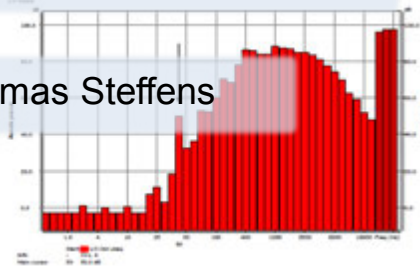


Emission und Immission von Schall

Informationsveranstaltung
der Schaefer Kalk GmbH & Co. KG
am 18.04.2018 in Niedertiefenbach

Prof. Dr.-Ing. Thomas Steffens



Grundlagen

Was ist „Schall“?

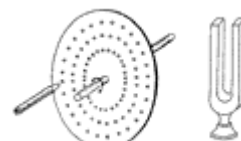
Schall entsteht durch energetische Impulse:
Kraft wirkt auf elastische Fläche, die die einwirkende
Energie durch Schwingung weitergibt

Energieweitergabe verursacht mechanische Schwingungen
oder Wellen eines mehr oder weniger elastischen Mediums
(Luft, Wasser, Festkörper)

Schall bedeutet Druckveränderung!

„Schall“ vs. „Lärm“?

Geräusch, Ton, Melodie



Lochscheibe und Stimmgabel



Geige

Grundlagen

Beurteilung von Schalleignissen

akustische Merkmale

Lautstärke, Dauer, zeitlicher Verlauf, Frequenzen, Häufigkeit, Unterschied zu Hintergrundgeräusch

Art

Natur, Musik, Sprache (natürlich, elektronisch), Arbeitsplatz, Verkehr, Gewerbe, Gaststätten, Sport, Freizeit, Schießen, Baustellen usw.

Zeitpunkt des Auftretens

allgemein: tags/nachts, während der Ruhezeiten (morgens, abends, sonn- und feiertags)

individuell: Wach-/Schlafzustand, Arbeiten/Wohnen und Erholen, Konzentrationszustand

Ortsüblichkeit

Wohngebiet, Mischgebiet, Gewerbegebiet

Informationshaltigkeit und Bedeutung

tropfender Wasserhahn, Wimmerndes Baby, Musik als Wohlklang oder Ruhestörung

Empfindlichkeit der Betroffenen

Persönlichkeitsmerkmale ausgeglichen/reizbar, optimistische/pessimistische Grundeinstellung

situative Empfindlichkeit Geräusche ungewohnt/gewohnt; entspannt, ruhig, erholt/angespannt, nervös, müde, erschöpft

Einstellung zur Geräuschquelle

Zuneigung zum/Neid auf Geräuschverursacher, geräuschvolle Tätigkeit sinnvoll/unsinnig, geräuschverursachendes Verhalten allgemein anerkannt/abgelehnt, Geräusch vermeidbar/unvermeidbar, unverminderbar

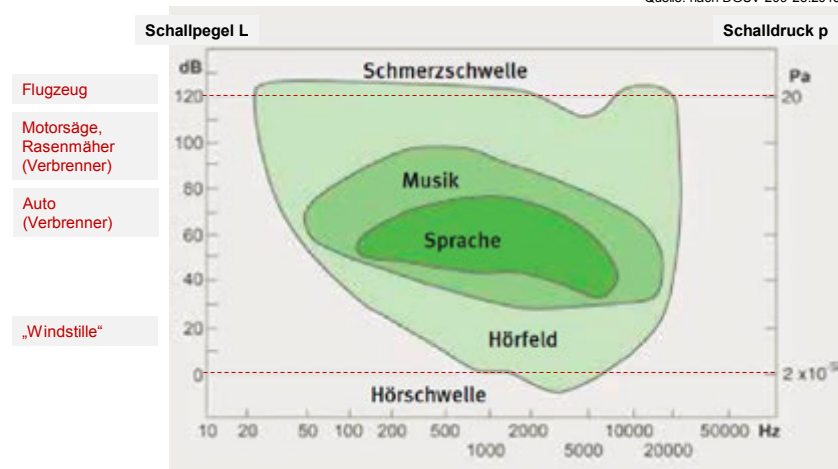
Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

3

Grundlagen

übliche Frequenzbereiche des menschlichen Hörens

Quelle: nach DGUV 209-23:2013



Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

4

Grundlagen

gesundheitliche Auswirkungen von Schall

aurale Exposition:

- Nervosität
- Kopfschmerzen
- Muskelverspannung
- Stoffwechselstörungen
- erhöhter Blutdruck
- Schlaflosigkeit
- Minderung der Konzentrationsfähigkeit

extraaurale Exposition:

- Einwirkung auf die inneren Organe
- Folge: Übelkeit, Erbrechen, Gleichgewichtsstörungen

physiologische + psychologische Wirkungen

dauerhafte Erkrankungen:

- Lärmschwerhörigkeit
- Hörsturz
- Tinnitus

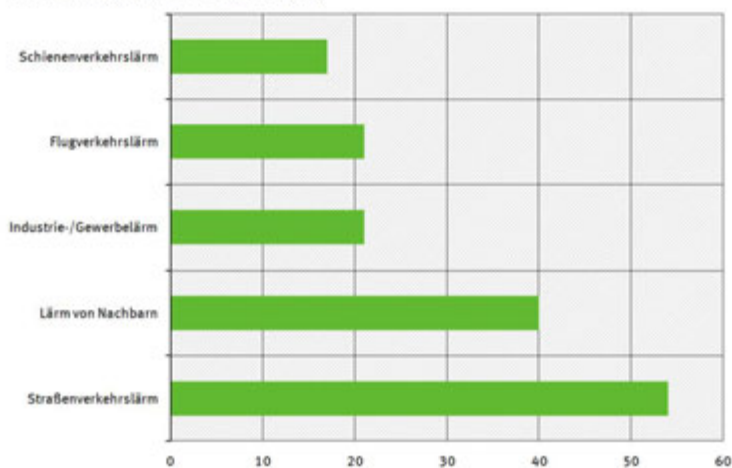
Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

5

Grundlagen

„Lärm“ im Außenbereich

Lärmbelastigung in Deutschland (in %)



<https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/laermwirkung/laermbelastigung>, aufgerufen am 07.02.18

Frage: Worauf sind Sie am stärksten in den letzten zwölf Monaten bei Ihnen denken, wie stark fühlen Sie sich persönlich, also in Ihrem eigenen Wohnort, von folgenden Dingen gestört oder belästigt?
N=2.000, GfK Befragung, Stichprobe ab 14 Jahren 2014/2015

Quelle: Umweltbundesamt 2015

6

Schalleistung

Schalleistungspegel L_{WA} von Personen auf Sport- und Freizeitanlagen (je Person während der Äußerung)

Art der Quelle / Type of source	L_{WAeq} in dB	L_{WAFmax} in dB
Sprechen normal / Speaking, normal voice	65	67
Sprechen gehoben / Speaking, raised voice	70	73
Sprechen sehr laut / Speaking, very loud voice	75	
Rufen normal / Shouting, normal voice	80	86
Rufen laut / Shouting, loud voice	90	
Rufen sehr laut / Shouting, very loud voice	95	
Schreien normal / Screaming, normal voice	100	
Schreien laut / Screaming, raised voice	105	108
Schreien sehr laut / Screaming, very loud voice	110	115
Klatschen normal / Clapping hands, normal	89	90
Klatschen sehr laut / Clapping hands, very loud	92	95
Torschrei laut / "Goal" cry, loud	111	
Torschrei sehr laut / "Goal" cry, very loud	114	115
Kinderschreien / Children screaming	87	

Quelle: [2] in VDI 3770:2012-09

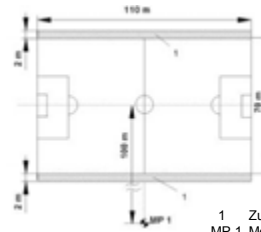
Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

7

Schalleistung

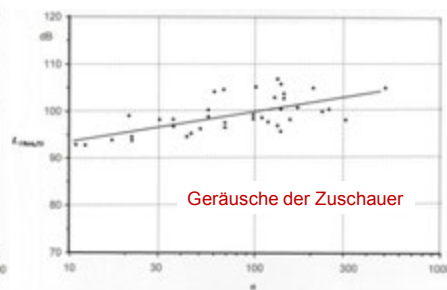
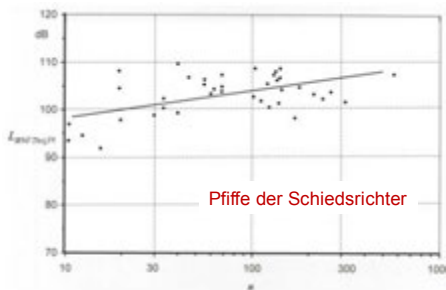
Schall von Fußballspielen

- Messwerte von Fußballspielen (A- und B-Junioren) auf Normalfeldern mit Rasen oder Kunstrasenbelag
- Anzahl Zuschauern bis zu $n \leq 500$
- MP 1 in 100 m Entfernung zum Mittelpunkt
- Schiedsrichterpfiffe entsprechen L_{AFmax}



Quelle: VDI 3770:2012-09

1 Zuschauerbereich
MP 1 Messpunkt



$L_{WAFeq,PF}$ zeitlich gemittelter A- und F-bewerteter Schalleistungspegel aller Schiedsrichterpfiffe in dB
 $L_{WAFeq,ZU}$ zeitlich gemittelter A-bewerteter Schalleistungspegel aller Zuschauergeräusche in dB
 n Anzahl von Zuschauern am Spielfeld

Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

8

Schalleistung

Schallquellen in Dörfern

Sportplatz, Bolzplatz

Tennisplatz

Schießanlage

landwirtschaftliche Betriebe

Biogasanlagen

Reitanlage, Ponyhof

Hundepension

Gewerbe (Kfz-Werkstatt/-handel, Spedition, Gasthof, ...)

Bürgerhaus (Hochzeits-/Geburtstags-/ Silvesterfeiern)

Straßenfeste

Kirche (Glockengeläut)

...

Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

9

Rechtsvorschriften

Regelwerke zur Beurteilung von Schallereignissen im Freien/Außenbereich

Regelwerk	Ziel
FreizeitlärmRL	Schutz der Nachbarn vor Lärm von Freizeitaktivitäten
TA Lärm	Schutz der Nachbarn vor Lärm von Industrie und Gewerbe
16. BImSchV, RLS 90	Schutz vor dem Lärm des Straßen und Zugverkehrs
18. BImSchV	Schutz der Nachbarn vor Lärm von Sportstätten
32. BImSchV	Schutz vor Lärm von handgeführten Maschinen im Freien

Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

10

Rechtsvorschriften

Immissionsgrenzwerte für Verkehrsgeräusche

- 16. BImSchV + RLS 90
- Schutz der Nachbarn vor Geräuschen von Straße + Schiene

Gebietsart	Tag	Nacht
1. Krankenhäuser, Schulen, Kurheime und Altenheime	57 dB(A)	47 dB(A)
2. reine und allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	59 dB(A)	49 dB(A)
3. Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	64 dB(A)	54 dB(A)
4. Gewerbegebiete	69 dB(A)	59 dB(A)

Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

11

Rechtsvorschriften

Orientierungswerte (OW) nach DIN 18005-1

DIN 18005-1-1987 Beiblatt 1: Schallschutz im Städtebau – Berechnungsverfahren,
Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung

- Relevant bei der Raumplanung (BauGB, Bauleitplanung, BauNVO)
- nicht bei Einzelvorhaben anzuwenden!

„(Nr. 1.1) Anmerkung :
Bei Beurteilungspegeln über 45 dB ist
selbst bei nur teilweise geöffnetem
Fenster ungestörter Schlaf häufig nicht
mehr möglich.“

Gebietsnutzung	tags	nachts
a) reine Wohngebiete (WR), Wochenendhausgebiete, Ferienhausgebiete	50 dB(A)	40 bzw. 35 dB(A)
b) allgemeine Wohngebiete (WA), Kleinsiedlungsgebiete (WS) und Campingplatzgebiete	55 dB(A)	45 bzw. 40 dB(A)
c) Friedhöfe, Kleingarten- und Parkanlagen	55 dB(A)	55 dB(A)
d) besondere Wohngebiete (WS)	60 dB(A)	45 bzw. 40 dB(A)
e) Dorfgebiete (MD) und Mischgebiete (MI)	60 dB(A)	50 bzw. 45 dB(A)
f) Kerngebiete (MK) und Gewerbegebiete (GE)	65 dB(A)	50 dB(A)
g) sonstige Sondergebiete, soweit sie schutzbedürftig sind, je nach Nutzungsart	45 bis 60 dB(A)	35 bis 65 dB(A)
h) Industriegebiete (GI)	keine festgelegt	

Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

12

Rechtsvorschriften

Immissionsrichtwerte (IRW) nach TA Lärm

- Schutz vor gewerblichen Lärm (inkl. Parkplätze)
- Basis für Genehmigungen nach BauGB und BImSchG
- gilt auch für nicht genehmigungspflichtige Anlagen
- Prinzipien:
 - konkrete Schutzwürdigkeit des betroffenen Gebietes
 - gegenseitigen Pflicht zur Rücksichtnahme

TA Lärm Nr. 6.1

Gebietsnutzung		Tag	Nacht
a)	Industriegebiet	70 dB(A)	
b)	Gewerbegebiet	65 dB(A)	50 dB(A)
c)	urbanes Gebiet	63 dB(A)	45 dB(A)
c)	Kerngebiet, Dorfgebiet und Mischgebiet	60 dB(A)	45 dB(A)
d)	allgemeines Wohngebiet und Kleinsiedlungsgebiet	55 dB(A)	40 dB(A)
e)	reines Wohngebiet	50 dB(A)	35 dB(A)
f)	Kurgebiet, Krankenhaus und Pflegeanstalt	45 dB(A)	35 dB(A)

Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

13

Schall im Außenbereich

Bestimmung der Beurteilungspegel von Industrie und Gewerbe

$$L_{Aeq}(sm) = L_{WAeq} + DI + K_o - 20 \lg(sm) - 11 \text{ dB}$$

L_{WAeq} mittlerer A-bewerteter äquivalenter Schallleistungspegel der wirkenden Schallquelle
 DI, D_c Richtwirkungsmaß nach VDI 2714,
 K_o Raumwinkelmaß nach VDI 2714
 sm Abstand des Immissionsortes vom Zentrum der Quelle [m]

$$L_r = 10 \lg \left[\frac{1}{T_r} \sum_{j=1}^N T_j \cdot 10^{0,1(L_{Aeq,j} - C_{met} + K_{T,j} + K_{I,j} + K_{R,j})} \right]$$

A_{div} Dämpfung wg. geometrischer Ausbreitung
 A_{atm} Dämpfung wg. Luftabsorption
 A_{gr} Dämpfung wg. Bodeneffekt
 A_{bar} Dämpfung wg. Abschirmung
 A_{misc} Dämpfung wg. verschiedener anderer Effekte

T_j Teilzeit j

N Zahl der gewählten Teilzeiten

$L_{Aeq,j}$ Mittelungspegel während der Teilzeit T_j

C_{met} meteorologische Korrektur nach DIN ISO 9613-2

$K_{T,j}$ Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit (Prognose oder Messung) in der Teilzeit T_j

$K_{I,j}$ Zuschlag für Impulshaltigkeit (Prognose oder Messung) in der Teilzeit T_j

$K_{R,j}$ Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit in der Teilzeit T_j „Ruhezeiten“

$$L_{AT}(DW) = L_W + D_c - A_{div} - A_{atm} - A_{gr} - A_{bar} - A_{misc}$$

$$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{met}$$

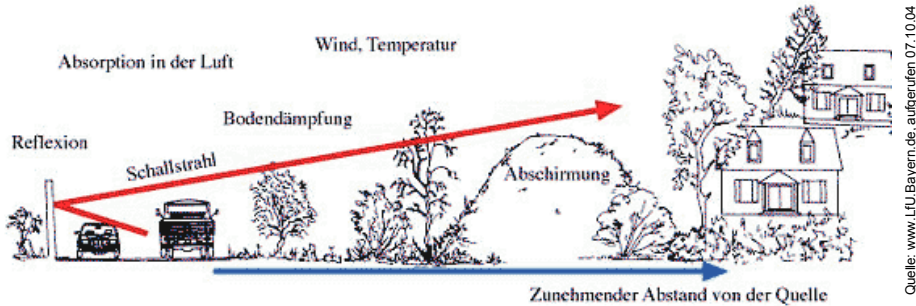
$L_{AT}(LT)$ A-bewertete Langzeitmittelungspegel **DIN ISO 9613-2**

Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

14

Schall im Außenbereich

Wege und Einflüsse auf die Schallausbreitung



Gesamtbelastung/ Vorbelastung/ Zusatzbelastung

Bestimmung der Vorbelastung nicht nötig, wenn Zusatzbelastung (Prognosewert) > 6 dB(A) von IRW entfernt ist („Irrelevanzkriterium“)

Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

15

Schall im Aussenbereich

Rahmenbedingungen gemäß TA Lärm

- **Ruhezeiten** berücksichtigen für
 - Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete (MI)
 - allgemeine Wohngebiete (WA) und Kleinsiedlungsgebiete
 - reine Wohngebiete

TA Lärm Nr. 6.5

an Werktagen	06.00 - 07.00 Uhr 20.00 - 22.00 Uhr
an Sonn- und Feiertagen	06.00 - 09.00 Uhr 13.00 - 15.00 Uhr 20.00 - 22.00 Uhr

Zuschlag beträgt 6 dB.

- Ausnahmen für **Notsituationen**

- TA Lärm Nr. 7.1
- Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit und Ordnung
 - Abwehr eines betrieblichen Notstandes
- „ungewöhnliches, nicht voraussehbares, vom Willen des Betreibers unabhängiges und plötzlich eintretendes Ereignis, das die Gefahr eines unverhältnismäßigen Schadens mit sich bringt“

- **tiefrequenter Schall**

- TA Lärm Nr. 7.3
- Frequenzbereich < 90 Hz
 - im Einzelfall nach den örtlichen Verhältnissen zu beurteilen („Anhaltswerte“)
 - deutlich wahrnehmbare tieffrequente Geräusche in schutzbedürftigen Räumen bei geschlossenen Fenstern
 - sofern nötig, Bestimmung nach Nr. A.1.5 TA Lärm + DIN 45680

Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

16

Schall im Aussenbereich

„seltene Ereignisse“ gemäß TA Lärm

TA Lärm Nr. 6.3 + 7.2

- voraussehbare Besonderheit beim Betrieb
- selten oder über begrenzte Zeitdauer Überschreiten des IRW möglich
- zulässig an nicht mehr als 10 Tagen oder Nächten eines Kalenderjahres und nicht an mehr als an jeweils 2 aufeinander folgenden Wochenenden
- im Einzelfall ... Häufigkeit der Überschreitungen ... sowie Minderungsmöglichkeiten durch organisatorische und betriebliche Maßnahmen prüfen
- entscheiden, ob und in welchem Umfang der Nachbarschaft eine höhere Belastung zugemutet werden kann („Die in Nr. 6.3 genannten Werte dürfen nicht überschritten werden“)
- „unzumutbare Geräuschbelästigungen“ = wenn auch durch seltene Ereignisse bei anderen Anlagen Überschreitungen der Immissionsrichtwerte entstehen können und am selben Einwirkungsort Überschreitungen an insgesamt mehr als 14 Kalendertagen eines Jahres auftreten
 - Beurteilungspegel L_r in allen Gebieten (außer Industriegebiet) ≤ 70 dB(A) am Tag
 - ≤ 55 dB(A) in der Nacht
 - Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen zulässig
 - in Gewerbegebiet am Tag max. + 25 dB(A) und in der Nacht max. + 15 dB(A),
 - in den anderen Gebieten am Tag max. + 20 dB(A) und in der Nacht max. + 10 dB(A)

Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

17

Schall im Aussenbereich

Berücksichtigung von Verkehrsgeräuschen gemäß TA Lärm

TA Lärm Nr. 7.4

- „innerbetrieblicher“ Verkehr (inkl. Ein- & Ausfahrtbereich) gehört zur Anlage
- für alle Gebiete außer Industrie- und Gewerbegebiete gilt:
Geräusche des An- und Abfahrtverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen (≤ 500 Metern vom Betriebsgrundstück) durch organisatorische Maßnahmen soweit wie möglich vermindern, wenn
 - sich L_r durch Verkehrsgeräusche rechnerisch um ≥ 3 dB(A) erhöhen,
 - keine Vermischung mit dem übrigen Verkehr erfolgt ist und
 - Grenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) überschritten werden

Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

18

Schall im Außenbereich

Schall- emissionen und - immissionen

Zeichenerklärung

- Punktquelle
- Linienquelle
- Flächenquelle
- Industriehalle



Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

19

Immissionsprognose

Vorgehens- weise gemäß TA Lärm

Immission

Transmission

1. **Schallquelle**
 - Identifizierung (Was, Anzahl)
 - Art (Frequenzen?)
 - Betriebsweise (Tag/Nacht, Dauer, Häufigkeiten)
 - Schalleistung L_{WA} bestimmen
2. **Immissionsorte festlegen**
 - nächstgelegene Bebauung als Mess-/Immissionspunkte (MP, IP)
 - Gebietsnutzung festlegen (Immissionsrichtwert IRW)
 - Gebäude-/Raumnutzung klären
3. **Ausbreitungsweg**
 - DIN ISO 9613
 - Einflussfaktoren (Topografie, Orografie, Meteorologie, Richtungswirkung, sonstige Dämpfungsmaße ...)
4. **Bewerten + Beurteilen**
 - Besonderheiten (seltene Ereignisse, tieffrequenter Schall, Teilnahme am Straßenverkehr)
 - Beurteilungspegel L_r errechnen
 - L_r mit IRW vergleichen und zu erwartende Belastung beurteilen
 - Relevanz bewerten (Vorbelastung messen?)

Emission

Prof. Dr.-Ing.
Thomas Steffens

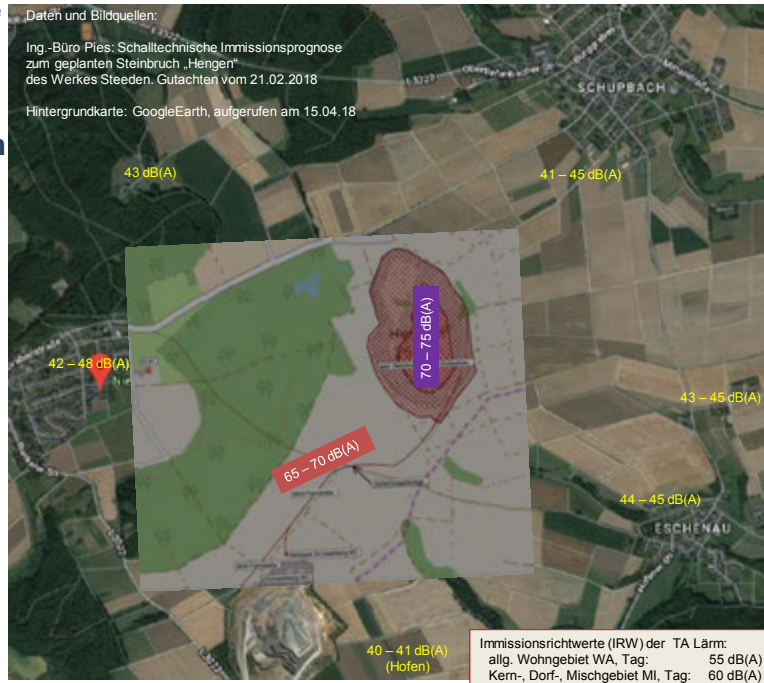
20

Immissionsprognose
**Ergebnisse
 der Immissionsprognose für den geplanten Steinbruch „Hengen“**

Werte sind die höchsten errechneten Schallpegel

- L_r an den Immissionsorten (in gelber Schrift!)
- $L_{AT}(LT)$ an den Emissionsorten der betrachteten Szenarien

Prof. Dr.-Ing.
 Thomas Steffens



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Prof. Dr.-Ing.
 Thomas Steffens

22