeber: Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, LAI, Version 1.0, 2019

[8] „LAI-Hinweise zur Auslegung der TA Lärm“, Beschlüsse der 133. LAI-Sitzung am 22. und 23. März 2017

[9] Schreckenber, G.; Belke, C.; Wothge, J.; Gusk, R.: „The role of sound emergence for aircraft noise annoyance“, Internoise 2022, Glasgow

[10] Schreckenber, G.; Großrath, S.: „Shooting noise annoyance in communities around German military training areas“, Internoise 2021, Washington, DC

[11] Rohrmann, B.: „Psychologische Forschung und umweltpolitische Entscheidungen: das Beispiel Lärm“, Beiträge zur psychologischen Forschung, Band 3, Westdeutschen Verlag GmbH, Opladen, 1984

[12] ISO/TS 15666:2021: „Acoustics – Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys“

[13] Bartels, S., Richard, I., Ohlenforst, B., Jeram, S., Kuhlmann, J., Benz, S., Hauptvogel, D., & Schreckenber, D. (2022). Coping with Aviation Noise: Non-Acoustic Factors Influencing Annoyance and Sleep Disturbance from Noise. In L. Lylekian, A. Covrig and A. Maximova (Eds.). Aviation Noise Impact Management (p. 197–218). Springer Open Access. DOI:10.1007/978-3-030-91194-2\_8. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-91194-2\\_8](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-91194-2_8)

**Literatur**

[1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundesimmissionsschutzgesetz – 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 ist. Stand: Neugefasst durch Bek. v. 17.5.2013 | 1274, Geändert durch Art. 1 G v. 2.7.2013 | 1943, Berichtigung v. 7.10.2013 | 3753 ist berücksichtigt

[2] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm vom 26. August 1998. GMBI.

[3] Vogelsang, B. M.: „Modell zur Gesamtlärmbeurteilung von Verkehrsgläuschen“, Fortschritt der Akustik, DAGA 2001, S. 372-373

[4] VDI 3722 Blatt 1: „Wirkung von Verkehrsgläuschen“, Richtlinie des Vereins Deutscher Ingenieure, VDI, Fassung August 1988

[5] VDI 3722 Blatt 2: „Wirkung von Verkehrsgläuschen“, Richtlinie des Vereins Deutscher Ingenieure, VDI, Entwurf 2009

[6] „Richtlinie für das Lärmmanagement auf Schießplätzen (Lärmmanagementrichtlinie – LMR)“, Bundesministerium der Verteidigung, Erlass 2007



Dr.-Ing.  
**Karl-Wilhelm Hirsch**  
Freier Mitarbeiter Cervus Consult GmbH  
Würselen  
[hirsch@cervus.de](mailto:hirsch@cervus.de)  
Foto: Autor



Dr.-Ing.  
**Berthold M. Vogelsang**  
Hannover  
[dstl@vogelsang-30457.de](mailto:dstl@vogelsang-30457.de)  
Foto: Autor