

Entwicklungsszenarien für tieffrequente Geräusche in Wohnumgebungen

Christian Eulitz

Möhler + Partner Ingenieure AG
Beratung in Schallschutz und Bauphysik

München – Augsburg – Bamberg

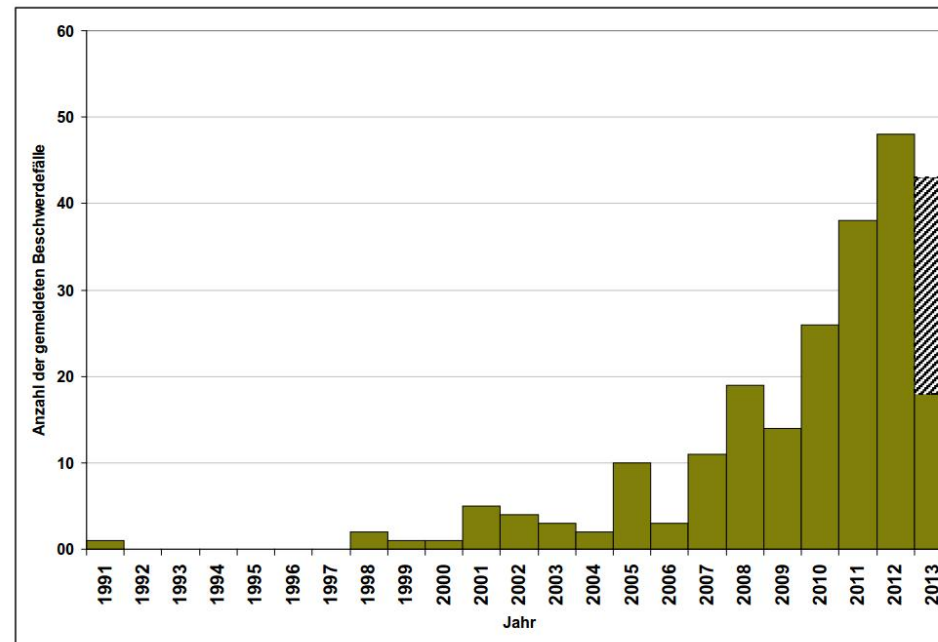
www.mopa.de

info@mopa.de

- ▶ Ausgangslage und Motivation
- ▶ Tieffrequente Geräuschquellen
- ▶ Immissionen und bauakustische Aspekte
- ▶ Ausbreitungsberechnungen
- ▶ Ergebnisse der Entwicklungsszenarien
- ▶ Wesentliche Erkenntnisse

Ausgangslage und Motivation

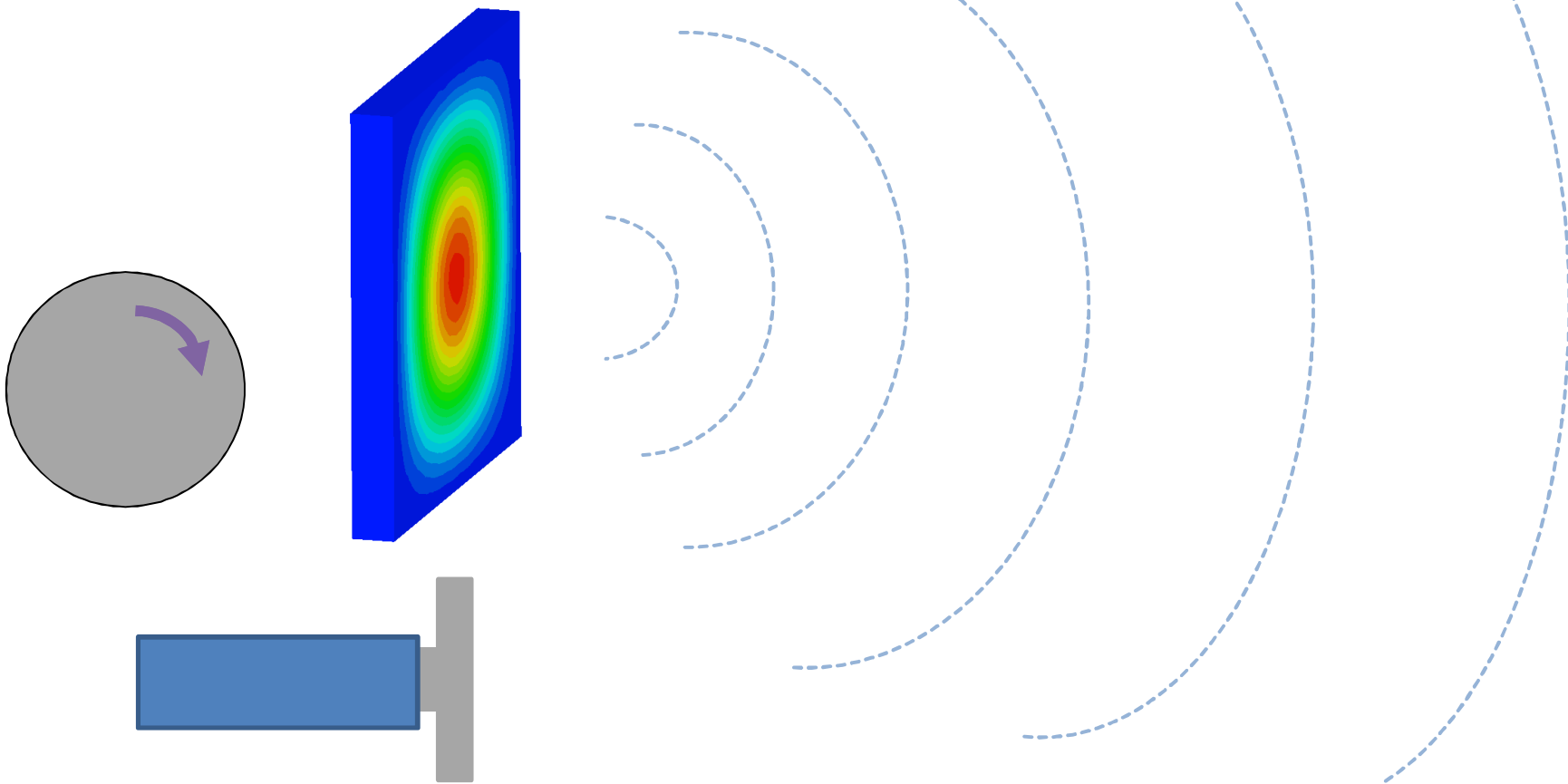
- ▶ Tieffrequente Konfliktfälle haben in der Vergangenheit zugenommen
- ▶ Behördenabfrage UBA-Machbarkeitsstudie, veröffentlicht 2014



- ▶ Wie wird es in Zukunft weitergehen? **Entwicklungsszenarien**

Emissionen – Tieffrequente Geräuschquellen

- Vielzahl an tieffrequenten Geräuschquellen mit ähnlicher Technologie



Quellen, Technologien

- ▶ mechanisch bewegte Teile
- ▶ größere schwingfähige oder rotierende Massen
- ▶ Verbrennungsprozesse, z. B. niedrig drehende Verbrennungsmotoren
- ▶ Geräte mit Stromnetzfrequenz, z. B. Elektromotoren, Trafos
- ▶ mechanische Veränderung von Flüssigkeiten und Gasen, z. B. Ventilatoren, Verdichter, Pumpen
- ▶ **Technologien, die in unserer Umgebung in den verschiedensten Geräten und Anlagen vorhanden sind**

Nichts neues?

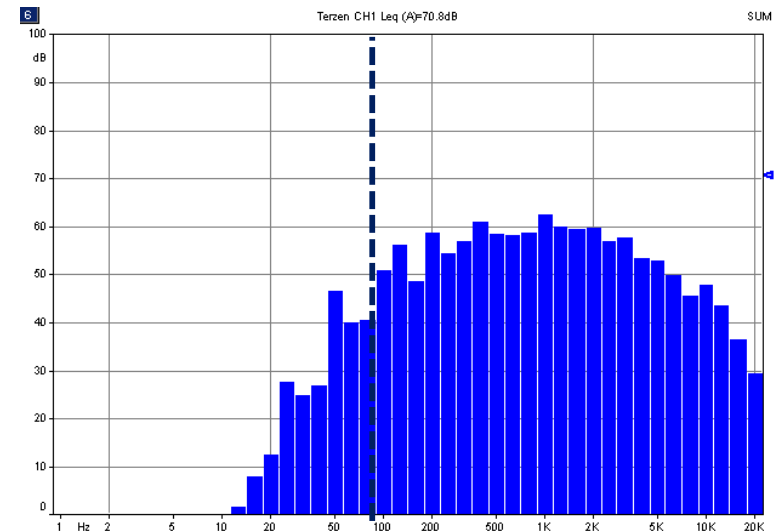
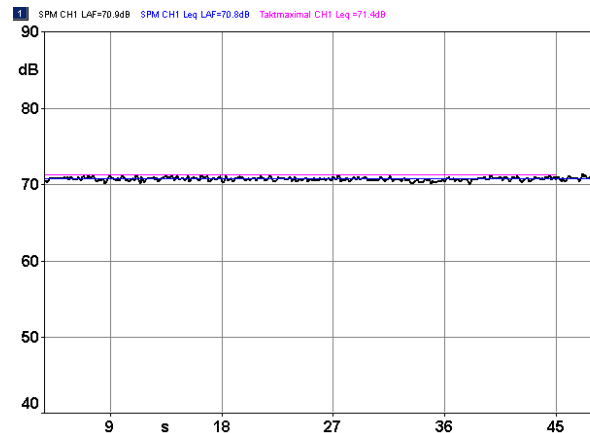
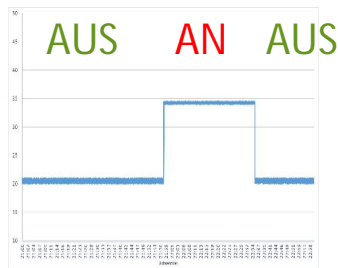
Neu sind...

- ▶ die **Auswirkungen** auf unser Wohnungsumfeld
- ▶ stationäre Anlagen mit **dauerhafter Betriebsweise** Mitten in den Wohnbauflächen, **an und innerhalb von Wohngebäuden**
- ▶ die zunehmende **Anzahl und Diversifikation** der Geräte
- ▶ die zunehmende **Anzahl an Beschwerdefällen**



Kennzeichnende Geräuschemissionen Beispiel BHKW

- Schaltpunkte (An oder Aus), Lastspitzen, tonale Komponenten und Modulationen

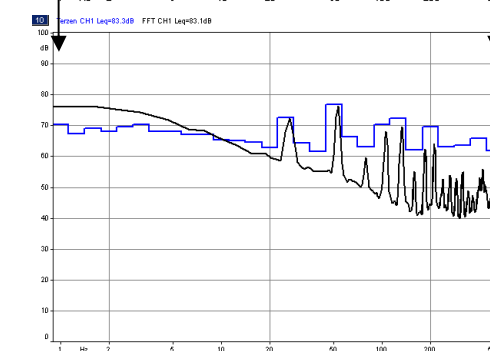
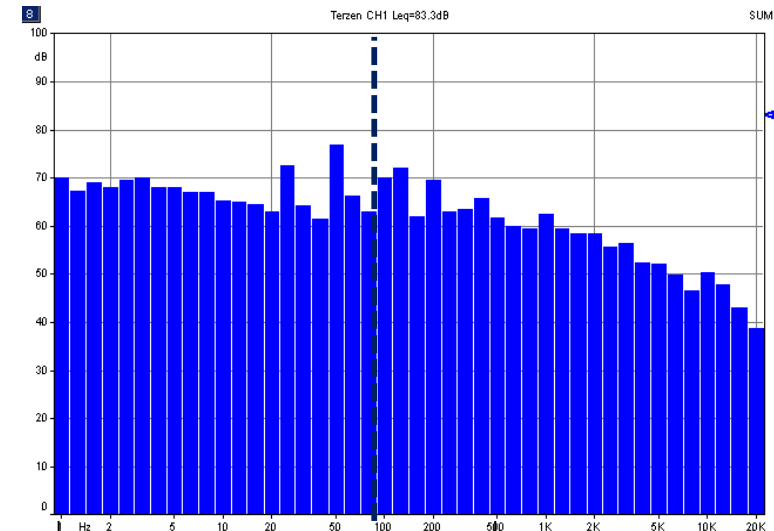
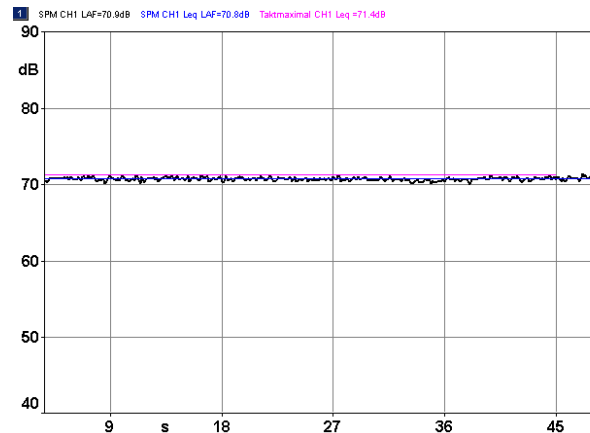
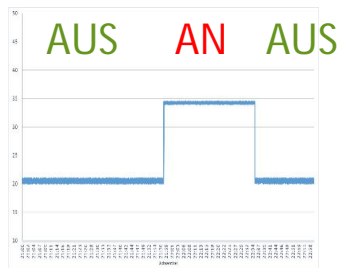


dp = 40m
LAeq = 39 dB(A)
MI/MD



Kennzeichnende Geräuschemissionen Beispiel BHKW

- Schaltpunkte (An oder Aus), Lastspitzen, tonale Komponenten und Modulationen



FFT
df = 1,56 Hz

dp = 40m
LAeq = 39 dB(A)
MI/MD

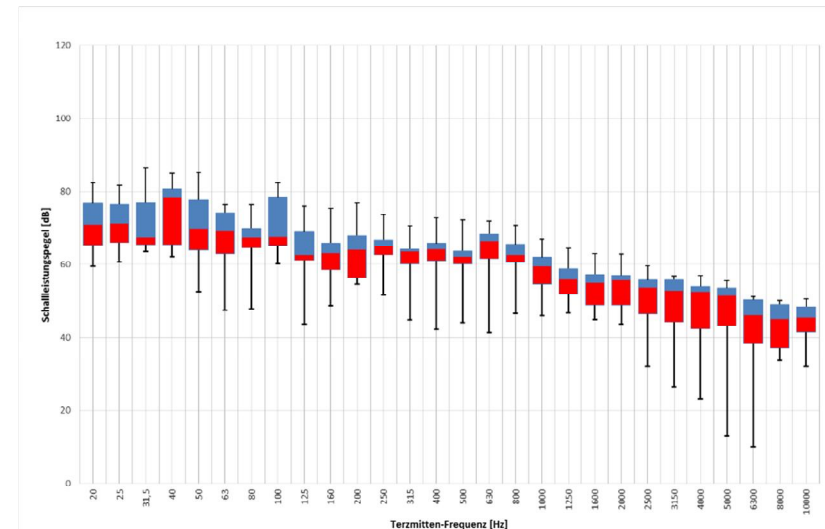
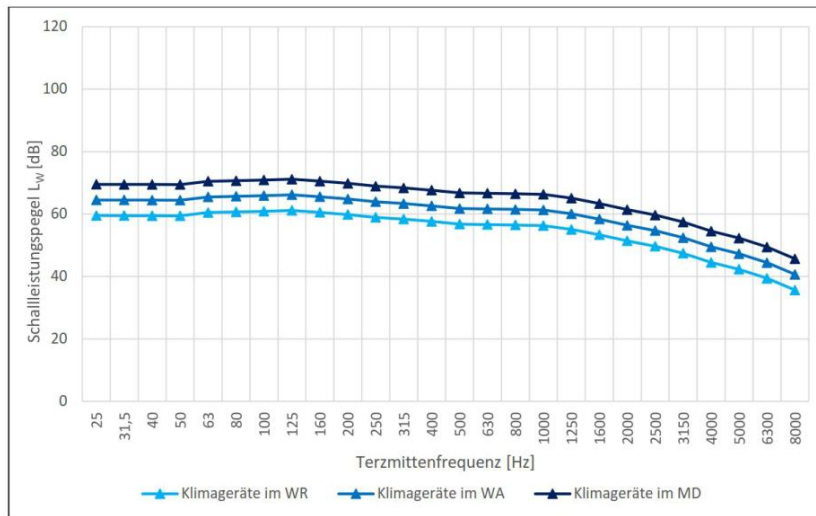


Feststellungen zu Emissionen

- ▶ Gemeinsame Technologien
- ▶ Verschiedenste Anlagen mit spezifischen Geräuschverhalten
- ▶ Recherche zu Emissionen zeigt
 - ▶ Herstellerangaben meist A-bewertete Summenschallleistungen
 - ▶ nur für wenige Anlagentypen gute Datenbasis für tieffrequentes Geräuschverhalten (z.B. Windkraftanlagen mit lastabhängigen Terzbandpegeln)
- ▶ Um allgemeingültige Ergebnisse prognostizieren zu können, werden gemeinsame akustische Eigenschaften herangezogen
- ▶ Mittlere charakteristische Terzbandpegel

Welche Emissionen wurden für die Entwicklungsszenarien verwendet?

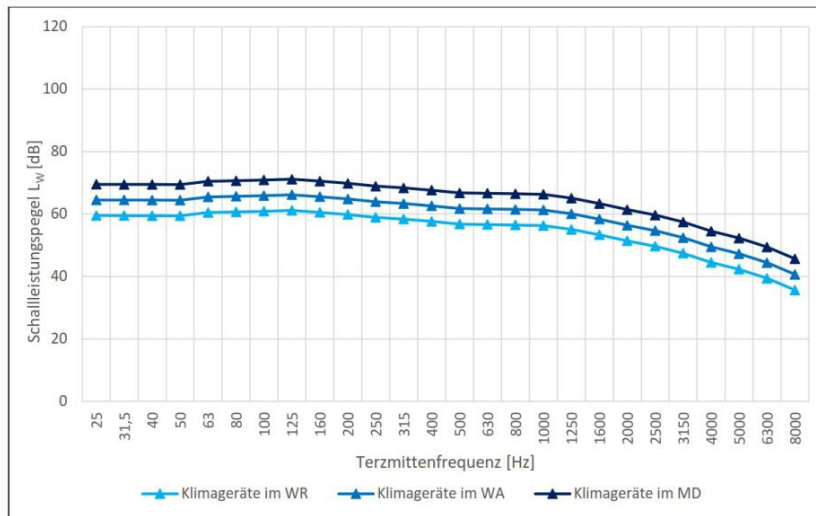
- ▶ Größte Anzahlverbreitung in Mustergebieten: **Klimageräte** und **Luftwärmepumpen**
- ▶ Pauschale Emissionsminderung in verschiedenen Baugebieten



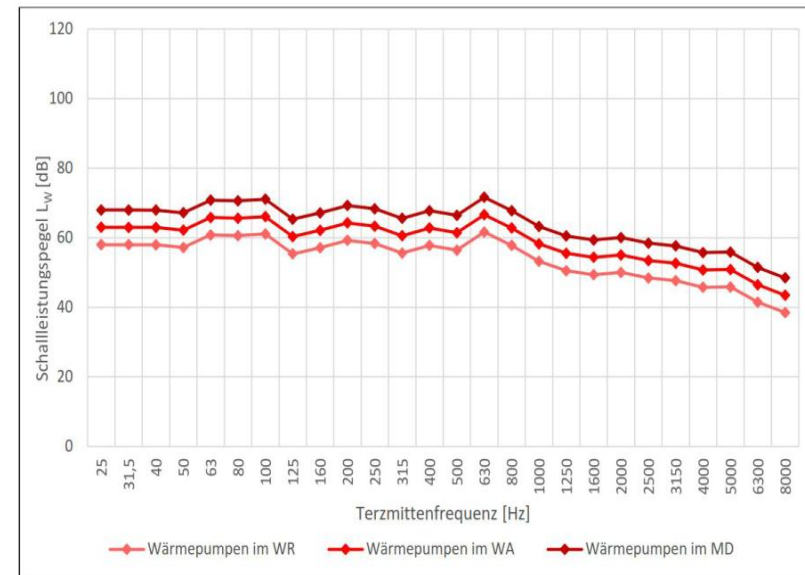
Quelle: Recherche N=36 Oktaven
Prognose: Ecoaircon EU

Welche Emissionen wurden für die Entwicklungsszenarien verwendet?

- ▶ Größte Anzahlverbreitung in Mustergebieten: **Klimageräte** und **Luftwärmepumpen**
- ▶ Pauschale Emissionsminderung in verschiedenen Baugebieten



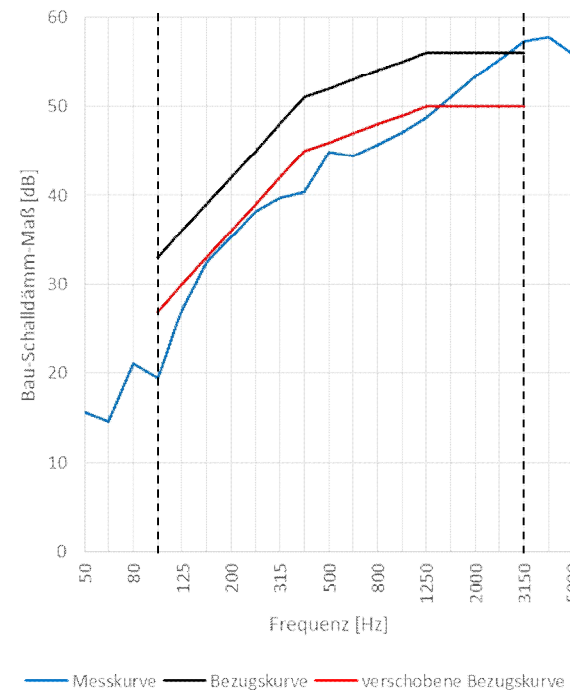
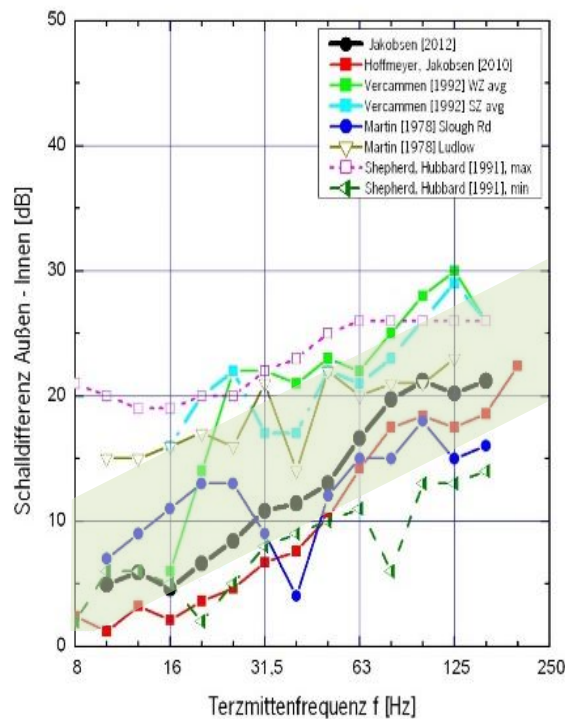
Quelle: Recherche N=36 Oktaven
Prognose: Ecoaircon EU



Quelle: UBA-Texte 71/2014 mit Recherche
Prognose: BWP-Branchenstudie 2015

Immissionen Schalldämmung der Außenbauteile

► Spezifisch geminderte Schalldämmung der Gebäudehüllen



z. B. R'_{w} Fenster
DIN EN ISO 16283-3

Spektrumanpassung
DIN EN ISO 717-1

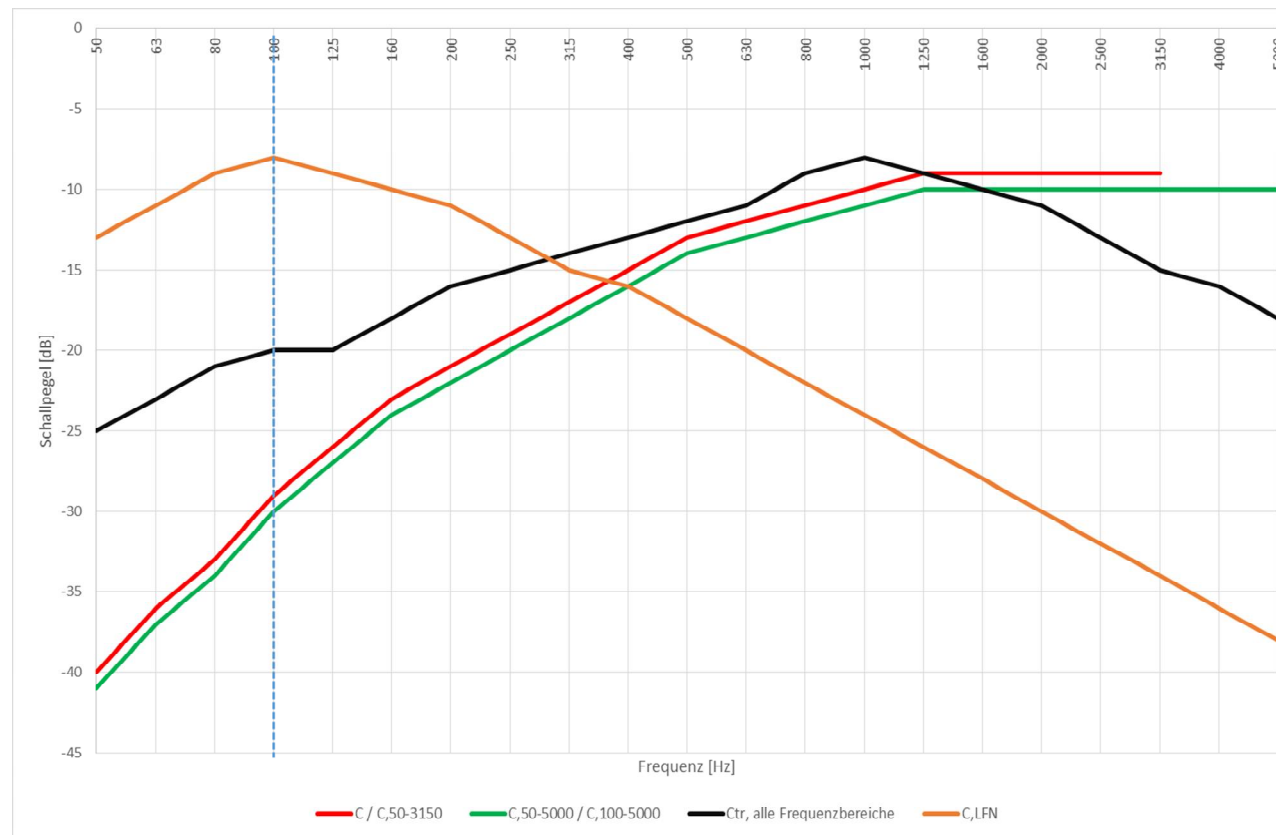
$R'_{45',w}(C; C_{tr}) = 46 (-2; -8) \text{ dB}$

$C_{50-3150} =$	- 4 dB	$C_{tr,50-3150} =$	- 13 dB
$C_{50-5000} =$	- 3 dB	$C_{tr,50-5000} =$	- 13 dB
$C_{100-5000} =$	- 1 dB	$C_{tr,100-5000} =$	- 8 dB

► Schwachpunkt **Elemente, Fenster, Türen**

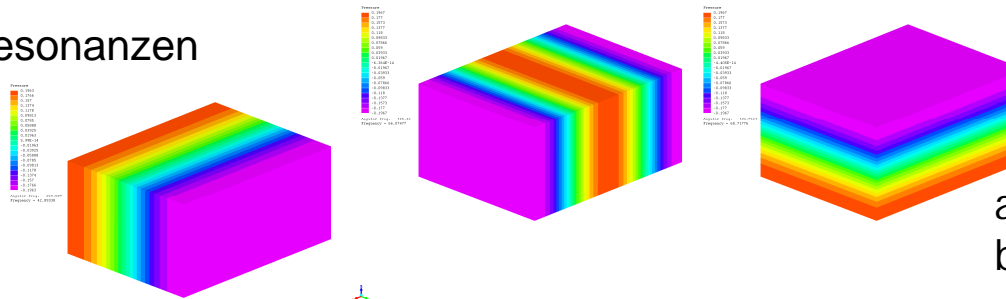
Immissionen Nutzung des erweiterten Bereichs?

- Schalldämmung R'_w und Spektrumanpassungen nach DIN EN ISO 717-1 keine Aussage für Verhalten im tieffrequenten Bereich

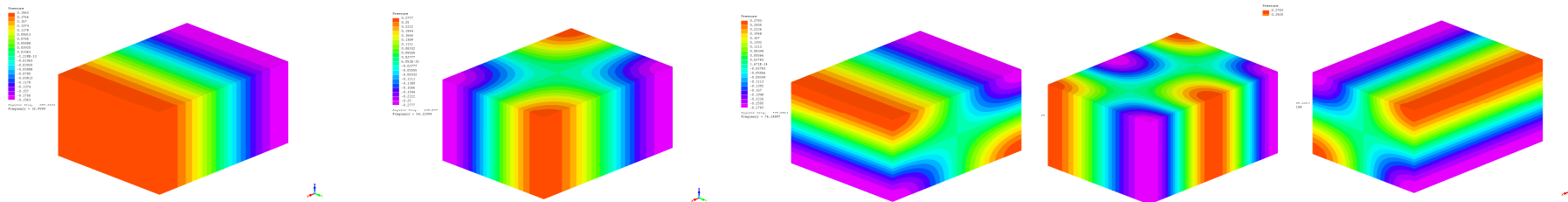
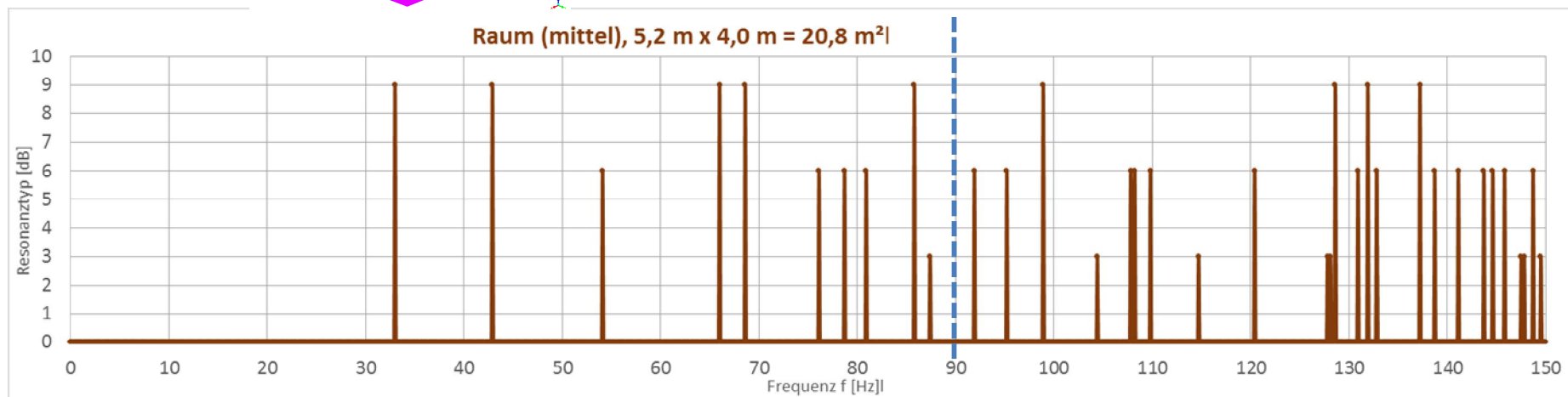


Innerhalb der Räume

► Raumresonanzen



ab $f > 15$ Hz (sehr große Räume)
 bzw. 55 Hz (kleine Räume)



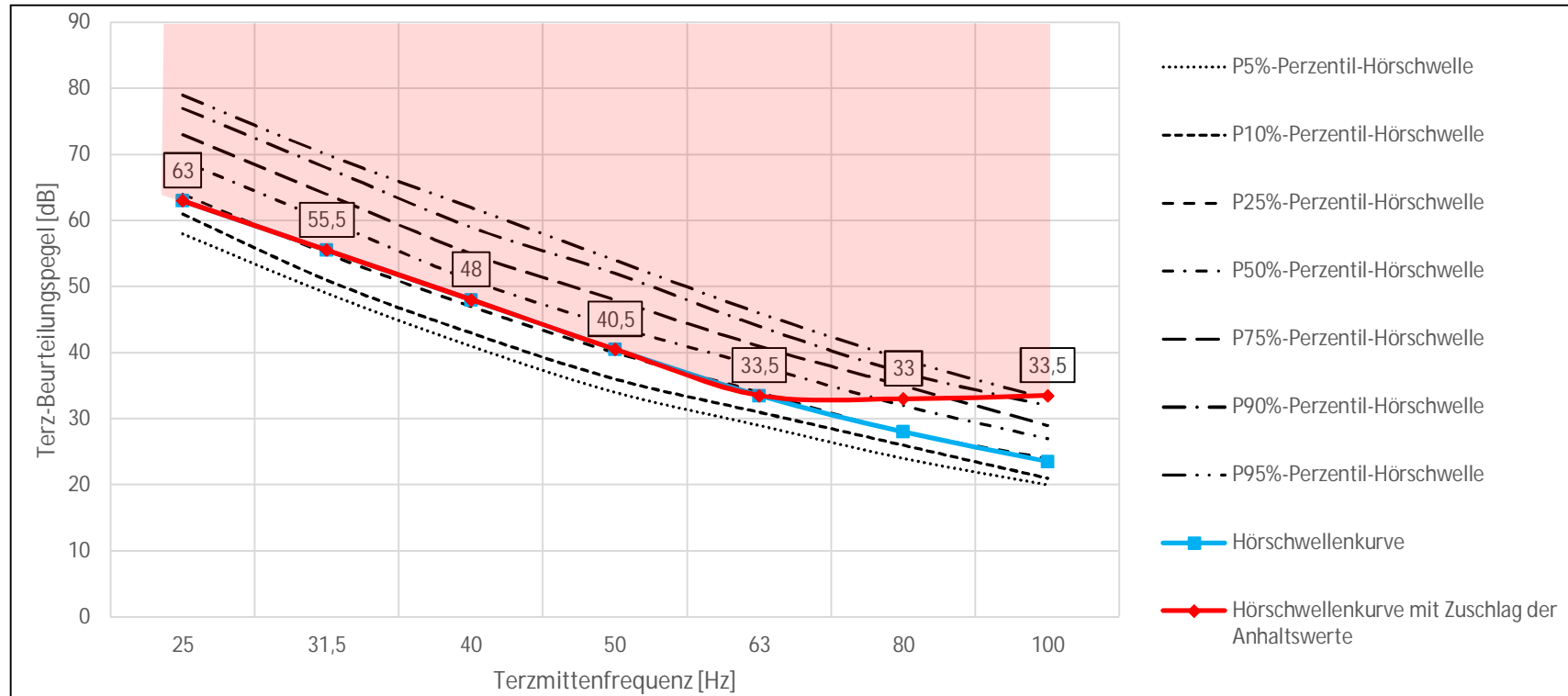
Feststellungen zu Immissionen

- ▶ Schalldämmung von Bauteilen im tieffrequenten Bereich vermindert
- ▶ mittel-/ hochfrequente Anteile werden stärker bedämpft, der Klang verändert sich
- ▶ Kennwerte der Außenbauteile wie Einzahlwert von Schalldämmung und Spektralanpassungswerte sind für den tieffrequenten Bereich ungeeignet
- ▶ Lokale Überhöhungen entstehen durch Raumresonanzen
- ▶ Individuelle Eigenschaften des Immissionsortes
- ▶ Keine normativen Standards vorhanden

- ▶ Entwicklungsszenarien auf Grundlage von Außenpegeln → Bewertung Konfliktpotential mittels Außenpegel

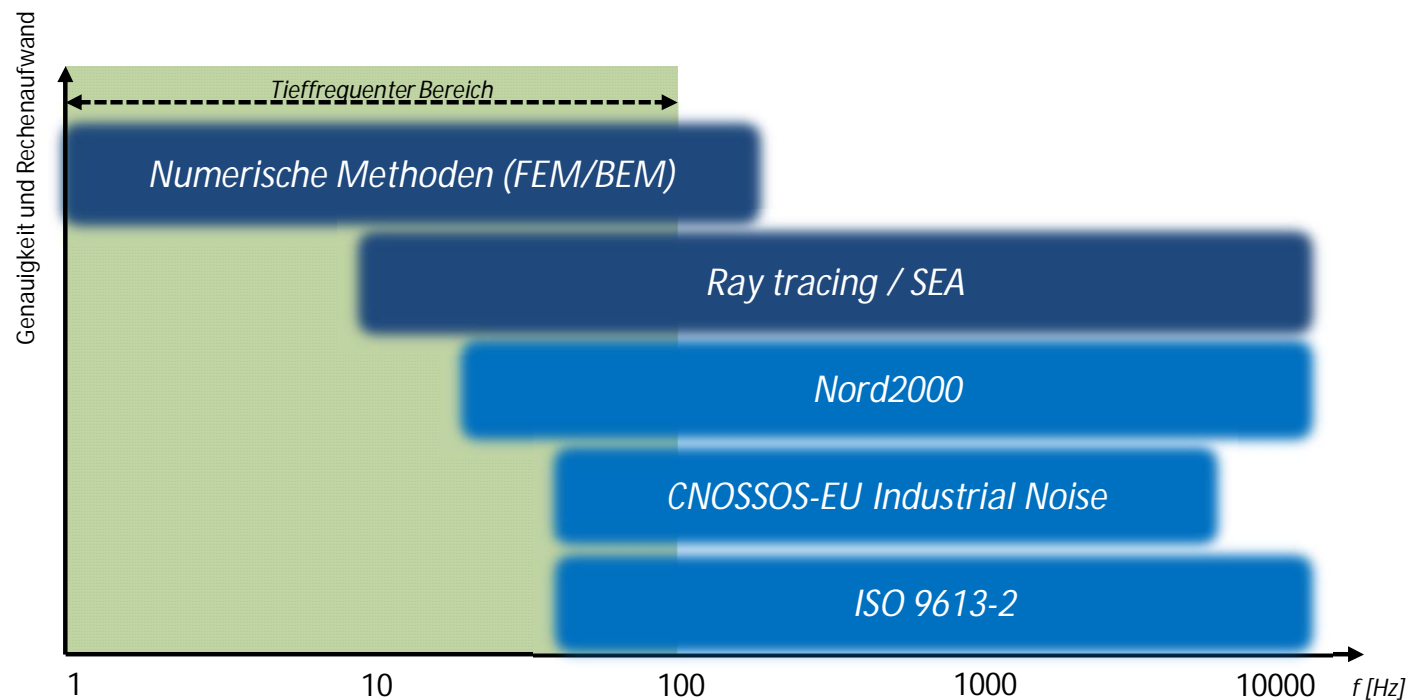
Kriterium für die Bewertung tieffrequenter Geräusche

- Lärmkartierung der tieffrequenten Konfliktpotentialen
roter Bereich, wenn $L_{\text{Terz},r} > L_{\text{HS}} + \Delta L_1$ gemäß Beiblatt 1 zu DIN 45680[1997]

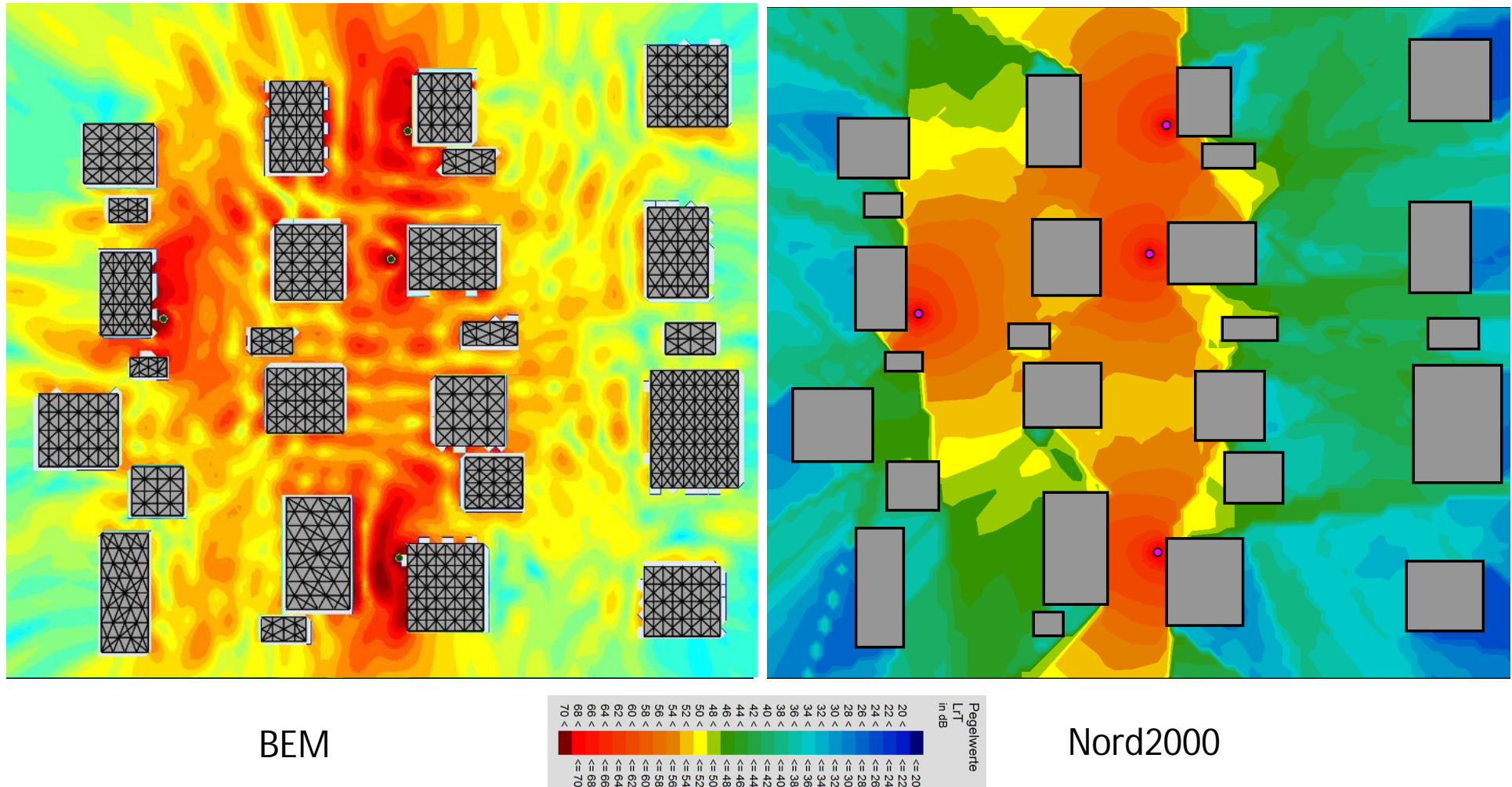


Transmission - der Ausbreitungsweg

- ▶ Normative Berechnungen der Schallausbreitung von Anlagengeräuschen in Deutschland mit DIN EN ISO 9613-2 (geometrisch-empirisches Verfahren)
- ▶ Einsatz alternativer Verfahren zur Schallausbreitungsberechnung untersucht

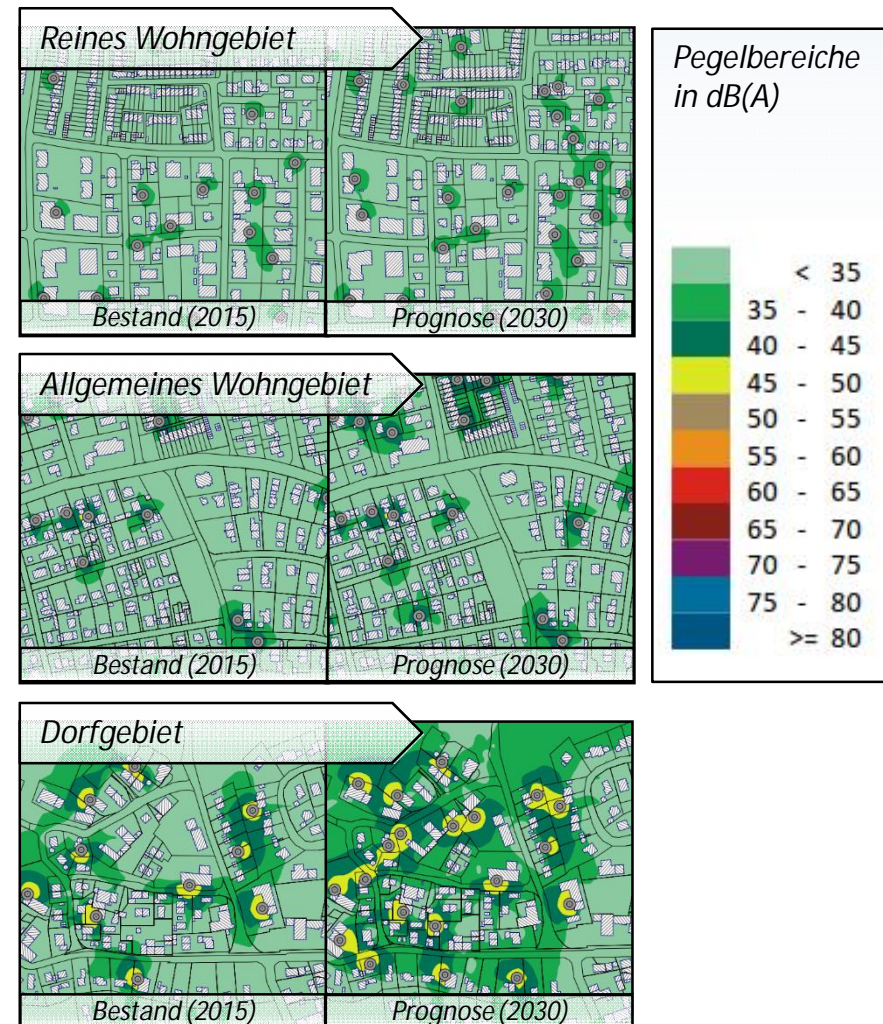


Vergleichsberechnungen Teilbaugebiet 90 x 90 m², $f_{\text{Terz}} = 50 \text{ Hz}$, 4 LWP



Baugebiete

- Untersuchung der Geräuscentwicklung in typischen Baugebieten durch typische tieffrequente Schallquellen
- Gebietsgröße, je ca. 500 x 500 m²
- Absatzprognosen als Grundlage für Quellenanzahl
- Berechnung der Schallausbreitung mit ISO 9613-2 gemäß TA Lärm und alternativ mit Nord2000



Ergebnisse der Entwicklungsszenarien Welche Frequenzen sind maßgebend?

Bestand (2015)



Prognose (2030)



exemplarisch Ausschnitt aus WA-Gebiet

Ergebnisse der Entwicklungsszenarien Welche Frequenzen sind maßgebend?

Bestand (2015)



Prognose (2030)



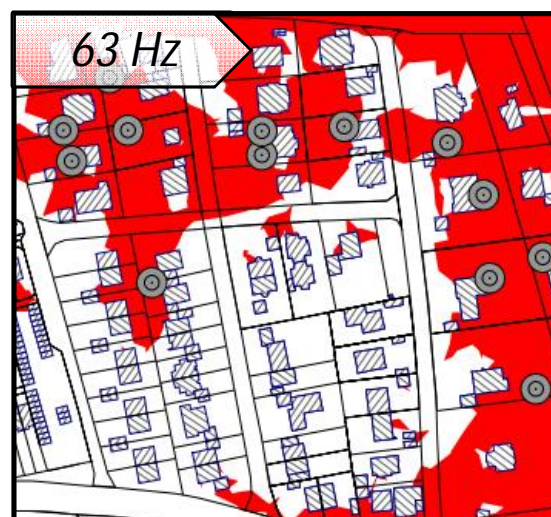
exemplarisch Ausschnitt aus WA-Gebiet

Ergebnisse der Entwicklungsszenarien Welche Frequenzen sind maßgebend?

Bestand (2015)



Prognose (2030)



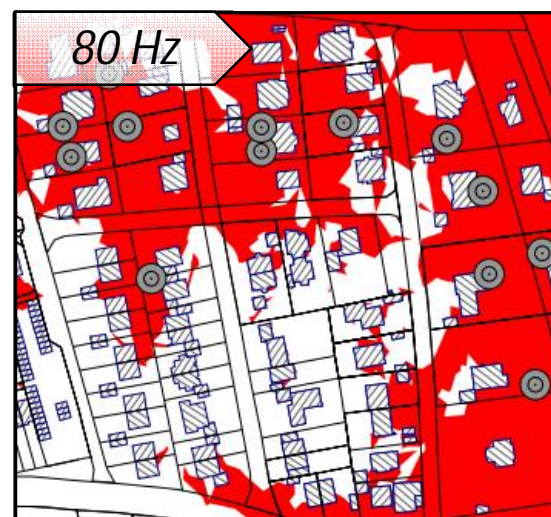
exemplarisch Ausschnitt aus WA-Gebiet

Ergebnisse der Entwicklungsszenarien Welche Frequenzen sind maßgebend?

Bestand (2015)



Prognose (2030)



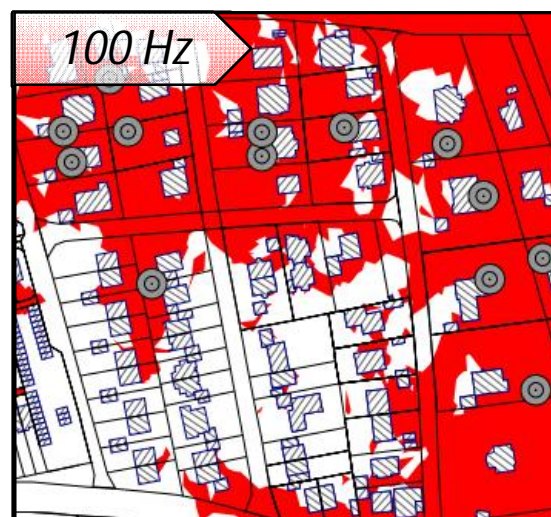
exemplarisch Ausschnitt aus WA-Gebiet

Ergebnisse der Entwicklungsszenarien Welche Frequenzen sind maßgebend?

Bestand (2015)



Prognose (2030)



exemplarisch Ausschnitt aus WA-Gebiet

Tieffrequente Konfliktpotentiale in Baugebieten

Reines Wohngebiet

Allgemeines Wohngebiet

Dorfgebiet

Bestand (2015)

Prognose (2030)

Bestand (2015)

Prognose (2030)

Bestand (2015)

Prognose (2030)



Abnahme der Schutzwürdigkeit
→

Wesentliche Erkenntnisse

- ▶ Übliche Ausbreitungsmodelle im großskaligen Maßstab geeignet, bei sehr tiefen Frequenz und in der Detailbetrachtung ungenau
- ▶ akustische Eigenschaften der Schallquelle und in den Wohnräumen sind durch die Angabe der vorhandenen Einzelwerte (z.B. LwA, R'_w) nicht ausreichend bestimmt für tieffrequente Geräusche
- ▶ Nur wenige tieffrequente Emissionsdaten der Produkte (kaum Emissionsspektren mit tieffrequentem Bereich)
- ▶ Diversifikation der Geräte führt zu ungewohnten Klängen

Wesentliche Erkenntnisse

- ▶ **Konflikte mit tieffrequenten Geräuschen werden im Wohnungsumfeld in Zukunft deutlich zunehmen**
- ▶ Maßgebendes **Konfliktpotential bei Frequenzen größer 50 Hz**
- ▶ Im Bestand eher kleinräumige Konfliktbereiche, die **Prognose lässt größere Konfliktbereiche erwarten**
- ▶ **Quellortung kommt in Zukunft im Konfliktfall eine zentrale Bedeutung zu**
(Welche Quelle brummt hier?)
- ▶ **Zunahme des tieffrequenten Geräuschkonfliktpotentials** **WR** → **WA** → **MD**
aufgrund des höheren Schutzniveaus

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!