

# **HiTec Schwingungsschutz im Bereich physikalischer Grundlagenforschung**

Dipl.-Phys. Michael Krause  
Bonk-Maire-Hoppmann PartGmbH - Garbsen

# Gliederung



1. Einleitung (Vorstellung Projekt, Gebäudekonzept)
2. Schwingungstechnisches Planungsgutachten
3. Anforderungen
4. Immissionsprognose
5. Ergebnisse Bewertung Immissionsprognose
6. Maßnahmen
7. Ausführung
8. Messungen nach Fertigstellung
9. Ergebnisse Messungen nach Fertigstellung
10. Zusammenfassung

# Einleitung/Vorstellung Projekt



Schwingungsschutz HITec „Hannover Institut of **T**echnology“



FORUM Erschütterung Wölfel 12. Oktober 2022 in Höchberg

© BMH 3

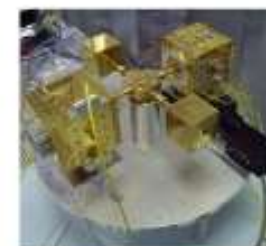
# Einleitung/Vorstellung Projekt

## HITec: Drei Kernbereiche



Hannover Institute of Technology

- **Quantentechnologien:**  
Erforschung grundlegender quantenphysikalischer Phänomene und deren Manipulation
- **Optische Technologien:**  
Entwicklung geeigneter Sensorkonzepte und Technologieplattformen
- **Quantensensoren:**  
Erprobung und Fertigung neuartiger Quantensensoren zum Einsatz im Labor, in terrestrischen Kampagnen und im Weltraum





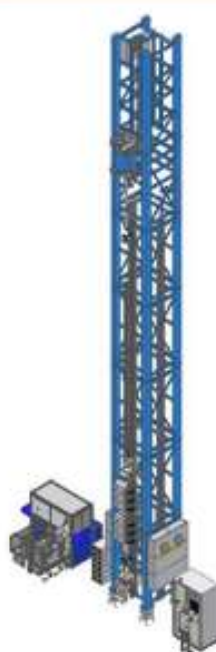
# Einleitung/Vorstellung Projekt

Forschung im HITec



3 Großgeräte

Hannover Institute of Technology



**Faserzieh-  
anlage  
& Präform**



**Atomfontäne  
„VLBAI“**



**Fallturm  
„Einstein-Elevator“**

1. eine **Faserzieh-  
anlage** samt **Preform** zur  
Herstellung von  
weltraumtauglichen  
**Lichtleitern und Lasern**
2. eine **Atomfontäne** zur  
**Atominterferometrie** am  
Quantenlimit
3. der **Einstein-Elevator** zur  
Durchführung von  
Versuchen unter  
**Schwereelosigkeit**



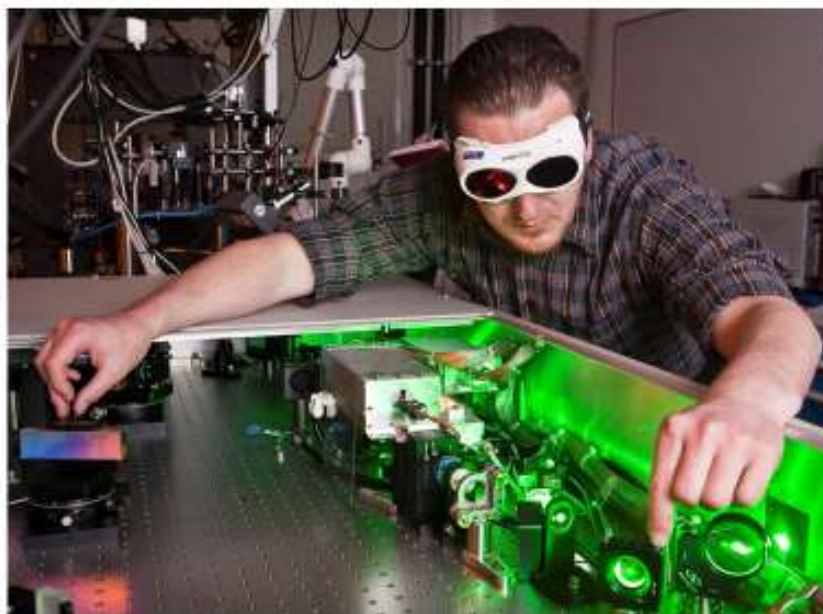
# Einleitung/Vorstellung Projekt

Hauptmerkmale HITec  
Temperaturstabilität



Hannover Institute of Technology

- für empfindliche Experimente an der Quantengrenze



Quelle: QUEST (Damm)





## Einleitung/Vorstellung Projekt

- Drei Großgeräte , 24 Laserlabore, sowie 2 Reinräume vorgesehen
- Einrichtungen und Experimente erfordern hohes Maß an **Schwingungsfreiheit** und Temperaturstabilität



# Einleitung/Vorstellung Projekt



## HITec: Ideale Lage

Hannover Institute of Technology





## Einleitung/Vorstellung Projekt

- Lage des Gebäudes unter Aspekt Interdisziplinarität optimal
- Unter dem Aspekt Schwingungsfreiheit weniger optimal (Straßenbahn ca. 150 m, Straßenverkehr, ggf. andere innerstädtische Quellen)
- In der Planung des grundsätzlichen Gebäudekonzeptes wurde die Thematik Schwingungsfreiheit durch den Planer (Carpus und Partner) berücksichtigt



## Einleitung/Vorstellung Projekt

- Technik (Kälte/Lüftung/Druckluft) eigenständiger Baukörper (Trennung durch Fuge)
- Anlagen/Experimente mit der höchsten Empfindlichkeit im UG
- „Supersteifes Tragwerk“
- „BackBone“ zwischen Laborteilen zur Versorgung der Laboreinheiten (Feinklimatisierung/ Datenaustausch/Vakuum/Gase/Strom etc.), im Zuge der weiteren Planung wurde eine schwingungstechnische Entkopplung zum Laborteil vorgesehen und ausgeführt
- Stärkere Bodenplatte mit 80 cm
- Unterzüge (1,5 m) zur Versteifung der Decken

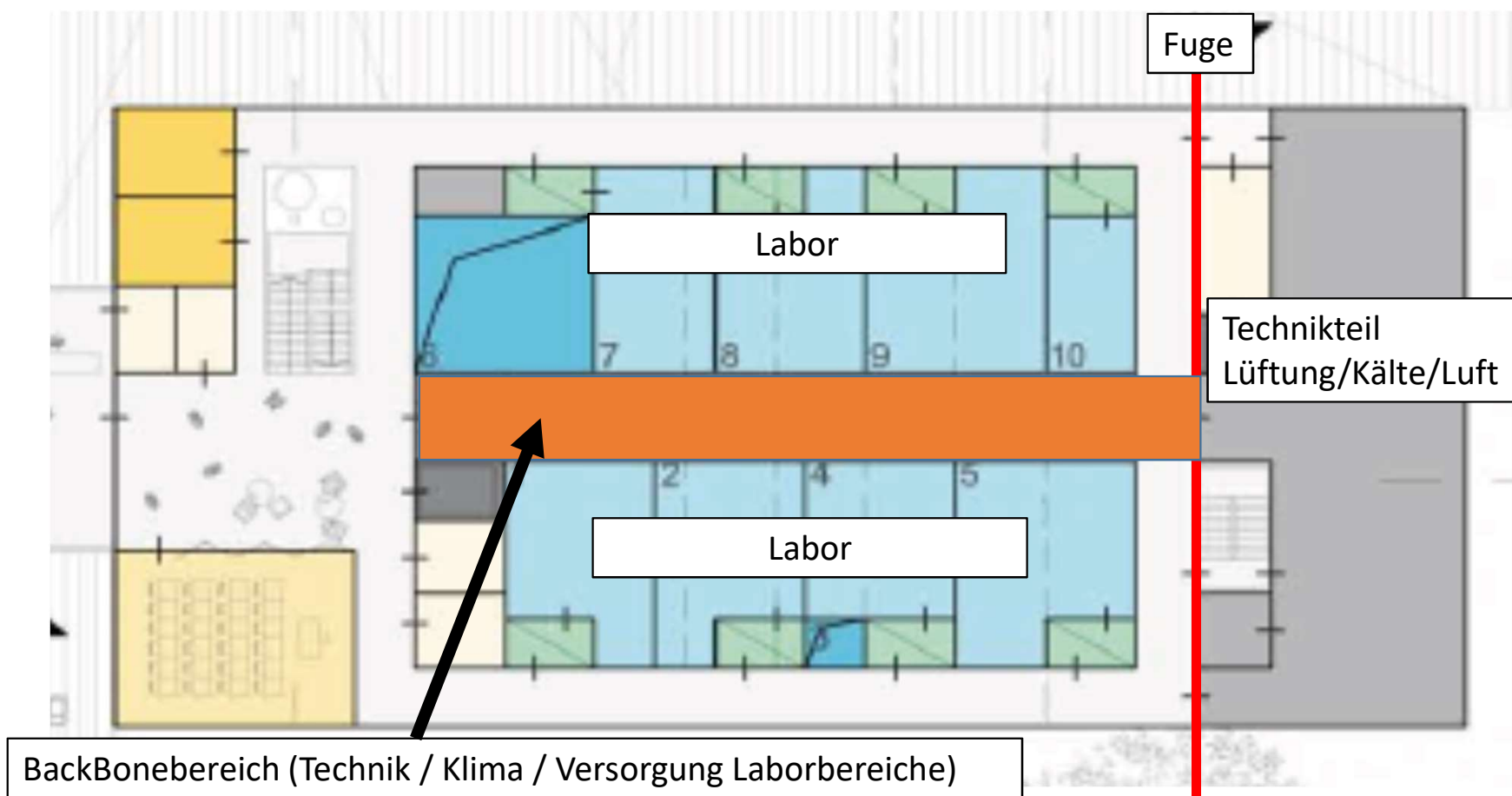


**MK1**

Örtliche Lage schildern

Michael Krause; 03.05.2016

## Einleitung/Vorstellung Projekt

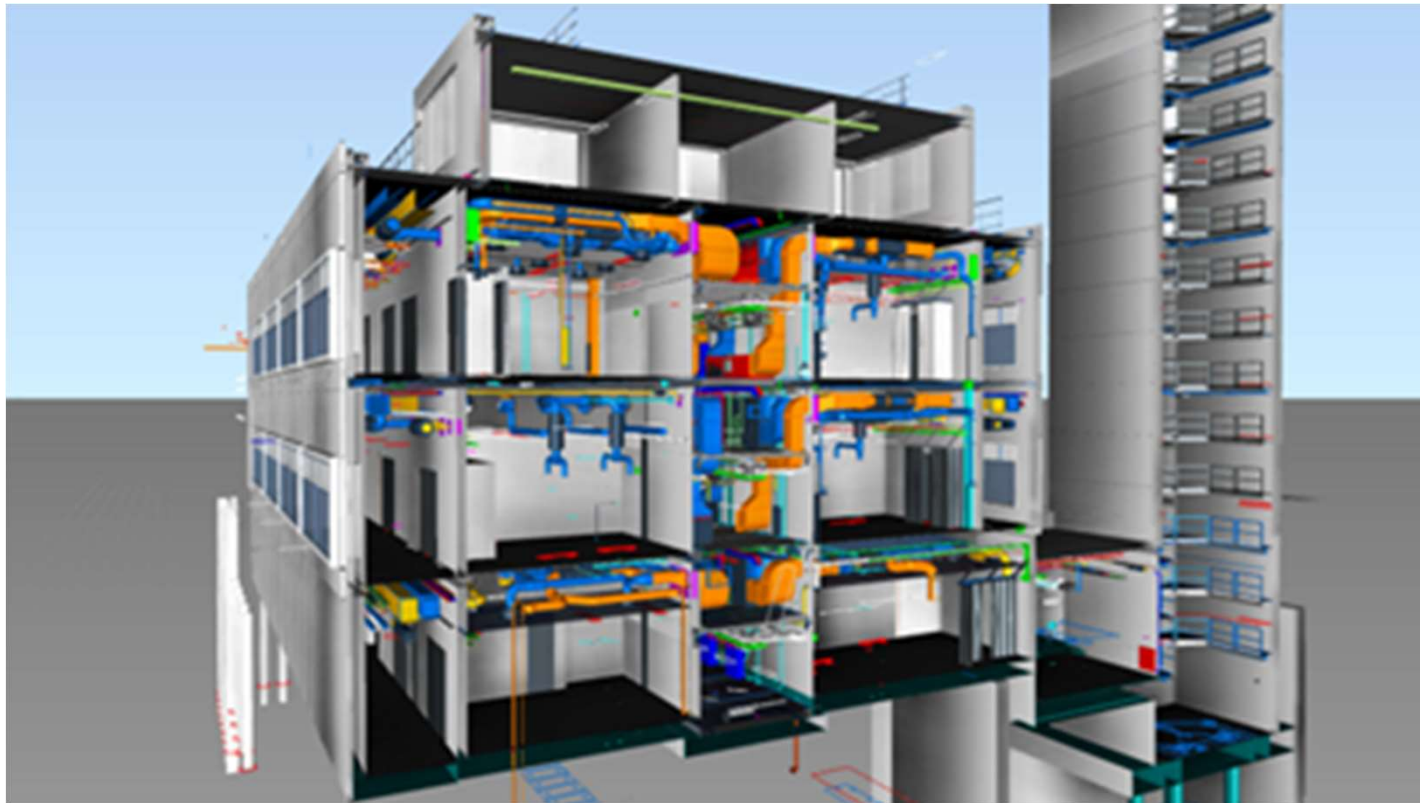


**MK4**

Örtliche Lage schildern

Michael Krause; 03.05.2016

# Einleitung/Vorstellung Projekt



**MK5**

Örtliche Lage schildern

Michael Krause; 03.05.2016

# Schwingungstechnisches Planungsgutachten



## Schwingungstechnisches Planungsgutachten / Beratung bei der Planung/Ausführung

- 1. Eignung Standort unter schwingungstechnischen Gesichtspunkten?
- 2. Welche Schwingungen sind aus internen Quellen (Kälte/Lüftung/Förderanlagen /Treppensteigen/Türen etc.) und aus äußeren Quellen (Straßenverkehr/Stadtbahn und ggf. andere Quellen) in dem geplanten Gebäude zu erwarten?
- 3. Einhaltung der Anforderungen?
- 4. Weitere bauliche Maßnahmen erforderlich?
- 5. Zusätzlich Maßnahmen im Bereich der Experimente (Schwingungsisierte Fundamente) erforderlich?

# Schwingungstechnisches Planungsgutachten



- 7. Mitwirken Planung / Ausführung schwingungsarme Ausführung Gebäudetechnik:  
Lüftung / Kälte / Leitungen / Notstromaggregat / Transformatoren / Aufzüge /  
Hebebühnen / Krananlagen etc.

## Anforderungen

Für einen Großteil der vorgesehenen Forschungseinrichtungen bzw. Experimente wurden die VC-Linien C, D und E als Anforderung definiert.

Standardlabor VC-C EG (unterkellert)/1.OG/Dach

Für den gesamten Raum VC-Linie D UG/EG (nicht unterkellert):

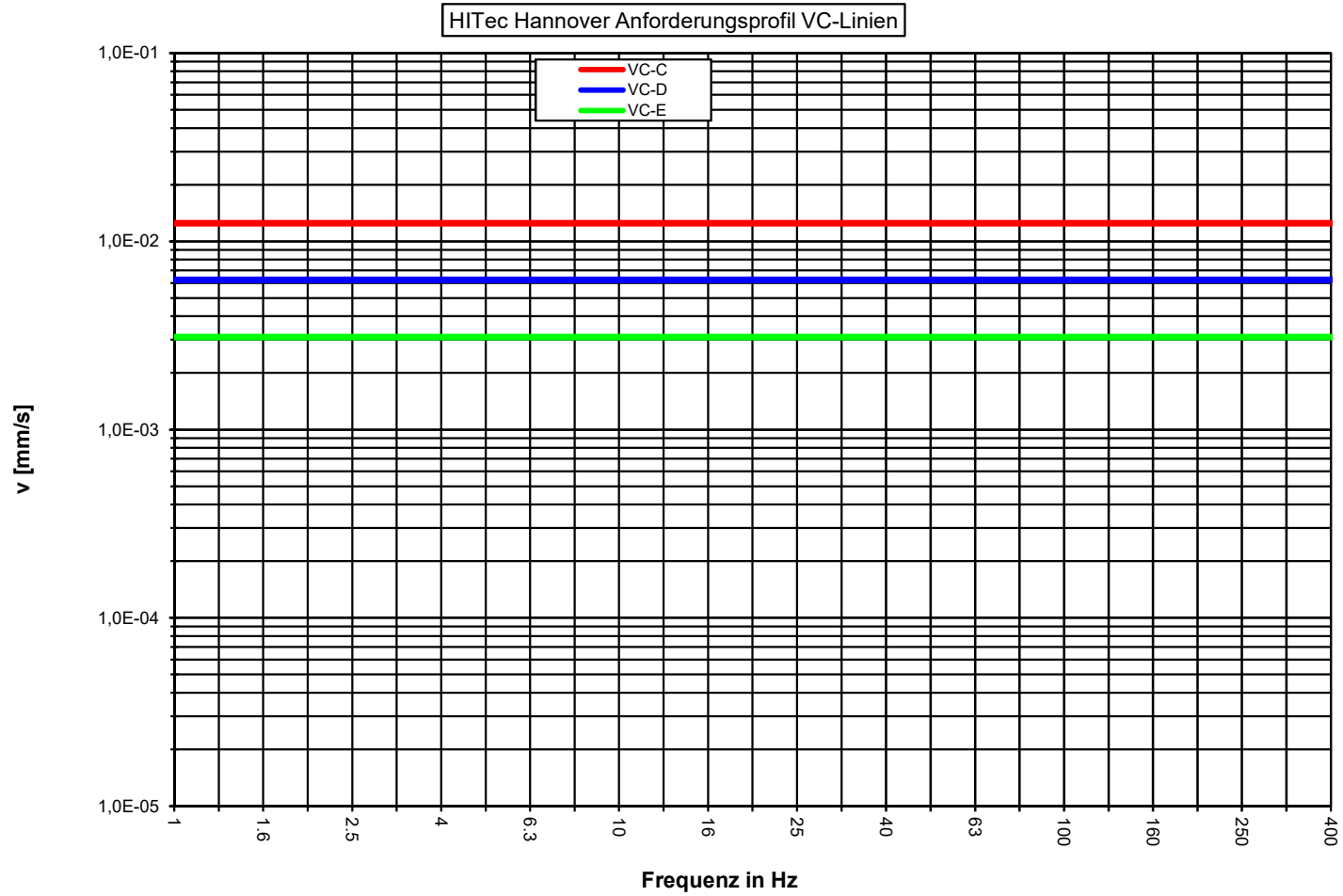
- Laserlabor (Entwicklung mit RR) (3402.034) / Preformherstellung (3402.035)

Für den gesamten Raum VC-Linie E (UG/EG nicht unterkellert): :

- GNSS (3402.014) / Gravimeter (3402.030) / Kryostat (3402.031) /  
Magnetotransportmessung (3402.032) / Laserscanning-Halle (3402.033)



# Anforderungen



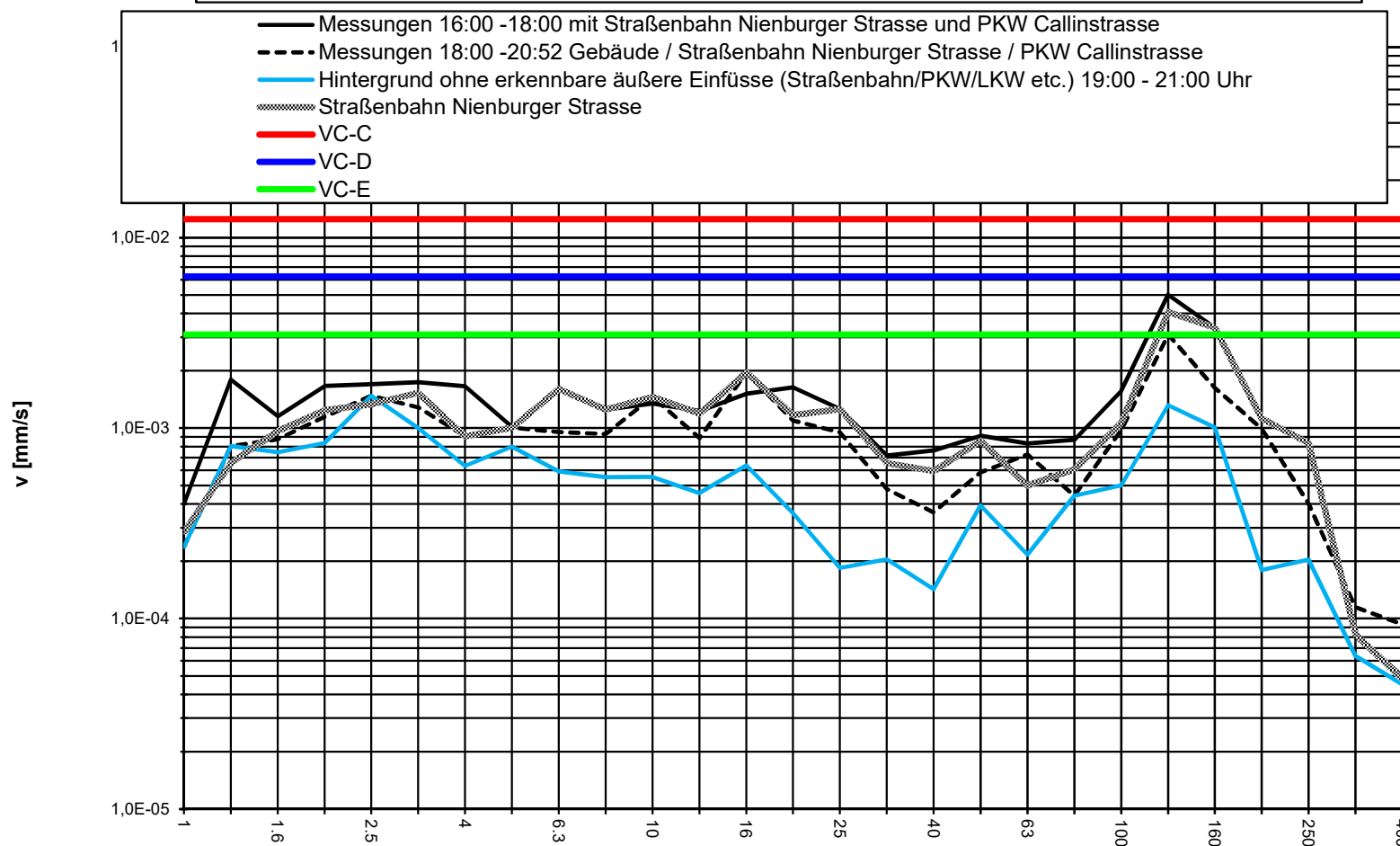
# Immissionsprognose



- Messungen in dem unmittelbar benachbarten Bestandsgebäude in folgenden Bereichen:  
Sohlplatte UG / Decke EG / 2. OG Decke / 2.OG horizontal / Messungen Baugrund
- Ausführung Bestandsgebäude Bürogebäude (Siebziger Jahre / Flachgründung 25 cm)
- Messergebnisse Grundlage der Prognose

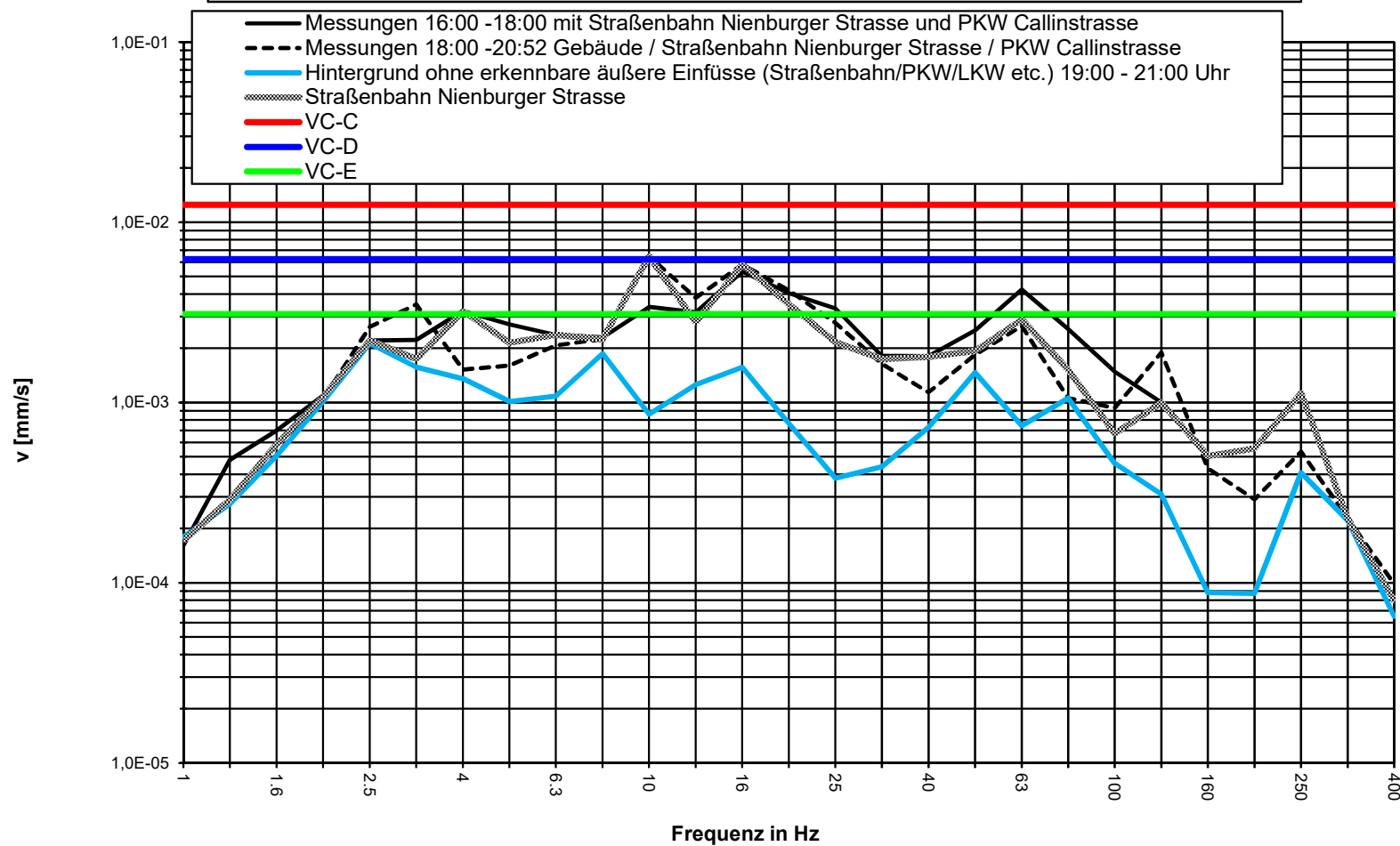
# Immissionsprognose

Messort HITEC\_2: Terzspektren Schwinggeschwindigkeit (Max-Hold) Maximalwert Messpunkt MP1y Fundament (horizontal senkrecht zur Callinstr.)



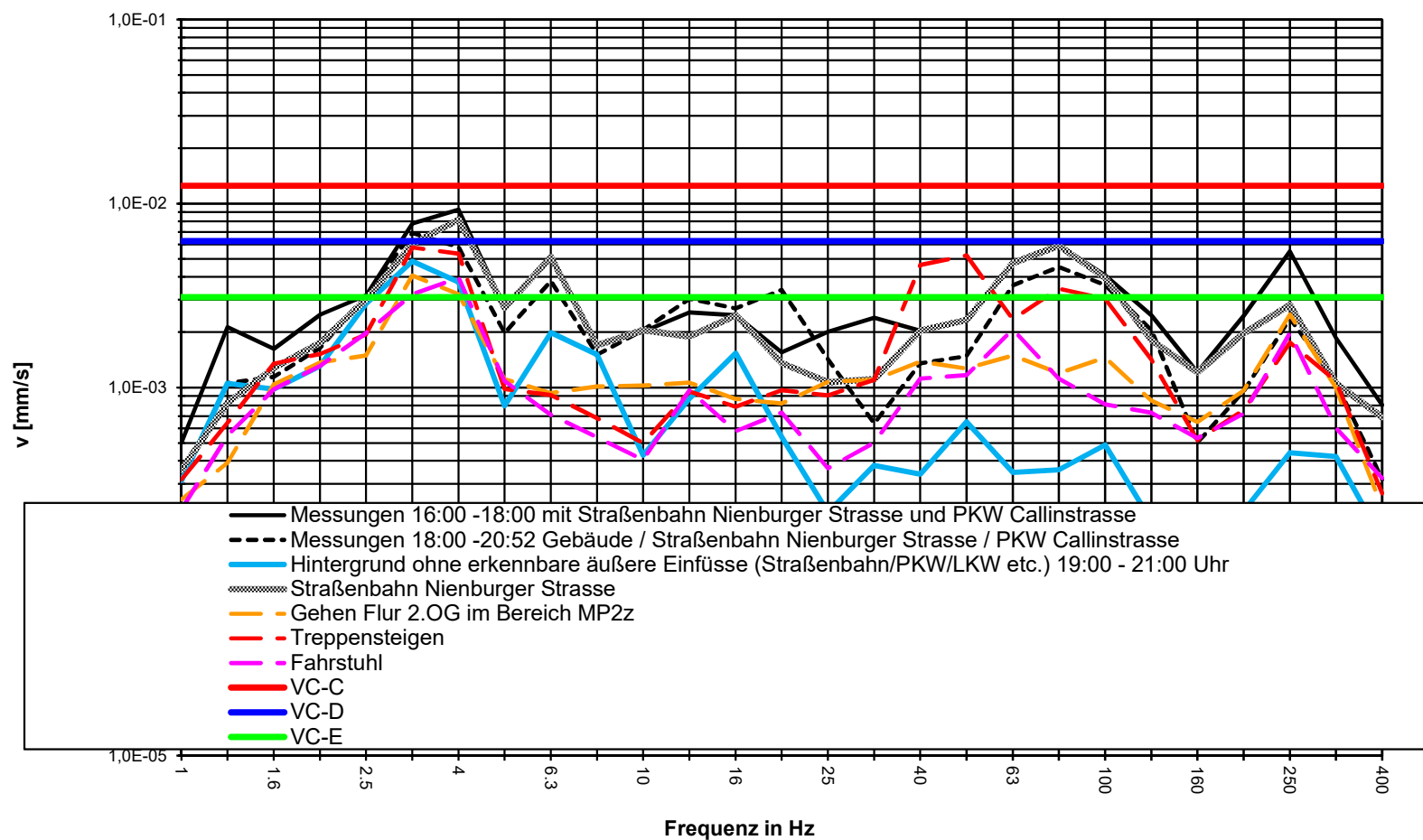
# Immissionsprognose

Messort HITEC\_2:Terzspektrn Schwinggeschwindigkeit (Max-Hold) Mittel Maximalwert Messpunkt MP1z  
Fundament vertikal



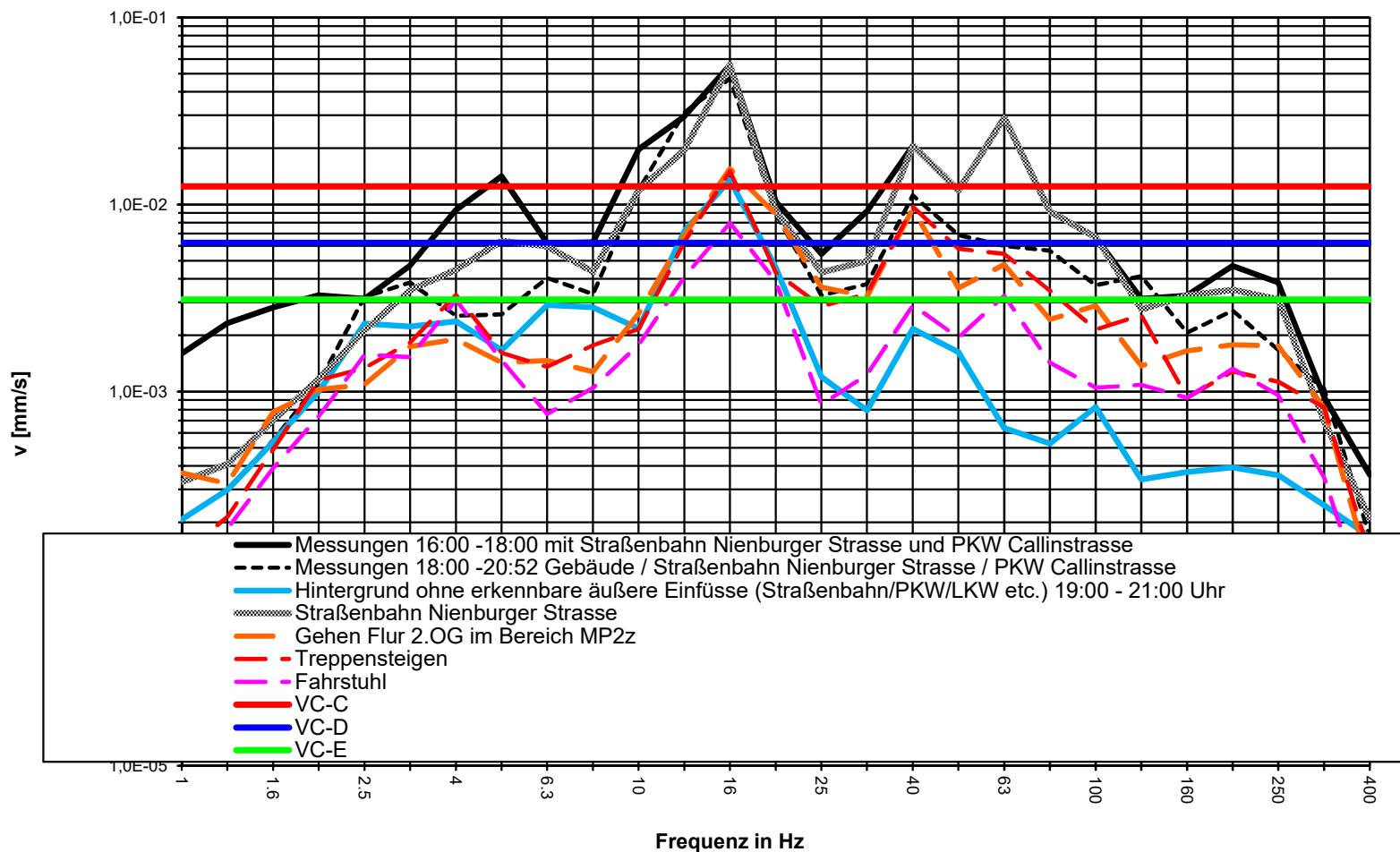
# Immissionsprognose

Messort HITEC\_2: Terzspektren Schwinggeschwindigkeit (Max-Hold), Maximalwert Messpunkt MP3y 2.OG (horizontal senkrecht zur Callinstr.)



# Immissionsprognose

Messort HITEC\_2:Terzspektren Schwinggeschwindigkeit (Max-Hold) Maximalwert Messpunkt MP3z 2 OG vertikal



## Immissionsprognose

### Ergebnisse Messung Bestandsgebäude

- Für den Kellerbereich werden die Anforderungen VC-E Bestandsgebäude nur geringfügig überschritten
- Maßgebend ist die vertikale Schwingungsrichtung
- 2.OG Anforderungen VC-E für horizontale Schwingungsrichtung überschritten
- 2.OG (auch Decke im EG/1.OG) Anforderungen VC-C deutlich überschritten
- Ursächlich Straßenbahn (ca. 140 m Entfernung, Emissionsfrequenz 16 Hz) in Verbindung mit Deckeneigenfrequenz von 16 Hz
- Quellen im Gebäude gegenüber den äußeren Quellen untergeordnete Rolle

# Immissionsprognose

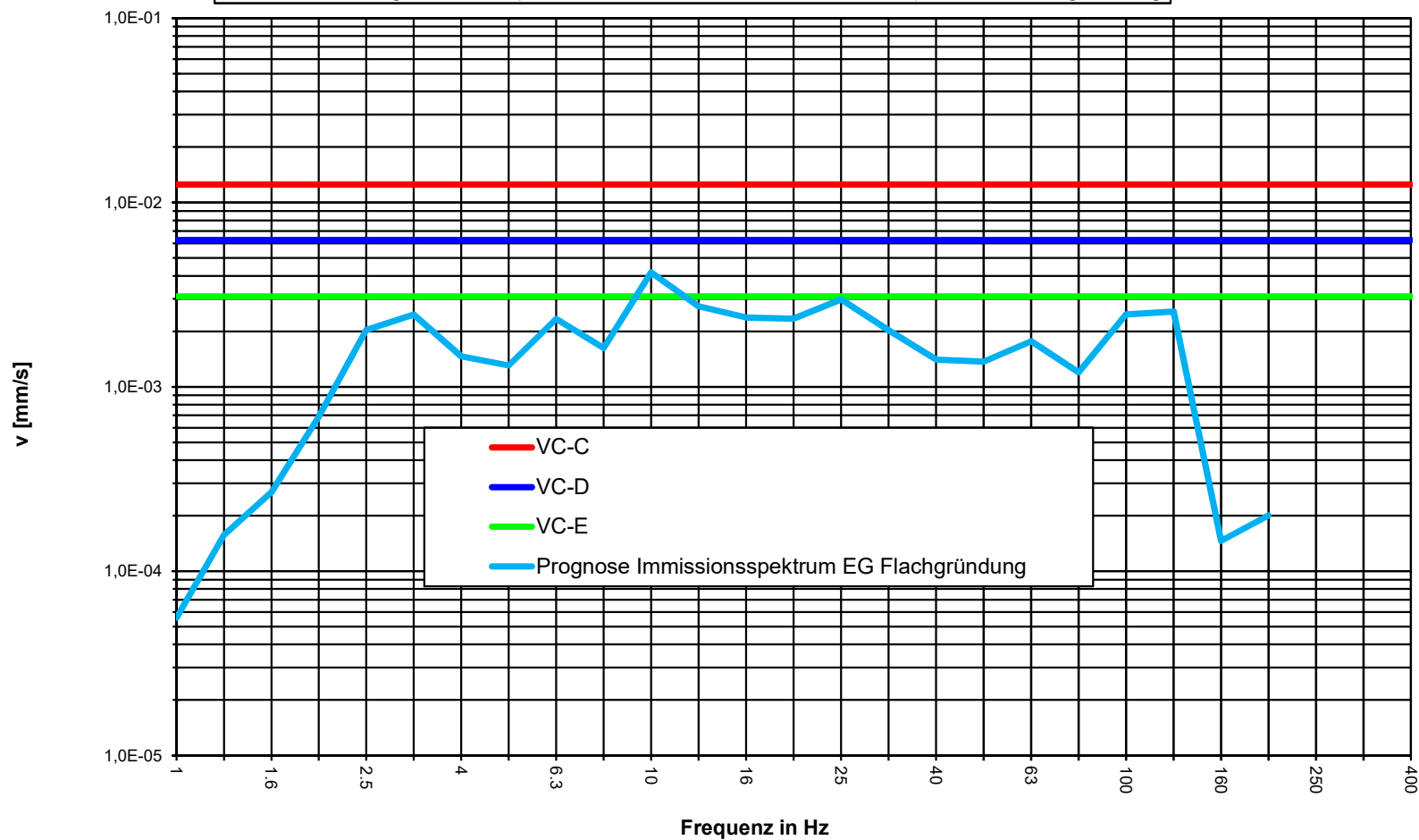


- Ermittlung der zu erwartenden Schwingung im Neubau auf Grundlage der Messungen Baugrund
- Prognoseverfahren nach Richtlinie DB-AG
- Ermittlung für den ungünstigsten Fall (Straßenbahn)



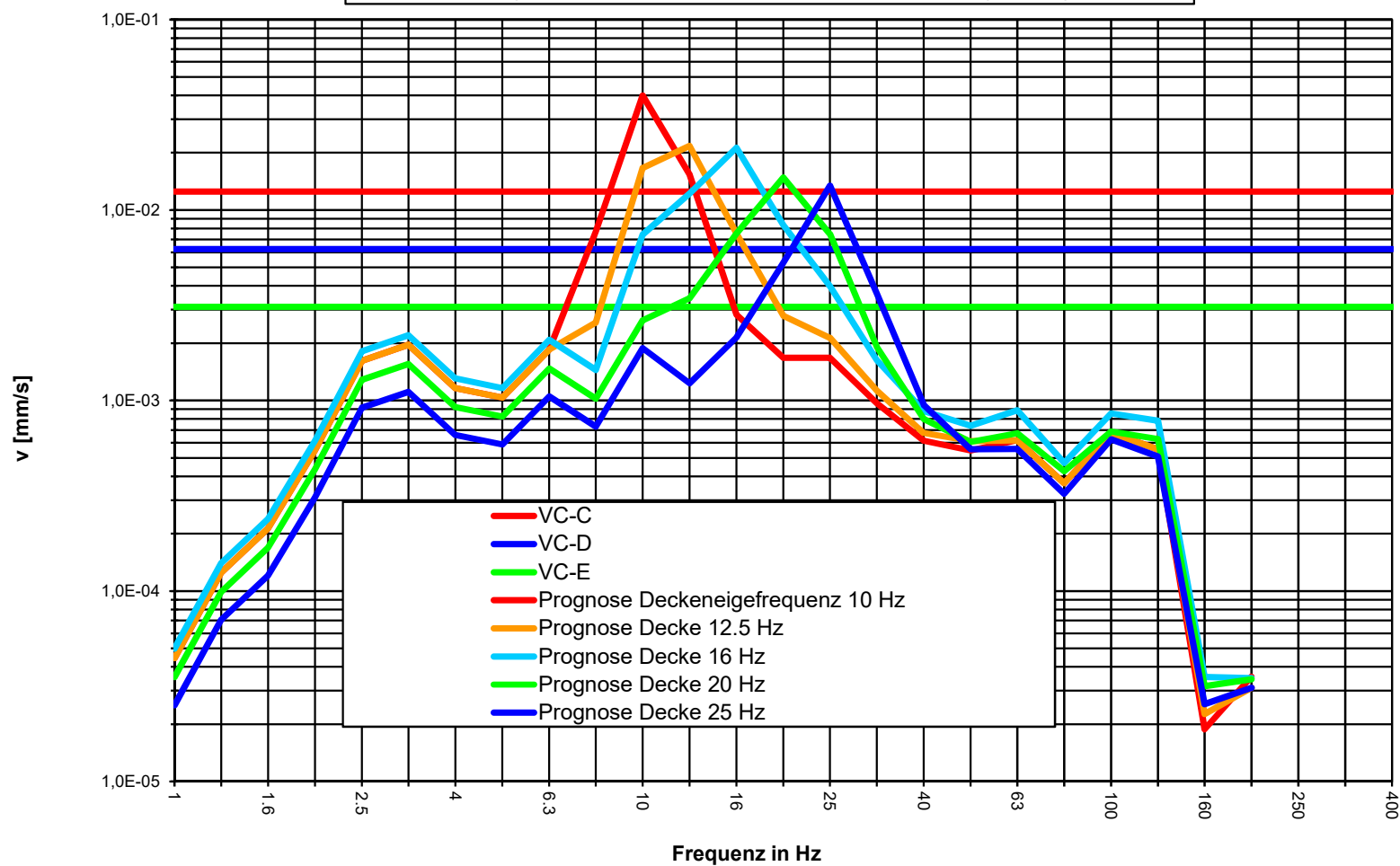
# Immissionsprognose

LUH HITEC: Prognose Terzspektren Maximalwerte, EG bzw. Bodenplatte für Flachgründung



# Immissionsprognose

LUH HITEC: Prognose Terzspektren Maximalwerte, 1.OG für Flachgründung auf 54.34 m



## Ergebnisse / Bewertung Immissionsprognose

- Vorgesehener Standort grundsätzlich geeignet
- Für den Bereich des UG und des nicht unterkellerten EG werden die Anforderungen der VC-Linie E mit einer nur geringen Überschreitung (im Bereich von 10 Hz) eingehalten.
- In den Bereichen mit Geschossdecken werden für Deckeneigenfrequenzen bis 20 Hz die Anforderungen der VC-Linie C nicht eingehalten.
- Erst ab Deckeneigenfrequenz von 25 Hz werden die Anforderungen der VC-Linie C für Deckenbereiche eingehalten.
- Für die horizontale Schwingungsrichtung sind gegenüber der vertikalen Schwingungsrichtung ausweislich der Messungen am Bestandgebäude geringere Werte zu erwarten.

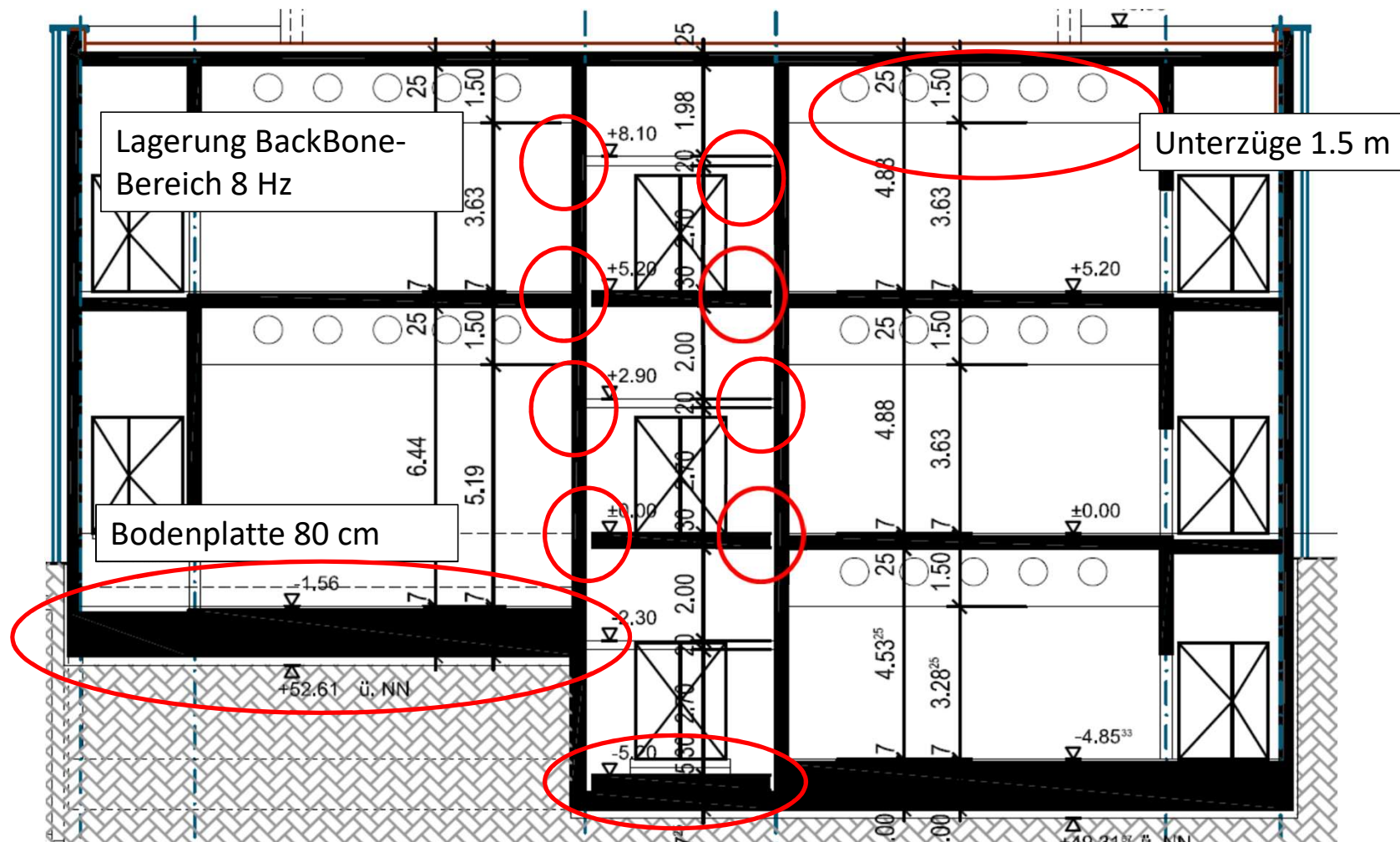
# Maßnahmen



## Konzept Gesamtgebäude:

- Konzept der Planung bezüglich Schwingungsfreiheit zielführend
- Mit der vorgesehenen Versteifung der Decken durch Unterzüge ( $h=1.5$  m) wurde nach Angabe Tragwerksplaner (EHS-Ingenieure) eine Eigenfrequenz über 25 Hz erreicht (Einhaltung VC-C EG/1.OG/2.OG)
- Böden der umlaufenden Flure mit schwimmenden Estrich zur Entkopplung gegen Trittschall und Schwingungen durch Transportvorgänge
- Teilweise eigenstehende Fundamente (Entkopplung vom Gebäude)
- Schwingungsisolierte Lagerung Decken Backbone

# Maßnahmen



# Maßnahmen

## Konzept Gesamtgebäude:

- Elastische Lagerung Decken BackBone (auch Bereich UG) mit Abstimmfrequenz 8 Hz (Elastische Anbindung Leitungen Kälte / Vakuum / Elektro / Wasser / Luft / Gase).  
Aufbauten Aggregate auf Decken BackBone keinen schwingungstechnischen Kontakt zum Gebäude (Schaltschränke / Schränke / Gasflaschen)



# Maßnahmen



## Haus- und Klimatechnik:

- Beachtung anderer Nutzungen im Gebäude (z.B. Werkstatt)
- Schwingungsisolierte Lagerung Kälte/Lüftungsanlagen im Technikteil Eigenfrequenz 10 Hz (für die Anlagen BackBone nicht erforderlich)
- Elastische Anbindung Leitungen (Kälte/Strom/Gase/Luft) am Aufstellort und beim Übergang vom Technik- auf Laborgebäude
- Entkopplung Fahrstühle und Förderanlagen

## Maßnahmen

In weiteren Stellungnahmen abgestimmte Empfehlungen für die beteiligten Gewerke:

Lagerung Decken und Zwischendecken Backbone

Lüftung / Kälte

Heizung / Sanitär / Druckluftversorgung

Fördertechnik

Notstromaggregat / Transformatoren

Elektroinstallation

Labortechnik (Technische Gase)

Nutzer

Gesamtgebäude / Rohbau

Maßnahmen für Einzelexperimente

Fortlaufende Anpassung der Stellungnahme an Änderungen der Planung



# Ausführung



## Begleitung der Ausführung:

Insgesamt 15 Termine im Rahmen der Ausführung mit zuständigen Gewerken auf der Baustelle (ohne Baubesprechungen)

Hinweise und Möglichkeiten zur Korrektur vor Ort besprochen

10 Abnahmeberichte zu Hinweisen und Dokumentation

## Ausführung

13236	BV HITEC LUH Hannover Abnahme Lagerung Backbone EG Termin Baustelle 16.11.2015	16.11.2015 Blatt 3
<p><u>Lagerung Backbone:</u></p> <p>In den nachfolgenden Bildern ist Lagerung der Fertigteilplatten dokumentiert. In dem untenstehenden Bild ist dokumentiert das der obere Lagerstreifen gegenüber dem unteren verdreht aufgesetzt ist. Bei der Lagerung wird damit nicht die volle Lagerfläche ausgenutzt. Hier sollte die Platte angehoben werden um beide Lagerstreifen bündig auszurichten. Die weiteren Lagerstellen sind hier nochmal nach Verlegen aller Fertigteilplatten im EG entsprechend zu kontrollieren.</p> <p>Anmerkung: Nach dem Termin wurde die Platte angehoben und das Lager bündig ausgerichtet. Die Ausrichtung der weiteren Lager wurde überprüft und dokumentiert. Die Lager sind liegen bündig übereinander.</p>		

## Ausführung



Bild 3: Oberer Lagerstreifen gegenüber dem unteren verdreht eingebaut.

## Ausführung



Bild 4: Oberer Lagerstreifen bündig mit unterem ausgerichtet.  
FORUM Erschütterung Wölfel 12. Oktober 2022 in Höchberg

## Ausführung

Alle Backboneebenen Aufstellung Schränke: Ist umgehend zu korrigieren

In den folgenden Bildern werden Beispiele zur Aufstellung der Schränke auf den Backbonedecken gezeigt. Dabei sind die Schränke direkt mit der Wand zum Laborgebäude verbunden. Diese Verbindungen sind wie bei den Elektroschränken elastisch auszuführen. Alle Schränke sind dahingehend nochmals zu überprüfen.



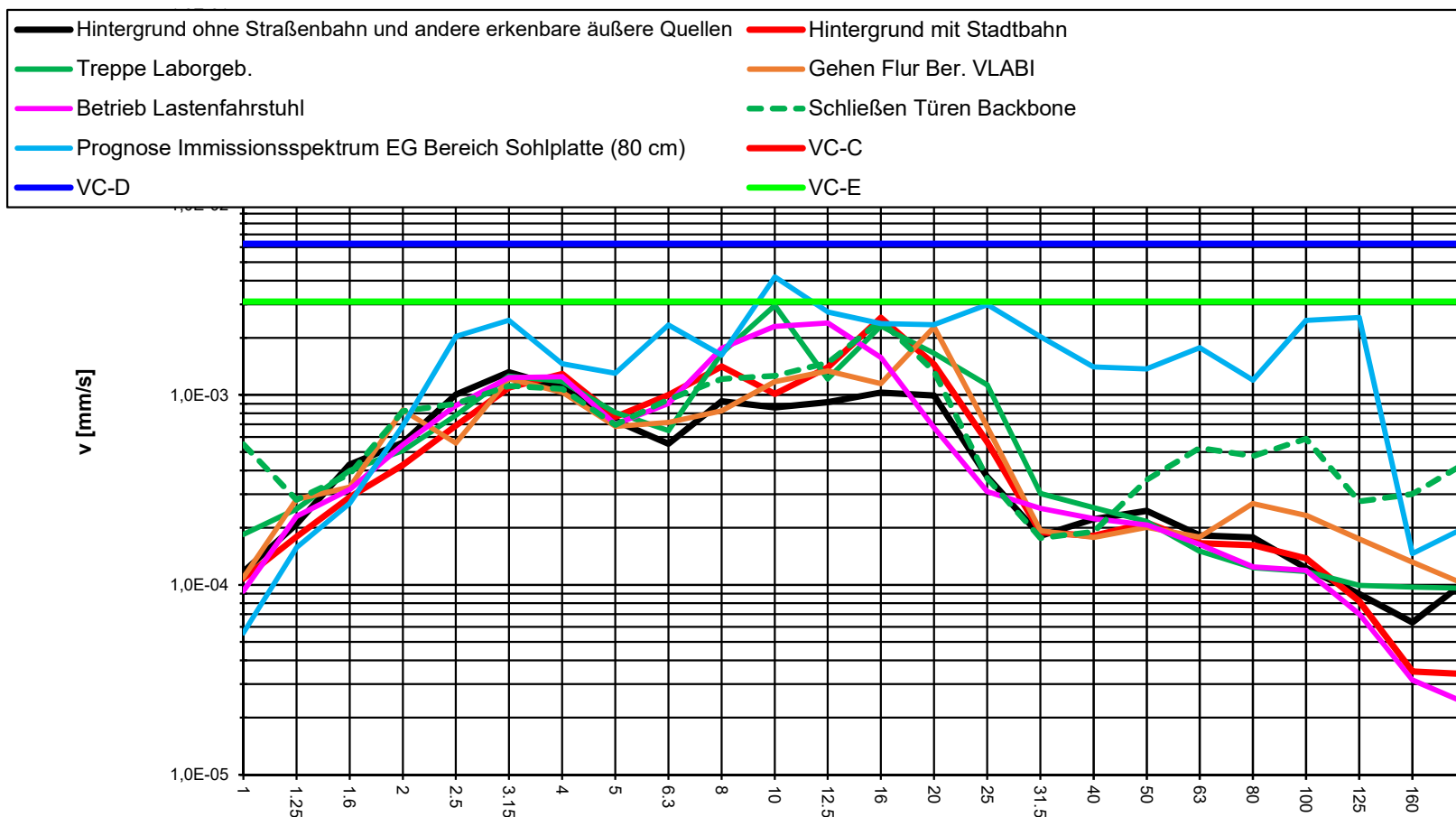
Bild 5: Direkte Ankopplung Schrank.

## Messungen nach Fertigstellung

- Insgesamt 12 Messpunkte
- Gebäudetechnik in Betrieb
- Messungen Hintergrund (ohne Straßenbahn / Straßenverkehr)
- Messungen mit Straßenbahn / Straßenverkehr
- Messungen mit gebäudeeigenen Anregungen (Gehen auf Fluren/Transportvorgänge/Betrieb Fahrstühle/Schließen von Türen)
- Auswertung „Max-Hold“ (Leq im Mittel Faktor 6 niedriger), ungünstigster Fall in der Beurteilung

# Ergebnisse Messungen nach Fertigstellung

Messort HITEC\_18\_1: Terzspektralen Schwinggeschwindigkeit (MAX-HOLD) Messpunkt MP1z Atomfontäne vertikal

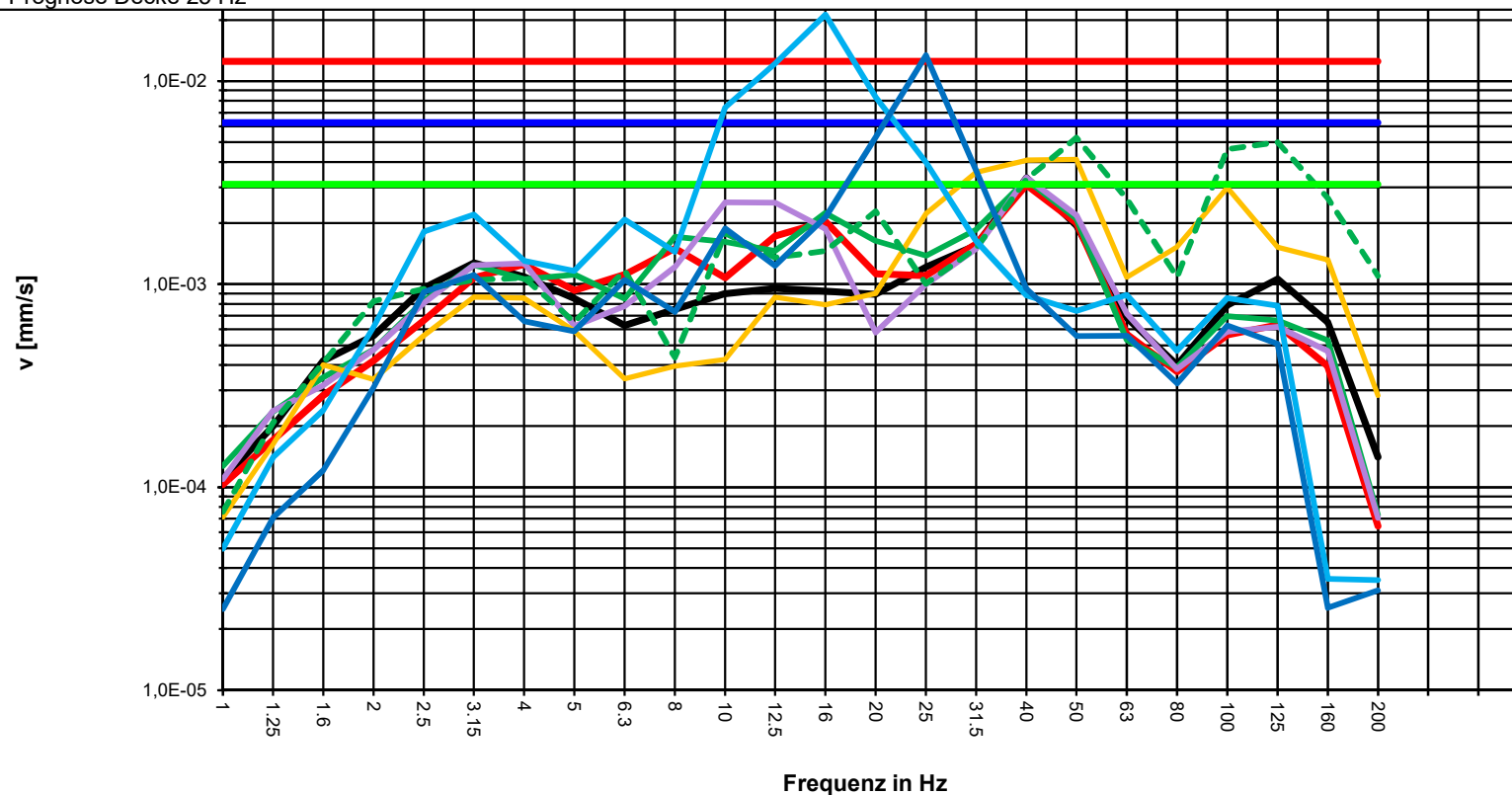
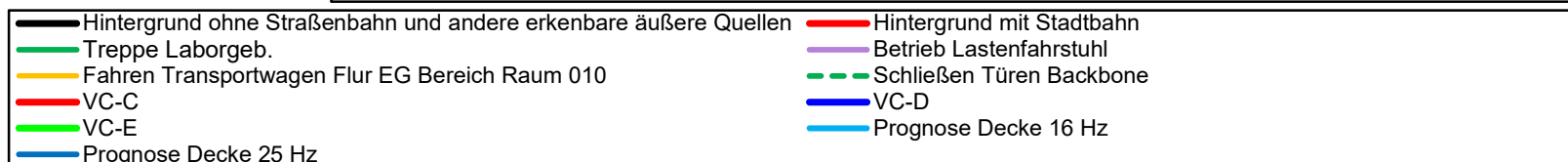


FORUM Erschütterung Wölfel 12. Oktober 2022 in Höchberg



# Ergebnisse Messungen nach Fertigstellung

Messort HITEC\_18\_1: Terzspektren Schwinggeschwindigkeit (MAX-HOLD) MP4z EG Raum 010 (unterkellert)





## Ergebnisse Messungen nach Fertigstellung

- Maßgebend vertikale Schwingungsrichtung
- Für die Bereiche UG/EG (nicht unterkellert Bereich) Anforderungen VC-E eingehalten
- Für die Bereiche EG (unterkellert) / 1.OG/Dach werden Anforderungen VC-E eingehalten für diese Bereich sind aber eigentlich die Anforderungen VC-C maßgebend
- Prognose sicher eingehalten bzw. unterschritten
- Einfluss Kälte/Klima in den Messungen berücksichtigt
- Schließen Türen (durch Einstellung im Nachgang behoben), Transportvorgänge nachweisbar geringfügig über VC-E
- Lastenaufzug / Fahrstühle etc. nicht nachweisbar

## Ergebnisse Messungen nach Fertigstellung

- Eigenfrequenz Decken 40 Hz deutlich über den angestrebten 25 Hz

## Zusammenfassung

- Erwartung Gebäudekonzept erfüllt
- Zusammenarbeit Baudynamik mit Gewerken und Planern war zielführend
- Einhaltung Anforderungen
- Keine Störungen laufender Versuche durch Schwingungen
- Einhaltung hoher Anforderungen auch im innerstädtischen Bereich möglich

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**