SCHALL im BIM
Vom Schallleistungspegel bis zur BIM-Integration

Klaus Goldemund, OBERMEYER Planen + Beraten GmbH

acoustex 2019
the sound of innovation in industry
acoustex Fachmesse für Noise-Control und Sound-Design 01. – 02. Oktober 2019

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Gründe für die Beschäftigung mit SCHALL

- Schalltechnisch eindeutige Daten
  → keine kostenaufwendige Mehrfachbearbeitung

- Eindeutige Produkteigenschaften
  → Vergleichbarkeit bei Planung und Einkauf

- Eindeutige Spezifikationen (Ausschreibung und Vertrag)
  →Beurteilung des Lieferumfangs / Bauausführung

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Gründe für die Beschäftigung mit SCHALL

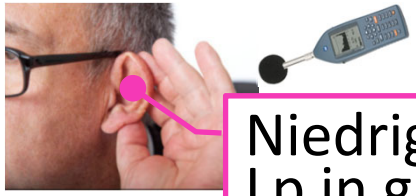
- U.U. koordiniert und begleitet ein Planer auch die normgerechte Durchführung von schalltechnischen Abnahmemessungen

- Unabhängig von den o.g. gesetzlichen Vorschriften ist bei einer Planung grundsätzlich der Stand der Lärmminderungstechnik zu beachten. U.a. aufgrund der innerstädtischen Nachverdichtung ist dieser Stand immer weiter zu entwickeln.
  Dies betrifft insbesondere die Anlagen der TGA und die technisch möglichen Schallschutzmaßnahmen.

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

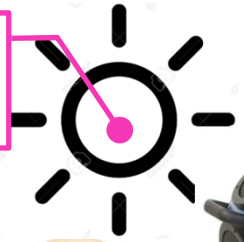
Analogie Lampe / Schallquelle

In größerer Entfernung dunkler, z.B. 2 LUX



Niedriger Schalldruckpegel Lp in größerer Entfernung, z.B. 40 dB(A)

In der Nähe hell, z.B. 20 LUX



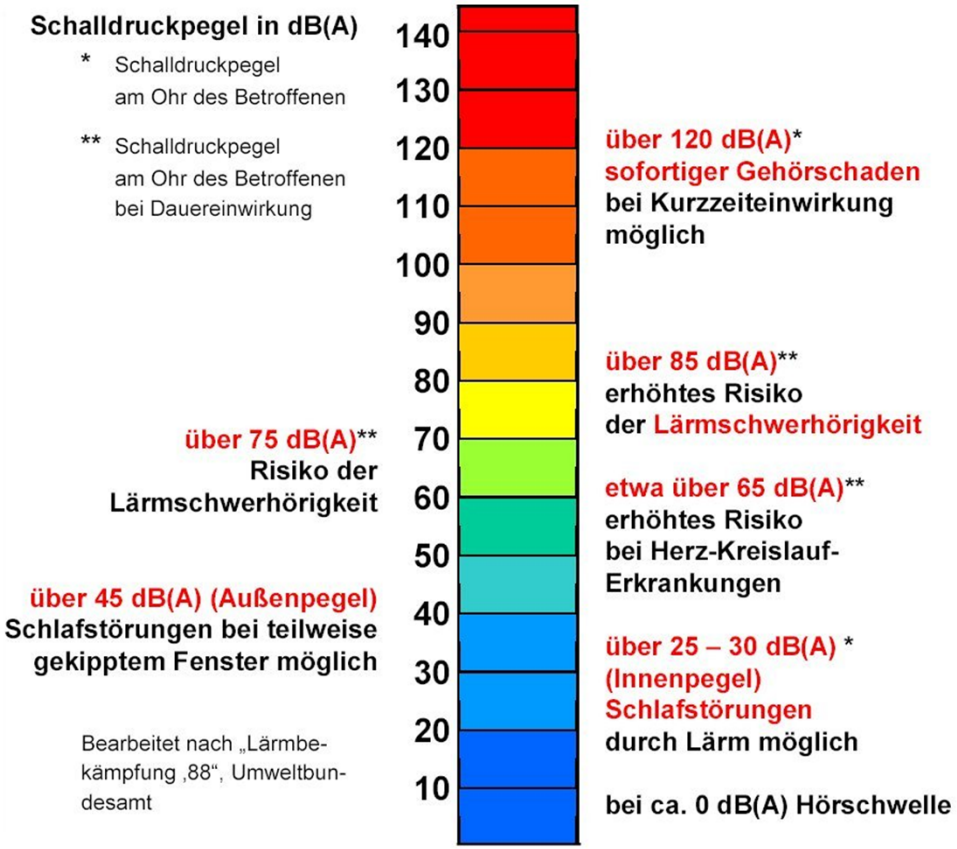
Hoher Schalldruckpegel Lp in der Nähe, z.B. 95 dB(A)

Elektrische Leistung einer Lampe, z.B. 11 Watt

Schallleistungspegel Lw einer Norm-Schallquelle z.B. 110 dB(A)

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

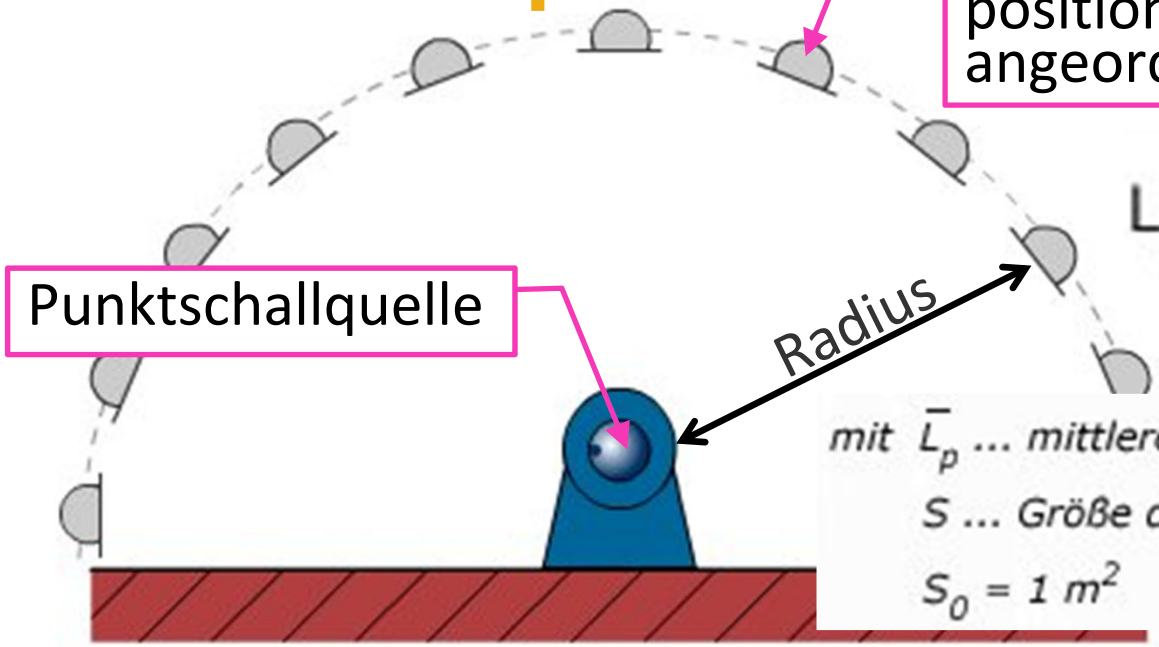
Werte des Schalldruckpegels



Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Schallleistungspegel Lw einer Punktschallquelle

Schalldruckpegel L_p an Mikrofon-positionen, halbkugelförmig angeordnet um die Schallquelle



$$L_w = \bar{L}_p + 10 \cdot \lg\left(\frac{S}{S_0}\right)$$

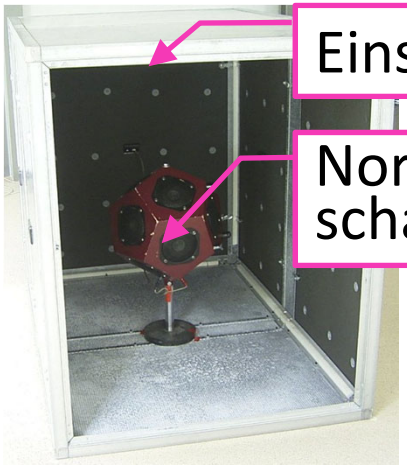
mit $\bar{L}_p$ *... mittlerer Schalldruckpegel auf der Hüllfläche*

S ... Größe der Hüllfläche $[m^2]$

$S_0 = 1\ m^2$

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

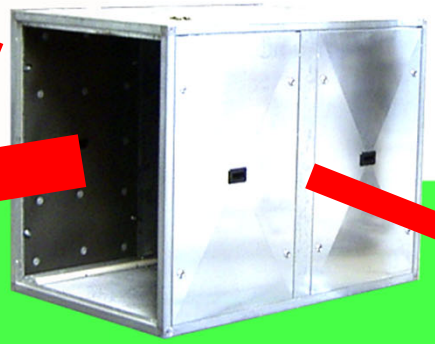
Modellmaschine



Einseitig offene Kapsel

Norm-schallquelle

Mittlerer L_p aufgrund Abschirmung, jedoch mit seitlicher Beugung des Direktschalls



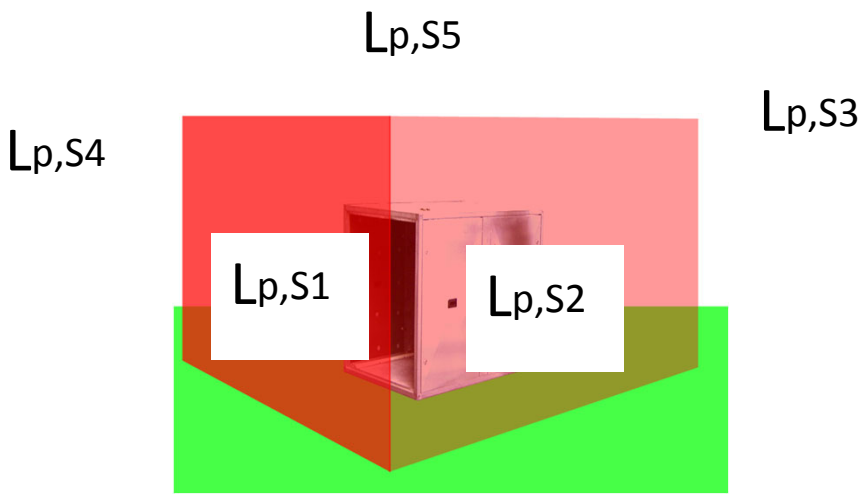
Niedriger L_p aufgrund Eigenab-schirmung

Hoher L_p aufgrund Direktschall

Schallreflektierender Boden

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Fünf Messflächenschalldruckpegel Lp und fünf Messflächenmaße MFM



$$MFM_2 = 10 \lg\left(\frac{S_2}{S_0}\right) \; dB$$

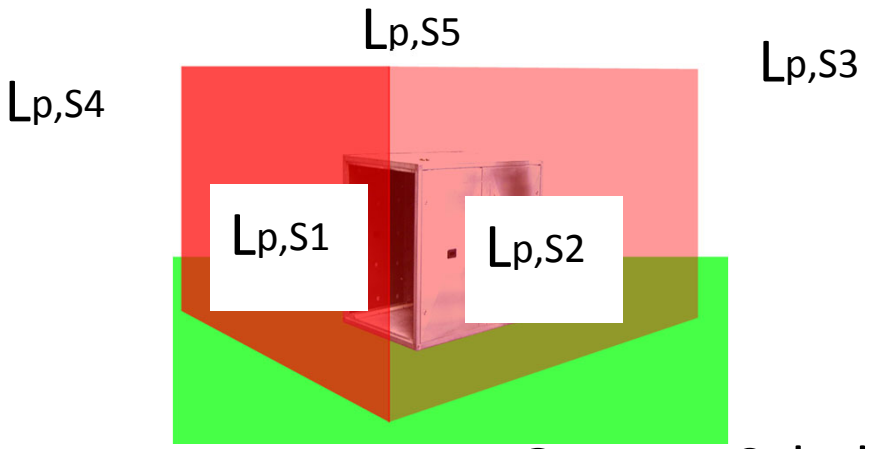
MFM_2: Messflächenmaß 2 in dB

S_2: Messfläche 2 in m²

Bezugsfläche S_0 = 1 m²

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Schallleistungspegel Lw



Partial-Schallleistungspegel:

$L_{W1} = L_{p,S1} + MFM_1$ dB(A)

Gesamt-Schallleistungspegel:

$L_{W,\,ges} = 10 \log (10^{(0,1\, L_{W1})} + 10^{(0,1\, L_{W2})} + \ldots)$ dB(A)

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Rechenoperation Pegelsumme

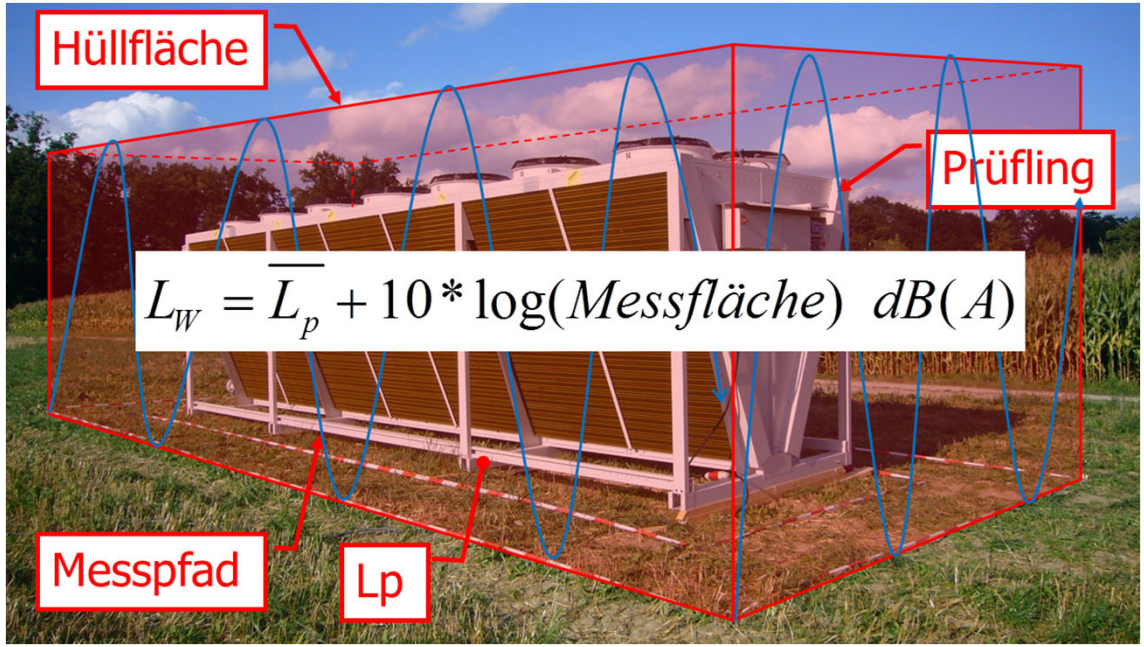
$$10 \times \log \left(10^{\left(\frac{\text{Pegel 1}}{10}\right)} + 10^{\left(\frac{\text{Pegel 2}}{10}\right)} \right)$$

Beispiel: Pegel 1 = 79,0 dB(A) Pegel 2 = 77,0 dB(A)

$$L_{Summe} = 79{,}0 \quad ++ \quad 77{,}0 = 81{,}1 \text{ dB(A)}$$

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

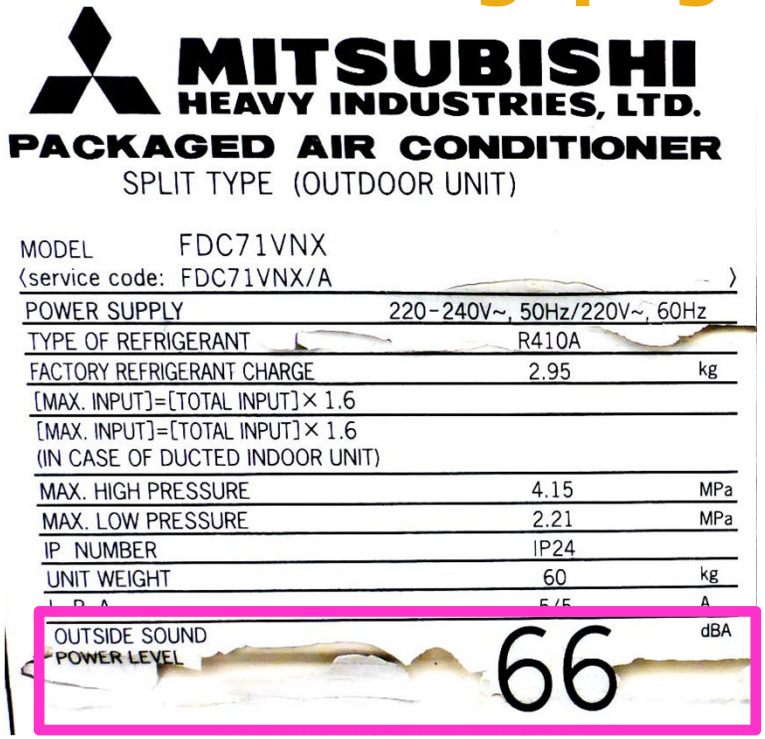
Schallleistungspegel – messtechnisch ermittelt unter Idealbedingungen



$$L_W = \overline{L_p} + 10 * \log(Messfläche) \;\; dB(A)$$

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Schallleistungspegel aus CE-Kennzeichnung



MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

PACKAGED AIR CONDITIONER

SPLIT TYPE (OUTDOOR UNIT)

MODEL FDC71VNX

(service code: FDC71VNX/A)

POWER SUPPLY	220-240V~, 50Hz/220V~, 60Hz	
TYPE OF REFRIGERANT	R410A	
FACTORY REFRIGERANT CHARGE	2.95	kg
[MAX. INPUT]=[TOTAL INPUT]× 1.6		
[MAX. INPUT]=[TOTAL INPUT]× 1.6 (IN CASE OF DUCTED INDOOR UNIT)		
MAX. HIGH PRESSURE	4.15	MPa
MAX. LOW PRESSURE	2.21	MPa
IP NUMBER	IP24	
UNIT WEIGHT	60	kg
I. R. A	5/5	A
OUTSIDE SOUND POWER LEVEL	66	dBA

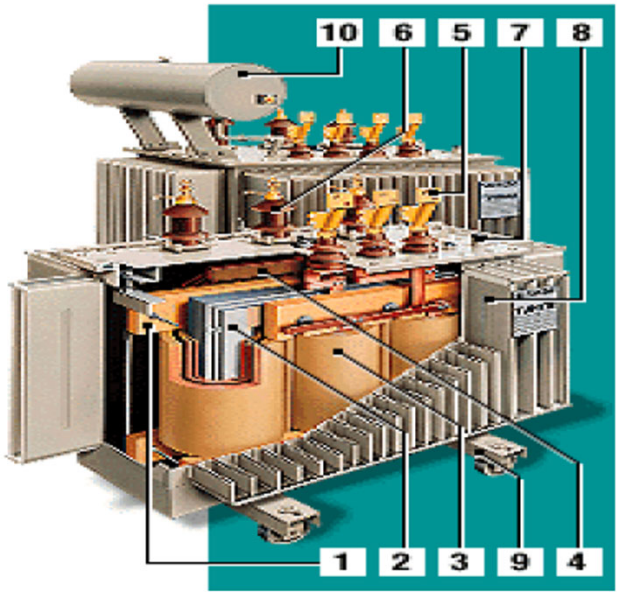
Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Schallleistungspegel aus Datenblatt, Beispiel der Guentner GmbH & Co. KG

Verflüssiger	GCVI 018B/2x2-EC F12		
Leistung:	135.0 kW	**Kältemittel:**	R407C(1)
		Heißgastemperatur:	78.0 °C
Luftvolumenstrom:	34000 m³/h	Verflüssigungstemp. (Taupkt.):	44.9 °C
Luft Eintritt:	33.0 °C	Kondensataustritt:	38.5 °C
Geodätische Höhe:	0 m	Heißgasvolumenstr.:	34.91 m³/h
Ventilatoren (EC):	4 Stück 3~400V 50/60HzΔ	Schalldruckpegel:	61 dB(A)
Daten je Motor (Nominaldaten):		im Abstand:	3.0 m
Drehzahl:	965 min-1	Schallleistung:	84 dB(A)
Leistung (mech.):	1.20 kW	ErP:	Konform
Stromaufnahme:	2.00 A		

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Schallleistungspegel – berechnet aus Gerätedaten, Bsp. Transformator



LwA = 30,2 + s +14,6 x log (Sr)

s: 3 dB Standardabweichung

50 kVA ≤ Sr ≤ 2500 kVA

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Werte des unbewerteten Schallleistungs-pegels

Situation und Schallquelle	Schallleistung P_{ak} Watt	Schallleistungs-pegel L_W dB re 10^{-12} Watt
Raketentriebwerk	**1.000.000 W**	180 dB
Strahltriebwerk	**10.000 W**	160 dB
Sirene	**1.000 W**	150 dB
Schiffs-Dieselmotor	**100 W**	140 dB
Maschinengewehr	**10 W**	130 dB
Presslufthammer	**1 W**	120 dB
Bagger, Trompete	**0,3 W**	115 dB
Kettensäge mit Verbrennungsmotor	**0,1 W**	110 dB
Hubschrauber	**0,01 W**	100 dB
laute Sprache, lebhafte Kinder	**0,001 W**	90 dB
Unterhaltungssprache, Schreibmaschine	**10^{-5} W**	70 dB
Kühlschrank	**10^{-7} W**	50 dB

Quelle: Wikipedia

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Schallleistungspegel von Raumbegrenzungsflächen (RBF)

$$L_W = L_I - R' - 6 + 10 \log(S / S_0) \text{ [dB(A)]}$$

L_W Schallleistungspegel einer RBF (z.B. Tür)
L_I mittlerer Schalldruckpegel [dB(A)] im Inneren des Raumes im Bereich der RBF
R' Bau-Schalldämmmaß der RBF
S RBF-Fläche [m²]
S_0 Bezugsfläche 1 m²

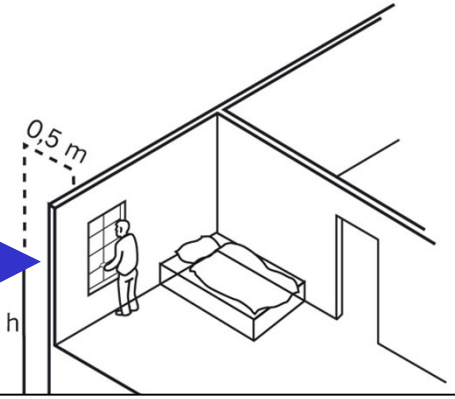
Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

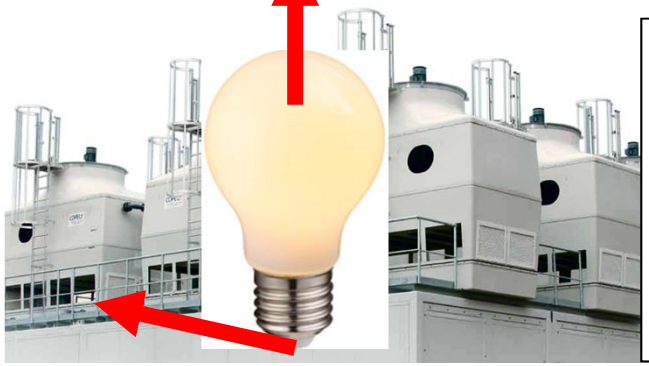
Schall-Emission/-Immission

Schall-Emission

Schalldruckpegel im Raum bzw. in einem definierten Abstand zur Schallquelle

Schallleistungspegel bezogen auf eine Anlage oder auf eine Fläche





Schall-Immission

Beurteilung nach BImSchG, TA Lärm, AVV-Bau
Immissionsrichtwert (IRW),
Immissionsrichtwertanteil (IRWA)
Schalldruckpegel am Immissionsort
(prognostizierter Rechenwert, Messwert etc.)

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Immissionsrichtwerte (IRW) der TA Lärm

Buchstabe gemäß Nr. 6.1 der TA Lärm	Gebietsbeschreibung	Abk. nach BauNVO	IRW [dB(A)] Tag 6 Uhr bis 22 Uhr	IRW [dB(A)] Nacht 22 Uhr bis 6 Uhr
a	Industriegebiete	GI	70	
b	Gewerbegebiete	GE	65	50
c	urbane Gebiete	MU	63	45
d	Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	MK, MD, MI	60	45
e	allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	WA	55	40
f	reine Wohngebiete	WR	50	35
g	Kurgebiete, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	SO	45	35

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

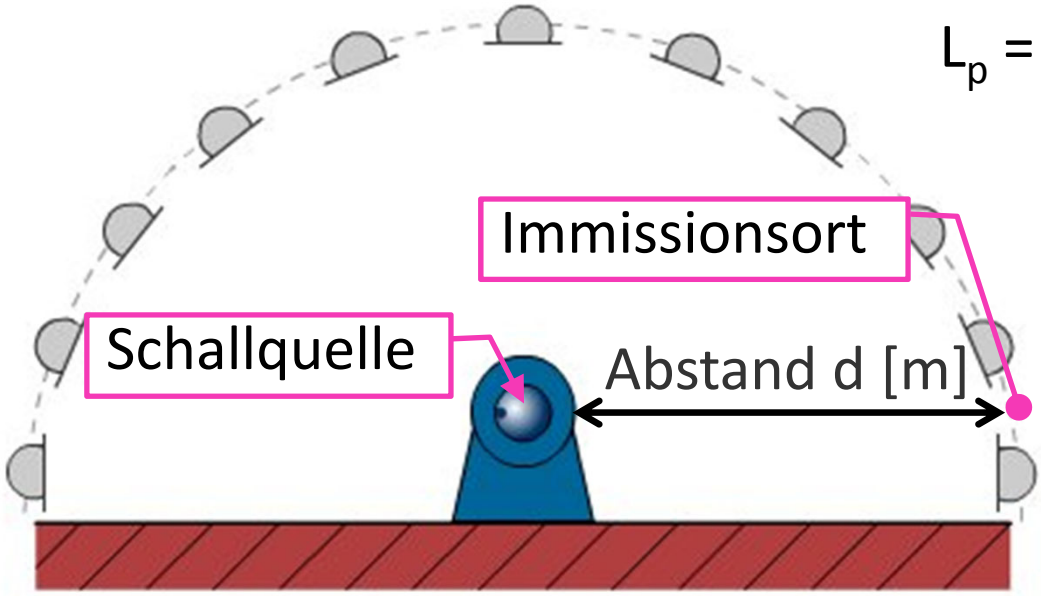
Ausbreitungsberechnungen

$$L_{AT}(DW) = L_W + D_c - A$$

L_{AT} (DW)	nach ISO 9613-2 äquivalenter, A-bewerteter Dauerschall-druckpegel bei Mitwind am Immissionsort [dB(A)]
L_W	Schallleistungspegel der Quelle [dB(A)]
D_c	Richtwirkungskorrektur der Quelle [dB]
A	Pegelminderung auf dem Ausbreitungsweg [dB]

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Immissionsbeitrag Lp einer Schallquelle, überschlägig berechnet



$$L_p = L_W - 10 \log(d^2 * \pi * 2 / S_0) \text{ [dB(A)]}$$

L_p Schalldruckpegel [dB(A)] der Schallquelle am Immissionsort

L_W Schallleistungspegel [dB(A)] der Schallquelle

S_0 Bezugsfläche 1 m²

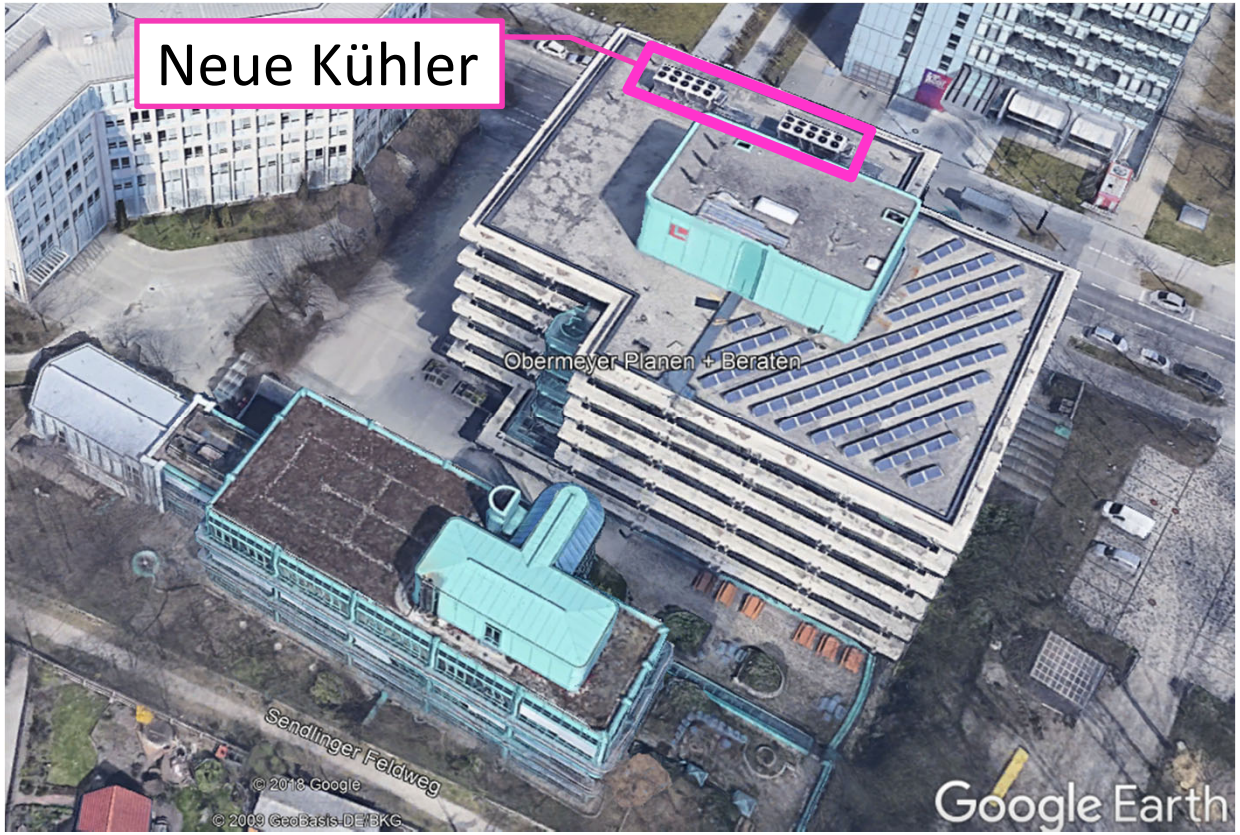
Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Beispiel Konzeption Schallleistungspegel

Zeile	Konzeption		Bemerkung
1	Immissionsrichtwert nachts [dB(A)]:	50	Gewerbegebiet
2	Vorbelastung [dB(A)] nach TA Lärm:	49.5	Messtechnische Bestandsaufnahme der Emission und Berechnung der Immission
3	Immissionsrichtwertanteil (IRWA) [dB(A)]:	40.4	Logarithmische Subtraktion Zeile 1 minus Zeile 2
4	Anzahl neuer Gewerke:	2	Das Vorhaben besteht z.B. aus zwei einzelnen Kühlern
5	IRWA pro Gewerk:	37.4	Von Zeile 3 werden 10 x log(Anzahl) abgezogen
6	Entfernung [m] zum Immissionsort (IO):	38	Kürzeste Entfernung zum maßgeblichen IO
7	Entfernungsbedingte Pegelabnahme [dB]:	39.6	Überschlägig gerechnet mit Halbkugelausbreitung über einem schallharten Boden und unter akustischen Freifeldbedingungen: 10 x log (Abstand^2 x π x 2)
8	**Maximal zulässiger, immissionswirksamer Gesamt-Schallleistungspegel [dB(A)]:**	**80.0**	Ergebnis der arithmetischen Addition von Zeile 3 und Zeile 7

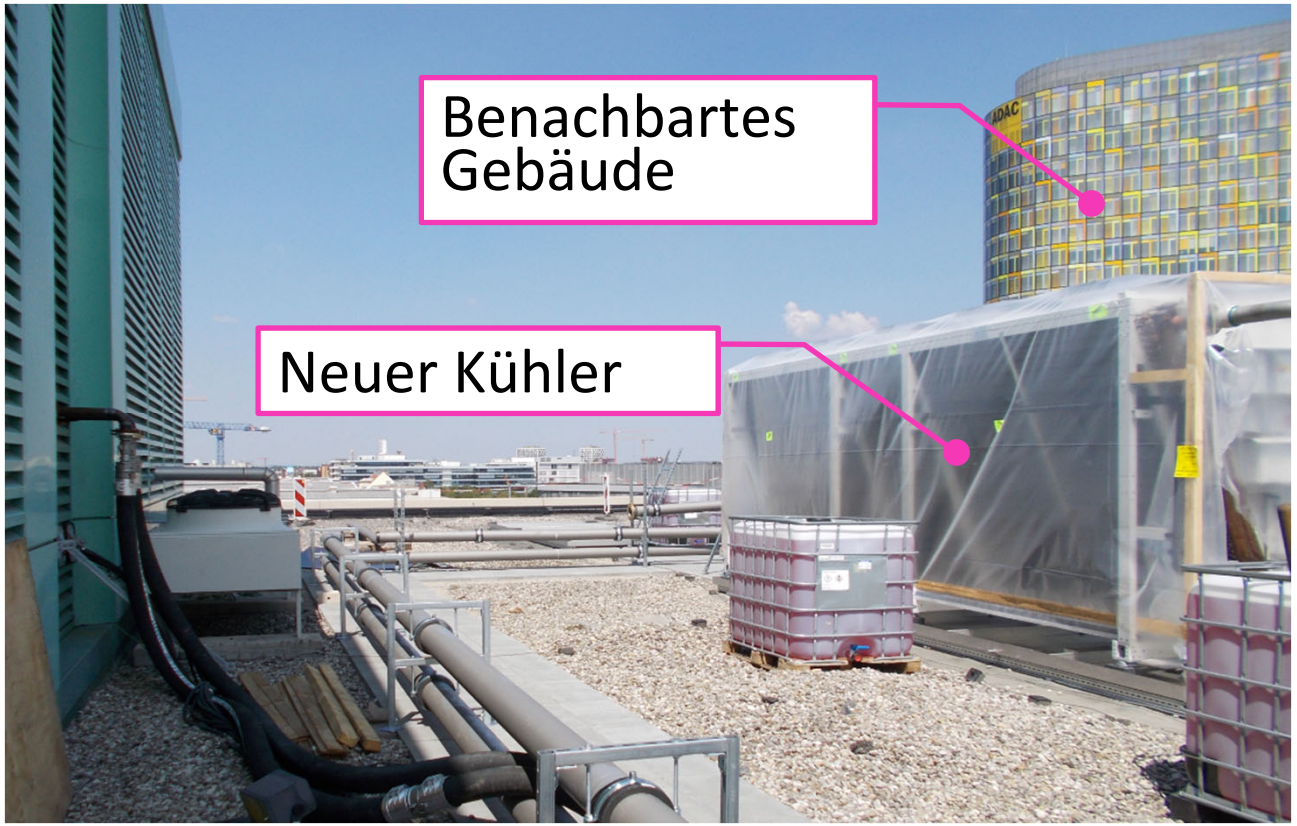
Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Standort OBERMEYER München



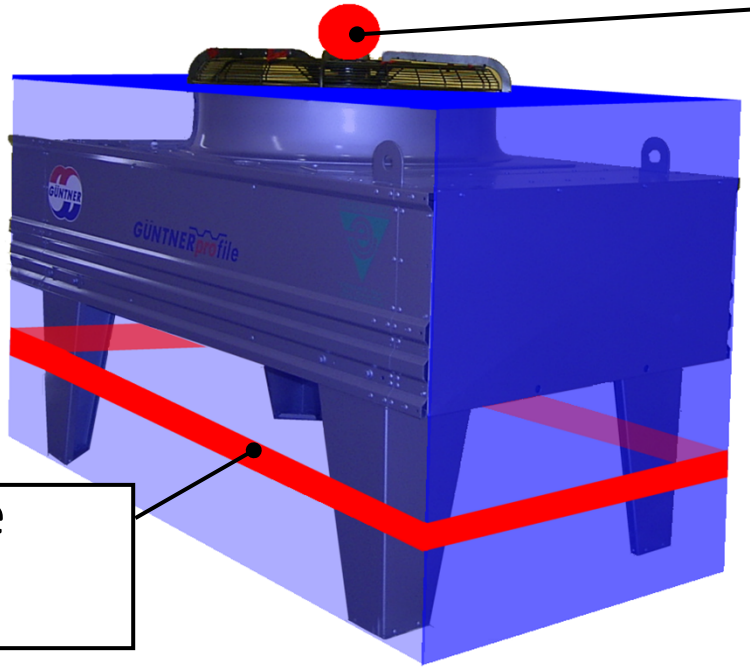
Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Kühlanlage OBERMEYER



Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Rechenmodell Kühler



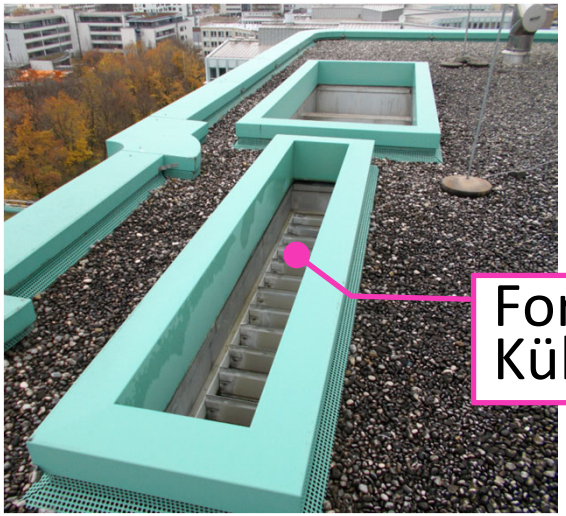
Eine Punktquelle repräsentiert die Abluft (inkl. Geräteoberseite)

Eine Linienquelle repräsentiert die Zuluft

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Weitere Einzelschallquellen

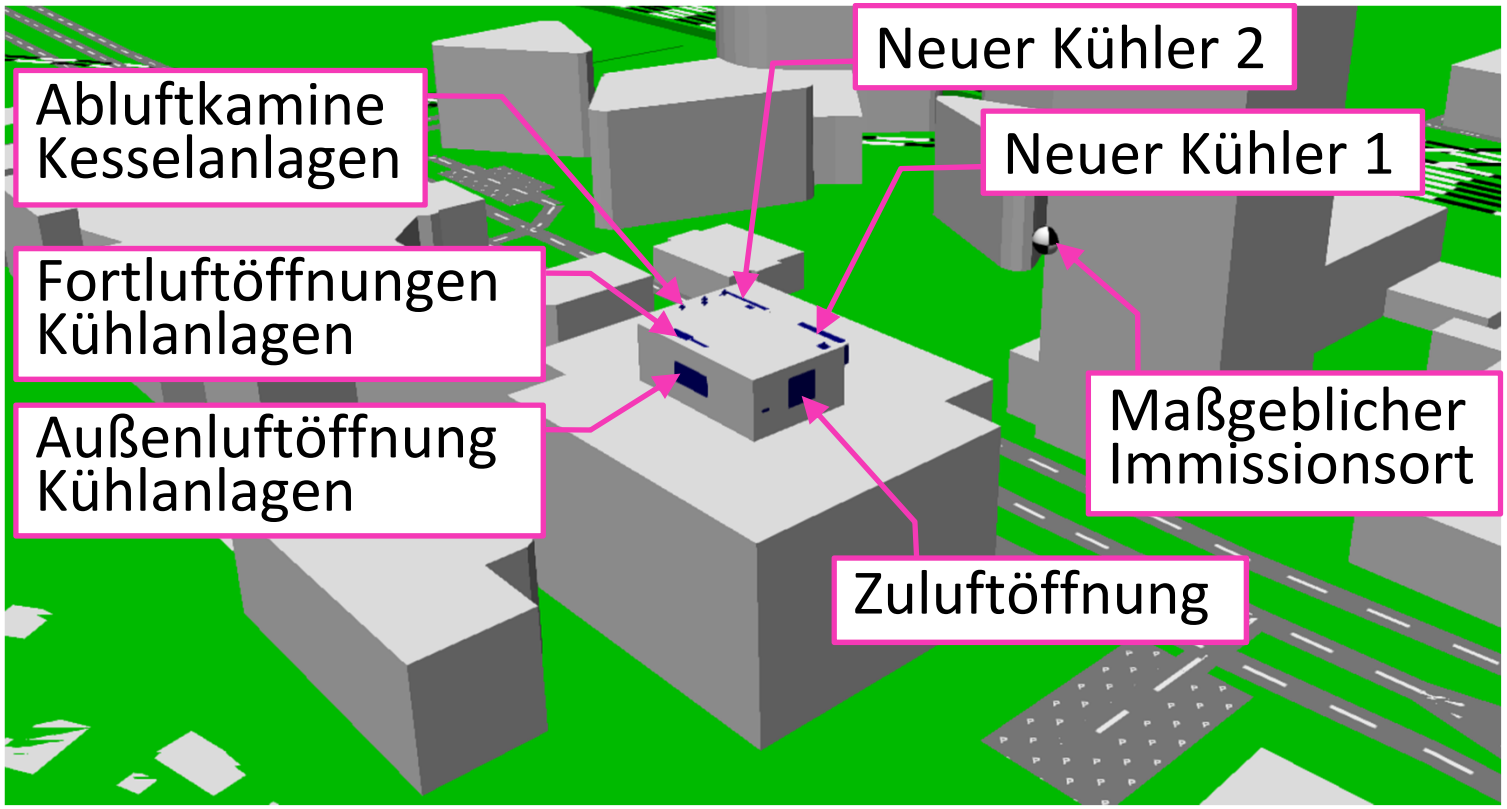
Abluftkamine
Kesselanlagen



Fortluftöffnungen
Kühlanlagen

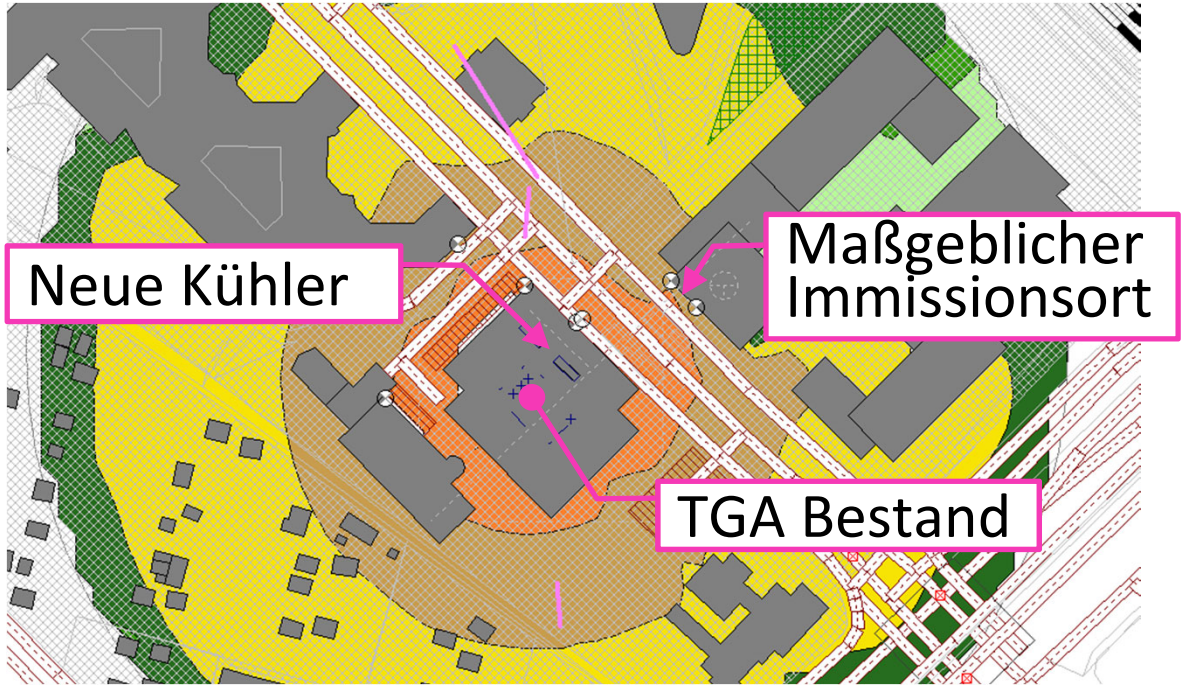
Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Beispiel Rechen-modell



Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

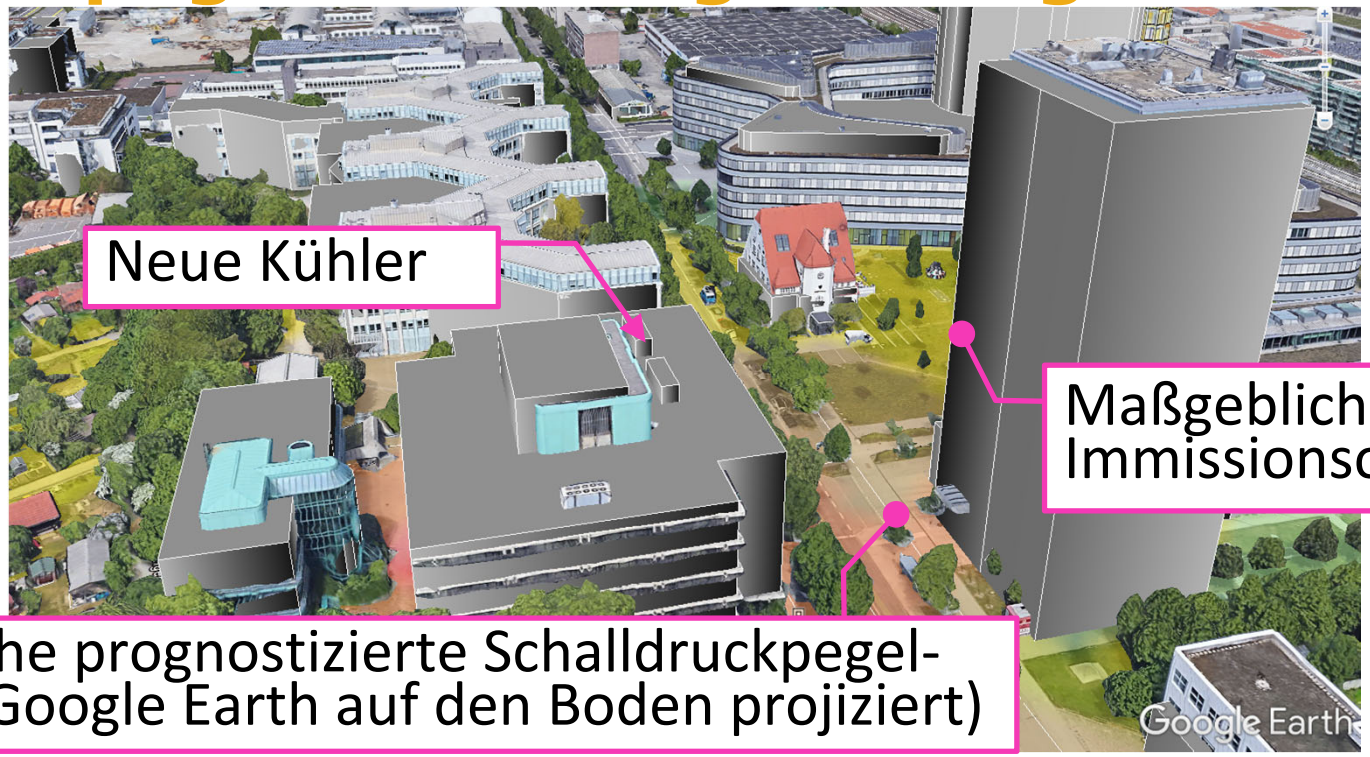
Beispiel Schalldruckpegelverteilung



> 5.0 dB
> 35.0 dB
> 40.0 dB
> 45.0 dB
> 50.0 dB
> 55.0 dB
> 60.0 dB

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Schalldruckpegelverteilung in Google Earth



In ca. 40 m Höhe prognostizierte Schalldruckpegel-verteilung (in Google Earth auf den Boden projiziert)

Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

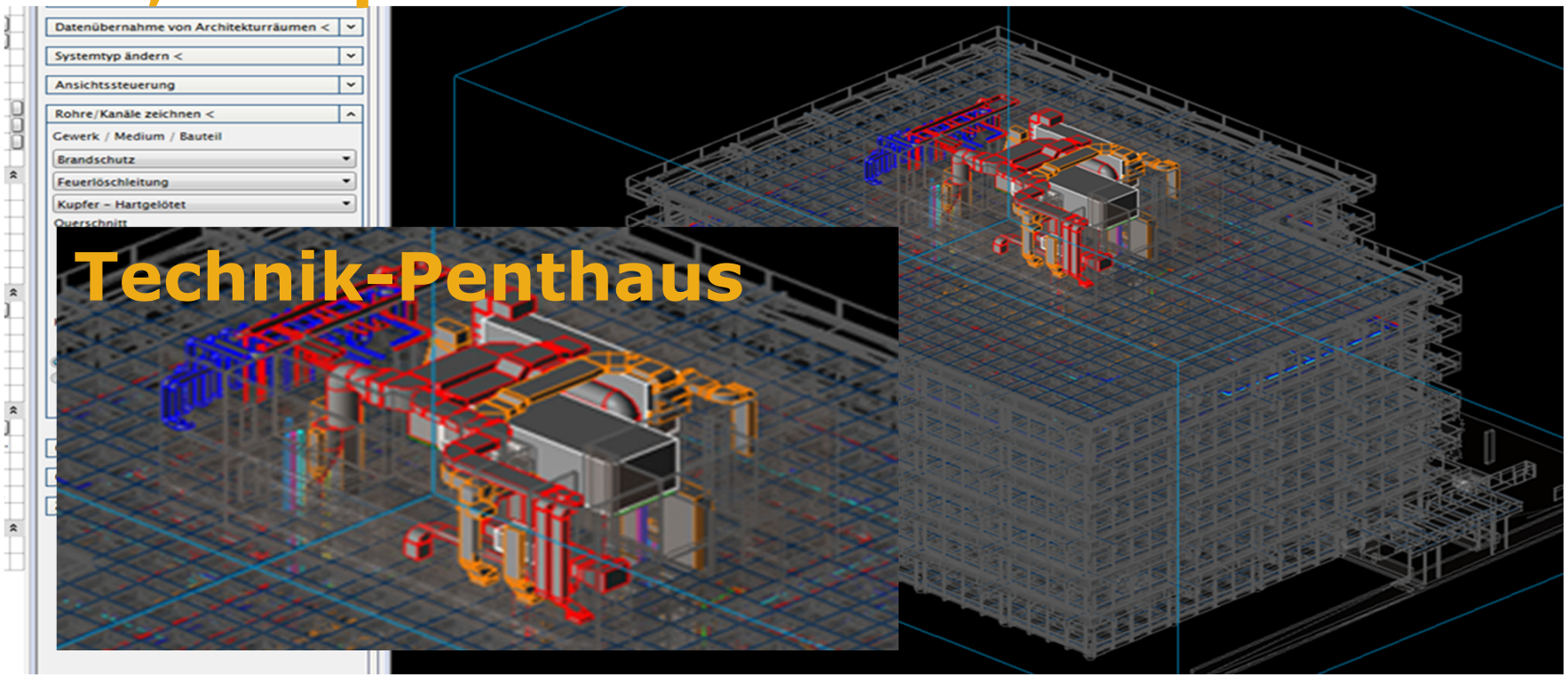
TGA-Bereiche in BIM

Quelle: OBERMEYER-Vortrag im Haus

acoustex 2019
the sound of innovation in industry
acoustex Fachmesse für Noise-Control und Sound-Design 01.–02. Oktober 2019

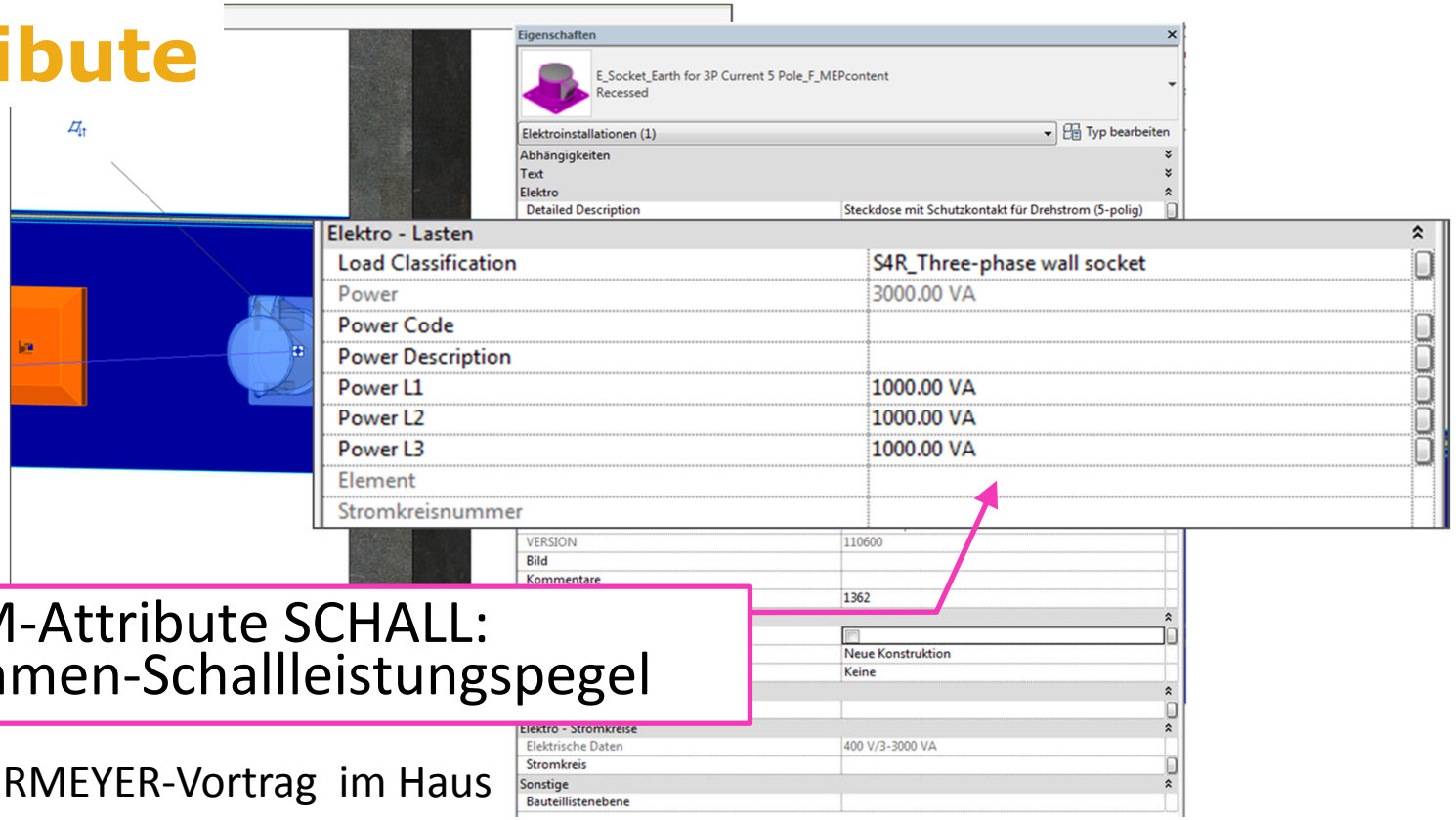
Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

BIM, Beispiel OBERMEYER München



Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

BIM-Attribute

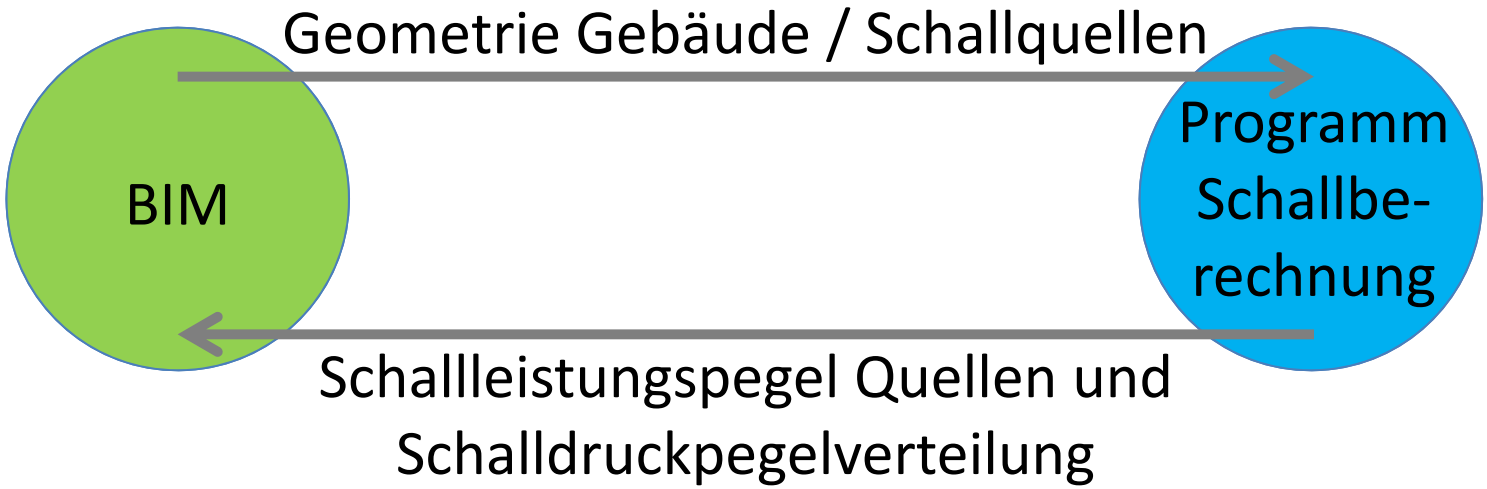


Zukünftig BIM-Attribute SCHALL:
In Step 1 Summen-Schallleistungspegel

Quelle: OBERMEYER-Vortrag im Haus

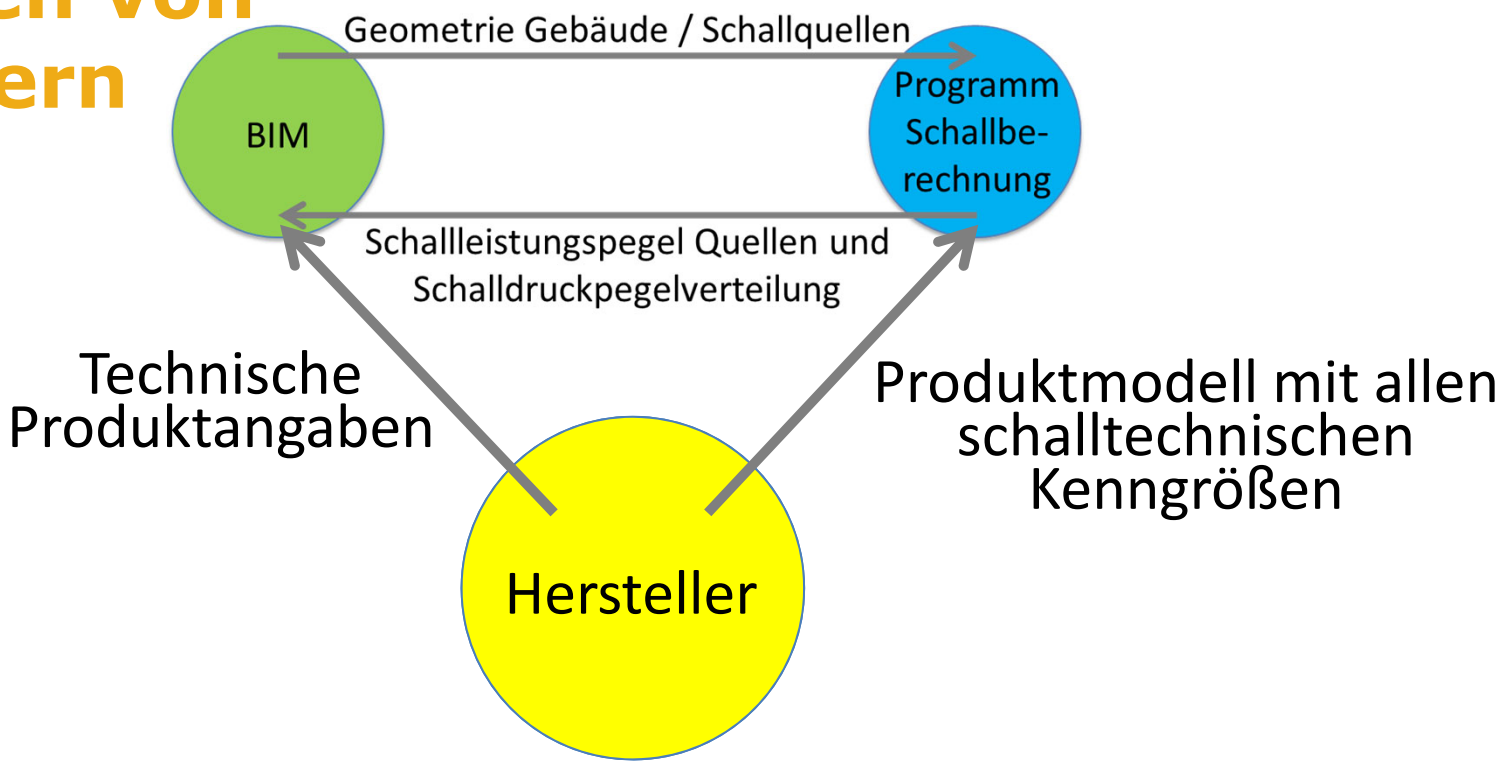
Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Schnittstelle zwischen BIM und einem Programm zur Schallberechnung



Vortrag: SCHALL im BIM
Referent: Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz und Bauphysik der
OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Klaus.Goldemund@opb.de

Einbinden von Herstellern



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt: Herr Dipl.-Ing. (FH) Klaus Goldemund
Leiter Fachbereich Industrieakustik im
Institut für Umweltschutz & Bauphysik

Tel.: +49 895799 - 677

Klaus.Goldemund@opb.de

OBERMEYER PLANEN + BERATEN GmbH / Hansastraße 40 / 80686 München
www.opb.de