

# **Leitlinie zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen (Erschütterungs-Leitlinie)**

Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft  
Abteilung Umwelt, Klimaschutz, Nachhaltigkeit  
05.10.2015

## **Gliederung**

- 1 Anwendungsbereich**
- 2 Schädliche Umwelteinwirkungen durch Erschütterungen**
  - 2.1 Schädlichkeit von Erschütterungseinwirkungen
  - 2.2 Messung und Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen
- 3 Immissionswerte**
  - 3.1 Einwirkungen auf Gebäude
  - 3.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
- 4 Hinweise zur Beurteilung**
  - 4.1 Einwirkungen auf Gebäude
  - 4.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
- 5 Erschütterungen bei Baumaßnahmen**
  - 5.1 Einwirkungen auf Gebäude
  - 5.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
- 6 Verminderung von erheblichen Belästigungen durch Erschütterungsimmissionen genehmigungsbedürftiger und nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen**
  - 6.1 Aktive Schutzmaßnahmen
  - 6.2 Ausbreitungsweg
  - 6.3 Passive Schutzmaßnahmen
  - 6.4 Maßnahmen zur Verminderung erheblicher Belästigungen, insbesondere bei nur vorübergehend betriebenen Anlagen (zum Beispiel Baustellenanlagen)
- 7 Erschütterungen durch Verkehr in Anlagen**
  - 7.1 Erschütterungen durch Straßenverkehr
    - 7.1.1 Hinweise für die Messdurchführung
    - 7.1.2 Hinweise zur Beurteilung
    - 7.1.3 Maßnahmen zur Verminderung von Straßenverkehrserschütterungen
  - 7.2 Erschütterungen durch Schienenverkehr
    - 7.2.1 Hinweise für die Messdurchführung
    - 7.2.2 Hinweise zur Beurteilung

**Anhang:** Hinweise zu ausgewählten Erschütterungsquellen

Eine für Anlagenbetreiber und Überwachungsbehörden gleichermaßen bundesweit rechtsverbindliche Klärung der Frage, wann Erschütterungsimmissionen auf bauliche Anlagen und auf Menschen in Gebäuden als schädliche Umwelteinwirkungen anzusehen sind, existiert nicht. Mit der Erschütterungs-Leitlinie werden Regelwerke sachverständiger Organisationen präzisiert.

## **1 Anwendungsbereich**

Diese Leitlinie dient dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Erschütterungen sowie der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Erschütterungen. Der Erlass enthält Beurteilungsmaßstäbe zur Konkretisierung der Anforderungen aus § 5 Abs. 1 Nr. 1 und 2 und § 22 Abs. 1 Nr. 1 und 2 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) in Verbindung mit § 3 Abs. 5 des Landesimmissionsschutzgesetzes (LImSchG). Zur Vorsorge dienen insbesondere die in Nummer 6.1 aufgeführten aktiven Schutzmaßnahmen. Sie richtet sich an die Immissionsschutzbehörden des Landes Brandenburg.

Die Leitlinie gilt für genehmigungsbedürftige und nicht genehmigungsbedürftige Anlagen im Sinne des Immissionsschutzrechts einschließlich Baustellen. In dieser Leitlinie sind außerdem Beurteilungshinweise für die Einwirkung von Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden, die durch Straßen- oder Schienenverkehr in Anlagen verursacht werden, enthalten.

Diese Leitlinie bildet keine geeignete Beurteilungsgrundlage für Erschütterungsimmissionen bei besonderen Nutzungen von Gebäuden und Grundstücken. Besondere Nutzungen von Gebäuden und Grundstücken sind Nutzungen, die gegenüber Erschütterungseinwirkungen in besonderem Maße empfindlich sind. Derartige Nutzungen liegen bei Arbeitsstätten mit erschütterungsempfindlichen Apparaturen oder Fertigungsgeräten (zum Beispiel Elektronenmikroskope, Laser-Einrichtungen) vor.

Zur Prognose von Erschütterungen werden in dieser Leitlinie keine Handlungsanleitungen gegeben. Demzufolge findet die Erschütterungs-Leitlinie für Bauzulassungsverfahren keine Anwendung.

Einzelfälle sind der Anlage zu entnehmen.

## **2 Schädliche Umwelteinwirkungen durch Erschütterungen**

Die Bewertung der Erheblichkeit von Belästigungen beziehungsweise Nachteilen durch Erschütterungseinwirkungen im Sinne des Immissionsschutzrechtes ist anhand von Regelwerken sachverständiger Organisationen oder von einzelfallbezogenen Gutachten vorzunehmen.

Die unter Nummer 2.2 genannten Normen können als antizipierte Sachverständigengutachten zur Konkretisierung des Begriffs der schädlichen Umwelteinwirkung herangezogen werden. Sie dürfen jedoch nicht schematisch angewandt werden.

## 2.1 Schädlichkeit von Erschütterungseinwirkungen

Erschütterungsimmissionen sind schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne von § 3 Abs. 1 BImSchG, wenn sie nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen. Diese Leitlinie enthält Beurteilungsmaßstäbe für die Grenzen der Schädlichkeit von Erschütterungsimmissionen, die auf Gebäude<sup>1</sup> und auf Menschen in Gebäuden bei üblicher Nutzung einwirken. Werden diese Beurteilungsmaßstäbe eingehalten, ist immer auch der Gefahrenschutz, insbesondere der Gesundheitsschutz von Menschen, sichergestellt.

### a) Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude

Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude übersteigen die Grenze der schädlichen Umwelteinwirkungen, wenn sie geeignet sind, erhebliche Nachteile hervorzurufen. Unter Nachteilen sind dabei Vermögenseinbußen, insbesondere durch Schäden an Gebäuden und Gebäudeteilen, zu verstehen. Die Verminderung der bestimmungsgemäßen Nutzbarkeit eines Gebäudes ist in der Regel ein erheblicher Nachteil. Durch Erschütterungen entstandene Schäden an Gebäuden, die deren Standfestigkeit beeinträchtigen, sind stets als schädliche Umwelteinwirkungen anzusehen. Im Übrigen hängt die Bewertung von Erschütterungseinwirkungen von der Gebäudeart und der Nutzung der Bauten ab.

Bei Wohngebäuden und in ihrer Konstruktion und/ oder ihrer Nutzung gleichartigen Bauten sowie bei besonders erhaltenswerten (zum Beispiel unter Denkmalschutz stehenden) Bauten sind darüber hinaus Erschütterungseinwirkungen als schädliche Umwelteinwirkungen anzusehen, wenn sie

- Risse im Putz von Decken und/oder Wänden,
- Vergrößerung von bereits vorhandenen Rissen in Gebäuden oder
- Abreißen von Trenn- und Zwischenwänden von tragenden Wänden oder Decken

verursachen.

Bei einer Werkhalle sind Erschütterungseinwirkungen, die die Standfestigkeit nicht berühren, in der Regel keine schädlichen Umwelteinwirkungen.

### b) Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden können insbesondere erhebliche Belästigungen hervorrufen. Belästigungen ergeben sich aus der negativen Bewertung von Erschütterungseinwirkungen und deren Folgeerscheinungen (zum Beispiel sichtbare Bewegungen oder hörbares Klappern von Gegenständen). Zur Belästigung tragen auch die mit Erschütterungen verbundenen Beeinträchtigungen

---

<sup>1</sup> Hinweis: Zur Beurteilung der Auswirkungen von Erschütterungsimmissionen durch Straßenverkehr auf Gebäude ist die „Leitlinie zur Feststellung von Gebäudeschäden aufgrund verkehrlich bedingter Erschütterungen“ gemäß Rundschreiben Nummer 8/2004 der Abteilung 5 des Ministeriums für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr (jetzt Ministerium für Infrastruktur und Landesplanung) vom 16. April 2004 heranzuziehen.

bestimmungsgemäßer Nutzungen von Gebäuden und Gebäudeteilen bei. Die Erheblichkeit hängt nicht nur vom Ausmaß der Erschütterungsbelastung, sondern auch von anderen Faktoren (siehe DIN 4150-2 Nr. 4) ab, die die Zumutbarkeit für den betroffenen Menschen bestimmen. Ein Hinweis auf die Fühlbarkeit der Erschütterungseinwirkung ist in der DIN 4150-2 Anhang D - Erläuterungen zu Abschnitt 6 - gegeben.

## 2.2 Messung und Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen

Die Normen

DIN 4150        Erschütterungen im Bauwesen,<sup>2</sup>  
Teil 2: 1999-06 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden,  
Teil 3: 1999-02 Einwirkungen auf bauliche Anlagen,

DIN 45669      Messung von Schwingungsimmissionen,  
Teil 1: 2010-09 Schwingungsmesser - Anforderungen und Prüfungen,  
Teil 2: 2005-06 Messverfahren

enthalten sachverständige Angaben zur Messung und Beurteilung der Einwirkung von Erschütterungen auf Gebäude und auf Menschen in Gebäuden.

In ihrem Anwendungsbereich markieren die Anhaltswerte der DIN 4150-2 die Schwelle zwischen schädlichen und nicht schädlichen Umwelteinwirkungen. Diese Markierung stellt keine scharfe Grenze dar. Sie ist aber eine geeignete Grundlage für eine Immissionsbeurteilung, die auch die besonderen Umstände des Einzelfalls berücksichtigt.

Hinweise zur Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Menschen liefert auch die VDI-Richtlinie:

VDI 2057        Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen,  
Blatt 1: 2002-09 Ganzkörper-Schwingungen,  
Blatt 3: 2012-02 Ganzkörperschwingungen an Arbeitsplätzen in Gebäuden.

Zweck der VDI-Richtlinie 2057 Blatt 1 ist es, ein einheitliches Verfahren zur Beurteilung der Einwirkung mechanischer Ganzkörperschwingungen auf den Menschen und allgemeine Hinweise zur Ermittlung der Beurteilungsgrößen anzugeben. Diese Richtlinie enthält einige Richtwerte und Hinweise für die Beurteilung bestimmter Belastungen im Hinblick auf die zu erwartenden Wirkungen auf den Menschen. Im Sinne dieser Richtlinie wird die Beanspruchung durch eine von außen einwirkende Schwingungsbelastung verursacht. Sie wird nach den Kriterien „Wohlbefinden“, „Leistungsfähigkeit“, „Gesundheit“ in Bereiche unterteilt. Sie gibt jedoch keine Hinweise zur Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden im Hinblick auf „erhebliche Belästigungen“ im Sinne des Immissionsschutzrechtes. Eine uneingeschränkte Anwendung der Richtlinie auf Wohnbereiche würde zu nicht sachgerechten Beurteilungen führen, weil der Grad der Belästigung in hohem Maße von den situativen Bedingungen abhängig ist (siehe DIN 4150-2 Nr. 4). Im Übrigen sind nach allgemeiner Lebenserfahrung spürbare Erschütterungen in Wohnungen wesensfremd.

---

<sup>2</sup> Hinweis: Die DIN 4150 ist nach § 3 Abs. 3 der Brandenburgischen Bauordnung **nicht** als Technische Baubestimmung eingeführt.

### 3 Immissionswerte

Die Immissionswerte der Tabellen 1 bis 3 berücksichtigen die in Nummer 2.2 genannten Erkenntnisquellen.

Die Immissionswerte der Tabelle 1 kennzeichnen für den überwiegenden Teil der heute vorhandenen Gebäude eine Schwelle, bei deren Einhaltung eine Verminderung der bestimmungsgemäßen Nutzbarkeit als Folge von Erschütterungseinwirkungen nach den bisherigen Erfahrungen nicht eintritt. Bei der Überschreitung der Immissionswerte nimmt aber das Risiko derartiger Beeinträchtigungen zu.

Die Immissionswerte der Tabellen 2 und 3 stellen auf die Vermeidung erheblicher Belästigungen von Menschen in Gebäuden ab. Tabelle 2 gibt Immissionswerte für Situationen an, in denen Erschütterungsquellen über mehrere Monate und Jahre auf Immissionsorte einwirken. Sie dienen zur Festlegung der Schwellen zwischen schädlichen und nicht schädlichen Umwelteinwirkungen. Die Immissionswerte der Tabelle 3 gelten für tagsüber einwirkende Erschütterungen von Baustellen und stellen Zumutbarkeitsmaßstäbe nach Maßgabe von Nummer 5.2 bereit. Immissionswerte für die Beurteilung von Erschütterungen durch Schienen- und Straßenverkehr sind in Tabelle 2 vorgegeben.

Die Immissionswerte der Tabellen 2 und 3 können nicht ohne nähere Prüfung zur Beurteilung der Belästigung durch Erschütterungseinwirkungen herangezogen werden. In jedem Einzelfall ist zu prüfen, ob die Immissionswerte aufgrund von Art (durch Erschütterungsquelle bedingt), Ausmaß (Intensität der Einwirkung) und Dauer (Einwirkzeit, Pausen) der Erschütterungseinwirkungen geeignet sind, deren Erheblichkeit und Zumutbarkeit sachgerecht zu beurteilen. Eine solche Beurteilung kann erst vorgenommen werden, wenn feststeht, dass kein atypischer Fall vorliegt, bei dem eine von der Regel abweichende Beurteilung geboten ist.

#### 3.1 Einwirkungen auf Gebäude

Die Immissionswerte für die Beurteilung der Einwirkungen auf Gebäude (Tabelle 1) sind nach der Gebäudeart und nach der Dauer der Einwirkungen gestaffelt. Grundlage hierfür sind die Anhaltswerte nach DIN 4150-3. Die Zuordnung der Gebäude zu den Zeilen nach Tabelle 1 erfolgt durch Inaugenscheinnahme.

Sind die Immissionswerte eingehalten oder unterschritten, ist davon auszugehen, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vorliegen.

Werden die Immissionswerte überschritten, kommen Anordnungen nach § 17 oder § 24 BImSchG in Verbindung mit § 15 LImSchG in Betracht. Sind außerdem konkrete Anzeichen für Schäden im Sinne von erheblichen Nachteilen als Folge von Erschütterungen erkennbar, ist das Ermessen der zuständigen Behörde nach § 17 Abs. 1 Satz 2 BImSchG und gegebenenfalls auch nach § 25 Abs. 2 BImSchG eingeschränkt; sie darf dann nur bei einem atypischen Sachverhalt von einer nachträglichen Anordnung absehen. Dabei ist zu beachten, dass an baulichen Anlagen Risse nicht nur durch Erschütterungen verursacht werden können; sie entstehen auch zum Beispiel durch ungleichmäßige Setzungen des Bauwerks oder durch ungleichmäßige Dehnungen verschiedener Baumaterialien bei Temperaturänderungen.

Werden Überschreitungen der Immissionswerte festgestellt, ohne dass konkrete Schäden erkennbar sind, kann die Anordnung von Maßnahmen zurückgestellt werden, wenn der Betreiber von Anlagen im Sinne des

§ 3 Abs. 5 BImSchG für die betroffenen Gebäude das Maß der Erschütterungseinwirkungen, die voraussichtlich nicht zu Schäden führen, gutachterlich feststellen lässt und wenn dieses Maß nicht überschritten wird.

Sollen Immissionen nach Tabelle 1 begrenzt werden, ist zu prüfen, ob nicht ohnehin wegen der belästigenden Wirkung von Erschütterungen auf den Menschen die Erschütterungseinwirkungen weitergehend gemindert werden müssen.

Starke Erschütterungen können vor allem in locker bis mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden (Sande, Kiese) zu Sackungen des Bodens und damit zu Setzungen von Gründungskörpern führen. Das gilt besonders für häufige Erschütterungen, für gleichförmige Sande und für Böden unterhalb des Grundwasserspiegels. Nähere Informationen enthält DIN 4150-3: 1999-02 Anhang C.

**Tabelle 1:** Immissionswerte zur Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude in mm/s

Spalte	1	2			3	4	5	6	
Zeile	Gebäudeart	Kurzzeitige Erschütterungen						Dauererschütterungen	
		Fundament			Oberste Deckenebene, horizontal	Vertikale Deckenschwingungen	Oberste Deckenebene, horizontal+	Vertikale Deckenschwingungen++	
		1 bis 10 Hz	10 bis 50 Hz	50 bis 100* Hz					
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 bis 40	40 bis 50	40	20	10	10	
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und / oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 bis 15	15 bis 20	15	20	5	10	
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeilen 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 bis 8	8 bis 10	8	**	2,5	**	
Messwerte nach DIN 4150-3		Maximalwerte der Schwinggeschwindigkeit der größten Komponente in mm/s							

\* Bei Frequenzen über 100 Hz sollen die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden.

\*\* Das Maß der noch unschädlichen Erschütterungseinwirkungen ist im Einzelfall festzustellen.

\*\*\* Die Immissionswerte für Frequenzen zwischen 10 und 50 Hz sowie zwischen 50 und 100 Hz sind durch lineare Interpolation zwischen den Immissionswerten der jeweiligen Zeilen zu ermitteln.

+ siehe DIN 4150-3 Nr. 6.1

++ siehe DIN 4150-3 Nr. 6.2

### 3.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Tabelle 2 enthält Immissionswerte in Abhängigkeit von Gebietsart und Tageszeit der Einwirkungen. Grundlage hierfür sind die Anhaltswerte nach DIN 4150-2. Die Zuordnung des Einwirkungsortes zu den in Tabelle 2 aufgeführten Gebieten ist nach folgenden Grundsätzen vorzunehmen:

Maßgeblich für die Zuordnung sind die Festsetzungen in den Bebauungsplänen. Sonstige in Bebauungsplänen festgesetzte Flächen für Gebiete und Anlagen sowie Gebiete und Anlagen, für die keine Festsetzungen bestehen, sind entsprechend der Schutzbedürftigkeit zu beurteilen.

Wenn gewerblich, industriell oder hinsichtlich ihrer Erschütterungsauswirkungen vergleichbar genutzte und zum Wohnen dienende Gebiete aneinander grenzen (Gemengelage), können die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionswerte auf einen geeigneten Zwischenwert der für die aneinander grenzenden Gebietskategorien geltenden Werte erhöht werden, soweit dies nach der Pflicht zur gegenseitigen Rücksichtnahme erforderlich ist. Die Immissionswerte für Kern-, Dorf- und Mischgebiete sollen dabei nicht überschritten werden. Es ist vorauszusetzen, dass der Stand der Erschütterungsminderungstechnik eingehalten wird.

Für die Höhe des Zwischenwertes ist die konkrete Schutzwürdigkeit des betroffenen Gebietes maßgeblich. Wesentliche Kriterien sind die Prägung des Einwirkungsgebietes durch den Umfang der Wohnbebauung einerseits und durch Gewerbe- und Industriebetriebe andererseits, die Ortsüblichkeit der Erschütterungen und die Frage, welche der unverträglichen Nutzungen zuerst verwirklicht wurde. Liegt ein Gebiet mit erhöhter Schutzwürdigkeit nur in einer Richtung zur Anlage, so ist dem durch die Anordnung der Anlage auf dem Betriebsgrundstück und die Nutzung von Minderungsmöglichkeiten (siehe Anhang) Rechnung zu tragen.

Die in Tabelle 2 genannten Gebiete entsprechen folgenden Gebietsfestsetzungen nach der Baunutzungsverordnung (BauNVO):

Baugebiet	BauNVO	Gebiete nach Tabelle 2 Zeile
Industriegebiete	(§ 9)	1
Gewerbegebiete	(§ 8)	2
Kerngebiete	(§ 7)	3
Mischgebiete	(§ 6)	3
Dorfgebiete	(§ 5)	3 oder 4*
besondere Wohngebiete	(§ 4a)	3 oder 4*
allgemeine Wohngebiete	(§ 4)	4
Kleinsiedlungsgebiete	(§ 2)	4
reine Wohngebiete	(§ 3)	4
Kurgebiete, Klinikgebiete	(§ 11)	5

\* je nach Schwerpunkt der Nutzung

**Tabelle 2:** Immissionswerte (IW) für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	Einwirkungsort	IW <sub>u</sub>	Tags IW <sub>o</sub>	IW <sub>r</sub>	IW <sub>u</sub>	Nachts IW <sub>o</sub>	IW <sub>r</sub>
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete § 9 BauNVO)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete § 7 BauNVO, Mischgebiete § 6 BauNVO, Dorfgebiete § 5 BauNVO)	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet § 3 BauNVO, allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, in Kurkliniken	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05
Beurteilungsgrößen nach DIN 4150-2		KB <sub>Fmax</sub>	KB <sub>Fmax</sub>	KB <sub>FTr</sub>	KB <sub>Fmax</sub>	KB <sub>Fmax</sub>	KB <sub>FTr</sub>

Die Beurteilung der Immissionen erfolgt mit Hilfe der Tabelle 2 und in Anlehnung an DIN 4150-2 Nr. 6.2 auf folgende Weise:

- Ist KB<sub>Fmax</sub> kleiner oder gleich dem (unteren) Immissionswert IW<sub>u</sub>, dann ist die Anforderung dieser Leitlinie eingehalten.
- Ist KB<sub>Fmax</sub> größer als der (obere) Immissionswert IW<sub>o</sub>, dann ist die Anforderung dieser Leitlinie nicht eingehalten.
- Für selten auftretende, kurzzeitige Einwirkungen ist die Anforderung dieser Leitlinie eingehalten, wenn KB<sub>Fmax</sub> kleiner als IW<sub>o</sub> ist (siehe Nummer 4.2).
- Für häufigere Einwirkungen, bei denen KB<sub>Fmax</sub> größer als IW<sub>u</sub>, aber kleiner oder gleich IW<sub>o</sub> ist, ist in besonderen Fällen ein weiterer Prüfschritt für die Entscheidung erforderlich, nämlich die Bestimmung der Beurteilungs-Schwingstärke KB<sub>FTr</sub> nach DIN 4150-2 Nr. 6.4. Ist KB<sub>FTr</sub> nicht größer als der Immissionswert IW<sub>r</sub> (IW<sub>r</sub> ist der Immissionswert zum Vergleich mit Beurteilungs-Schwingstärken) nach Tabelle 2, dann sind die Anforderungen dieser Leitlinie ebenfalls eingehalten.

Bei Einhaltung der Werte der Tabellen 2 und 3 ist zu erwarten, dass auch die Sekundäreffekte in der Regel nicht zu einer erheblichen Belästigung führen. Treten in Einzelfällen erhebliche Sekundäreffekte (zum



Beispiel Resonanzen) auf und lassen sich diese nicht auf einfache Weise abstellen, so erfordern sie Untersuchungen im Einzelfall. Für die Beurteilung des von schwingenden Raumbegrenzungsflächen abgestrahlten sekundären Luftschalls sind die maßgebenden akustischen Regelwerke (insbesondere die TA Lärm sowie bei tieffrequenten Geräuschimmissionen die DIN 45680: 1997-03 in Verbindung mit dem Beiblatt 1 zu dieser Norm) heranzuziehen.

Bei der Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Gewerbebetrieben hat sich das Schutzziel nicht an besonders empfindlichen Nutzungen (Nummer 1 Abs. 3) zu orientieren, sondern an solchen, die für Gewerbebetriebe üblich sind (zum Beispiel am Aufenthalt von Personen in Büroräumen).

#### **4 Hinweise zur Beurteilung**

Nach DIN 4150-2 Nr. 5.4 treten bei der messtechnischen Ermittlung von Schwinggeschwindigkeiten oder KB-Werten erfahrungsgemäß Unsicherheiten von bis zu  $\pm 15$  Prozent auf. Sollen Anordnungen auf die Messergebnisse gestützt werden, ist in der Regel vom durch Messung ermittelten Wert ein Abzug von 15 Prozent vorzunehmen. Werden Messgeräte der Klasse II nach DIN 45669-1 eingesetzt oder wird das Näherungsverfahren nach DIN 4150-2 angewendet, können größere Unsicherheiten auftreten.

##### **4.1 Einwirkungen auf Gebäude**

Tabelle 1 unterscheidet zwischen kurzzeitigen Erschütterungen und Dauererschütterungen. Erschütterungen gelten nur dann als kurzzeitig, wenn sie für jedes Ereignis höchstens wenige Sekunden andauern und ihre Häufigkeit für Materialermüdungen und ihr zeitlicher Abstand für Resonanzerscheinungen unerheblich ist (zum Beispiel einzelne Sprengerschütterungen).

##### **4.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden**

Besonderheiten für vereinzelt auftretende Sprengerschütterungen:

Als kurzzeitig einwirkende Erschütterungen im Sinne von DIN 4150-2 Nr. 6.5.1 Satz 1 gelten Ereignisse mit einer Einwirkdauer von wenigen Sekunden pro Ereignis.

Als wenige Male pro Jahr im Sinne von DIN 4150-2 Nr. 6.5.1 letzter Satz gelten bei Sprengerschütterungen bis zu zehn Ereignissen pro Jahr.

Andere Maßnahmen im Sinne von DIN 4150-2 Anmerkung zu Nr. 6.5.1, auf die von der Überwachungsbehörde hingewirkt werden kann, sind beispielsweise: Ankündigung in Zeitungen oder mit Handzetteln, telefonische/persönliche Vorwarnung, Kombination der Vorwarnung mit gezielten Informationen und Benennung von Verantwortlichen.

#### **5 Erschütterungen bei Baumaßnahmen**

Baustellen sind in der Regel nicht genehmigungsbedürftige Anlagen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Sie sind unter anderem so zu errichten und so zu betreiben, dass schädliche

Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind, und dass nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

## 5.1 Einwirkungen auf Gebäude

Für die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude bei Baumaßnahmen gelten die Ausführungen in Nummer 3.1 sinngemäß.

## 5.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Die in Tabelle 3 enthaltenen Immissionswerte dienen der Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Wohnräume oder vergleichbare Räume durch Baumaßnahmen am Tage. Sie berücksichtigen die besonderen Aspekte von Baumaßnahmen wie zeitlich begrenzte Einwirkungen und die zum Teil gegebene Notwendigkeit des Einsatzes von Verfahren, welche zur Realisierung der Baumaßnahme Erschütterungen in den Baugrund einleiten müssen und damit zwangsläufig auf die Umgebung einwirken. Daher sind für diesen Fall andere Maßstäbe hinsichtlich der Bewertung der Erheblichkeit und Zumutbarkeit anzulegen als bei Erschütterungseinwirkungen durch stationäre Anlagen, die grundsätzlich zeitlich unbegrenzt auf die Umgebung einwirken.

Bei Baustellenerschütterungen ist das in DIN 4150-2 Nr. 6.5.4 beschriebene Beurteilungsverfahren mit folgenden Maßgaben anzuwenden:

- Es gelten für tagsüber durch Baumaßnahmen verursachte Erschütterungen von höchstens 78 Tagen Dauer die Immissionswerte der Tabelle 3. Für länger als 78 Tage andauernde und für nachts auftretende Erschütterungen gelten grundsätzlich die Immissionswerte der Tabelle 2.
- Die Beurteilung von zeitlich begrenzten Erschütterungseinwirkungen durch Baustellen erfolgt in den drei Stufen I, II und III (siehe auch DIN 4150-2 Nr. 6.5.4.2 Buchstabe a bis c).
- Bei Unterschreitung der Stufe I ist nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen.
- Liegen die Erschütterungen zwischen den Immissionswerten der Stufen I und II und sind die unter Nummer 6.4, Ziffern 1 bis 4 aufgeführten Maßnahmen durchgeführt, liegen ebenfalls in der Regel keine erheblichen Belästigungen vor.
- Überschreiten die Erschütterungseinwirkungen jedoch die Stufe II, so können die unter Nummer 6.4 beschriebenen Maßnahmen dazu beitragen, die unvermeidbaren schädlichen Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß zu beschränken.
- Mit zunehmender Überschreitung der Stufe II nimmt die Wahrscheinlichkeit erheblicher Belästigungen trotz ergriffener Maßnahmen zu. Solange die Stufe III aber nicht überschritten wird, können die Pflichten des Betreibers als erfüllt angesehen werden, wenn alle im Einzelfall anwendbaren Maßnahmen nach Nummer 6.4 getroffen werden.
- Sofern nicht bereits bei Überschreitung der Stufe II ein erschütterungsärmeres Bauverfahren gewählt wurde, gewinnt diese Maßnahme bei Überschreitung der Stufe III besondere Bedeutung, da von dieser Schwelle an auch aufwändige, aber weniger erschütterungsintensive Bauverfahren zunehmend als verhältnismäßig anzusehen sind. Bei der Ermessensausübung sind im Einzelfall außerdem andere Aspekte wie die Dauer der Einwirkung und andere Immissionsarten (zum Beispiel Lärm, Staub, Gerüche) mit in die Prüfungen einzubeziehen.

- Immissionswerte für die drei Stufen sind in Tabelle 3 für verschiedene Einwirkungsauern D zusammengestellt. Dabei wird auf eine Unterteilung für verschiedene Gebietsarten verzichtet. Die Einteilung in Abschnitte von 6, 26 und 78 Tagen wurde von der durchschnittlichen Anzahl der Werktage einer Woche, eines Monats und eines Vierteljahres abgeleitet. Für besonders schutzwürdige Gebiete (Objekte) wie zum Beispiel Krankenhäuser oder Ähnliches ist diese Tabelle nicht anwendbar. Solche Fälle erfordern Einzelfallentscheidungen.
- Für Einwirkungsauern D, die zwischen einem Tag und sechs Tagen liegen, werden die Immissionswerte der Tabelle 3 linear interpoliert.
- Unter der Dauer D der Erschütterungseinwirkungen in der Tabelle 3 ist die Anzahl von Tagen zu verstehen, an denen tatsächlich Erschütterungseinwirkungen auftreten (nicht die Dauer der Baumaßnahme an sich). Dabei sind Tage mit Erschütterungseinwirkungen, die unter den gebietsabhängigen Werten der Tabelle 2 für  $IW_u$  oder  $IW_r$  liegen, nicht mitzuzählen.
- Werden durch eine Baustelle wahrnehmbare Erschütterungseinwirkungen während mehr als sechs Tagen Dauer verursacht, die aber noch unter den niedrigsten Werten der Tabelle 3 für  $IW_u$  oder  $IW_r$  ( $IW_u = 0,3$ ;  $IW_r = 0,2$ ) liegen, dann gelten zusätzliche Einwirkungen von maximal sechs Tagen Dauer, welche die Anforderungen der Tabelle 3 für bis zu sechs Tagen einhalten (gegebenenfalls Interpolation zwischen einem und sechs Tagen), nicht als schädliche Umwelteinwirkungen.

**Tabelle 3:** Immissionswerte (IWB) für tagsüber auftretende Erschütterungseinwirkungen durch Baustellen

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Zeitdauer	D ≤ 1 Tag			6 Tage < D ≤ 26 Tage			26 Tage < D ≤ 78 Tage		
Stufe	$IW_u$	$IW_o^*$	$IW_r$	$IW_u$	$IW_o^*$	$IW_r$	$IW_u$	$IW_o^*$	$IW_r$
I	0,8	5	0,4	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
II	1,2	5	0,8	0,8	5	0,6	0,6	5	0,4
III	1,6	5	1,2	1,2	5	1,0	0,8	5	0,6
**	$KB_{Fmax}$	$KB_{Fmax}$	$KB_{FTr}$	$KB_{Fmax}$	$KB_{Fmax}$	$KB_{FTr}$	$KB_{Fmax}$	$KB_{Fmax}$	$KB_{FTr}$

\* Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt  $IW_o = 6$ .

\*\* Beurteilungsgrößen nach DIN 4150-2

Für Baustellensprengungen gilt allein das  $IW_o$ -Kriterium. Werte bis  $IW_o = 8$  sind zugelassen, niedrigere Werte sind anzustreben.

## 6 Verminderung von erheblichen Belästigungen durch Erschütterungsimmissionen genehmigungsbedürftiger und nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen

### 6.1 Aktive Schutzmaßnahmen

Erschütterungen lassen sich am wirkungsvollsten durch Maßnahmen an der Erschütterungsquelle selbst vermindern. Dazu eröffnet der heutige Stand der Technik vielfältige Möglichkeiten.

Für die Minderung oder Vermeidung von Erschütterungen existiert eine Reihe häufig eingesetzter und bewährter Maßnahmen:

- Schaffung optimaler Betriebsbedingungen, Wartung und Pflege von Maschinen und Werkzeugen, Vermeidung unnötiger Lagerspiele, Verwendung scharfer Werkzeuge (Bohrer, Meißel usw.), Wahl der richtigen Temperatur der Werkstücke beim Schmieden,
- Übergang zu einer anderen Technik (zum Beispiel Ersetzen von „Einrütteln“ von Spundbohlen durch „Einpressen“),
- sorgfältiges Auswuchten oder Einsatz von Massenausgleichern,
- Auswahl unschädlicher Erregerfrequenzen,
- Schwingungsisolierung mit Feder- und Dämpfungselementen, die den Kräften und Massen der Maschinen und gegebenenfalls der Masse des Fundamentes entsprechend dimensioniert werden. Neben der Verminderung der Erschütterungen in der Nachbarschaft ermöglicht diese Art der Schwingungsisolierung auch eine Reduzierung der Masse der Unterkonstruktion (Fundament). Die Verminderung der Erschütterungsbeanspruchung betrieblicher Einrichtungen kann erheblich sein. Stützen der Unterkonstruktion können in die Gebäudestruktur integriert werden; Höhenausgleich und Nivellierung sind auch nachträglich leicht möglich.

Alle diese Maßnahmen müssen in jedem Einzelfall sorgfältig auf ihre Einsatzmöglichkeit geprüft werden. Insbesondere muss darauf geachtet werden, dass nach Durchführung der Maßnahmen nicht andere unbeabsichtigte Resonanzen entstehen können. Insbesondere aktive Schutzmaßnahmen können auch zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Erschütterungen durchgeführt werden.

## 6.2 Ausbreitungsweg

Erschütterungen werden in der Regel durch den Boden übertragen, wobei die mechanischen Eigenschaften des Bodens die Ausbreitung häufig in unvorhergesehener Weise beeinflussen.

Erschütterungen nehmen im Allgemeinen mit dem Abstand von der Quelle ab, ihre Wirkungen können deshalb durch Vergrößerung des Abstandes im Normalfall vermindert werden.

Neuere Untersuchungen zeigen, dass die Ausbreitung von Schwingungen im Erdboden durch vertikal eingebrachte Schlitze oder Kanäle rechtwinklig zur Ausbreitungsrichtung (mit gasgefüllten Matten) behindert werden kann. Die Schlitze wirken wie Schallschirme im akustischen Bereich und sollen möglichst nahe an der Quelle eingesetzt werden. Sie haben in einigen Fällen zu einer spürbaren Verminderung der Erschütterungen geführt.

## 6.3 Passive Schutzmaßnahmen

An den zu schützenden baulichen Anlagen können durch Veränderungen der Schwingungseigenschaften des Bauwerks oder von Bauteilen die Einwirkungen von resonanzbedingten Erschütterungen vermieden oder gemindert werden. Wegen des Aufwandes bei der erforderlichen Versteifung von Bauwerken oder von Bauteilen oder der Anbringung von Zusatzmassen sollten Versuche in dieser Richtung jedoch nur auf Einzelfälle beschränkt bleiben, zumal kaum vorhergesagt werden kann, ob die Maßnahmen Erfolg haben werden. Erfolgreich, aber aufwändig ist auch die Abfederung von Gebäuden, über die vereinzelt berichtet wurde. Durch das Anbringen von Schwingungstilgern (ungedämpfte Zusatzmassen) an Bau- oder Maschinenteilen können Resonanzschwingungen vermindert werden. Da die Maßnahmen nicht an der

verursachenden Anlage getroffen werden, lassen sie sich in aller Regel nur mit Zustimmung der Betroffenen realisieren.

#### 6.4 Maßnahmen zur Verminderung erheblicher Belästigungen, insbesondere bei nur vorübergehend betriebenen Anlagen (zum Beispiel Baustellenanlagen)

Für Baustelleneinrichtungen sind die Hinweise der „Standardleistungsbücher für das Bauwesen (StLB)“, Regional-Leistungsbereich 898 „Schutz gegen Baulärm und Erschütterungen“ sowie StLB 000 „Baustelleneinrichtungen“ zu berücksichtigen.

Die psychischen Auswirkungen von Erschütterungseinwirkungen können vermindert werden durch:

1. Umfassende Information der Betroffenen zum Beispiel über die Maßnahmen, die Verfahren, die Dauer und die zu erwartenden Erschütterungen aus dem Betrieb.
2. Aufklärung über die Unvermeidbarkeit von Erschütterungen und die damit verbundenen Belästigungen sowie Empfehlungen über Verhaltensweisen zur Minderung von Erschütterungswirkungen auf die Betroffenen.
3. Einrichtung einer Anlaufstelle für Beschwerden.
4. Zusätzliche betriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen (Pausen, Ruhezeiten usw.).
5. Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Einwirkungen auf Menschen und Gebäude.
6. Nachweis des Nichtentstehens von Gebäudeschäden durch Beweissicherung.

## 7 Erschütterungen durch Verkehr in Anlagen

In dieser Leitlinie werden Empfehlungen für die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen durch landgebundenen Verkehr auf Menschen in Gebäuden gegeben. Bei Einhaltung der entsprechenden Immissionswerte sind Gebäudeschäden nach derzeitigem Erkenntnisstand auszuschließen. Eine darüber hinausgehende Bewertung von Schäden an Gebäuden wird nicht vorgenommen.<sup>3</sup>

### 7.1 Erschütterungen durch Straßenverkehr

Straßenverkehrserschütterungen sind stochastische Erschütterungen. Wegen dieser Eigenschaft sind zu deren Beurteilung in dieser Leitlinie präzisierende Festlegungen zur DIN 4150-2 Nr. 6.5.2 getroffen.

Im Nahbereich von Straßen mit Schwerverkehr sind Belästigungen durch Erschütterungen nicht generell auszuschließen. Das Ausmaß der Erschütterungen ist neben der Art der Deckenausbildung der angrenzenden Wohnhäuser entscheidend von der Art des Untergrundes abhängig. Durch die Besonderheit der glazial geprägten Bodenverhältnisse in Brandenburg liegt ein Parameter vor, der kaum beeinflussbar ist beziehungsweise nur mit aufwändigen Maßnahmen zu korrigieren wäre.

<sup>3</sup> Hinweis: Zur Beurteilung der Auswirkungen von Erschütterungsimmissionen durch Straßenverkehr auf Gebäude ist die „Leitlinie zur Feststellung von Gebäudeschäden aufgrund verkehrlich bedingter Erschütterungen“ gemäß Rundschreiben Nummer 8/2004 der Abteilung 5 des Ministeriums für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr (jetzt Ministerium für Infrastruktur und Raumordnung) vom 16. April 2004 heranzuziehen.

Bei einer Beurteilung von Verkehrserschütterungen an bestehenden Straßen können im Einzelfall folgende Beurteilungskriterien berücksichtigt werden:

- zusätzliche Belästigungen durch von außen eindringenden Luftschall, tieffrequenten Schall, abgestrahlten Körperschall sowie Sekundäreffekte (DIN 4150-2 Nr. 3.9),
- Höhe und Häufigkeit der Immissionswertüberschreitungen und deren Verursacher,
- Vermeidbarkeit von Immissionswertüberschreitungen (zum Beispiel Einhaltung des Standes der Technik unter anderem bei der Einbindung von Kanaldeckeln und Regenentwässerungen).

#### 7.1.1 Hinweise für die Messdurchführung

Messungen von Straßenverkehrserschütterungen sind nicht während Verkehrsspitzen beziehungsweise -pausen durchzuführen. Es sollte den „Empfehlungen für Verkehrserhebungen - EVE 91“ (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, 1991) gefolgt werden. Abweichend zu den Festlegungen nach DIN 4150-2 sind die Werte  $KB_{Fmax}$  und  $KB_{FTr}$  einer einstündigen Messung zur Beurteilung heranzuziehen. Wird eingeschätzt, dass die Fahrzeugbelegung als nicht repräsentativ gelten kann, ist die Messzeit entsprechend zu verlängern. Eine Zuordnung von Maximalwerten zu den erschütterungsverursachenden Fahrzeugtypen ist empfehlenswert.

Bei den Verkehr negativ beeinflussenden Witterungslagen (zum Beispiel starker Regen, Schnee, Glatteis) beziehungsweise bei tief gefrorenem Boden sollten keine Erschütterungsmessungen erfolgen.

#### 7.1.2 Hinweise zur Beurteilung

Zu den in Tabelle 2 genannten Einwirkungsorten gelten die Hinweise in Nummer 3.2 zu den Gebietsfestsetzungen nach der Baunutzungsverordnung. Die Beurteilungsschritte erfolgen analog zu der in Nummer 3.2 festgelegten Weise.

Die der Beurteilung zugrunde liegende Messzeit beträgt eine Stunde. Bei der Ermittlung der Beurteilungsschwingstärke  $KB_{FTr}$  wird der Faktor 2 (DIN 4150-2 Nr. 6.4.2) zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung für Einwirkungen während der Ruhezeiten nicht angewendet.

#### 7.1.3 Maßnahmen zur Verminderung von Straßenverkehrserschütterungen

Eine Reduzierung von straßenverkehrsbedingten Erschütterungen kann zum einen durch Verbesserungen der Straßenoberfläche, zum anderen durch verkehrslenkende Maßnahmen erzielt werden. In einigen Fällen wird auch nach Ausschöpfung der gebotenen Möglichkeiten eine gewisse Spürbarkeit verbleiben.

Die Straßendecke sollte möglichst eben und wellenfrei sein. In der Fahrbahn liegende Schachtabdeckungen und dergleichen dürfen keine Unebenheiten bilden. Querrinnen sind möglichst zu vermeiden. Bedarfsgerechte Wartungen stellen für sensible Straßenabschnitte eine wirkungsvolle Minderungsmaßnahme für Erschütterungen dar, soweit das im Rahmen der Leistungsfähigkeit des zuständigen Straßenbaulastträgers möglich ist.

Soll eine Straße eine Pflasterdecke behalten beziehungsweise erhalten, sollte in Abhängigkeit von der Verkehrsbelegung geprüft werden, ob Teile der Fahrbahn mit einem glatten Belag versehen werden können.

Geeignete verkehrslenkende Maßnahmen können unter anderem sein:

- Herabsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit,
- Reduzierung der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeiten (unter Umständen durch bauliche Maßnahmen),
- Verkehrsverbot für LKW (zum Beispiel Begrenzung des zulässigen Gesamtgewichts, Nachtfahrverbot),
- Verlagerung des LKW-Verkehrs (zum Beispiel mit Hilfe eines LKW-Führungskonzeptes).

In vielen Fällen ist eine einzelne Maßnahme nicht ausreichend und eine umfassende Minderung von Straßenverkehrserschütterungen ist nur durch Kombination mehrerer Maßnahmen zu erreichen.

Zusätzlich zur Erschütterungsminderung wird eine Reduzierung der Vorbeifahrgeräusche sowie besonders lästiger Schalldruckpegelspitzen erreicht.

## 7.2 Erschütterungen durch Schienenverkehr

An bestehenden Schienenwegen werden bei den Anwohnern oft Erschütterungsimmissionen festgestellt, die erheblich belästigend sein können. Bei der Feststellung der Belastungsgrenze sind im Einzelfall folgende Belastungskriterien zu berücksichtigen (gilt nicht für ÖPNV: Straßenbahn, S-Bahn):

- die Höhe und Häufigkeit der Überschreitungen der Anhaltswerte,
- die Vermeidbarkeit der Überschreitung der Anhaltswerte (zum Beispiel Einhaltung des Standes der Technik),
- die Duldungspflicht nach dem Gebot der gegenseitigen Rücksichtnahme.

Für neu zu bauende Strecken und bei städtebaulichen Planungen von Baugebieten sind die Immissionswerte  $IW_u$  und  $IW_r$  nach Tabelle 2 einzuhalten.

### 7.2.1 Hinweise für die Messdurchführung

Durch die Messung ist sicherzustellen, dass ein repräsentativer Wert der Beurteilungsschwingstärke ermittelt wird. Hierzu ist eine ausreichende Anzahl von Zügen pro Zugart je Gleis (mindestens jedoch fünf) zu erfassen.

Näheres ist DIN 4150-2 Nr. 6.5.3.6 und dem Anhang A zu dieser Norm zu entnehmen.

### 7.2.2 Hinweise zur Beurteilung

Erschütterungen durch den (oberirdischen) Schienenverkehr sind analog zu Nummer 3.2 zu beurteilen. Dabei sind spezielle Besonderheiten zu beachten.

Bei der Ermittlung der Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{FT_r}$  wird der Faktor 2 (DIN 4150-2 Nr. 6.4.2) zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung für Einwirkungen während der Ruhezeiten nicht angewendet.

Oberirdischer Schienenverkehr des ÖPNV ist nach DIN 4150-2 Nr. 6.5.3.3 zu beurteilen.

Oberirdischer Schienenverkehr außer ÖPNV ist nach Tabelle 2 zu beurteilen. Der obere Immissionswert beträgt nachts gebietsunabhängig  $IW_o = 0,6$ . Bei dessen seltener Überschreitung ist nach der Ursache bei der entsprechenden Zugeinheit zu forschen. Die Werte sind bei der Berechnung von  $KB_{FT_r}$  zu berücksichtigen.

Zu den in Tabelle 2 genannten Einwirkungsorten gelten die Hinweise in Nummer 3.2 zu den Gebietsfestsetzungen nach der Baunutzungsverordnung.

Weitergehende Empfehlungen, Beispiele und Hinweise für Erschütterungen durch Schienenverkehr sind den Anhängen A, C und D der DIN 4150-2 zu entnehmen.



## Anhang:

### - Abkürzungen

$IW_{u, o, r}$	Immissionswerte
$IWB_{u, o, r}$	Immissionswerte (Baustelle)
$KB_{Fmax}$	Maximale bewertete Schwingstärke
$KB_{FTr}$	Beurteilungs-Schwingstärke

### - Hinweise zu ausgewählten Erschütterungsquellen

Erschütterungen von **Schmiedehämmern** haben sich in einer Reihe von Fällen wirksam durch die Verwendung eines schwingungs isolierten Fundamentes verringern lassen; im Allgemeinen wurde eine etwa 80-prozentige Verminderung der Erschütterungen gegenüber einer festen Gründung nach DIN 4025 „Fundamente für Amboss-Hämmer (Schabottehämmer) - Hinweise für die Bemessung und Ausführung“ erreicht. Bei der Neuaufstellung von größeren Schmiedehämmern ist die schwingungs isolierte Gründung heute nicht wesentlich teurer als die feste Gründung. Dies gilt in gleicher Weise für die so genannte Direktabfederung von Schmiedehämmern und Schmiedepressen, bei der die Isolierelemente nicht unterhalb eines Fundamentes, sondern direkt unter der Schabotte angeordnet werden.

Bei größeren **Schmiedekurbelpressen** entstehen durch den Anfahr impuls beim Einrückvorgang des Kurbeltriebs, beim eigentlichen Arbeitsvorgang und beim Abbremsen starke horizontale Kräfte, die zu niederfrequenten Erschütterungen in horizontaler Richtung führen. Diese lassen sich durch entsprechend dimensionierte schwingungs isolierte Fundamente wirksam vermindern. Bei der elastischen Aufstellung ist in der Regel ein relativ großes Fundament zur Erhöhung des Trägheitsmoments erforderlich.

**Pressen für die Blechverarbeitung** lassen sich im Allgemeinen mit Feder-Dämpfer-Elementen direkt abfedern, ohne dass ein abgefedertes Fundament, wie bei Schmiedehämmern und Schmiedepressen, erforderlich ist. Auch bei dieser direkten Abfederung konnten die Erschütterungen gegenüber fester Aufstellung um etwa 80 Prozent vermindert werden.

Bei **Webmaschinen** kann durch eine Aktivisolierung eine gute Isolierung erreicht werden. Die Auslegung der elastischen Lagerung hängt von der Bauart der Webmaschinen, deren Drehzahl und von betrieblichen Gegebenheiten ab. Eine sehr gute Isolierung wird erzielt, wenn eine oder mehrere Webmaschinen auf einer gemeinsamen Grundplatte montiert werden und die gesamte Fundamentplatte elastisch gelagert wird.

Zur Verminderung von Erschütterungen, die von **Sägegattern** ausgehen, haben sich

- große Abstände von schutzbedürftigen Gebäuden (Darauf ist insbesondere in Gebieten mit hoch anstehendem Grundwasser zu achten.),
- große Fundamentmassen,
- Änderungen der Drehzahl, falls Anregung in Resonanz vorliegt (Die geänderte Drehzahl darf nicht an anderer Stelle zu Resonanz führen.),
- Einbau spezieller Massenausgleichssysteme und

- Auslegung des Fundamentes als Schwingfundament (Lagerung eines Fundamentblockes großer Masse auf Federisolatoren/Schwingungsdämpfern in einer Fundamentwanne)

bewährt.

Von **Schrottplätzen** ausgehende Erschütterungen lassen sich durch schwingungsisolierte Aufstellung von Shreddern, Scheren und Fallwerken vermindern.

Die von Schwingrinnen, Auspackrosten und -rohren in **Gießereien** ausgehenden Erschütterungen können durch doppel-elastische Aufstellung vermindert werden. Bei Resonanzen kommen Drehzahländerungen in Betracht. Rüttel-Pressmaschinen lassen sich schwingungsisoliert aufstellen.

Schwingungsisolierte Aufstellungen zur Erschütterungsminderung sind ferner an **Automaten zur Nagelherstellung, Bauschuttrecyclinganlagen, Betonsteinfertigern, Druckmaschinen, Prallmühlen, Pressen** und **Stanzen** erfolgreich durchgeführt worden.

Erschütterungen von **Gewinnungssprengungen** können durch sprengtechnische Maßnahmen eingeschränkt werden. Auf die Größe der bei Sprengungen entstehenden Erschütterungen haben verschiedene Parameter wesentlichen Einfluss, insbesondere die Sprengstoffmenge je Zündzeitstufe und die Entfernung zu den schutzbedürftigen Objekten. Durch Verringerung der Lademenge (ohne Erhöhung der Verspannungen im Gebirge) und durch Vergrößerung der Entfernung zwischen Sprengstelle und schutzbedürftigen Objekten wurde eine Verminderung der Erschütterungsamplituden erreicht. Durch entsprechende Wahl von Zündfolge (Verzögerungssprengungen durch Verwendung von Zeitzündern), Vorgabe Bohrlochabstand, Sprengstoffmenge je Zündzeitstufe sowie durch geeignete Wahl der Abbaurichtung und Berücksichtigung der geologischen beziehungsweise hydrogeologischen und örtlichen Verhältnisse konnten Sprengerschütterungen gemindert werden.

Bei **Sprengungen im Wasser** ist eine erhebliche Verminderung der Erschütterungen durch Anordnung eines Luftschleiers im Wasser zwischen der Sprengstelle und dem Immissionsort erreicht worden.

Erschütterungen durch **Baugrubensprengungen** können ähnlich wie bei den standortgebundenen Steinbruchbetrieben durch Veränderung der Sprengstoffmengen, der Zündzeitfolge usw. gemindert werden. Gegebenenfalls sind andere Bauverfahren, wie Aufbrechen mit Meißel oder hydraulischen Gesteinsbrechern, notwendig. Zur Verminderung von Erschütterungen durch Aufmeißeln kommt der Einsatz von Fräsen in Betracht. Bei **Abbruchsprengungen** ist meist die Fallenergie des gesprengten Bauwerkes für die Stärke der verursachten Erschütterungen maßgebend. Minderungen können hierbei durch Verkleinerung der abgesprengten Massen und die Anwendung von Fallbetten (Aufschüttungen) erzielt werden.

Erschütterungen, die bei **Baumaßnahmen** durch Vibrationsgeräte, Rammen oder Rüttler hervorgerufen werden, sind häufig durch Änderungen der Betriebsbedingungen dieser Geräte vermindert worden. Erschütterungen durch schwere Rammgeräte konnten, wenn dies die Bodenverhältnisse zuließen, durch Ausweichen auf andere Arbeitsverfahren, zum Beispiel Bohren oder Schlitzen (Schlitzverfahren), vermindert werden. Es muss eine sorgfältige Prüfung der technischen und geologischen Voraussetzungen für den Einsatz entsprechender Geräte erfolgen.

Bei Einsatz von **Rüttlern** und **Bodenverdichtern** treten gelegentlich Resonanzschwingungen in einzelnen Bauteilen, besonders von Geschossdecken in Gebäuden, auf. Diese sind fast immer nur im Nachhinein durch Änderung der Erregerfrequenzen, durch die Wahl eines anderen Baugerätes oder eines anderen Bauverfahrens zu beeinflussen. Die durch **Vibrationsrammen** verursachten Erschütterungsimmissionen können durch Spülverfahren oder durch Vorbohren vermindert werden. Bei Einpressverfahren zum Einbringen oder zum Ziehen von Rammgütern werden praktisch keine Erschütterungen verursacht.