

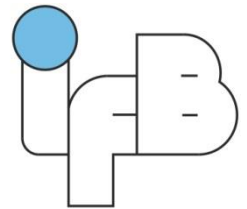
Erschütterungsschutz

Von der Baugrube bis zum Luxusliner



WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



beraten
planen
prüfen

Erschütterungsschutz

Was sind Erschütterungen?

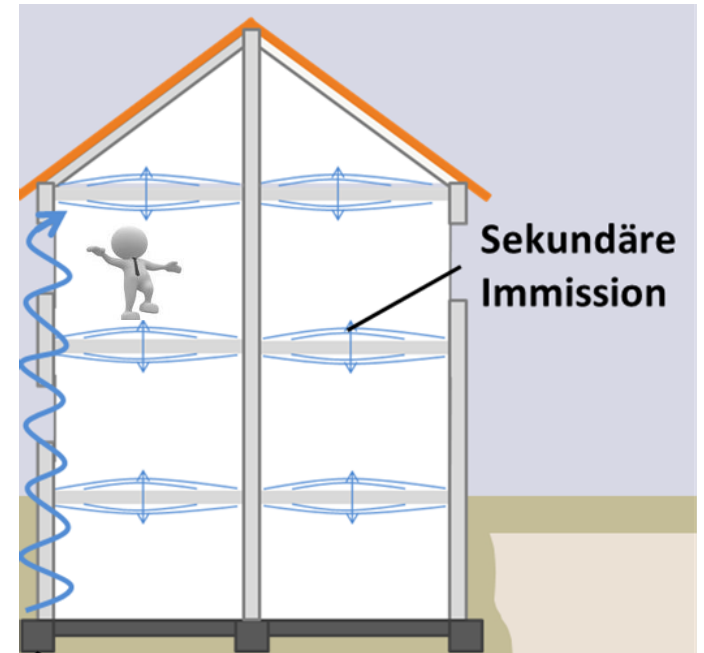
- Schall ist **hörbar** (hier: Körperschall)
(Körperschall-Frequenzbereich über 50 Hz)
- Vibrationen bzw. Erschütterungen sind **spürbar**
(Frequenzbereich unter 80 Hz)
- Quellen für Erschütterungen, z. B.:
 - Schienenverkehr, Straßenverkehr
 - Haustechnische Anlagen
(z. B. Kältemaschinen, Kompressoren)
 - Medizinische Großgeräte
(z. B. Kernspintomographen)



Beurteilungskriterien für Erschütterungen

Abgrenzung der Aufgabenstellung

- **DIN 4150 Teil 2**
Erschütterungseinwirkungen auf Menschen
- DIN 4150 Teil 3
Einwirkung von Erschütterungen auf Bauwerke
- Lärm- und Vibrationsschutzverordnung
Gesundheits- und Arbeitsschutz
- VDI 2038
Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen
- Gerätespezifische Anforderungen
Erschütterungsempfindliche Geräte



Beurteilungskriterien für Erschütterungen

Abgrenzung der Aufgabenstellung

- DIN 4150 Teil 2
Erschütterungseinwirkungen auf Menschen
- **DIN 4150 Teil 3**
Einwirkung von Erschütterungen auf Bauwerke
- Lärm- und Vibrationsschutzverordnung
Gesundheits- und Arbeitsschutz
- VDI 2038
Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei
dynamischen Einwirkungen
- Gerätespezifische Anforderungen
Erschütterungsempfindliche Geräte



Beurteilungskriterien für Erschütterungen

Abgrenzung der Aufgabenstellung

- DIN 4150 Teil 2
Erschütterungseinwirkungen auf Menschen
- DIN 4150 Teil 3
Einwirkung von Erschütterungen auf Bauwerke
- **Lärm- und Vibrationsschutzverordnung
Gesundheits- und Arbeitsschutz**
- VDI 2038
Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei
dynamischen Einwirkungen
- Gerätespezifische Anforderungen
Erschütterungsempfindliche Geräte



Beurteilungskriterien für Erschütterungen

Abgrenzung der Aufgabenstellung

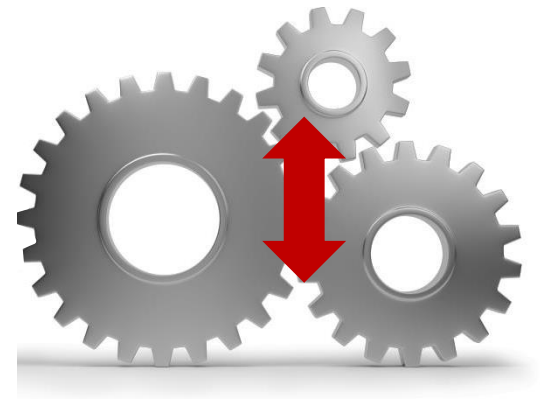
- DIN 4150 Teil 2
Erschütterungseinwirkungen auf Menschen
- DIN 4150 Teil 3
Einwirkung von Erschütterungen auf Bauwerke
- Lärm- und Vibrationsschutzverordnung
Gesundheits- und Arbeitsschutz
- **VDI 2038**
Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen
- Gerätespezifische Anforderungen
Erschütterungsempfindliche Geräte



Beurteilungskriterien für Erschütterungen

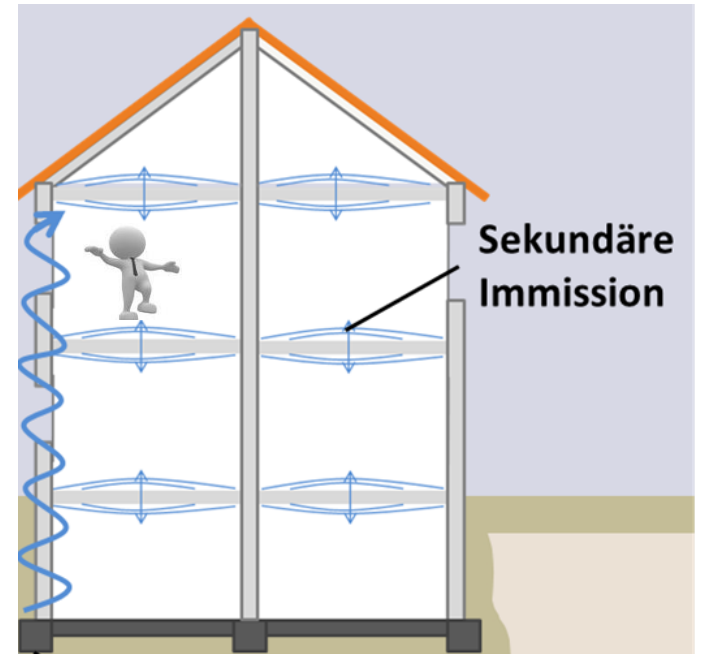
Abgrenzung der Aufgabenstellung

- DIN 4150 Teil 2
Erschütterungseinwirkungen auf Menschen
- DIN 4150 Teil 3
Einwirkung von Erschütterungen auf Bauwerke
- Lärm- und Vibrationsschutzverordnung
Gesundheits- und Arbeitsschutz
- VDI 2038
Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen
- **Gerätespezifische Anforderungen**
Erschütterungsempfindliche Geräte



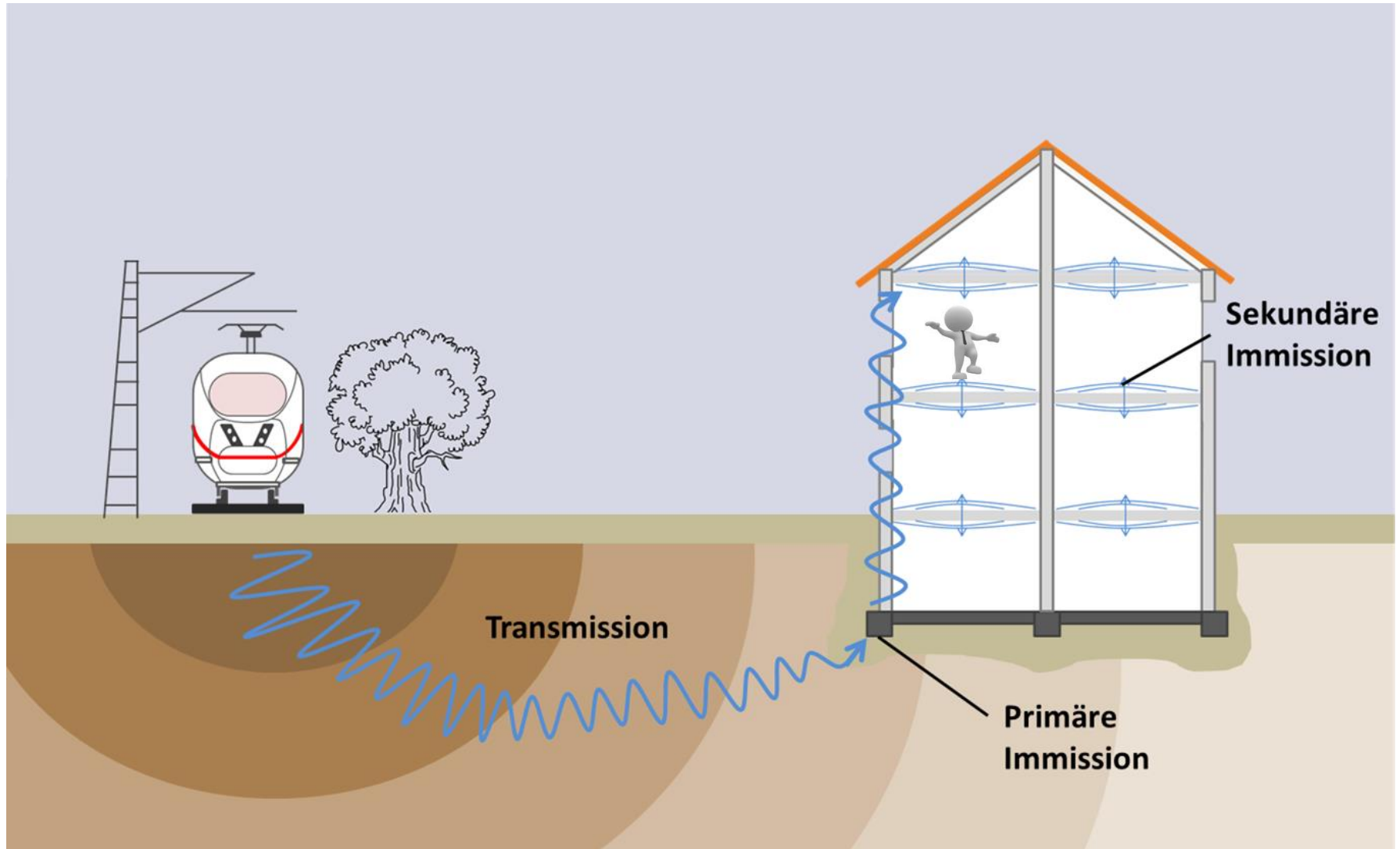
DIN 4150, Teil 2

Erschütterungseinwirkungen auf Menschen



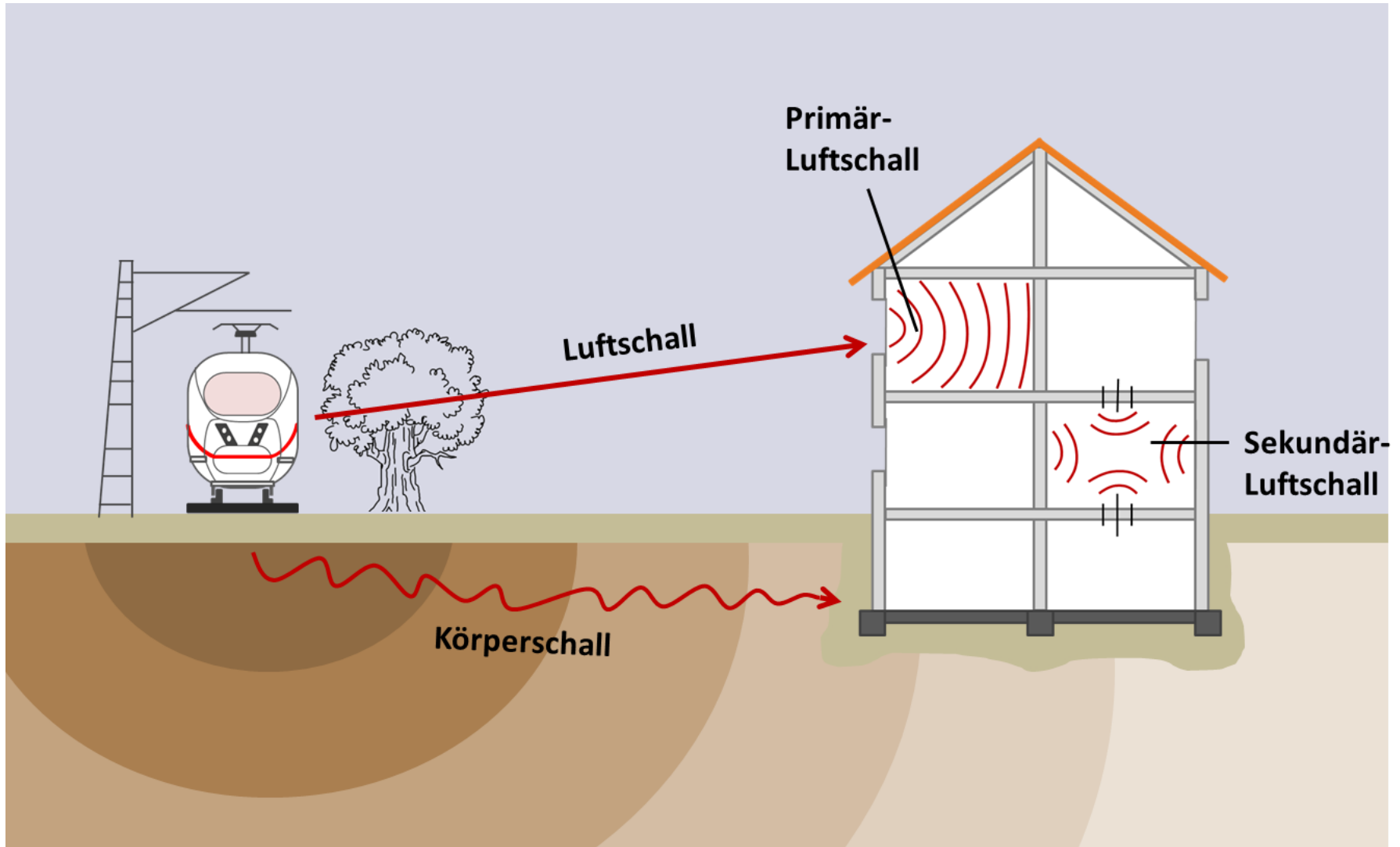
Erschütterungseinwirkungen auf Menschen – DIN 4150 – Teil 2

Erschütterungsübertragung, Beispiel Schienenverkehr



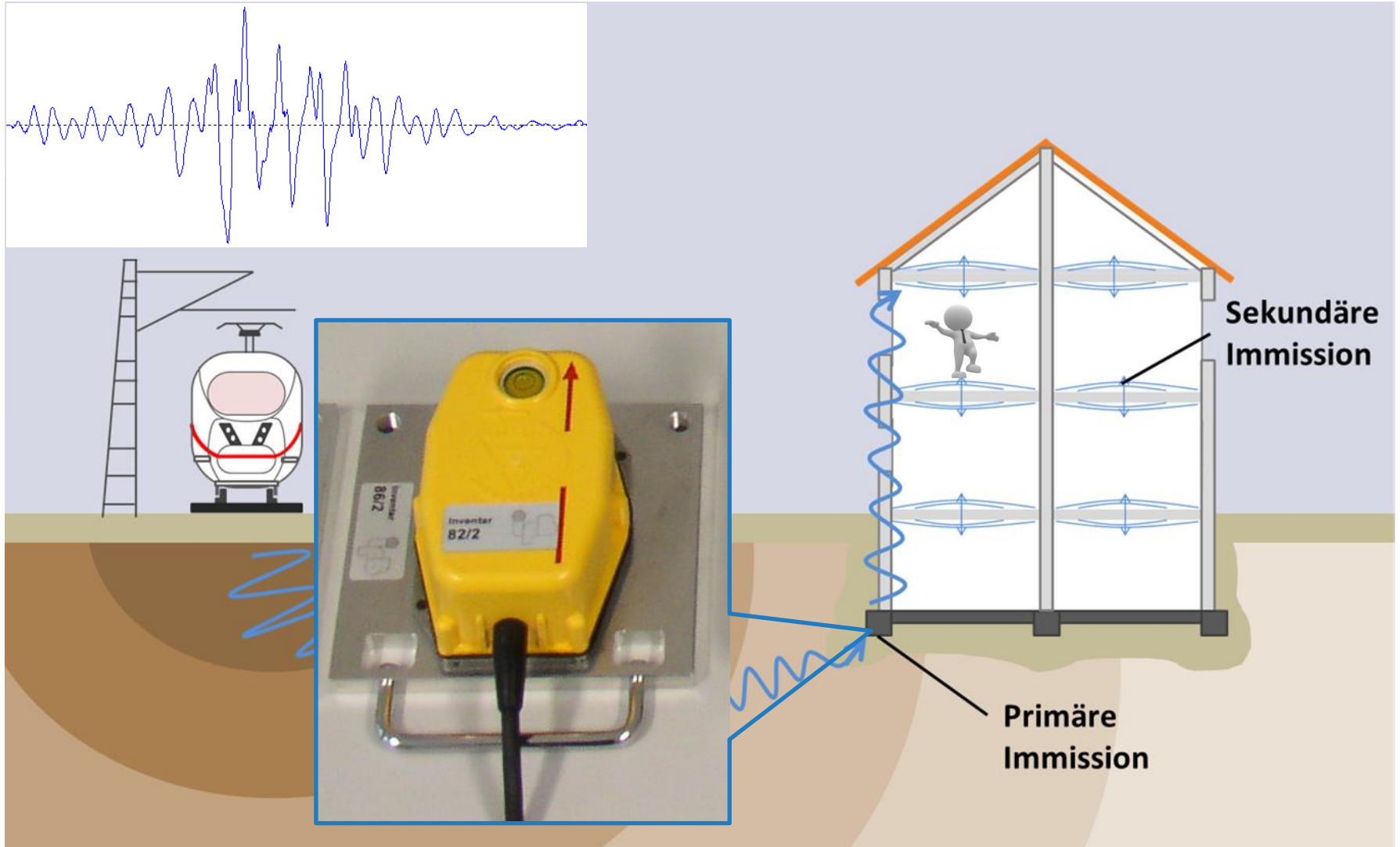
Erschütterungseinwirkungen auf Menschen – DIN 4150 – Teil 2

Sekundärer Luftschall, Beispiel Schienenverkehr



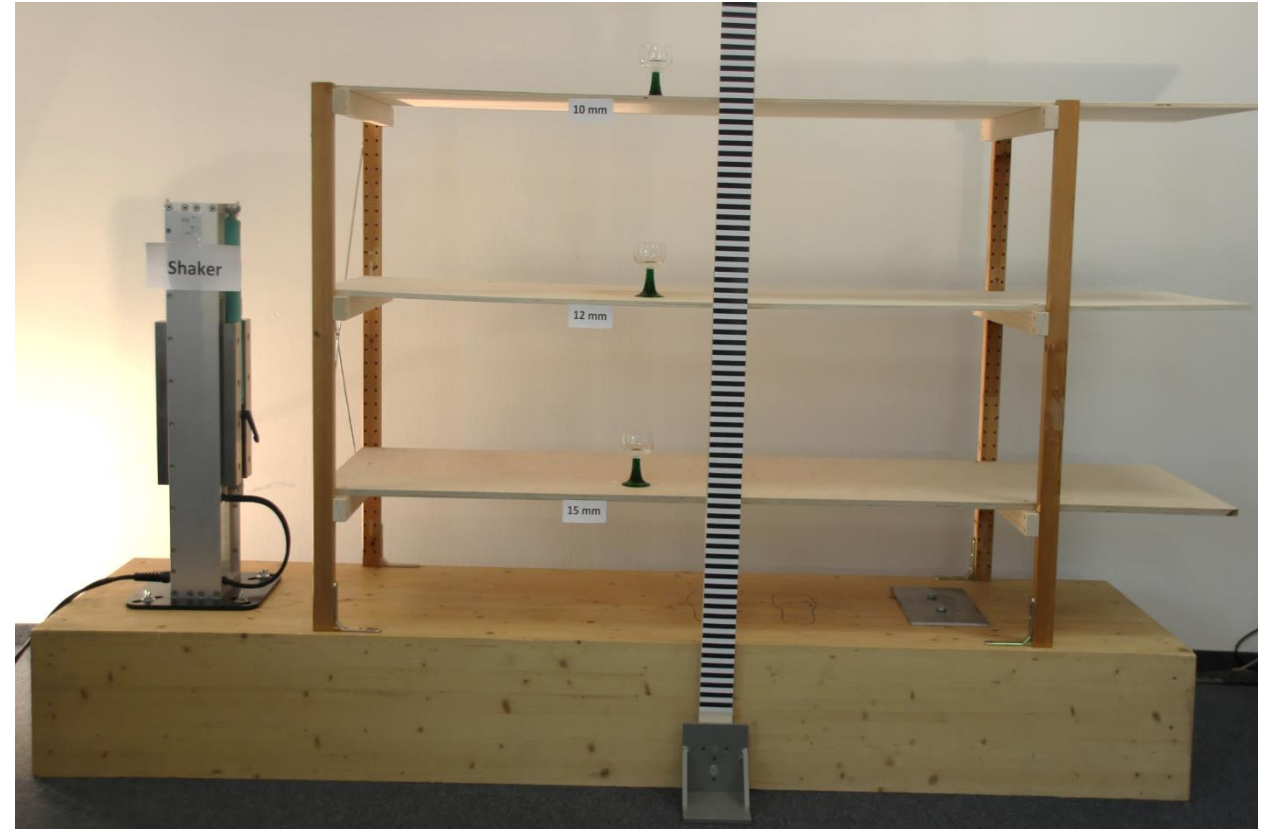
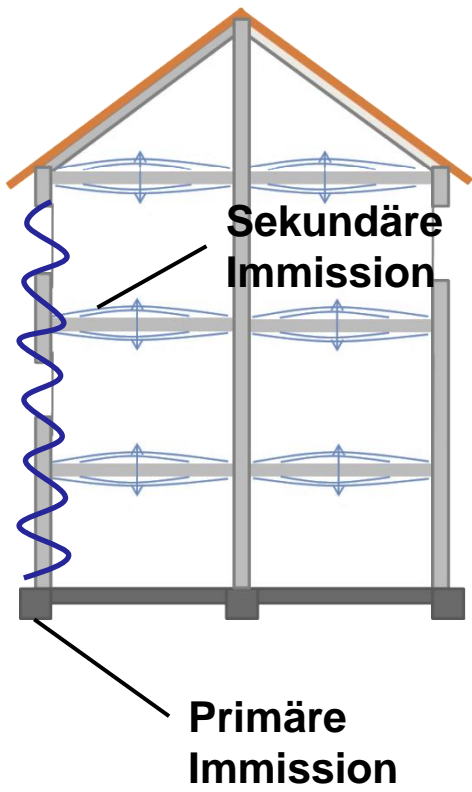
Erschütterungseinwirkungen auf Menschen – DIN 4150 – Teil 2

Erklärung Messtechnik und Prognosemodell



Erschütterungseinwirkungen auf Menschen – DIN 4150 – Teil 2

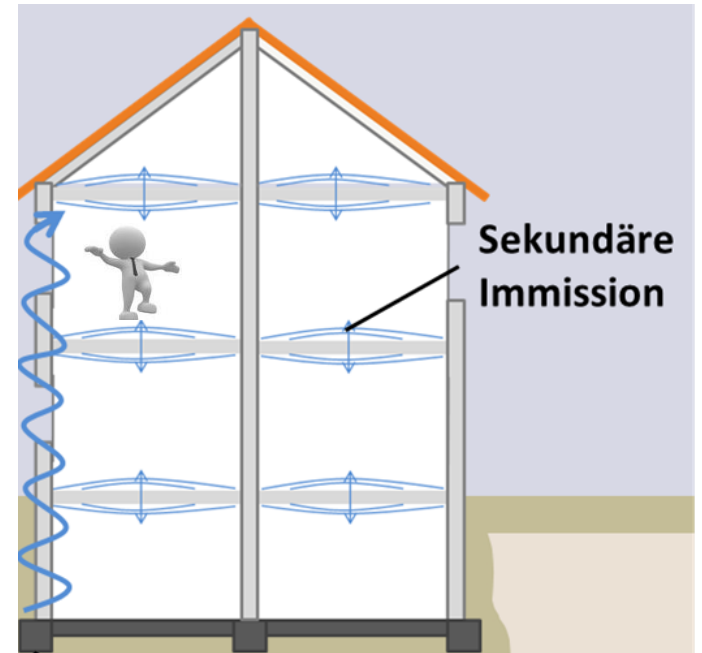
Eigenfrequenz / Resonanzfall



DIN 4150, Teil 2

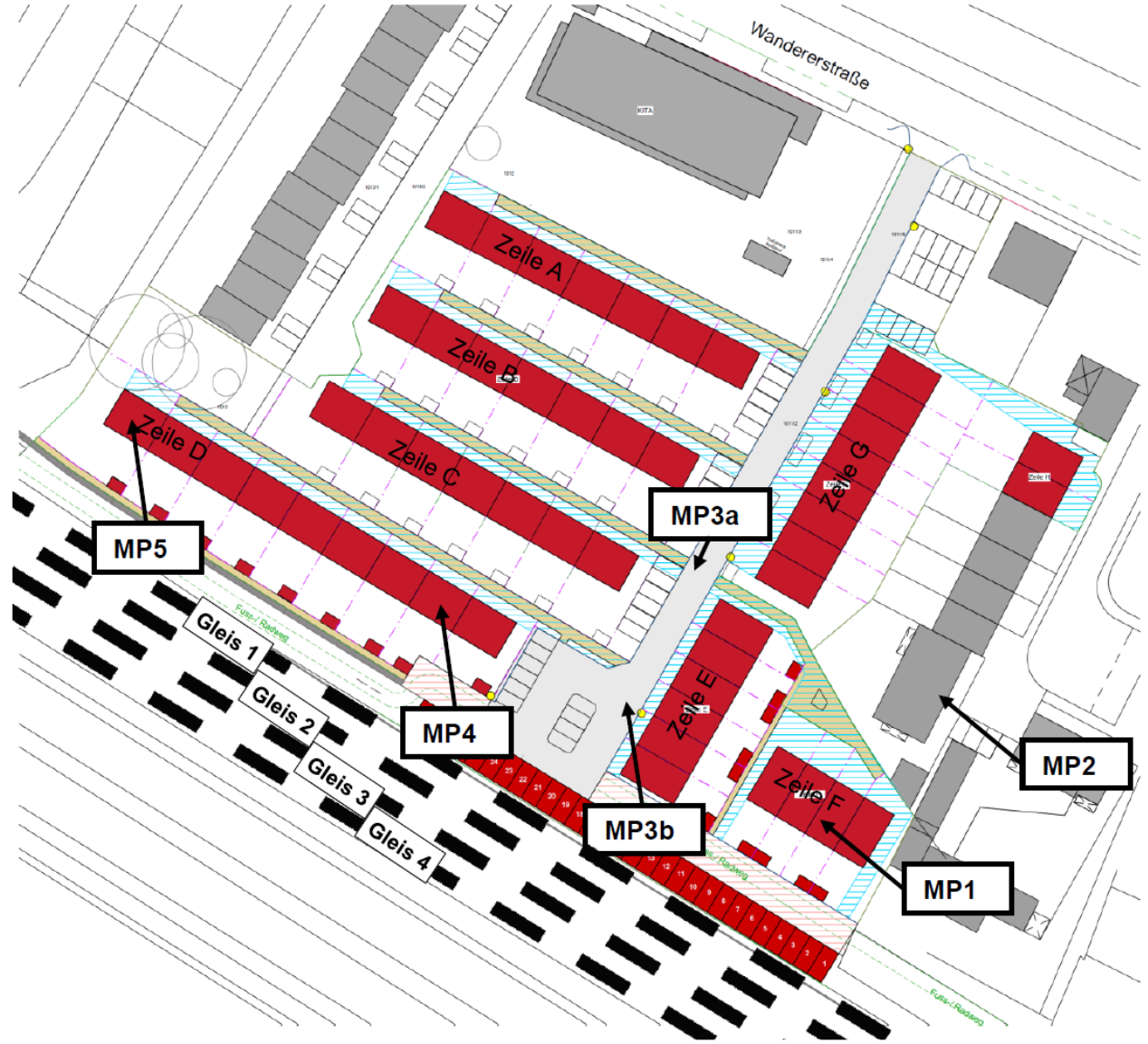
Erschütterungseinwirkungen auf Menschen

Projekt
Reihenhausbebauung
Wandererstraße, Nürnberg



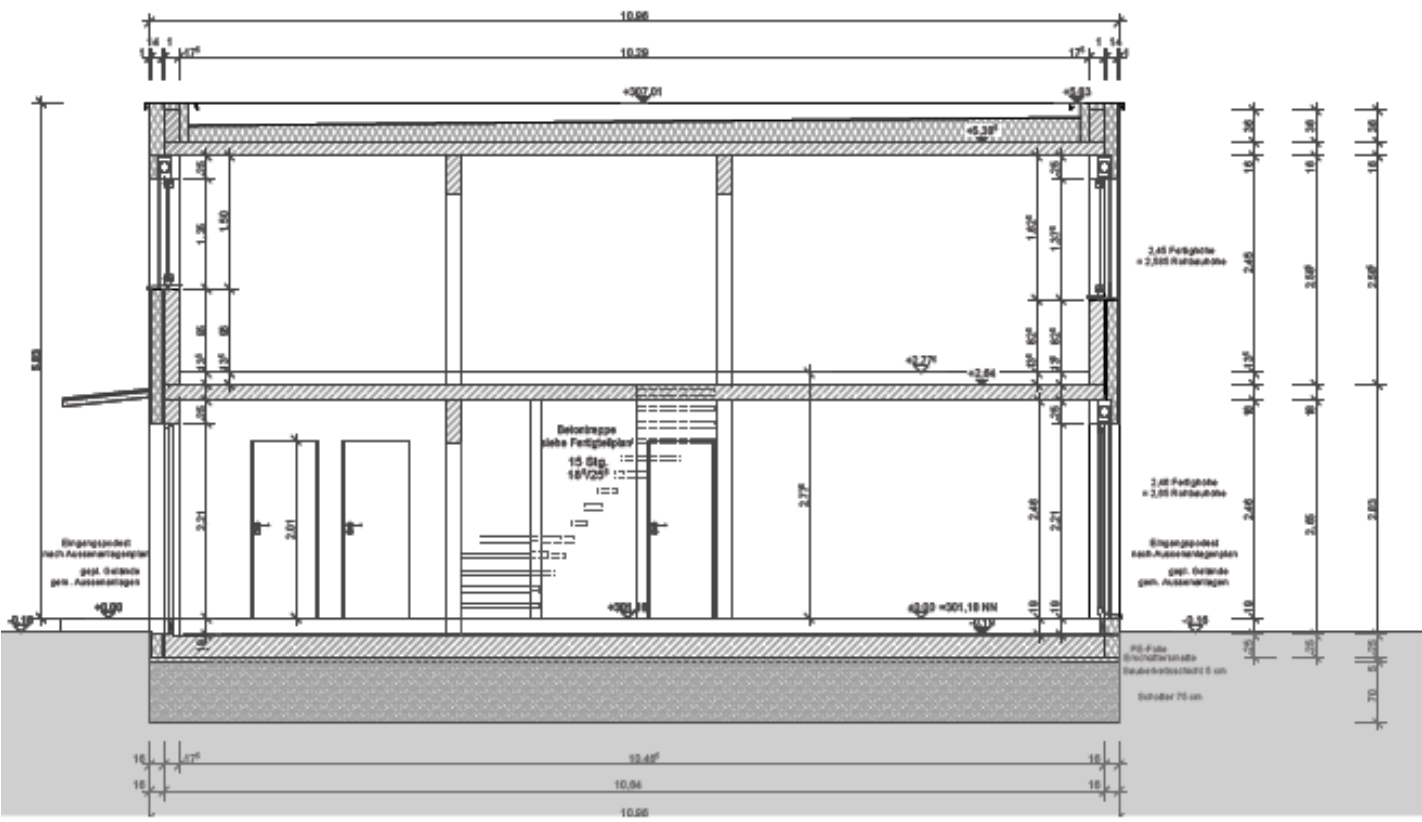
Erschütterungseinwirkungen auf Menschen – DIN 4150 – Teil 2

BV Wandererstraße,
Nürnberg



Erschütterungseinwirkungen auf Menschen – DIN 4150 – Teil 2

BV Wandererstraße, Nürnberg



Schnitt Gebäude Zeile D

Erschütterungseinwirkungen auf Menschen – DIN 4150 – Teil 2

BV Wandererstraße, Nürnberg



Erschütterungseinwirkungen auf Menschen – DIN 4150 – Teil 2

BV Wandererstraße, Nürnberg



Erschütterungseinwirkungen auf Menschen – DIN 4150 – Teil 2

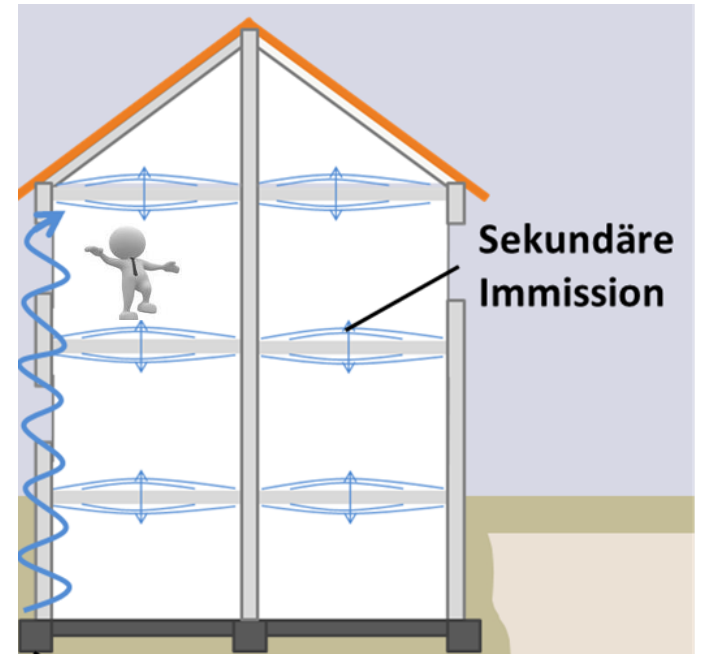
BV Wandererstraße, Nürnberg



DIN 4150, Teil 2

Erschütterungseinwirkungen auf Menschen

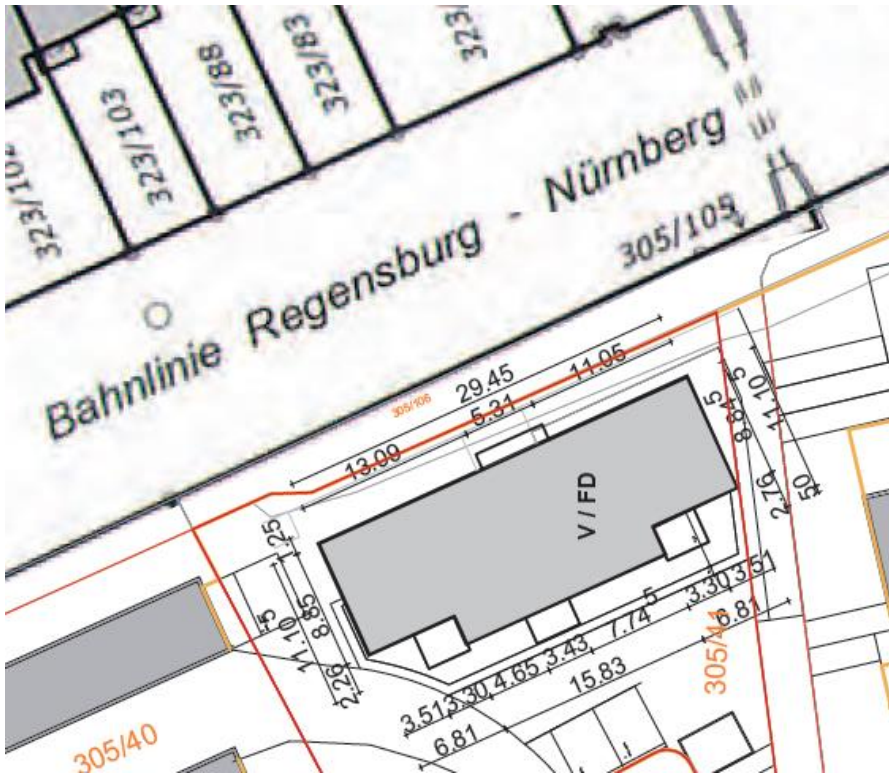
Projekt
Mehrfamilienwohnhaus
Neumarkterstraße, Nürnberg



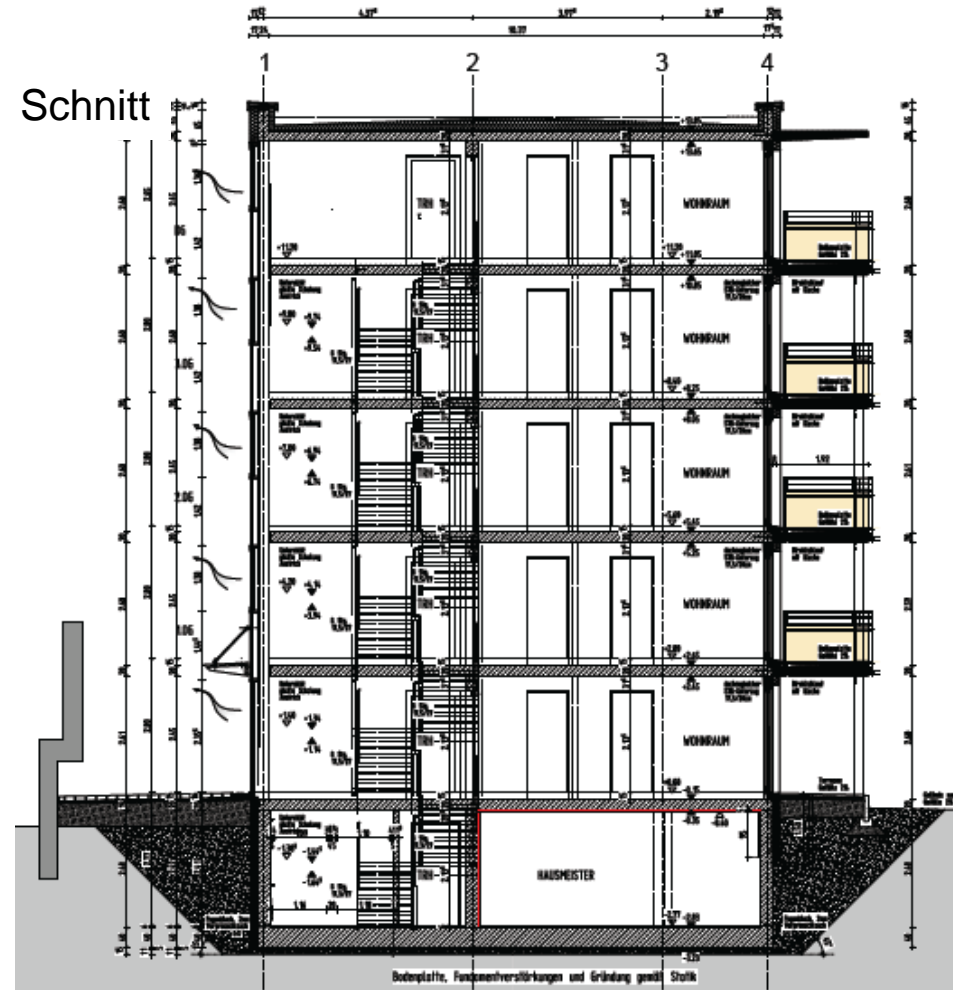
Erschütterungseinwirkungen auf Menschen – DIN 4150 – Teil 2

BV Neumarkter Straße, Nürnberg

Lageplan



Schnitt



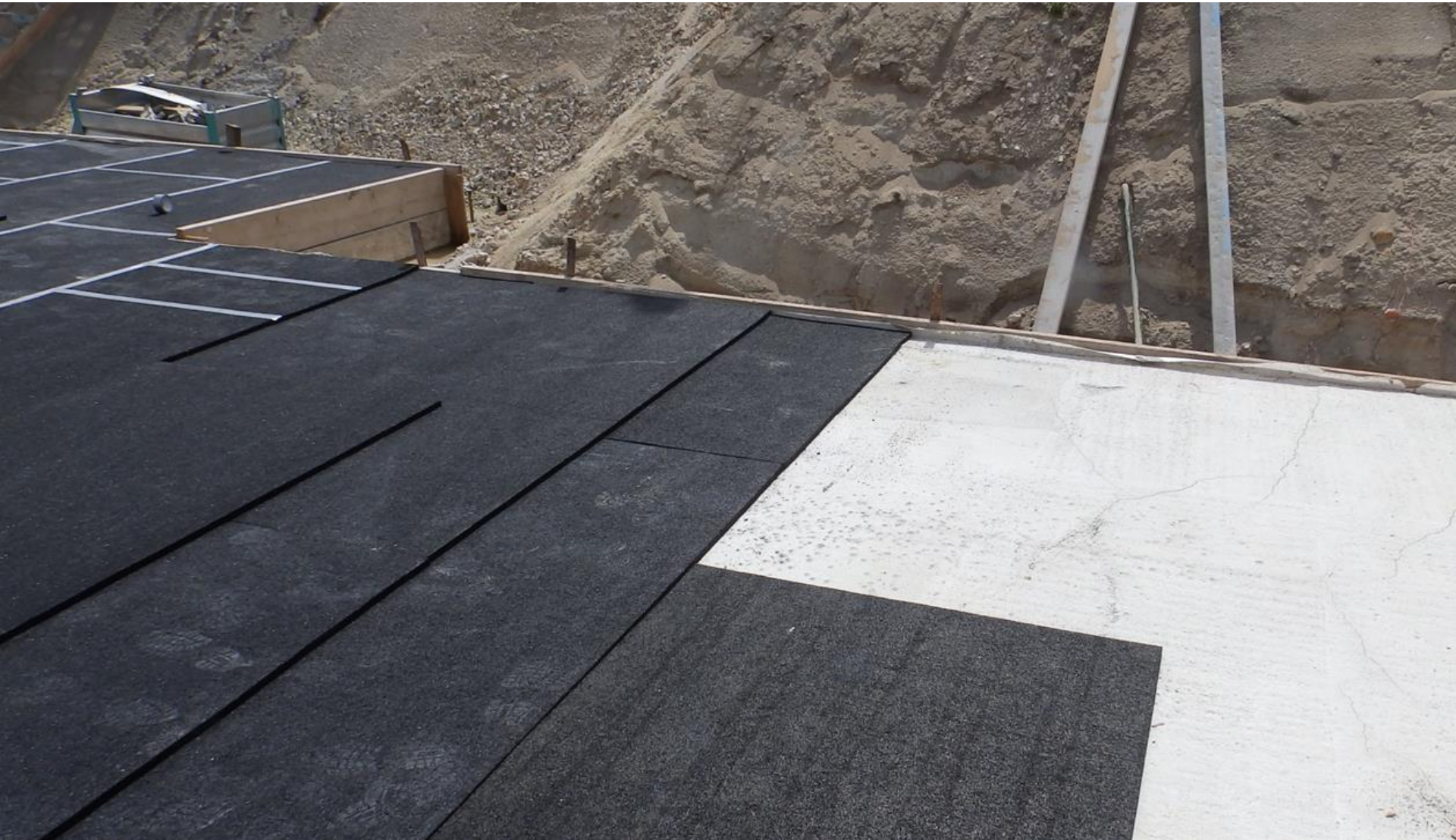
Erschütterungseinwirkungen auf Menschen – DIN 4150 – Teil 2

BV Neumarkter Straße, Nürnberg



Erschütterungseinwirkungen auf Menschen – DIN 4150 – Teil 2

BV Neumarkter Straße, Nürnberg



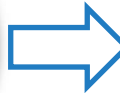
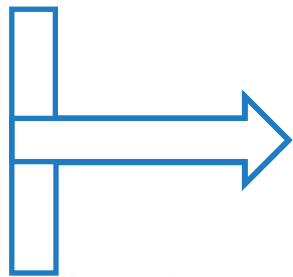
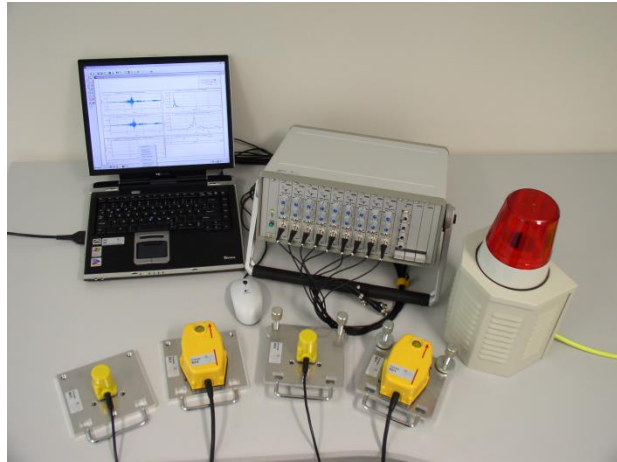


DIN 4150, Teil 3

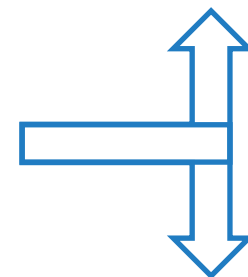
Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude

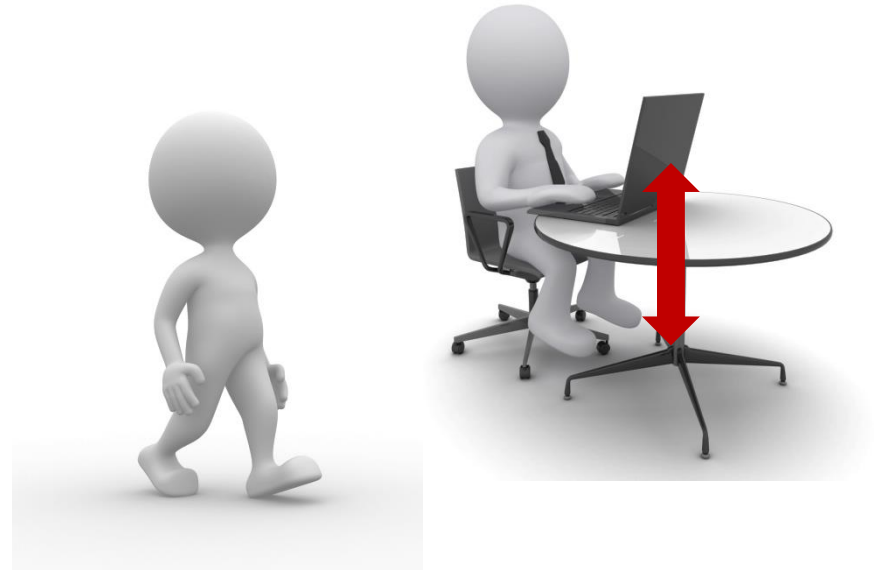
Monitoring

Erschütterungs- und Lärm-Monitoring



„MPI München
- Meldung 1 -
- Alarmschwelle 1
überschritten -
(treshold value
exceeded)“





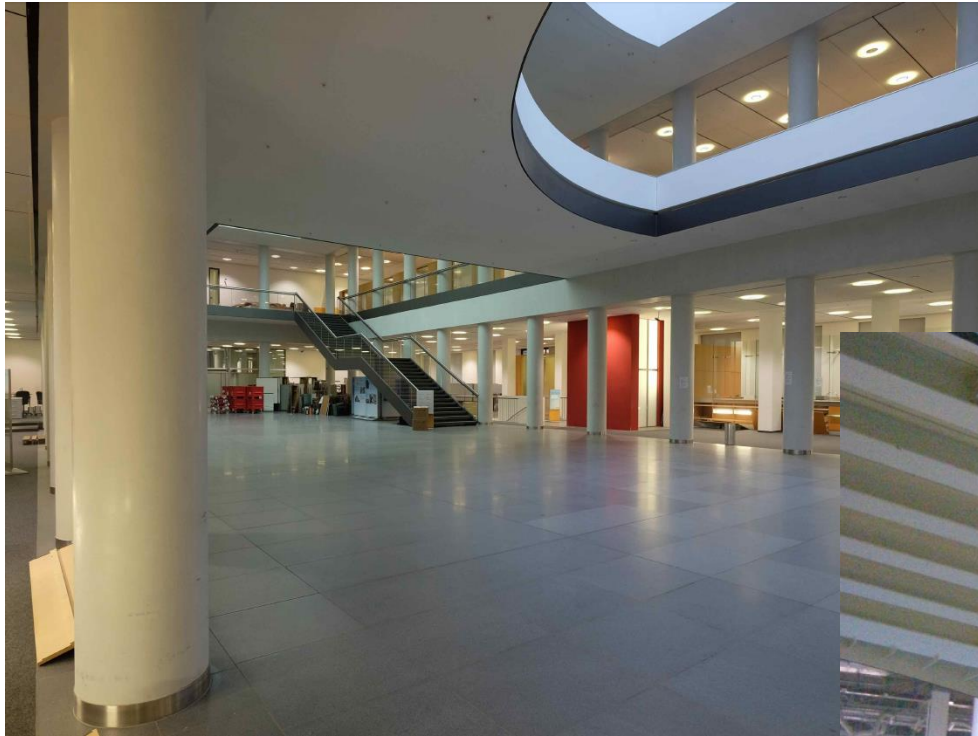
VDI Richtlinie 2038

Gebrauchstauglichkeit und personeninduzierte Schwingungen

Schwingungsdesign einer Stahlträgerbrücke
in der Kassenhalle der HypoVereinsbank in München

Gebrauchstauglichkeit und personeninduzierte Schwingungen

Projektvorstellung: Stahlträgerbrücke HypoVereinsbank in München



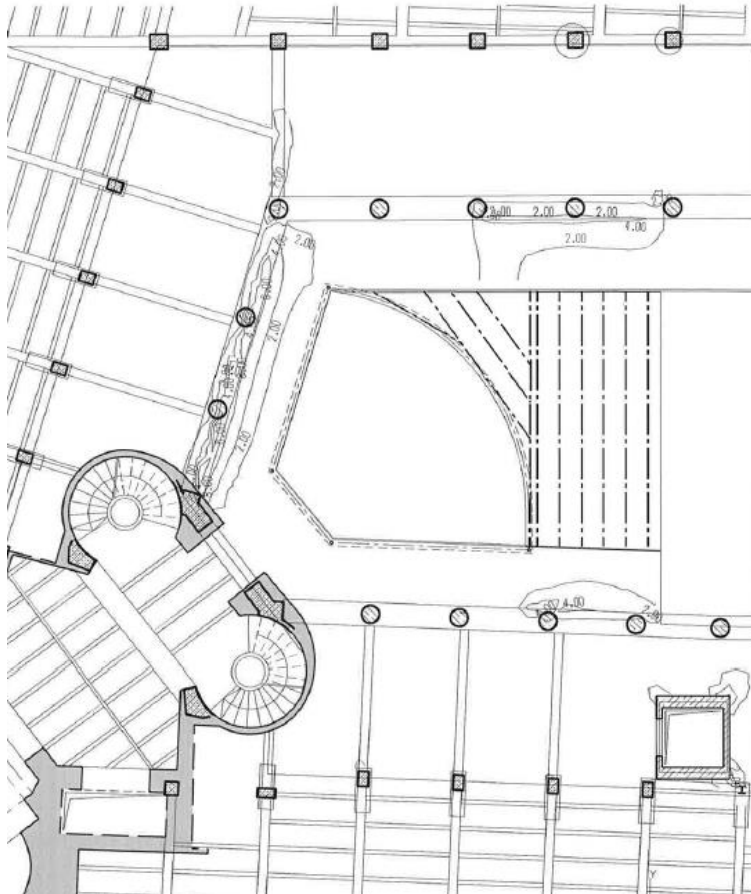
Büroflächenerweiterung durch Einbau einer Stahlträgerdecke



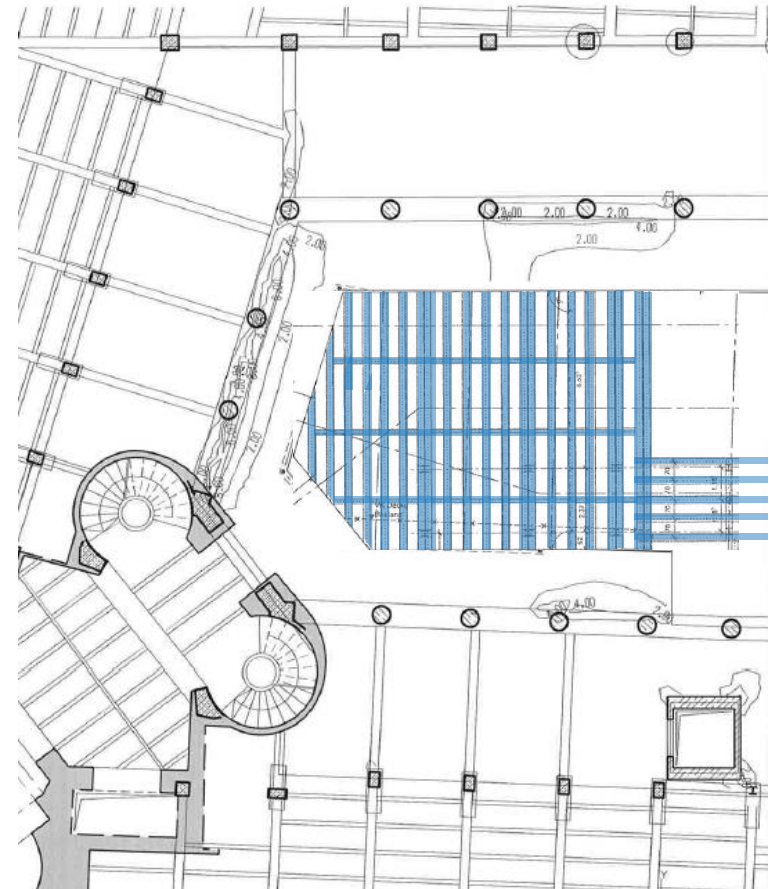
Gebrauchstauglichkeit und personeninduzierte Schwingungen

Aufgabenstellung

IST: Stahlträgerbrücke
(Verkehrsweg)



SOLL: Stahlträgerdecke
(Büronutzung)



Gebrauchstauglichkeit und personeninduzierte Schwingungen

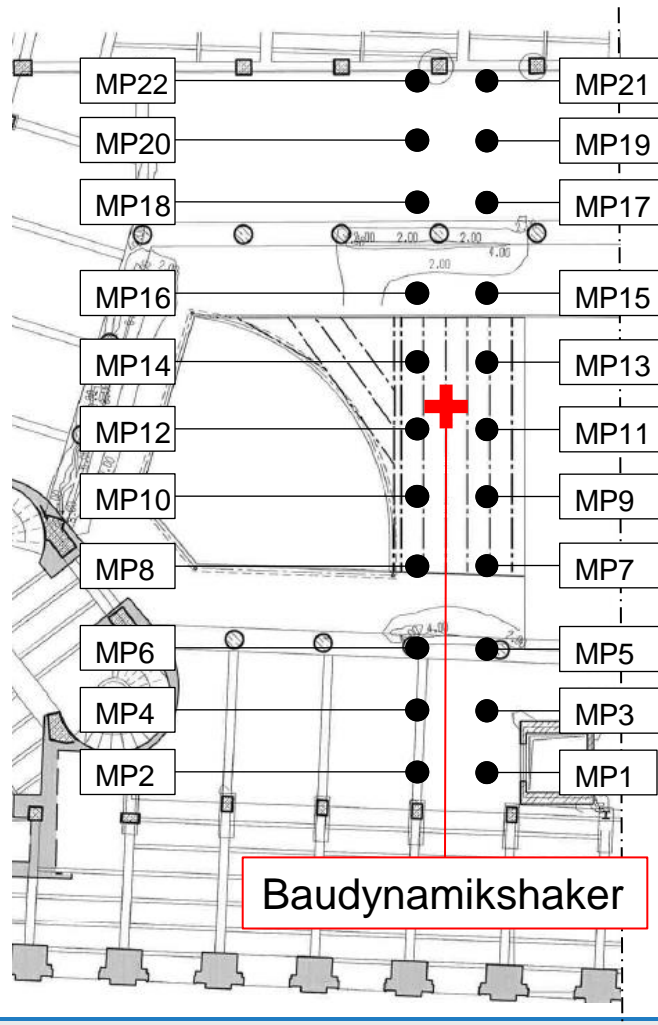
Messtechnische Untersuchung der IST-Situation



Gebrauchstauglichkeit und personeninduzierte Schwingungen

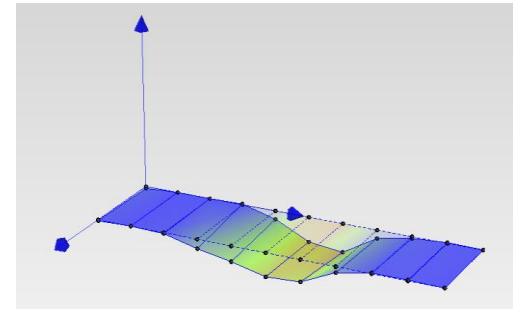
Experimentelle Modalanalyse

Anordnung der Messpunkte

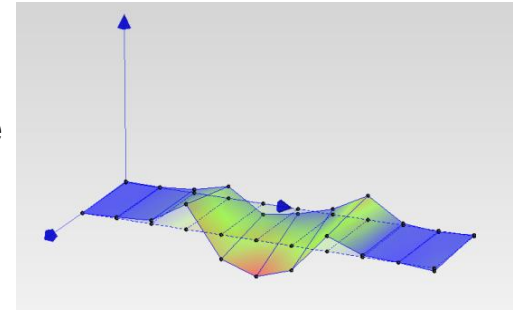


Ermittelte Eigenformen

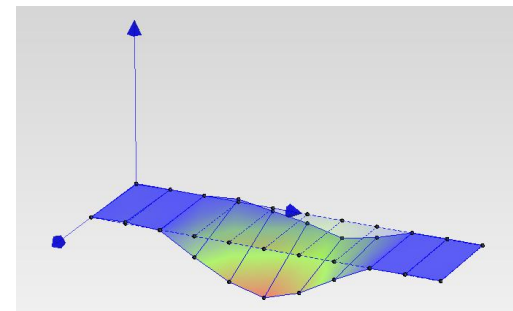
Erste Eigenmode
ca. 5 Hz



Zweite Eigenmode
ca. 8 Hz

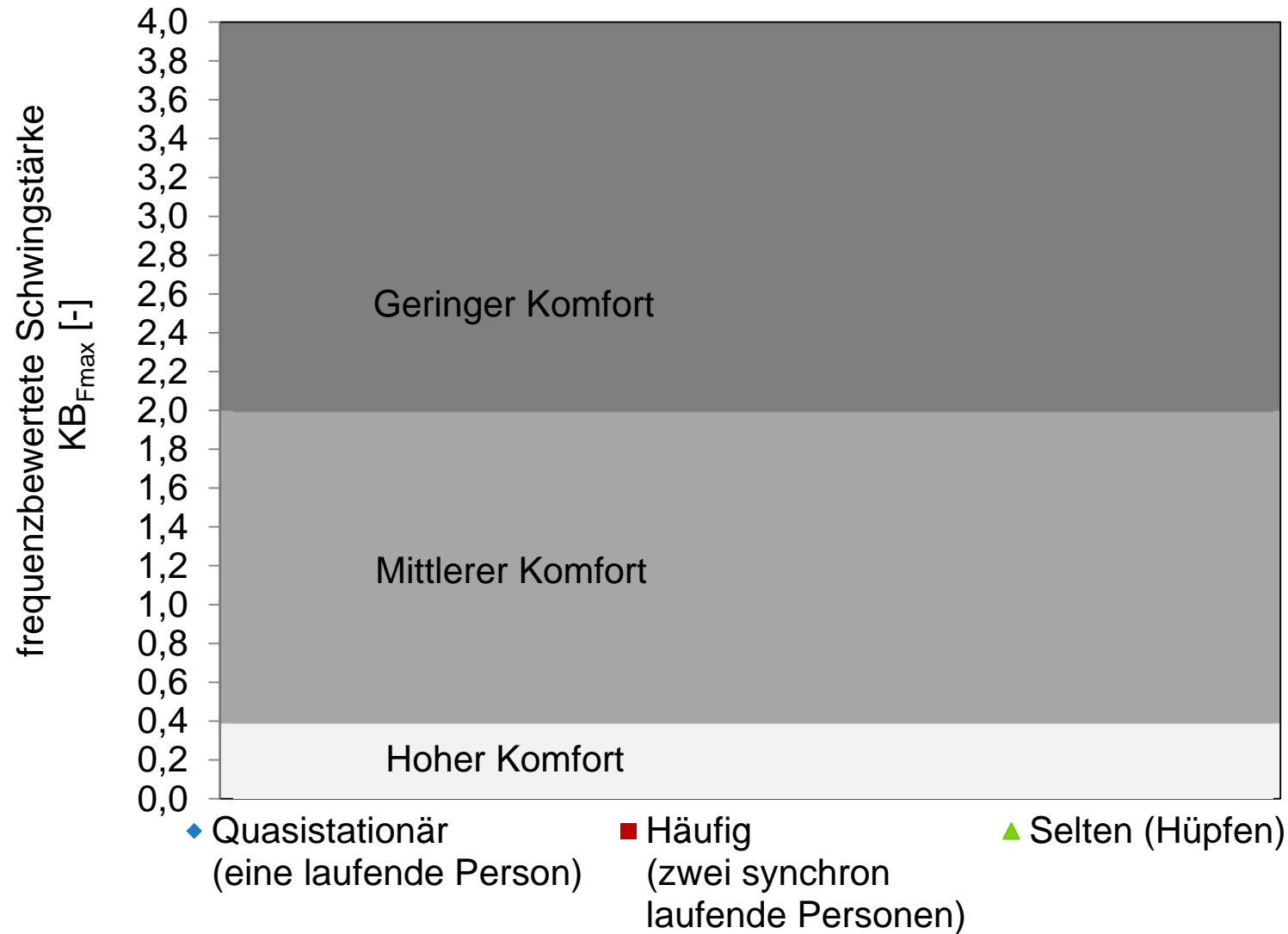


Dritte Eigenmode
ca. 20 Hz



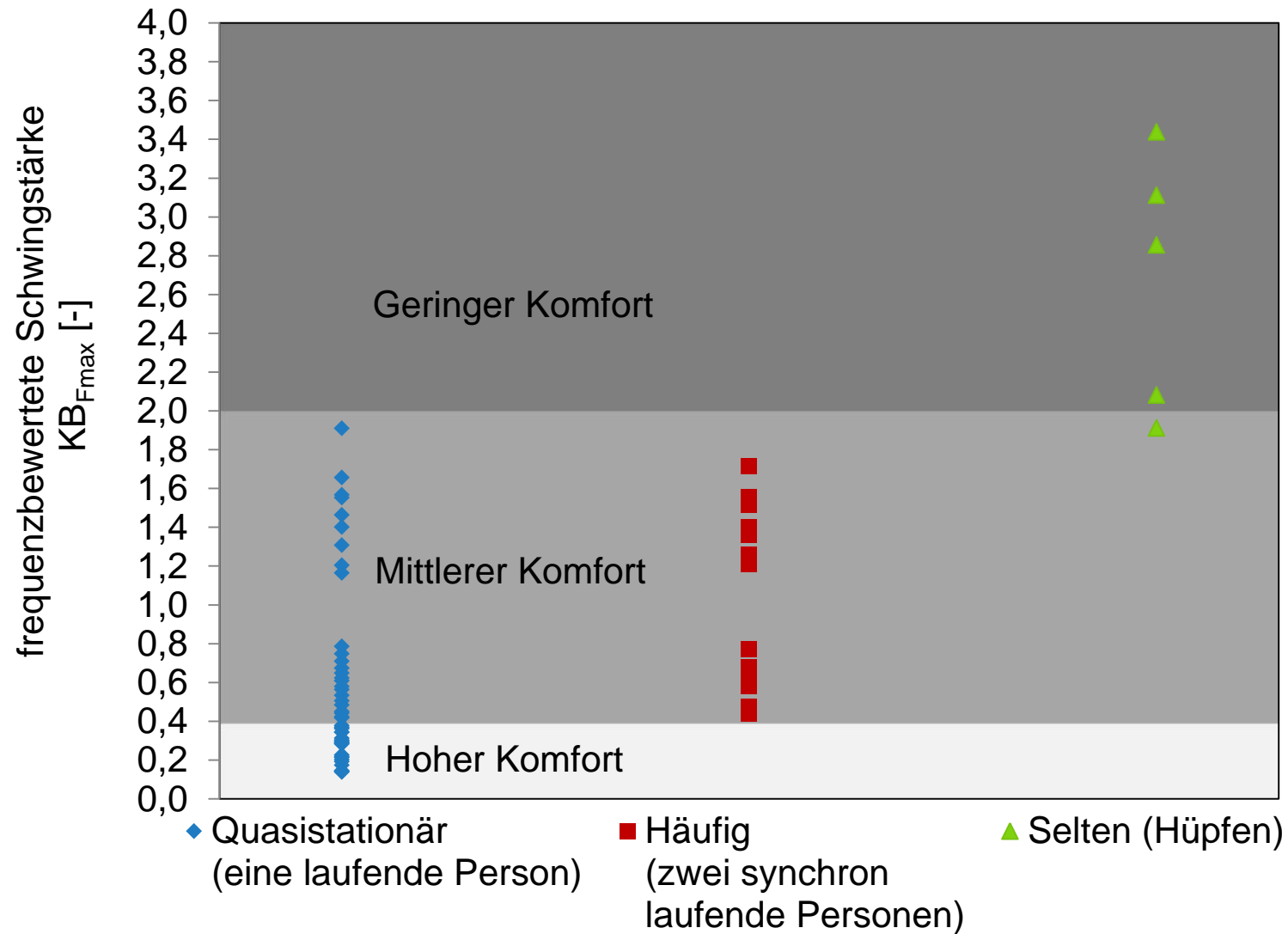
Gebrauchstauglichkeit und personeninduzierte Schwingungen

Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit (VDI 2038)



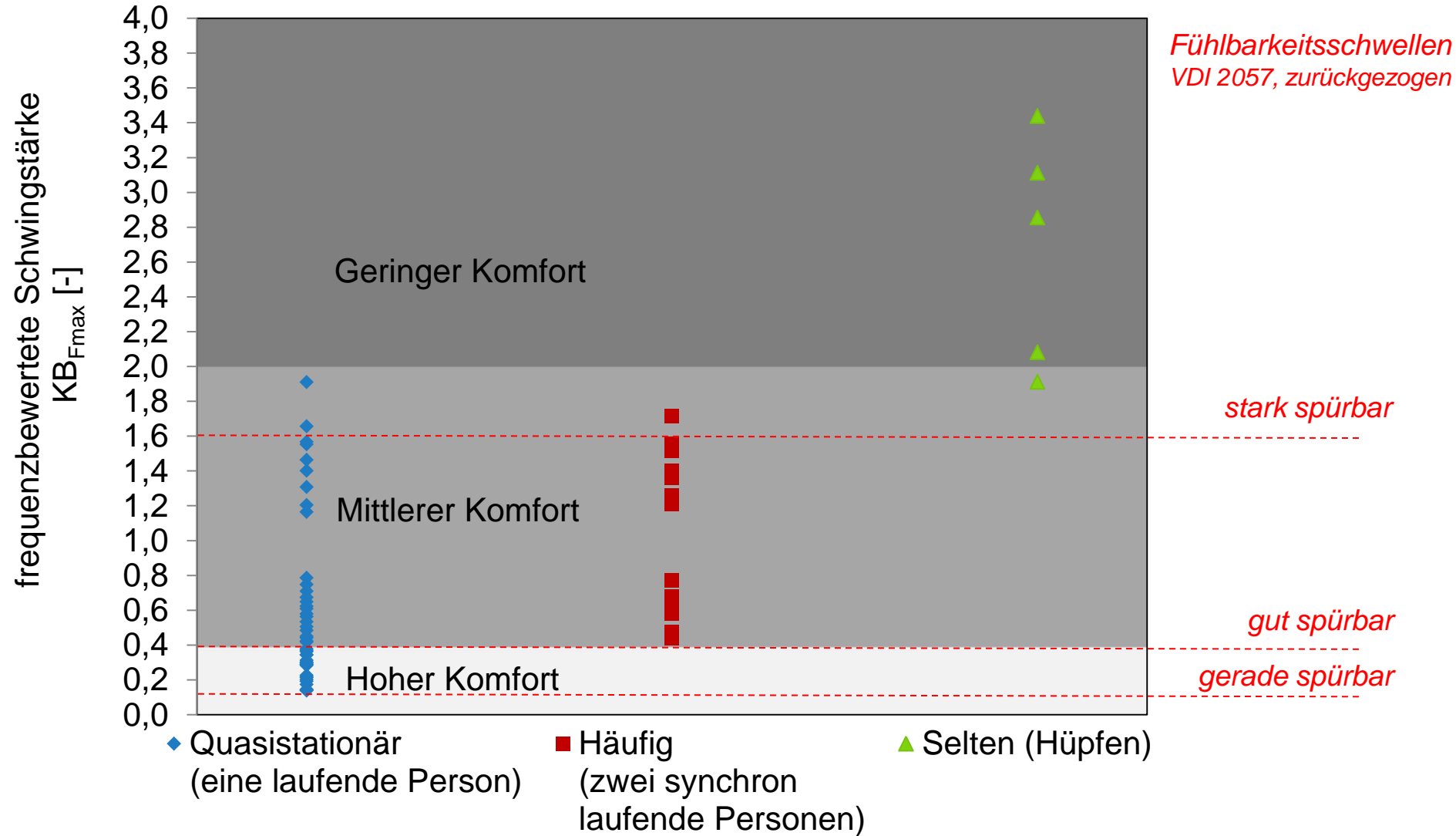
Gebrauchstauglichkeit und personeninduzierte Schwingungen

Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit (VDI 2038)



Gebrauchstauglichkeit und personeninduzierte Schwingungen

Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit (VDI 2038)

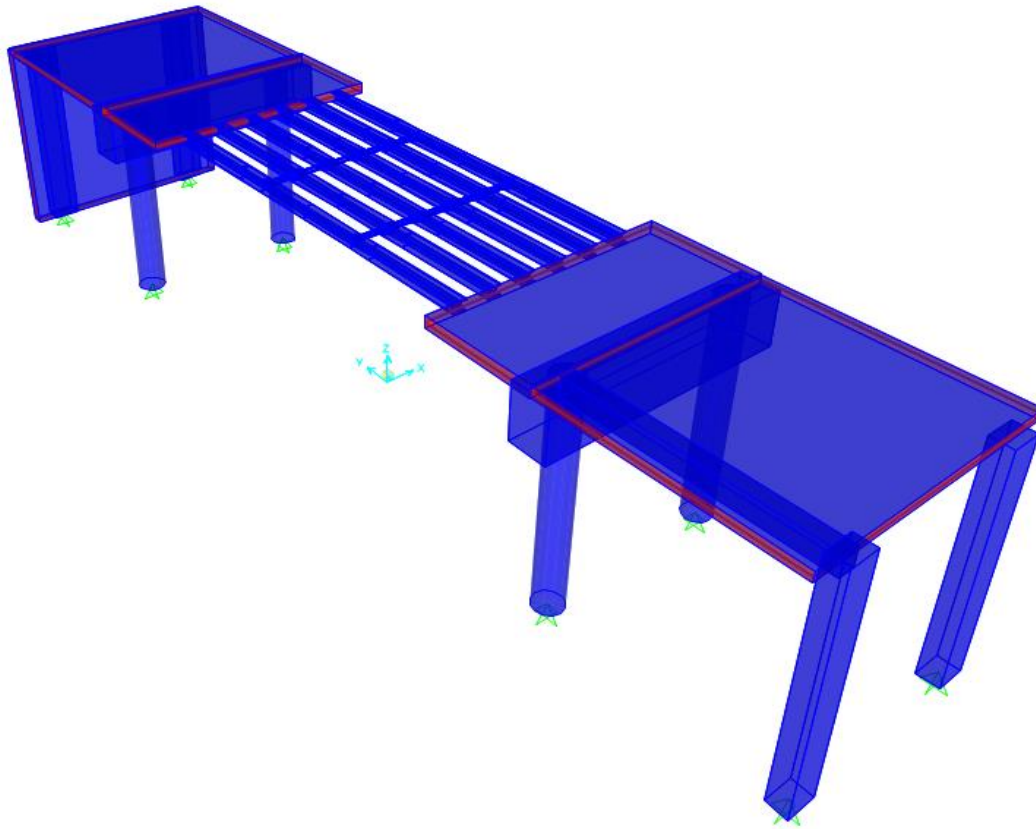


Gebrauchstauglichkeit und personeninduzierte Schwingungen

FE-Modell IST-Situation

Erstellung eines FE-Modells

Modellierung der bestehenden Brücke als Basis für weitere Varianten



Bestandskonstruktion

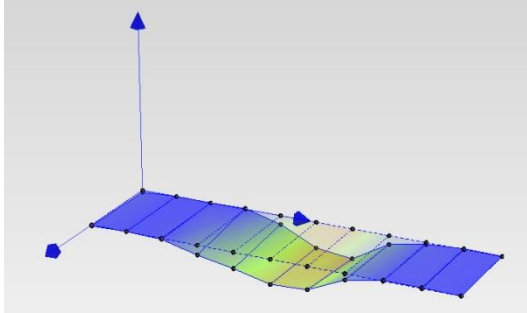
Profiltyp:	HEB 240
Spannweite:	8,6 m
Auflager:	gelenkig
zus. Ausbaulast:	4 kN/m ²

Gebrauchstauglichkeit und personeninduzierte Schwingungen

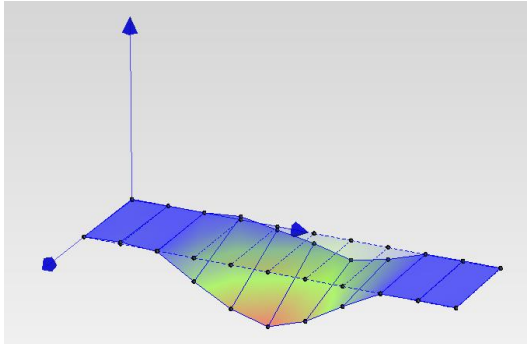
Validierung FE-Modell anhand der experimentellen Modalanalyse

experimentell

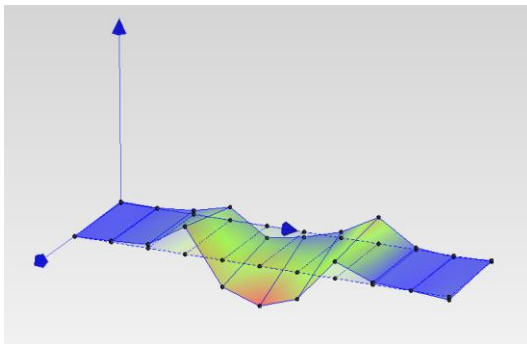
$f \approx 5 \text{ Hz}$



$f \approx 8 \text{ Hz}$

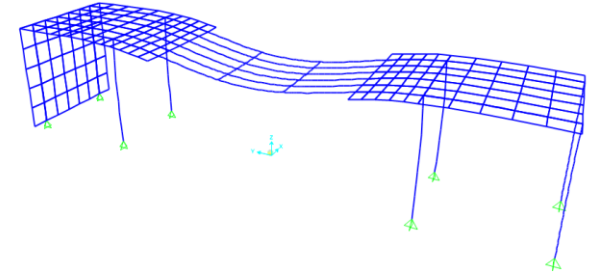


$f \approx 20 \text{ Hz}$

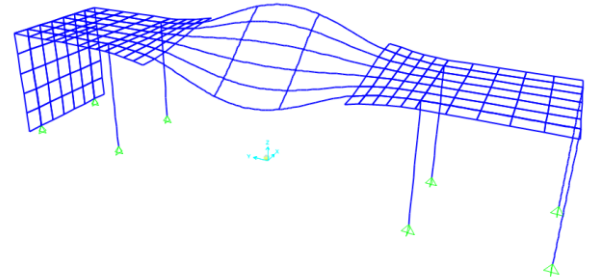


FEM

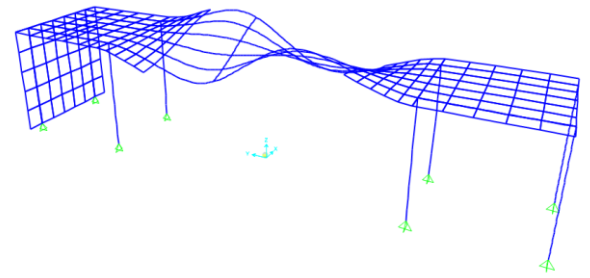
$f = 5,5 \text{ Hz}$



$f = 6,5 \text{ Hz}$



$f = 22 \text{ Hz}$

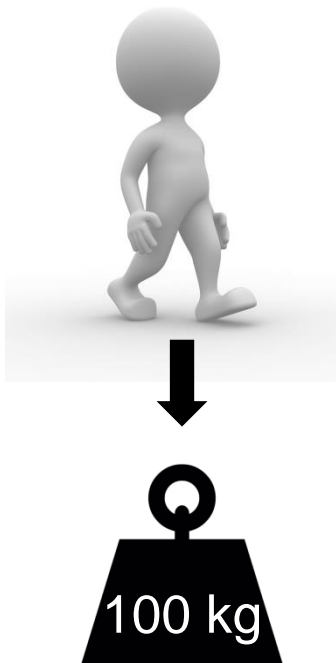


Gebrauchstauglichkeit und personeninduzierte Schwingungen

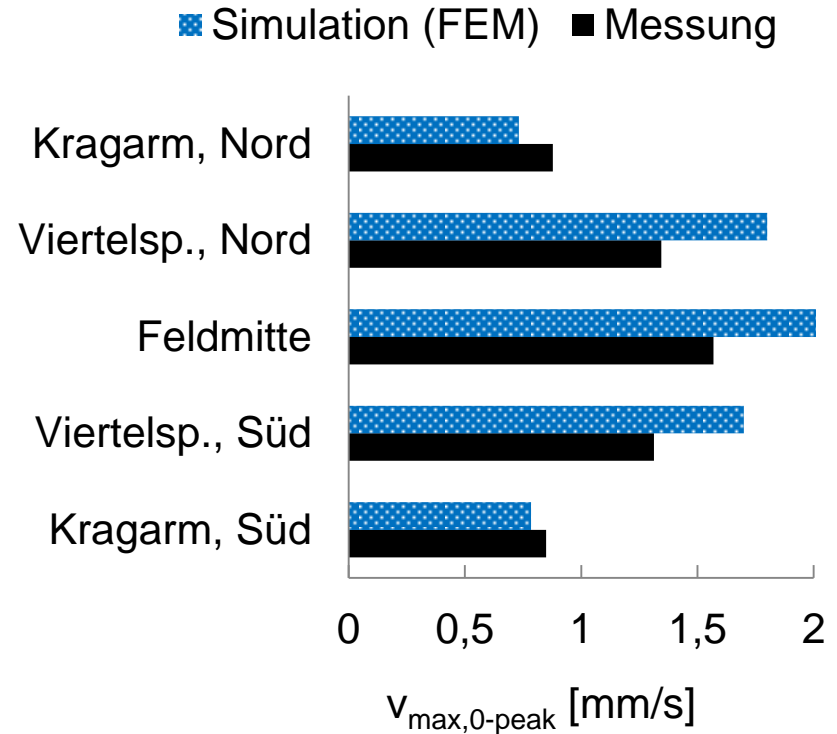
Validierung FE-Modell durch Vergleich der Strukturantworten

Vergleich der Schwingungsamplituden bei „Überquerung der Brücke“

Krafteinwirkung des Menschen
(Schrittfrequenz ca. 1,5 bis 2,5 Hz)

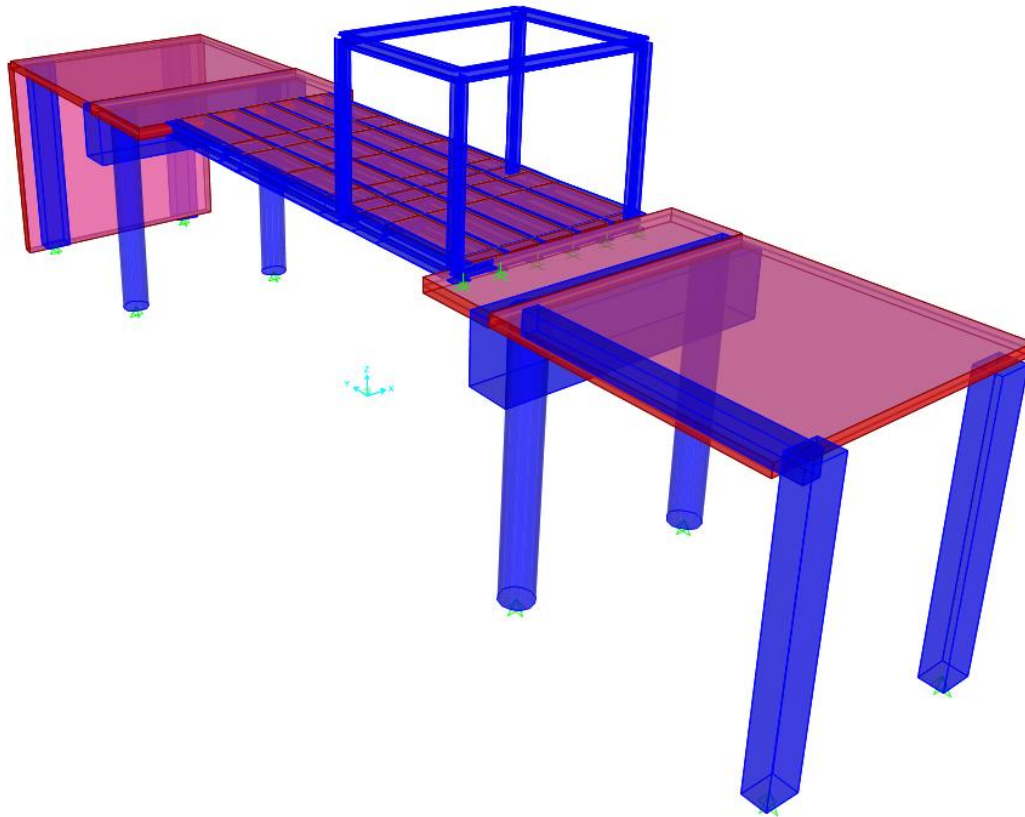


Vergleich der Strukturantworten



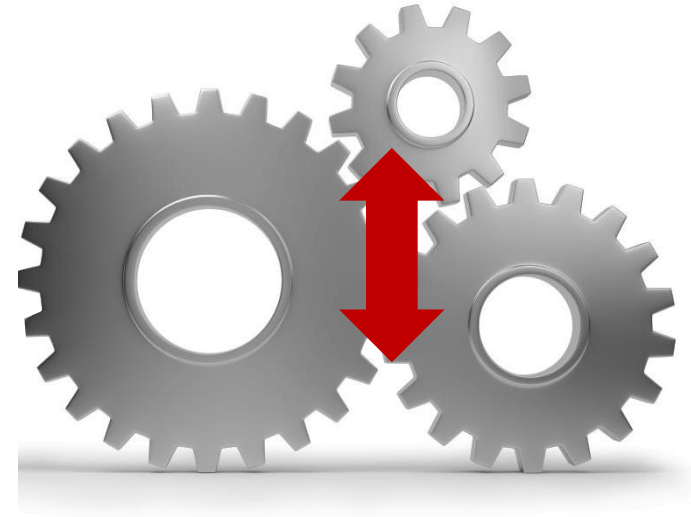
Gebrauchstauglichkeit und personeninduzierte Schwingungen

Ergebnis der Tragwerksoptimierung



Notwendige Maßnahmen für eine hochwertige Büronutzung:

- Größere Trägerprofile HEA 300
- Aufgeschweißte Stahlplatte
- Einseitige Einspannung
- Aussteifende Rahmenkonstruktion



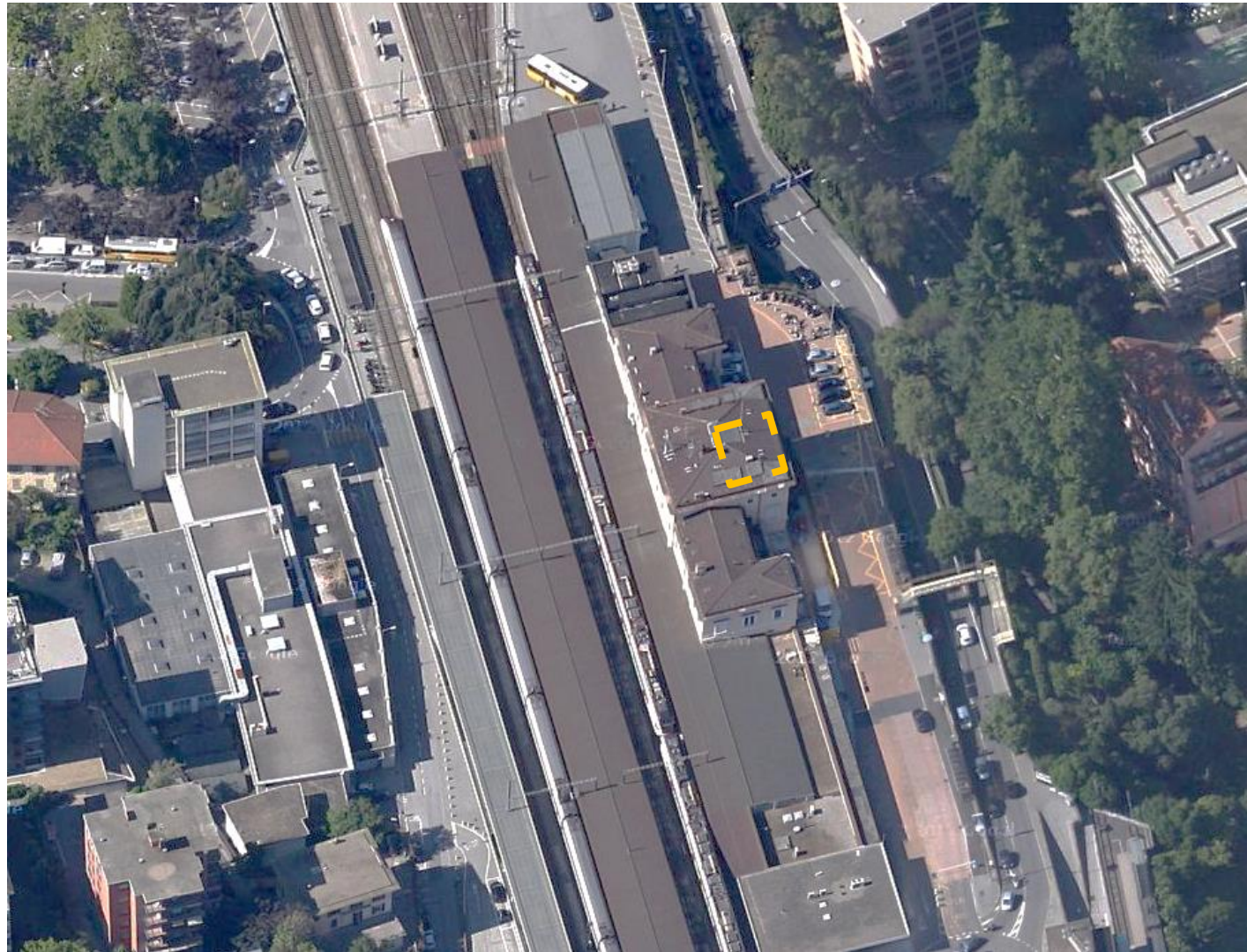
Gerätespezifische Anforderungen

Erschütterungsempfindliche Geräte

Gerätespezifische Anforderungen - Kurzvorstellung

Erschütterungsempfindliche Geräte, Kernspintomograph

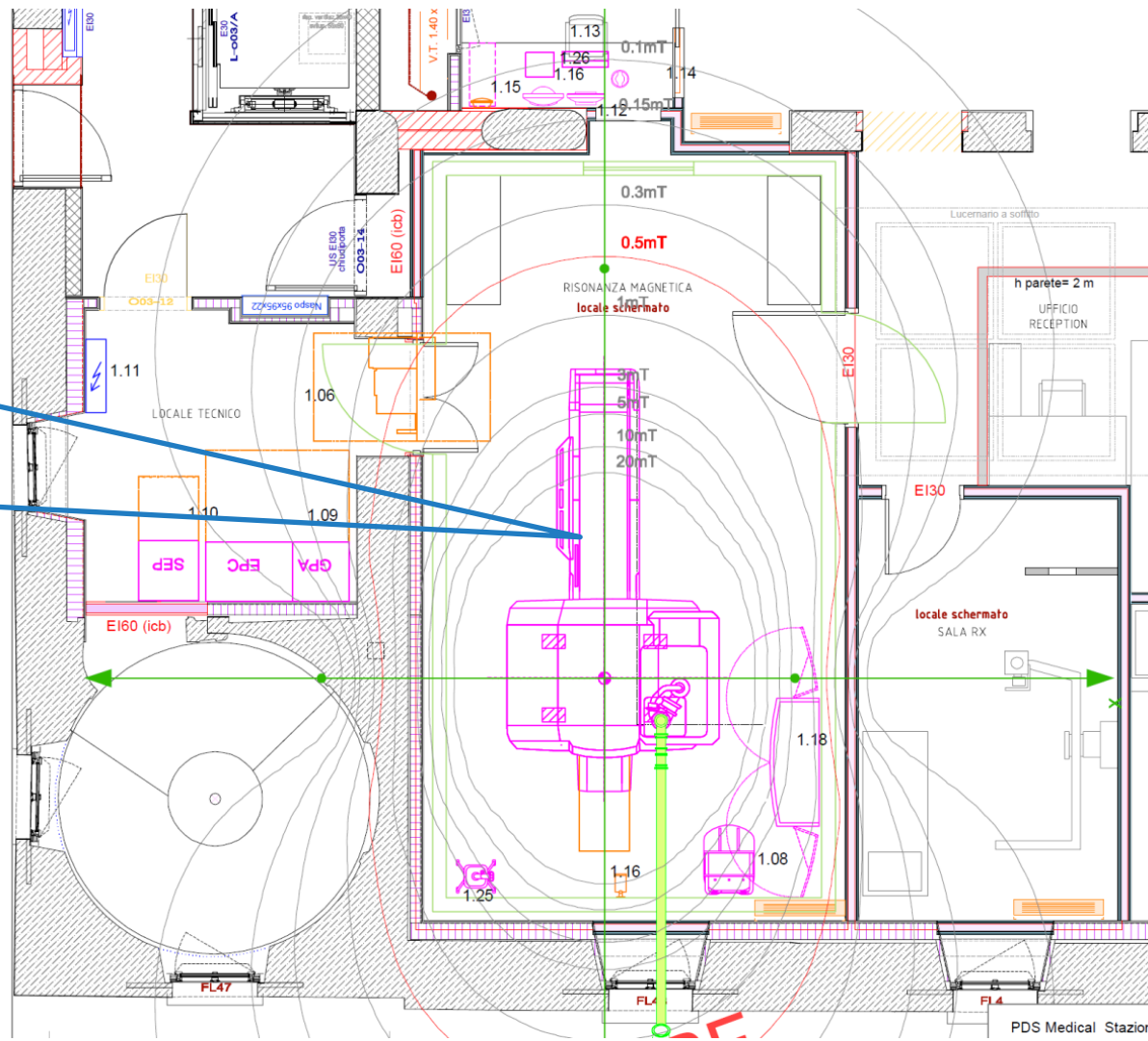
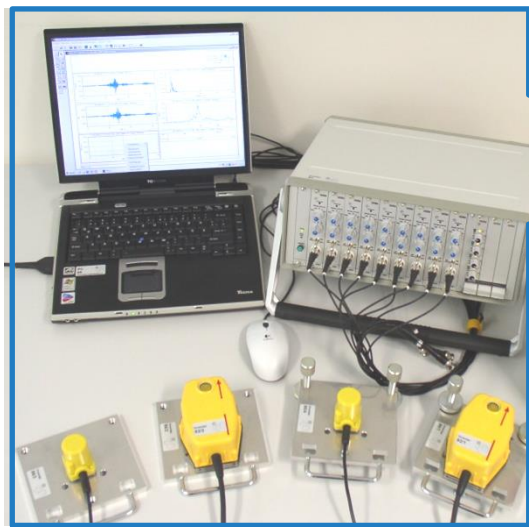
Lugano, Luftbild



Gerätespezifische Anforderungen - Kurzzvorstellung

Erschütterungsempfindliche Geräte, Kernspintomograph

Lugano, Grundriss/ Messgerät

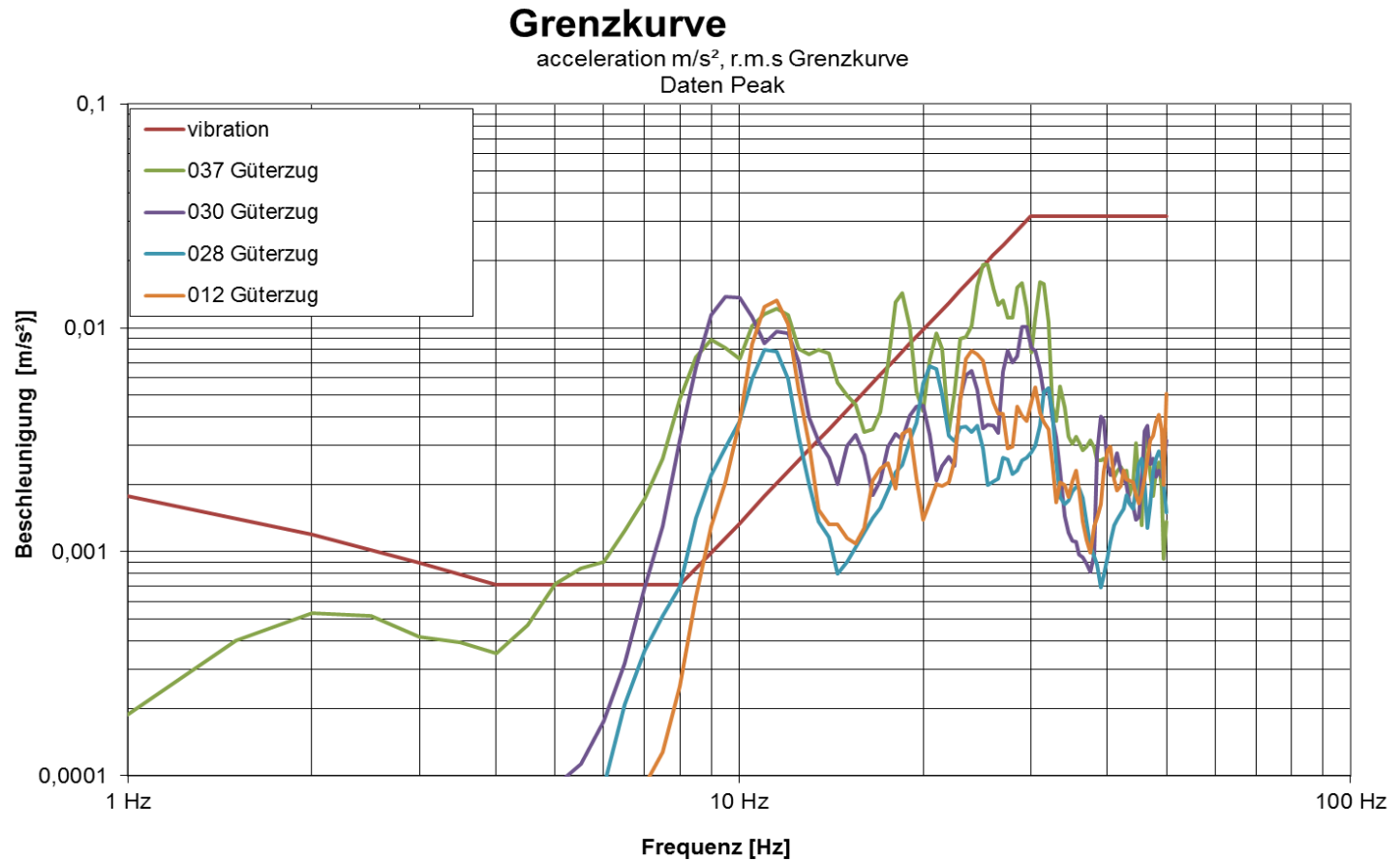


Gerätespezifische Anforderungen - Kurzvorstellung

Erschütterungsempfindliche Geräte, Kernspintomograph

Lugano, Messergebnisse

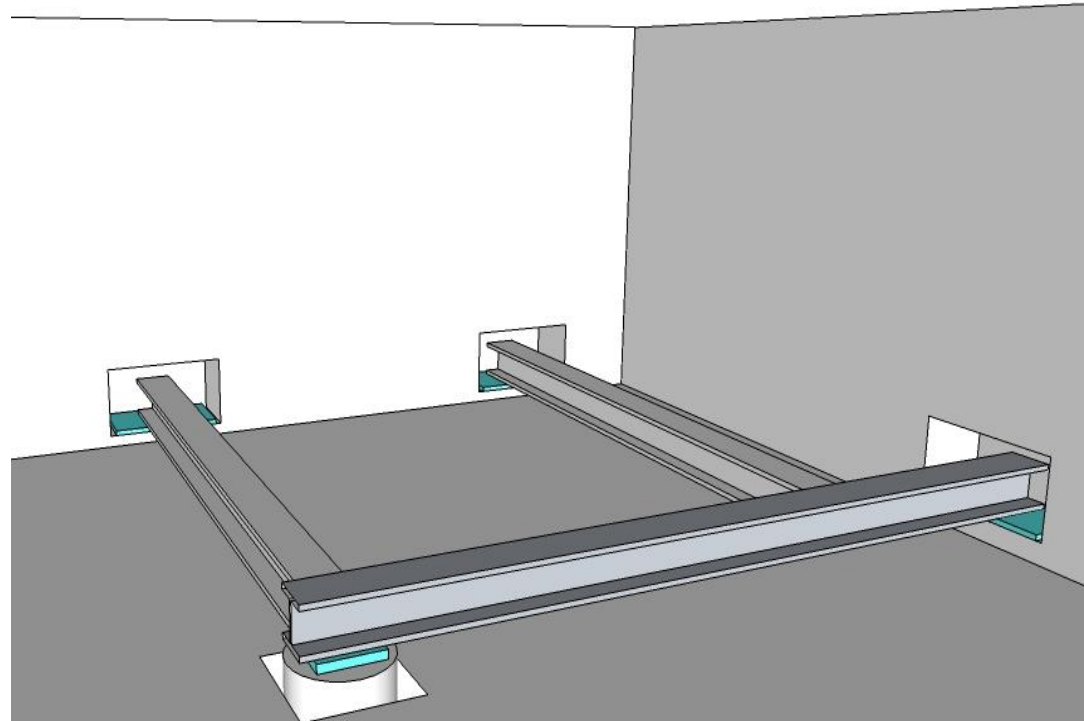
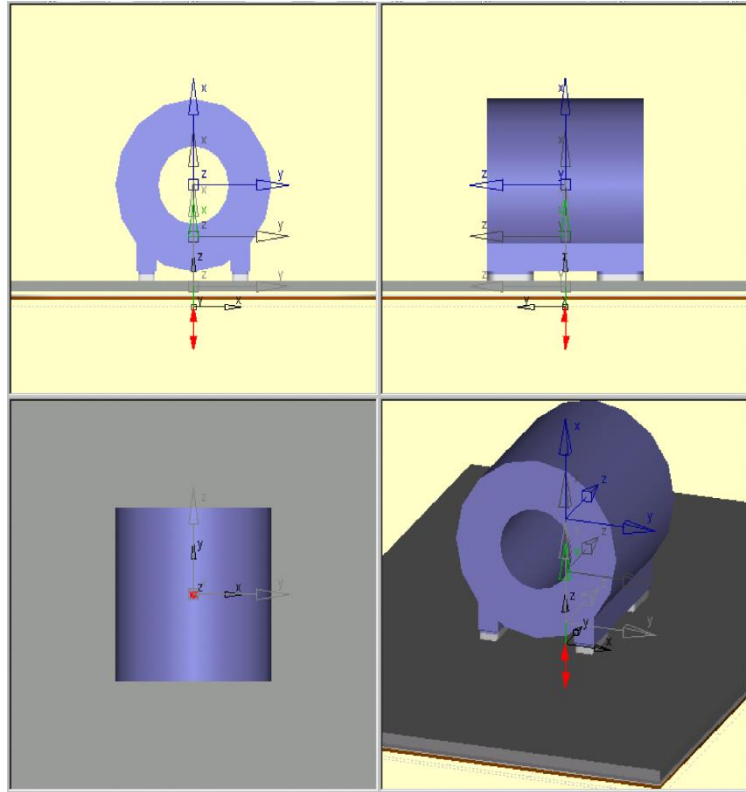
hier: Güterzugverbeifahrt



Gerätespezifische Anforderungen - Kurzvorstellung

Erschütterungsempfindliche Geräte, Kernspintomograph

Lugano, Lösungsansatz (Variante 1)



Gerätespezifische Anforderungen - Kurzvorstellung

Erschütterungsempfindliche Geräte, z. B. Rasterelektronenmikroskope



Fraunhofer ISC Würzburg, Technikum III



Gerätespezifische Anforderungen - Kurzvorstellung

Prüffundamente für Elektromotoren

hier:

- Prüffundamente als 260 t schwere Stahlbetonfundamente
- Eigenfrequenzen $f < 3$ Hz
- Eigenmoden $f > 150$ Hz



Gerätespezifische Anforderungen - Kurzvorstellung

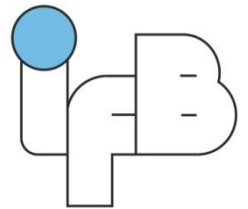
Fachtechnische Unterstützung der weltweit ersten Aufstellung eines Kernspintomographen auf einem Schiff



„Begleiten Sie uns weiterhin bei
unserer Fahrt in die Zukunft –
wir finden auch die optimale
Lösung für Ihr Projekt!“

WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



beraten
planen
prüfen