

# AKUSTISCHES GUTACHTEN

**A 74687/5076**

Nummer

Thema

**Messungen und Vergleiche des Schwingungspegels durch U-Bahn – Wohn- und Geschäftshaus Kapweg 3-8, Berlin – Langzeiteinflüsse auf Regupol-Dämmlagen, Messungen 1996, 2006, 2018**

AUFTRAGGEBER

BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH  
Am Hilgenacker 24  
57319 Bad Berleburg

BEZUG



1. Angebot vom 31.08.2017
2. Auftrag vom 01.09.2017
3. Messungen am 23.- 24.07.2018
4. Untersuchungen 2006: Akustisches Gutachten A57132/3832 vom 03.08.2006
5. Untersuchungen 1996: Akustisches Gutachten A 34316/2513 vom 18.06.1996

**INGENIEURGESELLSCHAFT  
FÜR AKUSTIK UND BAUPHYSIK  
mbH & Co. KG**

Amtlich anerkannte Güte- und Eignungsprüfstelle  
im bauaufsichtlichen Genehmigungsverfahren,  
Nachweisberechtigung für den Schallschutz  
(Sc-879A-IngKH)

07.09.2018

DATUM

DIPL.-ING. W. TEUBER

DIPL.-ING. S. FRIEBE

Obere Zeil 4 61440 Oberursel T 06171/75031 F 06171/85483

Das Gutachten besteht aus 17 Seiten und 23 Anlagen

## **Anschriften**

**Objekt:** Wohn- und Geschäftshaus Kapweg 3-8  
13405 Berlin

**Hauseigentümer:** TLG Immobilien AG  
Hausvogteiplatz 12  
10117 Berlin

**Ansprechpartner:** Herr  
S. Tochtenhagen  
Tel: 0 30 / 24 30 34 77  
mobil: 0171/3149277  
Email: [sandro.tochtenhagen@tlg.de](mailto:sandro.tochtenhagen@tlg.de)

Frau  
Grit Sperschneider  
Tel: 0 30 / 2 03 89 92 79  
mobil: 0160/97206379  
Email: [grit.sperschneider@tlg.de](mailto:grit.sperschneider@tlg.de)

## **Facility Management/ Hausmeister:**

Firma  
Gegenbauer

**Ansprechpartner:** Herr Funck  
Tel: 0151/12036584

**Auftraggeber:** BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH  
Am Hilgenacker 24  
57319 Bad Berleburg

**Sachbearbeiter:** Herr  
Karl-Heinrich Gücker  
Tel: 0 27 51 / 803 – 124  
Fax: 0 27 51 / 803 – 159  
Email: [k.h.quecker@berleburger.de](mailto:k.h.quecker@berleburger.de)

Herr  
Dipl.-Ing. Carsten Kreuger  
Tel: 0 27 51 / 803 – 226  
Email: [c.kreuger@berleburger.de](mailto:c.kreuger@berleburger.de)

**Angaben zum Grundwasserstand:** Senatsverwaltung für Umwelt,  
Verkehr und Klimaschutz  
- Landesgeologie –  
Brückenstraße 6  
10179 Berlin

Sachbearbeiter: Herr Koltonski  
Tel: 0 30 / 90 25 – 2044  
Fax: 0 30 / 90 25 – 2543  
Email: [grundwasserauskunft@senuvk.berlin.de](mailto:grundwasserauskunft@senuvk.berlin.de)

**Betreiber U-Bahn:** Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) AöR  
Konstruktion Fahrweg U-Bahn VBF – BU 25  
Abteilung Bautechnische Anlagen U-Bahn  
und Straßenbahn (IPLZ 16100)  
Usedomer Straße 24  
Haus B, 2. OG, Raum B 2020  
13355 Berlin

Sachbearbeiter: Herr Detlef Köhn  
Tel: 0 30 / 256 – 27059  
mobil: 0151/27667459  
Email: [detlef.koehn@bvq.de](mailto:detlef.koehn@bvq.de)

**Auftragnehmer:** Ingenieurgesellschaft für  
Akustik und Bauphysik mbH & Co. KG  
Obere Zeil 4  
61440 Oberursel  
Tel.: 06171/ 75031  
Fax: 06171/85483  
E-Mail: [info@iab-oberursel.de](mailto:info@iab-oberursel.de)

Sachbearbeiter: Dipl.-Ing. W. Teuber  
mobil: 0171/4345821  
Email: [teuber@iab-oberursel.de](mailto:teuber@iab-oberursel.de)

Dipl.-Ing. S. Friebe  
Email: [friebe@iab-oberursel.de](mailto:friebe@iab-oberursel.de)

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
1. Einleitung und Aufgabenstellung	5
2. Örtliche Gegebenheiten	5
3. Messergebnisse und Vergleiche	10
4. Beurteilung	14
5. Messmethode	16
6. Zusammenfassung	16
7. Anlagen	17

## **1. Einleitung und Aufgabenstellung**

Maßnahmen zur Körperschallentkopplung gegenüber dem U-Bahn-Tunnel der U6 (Alt Tegel-Mariendorf) wurden bei Errichtung des Gebäudekomplexes Kapweg 3-8/ Scharnweberstraße 158-159, Berlin, in den Jahren 1994-1995 eingeplant. Erste Messungen des Schwingungspegels erfolgten damals baubegleitend; hierzu gehörten Untersuchungen am U-Bahn-Tunnel selbst und an einer vorgesetzten Schlitzwand des Verbaus. Diese Ergebnisse dienten als Grundlage zur Festlegung und Auswahl geeigneter Dämmmaterialien.

Nach Fertigstellung des Rohbaus wurden Kontrollmessungen an Gebäudeseiten zur U-Bahn, seitlich zur Tiefgarage UG, und an Wänden EG 1996 vorgenommen. Im Auftrag der Firma Berleburger Schaumstoffwerk GmbH wurden diese Messreihen 2006 wiederholt mit dem Ziel festzustellen, inwieweit sich durch Einflüsse an der eingebrachten Dämmlage (mechanische Belastung, Grundwasser) Änderungen ergaben. Resultate und Vergleiche waren Gegenstand des Akustischen Gutachtens A57132/3832 vom 03.08.2006.

Weitere Messreihen unter gleichen Randbedingungen und möglichst identischen Messpositionen wurden durch Firma BSW beauftragt und im Juli 2018 durchgeführt. Ziel war es festzustellen, inwiefern weitere Einflüsse auftraten bzw. auch zur Kontrolle der Wirksamkeit eingebauter Dämmlagen nach mehr als 20 Jahren.

## **2. Örtliche Gegebenheiten**

Unterlagen aus der Bauplanung mit Angabe ursprünglich verlegter Dämmmatten wurden aus früheren Gutachten übernommen und sind zur besseren Übersicht nachfolgend aufgeführt.

Die Lage des Gebäudes sowie der Verlauf der U-Bahn-Strecke Alt Tegel-Mariendorf im Bereich der Einmündung des Kapwegs in die Scharnweberstraße wird gezeigt in

Übernommen sind Zeichnungen zu ursprünglich festgelegten Messpunkten:

- \* MP1:  
Innenseite des U-Bahn-Schachtes, Betonwand, 2 Sensoren an Positionen in  $h = 1,5$  und  $2,0$  m über Schienenoberkante
- \* MP2 und MP3:  
Sensorpositionen an der Schlitzwand, Untersuchungen vor Errichten der Gebäudeaußenwand (offene Baugrube)
- \* MP4 bis MP6:  
Betonwand des Hauses, Innenseite auf Ebene 1. UG (Tiefgarage), Sensoren ca. 10 cm über dem Boden (Fahrbahn)  
Anmerkung:  
Ursprüngliche Bohrungen zur Aufnahme der Sensoren waren noch vorhanden und konnten nach Freilegung weiterhin verwendet werden. Damit sind Messpunkte MP4 bis MP6 absolut identisch zu Untersuchungen in 2006.
- \* MP7 bis MP9:  
Beton-Außenwand des Gebäudes, Ebene EG, ca. 10 cm über Fertigboden
- \* MP10:  
Die Zugänglichkeit an MP9 war 2018 nicht gegeben; ersatzweise wurde auf einen Messpunkt an der Beton-Treppenhauswand des EG zurückgegriffen.

Aus Anlage 1 ist erkennbar der geringste Abstand zwischen U-Bahn-Tunnel und Gebäude im Bereich von Messpunkt 2. Eingetragen ist auch die Schlitzwand, welche ursprünglich zur Absicherung der Baugrube eingebracht wurde und verblieb.







Beschleunigungssensoren wurden massiv an Seitenwänden der Tiefgarage befestigt, dort Bohrung 6 mm und Verwendung von Metalldübeln. Im EG wurde der Sensor mittels dünner Wachsschicht am kraftschlüssig mit der Wand verbundenen Sockelstreifen angebracht.

### 3. Messergebnisse und Vergleiche

Untersuchungen am 23.07. bis 24.07.2018 schließen sich früheren Messreihen an, hier 1994 bis 1996 und 2006. Somit werden Resultate auch allen früheren Untersuchungen gegenübergestellt. Erfasst wurden Fahrten der U6 sowohl auf dem nahe gelegenen Gleis in Fahrtrichtung Mariendorf als auch dem entfernter liegenden Gleis Richtung Berlin-Tegel. Für jedes 10 sek. dauernde Messintervall wurde der Mittelungspegel Leq bestimmt und Resultate aller Fahrten gesondert ausgewertet zur Bildung einerseits des Mittelungspegels über alle erfassten Fahrbewegungen und Angaben zur Vorbeifahrt mit stärkster Schwingungsimmission.

Rücksprache wurde seitens IAB mit der BVG (Berliner Verkehrsbetriebe, Lärm/Schwingungen, Herrn Koehn) genommen. Mitgeteilt wurde, dass im Jahr 2010 die Fahrschienen (Typ S49E1), Holzschwellen und der Gleisschotter im Streckenabschnitt Kurt-Schumacher-Platz – Afrikanische Straße ausgetauscht wurden.

Während der Messreihen im Juli 2018 wurden folgende Zugzahlen als Mittelungspegel über 10 sek. erfasst:

*	MP4	29 Züge
*	MP5	28 Züge
*	MP6	29 Züge
*	MP10	14 Züge

Untersuchungen an MP4 und MP6 erfolgten zeitgleich mit zwei Sensoren.

### Mittelwerte

Energetische Mittel aller registrierten Zugvorbeifahrten sind als rote Kurve mit erhöhter Stichstärke den früheren Messungen gegenübergestellt. Vergleiche erfolgen zu

- \* Sensorposition an Seitenwand des U-Bahn-Tunnels, 1994
- \* Schlitzwand an Baugrube, Untersuchung 1995
- \* Gebäudeseitenwand, Messung 1996
- \* Gebäudeseitenwand, Messung 2006

Alle Terz-Schnellepegel haben die Bezugsgröße  $v_0 = 5 \times 10^{-8}$  m/sek.

Anlage 8	A 74664	Messpunkt MP4 (UG)
Anlage 9	A 74665	Messpunkt MP5 (UG)
Anlage 10	A 74666	Messpunkt MP6 (UG)
Anlage 11	A 74667	Messpunkt MP10 (EG)

### Vergleiche

Generell ist zu berücksichtigen, dass Schwankungen des Schwingungspegels über längere Zeiträume nicht nur durch mögliche Änderungen an der Dämmlage sondern auch insbesondere durch andere Einflussgrößen auftreten. Hierzu zählen:

- \* Beschaffenheit des Gleises, Rauigkeit der Gleisoberfläche
- \* Veränderungen im Strecken-Oberbau und an Schwellen
- \* Eigenschaften und Fahrverhalten der Züge

Das Erfassen mehrerer unterschiedlicher Züge erlaubt einen gewissen Ausgleich und Kompensation von Fahrzeugen deren Radsätze stärkere bzw. geringere Schwingungen hervorrufen.

Festzustellen ist:

- \* MP4: Kurvenverläufe praktisch identisch zur Untersuchung 2006, tendenziell geringere Schnellepegel für  $f \leq 20$  Hz und geringfügig höhere Werte 25 bis 63 Hz.
- \* MP5: Kurvenverläufe praktisch identisch zu 2006; eine damals festgestellte offensichtlich resonanzbedingte Überhöhung bei  $f = 80$  Hz ist geringer, Ursachen hierfür sind nicht bekannt, möglicherweise bedingt durch Setzungen am Tunnel und/oder Gebäude, jetzt stärkere Resonanzbedämpfung
- \* MP6: Kurvenverläufe identisch, ähnlich MP4
- \* MP10: auch wenn die Messposition nicht identisch zum früheren MP9 ist (seitlich um ca. 5 m verschoben) entsprechen Kurvenverläufe praktisch der Untersuchung 2006

Bezogen auf Mittelwerte haben sich Schwingungsbelastungen am Gebäude praktisch nicht verändert; die eingesetzte Dämmelage zeigt im Vergleich zu früheren Untersuchungen, insbesondere 2006, keine Änderungen.

#### Maximalwerte und Vergleiche

Aus einzelnen Zugvorbeifahrten wurde der Wert mit stärkstem Schwingungspegel (10-sek-Mittel) einer Vorbeifahrt herausgenommen, Maximalwerte über die einzelnen Terzen. Resultate und Gegenüberstellung zu früheren Untersuchungen zeigen

Anlage 12	A 74675	MP4 UG
Anlage 13	A 74676	MP5: UG
Anlage 14	A 74677	MP6: UG
Anlage 15	A 74678	MP10: EG

Gegenübergestellt mit Resultaten aus 2006 zeigen sich gute Übereinstimmungen, tendenziell an MP4 und MP6 zwischen 16 und 63 Hz, darunter im Bereich der Tunnelresonanz um 63 Hz etwas höhere Einzelwerte. Eine Abweichung hierzu zeigt MP5 mit geringeren Schnellepegeln unter 25 Hz und praktisch identischem Kurvenverlauf in den Terzbändern darüber.

### 3-D Darstellung gemessener Körperschall-Schnellepegel

Für einige Zug-Vorbeifahrten wurden Einzelmessungen im zeitlichen Abstand 0,2 sek. vorgenommen, Zeitbewertung „Fast“. Die Darstellung über einen Zeitraum von 10 sek. (50 Messwerte) erfolgt als 3-D Diagramm, wobei Frequenz (z-Achse), Körperschall-Schnellepegel (y-Achse) und Zeit (x-Achse) aufgetragen sind. Erkennbar ist der Anstieg des Schwingungspegels bei Nahen des U-Bahn-Zuges, Maximum bei Vorbeifahrt und anschließendes Abklingen. Exemplarisch für alle Messreihen werden gezeigt

Anlage 16	A 74679	MP4: UG
Anlage 17	A 74680	MP5: UG
Anlage 18	A 74681	MP6: UG
Anlage 19	A 74682	MP10: EG

Festzustellen, praktisch an allen Positionen, ist ein tieffrequenter Hintergrund-Schwingungspegel (ca. 2 – 8 Hz) welcher nach Diagrammen in keinem Zusammenhang mit der U-Bahn-Vorbeifahrt steht, besonders ausgeprägt an MP6. Ursache können Straßenverkehr, Bauarbeiten auch in größerer Entfernung bzw. haustechnische Anlagen sein. Stärker im Vergleich zu Messreihen 2006 treten Schwingungen im Terzband 500 Hz auf. Auch wenn deren Pegelwerte unter 20 dB relativ  $5 \times 10^{-8}$  m/sek liegen lassen sie auf stärkere Körperschallübertragungen oder erhöhte Anregung durch die U-Bahn Strecke schließen. Zur Klärung wären gesonderte Messungen an der Seite des Tunnels und erneute Vergleiche vorzunehmen. Bereits Messungen 1994 hatten Erhöhungen im Terzband 400 Hz an der Tunnelwand gezeigt; möglicherweise haben sich dortige Schwingungsbelastungen erhöht und in ihrer Frequenz verlagert. Übertragungswege werden nicht im Bereich der Dämmmatte vermutet, da sich die tieffrequente Entkopplung nicht aus früheren Messreihen unterscheidet und somit von einer korrekten

Körperschalltrennung auszugehen ist. Übertragungen im betrachteten Frequenzband 500 Hz können auch durch den Straßen-Oberbelag (Pflaster) durch Rohrleitungen, Kanalisation usw. entstehen.

#### 4. Beurteilung

Zur Beurteilung von Einflüssen bzw. Änderungen an der Dämmlage werden nachfolgend Körperschall-Schnellepegeldifferenzen zwischen Schlitzwand und dem Gebäude, speziell der Keller-Außenwand (Tiefgaragen) aufgezeigt. Ein hoher Wert der Schnellepegeldifferenz lässt eine gute, günstige Entkopplung erkennen, wobei sich Vergleiche auf Schwingungsanregungen nach Messwerten aus 1994 bis 1995 beziehen.

Anlage 20	A 74683	Pegeldifferenz zu MP4
Anlage 21	A 74684	Pegeldifferenz zu MP5
Anlage 22	A 74685	Pegeldifferenz zu MP6
Anlage 23	A 74686	Pegeldifferenz zu MP10

Generell zeigen sich gute Übereinstimmungen mit Messreihen aus 2006 an MP4, MP5 und MP10. Abweichungen bei tiefen Frequenzen  $f \leq 8$  Hz an MP6 sind durch andere, bereits erwähnte tieffrequente Schalleinwirkungen zu begründen.

Das verwendete Dämmmaterial Regupol 6010 PL in Kombination mit 7619/II besitzt hiernach die gleichen günstigen Eigenschaften. Negative Einflüsse durch Umwelt, Grundwasser usw. lassen sich nicht feststellen.

#### Einwirkung auf Menschen; KB-Werte

Weiterhin findet die bewertete Schwingstärke, bezeichnet als KB-Wert, nach DIN 4150 Anwendung. Teil 2 dieser Norm definiert Grenzwerte der Einwirkung auf Menschen in Gebäuden als maximale Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen. Anhaltswerte nach Tabelle 1 dieser Norm dienen als Grundlage zur Dimensionierung von Schwingungsentkopplungen oder Beurteilungen von Messwerten. Ist damit zu rechnen, dass Anhaltswerte überschritten sind, müssen entweder

Änderungen an der Quelle durchgeführt bzw. Minderungen der Körperschallweiterleitung auf dem Ausbreitungsweg erreicht werden.

Wird beispielsweise von Einwirkungsorten ausgegangen, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen zu finden sind, gelten nach Tabelle 1 der DIN 4150-2, Zeile 3 (KB-Werte):

#### Tag

- \* unterer Anhaltswert  $A_u = 0,2$
- \* oberer Anhaltswert  $A_o = 5$
- \* Beurteilungs-Schwingstärke  $A_r = 0,1$

#### Nacht

- \* unterer Anhaltswert  $A_u = 0,15$
- \* oberer Anhaltswert  $A_o = 0,3$
- \* Beurteilungs-Schwingstärke  $A_r = 0,07$

#### Anmerkung:

Zum Zeitpunkt der Planung 1994 ist noch von der Vorgängernorm DIN 4150 Teil 2 aus 1975 ausgegangen worden. Damals war kein Einzelwert (KB-Wert) sondern eine Grenzkurve in Abhängigkeit der Frequenz vorgegeben. Überschreitungen dieser Grenzkurve hatten die Erfordernis körperschallmindernder Maßnahmen begründet. Berechnungen des KB-Wertes aus den früheren Messungen ergeben:

- \* Tunnelwand:  $KB = 0,30$
- \* Schlitzwand, Ergebnisse zwischen  $KB = 0,1$  und  $KB = 0,25$
- \* MP 5, 1996:  $KB = 0,10$  (erhöhter Wert aufgrund tieffrequenter Schwingungen zwischen 1 und 2 Hz)
- \* MP5, Messungen 2006:  $KB = 0,02$
- \* MP5, Messungen 2018:  $KB = 0,013$

Bezogen auf jetzige Messergebnisse sind Kriterien nach DIN 4150-2 erfüllt, der untere Anhaltswert  $A_u = 0,2$  am Tage bzw.  $0,15$  in der Nacht ist weiterhin eingehalten.

## 5. Messmethode

Das verwendete Schwingungsmessgerät und zugehörige Schwingungssensoren sind identisch den früheren Messungen aus 1996 und 2006. Bewusst wurde das gleiche Gerät des gleichen Herstellers verwendet. Der Beschleunigungspegel als Ausgangssignal der Beschleunigungssensoren Brüel & Kjaer Typ 4338 wurde mit einem Echtzeit-Frequenzanalysator Brüel & Kjaer Typ 2144 gemessen. Aufgezeichnete Beschleunigungspegel (relativ  $1 \times 10^{-6} \text{ m/s}^2$ ) wurden auf PC übertragen und durch numerische Integration in Terzschritten von Beschleunigungspegeln auf Körperschall-Schnellepegel umgerechnet. Bezugsgröße ist dabei die Geschwindigkeit  $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ .

Pegelmittelungen erfolgten während einer Zugvorbeifahrt über den Zeitraum von 10 s. Multispektren sind ergänzend aufgenommen worden über 100 Einzelwerte im Abstand von 0,2 Sekunden und der Zeitkonstante „Fast“. Ausgewertet wurden hiervon 50 Werte der Zugvorbeifahrt entsprechend 10 sek.

## 6. Zusammenfassung

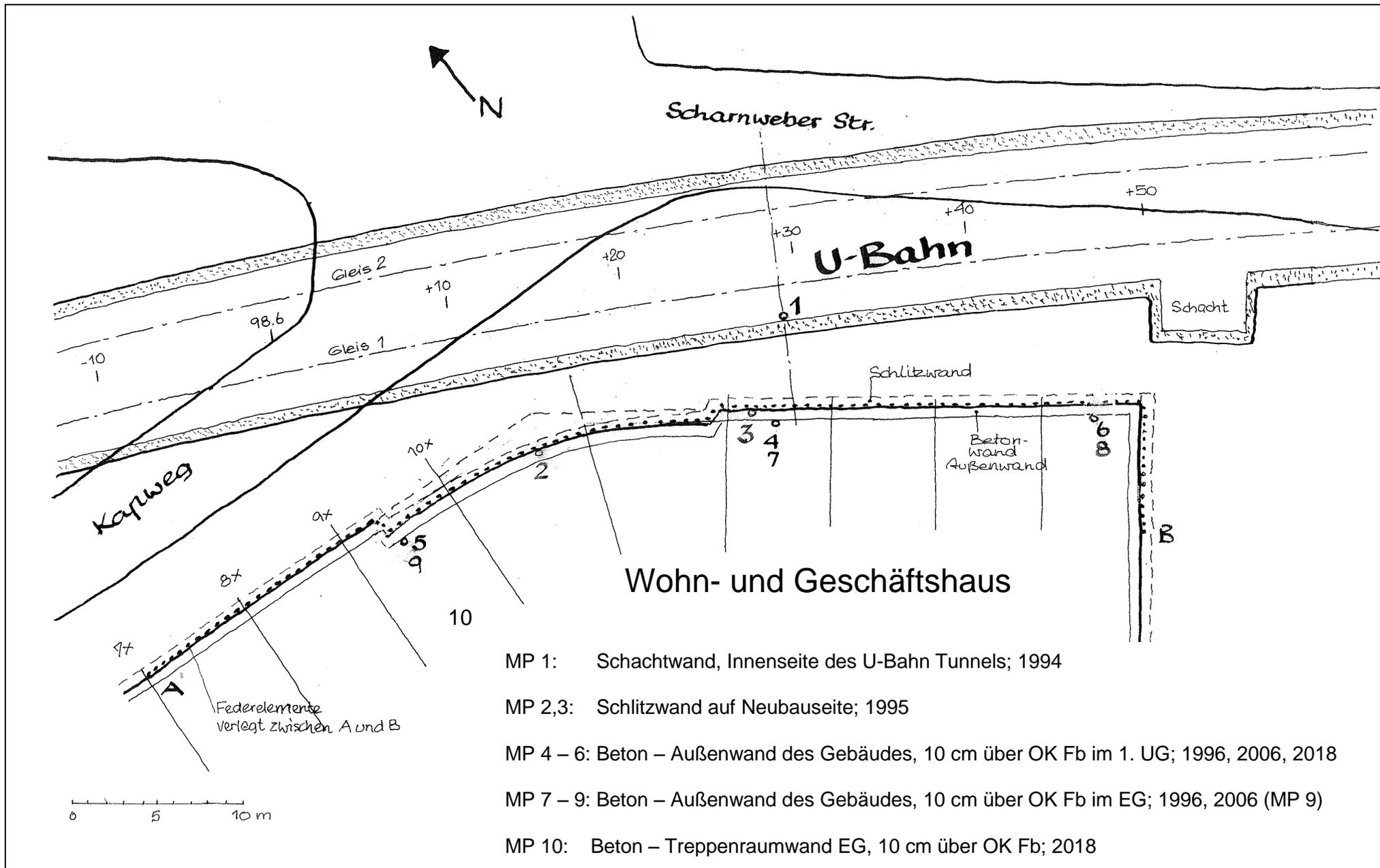
Nach vertikalem Einbau von Dämmplatten des Typs Regupol 6010 PL in Kombination mit Regupol 7619/II 1994 bzw. 1995 wurden Messungen zunächst nach Fertigstellung des zur U-Bahn-Strecke U6 angrenzenden Gebäudekomplexes Kapweg 3-8, Berlin, durchgeführt. Nach 10 Jahren kontinuierlicher Belastung dieser Dämmlage und Einflüsse durch Grundwasser, mögliche Ablagerungen usw. wurden an gleichen Messpositionen seitlich zum Gebäude, Seitenwand der Tiefgarage im UG und EG Messungen durchgeführt. Die Untersuchung 2006 zeigte keine Minderung der Dämmwirkung.

Im Auftrag des Herstellers dieser Dämmlagen, BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, wurden wiederum Messungen vorgenommen um festzustellen, inwieweit nach über 20 Jahren Einflüsse auf die Dämmwirkung und insbesondere Minderungen im Bereich der Tunnelresonanz auftreten.

Resultate durchgeführter Messungen am 23. bis 24.07.2018 sind im vorliegenden Gutachten früheren Ergebnissen gegenübergestellt, auch gezeigt als Körperschall-Schnellepegeldifferenz. Wesentliche Abweichungen zu den früheren Untersuchungen, insbesondere der letzten Messreihe in 2006, waren nicht festzustellen. Gewisse Abweichungen sind auch durch Eigenschaften und Fahrverhalten der Züge, Änderungen am Gleisbett und gegebenenfalls Schienenlagerung zu begründen. Die Resultate lassen erkennen, dass Umwelteinflüsse auf Regupol-Dämm-Materialien wie Grundwasser, Sedimente usw. zu keiner Minderung der Körperschall-Pegeldifferenz geführt haben.

## **7. Anlagen**

Anlage 1	A 74657
Anlage 2	A 74658
Anlage 3	A 74659
Anlage 4	A 74660
Anlage 5	A 74661
Anlage 6	A 74662
Anlage 7	A 74663
Anlage 8	A 74664
Anlage 9	A 74665
Anlage 10	A 74666
Anlage 11	A 74667
Anlage 12	A 74675
Anlage 13	A 74676
Anlage 14	A 74677
Anlage 15	A 74678
Anlage 16	A 74679
Anlage 17	A 74680
Anlage 18	A 74681
Anlage 19	A 74682
Anlage 20	A 74683
Anlage 21	A 74684
Anlage 22	A 74685
Anlage 23	A 74686



MP 1: Schachtwand, Innenseite des U-Bahn Tunnels; 1994

MP 2,3: Schlitzwand auf Neubauseite; 1995

MP 4 – 6: Beton – Außenwand des Gebäudes, 10 cm über OK Fb im 1. UG; 1996, 2006, 2018

MP 7 – 9: Beton – Außenwand des Gebäudes, 10 cm über OK Fb im EG; 1996, 2006 (MP 9)

MP 10: Beton – Treppenraumwand EG, 10 cm über OK Fb; 2018



**Ingenieurgesellschaft für Akustik  
und Bauphysik mbH & Co. KG**  
Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts.  
Tel.: 06171 / 7 50 31  
www.iab-oberursel.de

## Lage der Messpunkte

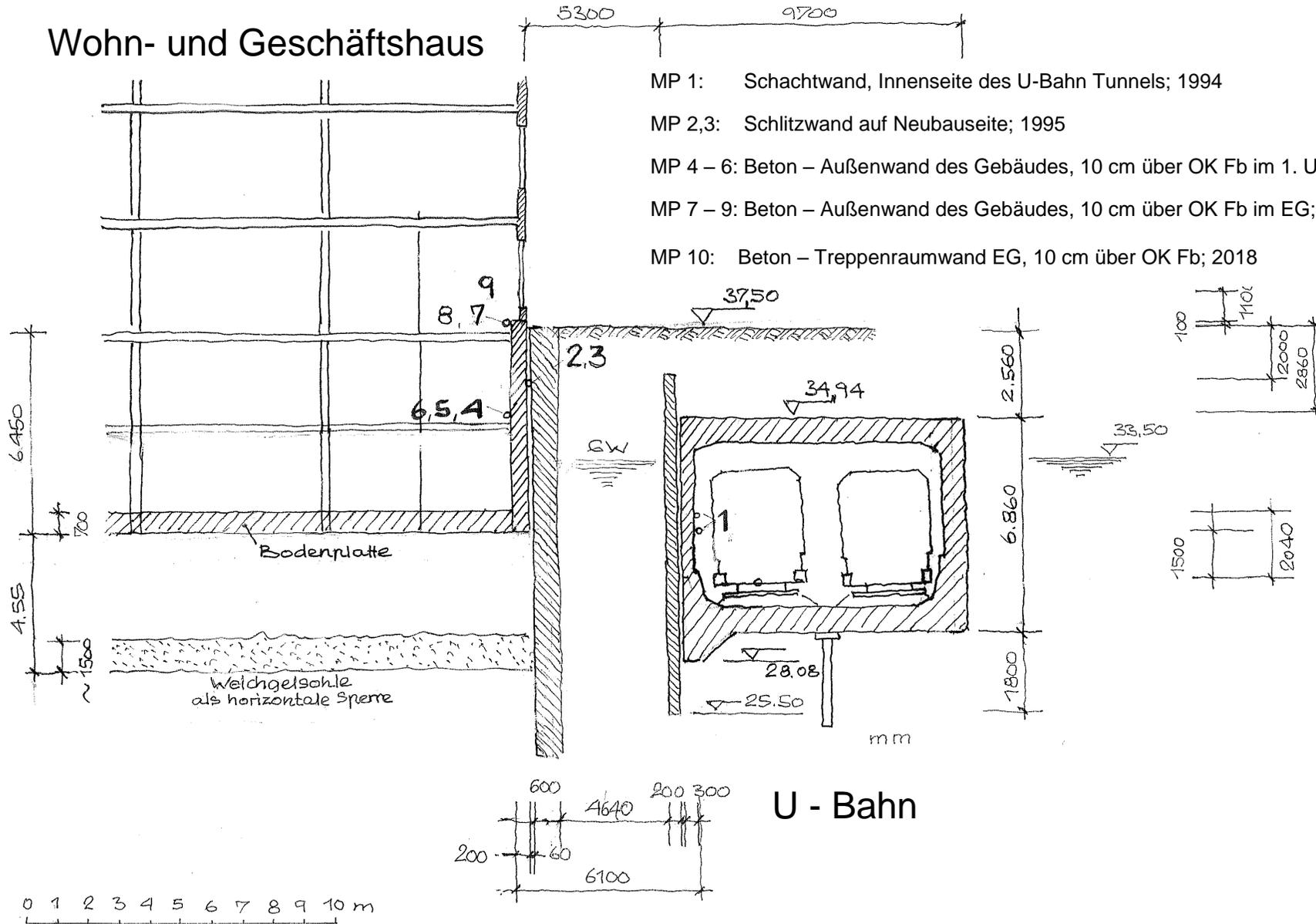
**Gegenüberstellungen aus Messungen 1996; 2006; 2018**

Auftraggeber: BSW, Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, Bad Berleburg

A74657 / 5076

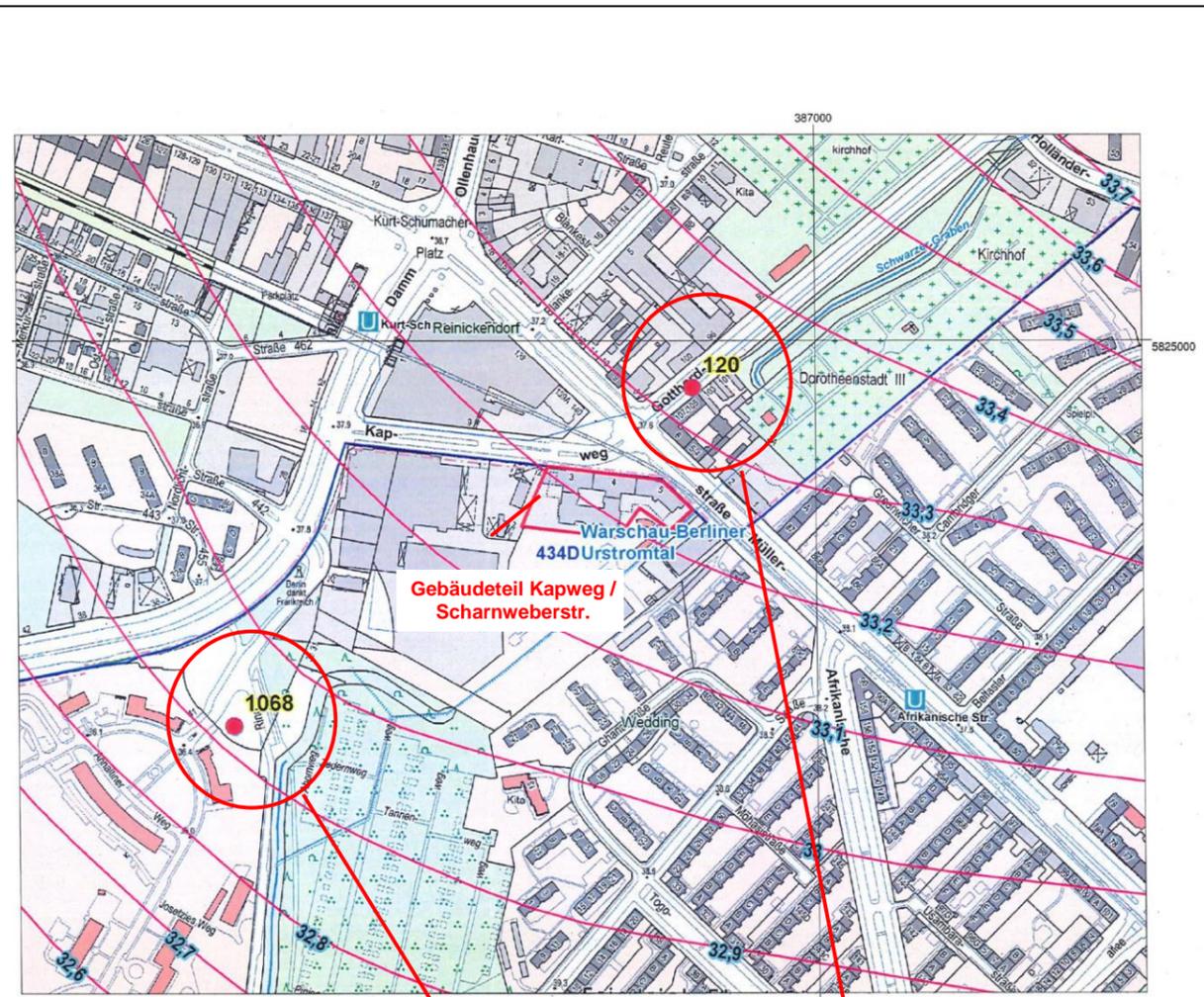
09 / 2018

# Wohn- und Geschäftshaus



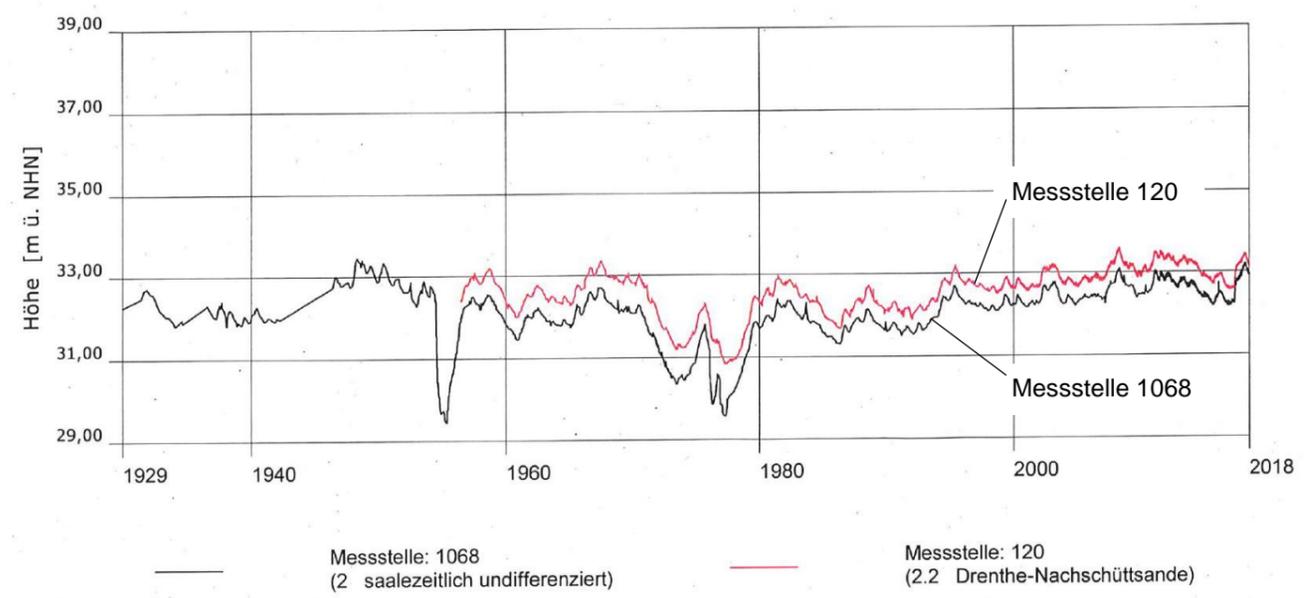
- MP 1: Schachtwand, Innenseite des U-Bahn Tunnels; 1994
- MP 2,3: Schlitzwand auf Neubauseite; 1995
- MP 4 – 6: Beton – Außenwand des Gebäudes, 10 cm über OK Fb im 1. UG; 1996, 2006; 2018
- MP 7 – 9: Beton – Außenwand des Gebäudes, 10 cm über OK Fb im EG; 1996, 2006 (MP 9)
- MP 10: Beton – Treppenraumwand EG, 10 cm über OK Fb; 2018

## U - Bahn



Messstelle Nr. : 120	GOK Geländeoberkante : 37,53 m ü. NHN
Bezirk : Reinickendorf	HGW höchster Grundwasserstand : 33,59 m ü. NHN am 15.05.2008
Lage : Gotthardstraße vor Nr. 105	GW letzter Grundwasserstand : 33,12 m ü. NHN am 24.08.2018
Messzeitraum : 01.07.1956 bis 24.08.2018	FOK Filteroberkante : 30,60 m u. GOK
Anzahl - Messwerte : 8277	FUK Filterunterkante : 31,60 m u. GOK
	GWL Grundwasserleiter : 2.2 Drenthe-Nachschütsande

Messstelleninformation - Wasserstände  
Erstellt am 12.09.2018



Messstelle 1068: Geländeoberkante:	36,9 m ü NHN
Höchster Grundwasserstand am 1948-05-07	33,5 m ü NHN
Grundwasserstand am 23.07.2018	33,03 m ü NHN
Messstelle 120: Grundwasserstand am 23.07.2018	33,22 m ü NHN

**Generallegende**

- Projekt, Baugebiet
- Grundwassermessstelle
- TK 5 - Blattgrenze
- 435D TK 5 - Blatt-Nr.
- ~ Grundwasserisohypse [+ NHN]  
Stand: 01.2018

**Messstelle 1068:**  
Kurt-Schumacher-Damm 41

**Messstelle 120:**  
Gotthardstr. 105

Kartenausschnitt Bezirke Mitte, Reinickendorf mit Lage der Grundwasser – Messstellen

Mitteilung der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz vom 17.08.2018;  
Zeichen: II B 331/ 434D-1-0127-2018-0269;  
Grundwasser des Hauptgrundwasserleiters steht im Grundstücksbereich in ungespanntem Zustand. Die Grundwasserdruckhöhe entspricht der Grundwasseroberfläche



Dämmlagen Regupol 6010 PL (49mm), verklebt mit 7619/II (10mm)

Schutzfolie vor Regupol

Armierungseisen der Außenwand

Schalttafeln

Aufnahmen 1996, entnommen A34695 und A34697



**Ingenieurgesellschaft für Akustik  
und Bauphysik mbH & Co. KG**  
Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts.  
Tel.: 06171 / 7 50 31  
www.iab-oberursel.de

**Einbau der Regupol – Dämmlagen 1995 / 1996**  
**Gegenüberstellung Mittelwerte aus Messungen 1996; 2006; 2018**  
Auftraggeber: BSW, Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, Bad Berleburg

A74660/ 5076  
09 / 2018



Dämmlagen  
Regupol 6010 PL (49mm),  
verklebt mit 7619/II (10mm)

Verlängerung (Erhöhung)  
der Schlitzwand, betoniert

Provisorischer Verbau  
oberhalb der Schlitzwand,  
hier zugleich Schalung für  
Verlängerung der Schlitz-  
wand



Aufnahmen 1996  
Entnommen A34695 und  
A34697



**Ingenieurgesellschaft für Akustik  
und Bauphysik mbH & Co. KG**  
Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts.  
Tel.: 06171 / 7 50 31  
www.iab-oberursel.de

**Einbau der Regupol – Dämmlagen 1995 / 1996**  
**Gegenüberstellung Mittelwerte aus Messungen 1996; 2006; 2018**  
Auftraggeber: BSW, Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, Bad Berleburg

A74661 / 5076  
09 / 2018



←  
Nordwestseite zur Scharnweber-  
straße des Gebäudekomplexes  
Kapweg 3-8, Bürgersteig und  
Radweg gepflastert, an Hausseite  
Kleinpflaster; im Hintergrund  
Notausstieg des U-Bahn Tunnels



→  
Kreuzung Kapweg / Scharnweber-  
straße und Gotthardstraße an  
nördlicher Seite des Gebäude-  
komplexes Kapweg (Front des  
Gebäudes am rechten Bildrand)



←  
U-Bahnstation Afrikanische Str.  
Fahrweg entlang der nordwestlichen  
Gebäudeseite



→  
Aufbau des Gleisbetts im  
Streckenabschnitt der Haltestelle

Aufnahmen am 23.07.2018



←  
Lage des Messpunkts MP 5  
(roter Kreis) an nordwestlicher  
Tiefgaragenwand, Gebäudeseite  
zum Tunnel der U- Bahn,  
Bereich 1. UG.



→  
Messung mit Terzanalysator Brüel &  
Kjaer 2144 an Messpunkt MP 4  
(links) und MP 6 (rechts)

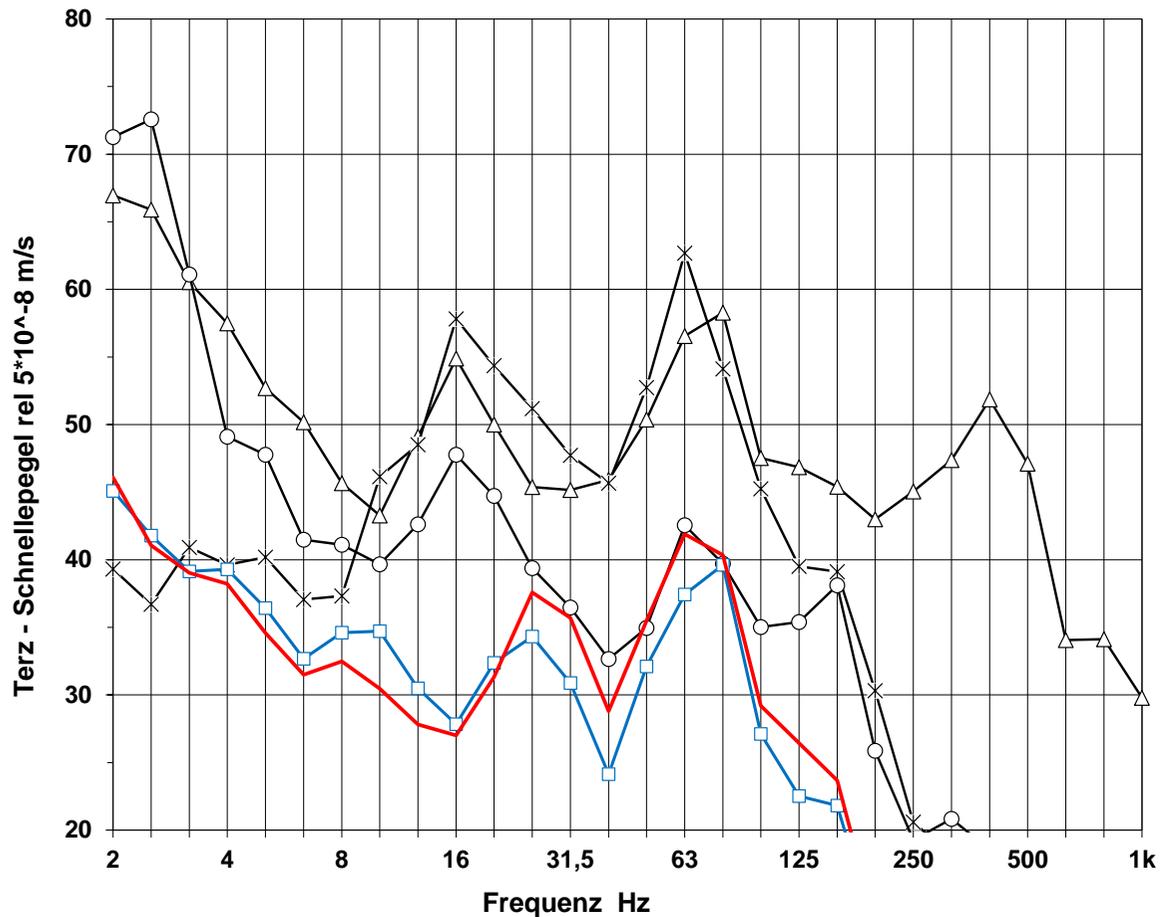


←  
Detailansicht Messpunkt MP 4  
Sensorposition in Höhe ca. 10 cm  
über Oberkante Fahrbahn an  
Tiefgaragen – Seitenwand im 1. UG  
Sensor mit Metalldübel befestigt



→  
Messpunkt MP 10 an Sockelfliese im  
Treppenhaus EG  
Sensor mit dünner Wachsschicht an  
Fliese geklebt

Aufnahmen am 23.07.2018



- △— Seitenwand des U-Bahn Schachtes, (MP 1); Messungen 1994
- ×— Schlitzwand an Baugrube, Messpunkt MP3; Untersuchungen 1995
- Gebäude - Seitenwand (MP 4); Messungen 1996
- Gebäude - Seitenwand (MP 4); Messungen 2006
- Gebäude - Seitenwand (MP 4); Messungen 2018

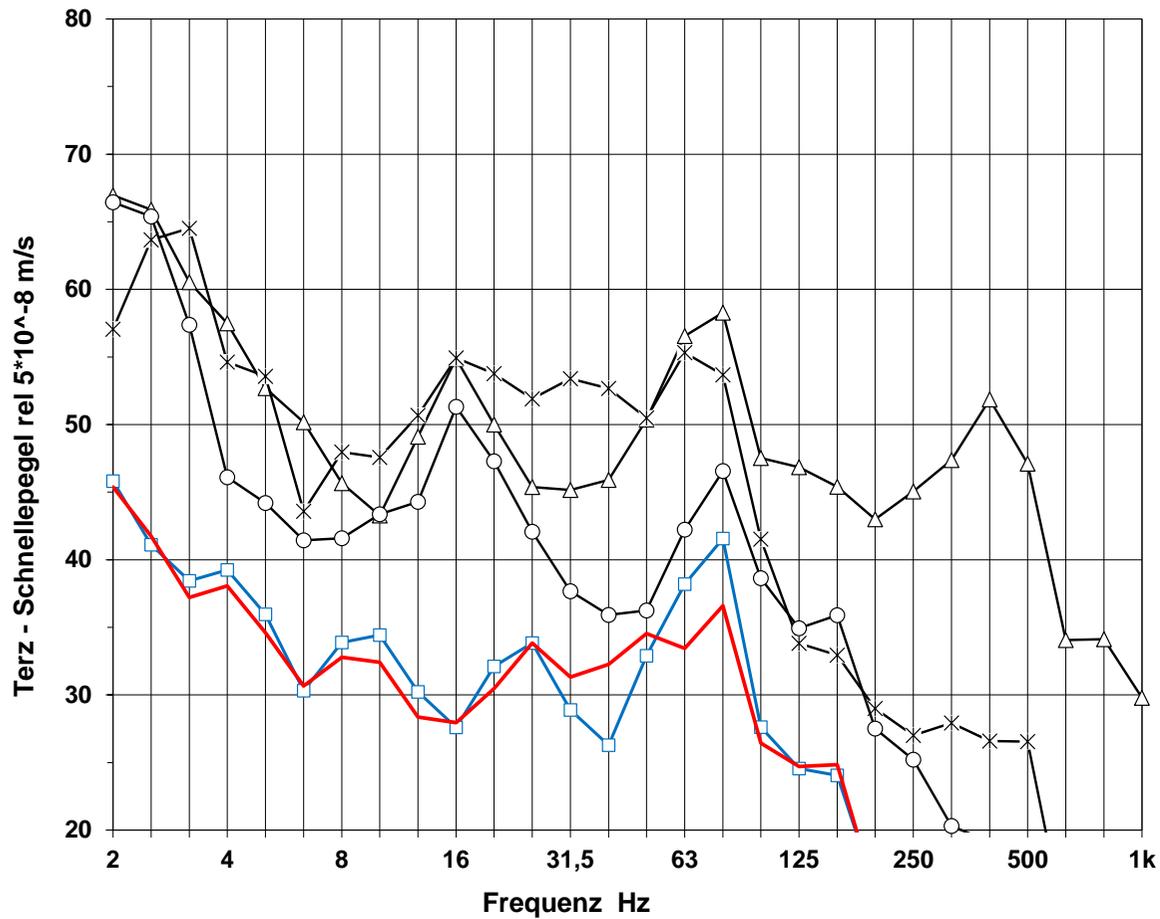
Bezugsschnelle  $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$   
 Terzanalysator Brüel & Kjaer 2144, Messzeit 10 s., energetische Mittelungen aus mehreren Zug – Vorbeifahrten  
 Lage der Messpunkte siehe A 74657 (Grundriss) und A 74658 (Schnitt)



**Ingenieurgesellschaft für Akustik  
 und Bauphysik mbH & Co. KG**  
 Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Schnellepegel an MP 4 (UG) im Vergleich**  
**Gegenüberstellung Mittelwerte aus Messungen 1994-1996; 2006 und 2018**  
 Auftraggeber: BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH; Bad Berleburg

A74664 / 5076  
 2018 / 08



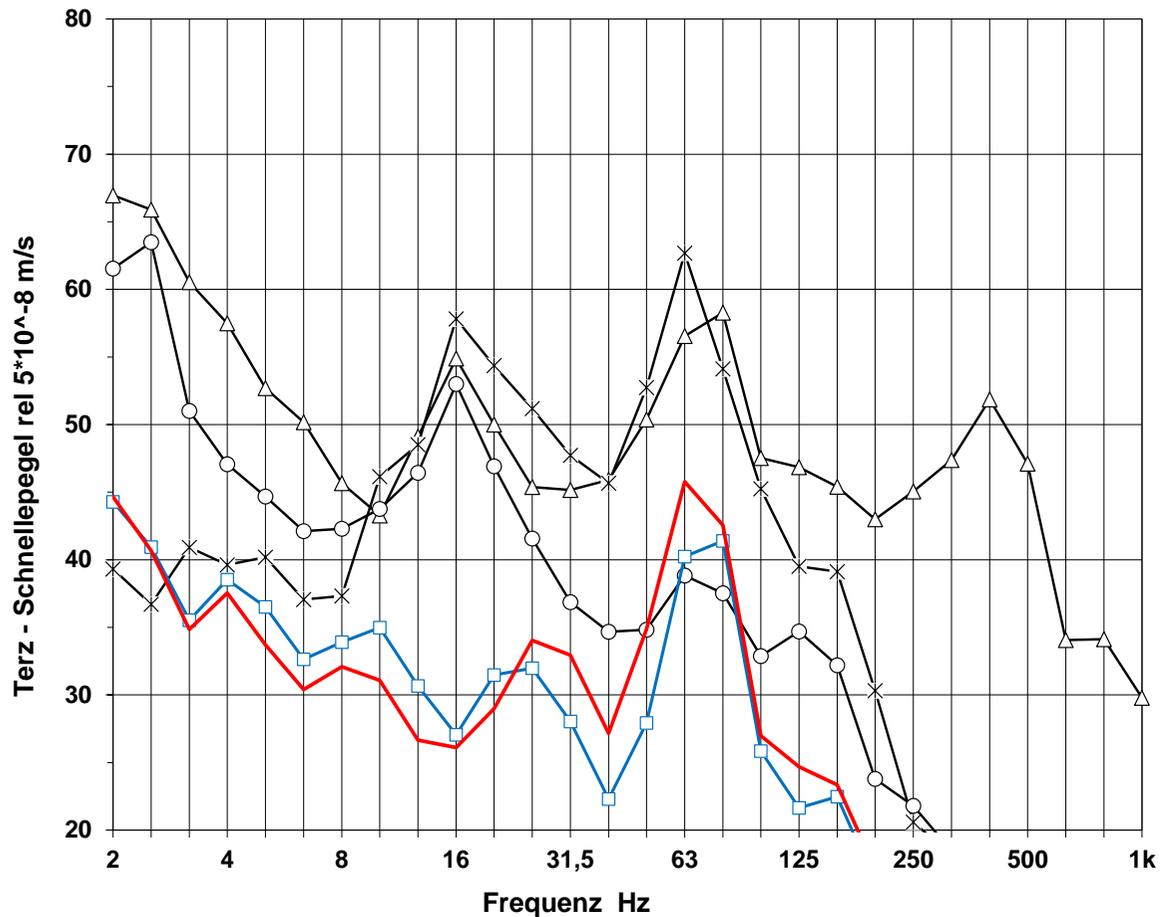
- △— Seitenwand des U-Bahn Schachtes, (MP 1); Messungen 1994
- ×— Schlitzwand an Baugrube, Messpunkt MP2; Untersuchungen 1995
- Gebäude - Seitenwand (MP 5); Messungen 1996
- Gebäude - Seitenwand (MP 5); Messungen 2006
- — Gebäude - Seitenwand (MP 5); Messungen 2018

Bezugsschnelle  $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$   
 Terzanalysator Brüel & Kjaer 2144, Messzeit 10 s., energetische Mittelungen aus mehreren Zug – Vorbeifahrten  
 Lage der Messpunkte siehe A 74657 (Grundriss) und A 74658 (Schnitt)

**Ingenieurgesellschaft für Akustik und Bauphysik mbH & Co. KG**  
 Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Schnellepegel an MP 5 (UG) im Vergleich**  
**Gegenüberstellung Mittelwerte aus Messungen 1994-1996; 2006 und 2018**  
 Auftraggeber: BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH; Bad Berleburg

A74665 / 5076  
 2018 / 08



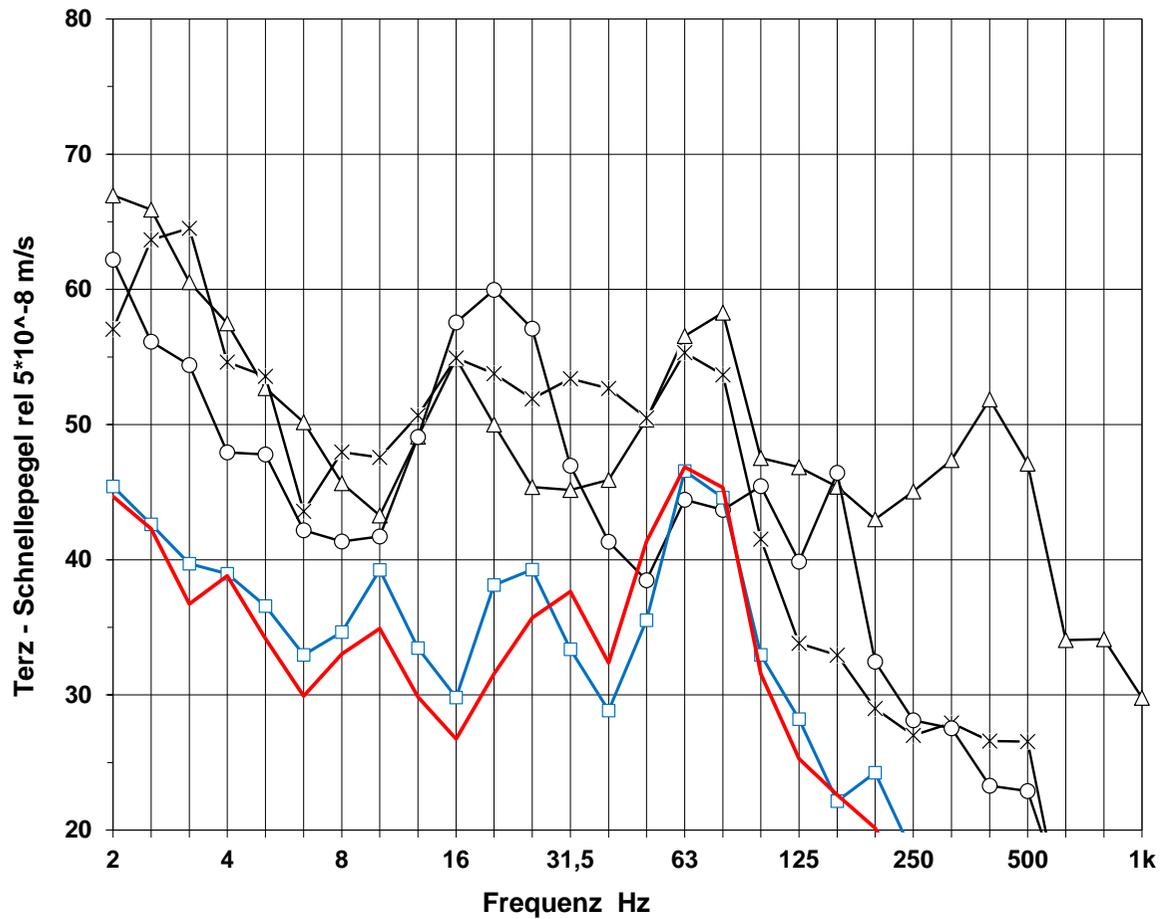
- △— Seitenwand des U-Bahn Schachtes, (MP 1); Messungen 1994
- ×— Schlitzwand an Baugrube, Messpunkt MP3; Untersuchungen 1995
- Gebäude - Seitenwand (MP 6); Messungen 1996
- Gebäude - Seitenwand (MP 6); Messungen 2006
- — Gebäude - Seitenwand (MP 6); Messungen 2018

Bezugsschnelle  $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$   
 Terzanalysator Brüel & Kjaer 2144, Messzeit 10 s., energetische Mittelungen aus mehreren Zug – Vorbeifahrten  
 Lage der Messpunkte siehe A 74657 (Grundriss) und A 74658 (Schnitt)

**Ingenieurgesellschaft für Akustik und Bauphysik mbH & Co. KG**  
 Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Schnellepegel an MP 6 (UG) im Vergleich**  
**Gegenüberstellung Mittelwerte aus Messungen 1994-1996; 2006 und 2018**  
 Auftraggeber: BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH; Bad Berleburg

A74666 / 5076  
 2018 / 08



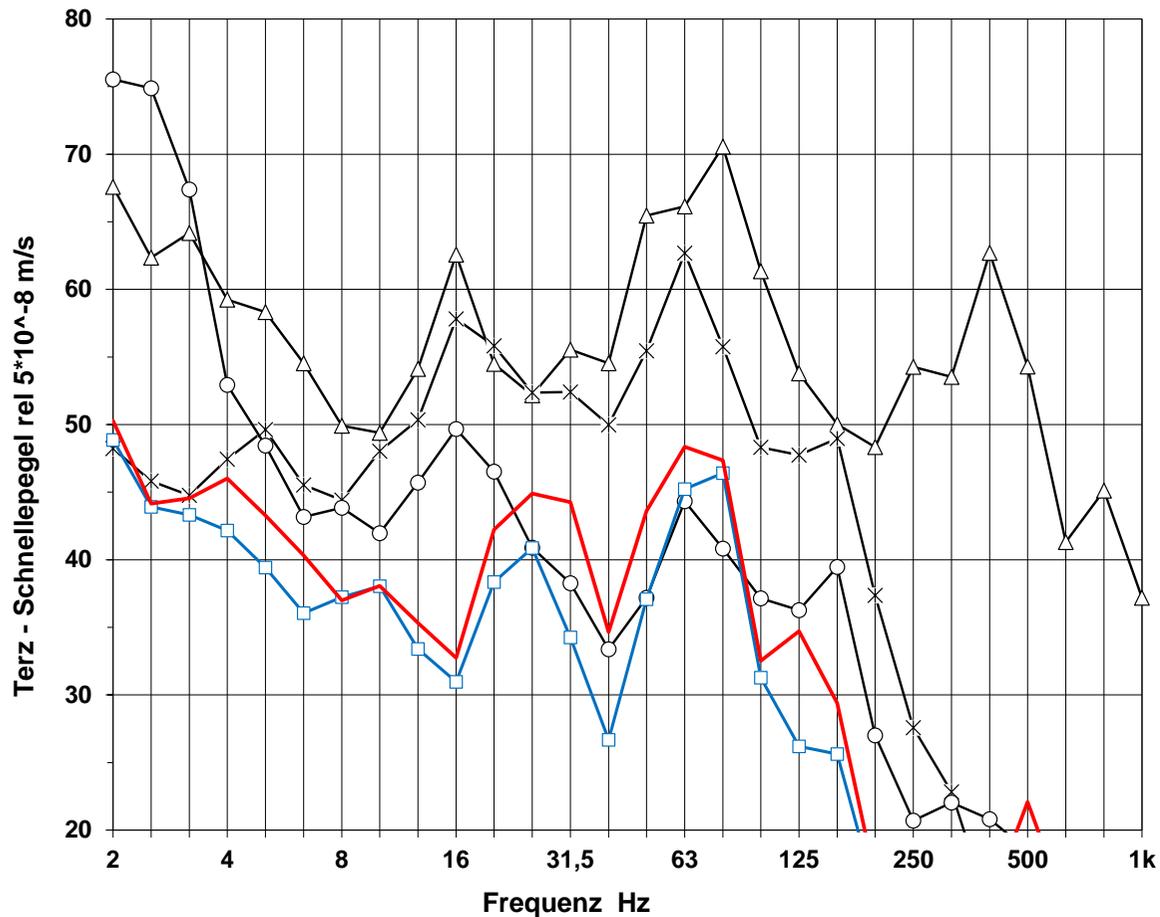
- △— Seitenwand des U-Bahn Schachtes, (MP 1); Messungen 1994
- ×— Schlitzwand an Baugrube, Messpunkt MP2; Untersuchungen 1995
- Gebäude - Seitenwand (MP 9); Messungen 1996
- Gebäude - Seitenwand (MP 9); Messungen 2006
- Gebäude - Innenwand (MP 10); Messungen 2018

Bezugsschnelle  $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$   
 Terzanalysator Brüel & Kjaer 2144, Messzeit 10 s., energetische Mittelungen aus mehreren Zug – Vorbeifahrten  
 Lage der Messpunkte siehe A 74657 (Grundriss) und A 74658 (Schnitt)

**Ingenieurgesellschaft für Akustik und Bauphysik mbH & Co. KG**  
 Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Schnellepegel an MP 10 (EG) im Vergleich**  
**Gegenüberstellung Mittelwerte aus Messungen 1994-1996; 2006 und 2018**  
 Auftraggeber: BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH; Bad Berleburg

A74667 / 5076  
 2018 / 08



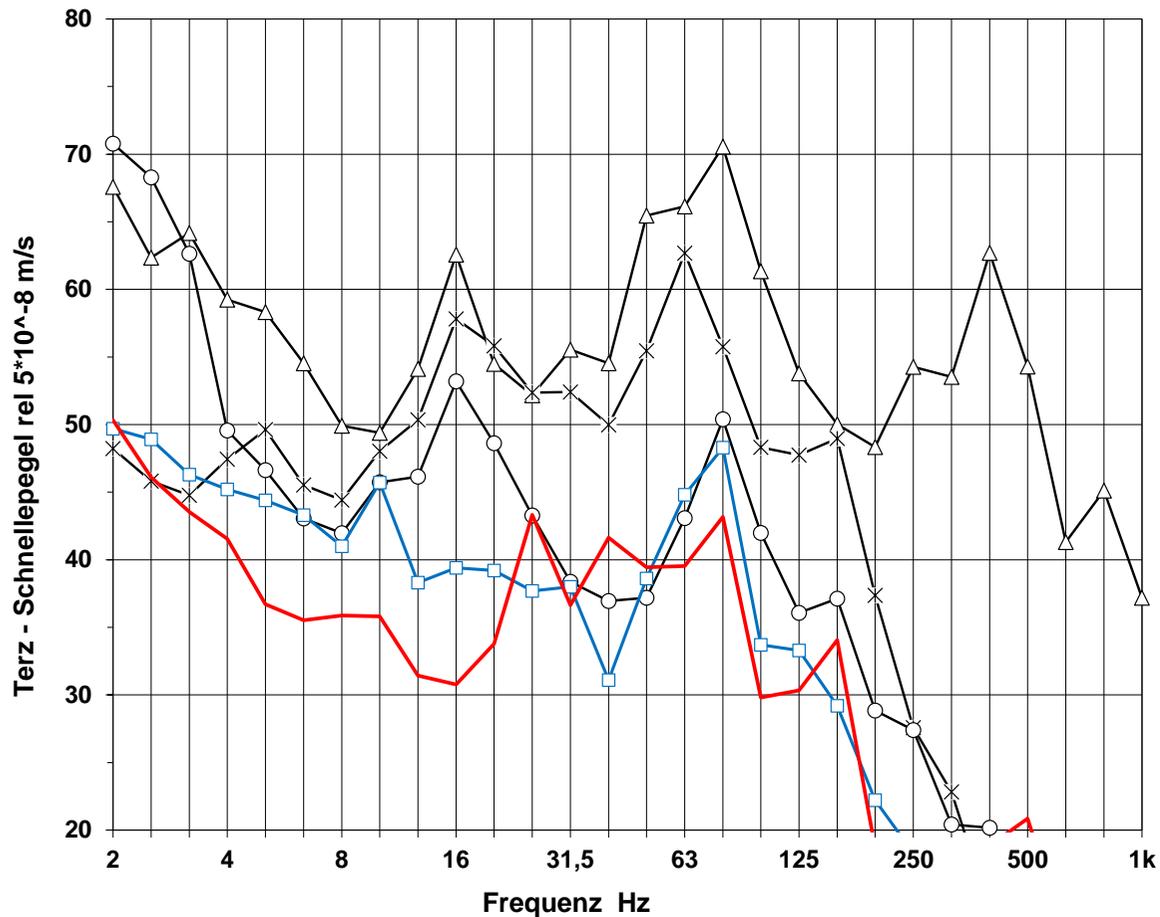
- △— Seitenwand des U-Bahn Schachtes, (MP 1); Messungen 1994
- ×— Schlitzwand an Baugrube, Messpunkt MP3; Untersuchungen 1995
- Gebäude - Seitenwand (MP 4): Messungen 1996
- Gebäude - Seitenwand (MP 4): Messungen 2006
- — Gebäude - Seitenwand (MP 4): Messungen 2018

Bezugsschnelle  $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$   
 Terzanalysator Brüel & Kjaer 2144, Messzeit 10 s., energetische Mittelungen aus mehreren Zug – Vorbeifahrten  
 Lage der Messpunkte siehe A 74657 (Grundriss) und A 74658 (Schnitt)  
 energetisches Mittel über 10 s der Zug-Vorbeifahrt mit stärkster Schwingungimmission in Terzbändern

**Ingenieurgesellschaft für Akustik und Bauphysik mbH & Co. KG**  
 Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Schnellepegel an MP 4 (UG) im Vergleich**  
**Gegenüberstellung Maximalwerte aus Messungen 1994-1996; 2006 und 2018**  
 Auftraggeber: BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH; Bad Berleburg

A74675 / 5076  
 2018 / 08



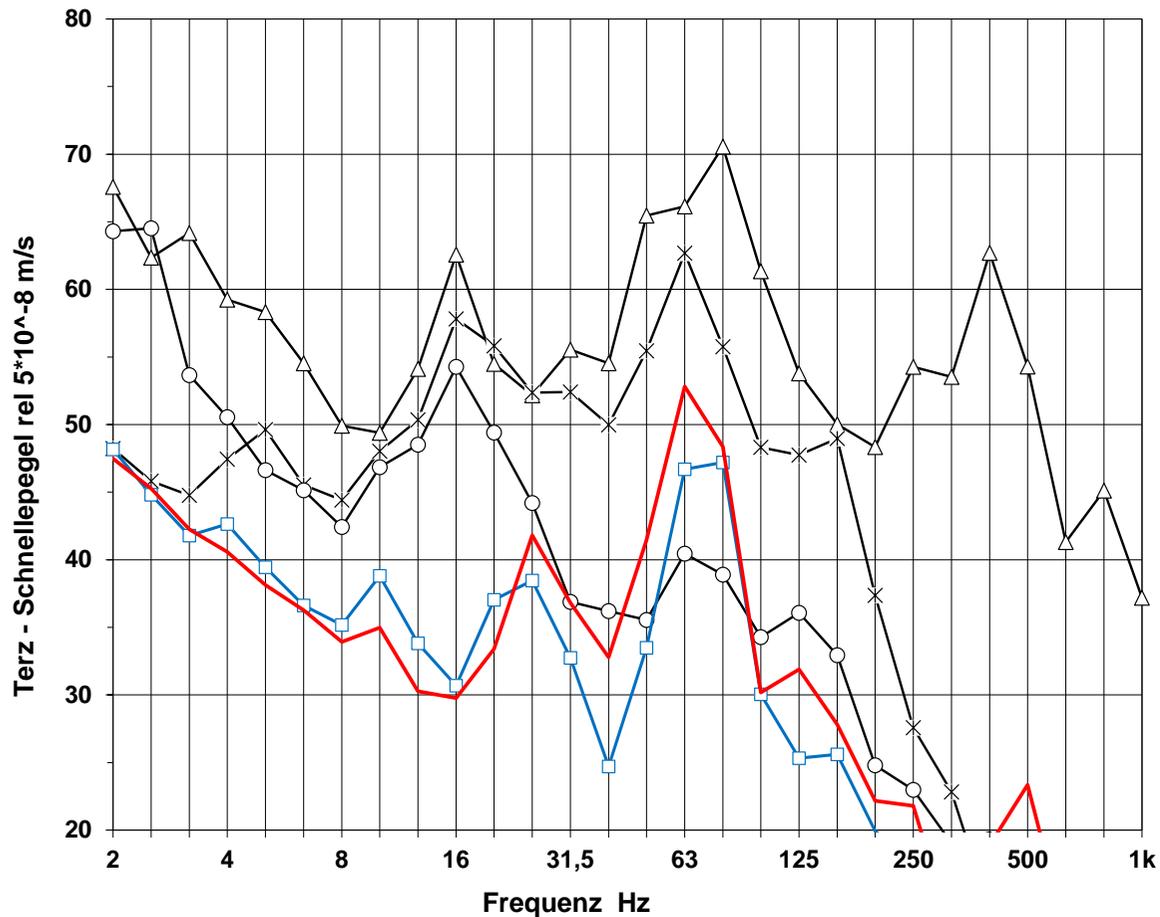
- △— Seitenwand des U-Bahn Schachtes, (MP 1); Messungen 1994
- ×— Schlitzwand an Baugrube, Messpunkt MP2; Untersuchungen 1995
- Gebäude - Seitenwand (MP 5); Messungen 1996
- Gebäude - Seitenwand (MP 5); Messungen 2006
- Gebäude - Seitenwand (MP 5); Messungen 2018

Bezugsschnelle  $v_0 = 5 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$   
 Terzanalysator Brüel & Kjaer 2144, Messzeit 10 s., energetische Mittelungen aus mehreren Zug – Vorbeifahrten  
 Lage der Messpunkte siehe A 74657 (Grundriss) und A 74658 (Schnitt)  
 energetisches Mittel über 10 s der Zug-Vorbeifahrt mit stärkster Schwingungimmission in Terzbändern

**Ingenieurgesellschaft für Akustik und Bauphysik mbH & Co. KG**  
 Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Schnellepegel an MP 5 (UG) im Vergleich**  
**Gegenüberstellung Maximalwerte aus Messungen 1994-1996; 2006 und 2018**  
 Auftraggeber: BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH; Bad Berleburg

A74676 / 5076  
 2018 / 08



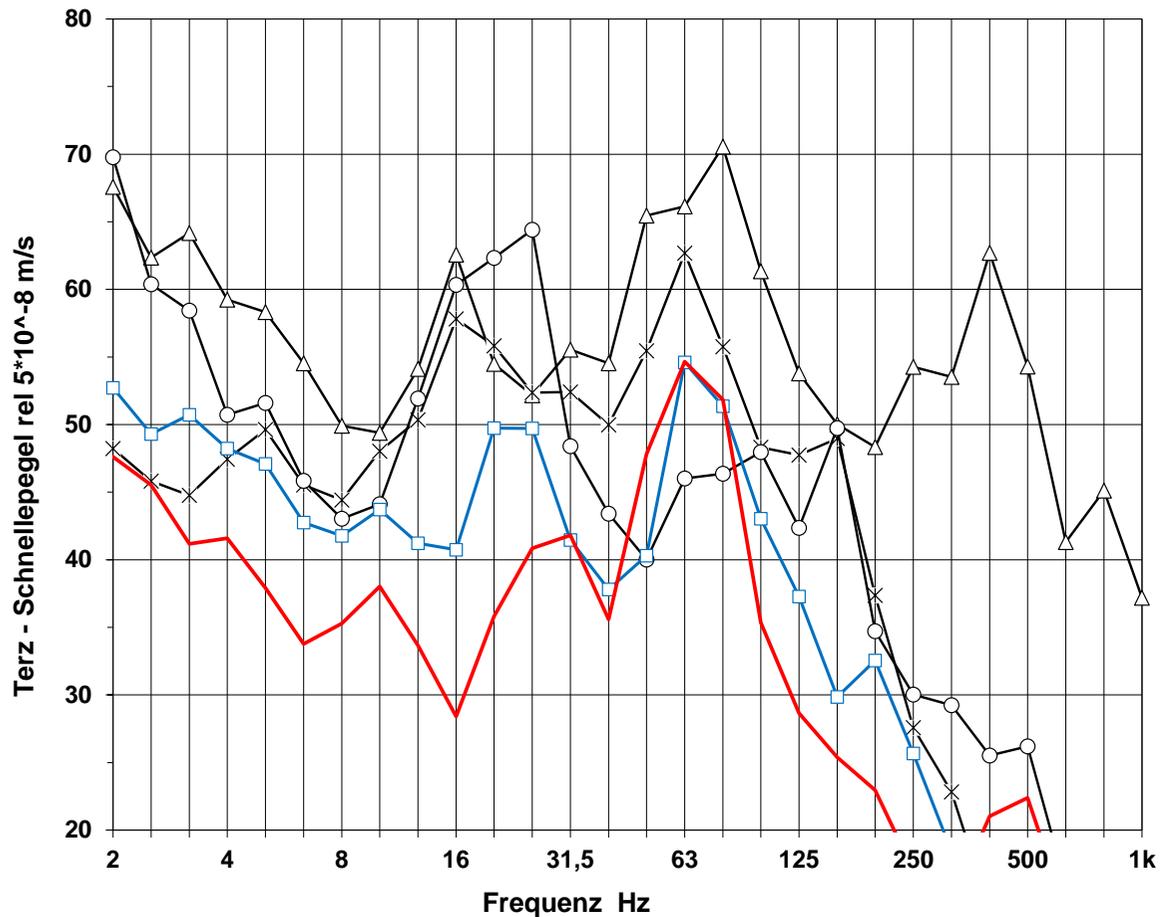
- △— Seitenwand des U-Bahn Schachtes, (MP 1); Messungen 1994
- ×— Schlitzwand an Baugrube, Messpunkt MP2; Untersuchungen 1995
- Gebäude - Seitenwand (MP 6); Messungen 1996
- Gebäude - Seitenwand (MP 6); Messungen 2006
- — Gebäude - Seitenwand (MP 6); Messungen 2018

Bezugsschnelle  $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$   
 Terzanalysator Brüel & Kjaer 2144, Messzeit 10 s., energetische Mittelungen aus mehreren Zug – Vorbeifahrten  
 Lage der Messpunkte siehe A 74657 (Grundriss) und A 74658 (Schnitt)  
 energetisches Mittel über 10 s der Zug-Vorbeifahrt mit stärkster Schwingungimmission in Terzbändern

**Ingenieurgesellschaft für Akustik und Bauphysik mbH & Co. KG**  
 Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Schnellepegel an MP 6 (UG) im Vergleich**  
**Gegenüberstellung Maximalwerte aus Messungen 1994-1996; 2006 und 2018**  
 Auftraggeber: BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH; Bad Berleburg

A74677 / 5076  
 2018 / 08



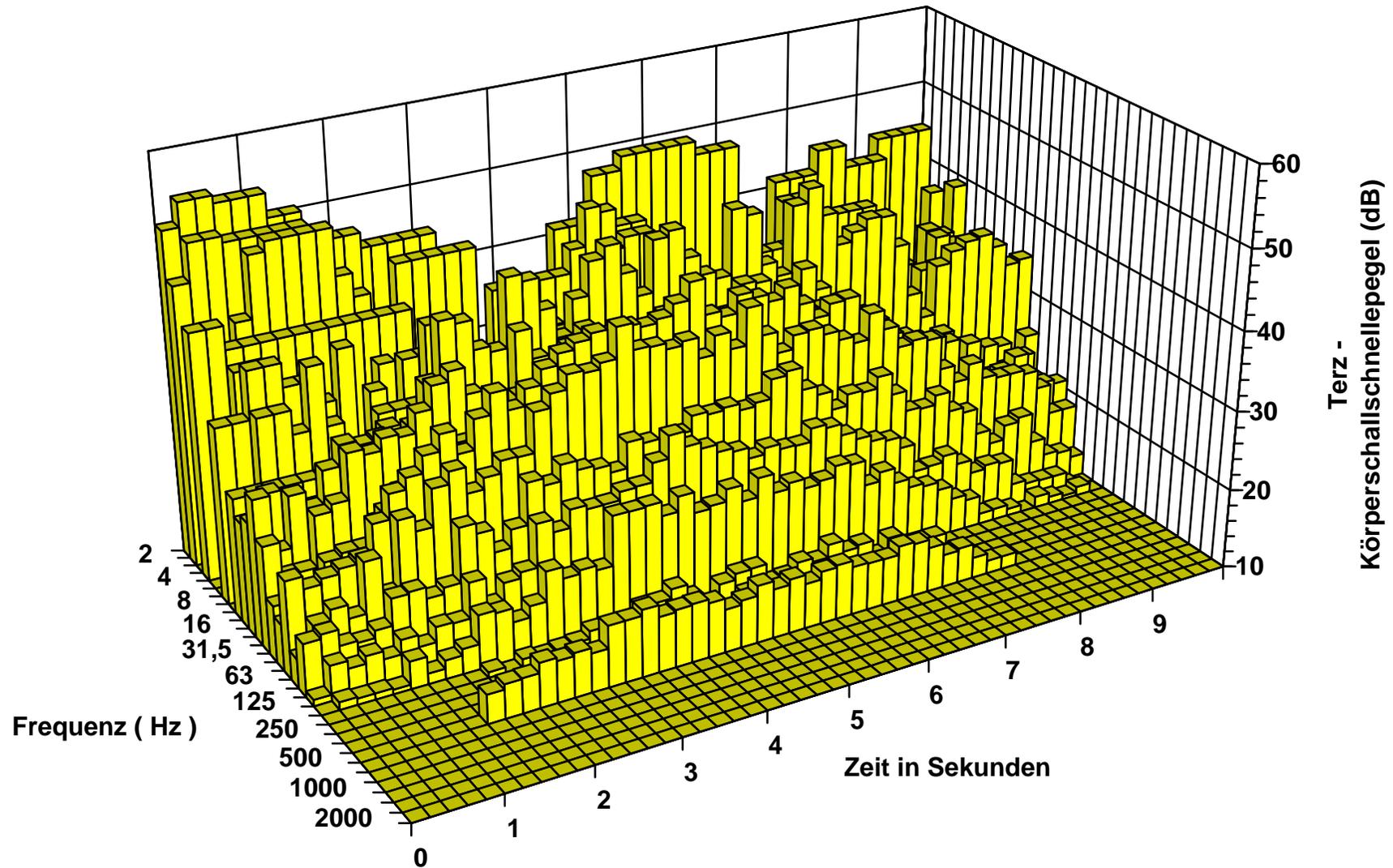
- △— Seitenwand des U-Bahn Schachtes, (MP 1); Messungen 1994
- ×— Schlitzwand an Baugrube, Messpunkt MP2; Untersuchungen 1995
- Gebäude - Seitenwand (MP 5); Messungen 1996
- Gebäude - Seitenwand (MP 9); Messungen 2006
- — Gebäude - Treppenhauswand (MP 10); Messungen 2018

Bezugsschnelle  $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$   
 Terzanalysator Brüel & Kjaer 2144, Messzeit 10 s., energetische Mittelungen aus mehreren Zug – Vorbeifahrten  
 Lage der Messpunkte siehe A 74657 (Grundriss) und A 74658 (Schnitt)  
 energetisches Mittel über 10 s der Zug-Vorbeifahrt mit stärkster Schwingungimmission in Terzbändern

 **Ingenieurgesellschaft für Akustik und Bauphysik mbH & Co. KG**  
 Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Schnellepegel an MP 10 (EG) im Vergleich**  
**Gegenüberstellung Maximalwerte aus Messungen 1994-1996; 2006 und 2018**  
 Auftraggeber: BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH; Bad Berleburg

A74678 / 5076  
 2018 / 08



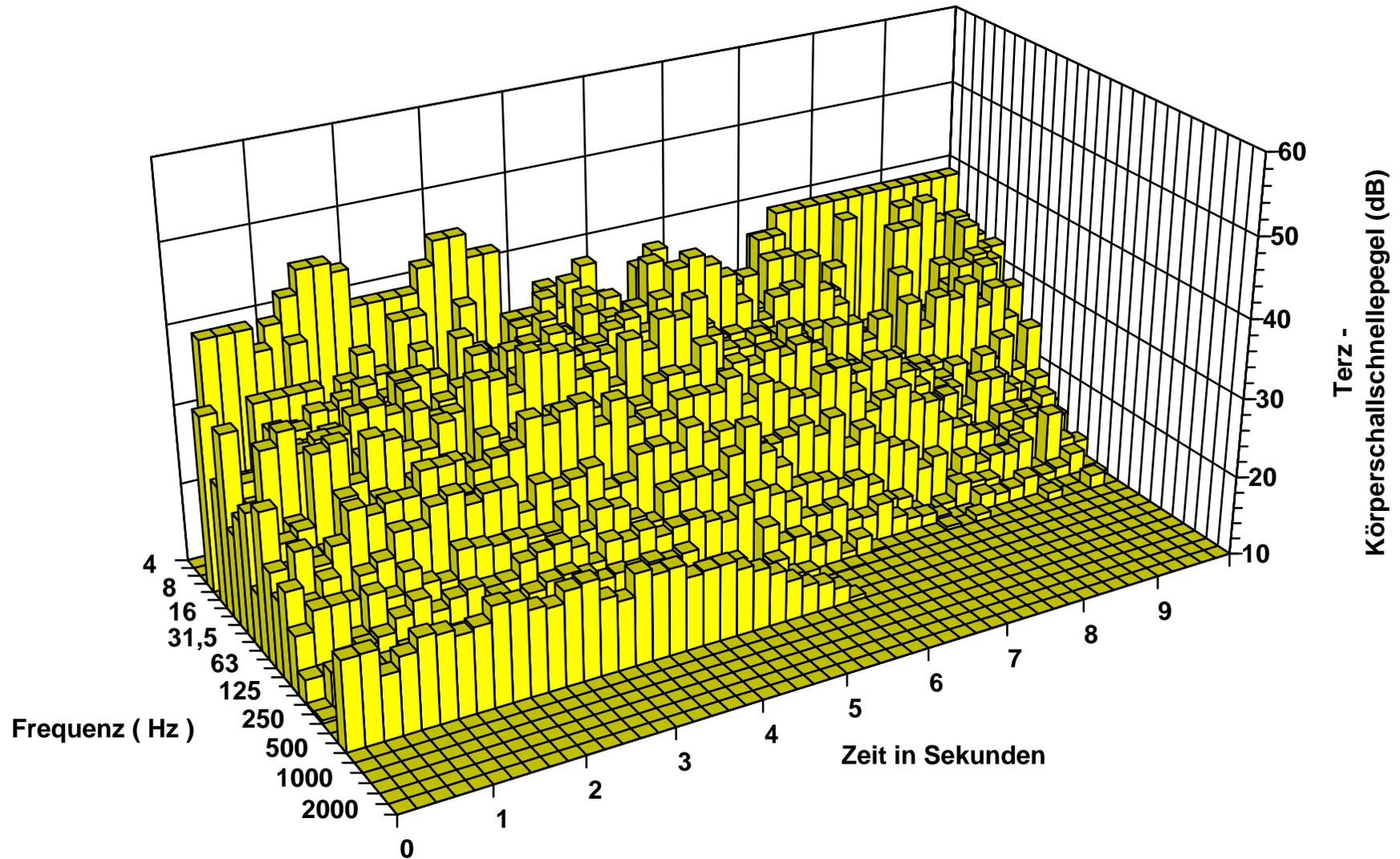
Messung am 23.07.2018; 18:29h; Sensor an Gebäude – Außenwand 1. UG; Bezugsschnelle  $v_0 = 5 \times 10^{-8}$  m/s  
 Terzanalysator Brüel & Kjaer 2144, Zeitbewertung „Fast“, zeitlicher Abstand der Spektren 0,2s  
 Lage der Messpunkte siehe A 74657 (Grundriss) und A 74658 (Schnitt)



**Ingenieurgesellschaft für Akustik  
 und Bauphysik mbH & Co. KG**  
 Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Terz – Multispektrum an MP 4 (1. UG)**  
**Untersuchungen zu U-Bahn-Schwingungen, Kapweg, Berlin**  
 Auftraggeber: BSW, Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, Bad Berleburg

A74679 / 5076  
 2018 / 08



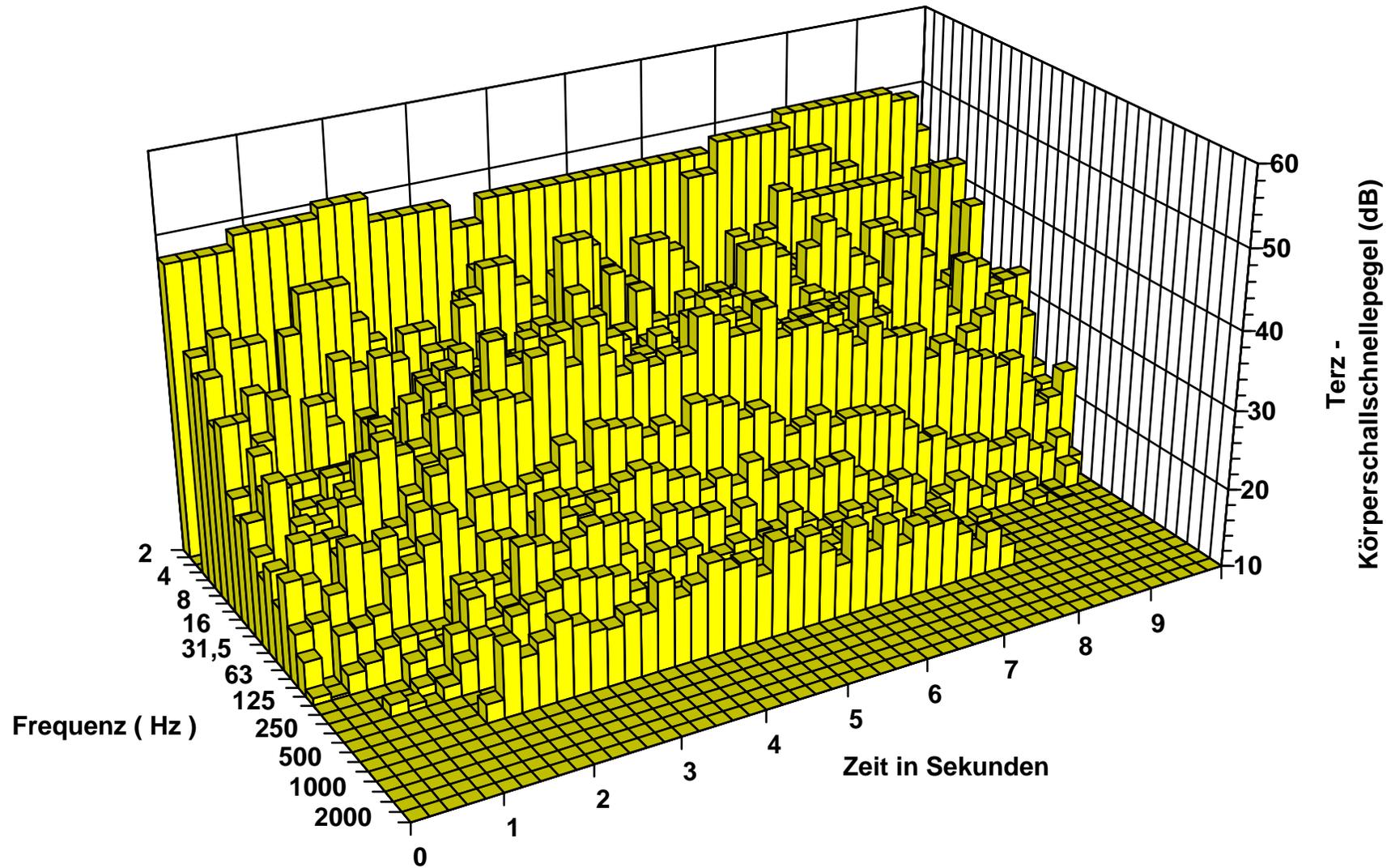
Messung am 23.07.2018; 16:39h; Sensor an Gebäude – Außenwand 1. UG; Bezugsschnelle  $v_0 = 5 \times 10^{-8}$  m/s  
 Terzanalysator Brüel & Kjaer 2144, Zeitbewertung „Fast“, zeitlicher Abstand der Spektren 0,2s  
 Lage der Messpunkte siehe A 74657 (Grundriss) und A 74658 (Schnitt)



**Ingenieurgesellschaft für Akustik  
 und Bauphysik mbH & Co. KG**  
 Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Terz – Multispektrum an MP 5 (1. UG)**  
**Untersuchungen zu U-Bahn-Schwingungen, Kapweg, Berlin**  
 Auftraggeber: BSW, Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, Bad Berleburg

A74680 / 5076  
 2018 / 08



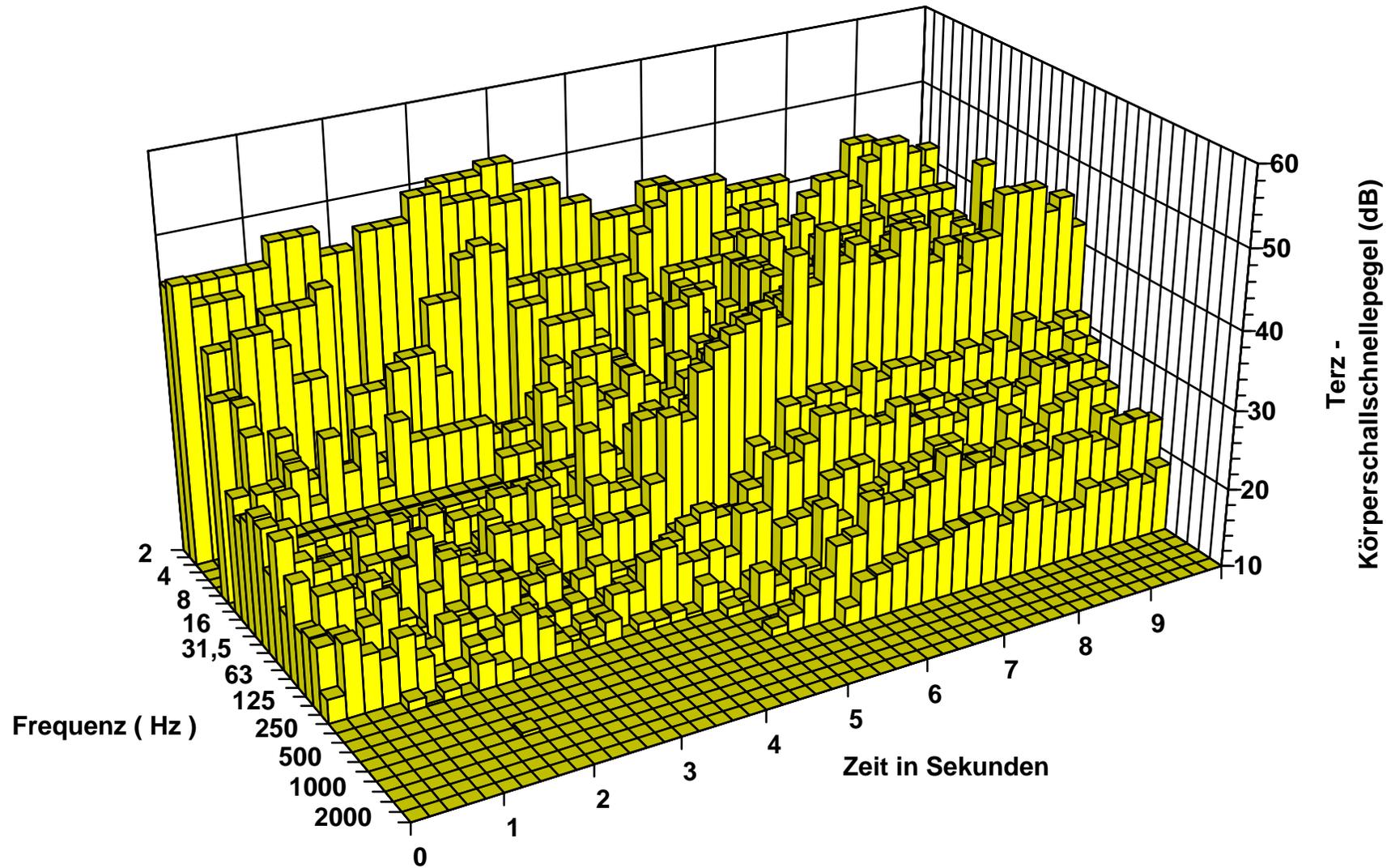
Messung am 23.07.2018; 19:47h; Sensor an Gebäude – Außenwand 1. UG; Bezugsschnelle  $v_0 = 5 \times 10^{-8}$  m/s  
 Terzanalysator Brüel & Kjaer 2144, Zeitbewertung „Fast“, zeitlicher Abstand der Spektren 0,2s  
 Lage der Messpunkte siehe A 74657 (Grundriss) und A 74658 (Schnitt)



**Ingenieurgesellschaft für Akustik  
 und Bauphysik mbH & Co. KG**  
 Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Terz – Multispektrum an MP 6 (1. UG)**  
**Untersuchungen zu U-Bahn-Schwingungen, Kapweg, Berlin**  
 Auftraggeber: BSW, Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, Bad Berleburg

A74681 / 5076  
 2018 / 08



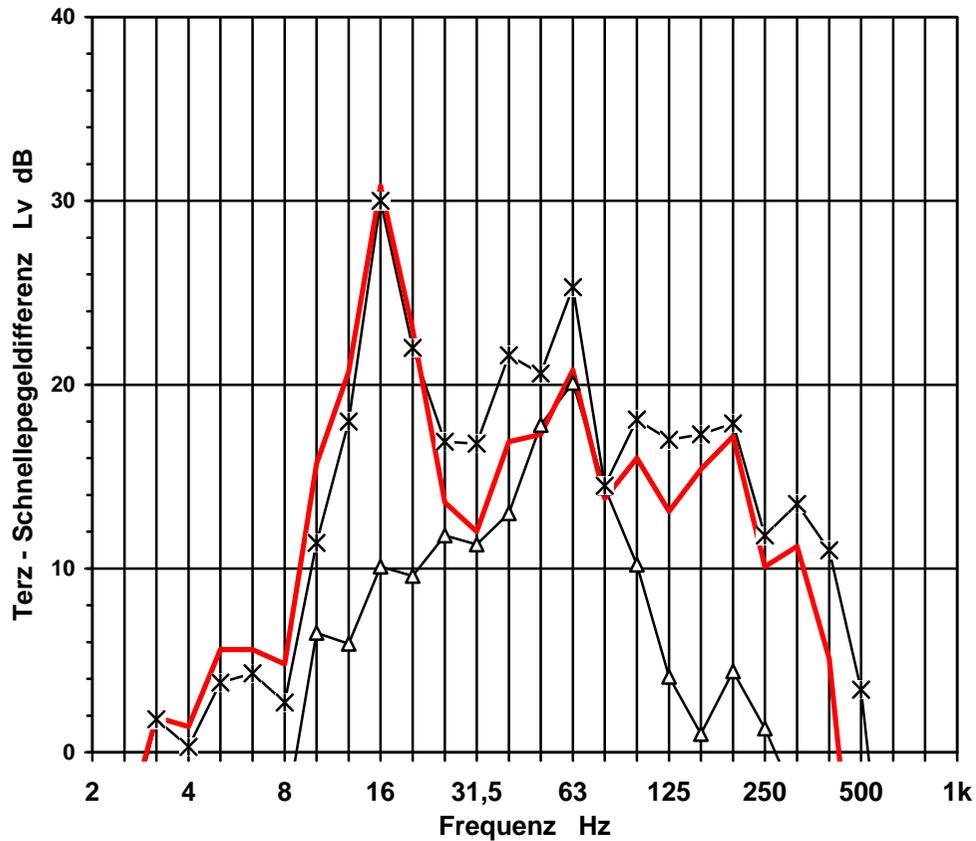
Messung am 23.07.2018; 20:24h; Sensor an Treppenhauswand EG; Bezugsschnelle  $v_0 = 5 \times 10^{-8}$  m/s  
 Terzanalysator Brüel & Kjaer 2144, Zeitbewertung „Fast“, zeitlicher Abstand der Spektren 0,2s  
 Lage der Messpunkte siehe A 74657 (Grundriss) und A 74658 (Schnitt)



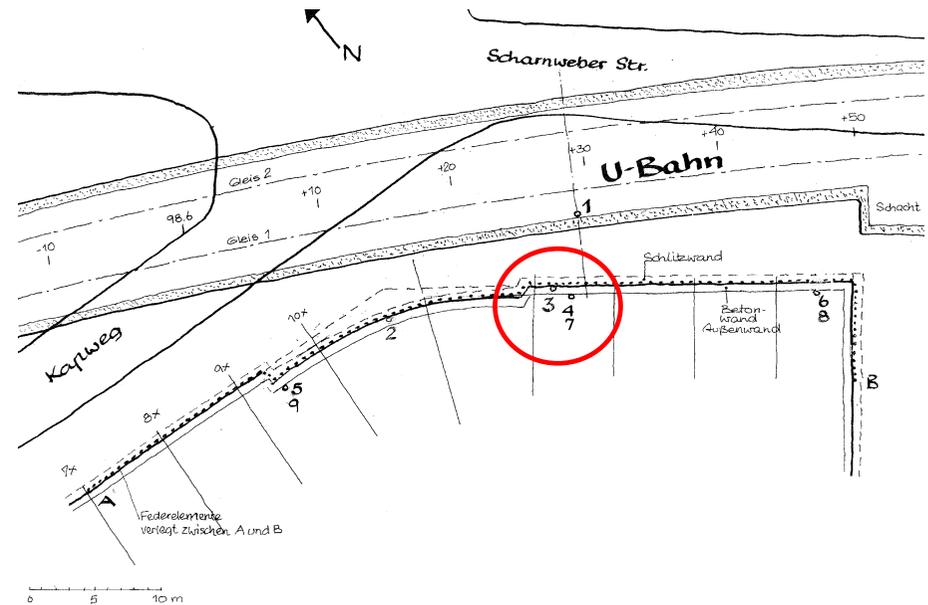
**Ingenieurgesellschaft für Akustik  
 und Bauphysik mbH & Co. KG**  
 Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Terz – Multispektrum an MP 10 (EG)**  
**Untersuchungen zu U-Bahn-Schwingungen, Kapweg, Berlin**  
 Auftraggeber: BSW, Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, Bad Berleburg

A74682 / 5076  
 2018 / 08



- △— Messungen 1996
- ✱— Messungen 2006
- — Messungen 2018



Grundriss – Ausschnitt mit Eintragung der Messpunkte  
 Schnellepegeldifferenz MP 3 (Messung 1995) – MP 4 (Messungen 1995; 2006; 2018)  
 Gegenüberstellung gemessener Körperschall – Schnellepegel siehe A 74664  
 Lage der Messpunkte siehe auch A 74658 (Schnitt)

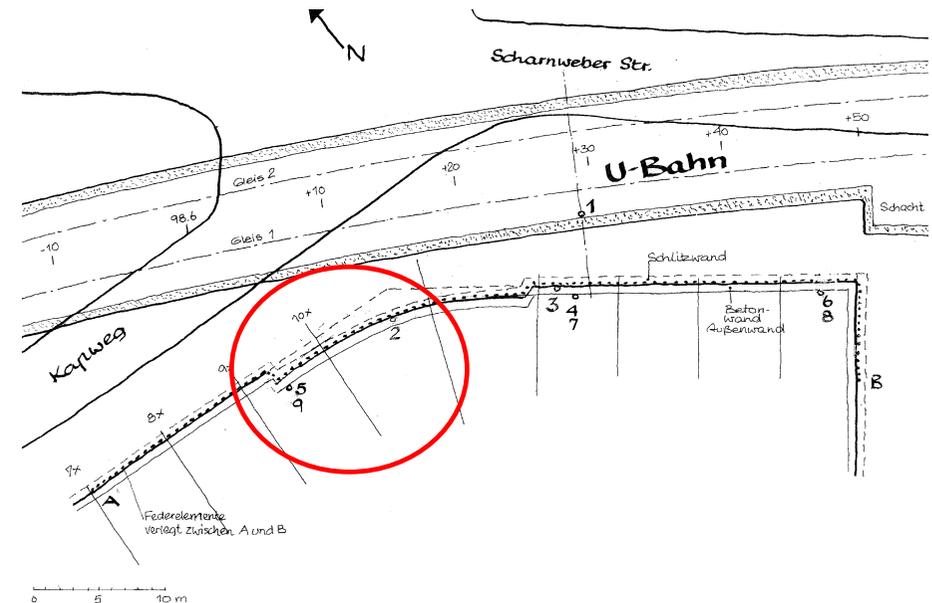
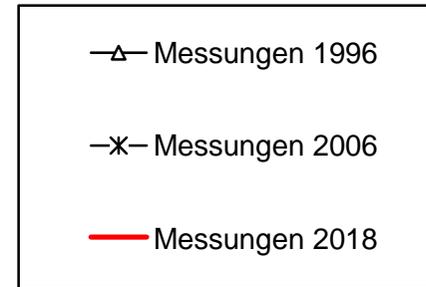
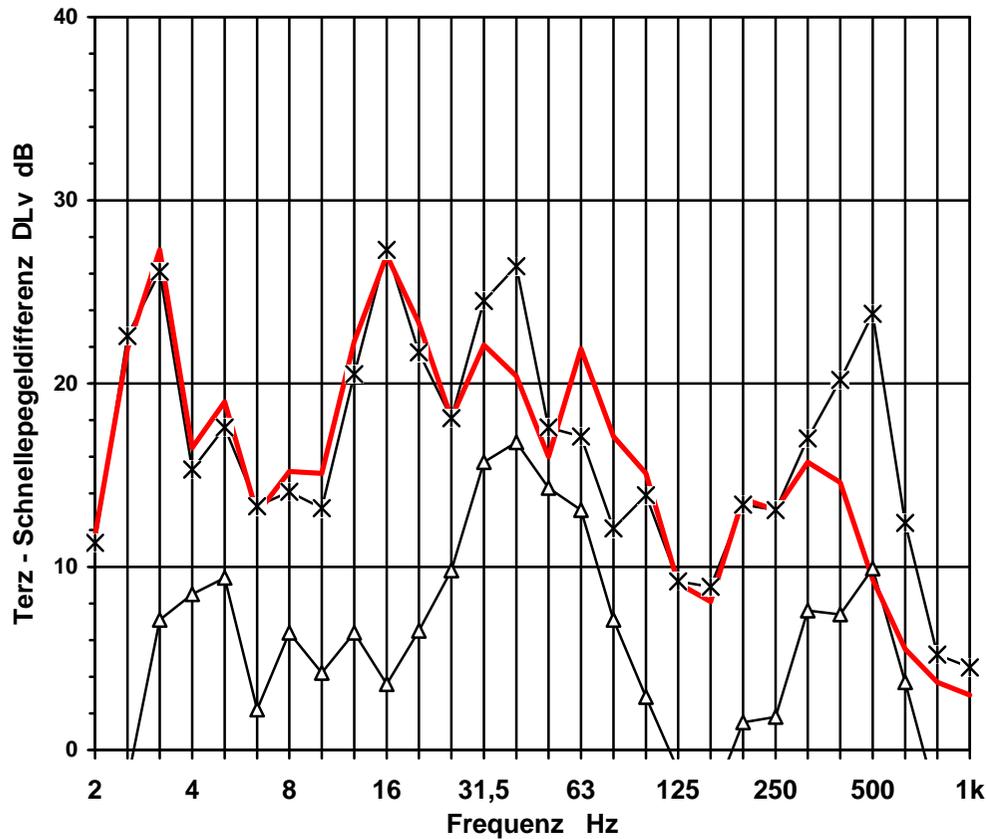


**Ingenieurgesellschaft für Akustik  
 und Bauphysik mbH & Co. KG**  
 Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Schnellepegel Differenz Schlitzwand zu Gebäude: MP 4**  
**Gegenüberstellung Mittelwerte zu Messungen 1996; 2006 und 2018**

Auftraggeber: BSW, Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, Bad Berleburg

A74683 / 5076  
 2018 / 08



Grundriss – Ausschnitt mit Eintragung der Messpunkte  
 Schnellepegeldifferenz MP 2 (Messung 1995) – MP 5 (Messungen 1995; 2006; 2018)  
 Gegenüberstellung gemessener Körperschall – Schnellepegel siehe A 74665  
 Lage der Messpunkte siehe auch A 74658 (Schnitt)

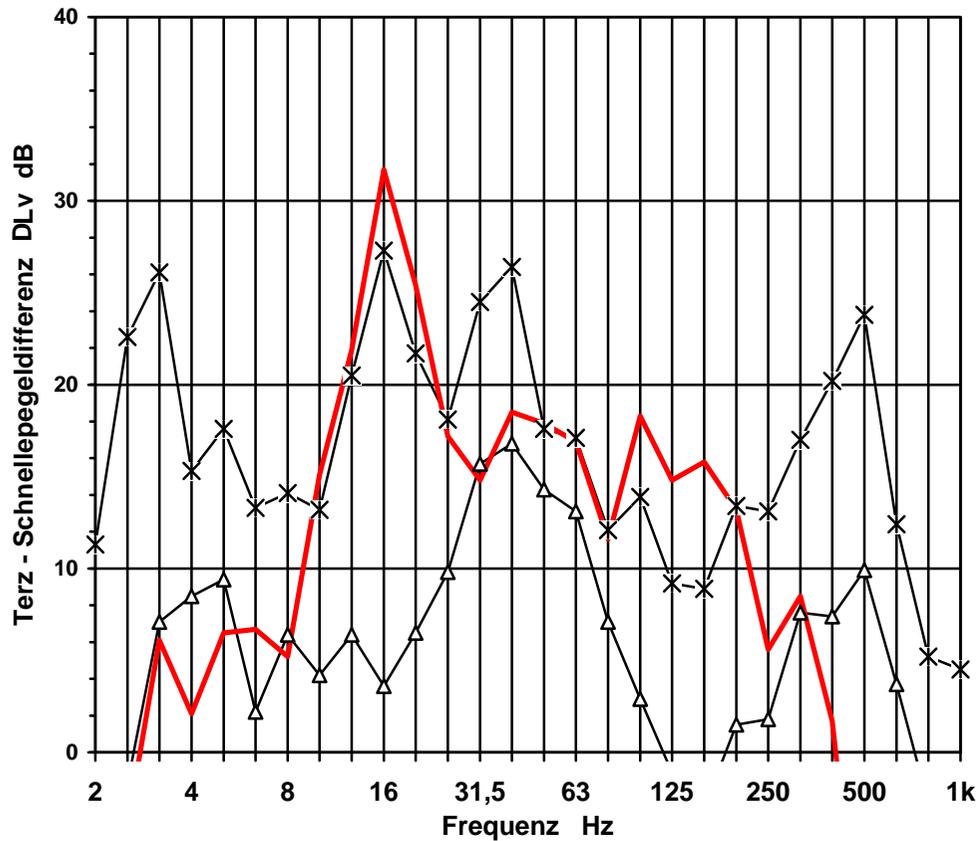


**Ingenieurgesellschaft für Akustik  
 und Bauphysik mbH & Co. KG**  
 Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

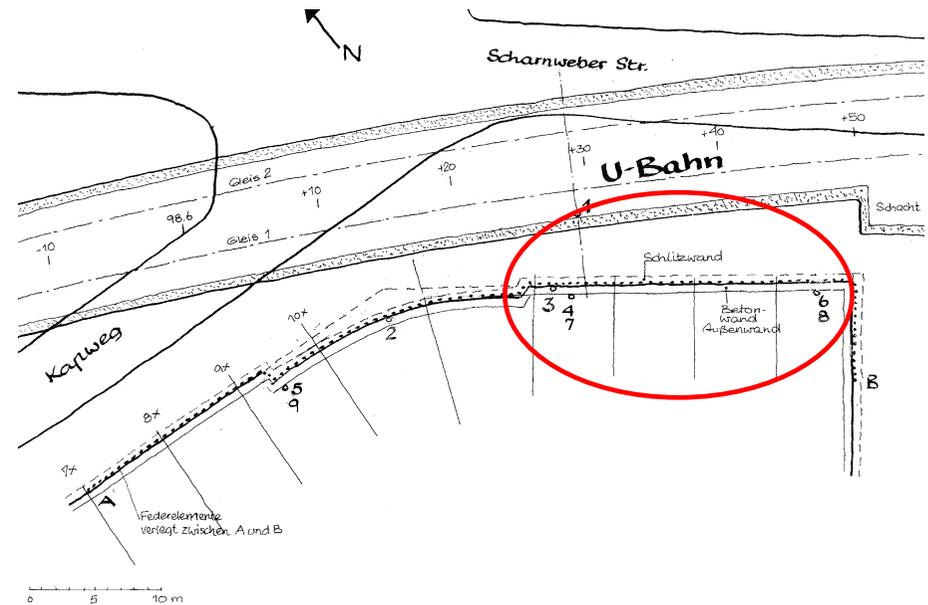
**Schnellepegel Differenz Schlitzwand zu Gebäude: MP 5**  
**Gegenüberstellung Mittelwerte zu Messungen 1996; 2006 und 2018**

Auftraggeber: BSW, Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, Bad Berleburg

A74684 / 5076  
 2018 / 08



- △— Messungen 1996
- \*— Messungen 2006
- — Messungen 2018



Grundriss – Ausschnitt mit Eintragung der Messpunkte  
 Schnellepegeldifferenz MP 3 (Messung 1995) – MP 6 (Messungen 1995; 2006; 2018)  
 Gegenüberstellung gemessener Körperschall – Schnellepegel siehe A 74666  
 Lage der Messpunkte siehe auch A 74658 (Schnitt)

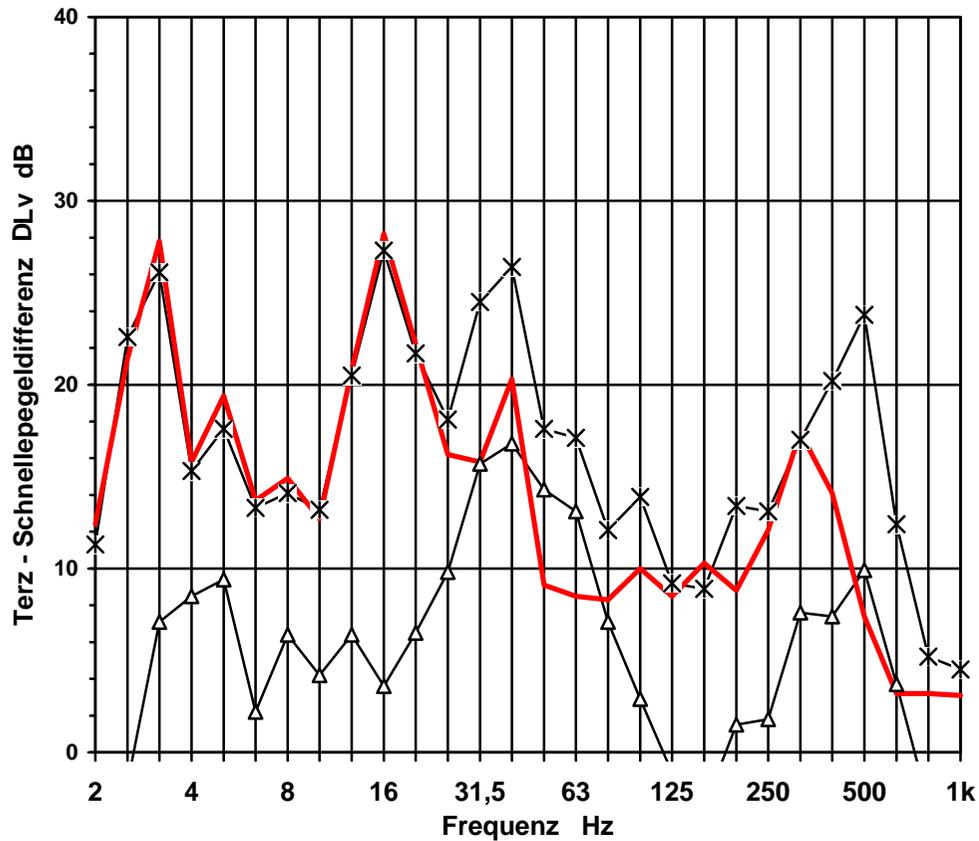


**Ingenieurgesellschaft für Akustik  
 und Bauphysik mbH & Co. KG**  
 Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

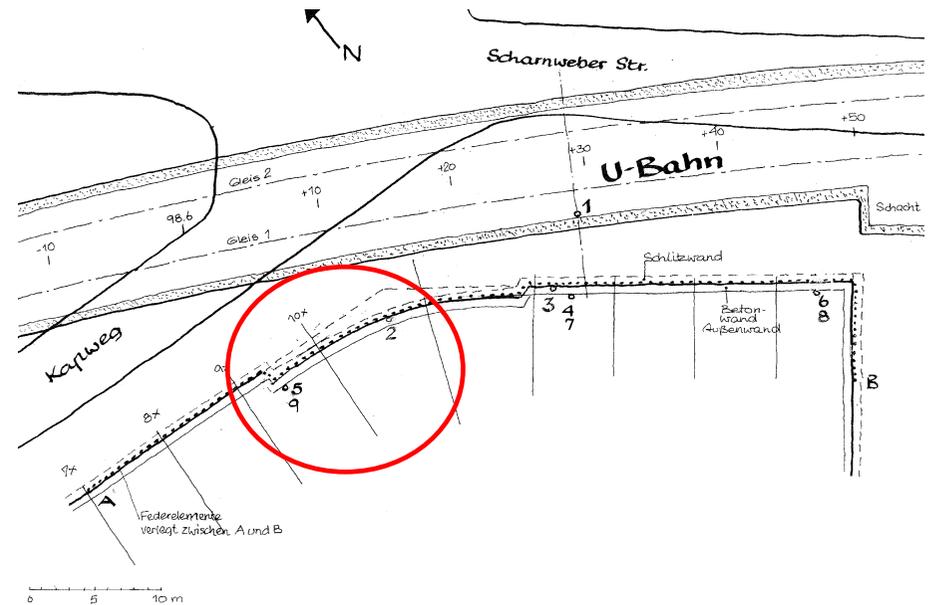
**Schnellepegel Differenz Schlitzwand zu Gebäude: MP 6**  
**Gegenüberstellung Mittelwerte zu Messungen 1996; 2006 und 2018**

Auftraggeber: BSW, Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, Bad Berleburg

A74685 / 5076  
 2018 / 08



- △— Messungen 1996
- \*— Messungen 2006
- Messungen 2018



Grundriss – Ausschnitt mit Eintragung der Messpunkte  
 Schnellepegeldifferenz MP 2 (Messung 1995) – MP 9/10 (Messungen 1995; 2006; 2018)  
 Gegenüberstellung gemessener Körperschall – Schnellepegel siehe A 74667  
 Lage der Messpunkte siehe auch A 74658 (Schnitt)



**Ingenieurgesellschaft für Akustik  
 und Bauphysik mbH & Co. KG**  
 Obere Zeil 4, 61440 Oberursel/Ts  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Schnellepegel Differenz Schlitzwand zu Gebäude: MP 10**  
**Gegenüberstellung Mittelwerte zu Messungen 1996; 2006 und 2018**

Auftraggeber: BSW, Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, Bad Berleburg

A74686 / 5076  
 2018 / 08