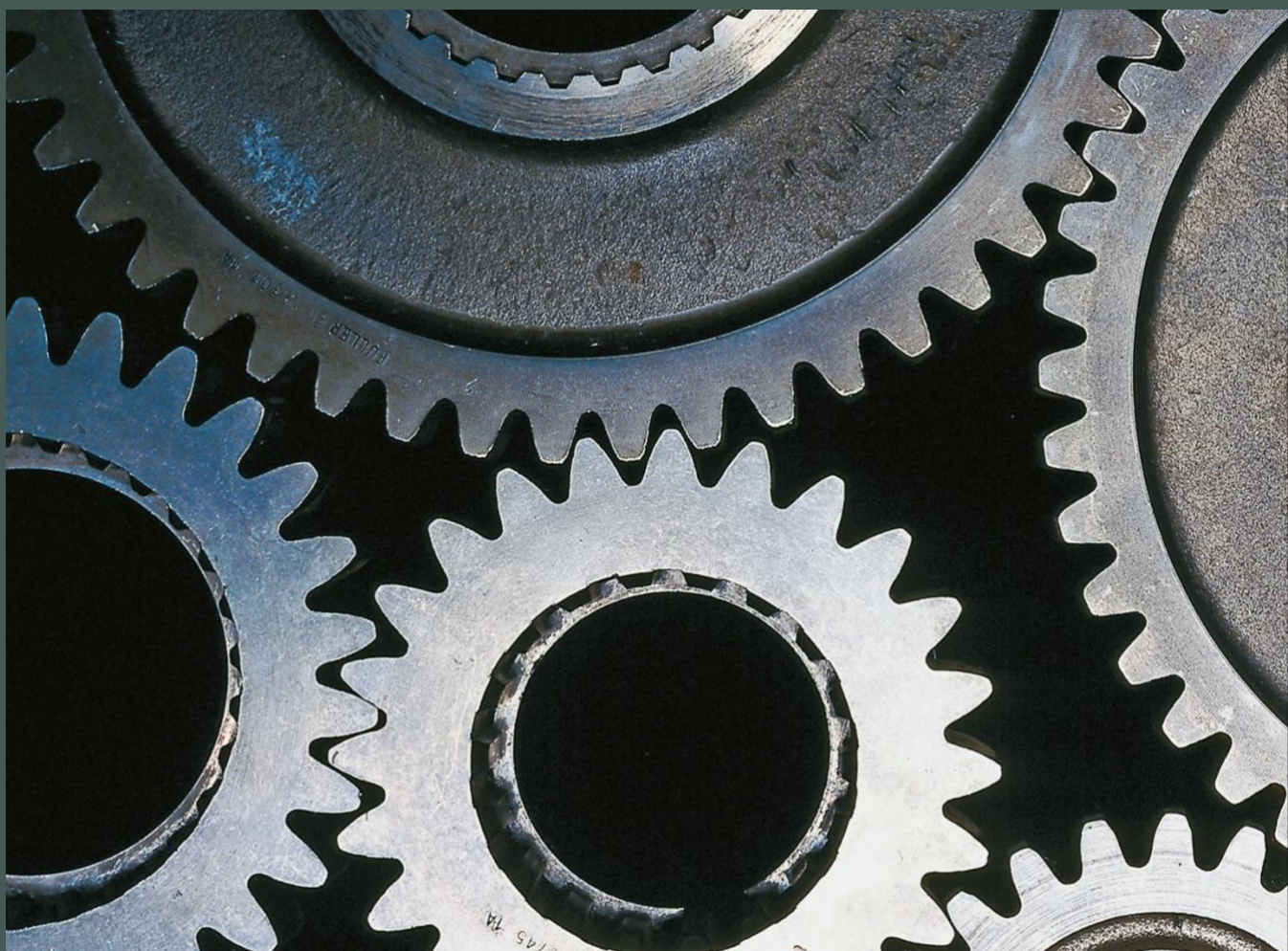


Ermittlung und Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm

Vollzugshilfe für Industrie- und Gewerbeanlagen. Stand 2024



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Ermittlung und Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm

Vollzugshilfe für Industrie- und Gewerbeanlagen. Stand 2024

Impressum

Rechtliche Bedeutung

Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BAFU als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert die bundesumweltrechtlichen Vorgaben (bzgl. unbestimmten Rechtsbegriffen und Umfang/Ausübung des Ermessens) und soll eine einheitliche Vollzugspraxis fördern. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfe, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen; andere Lösungen sind aber auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind.

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Autoren

Nina Mahler, Maurus Bärlocher, Hans Bögli, Kornel Köstli, Sébastien Wschiansky (BAFU)

Layout

Funke Lettershop AG

Titelbild

© Jupiterimages

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uv-1636-d

Eine gedruckte Fassung kann nicht bestellt werden.

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar. Die Originalsprache ist Deutsch.

1. aktualisierte Auflage 2024. Erstausgabe 2016.

© BAFU 2024

Inhaltsverzeichnis

Abstracts	5	4 Fallbeispiele	21
Vorwort	6	4.1 Ermittlung von Teilbeurteilungspegeln L_{ri} und des Beurteilungspegels L_r	22
1 Einleitung	7	4.2 Güterumschlag in der Nacht	23
1.1 Zweck	7	4.3 Betriebseinschränkung als vorsorgliche Massnahmen	23
1.2 Geltungsbereich	7	4.4 Wohnen auf Industrieareal (ES IV)	24
1.3 Zuständigkeit	7	4.5 Geltung der Belastungsgrenzwerte	24
2 Rechtliche Grundlagen	8	4.6 Tieffrequente Geräuschimmissionen	26
2.1 Das zweistufige Immissionsschutz-Konzept des Umweltschutzgesetzes (USG)	8	4.7 Anbau eines neuen Anlageteils	26
2.2 Lärmschutz-Verordnung (LSV) und der Begriff der «Anlage»	8	4.8 Änderungen der Betriebszeiten einer Anlage	27
2.3 Neue und bestehende ortsfeste Anlagen	9	4.9 Überdeckung einer Garageneinfahrt	27
2.4 Geltungsbereich der Belastungsgrenzwerte	11	4.10 Mobiler Brecher auf Werkhofareal	28
2.5 Massnahmen	13	4.11 Beurteilung eines Landwirtschaftsbetriebs	30
2.6 Erleichterungen	13	4.12 Industrieanlage mit Prozessabluft	31
2.7 Gesamthafte Beurteilung von Lärmemissionen	15	4.13 Ersatz einer Seilbahnanlage	32
2.8 Festlegen der zulässigen Lärmimmissionen	15	4.14 Beurteilung von Windenergieanlagen	33
3 Ermittlung und Beurteilung	16	4.15 Beurteilung des Wasserrücklaufs eines Wasserkraftwerks	34
3.1 Geltungsbereich Anhang 6	16	4.16 Errichten eines neuen Unterwerks	34
3.2 Belastungsgrenzwerte	17	4.17 Beurteilung einer Wärmepumpe	36
3.3 Ermittlung des Beurteilungspegels	17	4.18 Erneuerung einer Hochspannungsleitung	37
		Anhang A	39
		Anforderungen an ein Lärmgutachten	
		Anhang B	42
		Mesempfehlung zur Überprüfung der Lärmimmissionen von Wärmepumpen, die überwiegend der Raumheizung oder der Erwärmung von Trinkwasser dienen	
		Verzeichnisse	44
		Abbildungen	44
		Tabellen	44

Abstracts

This publication shows how to determine and to assess industrial and commercial noise according to the Noise Abatement Ordinance (NOA). For this purpose Annex 6 of the Noise Abatement Ordinance is explained in detail, focusing on the particularities of the assessment of industrial and commercial noise. The practical application is demonstrated on the basis of concrete examples. Finally, the appendix summarizes the requirements to be met by a noise assessment for an industrial or commercial enterprise and contains a recommendation for the measurement of heat pumps approved after 1.11.2024 and on the basis of 2 °C operation.

Die vorliegende Vollzugshilfe zeigt auf wie der Lärm von Industrie und Gewerbeanlagen gemäss der Lärmschutz-Verordnung (LSV) störungsgerecht ermittelt und beurteilt wird. Dafür wird der Anhang 6 der Lärmschutz-Verordnung detailliert erläutert und auf Besonderheiten bei der Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm eingegangen. Die Anwendung in der Praxis wird anhand einer Reihe konkreter Beispiele aufgezeigt. Der Anhang fasst schliesslich die Anforderungen an ein Lärmgutachten für einen Industrie- oder Gewerbebetrieb zusammen und enthält eine Empfehlung für Kontrollmessungen von Wärmepumpen, die nach dem 1.11.2024 und bei einem Betrieb von 2 °C genehmigt wurden.

La présente publication vise à montrer comment évaluer le bruit d'installations industrielles et artisanales en tenant compte de la gêne effective. À cet effet, l'annexe 6 de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) est expliquée en détail, en mettant l'accent sur les particularités de l'évaluation du bruit typique de l'industrie et des arts et métiers. L'application dans la pratique est illustrée à l'aide de différents exemples concrets. L'annexe enfin résume les exigences auxquelles doit satisfaire une expertise de bruit pour une entreprise industrielle ou artisanale et contient une recommandation pour les mesurages de contrôle de pompes à chaleur approuvées après le 1.11.2024 et sur la base d'une exploitation à 2 °C.

Il presente aiuto all'esecuzione illustra le modalità di determinazione e di valutazione dei rumori degli impianti industriali e artigianali volte a ottenere una quantificazione corretta del livello di disturbo arrecato in conformità all'ordinanza contro l'inquinamento fonico (OIF). A tal fine, viene spiegato in dettaglio il contenuto dell'allegato 6 della suddetta ordinanza e vengono affrontati aspetti particolari della valutazione dei rumori generati dall'industria e dall'artigianato. L'applicazione pratica è illustrata con una serie di esempi concreti. Nell'allegato sono riassunti i requisiti posti alle perizie foniche sui rumori dell'industria e dell'artigianato.

Keywords:

Industrial and commercial noise, Annex 6 NOA, practical examples

Stichwörter:

Lärm von Industrie- und Gewerbeanlagen, Anhang 6 LSV, Beispiele aus der Praxis

Mots-clés :

Bruit d'installations industrielles et artisanales, annexe 6 OPB, exemples tirés de la pratique

Parole chiave:

Rumori degli impianti dell'industria e dell'artigianato, allegato 6 OIF, esempi concreti

Vorwort

Die Ermittlung und Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm mit seinen verschiedenen Geräuschen gehört zu den anspruchsvollsten Aufgaben der Lärmbekämpfung. Die charakteristischen Lärmeigenschaften unterscheiden sich nicht nur von Betrieb zu Betrieb, sondern selbst innerhalb eines Betriebes treten ganz verschiedene Geräusche auf. Diese Geräusche können gleichzeitig auftreten, sich abwechseln oder ganz unregelmässig erscheinen.

Die Beurteilungsmethodik im Anhang 6 der Lärmschutz-Verordnung versucht dieser Vielfalt an Geräuschen und deren zeitlichen Varianz gerecht zu werden. Da für die störende Wirkung eines Geräusches nicht nur die Lautstärke ausschlaggebend ist, sondern auch Eigenschaften wie Ton- und Impulshaltigkeit, fliessen auch solche Kriterien in die Beurteilung mit ein. Obwohl die Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm nach Anhang 6 der Lärmschutz-Verordnung im Einzelfall nicht immer ein-fach ist, hat sich die Methodik in der Praxis bewährt.

Diese Vollzugshilfe enthält eine Zusammenstellung der wichtigsten Grundlagen zur Ermittlung und Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm. Sie soll helfen, das generelle Prinzip bei der Ermittlung von Industrie- und Gewerbelärm zu verstehen und in der Praxis anzuwenden. Dafür werden konkrete Fallbeispiele behandelt. Die vorgestellten Lösungsansätze stützen sich dabei auf eine bundesrechtlich konforme Beurteilung, sie lassen jedoch genügend Spielraum offen für die sachgerechte Behandlung der Einzelfälle durch die kantonalen Vollzugsbehörden.

Paul Steffen, Stellvertretender Direktor
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

1 Einleitung

1.1 Zweck

Die vorliegende Vollzugshilfe enthält eine Zusammenstellung der Grundlagen zur Ermittlung und Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm und soll der Vereinfachung und Vereinheitlichung des Vollzugs des Umweltschutzgesetzes (USG) und der Lärmschutz-Verordnung (LSV) in diesem Bereich dienen.

Sie richtet sich in erster Linie an kantonale und kommunale Behörden, sowie an Bundesbehörden, welche die Lärmschutzvorschriften vollziehen und sie dient Akustikern bei der Erstellung von Lärmgutachten.

1.2 Geltungsbereich

Diese Vollzugshilfe befasst sich mit Anlagen, welche nach Anhang 6 LSV als Industrie- und Gewerbeanlagen gelten oder ihnen gleichgestellt sind. Der Schutz vor Betriebslärm in Betriebsräumen und zugehörige Wohnungen (z. B. Abwartwohnungen) auf dem Betriebsareal wird in der Arbeitnehmerschutzgesetzgebung geregelt und fällt nicht unter den Geltungsbereich der LSV (Art. 1 Abs. 3 LSV).

Diese Vollzugshilfe soll einen generellen Überblick über die Ermittlung und Beurteilung von Lärm von Industrie- und Gewerbeanlagen geben. Weitere detaillierte Ausführungen zur Beurteilung von speziellen Industrie- und Gewerbeanlagen finden sich auf den Internetseiten des BAFU¹ und der Vereinigung der kantonalen Lärmschutzfachstellen Cercle Bruit Schweiz.²

1.3 Zuständigkeit

Der Vollzug der Lärmschutzgesetzgebung des Bundes und damit auch die Umsetzung von Massnahmen zur Begrenzung der Lärmbelastung obliegen grundsätzlich den Kantonen. Es gibt deshalb in jedem Kanton eine Umweltschutzbehörde,³ die sich mit Lärmbekämpfung befasst und beratend zur Verfügung steht. Die Kantone können die Vollzugsaufgaben jedoch auch den Gemeinden anvertrauen. Bei Lärmproblemen ist es grundsätzlich empfehlenswert, dass sich die Lärmbetroffenen zuerst mit den Lärmverursachern um eine Lösung des Konfliktes bemühen. Führt dies zu keinem Ergebnis, sind die jeweils zuständigen Behörden zu kontaktieren.

1 BAFU – Ermittlung und Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm:
www.bafu.admin.ch > Thema Lärm > Fachinformationen > Ermittlung & Beurteilung > Industrie- und Gewerbelärm

2 Cercle Bruit – Vollzugshilfen Cercle Bruit: www.cerclebruit.ch

3 www.laerm.ch

2 Rechtliche Grundlagen

Die rechtlichen Grundlagen zur Beurteilung und Begrenzung des Lärms von Industrie- und Gewerbeanlagen sind das Umweltschutzgesetz vom 7. Oktober 1983⁴ (USG; SR 814.01) und die Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1986⁵ (LSV; SR 814.41).

2.1 Das zweistufige Immissionsschutz-Konzept des Umweltschutzgesetzes (USG)

Das im Umweltschutzrecht verankerte zweistufige Immissionsschutz-Konzept gilt auch für Industrie- und Gewerbeanlagen. Zur Vermeidung von störendem Lärm sind die Lärmemissionen zunächst im Rahmen der Vorsorge – unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung – so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist (Art. 11 Abs. 2 USG). In einem zweiten Schritt sind die Emissionsbegrenzungen zu verschärfen, wenn feststeht oder zu erwarten ist, dass die Einwirkungen unter Berücksichtigung der bestehenden Umweltbelastung schädlich oder lästig werden (Art. 11 Abs. 3 USG). Lärm soll in erster Linie an der Quelle durch die in Artikel 12 Absatz 1 USG aufgezählten Massnahmen begrenzt werden (Art. 11 Abs. 1 USG).

2.2 Lärmschutz-Verordnung (LSV) und der Begriff der «Anlage»

Die LSV stellt, wie das Immissionsschutzrecht ganz allgemein, **anlagebezogenes Recht** dar. Sie bezweckt den Schutz vor schädlichem oder lästigem Lärm, der durch den Bau oder Betrieb von Anlagen erzeugt wird. Als Anlagen gelten nach Artikel 7 Absatz 7 USG Bauten, Verkehrswege und andere ortsfeste Einrichtungen sowie Terrainveränderungen. Den Anlagen sind Fahrzeuge, Maschinen und Geräte gleichgestellt. Je nach Problemstellung ist die zu beurteilende Anlage anders zu definieren: Es kann notwendig sein, eine Teilanlage, die gesamte Anlage oder mehrere Anlagen, welche in einem engen funktionellen und räumlichen Zusammenhang stehen als rechtlich relevante Anlage zu definieren und zu beurteilen.

Lärm, der ausserhalb einer Anlage verursacht wird (sog. Sekundärlärm), ist der Anlage zuzurechnen, sofern die Lärmverursachung in direktem Zusammenhang mit deren Benutzung erfolgt. Dies ist beispielsweise der Fall beim Betreten und Verlassen eines Gewerbebetriebes oder beim Zu- und Wegfahren der parkierten Fahrzeuge.

Lärm beweglicher Geräte und Maschinen unterliegt den Vorschriften über die vorsorglichen Emissionsbegrenzungen. Zudem muss er so weit begrenzt werden, dass die betroffene Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich gestört wird (Art. 4 Abs. 1 LSV). Die Emissionen von Geräten und Maschinen, die dem Betrieb einer ortsfesten Anlage dienen, werden nach den Vorschriften über ortsfeste Anlagen begrenzt (Art. 4 Abs. 4 LSV). Die Maschinenlärmverordnung vom 22. Mai 2007 (MaLV, SR 814.412.2) enthält Vorschriften über die vorsorgliche Begrenzung von Lärmemissionen von im Freien verwendeten Geräten und Maschinen.

4 USG: www.fedlex.admin.ch > Systematische Rechtsammlung > 8 Gesundheit – Arbeit – Soziale Sicherheit > 81 Gesundheit > 814.01 Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG)

5 LSV: www.fedlex.admin.ch > 8 Gesundheit – Arbeit – Soziale Sicherheit > 81 Gesundheit > 814.41 Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1986 (LSV)

2.3 Neue und bestehende ortsfeste Anlagen

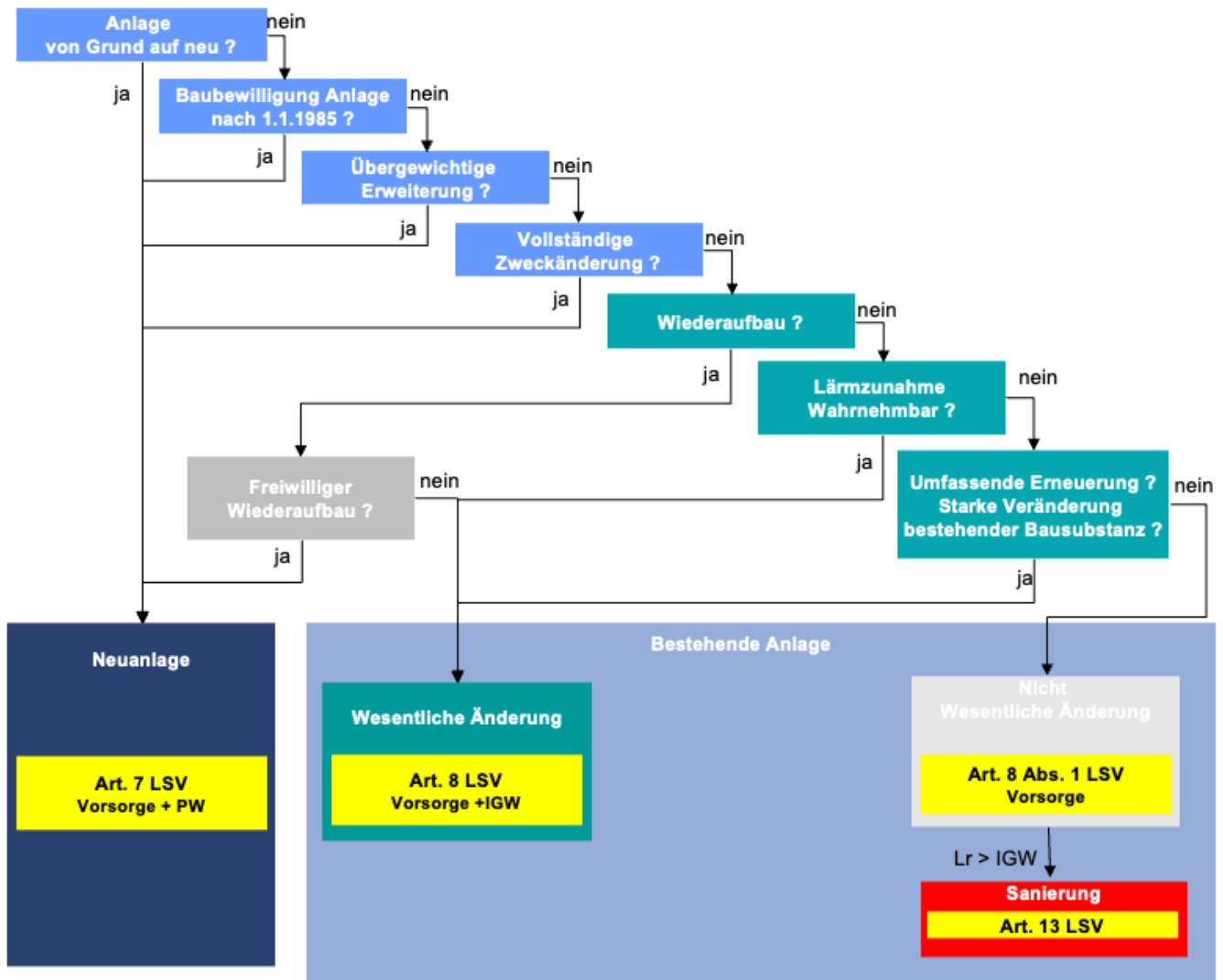
Das USG und die LSV unterscheiden zwischen neuen und bestehenden ortsfesten Anlagen, bzw. Altanlagen.⁶ Ortsfeste Anlagen gelten als neu, wenn der Entscheid, der den Beginn der Bauarbeiten gestattet, bei Inkrafttreten des USG (1. Januar 1985) noch nicht rechtskräftig war (Art. 47 Abs. 1 LSV). Anlagen gelten demgegenüber als alt, wenn die Baubewilligung zu diesem Zeitpunkt bereits rechtskräftig war.

Nach Artikel 11 Absatz 2 USG und Artikel 7 Absatz 1 Buchstabe a LSV sind die von der neuen ortsfesten Anlage erzeugten Emissionen zunächst im Rahmen der **Vorsorge** so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist. Zudem dürfen neue ortsfeste Anlagen nur errichtet werden, wenn die durch diese Anlagen allein erzeugten Lärmimmissionen die **Planungswerte (PW)** nicht überschreiten (Art. 25 Abs. 1 USG, Art. 7 Abs. 1 Bst. b LSV). Bei eingehaltenen PW gelten weitere vorsorgliche Massnahmen nach der Rechtsprechung nur dann als wirtschaftlich tragbar, wenn mit geringem Aufwand eine wesentliche Emissionsreduktion erreicht werden kann (vgl. BGE 124 II 517 E. 5.a).

Die von bestehenden ortsfesten Anlagen erzeugten Emissionen sind im Rahmen von Änderungen resp. Erweiterungen oder Sanierungen ebenfalls im Rahmen der **Vorsorge** soweit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist. Bei den Änderungen wird zwischen der übergewichtigen Erweiterung, der wesentlichen Änderung und der unwesentlichen Änderung unterschieden. Je nach Zuordnung sind andere Grenzwerte massgebend (siehe dazu Abb. 1).

⁶ Zum besseren Verständnis wird in diesem Dokument auch der Begriff «Altanlage» anstelle des rechtlich korrekten Begriffes «bestehende Anlage» gemäss USG und LSV verwendet.

Abb. 1: Lärmrechtliche Prüfung von Anlagen



Wird eine bestehende ortsfeste Anlage in konstruktiver oder funktionaler Beziehung so weit verändert, dass der weiterbestehende Teil der Anlage von geringerer Bedeutung erscheint als der erneuerte Teil (**BGE 141 II 483** E. 3.3.3 mit Verweis auf 116 Ib 435 E. 5d/bb S. 443 ff.; **123 II 325** E. 4c/aa S. 329; **125 II 643** E. 17a S. 670; sog. **übergewichtige Erweiterung**) oder wird der **Zweck** einer lärmigen Anlage **vollständig geändert** (Art. 2 Abs. 2 LSV), gilt die geänderte Anlage insgesamt als neu. Nach der bundesgerichtlichen Rechtsprechung sind auch bestehende ortsfeste Anlagen, die vor Inkrafttreten des USG nicht oder nur wenig Lärm erzeugten und erst später in Lärm erzeugende Anlagen umgewandelt werden, grundsätzlich wie Neuanlagen zu behandeln (Urteil 1C_252/2017 vom 5. Oktober 2018, E. 4.3; Urteil 1A.195/2006 vom 17. Juli 2007, in BGE 133 II 292 nicht publ. E. 2.5.1 mit Hinweisen; Urteil 1A.161/1997 vom 11. Juni 1998, in BGE 124 II 527 nicht publizierte E. 5b/cc; BGE 123 II 325 E. 4c/aa S. 329;).

Artikel 8 LSV regelt die **wesentliche Änderung** bestehender ortsfester Anlagen. Damit sind grundsätzlich Änderungen gemeint, die zu wahrnehmbar stärkeren Lärmimmissionen führen (Art. 8 Abs. 3 erster Satz LSV). Jedoch überwiegt der Lärm des bestehenden Anlageteils den neuen nach wie vor. Als wahrnehmbar gilt die Zunahme des Beurteilungs-Immissionspegels um 1 dB. Nach bundesgerichtlicher Rechtsprechung ist die Änderung einer bestehenden ortsfesten Anlage auch ohne projektbedingte wahrnehmbare Lärmzunahme wesentlich im Sinne von Artikel 8 LSV, wenn die Bausubstanz der Anlage stark verändert wird oder die Änderung erhebliche Kosten verursacht.⁷ Wird eine ortsfeste Anlage durch einen Schadensfall (z. B. Brand, Überschwemmungen) beschädigt oder zerstört, so gilt der Wiederaufbau der Anlage als wesentliche Änderung und nicht als Neuanlage. Die von der geänderten ortsfesten Anlage gesamthaft verursachten Lärmimmissionen dürfen die **Immissionsgrenzwerte (IGW)** nicht überschreiten (Art. 8 Abs. 2 LSV).

Änderungen, welche die Kriterien der übergewichtigen Erweiterung bzw. der wesentlichen Änderung nicht erfüllen, gelten als unwesentlich. Bei **unwesentlichen Änderungen** von ortsfesten Anlagen sind die Emissionen der neuen oder geänderten Anlagenteile im Rahmen der Vorsorge zu begrenzen.

Ortsfeste Altanlagen, die wesentlich zur Überschreitung der IGW beitragen, müssen nach den Anordnungen der Vollzugsbehörde so weit saniert werden, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist und dass die IGW nicht überschritten werden (Art. 13 LSV).

2.4 Geltungsbereich der Belastungsgrenzwerte

Lärmimmissionen sind nur dort zu beurteilen, wo auch die Belastungsgrenzwerte gelten. Diese gelten bei Gebäuden mit **lärmempfindlichen Räumen**. In unüberbauten Zonen gelten sie dort, wo nach dem Bau- und Planungsrecht Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen erstellt werden dürfen. Sie gelten zudem im nicht überbauten Gebiet von Zonen mit erhöhtem Lärmschutzbedürfnis (Art. 41 Abs. 1 und 2 LSV).

Lärmempfindliche Betriebsräume geniessen nicht den gleichen Schutzanspruch wie Wohnräume. Bei Betriebsräumen in Gebieten der Empfindlichkeitsstufen I, II oder III liegen die PW und IGW 5 dB höher als bei lärmempfindlichen Wohnräumen (Art. 42 LSV).

Eine Übersicht von lärmempfindlichen Räumen gemäss Artikel 2 Absatz 6 LSV findet sich in Tabelle 1:

⁷ Urteil 1C_506/2014 des Bundesgerichts vom 14. Oktober 2015 E. 4.3 ff.

Tab. 1: Einteilung lärmempfindliche Räume

Raumart	Lärmempfindlich		Nicht lärmempfindlich
	Wohnen	Betrieb (+5 dB)	
Wohn- und Schlafzimmer	x		
Wohnraum	x		
Wohnküche (BRF >10 m ²) ¹	x		
Arbeitsküche (BRF ≤10 m ²) ¹			x
Bad, WC			x
Treppenhaus, Korridor, Abstellraum			x
Mansarde wärmegeklämmt	x		
Wintergarten (beheizbar, Dämmperimeter aussen)	x		
Wintergarten (Dämmperimeter innen)			x
Hotelzimmer	x		
Ferienwohnung	x		
Schulzimmer	x		
Kindergarten, Kita	x		
Zimmer in Spital, Klinik	x		
Restaurant Gaststube mit erheblichem Eigenlärm (z. B. laute Musik)			x
Restaurant Speisesaal		x	
Büro, Besprechungszimmer		x	
Praxen (Arzt, Rechtsanwalt, etc.)		x	
Coiffeur		x	
Einkaufsladen mit geringem Innenlärm		x	
Einkaufsladen mit erheblichem Innenlärm			x
Kirchen	x		
Stall			x
Fahrnisbauten (Nutzung > 3 Monate/Jahr und Baubewilligung)	x		

¹ Maximale Bruttomassabmessungen ohne Einbauten und Möbel (BRF)

2.5 Massnahmen

Sind trotz der Umsetzung von **vorsorglichen Massnahmen** bei Neuanlagen die PW bzw. bei Altanlagen die IGW überschritten, sind **weitergehende emissionsbegrenzende Massnahmen** zu prüfen. Dazu sind die Massnahmen auf ihre Verhältnismässigkeit und auf andere entgegengesetzte öffentliche Interessen hin zu beurteilen, sofern die Lärmschutzgesetzgebung eine Interessenabwägung zulässt.

Eine Massnahme ist **verhältnismässig**, wenn sie **geeignet**, **erforderlich** und **zumutbar** ist. Die Eignung ergibt sich daraus, dass die Emissionen tatsächlich gesenkt werden. Die Erforderlichkeit ergibt sich durch die Auswahl der zur Verfügung stehenden geeigneten Massnahmen. Grundsätzlich ist die für den Anlagebetreiber mildeste Massnahme (geringster Aufwand von Kosten und Betriebsauflagen) zu wählen. Die Frage der Zumutbarkeit muss aufgrund einer Abwägung zwischen dem Aufwand (z. B. Kosten, Betriebsbeeinträchtigungen) einer Massnahme und der Wirkung, bzw. der damit erreichten Lärmreduktion entschieden werden. Eine Massnahme ist zumutbar, wenn Aufwand und Wirkung in einem vernünftigen Verhältnis zueinanderstehen. Da sich die Notwendigkeit einer Lärmreduktion mit zunehmender Lärmbelastung erhöht, rechtfertigen sich damit auch zunehmend strengere und aufwändigere Massnahmen.

2.6 Erleichterungen

Die Vollzugsbehörde kann **Erleichterungen** gewähren, soweit die Einhaltung der massgebenden Belastungsgrenzwerte (PW oder IGW) zu einer unverhältnismässigen Belastung (insb. bez. Betriebseinschränkungen oder Kosten) für die Anlage führen würde und ein überwiegendes öffentliches, namentlich auch raumplanerisches Interesse an der Anlage besteht (Art. 17 und 25 USG). Dies bedeutet, dass vor Erteilung von Erleichterungen zu prüfen ist, ob alle vorsorglichen und verschärften Massnahmen zur Reduktion der Emissionen getroffen bzw. abgeklärt worden sind. Das Ausschliessen von Massnahmen ist entsprechend zu begründen. Die Gewährung von Erleichterungen muss somit im Einzelfall geprüft werden und kann nicht ohne nähere Prüfung auf ähnliche Fälle oder Anlagen übertragen werden. Können bei öffentlichen oder konzessionierten ortsfesten Anlagen wegen gewährten Erleichterungen die IGW (für Neuanlagen oder für wesentlich geänderte Altanlagen) oder die AW (für Altanlagen) nicht eingehalten werden, so verpflichtet die Vollzugsbehörde⁸ die Eigentümer der lärmbelasteten bestehenden Gebäude, die Fenster lärmempfindlicher Räume nach Anhang 1 LSV gegen Schall zu dämmen (Art. 10 bzw. 15 LSV). Die Kosten für diese **Schallschutzmassnahmen** trägt der Anlageninhaber (Art. 11 bzw. 16 LSV).

Abb. 2 gibt einen Überblick über die massgebenden Belastungsgrenzwerte in Abhängigkeit der Einordnung Alt-/Neuanlage und private/öffentliche oder konzessionierte Anlage und zeigt auf, in welchen Fällen Erleichterungen möglich sind.

⁸ Zuständig für den Vollzug bezüglich der Schallschutzmassnahmen sind grundsätzlich die kantonalen Vollzugsbehörden (Art. 45 Abs. 1 LSV), ausser sie delegieren diese Aufgabe an ihre Gemeinden. Bei Anlagen, wo der Bund für das Anordnen von Emissionsbegrenzungen, das Festlegen der zulässigen Lärmimmissionen und somit auch das Erteilen von Erleichterungen zuständig ist, hält diese Behörde die Notwendigkeit bezüglich Schallschutzmassnahmen in ihrem Entscheid fest. Beide Behörden stimmen ihre Massnahmen aufeinander ab (Art. 45 Abs. 4 LSV).

Abb. 2: Überblick über die lärmrechtlichen Anforderungen an Anlagen

PW = Planungswerte; IGW = Immissionsgrenzwerte; AW = Alarmwerte

AW Alarmwert						
				Erleichterungen Art. 25.2 USG	Schallschutzwfenster Art. 10 LSV	Erleichterungen Art. 25.2 USG
				Schallschutzwfenster Art. 10 LSV		
IGW Immissions- grenzwert						
				Erleichterungen Art. 25.2 USG	Schallschutzwfenster Art. 10 LSV	Erleichterungen Art. 14 LSV
				SSF Art. 15 LSV		
PW Planungswert						
				Erleichterungen Art. 14 LSV	Schallschutzwfenster Art. 10 LSV	Erleichterungen Art. 14 LSV
				SSF Art. 15 LSV		
Belastungs- grenzwerte						

Private
Anlagen

öffentliche/konzessionierte
Anlagen

Begrenzung von Lärmemissionen

soweit technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar

Art. 11.2 USG; Art. 7.1a, Art. 8.1, Art. 13.2a LSV

2.7 Gesamthafte Beurteilung von Lärmemissionen

Sind Immissionsorte von Lärm **mehrerer Industrie- und Gewerbeanlagen** betroffen, so ist nach Artikel 40 Absatz 2 1. Satz LSV für die Beurteilung auch die Summe der Lärmimmissionen zu berücksichtigen, die von diesen Anlagen ausgehen. Die Beurteilungspegel der einzelnen Anlagen werden für den zu untersuchenden Immissionsort getrennt ermittelt; die Beurteilung erfolgt dann nach der Bildung des Gesamtbeurteilungspegels. Nur für die Einhaltung der PW bei Neuanlagen werden die Lärmimmissionen der anderen, bereits bestehenden Anlagen nicht berücksichtigt; jede Anlage wird für sich allein beurteilt (Art. 40 Abs. 2 2. Satz LSV).

Müssen im Falle von IGW-Überschreitungen durch mehrere Industrie- und Gewerbeanlagen Sanierungen angeordnet werden, so sind diejenigen Anlagen zu sanieren, die wesentlich zur Überschreitung beitragen (Art. 13 LSV). Mit dieser Regelung ist es durchaus möglich, dass Anlagen saniert werden müssen, die als Einzelanlage den IGW einhalten, aber im Zusammenwirken mit anderen Industrie- oder Gewerbeanlagen diesen überschreiten. Die Sanierung muss in solchen Fällen bei jenen Anlagen einsetzen, die am meisten zur Überschreitung beitragen, die also die grössten Lärmimmissionen erzeugen.

Bei neuen oder wesentlich geänderten Anlagen sind nicht nur die von der Anlage selbst erzeugten Lärmimmissionen zu beachten. Einkaufszentren, grössere Industrieanlagen, Parkhäuser usw. erzeugen neben dem «Eigenlärm» vielfach auch erhöhte Lärmimmissionen auf dem angrenzenden Strassennetz. Solche **Mehrbeanspruchungen bestehender Verkehrsanlagen** sind nach Artikel 9 LSV in die Beurteilung mit einzubeziehen. Mehrbeanspruchungen von Verkehrswegen aufgrund neuer oder wesentlich geänderter privater Anlagen dürfen nicht dazu führen, dass die IGW überschritten werden oder – falls sie bereits überschritten sind – dass wahrnehmbar stärkere Lärmimmissionen erzeugt werden (Siehe für wahrnehmbare Lärmimmissionen Abschnitt zur wesentlichen Änderung).

2.8 Festlegen der zulässigen Lärmimmissionen

Die Vollzugsbehörde hält in ihrem Entscheid über die Erstellung, Änderung oder Sanierung einer Anlage die **zulässigen Lärmimmissionen** fest (Art. 37a Abs. 1 LSV). Steht fest oder ist zu erwarten, dass die Lärmimmissionen einer Anlage (alt oder neu) von den im Entscheid festgehaltenen Immissionen auf Dauer wesentlich (während 3 Jahren oder mehr, mindestens 1 dB) abweichen, so trifft die Vollzugsbehörde die notwendigen Massnahmen (Art. 37 Abs. 2 LSV).

3 Ermittlung und Beurteilung

3.1 Geltungsbereich Anhang 6

In Anhang 6 Ziffer 1 LSV wird festgelegt, für den Lärm welcher Anlagen die Belastungsgrenzwerte von Ziffer 2 gelten. Sie gelten für den Lärm:

- von Anlagen der Industrie, des Gewerbes und der Landwirtschaft
- des Güterumschlages bei Anlagen der Industrie, des Gewerbes und der Landwirtschaft sowie bei Bahnhöfen und Flugplätzen
- des Verkehrs auf dem Betriebsareal von Industrie- und Gewerbeanlagen sowie auf dem Hofareal von Landwirtschaftsbetrieben
- von Parkhäusern sowie von grösseren Parkplätzen ausserhalb von Strassen (z. B. Parkplätze eines Einkaufszentrums, eines grösseren Restaurants usw.)
- von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage

Daneben werden eine ganze Reihe weiterer Anlagen den Industrie- und Gewerbeanlagen gleichgestellt, namentlich Energie- Entsorgungs- und Förderanlagen, Luft- und Standseilbahnen, Skilifte, Schwimmbad- und Wärmepumpen, sowie Motorsportanlagen, die regelmässig während längerer Zeit betrieben werden. Auch der Lärm von Reparaturwerkstätten, Unterhaltsbetrieben und ähnlichen Betrieben auf Bahnarealen, zivilen und militärischen Flugplätzen und militärischen Waffen-, Schiess- und Übungsplätzen wird nach Anhang 6 LSV beurteilt.

Lärmarten, die sich wesentlich von der Natur des Industrie- und Gewerbelärms unterscheiden, wie Gaststättenlärm, Sport- und Freizeitlärm, Lärm von Recyclingsammelstellen sowie sonstigem Alltagslärm, können nicht nach Anhang 6 LSV ermittelt und beurteilt werden. Diese Lärmimmissionen werden im Einzelfall beurteilt. Dabei können entsprechende Vollzugshilfen und andere Hilfsmittel^{9, 10, 11, 12} beigezogen werden.

Auch Baulärm wird nicht nach Anhang 6 LSV beurteilt, sondern nach der Baulärm-Richtlinie.¹³ Ortsfeste Anlagen ausserhalb der Baustelle, welche der Produktion und Lagerung von Baumaterialien oder der Wartung und Reparatur von Maschinen und Geräten dienen, werden jedoch nicht nach der Baulärm-Richtlinie beurteilt, sondern gemäss Anhang 6 LSV.

9 Vollzugshilfe zur Beurteilung von Gaststättenlärm vom Cercle Bruit: www.laerm.ch > Dokumente > CB_Vollzugshilfe_Gaststaettenlaerm.pdf

10 Vollzugshilfe zur Ermittlung und Beurteilung von Sportlärm:
www.bafu.admin.ch > Themen > Thema Lärm > Fachinformationen > Ermittlung & Beurteilung > Übrige Lärmarten

11 Untersuchungsberichte zur Lärmermittlung und Beurteilung von Recyclingsammelstellen:
www.bafu.admin.ch > Themen > Thema Lärm > Fachinformationen > Ermittlung & Beurteilung > Übrige Lärmarten

12 Vollzugshilfe zur Beurteilung von Alltagslärm: www.bafu.admin.ch > Thema Lärm > Publikationen und Studien > Beurteilung Alltagslärm

13 Baulärm-Richtlinie: www.bafu.admin.ch > Thema Lärm > Publikationen und Studien > Baulärm-Richtlinie

3.2 Belastungsgrenzwerte

Die Beurteilung der Störwirkung des Lärms von Industrie- und Gewerbelärms findet anhand des Vergleiches der ermittelten Beurteilungspegel mit den massgebenden Belastungsgrenzwerten von Anhang 6 LSV statt. Die Belastungsgrenzwerte sind je nach Empfindlichkeitsstufe und Tages- (7–19 Uhr) oder Nachtzeit (19–7 Uhr) unterschiedlich:

Tab. 2: Belastungsgrenzwerte in dB(A)

Empfindlichkeitsstufen (Art. 43 LSV)	Planungswert (PW)		Immissionsgrenzwert (IGW)		Alarmwert (AW)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
I	50	40	55	45	65	60
II	55	45	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

3.3 Ermittlung des Beurteilungspegels

3.3.1 Gesamtbeurteilungspegel L_r

Der Lärm von Industrie- und Gewerbeanlagen unterscheidet sich insofern von anderen Lärmarten, als nicht nur von Betrieb zu Betrieb andere charakteristische Lärmeigenschaften feststellbar sind, sondern sogar innerhalb eines Betriebes **Phasen mit unterschiedlichem Lärmcharakter** auftreten können. Da der Gesamtlärm von Industrie- und Gewerbeanlagen sich meistens aus verschiedenen Lärmphasen i mit unterschiedlicher Ton- und Impulshaltigkeit zusammensetzt, ist bei der Bildung des Beurteilungspegels eine differenziertere Vorgehensweise notwendig, als bei den übrigen Lärmarten.

Zur möglichst störungsgerechten Ermittlung der am Immissionsort einwirkenden Belastung wird der Lärm von Industrie- und Gewerbeanlagen in seine verschiedenen **Lärmphasen i** unterteilt. Als Lärmphasen werden dabei Zeitabschnitte bezeichnet, in denen am Immissionsort hinsichtlich Schallpegelhöhe, Ton- und Impulshaltigkeit ein einheitlicher Lärm einwirkt. Erzeugt beispielsweise eine Anlage in ihrem normalen Betriebszustand einen einigermaßen gleichmässigen, sich durch keine besonderen Lärmeigenschaften auszeichnenden Betriebslärm, so wird dieser Zeitabschnitt als eine Lärmphase behandelt. Erfolgt nun in diesem Betrieb regelmässig eine Warenanlieferung, die während einer bestimmten Zeit schlagenden und scheppernden Lärm erzeugt, so wird diese Zeit der Warenanlieferung als eine weitere Lärmphase behandelt. Treten bei diesem Betrieb keine weiteren besonderen Lärmphasen auf, so stützt sich die Beurteilung auf diese zwei Lärmphasen. Jede Lärmphase wird separat beurteilt, insbesondere in Bezug auf die Pegelkorrekturen K . Der Beurteilungspegel des Gesamtbetriebes L_r wird berechnet, indem die **Teilbeurteilungspegel $L_{r,i}$** der verschiedenen Lärmphasen energetisch addiert werden.

In allgemeiner Form wird diese Ermittlungsvorschrift des Beurteilungspegels für den Industrie- und Gewerbelärm wie folgt geschrieben:

$$L_r = 10 \times \log \sum 10^{L_{r,i}/10}$$

Ein Beispiel zur Einteilung von Lärmimmissionen in Lärmphasen i und die Ermittlung des Beurteilungspegels L_r befindet sich im Kapitel 4.1.

3.3.2 Teilbeurteilungspegel $L_{r,i}$

Wie bei den meisten andern Lärmarten ist das zur Beurteilung verwendete Lärmbelastungsmass ein Beurteilungspegel, der sich aus einem **Mittelungspegel Leq** sowie den jeweils massgebenden **Pegelkorrekturen K** zusammensetzt. Der Teilbeurteilungspegel $L_{r,i}$ für die Lärmphase i wird gemäss Anhang 6 LSV wie folgt gebildet:

$$L_{r,i} = Leq,i + K1,i + K2,i + K3,i + 10 \times \log(t_i/t_o)$$

Dabei bedeuten:

Leq,i A-bewerteter Mittelungspegel während der Lärmphase i

Pegelkorrekturen:

$K1,i$ berücksichtigt die Art der Anlage und der Zeitpunkt der Lärmphase i

$K2,i$ berücksichtigt die Tonhaltigkeit der Lärmphase i

$K3,i$ berücksichtigt die Impulshaltigkeit der Lärmphase i

$10 \times \log(t_i/t_o)$ berücksichtigt die Dauer der Lärmphase i , dabei ist

t_i durchschnittliche tägliche Dauer der Lärmphase i in Minuten bzw. Stunden

t_o Bezugszeit ($t_o = 720$ Minuten bzw. 12 Stunden)

i Lärmphasen, d. h. Zeitabschnitte, an denen am Immissionsort ein nach Schallpegelhöhe, sowie Ton- und Impulsgehalt einheitlicher Lärm wirkt.

Die Lärmbeurteilung bezieht sich stets auf die Geräusche der betroffenen Anlage. Bei der Ermittlung des Mittelungspegels— ob in der Prognosephase oder bei Messungen an existierenden Anlagen — werden **Fremdgeräusche** wie z. B. Wind, Wasser oder Verkehrslärm akustisch nicht berücksichtigt. Lediglich bei der Festlegung der immissionsortspezifischen Korrekturpegel $K2,i$ und $K3,i$ können dauerhaft wahrnehmbare Fremdgeräusche berücksichtigt werden (Siehe dazu das Beispiel zu Windenergieanlagen im Kap. 4.14).

Untersuchungen haben gezeigt, dass der variable Charakter von Industrie- und Gewerbelärm generell störender wirkt als dies durch den reinen Mittelungspegel abgebildet wird. Diese Erkenntnis hat zu den in Tabelle 3 beschriebenen Werten für die **Pegelkorrektur $K1,i$** geführt. Die Pegelkorrektur bezieht sich grundsätzlich auf die entsprechende Lärmphase und ihrer Wahrnehmbarkeit/Hörbarkeit am Immissionsort.

Tab. 3: Pegelkorrektur $K1$ für die Lärmphase i gemäss Anhang 6 LSV

Pegelkorrektur $K1$ für die Lärmphase i	Tag	Nacht
von Anlagen der Industrie, ¹⁴ des Gewerbes und der Landwirtschaft	+5	+5
des Güterumschlages bei Anlagen der Industrie, des Gewerbes und der Landwirtschaft sowie bei Bahnhöfen und Flugplätzen	+5	+5
des Verkehrs auf dem Betriebsareal von Industrie- und Gewerbeanlagen sowie auf dem Hofareal von Landwirtschaftsbetrieben	0	0
von Parkhäusern sowie von grösseren Parkplätzen ausserhalb von Strassen	0	+5
von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlageanlagen	+5	+10

¹⁴ Inklusive Energie-, Entsorgungs- und Förderanlagen, Luft- und Seilbahnen, Skilifte sowie Motorsportanlagen, die regelmässig während längerer Zeit betrieben werden.

Als besonders störend wirken sich tonhaltige Lärmereignisse aus, wie sie z. B. bei Ventilatoren auftreten können. Unter **Tonhaltigkeit** versteht man, wenn einzelne Töne aus dem übrigen Geräusch herausgehört werden können. Um solche tonhaltigen Geräusche angemessen beurteilen zu können, gibt es die **Pegelkorrektur K2**. Der Betrag der Pegelkorrekturen K2 ist abhängig von der Hörbarkeit der Tonhaltigkeit der Lärmphase am Immissionsort.

Ebenso zu erhöhter Belästigung führen impulshaltige, schlagende Geräusche. Beispielhaft sei hier der Lärm des Schmiedens in einer Schlosserei oder das Auf- und Abladen von Metallteilen in einem Industriewerk erwähnt. Um solche **impulshaltigen Geräusche** störungsgerecht beurteilen zu können, gibt es die **Pegelkorrektur K3**. Die Höhe der Pegelkorrektur ist abhängig von Impulsen der Lärmphase i am Immissionsort.

Die **Pegelmzuschläge** für K2 und K3 erfolgen auf der Basis von einem nicht hörbaren (0), schwach hörbaren (+2), deutlich hörbaren (+4) und stark hörbaren (+6) Ton- resp. Impulsgehalt. Sie werden im konkreten Fall nach den oben benannten Kriterien von den Vollzugsbehörden bzgl. Immissionsort festgelegt. Die Pegelkorrektur zu Ton- und Impulshaltigkeit gemäss Anhang 6 LSV beruhen auf der Einschätzung der Hörbarkeit durch die Vollzugsbehörde am Immissionsort.

Der letzte Term $10 \times \log(t_i/t_o)$ berücksichtigt die **Dauer einer Lärmphase**. Es stellt eine Mittelung über die massgebliche Betriebszeit dar. Je länger ein Geräusch im Mittel dauert, desto störender soll es beurteilt werden. Die Korrektur wird aus dem Verhältnis der effektiven, täglichen Betriebsdauer t_i zur maximal möglichen Betriebszeit t_o von 12 Stunden bzw. 720 Minuten pro Tag/Nacht berechnet.

$$10 \times \log(t_i/t_o)$$

3.3.3 Dauer der Lärmphasen t_i und Betriebstage B

Zur Bildung des Beurteilungspegels ist die Kenntnis der **durchschnittlichen täglichen Dauer t_i** der verschiedenen Lärmphasen i notwendig. Als Ausgangsgrösse zur Ermittlung von t_i , dient die **jährliche Gesamtdauer T_i** während der Lärmimmissionen der Phase i einwirken. Im Gegensatz zu andern Lärmarten, wo die Durchschnittsbildung über das ganze Jahr erfolgt, wird die durchschnittliche tägliche Dauer nur über die Zeit gebildet, in der der Industrie- oder Gewerbebetrieb wirklich in Betrieb ist. Massgebend ist grundsätzlich die Anzahl der **jährlichen Betriebstage B der gesamten Anlage** und nicht die Betriebstage der Lärmphase i.

Die durchschnittliche Dauer t_i berechnet sich demnach wie folgt:

$$t_i = T_i / B$$

Bei einer Anlage, die in einem Ganzjahresbetrieb während 7 Tage pro Woche betrieben wird, wird über 365 Tage gemittelt. Würde die gleiche Anlage nur an 5 Tagen pro Woche betrieben werden, wäre die Anzahl der jährlichen Betriebstage, über die die Durchschnittsbildung zu erfolgen hätte, 260 Tage. Dabei ist noch zwischen Tages- und Nachtbetrieb zu unterscheiden. Emissionen zwischen 19 und 7 Uhr werden dem Nachtbetrieb zugeschrieben. So gilt bei einer Anlage mit einem Ganzjahresbetrieb von 7 Arbeitstagen pro Woche mit Betriebszeiten 7 bis 21 Uhr, 365 Betriebstage am Tag, wie auch in der Nacht (B_{Tag} und B_{Nacht}). B_{Tag} und B_{Nacht} muss jedoch nicht zwangsweise gleich gross sein, da der Tag und die Nacht separat beurteilt werden (z.B. beschränkter Nachtbetrieb einer Seilbahnanlage).

Bei der Ausarbeitung dieser Bestimmung wurde bewusst auf das Ziel hingearbeitet, die reale Störwirkung einer Anlage zu erfassen. Das heisst auch Anlagen mit nur einem **saisonalen Betrieb** werden nach der verursachten Störwirkung während des Betriebes beurteilt. Unter anderem auch die Erfahrungen im Zusammenhang mit Heubelüftung, Ventilatoren und Kühlaggregaten führten zu einer solchen Regelung. Mit dieser Regelung soll verhindert werden, dass eine Anlage, die beispielsweise nur einige wenige Wochen pro Jahr in Betrieb ist, den erzeugten Lärm für die Beurteilung auf das ganze Jahr verteilen kann. So wird erreicht, dass Anlagen, die aus der Sicht der Lärmbekämpfung nicht mehr dem heutigen Stand der Technik entsprechen und deshalb während ihres Betriebs zu einer erheblichen Störung des Wohlbefindens der Bevölkerung führen, auch dementsprechend beurteilt werden.

Bei der Beurteilung der Verhältnismässigkeit einer Massnahme kann die Anzahl Betriebstage berücksichtigt werden. Was für einen Ganzjahresbetrieb durchaus als verhältnismässige Massnahme betrachtet werden muss, kann für einen beschränkten «saisonalen» Betrieb unter Umständen unverhältnismässig sein, weil die Massnahme beispielsweise zu teuer ist im Verhältnis zum Nutzen.

Dieses Beurteilungsvorgehen mit Einbezug der Betriebstage verliert dann seine Berechtigung, wenn die Zahl der Betriebstage B so klein ist (Grössenordnung 10 Tage), dass eigentlich von **Einzelergebnissen** während des Jahres gesprochen werden muss. In solchen Fällen ist eine Beurteilung nach Anhang 6 LSV nicht störungsgerecht. Deshalb muss der Einzelfall direkt gestützt auf Art. 15, 19 und 23 USG bewertet werden.

Grenzen gibt es auch bei der Anwendung der Betriebstage B bei Anlagen, bei welchen während einer kurzen Zeit eine Lärmquelle im Einsatz ist, die im Unterschied zu den restlichen Lärmquellen sehr viel lauter ist (**kurze und dominante Lärmphasen**). Das Bundesgericht hat es bei einem mobilen Brecher als unzulässig angesehen, dass der Lärm des sehr viel lautereren Brechers über die gesamten Betriebstage des Bauschutttaufbereitungsplatzes energetisch gemittelt werden darf (Urteil 1C_237/2011 des Bundesgerichts vom 6. Juni 2012). Als Teil einer Gesamtanlage würde der Brecher weniger streng beurteilt, als wenn er für sich alleine beurteilt werden würde. Gemäss bundesgerichtlicher Rechtsprechung ist in diesem Fall der Lärm des Brechers nur über seine eigentliche Einsatzzeit energetisch zu mitteln (vgl. Beurteilungsbeispiel 4.10).

3.3.4 Beurteilungszeiten

Grundsätzlich ist der Beurteilungspegel sowohl für den Tag als auch für die Nacht zu bestimmen, wobei es zu beachten gilt, dass der **Tag** von **7 bis 19 Uhr** und die **Nacht** von **19 bis 7 Uhr** dauert. Bei Industrie- und Gewerbebetrieben, die vor 7 Uhr mit der Arbeit beginnen oder die den Betrieb bis nach 19 Uhr aufrechterhalten, sind die in dieser Zeit erzeugten Lärmemissionen zum Nacht-Mittelungspegel zu zählen. Eine Mischrechnung zwischen Tag- und Nachtbetrieb ist nicht konform mit Anhang 6 LSV. Dabei spielt es keine Rolle, ob der Betrieb über eine Nachtarbeitsbewilligung nach Arbeitsgesetz verfügt oder nicht. Die Immissionsschutz-Vorschriften sind unabhängig von Arbeits- und Betriebsvorschriften einzuhalten.

4 Fallbeispiele

Dieses Kapitel enthält eine Sammlung von konkreten Fragestellungen aus der Praxis. Die Antworten zeigen in unterschiedlicher Tiefe auf, wie eine bundesrechtlich konforme Beurteilung aussehen kann. Die vorgestellten Lösungsansätze lassen jedoch genügend Spielraum offen für eine kantonale Vollzugspraxis.

Folgende Themen werden nachfolgend behandelt:

- 4.1 Ermittlung von Teilbeurteilungspegeln L_{ri} und des Beurteilungspegels L_r
- 4.2 Güterumschlag in der Nacht
- 4.3 Betriebseinschränkung als vorsorgliche Massnahmen
- 4.4 Wohnen auf Industrieareal (ES IV)
- 4.5 Geltung der Belastungsgrenzwerte
- 4.6 Tieffrequente Geräuschemissionen
- 4.7 Anbau eines neuen Anlageteils
- 4.8 Änderungen der Betriebszeiten einer Anlage
- 4.9 Überdeckung einer Garageneinfahrt
- 4.10 Mobiler Brecher auf Werkhofareal
- 4.11 Beurteilung eines Landwirtschaftsbetriebs
- 4.12 Industrieanlage mit Prozessabluft
- 4.13 Ersatz einer Seilbahnanlage
- 4.14 Beurteilung von Windenergieanlagen
- 4.15 Beurteilung des Wasserrücklaufs eines Wasserkraftwerks
- 4.16 Errichten eines neuen Unterwerks
- 4.17 Installation einer neuen Wärmepumpe
- 4.18 Erneuerung einer Hochspannungsleitung

Weitere Informationen zur Beurteilung von spezifischen Industrie- und Gewerbeanlagen befinden sich auf der Webseite vom BAFU,¹⁵ sowie auf der Webseite des Cercle Bruit Schweiz¹⁶ unter «Vollzugsordner».

¹⁵ Ermittlung und Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm:
www.bafu.admin.ch > Thema Lärm > Fachinformationen/ > Ermittlung & Beurteilung > Industrie- und Gewerbelärm

¹⁶ Vollzugsordner Cercle Bruit: www.cerclebruit.ch

4.1 Ermittlung von Teilbeurteilungspegeln $L_{r,i}$ und des Beurteilungspegels L_r

Sachverhalt

Bei einer Gewerbeanlage finden verschiedene Arbeitsprozesse statt, welche Lärm verursachen. Die Lärmimmissionen, die zwischen 7 und 19 Uhr auftreten, sind in der Tabelle 4 zusammengestellt:

Tab. 4: Beschreibung der Lärmimmissionen

Lärmphase	Beschreibung der Lärmimmission	Dauer [h]	Leq (dB[A])
1	Zu- und Wegfahrten auf dem Betriebsareal bei Betriebsbeginn und -ende.	1	65,6
2	Warenanlieferungen (Lärm mit stark hörbarem Impulsgehalt).	1	71,0
3	«normaler» Betriebslärm ohne besondere Kennzeichen.	7,5	61,0
4	Lärm einer Produktionsanlage, sporadischer Betrieb (insgesamt ca. 2h/Tag) Lärm mit schwach hörbarem Tongehalt.	2	63,0

Frage

Wie werden die Teilbeurteilungspegel $L_{r,i}$ und anschliessend daraus der Beurteilungspegel L_r bestimmt?

Antwort

Aus der Tabelle 4 ist zu entnehmen, dass die Lärmeinwirkungen mit vier Lärmphasen beschrieben werden können. Entsprechend ist eine Berechnung der vier Teilbeurteilungspegel durchzuführen, wobei die Pegelkorrekturen gemäss Anhang 6 LSV festzulegen sind. Anschliessend kann aus den Teilbeurteilungspegeln der Beurteilungspegel des Gewerbebetriebes ermittelt werden. Aus der Tabelle 5 kann der Werdegang der Berechnung nachvollzogen werden.

Tab. 5: Berechnung der Teilbeurteilungspegel $L_{r,i}$

Lärmphase	Dauer t_i [h]	t_i/t_0 ($t_0 = 12h$)	Leq (dB[A])	K1,i	K2,i	K3,i	$10 \times \log(t/t_0)$	Teilbeurteilungspegel $L_{r,i}$ (dB[A])
1	1,0	0,083	65,6	0	0	0	-10,8	54,8
2	1,0	0,083	71,0	5	0	6	-10,8	71,2
3	7,5	0,625	61,0	5	0	0	-2,0	64,0
4	2,0	0,166	63,0	5	2	0	-7,8	62,2

Der Beurteilungspegel L_r berechnet sich nun durch energetische Addition aus den vier Teilbeurteilungspegeln $L_{r,1}$ bis $L_{r,4}$.

$$L_r = 10 \times \log (10^{L_{r,1}/10} + 10^{L_{r,2}/10} + 10^{L_{r,3}/10} + 10^{L_{r,4}/10})$$

$$L_r = 10 \times \log (10^{5,48} + 10^{7,12} + 10^{6,4} + 10^{6,22}) = 72,5 \text{ dB(A)}$$

Der Beurteilungspegel $L_r = 72,5 \text{ dB(A)}$ wird vom Lärm des Warenumschlages (Lärmphase 2) dominiert. Lärmreduzierende Massnahmen sind dort anzusetzen.

4.2 Güterumschlag in der Nacht

Sachverhalt

Ein neuer Frischproduktbetrieb in der Kernzone beginnt mit dem Güterumschlag ab 3 Uhr morgens für eine Stunde (subjektiv bedeutende unberechenbare Störungen). Wird die zeitliche Mittelung über die ganze Nacht berücksichtigt (Betriebszeitkorrektur: $10 \times \log [1/12] = -10,8 \text{ dB [A]}$) wird der PW eingehalten.

Fragen

- a) Muss dem Betrieb eine Betriebszeitkorrektur zugestanden werden?
- b) Sind die verschärfte Emissionsbegrenzung nach Art. 11 Abs. 3 USG anzuordnen?

Antworten

- a) Die Beurteilung erfolgt vorliegend nach Anhang 6 LSV (siehe Ziff. 1 Bst. b Anhang 6 LSV) und der Mittelungspegel der Lärmphase ist über die gesamte Nacht (12 Stunden) zeitlich zu mitteln. Falls der Güterumschlag nicht jede Nacht stattfindet und der Betrieb ansonsten keinen relevanten weiteren Lärm in der Nacht (19–07 Uhr) verursacht, so sind für die Summe der jährlichen Betriebstage für die Nacht B_{Nacht} nicht die jährlichen Betriebstage für den Tag B_{Tag} zu verwenden, sondern die Summe der Nächte an denen die relevante Güterumschlaglärmissionen verursacht werden.
- b) Die verursachten Emissionen beim Güterumschlag sind bereits im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist (Art. 11 Abs. 2 USG bzw. Art. 7 Abs. 1 oder Art. 8 Abs. 1 LSV). Technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar sind in der Regel lärmbegrenzende Kunststoffmatten im Abladebereich, sowie die Schulung der Mitarbeitenden, lärmarm zu arbeiten. Bei Betrieben mit täglichem Güterumschlag sollte der Umschlagbereich abgeschlossen gestaltet werden. Eine weitere Massnahme im Sinne der Vorsorge ist der Ersatz von tonalen Rückfahrwarnsystemen mit lärmärmeren Alternativen (Breitband-Alarme oder Rückfahrkameras) zu prüfen oder Fahrzeuge die den PIEK-Standard¹⁷ einhalten. Verschärfte Emissionsbegrenzungen nach Art. 11 Abs. 3 USG sind nur anzuordnen, wenn die IGW für Altanlagen, bzw. die PW für Neuanlagen trotz der Umsetzung der vorsorglichen Massnahmen überschritten sind.

4.3 Betriebseinschränkung als vorsorgliche Massnahmen

Sachverhalt

In unmittelbarer Nähe von Wohnungen soll eine Autowaschanlage mit Selbstbedienungs-Lanzen eingerichtet werden. Die PW werden eingehalten. Die Anlage wird während 24 Stunden an allen Wochentagen betrieben.

Frage

- a) Sind Betriebszeiteinschränkungen von 22–6 Uhr zulässig?

¹⁷ www.piek-international.com

Antwort

- a) Solche Betriebszeiteinschränkungen sind grundsätzlich zulässig, sofern sie eine technisch und betrieblich mögliche und wirtschaftlich tragbare Massnahme darstellen. Selbst wenn die PW eingehalten werden, können die Betriebszeiten eingeschränkt werden, da die Erfahrung zeigt, dass damit besonders störende Einzelereignisse – sowie Sekundärlärm wie Automusik, etc. während der Nacht verhindert werden können und die Massnahme auch wirtschaftlich tragbar ist. Ohne auf Spezialfälle einzugehen, sind die wirtschaftlichen Verluste durch solche Massnahmen in der Regel gering oder null, da davon ausgegangen werden kann, dass der Betrieb – und damit der Umsatz – hauptsächlich während der Zeit von 6 bis 22 Uhr stattfindet. Eine solche Betriebseinschränkung ist daher in den meisten Fällen wirtschaftlich tragbar und verhältnismässig.

4.4 Wohnen auf Industrieareal (ES IV)

Sachverhalt

Ein Frischproduktebetrieb, welcher in der ES IV liegt, verursacht während 24 Stunden Lärmemissionen. Auf dem Betriebsareal befindet sich zudem ein Mehrfamilienhaus. Die Wohnungen sind betriebsfremden Personen vermietet.

Frage

- a) Müssen die massgebenden Grenzwerte bei den Wohnungen des Mehrfamilienhauses eingehalten werden?

Antwort

- a) Als Betriebsareal ist nicht die Fläche der Parzelle zu verstehen, sondern die effektiv für den Betrieb beanspruchte Fläche, auf der ein enger räumlicher und funktioneller Zusammenhang zwischen den einzelnen Lärmquellen besteht.
- Obwohl das Mehrfamilienhaus auf der Parzelle des Betriebes steht, handelt es sich dabei nicht um zum Betrieb gehörende Wohnungen gemäss Art. 1 Abs. 3 Bst. a LSV. Nur wenn Personal dort wohnen muss (z. B. aus Betriebs- oder Sicherheitsgründen), gilt die LSV nicht.
- Die Bewohner des Mehrfamilienhauses sind daher gemäss USG und LSV vor dem verursachten Lärm zu schützen und es müssen die Belastungsgrenzwerte der zugeordneten Empfindlichkeitsstufe (hier ES IV) eingehalten werden.

4.5 Geltung der Belastungsgrenzwerte

Sachverhalt

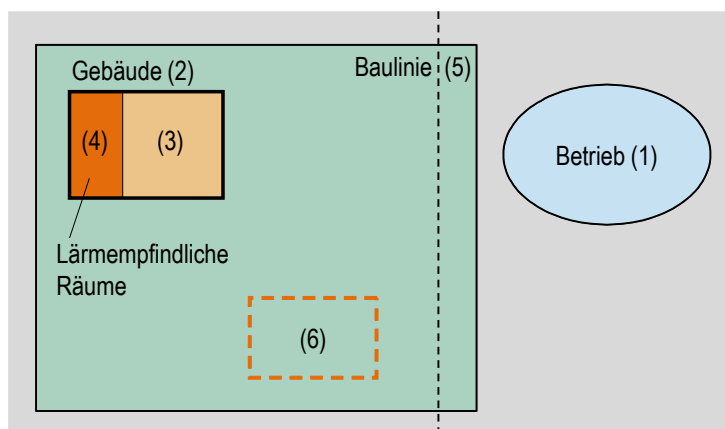
Auf einer Parzelle soll ein Betrieb (1) erstellt werden, der bedeutenden Lärm verursacht. Beim Gebäude (2) auf der Nachbarparzelle (Mischzone ES III) wird im näher gelegenen und derzeit unbewohnten Gebäudeteil (3) der Grenzwert überschritten, im entfernteren, bewohnten Teil (4) jedoch nicht. Die Situation ist in Abbildung 3 dargestellt.

Fragen

- a) Wo muss der Lärmverursacher die Grenzwerte einhalten? Dort wo nach dem Bau- und Planungsrecht Wohnraum geschaffen werden kann (Baulinie, 5) oder nur beim genutzten Wohnteil (4)?

- b) Wie sieht es aus, wenn das Gebäude unbewohnt und baufällig ist und im laufenden Jahr ein Projekt zu erwarten ist, welches vorwiegend Wohnnutzungen vorsieht?
- c) Was passiert, wenn zu einem späteren Zeitpunkt auf der bisher nur teilweise bebauten Wohnparzelle (6) ein Neubau oder ein Umbau stattfindet und damit neu lärmempfindliche Räume näher an der Lärmquelle oder sogar bis an der Baulinie (5) entstehen? Muss beim Neubau nur noch der IGW am Fenster eingehalten werden? Muss die Lärmquelle saniert werden? Welche Rolle spielt die Art der lärmigen Anlage (private, öffentliche, konzessionierte Anlage)?

Abb. 3: Übersichtsplan



Antworten

- a) Art. 39 Abs. 1 LSV legt fest, dass bei Gebäuden die Lärmimmissionen in der Mitte des offenen Fensters lärmempfindlicher Räume zu ermitteln ist. Grundsätzlich ist die massgebende Nutzung des Gebäudes durch die Baugenehmigung festgelegt. Ob das Gebäude zurzeit bewohnt ist oder nicht, spielt keine Rolle. Die Grenzwerte müssen daher dort eingehalten werden, wo gemäss Baugenehmigung im Gebäude lärmempfindliche Räume vorgesehen, bzw. möglich sind. Bei einer bebauten Parzelle kann die Einhaltung der Belastungsgrenzwerte auf der Baulinie nicht gefordert werden. Zwar wäre es bei grösseren Parzellen möglich, weitere Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen (6) zu erstellen oder ein bestehendes Gebäude bis auf die Baulinie (5) vorzuziehen. Doch ist der Ort der Ermittlung am offenen Fenster durch Art. 39 Abs. 1 LSV festgelegt (vgl. dazu Urteil 1A.283/2004 des Bundesgerichts vom 5. August 2005). Art. 36 LSV legt fest, dass die Ermittlung der Lärmbelastung vorzunehmen ist, wenn Grund zur Annahme besteht, dass die massgebenden Belastungsgrenzwerte überschritten oder ihre Überschreitung zu erwarten ist. Zu berücksichtigen sind dabei die Zu- und Abnahmen der Lärmimmissionen wegen der Errichtung, Änderung oder Sanierung ortsfester Anlagen, insbesondere wenn entsprechende Projekte im Zeitpunkt der Ermittlung bereits bewilligt oder öffentlich aufgelegt worden sind. Ebenfalls zu berücksichtigen sind Zu- und Abnahmen der Lärmimmissionen wegen der Errichtung, der Änderung oder dem Abbruch anderer Bauten, wenn die Projekte im Zeitpunkt der Ermittlung bereits öffentlich aufgelegt sind.
- b) Wie bereits dargelegt, werden teilweise überbaute Parzellen wie bebaute Parzellen behandelt. Wenn aber feststeht, dass das baufällige Haus abgerissen wird und das neue mit hinreichender Bestimmtheit (Baubewilligung oder mindestens öffentliche Auflage des neuen Projekts) gebaut wird, so berücksichtigt man das geplante und mindestens öffentlich aufgelegte Projekt. Im erwähnten Beispiel ist daher der von der projektierten Anlage ausgehende Lärm beim geplanten Wohnprojekt zu ermitteln. D. h. der Lärmverursacher muss die Grenzwerte beim neu vorgesehenen Projekt mit Wohnnutzung einhalten, auch wenn dieses noch gar nicht erstellt ist.

-
- c) Wenn die Wohnparzelle durch einen Neu- oder Anbau intensiver genutzt werden soll, kann dies nur bewilligt werden, wenn bei den neuen lärmempfindlichen Räumen die Immissionsgrenzwerte eingehalten sind. Davon kann nur abgewichen werden, wenn an dem Projekt ein überwiegendes Interesse besteht und die kantonale Behörde zustimmt. Die Grundeigentümer tragen die Kosten für die Massnahmen (Art. 31 LSV), bzw. die Lärmquelle muss nicht aufgrund dieses Neu- oder Anbaus saniert werden. Die Art der Anlage (öffentlich, konzessioniert, privat) spielt dabei keine Rolle.

Weitere Informationen

- *Vollzugshilfe 6.10 Neue Wohnnutzung neben existierenden Neuanlagen von Industrie- und Gewerbe, Cercle Bruit Schweiz Schweiz, 2019.*

4.6 Tieffrequente Geräuschemissionen

Sachverhalt

Ein Blockheizkraftwerk erfüllt die Bestimmungen der LSV. Trotzdem führt es im Frequenzbereich von 80 Hz zu Störungen.

Fragen

- Ist ausschliesslich nach den Grenzwertvorgaben der LSV zu beurteilen?
- Kann die Vollzugsbehörde zusätzlich die DIN 45680 (tieffrequente Geräuschemissionen) im Vollzug anwenden?

Antworten

- Beim Blockheizkraftwerk handelt es sich um eine Anlage, deren Lärmimmissionen nach Anhang 6 LSV zu beurteilen sind. Bei tieffrequentem Schall um 80 Hz ist grundsätzlich von einer starken Tonhaltigkeit auszugehen (80 Hz entsprechen etwa dem Grundtonbereich einer tiefen Männerstimme). Als Korrekturfaktor für die Tonhaltigkeit kann daher $K_{2,i} = 6$ gewählt werden, vorausgesetzt der störende Schall ist am Beurteilungsort stark hörbar.
- Die DIN 45680 kann herangezogen werden (Quantifizierung der Störung mittels der Differenz $L_{Ceq} - L_{Aeq}$ und der Terzbandanalyse mit Vergleich zugehöriger Hörschwelle) um entsprechende Massnahmen festzulegen (bei welchen Frequenzen treten Störungen auf bzw. sind die Lärmemissionen zu begrenzen). Falls die Belästigungen durch abgestrahlten Körperschall erzeugt werden, kommt nicht die LSV zur Anwendung, sondern es ist eine Einzelfallbeurteilung gemäss Art. 15 USG vorzunehmen.

4.7 Anbau eines neuen Anlageteils

Sachverhalt

Auf dem Gelände einer 1970 errichteten Industrieanlage wird eine neue Produktionshalle gebaut, um die Produktionskapazität zu erhöhen. Der alte Teil wird im bisherigen Rahmen weitergenutzt.

Frage

- Welche Grenzwerte muss die Produktionsanlage einhalten bzw. ist die neue Halle Teil der bestehenden Anlage oder ist sie als Neuanlage zu betrachten?

Antwort

- a) Unabhängig von der bestehenden Lärmbelastung und von der rechtlichen Einteilung der Anlage sind die Emissionen im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist (Art. 11 Abs. 2 USG). Bei der bestehenden Anlage muss abgeklärt werden, ob die Erweiterung eine unwesentliche oder eine wesentliche Änderung oder sogar eine übergewichtige Erweiterung einer bestehenden ortsfesten Anlage darstellt. Die Kriterien für die lärmrechtliche Einteilung sind in Abbildung 1 beschrieben.

Falls es sich um eine wesentliche Änderung der Anlage handelt, sind mindestens die IGW einzuhalten. Beim Bau eines neuen Anlageteils können aufgrund der heutigen technischen Entwicklung in gewissen Fällen tiefere Lärmpegel als die massgebenden Grenzwerte erreicht werden. Die Emissionen sind in solchen Fällen im Sinne der Vorsorge zu reduzieren.

4.8 Änderungen der Betriebszeiten einer Anlage

Sachverhalt

Ein Industriebetrieb (Altanlage) stellt seine Produktion von einem Tagesbetrieb auf einen 24-Stunden-3-Schichtbetrieb um.

Fragen

- a) Welche Anforderungen muss der Betrieb neu einhalten?
b) Was wäre, wenn der Betrieb lediglich die Produktion von 5 auf 7 Tage umstellen würde?

Antworten

- a) Unabhängig von der bestehenden Lärmbelastung sind die Emissionen im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist (Art. 11 Abs. 2 USG). Bei einer Umstellung von einem Tages- auf einen 3-Schichtbetrieb ist grundsätzlich von einer übergewichtigen Erweiterung auszugehen, da der Betrieb nun auch Lärm in der vorher unbelasteten Nacht verursacht. Der Betrieb wird daher wie eine Neuanlage behandelt und muss seine Emissionen am Tag und in der Nacht mindestens so weit begrenzen, dass die PW eingehalten sind.
- b) Bei der Umstellung von einer 5-Tages- auf eine 7-Tagesproduktion ist hingegen eher von einer wesentlichen Änderung auszugehen. Die Emissionen sind vorsorglich so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist (Art. 11 Abs. 2 USG). Zudem sind die Emissionen mindestens so weit zu begrenzen, dass die IGW eingehalten sind. Da mit der Umstellung des Betriebs meistens auch technische Änderungen vorgenommen werden, kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund der heutigen technischen Entwicklung in vielen Fällen tiefere Pegel als die massgebenden Grenzwerte möglich sind. In diesen Fällen ist der tatsächliche Immissionspegel angemessen zu reduzieren und im Entscheid festzuhalten (Art. 37a LSV).

4.9 Überdeckung einer Garageneinfahrt

Sachverhalt

Geplant sind fünf Einfamilienhäuser mit einer gemeinsamen Einstellgarage. Die Nachbarn machen Beschwerde beim Gericht, dass die Einfahrt zur geplanten Unterflurgarage teilweise zu überdecken sei. Die prognostizierte Lärmbelastung durch die Garage liegt gemäss dem Lärmgutachten bei den Nachbarn deutlich unter dem PW

der ES II (Tag: 55 dB(A); Nacht: 45 dB(A)). Am Tag wird mit maximal 40 dB(A) und in der Nacht mit 41 dB(A) bei den nächsten lärmempfindlichen Räumen gerechnet. Die Überdeckung der Garageneinfahrt würde zu einer Lärmreduktion von 4 dB bei den nächsten lärmempfindlichen Räumen führen. Die Mehrkosten für die zusätzliche Überdachung belaufen sich auf rund 50 000 Fr.

Frage

- a) Ist es technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar gemäss Art. 7 Abs. 1 Bst. a LSV die Einfahrt zur Unterflurgarage teilweise zu überdecken?

Antwort

- a) Das Bundesgericht stützte das kantonale Verwaltungsgericht, welches zwar die beträchtliche Lärmreduktion der Massnahme von 4 dB(A) würdigt, aber die zusätzlichen Kosten für die Überdachung als unverhältnismässig bzw. nicht wirtschaftlich tragbar im Sinn von Art. 7 Abs. 1 Bst. a LSV eingestuft hat. Dies da die PW deutlich eingehalten sind (vgl. Urteil 1C_76/2014 vom September 2014).

4.10 Mobiler Brecher auf Werkhofareal

Sachverhalt

Ein Bauunternehmer betreibt auf dem Areal seines Werkhofes (ES IV) dreimal pro Jahr während einer Woche (d. h. an 15 Tage für jeweils ca. 8 Stunden) einen eingemieteten, mobilen Brecher. Der Schallleistungspegel des Brechers ist 112 dB(A). Der Werkhofbetrieb, mit Baujahr 1999, verursacht während der akustischen Tageszeit an 250 Tagen pro Jahr Lärm. Folgende weitere Maschinen werden auf dem Werkhof betrieben:

Tab. 6: Übersicht über die eingesetzten Maschinen

Lärmquelle	Schallleistungspegel	Betriebszeit
Brecher	112 dB(A)	120 Stunden/Jahr
Radlader	105 dB(A)	2 Stunden/Tag
Material-Ablad-LKW	107 dB(A)	10 Minuten/Tag

Die nächsten Immissionsorte liegen in der ES IV und befinden sich in 100 m Entfernung.

Fragen

- a) Wird der Brecher getrennt vom Werkhof als Lärmquelle beurteilt oder wird die Betriebszeit des Brechers als ein Teil des Gesamtbetriebs betrachtet und dadurch eine Mittelung über 250 Tagen vorgenommen?
- b) Wie hoch sind die Lärmimmissionen?

Antworten

- a) Zur Frage, ob der mobile Brecher als eigenständige Lärmquelle beurteilt werden muss oder als Teil des Gesamtbetriebes, hat sich das Bundesgericht in seinem Urteil 1C_237/2011 vom 6. Juni 2012 bereits geäussert:

Das Bundesgericht sieht die zeitliche Mittelung der Lärmimmissionen des Brechers über die gesamte Betriebszeit des Werkhofes nicht in jedem Fall als störungsgerecht an. Grundsätzlich bejaht es zwar die Beurteilungsmethode, bei welcher der Lärm zeitlich gemittelt wird und somit auch kurzzeitig Lärmspitzen vorkommen können, welche allenfalls über dem Dauerschallpegel einer erheblichen Störung (IGW) liegen. Das Bundesgericht hat mit dem Entscheid zum Brecher jedoch darauf verzichtet, ein allgemein gültiges Kriterium festzulegen, ab wann eine kurze, aber dominante Lärmphase nicht mehr über die Betriebsphase der gesamten Anlage gemittelt werden darf, sondern gesondert beurteilt werden muss. Es hält lediglich fest, dass die 36 Betriebstage à 8 Stunden des Brechers im Bundesgerichtsfall deutlich zu viel sind für eine zeitliche Mittelung über die Betriebstage des Werkhofs.

Aus dem Bundesgerichtsfall lassen sich zwei Kriterien ableiten, welche erfüllt sein müssen, damit eine gesonderte Beurteilung einer kurzen dominanten Lärmphase angebracht ist:

- Dominanz der Lärmphase:
 - Die Immissionen der dominanten Lärmphase müssen über dem PW liegen, da die PW ansonsten eingehalten werden können, unabhängig davon, ob die Lärmquelle separat oder als Teil der Gesamtanlage betrachtet wird.
 - Der Lärmimmissionen der kritischen Lärmquelle müssen deutlich höher liegen als die Immissionen der restlichen Lärmquellen. Im oben erwähnten Gerichtsfall war der Brecher um 7 dB(A) lauter als der übrige Lärm.
- Länge der Lärmphase:
 - Im Fall der BAFU-Sportlärmsrichtlinie werden 18 Tage für seltene laute Ereignisse toleriert. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass es sich bei diesen Ereignissen meist um Fussballspiele mit Dauer unter 4 Stunden und Lärmpegeln deutlich unterhalb vom Brecherlärm handelt. Diese 18 Tage Sportlärm entsprechen daher höchstens 9 Tage Industrie- und Gewerbelärm à 8 Stunden.
 - Im ähnlichen Bereich liegen die in der Freizeitanlagenrichtlinie von Nordrhein-Westfalen sowie in der österreichischen Lärmschutzrichtlinie für Veranstaltungen festgelegten 10 Tage für seltene Fälle, bzw. Ereignisse. Auch dabei sind die auftretenden Lärmimmissionen vermutlich deutlich weniger laut als im Falle eines Brechers.
 - Ebenfalls 10 Tage für seltene Ereignisse sind in der deutschen TA-Lärm zugelassen, wobei als zusätzliche Einschränkung gilt, dass diese Ereignisse nicht mehr als an jeweils zwei aufeinander folgenden Wochenenden auftreten dürfen.
 - Aufgrund dieser Analogiebetrachtungen ist eine gesonderte Beurteilung eines Brechers ab einer Betriebsdauer von 10 Tagen pro Jahr angezeigt.

- b) Beim mobilen Brecher handelt es sich um ein bewegliches Gerät, welches dem Betrieb einer ortsfesten Anlage dient und dessen Emissionen nach den Vorschriften über ortsfeste Anlagen begrenzt werden (Art. 4 Abs. 4 LSV).

Der Brecher ist deutlich lauter als die restlichen Lärmquellen und wird an 15 Tagen verwendet. Daher sind neben den Lärmimmissionen der gesamten Anlage auch die Lärmimmissionen des mobilen Brechers gemäss Anhang 6 LSV über die Zeit von 15 Tagen à 8 Stunden separat zu beurteilen.

Die Emissionen müssen soweit begrenzt werden, dass mindestens die PW eingehalten sind. Falls die Einhaltung der PW zu einer unverhältnismässigen Belastung für die Anlage führen würde und ein überwiegendes öffentliches, namentlich auch raumplanerisches Interesse an der Anlage besteht, können Erleichterungen bis maximal zu den IGW gewährt werden (Art. 7 Abs. 2 LSV).

Tab. 7: Beurteilung Werkhof (inkl. Brecher)

Lärmquelle	LWA dB(A)	Leq,i dB(A)	K1,i	K2,i	K3,i	Leq,i dB(A)	ti,Tag min	10 log(ti/to)	Lr,i dB(A)
Brecher	112	64,0	5	2	4	75	28,8	-14,0	61,0
Radlader	105	57,0	5	2	2	66	120	-7,8	58,2
Material-Ablad-LKW	107	59,0	5	2	2	68	10	-18,6	49,4
Lr									62,9

Tab. 8: Beurteilung Brecher

Lärmquelle	LWA dB(A)	Leq,i dB(A)	K1,i	K2,i	K3,i	Leq,i dB(A)	ti,Tag min	10 log(ti/to)	Lr,i dB(A)
Brecher	112	64,0	5	2	4	75	480	-1,8	73,2
Lr									73,2

Der Planungswert für ES IV von 65 dB(A) wird bei einer Gesamtbeurteilung der Anlage eingehalten.

Bei der Beurteilung der Lärmimmissionen des Brechers allein sind jedoch bereits die Immissionsgrenzwerte überschritten. Zu prüfen sind daher weitere Emissionsbegrenzungen an der Quelle (z. B. optimierte Ausrichtung des Brechers, Beschränkung auf gewisse Zeiten) oder auf dem Schallausbreitungsweg (zusätzliche Abschirmungen).

4.11 Beurteilung eines Landwirtschaftsbetriebs

Sachverhalt

Ein Bauer plant den Neubau eines Rindviehstalls (Offenfrontstall) mit einer Grösse von 56 auf 32 Meter. Im Stall sollen 76 Milchkühe, 20 Rinder und 20 Kälber gehalten werden. In der unmittelbaren Nachbarschaft befindet sich ein Wohnhaus (Landwirtschaftszone).

Fragen

- Nach welchen Grenzwerten oder Kriterien wird ein Rindviehstall bezüglich Lärmimmissionen beurteilt?
- Sind mit dem Einhalten der Bedingungen der Luftreinhaltung gemäss FAT-Bericht 476¹⁸ gleichzeitig auch jene des Lärmschutzes erfüllt?

Antworten

- Landwirtschaftsbetriebe gelten als Anlage im Sinne des USG. Die Lärmimmissionen solcher Anlagen sind gemäss Anhang 6 LSV zu beurteilen. Dazu gehört aber vorwiegend der technische Lärm von Maschinen und Fahrzeugen. Für den Lärm von Tieren, welche sich innerhalb des Betriebes oder in unmittelbarer Nähe aufhalten, ist eine Beurteilung gemäss Industrie- und Gewerbelärm nicht störungsgerecht. Es muss daher eine Einzelbeurteilung der Störung gestützt auf Art. 15 USG unter Berücksichtigung von Art. 23 USG erfolgen.

¹⁸ Richner, B. und Schmidlin, A., 1995. Mindestabstände von Tierhaltungsanlagen, Empfehlungen für neue und bestehende Betriebe. FAT-Bericht Nr. 476. Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik. www.blw.admin.ch > Dokumente > Nachhaltige Produktion > Umwelt/Luft.ch

- b) Mit Einhaltung der Mindestabstände gemäss FAT-Bericht 476 werden nicht grundsätzlich alle Lärmprobleme vermieden. Die Situation muss im Einzelfall abgeklärt werden. Informationen zur Lärmemissionen von Bauernhoftieren finden sich im Österreichischen Praxisleitfaden «Schalltechnik in der Landwirtschaft¹⁹».

4.12 Industrieanlage mit Prozessabluft

Sachverhalt

Ein Prozess innerhalb einer neuen Industrieanlage enthält eine Belüftung mit Ventilatoren.

Frage

- a) Welche Pegelkorrektur $K_{1,i}$ gilt für eine Prozessbelüftung (z. B. Abluft oder Luftkühlung)?

Antwort

- a) Die Störung durch den Lärm einer industriellen Prozesslüftung (wie auch Heubelüftung, Ventilationen von Kuhställen, etc.) unterscheidet sich nicht von derer einer haustechnischen Anlage. Im Anhang 6 der LSV wurde deshalb auch bewusst auf den Begriff «Haustechnische Anlagen» verzichtet.

Eine Prozessbelüftung ist somit grundsätzlich gleich zu behandeln wie eine Heizungs-, Lüftungs- oder Klimaanlage (Anh. 6 Ziff. 1 Abs. 1 Bst. e LSV) und es gilt eine Pegelkorrektur von $K_{1,i} = 5$ für den Tag und von $K_{1,i} = 10$ für die Nacht (Anh. 6 Ziff. 33 Abs. 1 Bst. d LSV).

Sind die Immissionen der Prozesslüftung jedoch am Ermittlungsort zu jedem Zeitpunkt nicht mehr aus dem Gesamtlärmpegel der Industrieanlage herauszuhören, so können die Immissionen der Prozesslüftung mit Zuordnung zu Anhang 6 Ziff. 33 Abs. 1 Bst. a LSV ermittelt werden.

Weitere Informationen

- Vollzugshilfe 6.20 des Cercle Bruit Schweiz Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage (allg), 2020 (Siehe: www.cerclebruit.ch > 6/620)

¹⁹ Forum Schall. 2013. Praxisleitfaden – Schalltechnik in der Landwirtschaft. Report REP-0409. Wien. Umweltbundesamt GmbH.
www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0409.pdf

4.13 Ersatz einer Seilbahnanlage

Sachverhalt

Eine 4er-Sesselbahn wird abgebrochen und durch eine 6er-Gondelbahn ersetzt. Die Bahn soll nur im Winter betrieben werden, dafür neuerdings auch teilweise am Abend. Die Talstation ist zudem Ausgangspunkt für zwei weitere Seilbahnen (Altanlagen). Neben der Bergstation hat es eine Alpwirtschaft, welche nur im Sommer betrieben wird. Gemäss dem kommunalem Zonenplan liegt das Alpgebäude in der ES III.

Fragen

- a) Welche Bahn hat welche Grenzwerte einzuhalten?
- b) Gelten die Grenzwerte auch bei der Alpwirtschaft?
- c) Wie ist der Lärm der Pistenunterhaltsfahrzeuge zu beurteilen?
- d) Welche Massnahmen können getroffen werden?

Antworten

- a) Da die Förderkapazität stark zunimmt (Aufstockung von 4er- zu 6er-Gondelbahn, höhere Betriebsgeschwindigkeiten) und die Anlage praktisch von Grund auf neu gebaut wird, handelt es sich lärmrechtlich um eine neue ortsfeste Anlage. Sie hat gemäss Art. 7 LSV nebst Massnahmen im Sinne der Vorsorge die PW einzuhalten. Im vorliegenden Fall ist zusätzlich zu kontrollieren, ob die Immissionen der drei Talstationen zusammen die IGW einhalten (Art. 40 Abs. 2 LSV). Können die Immissionen der neuen Bahn trotz konstruktiven und betrieblichen Massnahmen die PW nicht einhalten, können infolge des öffentlichen Interesses am Betrieb der Anlage, Erleichterungen gewährt werden.
- b) Die Alpwirtschaft wird nur im Sommer betrieben, in der Zeit, in welcher die Gondelbahn nicht läuft. In diesem Fall kann auf die Beurteilung der Lärmimmissionen verzichtet werden (Art. 41 Abs. 3 LSV). Falls die Nutzung der Gondelbahn oder der Alpwirtschaft sich ändern sollte, ist die Einhaltung der PW zu überprüfen.
- c) Der Lärm der Pistenfahrzeuge im Umfeld der Talstation wird aufgrund des örtlichen und betrieblichen Zusammenhangs der Talstation zugeordnet und ist daher grundsätzlich als eigene Lärmphase mit $K1=0$ (Verkehr auf Betriebsareal, Art. 1 und 33 Anhang 6 LSV) in die Berechnung von L_r zu berücksichtigen. Aufgrund der kurzzeitigen aber in der Nachtperiode dennoch potentiell stark störenden Einwirkungen auf Nachbarn ist es wichtig bei der Planung vorsorgliche Massnahmen zu treffen (Position von Garagen und Zufahrten entfernt von Schlafräumen, evtl. Abschirmung mit Erdwall, Montage von schalldämpfenden Platten; betriebliche Massnahmen, wie Abschaltung des Rückfahralarm falls es die Sichtverhältnisse zulassen, etc...).
Am effizientesten ist es, wenn der Lärmschutz bereits in der Planung Berücksichtigung findet und der Lärm an der Quelle minimiert wird. Eine geeignete Lage, entfernt von lärmempfindlichen Gebäuden oder die Ausnützung der Abschirmung durch das Terrain oder eigene Gebäudeteile (z. B. Gebäude zur Garagierung der Kabinen) hilft, die Lärmimmissionen so klein wie möglich zu halten.
Eine bewährte technische Massnahme ist eine schalldämmende Stationsverkleidung oder stabile Untersicht. Der Lärm aus der Halle kann weiter reduziert werden, in dem die Wände und die Decke mit schalldämmendem Material ausgekleidet werden. Massiv ausgebildete Stützen fangen weniger schnell an zu vibrieren und emittieren somit weniger Lärm. Ein besonders glattes Seil reduziert Vibrationen effektiv an der Quelle sowie auch den Stromverbrauch. Auch die Rollenbatterien können akustisch optimiert werden durch Anpassung an die Schlaglänge des Seils. Schliesslich sorgt ein guter Unterhalt dafür, dass keine losen Teile (Podeste, Leitern, etc.) in Vibration geraten und Lärm verursachen.
Die effektivste betriebliche Massnahme ist die Reduktion der Geschwindigkeit: Eine Reduktion um 1 m/s führt
- d)

erfahrungsgemäss – bei üblichen grösseren kuppelbaren Seilbahnanlagen – zu einer Verringerung der Lärmemissionen um ca. 2,5 dB(A). Weiter können die Kabinenbestückung und die Betriebszeiten optimiert werden.

Weitere Informationen

- Richtlinie 1, Anforderungen an die Gesuchsdokumentation «Plangenehmigung und Konzession» bei Seilbahnen, BAV 2023 sowie Verfahrensrichtlinie «Richtlinie: Lärmschutz bei Seilbahnen», BAV, BAFU 2020.²⁰
- Umwelt und Raumplanung bei Seilbahnvorhaben, Vollzugshilfe für Entscheidbehörden und Fachstellen, Seilbahnunternehmungen und Umweltfachleute, UV-1322-D, BAFU, BAV 2013.²¹

4.14 Beurteilung von Windenergieanlagen

Sachverhalt

In einem Gebiet sollen mehrere Windenergieanlagen (WEA) in der Nähe von besiedelten Gebieten erstellt werden.

Fragen

- a) Wie sind WEA zu beurteilen?
- b) Wird der Hintergrundlärm bei der Lärmermittlung berücksichtigt?
- c) Wie ist der Infraschall (< 20 Hz) zu beurteilen?

Antworten

- a) Ein Bericht der Empa²² zeigt auf, wie die Ermittlung der Lärmbelastung von WEA durchgeführt werden kann. Die Wahl der Pegelkorrekturwerte K2 = 0 und K3 = 4 gilt grundsätzlich als störungsgerecht.
- b) Der natürliche Hintergrundlärm ist grundsätzlich nicht zu berücksichtigen. Der Hintergrundbelastung durch die zonenkonforme Nutzung eines Gebietes wird mit der Festlegung der nutzungsbedingten Empfindlichkeitsstufe Rechnung getragen.
WEA rotieren nur, wenn Wind weht. Auch der Wind führt zu wahrnehmbaren Geräuschen, welche das eigentliche Geräusch der WEA zum Teil überdecken können. Diese Geräusche sind jedoch nicht konstant, schwer vorhersehbar und hängen von vielen Faktoren, wie z. B. der Jahreszeit, dem Ermittlungsort oder der vertikalen Schichtung der Windströme ab. Auch bei anderen Lärmarten findet keine Berücksichtigung von natürlichen Hintergrundgeräuschen statt. Das Weglassen von Lärmphasen der WEA, die vermeintlich wegen Hintergrundlärm wie Windgeräusche nicht hörbar oder nicht störend sind, ist daher nicht zulässig.
- c) Die LSV regelt nicht den Schutz gegen Infraschall, weil diese nicht über das Gehör wahrgenommen werden und deshalb andere Beurteilungsmethoden zur Anwendung kommen müssen. Störungen durch Infraschall können direkt aufgrund der Schutzkriterien des USG beurteilt werden. Dabei sind insbesondere die Wahrnehmbarkeit, der Zeitpunkt des Auftretens, die Häufigkeit sowie der Charakter der Ereignisse zu berücksichtigen. Aufgrund des Standes der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der Erfahrung gehen die Experten heute davon aus, dass im Allgemeinen keine schädlichen oder lästigen Immissionen durch Infraschall zu erwarten sind, wenn die Lärmimmissionen im hörbaren Bereich die PW einhalten.²³

20 www.bav.admin.ch/bav/de/home/verkehrsmittel/seilbahnen/rechtliche-grundlagen-rl-infos/richtlinien.html

21 www.bafu.admin.ch > Publikationen, Medien > Publikationen

22 Lärmermittlung und Massnahmen zur Emissionsbegrenzung bei Windkraftanlagen, EMPA 10.2.2010

23 – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg; Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen; 2016; Health effects related to wind turbine sound: an update (PDF, 947 kB, 19.11.2020) 2020. Commissioned by the FOEN
– www.bafu.admin.ch > Themen > Thema Lärm > Fachinformationen > Ermittlung & Beurteilung > Industrie- und Gewerbelärm.

Weitere Informationen

- Lärm von Windkraftanlagen, Infoblatt, BAFU, 2011.²⁴

4.15 Beurteilung des Wasserrücklaufs eines Wasserkraftwerks**Sachverhalt**

Bei einem Wasserkraftwerk wird das Wasser nach der Turbine zurück ins natürliche Gewässer geführt.

Fragen

- a) Muss der Rücklauf bei der Überprüfung der Lärmemissionen der Wasserkraftanlage auch mitberücksichtigt werden?
- b) Wie ist das Rauschen des Rücklaufs zu beurteilen?

Antworten

- a) Auch der Rücklauf des turbinieren Wassers gehört zur Anlage und ist somit bei der Beurteilung der Wasserkraftwerkanlage zu berücksichtigen. Durch eine umsichtige Planung können die Geräusche beim Einlass vom Wasser zurück ins natürliche Gewässer minimiert werden. Der Einlass kann z. B. so gestaltet werden, dass er unterirdisch ins Gewässer zurückfließt.
- b) Die Beurteilungsmethode für Industrie- und Gewerbelärm ist dazu entwickelt worden, die Störwirkung von technischem Lärm zu quantifizieren. Daher sollte die Beurteilung des Wasserrauschens nicht nach dieser Methode vorgenommen werden. Es ist eine Einzelfallbetrachtung direkt gestützt auf Art. 15 USG unter Berücksichtigung von Art. 23 USG vorzunehmen. Dabei spielen der Charakter, der Zeitpunkt, die Häufigkeit und die Dauer des Lärms eine Rolle. Weiter werden die Lärmempfindlichkeit der Immissionsorte und die Lärmvorbelastung der Umgebung mitberücksichtigt. Das natürliche Rauschen vom Gewässer kann so in die Beurteilung mit einfließen.

4.16 Errichten eines neuen Unterwerks**Sachverhalt**

Ein bestehendes Unterwerk muss aufgrund einer Spannungserhöhung von 50 kV auf 110 kV erneuert werden. Die beiden 220/50-kV-Transformatoren werden durch zwei 220/110-kV-Transformatoren mit einer Nennleistung von jeweils 100 MVA ersetzt. Zur Kühlung der Trafostation wird ein Ventilator verwendet. Die bestehende 50-kV-Freiluftschaltanlage wird zurückgebaut und als neue, kompaktere gasisolierte 110-kV-Schaltanlage in einem neuen Betriebsgebäude untergebracht. Die nächsten lärmempfindlichen Räume befinden sich in 30 m Abstand in der ES III.

Fragen

- a) Was sind die relevanten Lärmquellen bezüglich der Einhaltung der Planungswerte?
- b) Wie können die Lärmimmissionen der Transformatoren prognostiziert werden?

Antworten

- a) Die Transformatoren verursachen ein tieffrequentes Brummen. Bei neueren Geräten ist dies relativ leise. In der Nähe der Lärmquelle weist das Geräusch einen deutlich hörbaren Tongehalt auf. Die Planungswerte in der Nacht der Empfindlichkeitsstufe II und III sind in der Grössenordnung von 40 bzw. 30 m eingehalten.

²⁴ Ermittlung und Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm: www.bafu.admin.ch > Thema Lärm > Fachinformationen > Ermittlung & Beurteilung > Industrie- und Gewerbelärm

Die Kühlung läuft nur selten unter Volllast. Unter Volllast erreicht der Ventilator typische Schallleistungspegel zwischen 70 und 93 dB(A). Bei 30 % Teillast fällt die Schallleistung erheblich ab und liegt typischerweise zwischen 40 und 57 dB(A). Bei der Beurteilung des durchschnittlichen jährlichen Betriebs (Leq) des Unterwerks sind die Lärmimmissionen des Ventilators daher weniger von Bedeutung. Bei näher gelegenen Immissionsorten können diese jedoch insbesondere nachts, wenn der Ventilator läuft, störend sein und sollten im Sinne der Lärmvorsorge nach Art. 11 Abs. 2 USG in Bewilligungsverfahren berücksichtigt werden.

Bei Schaltanlagen treten kurze, sehr laute und stark impulsartige Geräusche beim Schaltvorgang auf. Da die Schaltanlage durch Gas isoliert ist und in einem Gebäude zu stehen kommt, trägt die Schaltanlage nur unmassgeblich zu den Lärmemissionen der Starkstromanlage bei. Bei der Ermittlung des Beurteilungspegels kann sie daher vernachlässigt werden.

- b) Generell werden Anlagen des Hochspannungsnetzes mit erheblichen Redundanzen ausgelegt. Transformatoren erreichen sehr selten eine Netzlast, welche 50 % ihrer zulässigen Nennleistung überschreitet (ausgenommen bei Störfällen). Schallleistungsdaten von Anlagenkomponenten aus dem Prüfstand, welche in der Regel den Nennleistung-Fall widerspiegeln, sind daher als sehr konservativ zu erachten. Dies stimmt im Übrigen auch für Umrichter und Umformer.

Bei der Lärmprognose wird daher empfohlen vom Schallleistungspegel des Transformators gemäss Herstellerblatt 4 dB abzuziehen, wenn der Transformator mit einer Last von 50 % oder weniger betrieben wird.

Weiter weisen Transformatoren eine ausgeprägte Richtcharakteristik auf. Falls Angaben im Herstellerblatt fehlen, empfehlen wir einen Projektierungszuschlag von 5 dB für die Berücksichtigung der Richtcharakteristik.

Für den vorliegenden Fall bedeutet dies:

Tab. 9: Beurteilung der Lärmimmissionen des Transformators

Schallleistungspegel Lw Trafo 100 MVA	72 dB(A) (gemäss Herstellerblatt)
Berücksichtigung einer Netzlast von 50 %	−4 dB
Projektierungszuschlag Richtcharakteristik	+5 dB
Lärmart K1	+5
Tonhaltigkeit K2	+4
Impulshaltigkeit K3	0
Zeitliche Mittelung	Dauerbetrieb, daher 0
Ausbreitungsminderung und Umrechnung Lw in Lp	$-20 \times \log(\text{Abstand in m}) - 8 \text{ dB}$
Beurteilungspegel	44,5 dB(A)

Der Planungswert ES III ist sowohl am Tag, wie auch in der Nacht eingehalten.

Weitere Informationen

- Grundlagenstudie zu Lärmquellen und Lärmschutzmassnahmen bei ortsfesten Starkstromanlagen, Gartenmann Engineering AG, 28. Juni 2021.²⁵

4.17 Beurteilung einer Wärmepumpe

Sachverhalt

Ein Grundeigentümer plant den Ersatz seiner Ölheizung durch eine Luft/Wasser-Wärmepumpe. Der Heizungsraum befindet sich im Keller des Hauses. Es ist vorgesehen, die Wärmepumpe aussen aufzustellen. Die Liegenschaft und die umliegenden Gebäude liegen in der Empfindlichkeitsstufe ES II. Der Abstand von der geplanten Wärmepumpe zum nächsten Fenster eines lärmempfindlichen Raumes beim Nachbargebäude beträgt 11 m. Dort sind die Planungswerte ES II um 1 dB unterschritten.

Der Nachbar wehrt sich gegen das Projekt. Er macht einen Verstoß gegen das Vorsorgeprinzip geltend und verlangt, dass die Wärmepumpe innen aufgestellt sein sollte.

Fragen

- a) Ist eine Innenaufstellung der Wärmepumpe zu prüfen?
- b) Welche vorsorglichen Massnahmen sind trotz eingehaltenem PW zu prüfen?
- c) Wie kann die Vollzugsbehörde überprüfen, ob die PW eingehalten sind?

Antworten

- a) Gemäss Bundesgerichtsurteil (1C_389/2019 vom 27. Januar 2021, E. 2.2 f.) ist im Rahmen der Standortwahl immer auch eine Innenaufstellung zu prüfen. Auch in den Baugesuchen für eine Aussenanlage ist deshalb mindestens summarisch die technische Möglichkeit und wirtschaftliche Tragbarkeit für eine Anlage mit einer vergleichbaren Leistung an alternativen Innen- und Aussenstandorten darzulegen. In einem solchen Fall genügt es jedoch, wenn die Plausibilität des Ausschlusses der Alternativstandorte beurteilt wird. Hingegen ist es gemäss Bundesgericht bundesrechtswidrig, wenn jegliche Prüfung von alternativen Innenstandorten bei einer Aussenanlage schon deshalb unterbleibt, weil letztere die Planungswerte deutlich einhält. Im vorliegenden Fall wäre eine Innenaufstellung infolge zusätzlicher, grosser Lüftungsschächte mit erheblichen Mehrkosten verbunden. Eine Innenaufstellung wäre daher unverhältnismässig.
- b) Die vorsorglichen Emissionsbegrenzung und die Einhaltung der PW gelten kumulativ. Im Fall von Luft/Wasser-Wärmepumpen, die überwiegend der Raumheizung oder der Erwärmung von Trinkwasser dienen, gilt gemäss Art. 7 Abs. 3 LSV, dass weitergehende Emissionsbegrenzungen nur zu treffen sind, wenn mit höchstens 1 % der Investitionssumme der Anlage die Emissionen um mindestens 3 dB reduziert werden können. Mögliche emissionsbegrenzende Massnahmen sind die Wahl einer leiseren Wärmepumpe, eine Optimierung deren Aufstellungsorts und der Orientierung sowie die Aktivierung des schallreduzierten Nachtbetriebs. Aufgrund einer Prüfung dieser möglichen Emissionsminderungen zeigte sich, dass keine weiteren verhältnismässigen Massnahmen (1 % Kosten, 3 dB Wirkung) möglich sind und das Projekt daher die Vorsorge erfüllt.
- c) Das Vorgehen zur Überprüfung der Lärmimmissionen von Wärmepumpen, die überwiegend der Raumheizung oder der Erwärmung von Trinkwasser dienen, ist in Anhang B beschrieben.

Weitere Informationen

- *Vollzugshilfe 6.21 des Cercle Bruit Schweiz, Lärmrechtliche Beurteilung von Luft / Wasser-Wärmepumpen, 2024*

4.18 Erneuerung einer Hochspannungsleitung

Sachverhalt

Eine Hochspannungsleitung wurde vor 60 Jahren gebaut. Die Hochspannungsleitung wurde als 380 kV-Leitung gebaut und bewilligt, sie wurde jedoch nur als 220 kV-Leitung betrieben. Aufgrund seines Alters ist das Leiterseil zu ersetzen, um den weiteren sicheren Betrieb zu gewährleisten.

Fragen

- Welche Anforderungen muss die Hochspannungsleitung einhalten?
- Welche Grundlagen werden für die Berechnung der Lärmemissionen benötigt?
- Welche Anforderungen sind einzuhalten, wenn bei der Anlage zusätzlich die Spannung von 220 kV auf 380 kV erhöht werden müsste?
- Welche Massnahmen sind bei Grenzwert-Überschreitungen verhältnismässig?

Antworten

- Der Ersatz eines Leiterseils stellt in der Regel eine wesentliche Änderung einer bestehenden Anlage im Sinne der LSV dar. Durch den Ersatz des Leiterseils wird die Lebensdauer erhöht und die neuen Leiterseile führen, bis das Seil genügend gealtert ist, zu höheren Lärmemissionen. In diesem Fall sind vorsorgliche Massnahmen umzusetzen (Art. 8 Abs. 1 LSV) und die IGW sind auf dem betroffenen Abschnitt einzuhalten (Art. 8 Abs. 2 LSV), sofern es verhältnismässige Lärmschutzmassnahmen gibt. Als vorsorgliche Massnahmen gelten bei einem Leiterseilersatz insbesondere die künstliche Alterung des Leiterseils zum Beispiel durch Sandstrahlung.
Bei der Festlegung der zulässigen Lärmimmissionen im Entscheid kann die natürliche Alterung der Seile berücksichtigt werden.
- Für die Berechnung der Lärmbelastung ist auf die Publikationen auf der Internetseite des BAFU zur Ermittlung von Lärmimmissionen von Hochspannungsleitungen abzustellen²⁶. Hier werden die technischen Details festgehalten. Für die Berechnung des Leiterseildurchhangs ist von einer im Betrieb typischen Seiltemperatur bei nassen Leiterseilen auszugehen. Für die Berechnung der elektrischen Randfeldstärke ist von einer durchschnittlichen Betriebsspannung auszugehen.
Im Allgemeinen genügt es, die Einhaltung der IGW in der Nacht nachzuweisen, da in der Nacht die IGW 10 dB strenger sind als am Tag und die Emissionen der HSL zwischen Tag und Nacht kaum ändern. Einzig bei Büroräumlichkeiten, in denen sich in der Regel nur am Tag Personen aufhalten, gelten auch die IGW nur am Tag (Art. 41 Abs. 3 LSV). Bei Büroräumlichkeiten sind die IGW in den Empfindlichkeitsstufen I, II, und III gemäss Art. 42 LSV 5 dB höher als bei Wohnräumen. Entsprechend sind in der Regel mit keinen Überschreitungen der IGW bei Büroräumlichkeiten zu rechnen.
- Durch die Erhöhung der Spannung von 220 kV auf 380 kV wird die elektrische Feldstärke an der Leiterseiloberfläche der Freileitung entsprechend ansteigen, was zu einer Zunahme von Koronaentladungen an der Leiteroberfläche führt. Wenn eine deutliche Zunahme des Geräuschpegels vorliegt, handelt es sich gemäss Rechtsprechung um eine übergewichtige Erweiterung im Sinne der LSV (vgl. BVGer A-1213/2022 vom 13. Dezember 2023, E. 5.5.4). Somit handelt es sich um eine neue Anlage und gemäss Art. 25 USG und Art. 7 LSV sind die PW einzuhalten.
- Werden die PW für Neuanlagen oder die IGW bei bestehenden Anlagen trotz vorsorglicher Massnahmen überschritten, sind verschärfte emissionsbegrenzende Massnahmen zu prüfen. Zur Abschätzung der wirtschaftlichen Tragbarkeit und Verhältnismässigkeit der Lärmschutzmassnahmen kann ein Ansatz von 5000 Fr. pro dB(A) Lärmreduktion über dem massgebenden Grenzwert und Person²⁷ verwendet werden.

²⁶ Publikationen des BAFU zur Lärmermittlung von Hochspannungsleitungen: *Ermittlung und Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm* (admin.ch)

²⁷ Siehe dazu Kap. 3.8 der Vollzugshilfe: Wirtschaftliche Tragbarkeit und Verhältnismässigkeit von Lärmschutzmassnahmen (admin.ch), 2006.

Als verschärfte emissionsmindernde Massnahmen kommen i.d.R. in Betracht:

- Verwendung von dickeren Leiterseilen (800 mm², 1000 mm²),
- Bündelerhöhung (Zweier-, Dreier oder gar Viererbündel)

Bei einem bestehenden Trasse bedingt eine Erhöhung der Anzahl Bündel, dass aus statischen Gründen die Masten stark verstärkt oder gar neu gebaut werden müssen. Dies führt zu hohen Kosten. Die Bündelerhöhung wird daher bei einer wesentlichen Änderung in den meisten Fällen nicht verhältnismässig sein, sofern der Mastersatz nicht bereits Bestandteil des Projekts ist.

Auch Verkabelungen oder Trassenverschiebungen könnten theoretisch Massnahmen zur Lärmbekämpfung sein. Aus Lärmschutzgründen wurden sie allerdings bisher nie gefordert, da sie aufgrund der hohen Kosten als unverhältnismässig betrachtet wurden.

Falls keine Massnahmen umgesetzt werden können, muss der Anlagebetreiber der Vollzugsbehörde dies nachvollziehbar begründen und die notwendigen Erleichterungen beantragen.

Weitere Informationen

- Aufarbeitung der CONOR Forschungsergebnisse für den Vollzug – Update des Berichts: EMPA-Nr. 452'574, EMPA, 2016.²⁸

Anhang A

Anforderungen an ein Lärmgutachten

Rechtliche Einordnung der Anlage

Im Lärmgutachten soll das Projekt genügend klar beschrieben werden, inklusive der Vorgeschichte, der Anlagenkennwerte, der Nutzungsart und der Betriebszeiten. Es findet eine lärmrechtliche Einordnung der Anlage gemäss dem Kapitel 2 statt, um die massgebenden Grenzwerte herauszufinden. Dabei ist zu beachten, ob es gleichartige Anlagen in der Nähe hat, die bei der Lärmbeurteilung nach Art. 40 Abs. 2 LSV mitberücksichtigt werden müssen und ob das Projekt zu einer Mehrbeanspruchung von existierenden Verkehrsanlagen führt (Art. 9 LSV).

Standortverhältnisse

Die Zonennutzung der betroffenen Immissionsorte wird im Lärmgutachten beschrieben und die Empfindlichkeitsstufen sind angegeben. Gebäude und unbebaute Parzellen im Einflussgebiet von Lärmquellen sind zu beschreiben und es ist abzuklären, ob die Gebäude über lärmempfindliche Räume verfügen. Bei besonderen topographischen Verhältnissen, die eine Auswirkung auf die Lärmausbereitung haben, ist darauf hinzuweisen.

Bauen in lärmbelastetem Gebiet

Sofern in einem lärmbeeinträchtigten Gebiet eine neue Industrieanlage mit lärmempfindlichen Räumen geplant ist, wie z.B. Büroräume, muss der Nachweis erbracht werden, dass die entsprechenden Voraussetzungen für die Erstellung dieser lärmempfindlichen Räume erfüllt sind (Art. 31 LSV).

Lärmemissionen

Der Bericht beinhaltet die Lärmemissionen der verschiedenen Lärmphasen. Dabei ist anzugeben, von wo die Emissionswerte stammen, wie sie ermittelt wurden und unter welchen Bedingungen sie gelten. Unabhängig davon, ob die Emissionen berechnet oder gemessen wurden, ist die Unsicherheit des ermittelten Resultats anzugeben. Weiter sind für die einzelnen Lärmphasen die tägliche Dauer t_i für den Tag und die Nacht, sowie für die gesamte Anlage die Betriebszeit anzugeben.

Lärmimmissionen

Die Immissionen an den nächsten lärmempfindlichen Orten sind zu ermitteln und die Pegelkorrektur $K_{1,i}$, $K_{2,i}$ und $K_{3,i}$ festzulegen um den Beurteilungspegel L_r zu bestimmen. Die Berechnungen dazu sind nachvollziehbar darzulegen, wobei insbesondere die Unsicherheit ausgewiesen werden muss. Der Beurteilungspegel L_r wird mit dem massgebenden Grenzwert verglichen. Bei mehreren gleichartigen Anlagen, ist der Nachweis zu erbringen, dass sie zusammen die IGW einhalten. Falls es zu einer Mehrbeanspruchung von Verkehrsanlagen kommt, ist aufzuzeigen, dass die Vorgaben von Art. 9 LSV erfüllt sind.

Runden

Die Resultate der Immissionsberechnungen werden auf eine Dezimalstelle nach dem Komma gerundet und mit den Grenzwerten verglichen.

Lärmschutzmassnahmen

Vorsorgliche Massnahmen gemäss Art. 7, 8 oder 13 LSV sind immer zu prüfen und im Lärmgutachten darzulegen. Sofern die massgebenden Grenzwerte nicht eingehalten werden können, sind die Emissionsbegrenzungen zu verschärfen.

Erleichterungen

Können trotz der Umsetzung von verschärften Massnahmen die massgebenden Belastungsgrenzwerte nicht eingehalten werden, kann ein Antrag auf Erleichterung eingereicht werden. Dabei ist der Nachweis zu erbringen, dass weitere lärm mindernde Massnahmen unverhältnismässig wären und die im Erleichterungsantrag geltend gemachten Interessen höher zu werten sind als diejenigen am Lärmschutz.

Baulärm

In ein Lärmgutachten gehört auch die Beurteilung des Baulärms, welcher bei der Sanierung, beim Neubau oder der Änderung der Industrie- oder Gewerbeanlage entsteht. Der Baulärm ist nach der Baulärm-Richtlinie zu beurteilen.

Checkliste

Zusammenfassend sind beim Lärmgutachten folgende Punkte zu beachten:

- Beschreibung des Projekts
 - Projektvorhaben
 - Vorgeschichte
 - Pläne, Fotos
 - Anlagekennwerte (LwA oder Leq; Ton- und/oder Impulsgehalt)
 - Vorgesehener Betrieb (Tag, Nacht, Dauern)
 - Beschreiben der Lärmquelle(n) der Anlage
- Umgebung
 - Lärmvorbelastung
 - Andere Industrie- und Gewerbeanlagen in der Nähe
 - Abstände zu den nächsten lärmempfindlichen Räumen
 - Nutzung der lärmempfindlichen Räume (Wohn- oder Betriebsräume)
 - Betroffene unbebaute Bauparzellen
 - Empfindlichkeitsstufe der Empfangsorte
 - Besondere Topographie
- Lärmrechtliches Vorgaben
 - geprüfte und vorgesehene vorsorgliche Massnahmen
 - Lärmrechtliche Einordnung der Anlage (Altanlage, wesentliche Änderung, Neuanlage)
 - Mehrbeanspruchung der Verkehrswege
- Lärmemissionen/-immissionen
 - Messung: Angaben zur Meteosituation, den Messbedingungen (Hintergrundgeräusche), Messort, Messgerät, Kalibrierung, Unsicherheiten
 - Berechnung: Angaben zu Emissionswerten, Berechnungsmethode, Software, Unsicherheiten, gewählter Empfangspunkt
 - Dauer der lärmigen Phase am Tag/Nacht
 - Vergabe der Pegelkorrekturen K1, K2 und K3 pro Lärmphase und Empfangsort
 - Beurteilungspegel Lr, Unsicherheiten
 - Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte
 - Nachweis für Einhaltung der IGW durch mehrere Industrie- und Gewerbeanlagen
- Emissionsbegrenzende Massnahmen
 - abgeklärte Massnahmen
 - Vorgesehene Massnahmen
 - Erleichterung: Aufzeigen, welche Massnahmen geprüft wurden und weshalb sie unverhältnismässig sind oder welche anderen Interessen überwiegen (nachvollziehbare Begründung)
- Baulärm
 - Angaben gemäss Baulärm-Richtlinie

Anhang B

Messempfehlung zur Überprüfung der Lärmimmissionen von Wärmepumpen, die überwiegend der Raumheizung oder der Erwärmung von Trinkwasser dienen²⁹

Ausgangslage

Mit Revision der Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 29.9.2023 wurde Anhang 6 mit einer Ziffer 34 ergänzt, welche am 1.11.2024 in Kraft tritt. Geregelt wird neu, dass bei Luft/Wasser-Wärmepumpen, die überwiegend der Raumheizung oder der Erwärmung von Trinkwasser dienen, der Schallleistungspegel bei 2 °C Aussentemperatur für die Ermittlung des Beurteilungspegels massgebend ist. Das Bundesamt für Umwelt empfiehlt entsprechend dem Stand der Technik geeignete Mess- und Berechnungsverfahren.

Zweck der Messempfehlung

Die vorliegende Messempfehlung beschreibt das Vorgehen, wie im Betrieb messtechnisch überprüft werden kann, ob die Lärmimmissionen einer Wärmepumpe, die überwiegend der Raumheizung oder der Erwärmung von Trinkwasser dient, die massgebenden Planungswerte der Lärmschutz-Verordnung (LSV) einhalten.

Vorgehen zur Kontrolle der Lärmimmissionen von Wärmepumpen

Allgemeines

Der Schallleistungspegel einer Wärmepumpe variiert mit deren Leistung. Je kälter die Aussentemperatur ist, desto mehr Leistung muss die Wärmepumpe erbringen, um die nötige Heizwärme zu liefern. Dementsprechend nehmen die Lärmemissionen mit abnehmender Temperatur zu. Diese Zunahme ist abhängig vom Wärmepumpentyp.

Gemäss der Änderung der LSV vom 23. September 2023 ist der Schallleistungspegel im regulären Heizbetrieb (ohne z.B. Abtauphase) bei 2 °C Aussentemperatur ($L_{W2\text{ }^{\circ}\text{C}}$) für die Lärm-Immissionsberechnung massgebend. Die Ermittlung von $L_{W2\text{ }^{\circ}\text{C}}$ erfolgt gemäss den Angaben im *Reglement Webapplikation Lärmschutznachweis / Schalldaten-Verzeichnis* der Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz FWS. Zur Kontrolle, ob die Planungswerte eingehalten sind, müssten Messung an den Immissionspunkten (offene Fenster der lärmempfindlichen Räume) bei 2 °C Aussentemperatur erfolgen. Diese Bedingung dürfte allerdings für eine längere Messung selten exakt vorzufinden sein.

Deshalb wird folgende Methode empfohlen, mit denen in der Praxis die Einhaltung der Planungswerte mit genügender Sicherheit kontrolliert werden können.

²⁹ Zur Beurteilung von z.B. Wärmepumpen von privaten Schwimmbädern, siehe Vollzugshilfe 6.21 des Cercle Bruit Schweiz, Kapitel 2.6.

Messung innerhalb eines engen Temperaturbereichs

In vielen Fällen variieren erfahrungsgemäss die Lärmemissionen im Bereich von -2 °C bis 2 °C nur wenig. Eine Lärm-Immissionsmessung, die in diesem Bereich stattfindet, wird daher einen Wert liefern, der unwesentlich vom Wert bei 2 °C abweicht. In jedem Fall kann davon ausgegangen werden, dass die Lärmimmissionen der Wärmepumpe die Planungswerte einhalten, wenn die Messungen im Bereich von -2 °C bis 2 °C zu einem Beurteilungspegel unterhalb der Planungswerte führen. Der vorgeschlagene Temperaturbereich von -2 °C bis 2 °C kann auch ausgedehnt werden, wenn sichergestellt ist, dass die Wärmepumpe im Referenzpunkt 2 °C arbeitet.

Wenn der Schallleistungspegel bei 7 °C bekannt ist, kann im Bereich von 2 °C bis 7 °C auch linear interpoliert werden. Der interpolierte Lärmpegel bei 2 °C wird wie folgt berechnet:

$$Lr_{2\text{ °C}} = Lrm_{x\text{ °C}} + \frac{(x - 2) \times (Lw_{2\text{ °C}} - Lw_{7\text{ °C}})}{5}$$

x Aussentemperatur, im Bereich von 2 °C bis 7 °C

$Lrm_{x\text{ °C}}$ Beurteilungspegel ermittelt bei $x\text{ °C}$

$Lr_{2\text{ °C}}$ Interpolierter Beurteilungspegel berechnet mit obiger Formel bei 2 °C

$Lw_{7\text{ °C}}$ Schallleistungspegel bei 7 °C

$Lw_{2\text{ °C}}$ Schallleistungspegel bei 2 °C

Der Wert $Lr_{2\text{ °C}}$ muss kleiner sein als der Planungswert ansonsten sind weitere Massnahmen zu treffen.

Lärmmessung können auch nahe bei der Quelle erfolgen und dann umgerechnet werden auf den Immissionspunkt (offene Fenster der lärmempfindlichen Räume).

Zur Temperaturmessung sollte ein Gerät mit Genauigkeit von mindestens $\pm 0,5\text{ °C}$ verwendet werden. Die Messung sollte in der Umgebung des akustischen Messortes erfolgen oder im Bereich der Aussensonde der Wärmepumpe. Messungen direkt bei den Fenstern oder im Bereich der Abluft der Wärmepumpe könnten das Messergebnis verfälschen.

Weitere Aspekte der Überprüfung

In Rahmen der akustischen Messung sollen auch die bei der Erstellung der Anlage verfügbten emissionsbegrenzenden Massnahmen überprüft werden.

Verzeichnisse

Abbildungen

Abb. 1

Lärmrechtliche Prüfung von Anlagen 10

Abb. 2

Überblick über die lärmrechtlichen
Anforderungen an Anlagen 14

Abb. 3

Übersichtsplan 25

Tabellen

Tab. 1

Einteilung lärmempfindliche Räume 12

Tab. 2

Belastungsgrenzwerte L_r in dB(A) 17

Tab. 3

Pegelkorrektur K_1 für die Lärmphase i gemäss
Anhang 6 LSV 18

Tab. 4

Beschreibung der Lärmimmissionen 22

Tab. 5

Berechnung der Teilbeurteilungspegel L_{r_i} 22