

# **Ermittlung und Beurteilung der anteiligen tieffrequenten Geräuschimmissionen**

**in der Wohnnachbarschaft,  
verursacht durch den Betrieb der**



## **Panzerteststrecke**

**der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG  
am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München**

**Gutachten Nr. 3042-18-AA-19-PB003**

**Hartmannsdorf, 25.08.2019**





**Blatt 2**

**Auftrag:** Ermittlung und Beurteilung der anteiligen tieffrequenten Geräuschimmissionen in der Wohnnachbarschaft, verursacht durch den Betrieb der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München

**Auftraggeber:** Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG  
Krauss-Maffei-Straße 11  
80997 München

**Auftragnehmer** SGL Prüf- und Zertifizierungs GmbH  
- Fachbereich Akustik und Schallschutz -  
Burgstädter Straße 20  
09232 Hartmannsdorf

*nach § 29b BImSchG bekannt gegebene Messstelle für Geräusche  
und DAkkS akkreditiert gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2005*

*Tel. 03722 / 73 23 663 Fax: 03722 / 73 23 150*

**Gutachten Nr.:** 3042-18-AA-19-PB003

**Umfang:** 44 Blätter und 6 Anlagen

- 1 Übersichtsluftbild
- 1 Detailliertes Luftbild
- 1 Lageplan
- Fotodokumentation (12 Blätter)
- Detaillierte Messwerte der Geräuschpegelmessungen (6 Blätter)
- Pegel-Zeit-Verläufe der Geräuschpegelmessungen (20 Blätter)
- Terzfrequenzspektren tieffrequente Immissionen (19 Blätter)

**Verteiler** 2 \* Auftraggeber  
1 \* Auftragnehmer

**Datum:** 25.08.2019

**Bearbeiter:** Dipl.-Ing. (FH) E. Schädlich (geprüft)  
Fachbereichsleiter  
Akustik und Schallschutz

Dipl.-Ing. L. Förster (erstellt)



**Blatt 3****Inhalt**

	Blatt
<b>1 Sachverhalt und Aufgabenstellung</b>	<b>4</b>
<b>2 Beschreibung der örtlichen Gegebenheiten und der maßgeblichen Immissionsorte in der Wohnnachbarschaft</b>	<b>6</b>
2.1 Lage der Panzerteststrecke und maßgebliche Immissionsorte in der Nachbarschaft	6
2.2 Beschreibung der Panzerteststrecke	8
<b>3 Grundlagen der Messungen, Berechnungen und Bewertungen</b>	<b>9</b>
<b>4 Anhaltswerte für tieffrequente Geräuschimmissionen nach Beiblatt 1 zu DIN 45680</b>	<b>12</b>
<b>5 Durchführung der Geräuschpegelmessungen</b>	<b>15</b>
5.1 Allgemeine Angaben	15
5.2 Ablauf der Geräuschpegelmessungen	20
<b>6 Ergebnisse der Geräuschpegelmessungen</b>	<b>21</b>
6.1 Messwerte im tieffrequenten Bereich für den Betrieb der Panzerteststrecke mit Kettenfahrzeugen im Freibereich der maßgeblichen Immissionsorte (IO 1 bis IO 7)	21
6.2 Umfang der durch die Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG derzeit und zukünftig stattfindenden Nutzung der Panzerteststrecke	21
6.3 Berechnung der Z-bewerteten (linearen) Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$ und der Z-bewerteten (linearen) maximalen Terz-Schalldruckpegel $L_{TerzFmax}$ des tieffrequenten Schalls - gültig für den Freibereich der maßgeblichen Immissionsorte IO 1 bis IO 7	22
6.4 Berechnung der Z-bewerteten (linearen) Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$ und der Z-bewerteten (linearen) maximalen Terz-Schalldruckpegel $L_{TerzFmax}$ des tieffrequenten Schalls im Inneren der schutzbedürftigen Räume der Immissionsorte IO 1 bis IO 7 in der Nachbarschaft und Vergleich mit den höchstzulässigen Werten	23
6.5 Übersichtliche Darstellung aller Ergebnisse der messtechnischen Ermittlungen hinsichtlich der festgestellten maximalen Überschreitung (+) bzw. minimalen Unterschreitung (-) der Anhaltswerte für den tieffrequenten Schall gemäß DIN 45680	35
6.6 Qualität der Messergebnisse	38
<b>7 Bewertung der tieffrequenten Schallimmissionen in der Wohnnachbarschaft</b>	<b>39</b>

**6 Anlagen**

**Blatt 4****1 Sachverhalt und Aufgabenstellung**

Die Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG (im Folgenden auch als Fa. KMW bezeichnet) betreibt seit dem Jahre 1964 am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München u.a. eine Panzerteststrecke für Rad- und Kettenfahrzeuge. Die Anlage ist nach Nr. 10.17.1 der 4. BImSchV /2/ zu beurteilen und wurde mit Datum vom 05.11.2003 gemäß § 67 Abs. 2 BImSchG /1/ angezeigt. Spätere Genehmigungen nach § 4 BImSchG oder nach § 16 BImSchG existieren nicht.

Da weder belastbare Emissionsdaten für die auf der Panzerteststrecke zum Einsatz kommenden Fahrzeuge vorliegen noch solche für die unterschiedlichen Fahrsituationen der Fahrzeuge bekannt sind, wurden die tatsächlich auftretenden Geräuschemissionen aus Schalldruckpegelmessungen an der bestehenden Panzerteststrecke bestimmt.

Das Ingenieurbüro für Lärmschutz Förster & Wolgast aus Chemnitz war als eine im gesamten Bundesgebiet gemäß § 29b BImSchG bekannt gegebene Messstelle mit der Ermittlung und Beurteilung der durch den Betrieb der Panzerteststrecke verursachten Geräuschemissionen betraut worden. Dieses Büro wurde am 01.08.2018 mit allen Rechten und Pflichten sowie allen Mitarbeitern und Kundenkontakten von der SGL Prüf- und Zertifizierungs GmbH übernommen. Diese hat einen Vertrag mit der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG zur Weiterführung der schalltechnischen Beratungen im Zusammenhang mit dem Betrieb der Panzerteststrecke geschlossen.

Der vom Ingenieurbüro für Lärmschutz Förster & Wolgast erstellte schalltechnische Messbericht Nr. 29816-2 vom 30.04.2018, dessen Inhalt am 30.03.2017 gemeinsam mit dem RGU der Landeshauptstadt München als zuständige Behörde beraten wurde, liegt in einer aktuell von der SLG Prüf- und Zertifizierungs GmbH überarbeiteten Fassung vom 20.08.2019 mit der Gutachten Nr. 3042-18-AA-19-PB002 /21/ vor. Die Ergebnisse der vorgenommenen Ermittlung und Beurteilung der A-bewerteten Geräuschemissionen der Fahrzeuge und an der „Schnittstelle“ zu zukünftigen Schallausbreitungsrechnungen bis in die Wohnnachbarschaft ergaben

- folgende Beurteilungspegel am Messpunkt „MP 2“:
  - $L_{r,Tag} = 51,8 \text{ dB(A)}$  für den „Leopard 1“, den „Boxer“ und den „IVECO“
  - $L_{r,Tag} = 51,4 \text{ dB(A)}$  für den „Leopard 2“
  - $L_{r,Tag} = 49,2 \text{ dB(A)}$  für den „Puma“
- die im Gutachten angegebenen relativen Oktavspektren für die 5 Fahrzeuggruppen
  - \* Kettenfahrzeug „Leopard 1“
  - \* Kettenfahrzeug „Leopard 2“
  - \* Kettenfahrzeug „Puma“
  - \* Radfahrzeug „Boxer“
  - \* Radfahrzeug „IVECO“ als Vertreter aller übrigen Radfahrzeuge

Allerdings wurde im Ergebnis der vorgenommenen Geräuschemissionsmessungen auch festgestellt, dass in ungünstigen Situationen (Fahrbetrieb mit Kettenfahrzeugen) mit hohen anteiligen tieffrequenten Geräuschemissionen in der Nachbarschaft zu rechnen ist, die innerhalb von schutzbedürftigen Räumen im nächstgelegenen Wohngebiet „Mayrstraße“ (in der nördlichen



## Blatt 5

Nachbarschaft) die Anhaltswerte für tonal tieffrequenten Schall gemäß DIN 45680 Bleiblatt 1 um bis zu 12 dB (in den Terz-Beurteilungspegeln  $L_{r, \text{Terz}}$ ) bzw. um bis zu 26 dB (in den maximalen Terz-Schalldruckpegeln  $L_{\text{TerzFmax}}$ ) überschreiten können.

Nach den Vorgaben des RGU der Landeshauptstadt München ist in Anlagen-Genehmigungsverfahren relevant, in welcher **konkreten Höhe** an **jedem einzelnen** der maßgeblichen Immissionsorte IO 1 bis IO 5 und IO 6 bis IO 8 im Umfeld der Panzerteststrecke mit Überschreitungen der Anhaltswerte zu rechnen ist. Die ledigliche Aussage zur maximal möglichen Höhe der Überschreitungen am IO 1 „Mayrstraße 3“ in der nördlichen Wohnnachbarschaft (vgl. auch Gutachten /21/) sei für eine behördliche Einzelfallprüfung insoweit nicht ausreichend.

Daher wurden die nachfolgend beschriebenen ergänzenden zusätzlichen messtechnischen Ermittlungen der anteiligen tieffrequenten Geräuschimmissionen in der Wohnnachbarschaft vorgenommen, die die tageszeitliche Nutzung der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München durch Kettenfahrzeuge vom Typ „Leopard“ und „Puma“ betreffen, von denen überhaupt nur maßgebliche tieffrequente Schallemissionen ausgehen.

**Das vorliegende schalltechnische Gutachten, das das vom Ingenieurbüro für Lärmschutz Förster & Wolgast erarbeitete Gutachten Nr. 16917-2 vom 07.05.2018 /19/ sowie die Ergänzung Nr. 16917-3 vom 11.05.2018 /20/ vollständig ersetzt, hat folgende spezielle Aufgabenstellung zu erfüllen:**

1. Beim Betrieb der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort Kraus-Maffei-Straße 11 in 80997 München mit Kettenfahrzeugen sind an Emissionsmessorten (EMO) am nordöstlichen Rand der Strecke sowie an 14 Immissionsorten in der Nachbarschaft der Strecke Schalldruckpegel-Messungen zur Bestimmung der maßgeblichen tieffrequenten Geräuschanteile im Frequenzbereich  $f \leq 100$  Hz durchzuführen.
2. Aus den Messwerten sind unter Anwendung der gültigen Gesetze, Verwaltungsvorschriften und Richtlinien des Immissionsschutzes die Terz-Beurteilungspegel und die maximalen Terz-Schalldruckpegel an den Immissionsorten zu ermitteln, die dort beim derzeit und zukünftig stattfindenden Betrieb der Panzerteststrecke in den maximalen Betriebszuständen für die zum Einsatz kommenden Kettenfahrzeuge und Emissionsituationen maßgeblich sind.
3. Diese anteiligen tieffrequenten Schallimmissionen an den maßgeblichen Immissionsorten in der Wohnnachbarschaft der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG sind mit den Anhaltswerten gemäß Beiblatt 1 /11/ zu DIN 45680 /10/ zu vergleichen.
4. Soweit diese Anhaltswerte überschritten werden, sind im Ergebnis der vorliegenden schalltechnischen Untersuchungen Vorschläge für geeignete Schallschutzmaßnahmen bzw. zur weiteren Verfahrensweise zu unterbreiten.
5. Falls Überschreitungen der Anhaltswerte gemäß vorstehendem Anstrich 4. festgestellt werden, soll aus sachverständiger Sicht auch bewertet werden, inwieweit die tieffrequenten Schallimmissionen für gesundheitsgefährdend, schädlich oder anderweitig zulasten der davon potentiell Betroffenen als erheblich anzusehen sind. Bei dieser Betrachtung sollen alle aus sachverständiger Sicht relevanten Begleitumstände berücksichtigt werden.



## Blatt 6

## 2 Beschreibung der örtlichen Gegebenheiten und der maßgeblichen Immissionsorte in der Wohnnachbarschaft

### 2.1 Lage der Panzerteststrecke und maßgebliche Immissionsorte in der Nachbarschaft

Die Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG befindet sich am nordwestlichen Rand der Landeshauptstadt München an der „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München-Allach auf dem Flurstück 1220/7 der Gemarkung Allach im Stadtbezirk 23 und damit am nordöstlichen Rand des Werksgeländes der Krauss Maffei Wegmann GmbH & Co. KG. Das Anlagengelände ist aus schalltechnischer Sicht als weitgehend eben zu bezeichnen, es befindet sich auf einem mittleren Niveau von ca. 504 m über HN. Die verkehrstechnische Erschließung des Anlagengeländes erfolgt über die Kraus-Maffei-Straße aus südlicher Richtung.

Aufgrund der topografischen Bedingungen treten keine Abschirmungen von der Panzerteststrecke in Richtung der Wohnnachbarschaft auf. Lediglich durch den ca. 4 m hohen Erdwall, der an der Westseite der nordwestlichen Wendeschleife und weitergehend an der Nord- und Nordostseite der Strecke errichtet wurde, werden einige Pegelminderungen in Richtung Westen, Norden und Nordosten wirksam. In Richtung Osten fallen die Schirmwirkungen durch den Erdwall eher gering aus. In Richtung Süden behindern die Gebäude der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG die ansonsten ungehinderte Schallausbreitung.

Als die maßgeblichen Immissionsorte im Sinne von Nummer 2.3. der TA Lärm /4/ wurden zur Ermittlung des Einwirkungsbereiches der tieffrequenten Geräuschimmissionen in Abstimmung mit dem Referat für Gesundheit und Umwelt (RGU) der Landeshauptstadt München zunächst die im Folgenden genannten Nutzungen im Umfeld der Panzerteststrecke ausgewählt, vgl. auch /18/:

- das **Wohngebäude IO 1 „Mayrstraße 3“** in ca. 250 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in nordnordwestlicher Richtung.
- das **Wohngebäude IO 1a „Peter-Müller-Straße 4“** in ca. 350 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in nordwestlicher Richtung.
- das **Wohngebäude IO 2 „Georg-Reismüller-Straße 19“** in ca. 465 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in westsüdwestlicher Richtung.
- das **Wohngebäude IO 2a „Georg-Reismüller-Straße 31c“** in ca. 490 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in westlicher Richtung.
- das **Wohngebäude IO 3 „Tubebufstraße 18“** in ca. 415 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in südsüdöstlicher Richtung.
- das **Wohngebäude IO 4 „Storchenweg 22“** in ca. 455 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in ostsüdöstlicher Richtung.
- das **Wohngebäude IO 5 „Ludwigstraße 49“** in ca. 265 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in nordnordöstlicher Richtung.

Die genannten 7 Wohngebäude sind im detaillierten Luftbild (Anlage 1/2) dargestellt. Außerdem sind sie in der Fotodokumentation (Anlage 3) zu erkennen.



## Blatt 7

In Abstimmung mit dem Referat für Gesundheit und Umwelt (RGU) der Landeshauptstadt München wurden zusätzliche Messungen der tieffrequenten Geräuschemissionen auch an den nachfolgend genannten Immissionspunkten durchgeführt:

- am **IO 2b, der SO-Ecke des in Aufstellung befindlichen Bebauungsplanes Nr. 2103 „Diamaltgelände“** für ein geplantes „Allgemeines Wohngebiet“ in ca. 340 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in westlicher Richtung.
- am **IO 2c, in der Mitte der östlichen Grenze des in Aufstellung befindlichen Bebauungsplanes Nr. 2103 „Diamaltgelände“** für ein geplantes „Allgemeines Wohngebiet“ in ca. 340 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in westlicher Richtung.
- am **Wohngebäude IO 3a „Hehnstraße 9“** in ca. 435 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in südsüdöstlicher Richtung.
- das **Wohngebäude IO 4a „Storchenweg 46“** in ca. 475 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in ostsüdöstlicher Richtung.
- das **Wohngebäude IO 5a „Ludwigstraße 57“** in ca. 290 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in nordöstlicher Richtung.

Die letztgenannten 3 Wohngebäude IO 3a, IO 4a und IO 5a wurden zusätzlich gewählt, um in jedem der der Panzerteststrecke benachbarten Gebiete an mindestens zwei unabhängigen Punkten zu messen, um Zufälligkeiten der Messungen an einem „Ort des niedrigsten Schalldruckpegels“ für die maßgeblichste tonale tieffrequente Komponente entgegenzuwirken.

Die genannten zusätzlichen 5 Immissionspunkte sind ebenfalls im detaillierten Luftbild (Anlage 1/2) dargestellt. Außerdem sind sie in der Fotodokumentation (Anlage 3) zu erkennen.

Schließlich und letztlich wurden in Abstimmung mit dem Referat für Gesundheit und Umwelt (RGU) der Landeshauptstadt München zwischenzeitlich weitere maßgebliche Immissionsorte im Umfeld der Panzerteststrecke festgelegt:

- das Wohngebäude **IO 6 „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“** in ca. 115 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in südöstlicher Richtung.
- das Gebäude **IO 7 „Tubefstraße 19B“** in ca. 225 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in südsüdöstlicher Richtung.
- das Wohngebäude **IO 8 „Docenstraße 3“** in ca. 300 m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in ostnordöstlicher Richtung.

Gemäß den Abstimmungen am 23.04.2018 mit den zuständigen Behörden waren am IO 8 keine zusätzlichen Messungen erforderlich, weil sowohl nach gutachterlicher als auch nach behördlicher Auffassung die Messwerte vergleichbar den an den IO 4 / IO 5 erhobenen Werten sein werden, da sich der IO 8 in einer vergleichbaren Entfernung und Richtung befindet.

Auch diese genannten 3 zusätzlichen schutzbedürftigen Nutzungen sind im detaillierten Luftbild (Anlage 1/2) dargestellt. Außerdem sind sie auch in der Fotodokumentation (Anlage 3) zu erkennen.



## Blatt 8

### 2.2 Beschreibung der Panzerteststrecke

Die Panzerteststrecke für Rad- und Kettenfahrzeuge der Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG in München-Allach umfasst einen Rundkurs für Geschwindigkeitsfahrten sowie ein Tauchbecken zur Unterwasserprüfung und eine ausgelagerte Gefällestrecke. Im Zusammenhang hiermit steht eine weitere, unmittelbar benachbarte Streckenführung, auf die lasergestützte Zieloptik der Panzer getestet wird.

Auf der Teststrecke werden Panzer und Panzerfahrzeuge auf ihr Verhalten in unterschiedlichen Fahrsituationen geprüft. Die Länge des Rundkurses beträgt etwa 1 km.

Die Panzerteststrecke besteht aus den nachfolgend aufgeführten Teilbereichen

- Nr. 1350 - Rundkurs für Fahrprüfungen
- Nr. 1350 - APG-Bahn zur Ermittlung der Stabilisierungsgüte
- Nr. 1350 - Bremsstrecke
- Nr. 1341 - Panzer - Laserstrecke 500 m
- Nr. 1363 - Panzer - Überschreitungsgraben
- Nr. 1362 - Watbecken
- Nr. 1360 - Wasserbecken für Unterwasserfahrten
- Nr. 1360 - überdachter 60 % - Steilhang
- Nr. 1361 - 30 % - Querhang
- Nr. 1400 - Panzertankstelle

Der Rundkurs ist als gerader Streckenabschnitt mit jeweils einem 360°-Kurvenradius konzipiert, ( $r_1$  ca. 65 m,  $r_2$  ca. 31 m). Die Fahrbahnbreite im Kurvenbereich beträgt ca. 8 m, auf dem geraden Teilstück mit mittig platzierten Hinderniseinbauten (APG-Bahn) beträgt die Fahrbahnbreite ca. 24 m.

Die Nutzung erfolgt jeweils durch ein Fahrzeug. Die Panzerteststrecke ist im Westen, Norden und Nordosten von einem Lärmschutzwall mit einer Höhe von ca. 4 m umgeben.

Die APG-Bahn dient zur Ermittlung der Stabilisierungsgüte der Testfahrzeuge. Auf einer Strecke von ca. 100 m sind Stahlhocker auf der Fahrbahn (Stahlbeton, B 35, d = 25 cm) montiert, die mit dem Testfahrzeug überfahren werden.

Auf der Bremsstrecke erfolgen die ABS-Prüfung sowie die Überprüfung des Maximal-Bremsweges. Die Bremsstrecke ist ca. 100 m lang.

Die Teststrecke wird derzeit werktags in der Zeit zwischen 07.00 und 17.00 Uhr befahren. Nachts und während der Tageszeiten mit erhöhter Immissionsempfindlichkeit gemäß Nummer 6.5 der TA Lärm /4/ (werktags von 6 bis 7 Uhr und 20 bis 22 Uhr) findet kein Testbetrieb statt.

**Die vorliegenden messtechnischen Ermittlungen werden ausnahmslos für den Betrieb der Nr. 1350 (Rundkurs, APG-Bahn und Bremsstrecke) vorgenommen.**



**Blatt 9**

**3 Grundlagen der Messungen, Berechnungen und Bewertungen**

- /1/ „Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge“ (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013, BGBl. I S. 1274, das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist
- /2/ 4. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440), siehe auch Anhang Ziffer 10.17.1
- /3/ Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.01.1990 (BGBl. I S. 132) die durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1057) geändert worden ist
- /4/ Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA LÄRM) vom 26.08.1998 GMBL. 1998, S.503, zuletzt geändert am 01.06.2017
- /5/ „Zusammenstellung von Fragen zur TA Lärm 98, Stand 08.03.2000“  
erarbeitet vom Unterausschuss „Lärmbekämpfung“ in Abstimmung mit dem Unterausschuss „Recht“ des Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI), vom LAI in seiner 99. Sitzung vom 10. bis 12. Mai 2000 zur Kenntnis genommen und zur Anwendung in den Ländern empfohlen
- /6/ DIN 1333, „Zahlenangaben“, Ausgabe Februar 1992
- /7/ DIN ISO 9613-2, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien“  
Entwurf September 1997
- /8/ DIN 45641, „Mittelung von Schallpegeln“, Ausgabe Juni 1990
- /9/ DIN 45645-1, „Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen“  
Teil 1: „Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft“, Ausgabe Juli 1996
- /10/ DIN 45680, „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft“, Ausgabe März 1997
- /11/ DIN 45680 Beiblatt 1, „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, Hinweise zur Beurteilung bei gewerblichen Anlagen“, Ausgabe März 1997
- /12/ DIN 45681, „Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen“, Ausgabe März 2005



**Blatt 10**

- /13/ Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269)
- /14/ Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90), Ausgabe 1990  
berichtigter Nachdruck 1992
- /15/ Anzeige der Panzerteststrecke der Krauss Maffei Wegmann GmbH & Co. KG nach § 67 des Bundesimmissionsschutzgesetzes  
Schreiben der Krauss Maffei Dienstleistung GmbH vom 05.11.2003 an das Referat für Gesundheit und Umwelt der Landeshauptstadt München
- /16/ Vollzug des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG);  
Az.: 824-U/184.1.5/Krauss-Maffei-Str. 11  
Krauss Maffei Wegmann GmbH & Co. KG  
Panzerteststrecke  
hier: Anzeige nach § 67 Abs. 2 BImSchG vom 05.11.2003  
Bestätigung vom 24.05.2004 der Anzeige gemäß § 67 BImSchG durch die Landeshauptstadt München, Referat für Gesundheit und Umwelt
- /17/ Vollzug des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG);  
Az.: 824-U/184.1.5/Krauss-Maffei-Str. 11  
Krauss Maffei Wegmann GmbH & Co. KG  
Panzerteststrecke  
hier: Anzeige nach § 67 Abs. 2 BImSchG vom 05.11.2003  
Nachträgliche Anordnung gemäß § 17 BImSchG zum Betrieb der Panzerteststrecke, erlassen von der Landeshauptstadt München, Referat für Gesundheit und Umwelt, am 25.10.2004, Az.: 824-U/184.1.5
- /18/ Aktualisierter Messplan  
für eine messtechnische Ermittlung und Beurteilung der anteiligen tieffrequenten Geräuschimmissionen in der Wohnnachbarschaft, verursacht durch die tageszeitliche Nutzung der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München durch Kettenfahrzeuge vom Typ Leopard und Puma  
erstellt am 05.04.2017, Ingenieurbüro für Lärmschutz Förster & Wolgast, Chemnitz
- Der aktualisierte Messplan wurde mit dem Referat für Gesundheit und Umwelt (RGU) der Landeshauptstadt München abgestimmt und von dort bestätigt. Ebenso wurde der Beauftragung des Gutachters durch KMW seitens des RGU zugestimmt. -
- /19/ Neufassung des schalltechnischen Messberichtes:  
Ermittlung und Beurteilung der anteiligen tieffrequenten Geräuschimmissionen in der Wohnnachbarschaft, verursacht durch den geplanten Betrieb der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München  
Gutachten Nr. 16917-2 vom 07.05.2018, Ingenieurbüro für Lärmschutz Förster & Wolgast, Chemnitz



**Blatt 11**

- /20/ Ergänzung der Ermittlung und Beurteilung der anteiligen tieffrequenten Geräuschimmissionen in der Wohnnachbarschaft, verursacht durch den geplanten Betrieb der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München  
Gutachten Nr. 16917-3 vom 11.05.2018, Ingenieurbüro für Lärmschutz Förster & Wolgast, Chemnitz
- /21/ Ermittlung der Geräuschemissionen, verursacht durch den Betrieb der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München  
Gutachten Nr. 3042-18-AA-19-PB002 vom 20.08.2019, SLG Prüf- und Zertifizierungs GmbH, Hartmannsdorf
- /22/ „KMW München Nord  
Lärmtechnische Betrachtung der Panzerteststrecke“  
Gutachten Nr. M131643/01 vom 25.08.2019 der Fa. Müller BBM GmbH, München
- /23/ Leitfaden „Tieffrequente Geräusche bei Biogasanlagen und Luftwärmepumpen“, Bayerisches Landesamt für Umwelt (BayLfU, 2011)
- /24/ Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 2103 der Landeshauptstadt München für den Bereich der Georg-Reismüller-Straße, Ludwigsfelder Straße, Bahnlinie München-Treuchtlingen und östliche Verlängerung der Höcherstraße  
Prognose und Beurteilung der durch das Bauvorhaben induzierten Verkehrsgeräusche im Umfeld sowie der auf das Bauvorhaben einwirkenden Verkehrsgeräuschimmissionen und der Geräusche aus Anlagen nach TA Lärm  
Schallimmissionsprognose Nr. 4965/B2/hu vom 02.08.2017, Fa. Steger & Partner GmbH Lärmschutzberatung, München



**Blatt 12**

#### **4 Anhaltswerte für tieffrequente Geräuschimmissionen nach Beiblatt 1 zu DIN 45680**

Nach Punkt 7.3. der TA Lärm /4/ ist die Frage, ob von Geräuschen, die vorherrschende tieffrequente Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz besitzen (tieffrequente Geräusche), schädliche Umwelteinwirkungen ausgehen, im Einzelfall nach den örtlichen Verhältnissen zu beurteilen. Schädliche Umwelteinwirkungen können insbesondere dann auftreten, wenn bei deutlich wahrnehmbaren tieffrequenten Geräuschen in schutzbedürftigen Räumen bei geschlossenen Fenstern die Differenz zwischen den CF- und AF-bewerteten Pegeln den Wert von 20 dB überschreitet. Schädliche Umwelteinwirkungen sind nicht zu erwarten, wenn die in Beiblatt 1 /11/ zu DIN 45680 /10/ genannten Anhaltswerte nicht überschritten werden.

Diese Anhaltswerte gelten - unabhängig von der Lage des Gebäudes - in Aufenthaltsräumen, die Wohnzwecken dienen, und in Räumen mit vergleichbarer Schutzwürdigkeit.

Tieffrequente Geräusche im Frequenzbereich unter 90 Hz unterscheiden sich in der menschlichen Wahrnehmung von Geräuschen im mittleren und hohen Frequenzbereich. Die interessierenden Merkmale sind:

- Der Hörschwellenpegel  $L_{HS}$  steigt zu niedrigeren Frequenzen hin stark an.
- Die Geräusche werden weniger in Form lauten Schalls empfunden, stattdessen stellt sich ein Dröhn- und Druckgefühl im Kopf ein.
- Die Wirkungen für den Menschen setzen bereits bei Pegeln ein, die nur knapp über der Hörschwelle liegen.
- Starke und extrem tieffrequente Schwingungen können auch Bauwerksteile von Gebäuden zu Schwingungen anregen, die wiederum sekundäre Geräusche erzeugen können, wie z.B. Klappern von Gegenständen in und auf Möbeln.

Die übliche A-Bewertung bedeutet eine Unterbewertung dieses Frequenzbandes unter 90 Hz, d.h., erhebliche Beeinträchtigungen bzw. Belästigungen für die Betroffenen können auch dann noch vorliegen, wenn die Immissionsrichtwerte „außen“ oder „innen“ nach Punkt 6.1. bzw. 6.2. der TA Lärm /4/ unterschritten werden. In DIN 45680 /10/, /11/ ist daher ein Verfahren zur Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen beschrieben, das **zusätzlich** zur üblichen Beurteilung der Geräusche nach TA Lärm (vgl. Punkt 4.1.) anzuwenden ist.

**Blatt 13****Kriterien der Messung und Bewertung:**

Das Geräusch ist tieffrequent, wenn innerhalb des schutzbedürftigen Raumes die Differenz der Werte von  $L_{Ceq}$  und  $L_{Aeq}$  oder in Fällen mit kurzfristiger Einwirkung die Differenz der Werte von  $L_{CFmax}$  und  $L_{AFmax}$  einen Betrag von 20 dB übersteigt. In diesem Falle sind folgende Untersuchungen in den betroffenen Räumen bei geschlossenen Fenstern und Türen durchzuführen:

- Terzanalyse für die Terzbänder mit den Mittenfrequenzen von 10 bis 80 Hz mit Ermittlung der äquivalenten Dauerschallpegel  $L_{Terz,eq}$  und der maximalen Terz-Schalldruckpegel  $L_{Terz,Fmax}$
- Berechnung der Terz-Beurteilungspegel  $L_{Terz,r}$  aus  $L_{Terz,eq}$  und der Einwirkzeit.
- Prüfung auf deutlich hervortretende Einzeltöne. Das Geräusch enthält einen deutlich hervortretenden Einzelton, wenn die Differenz zwischen  $L_{Terz,eq}$  in einer Terz und den entsprechenden Pegeln in den beiden Nachbarterzen größer als 5 dB ist.

**Beurteilung bei deutlich hervortretenden Einzeltönen**

## (a) Bildung der Differenzen

$$\Delta L_1 = L_{Terz,r} - L_{HS} \quad (1a)$$

$$\Delta L_2 = L_{Terz,Fmax} - L_{HS} \quad (1b)$$

mit  $L_{Terz,r}$  und  $L_{Terz,Fmax}$  - Terzbandpegel des hervortretenden Einzeltones  
 $L_{HS}$  - zugehöriger Hörschwellenpegel nach DIN 45680

Terzfrequenz $f_{Terz}$ in Hz	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100
Hörschwellen- pegel $L_{HS}$ in dB	103	95	87	79	71	63	55,5	48	40,5	33,5	28	23,5

(b) Vergleich der Werte für  $\Delta L_1$  und  $\Delta L_2$  mit den Anhaltswerten nach Tabelle 1:

**Tabelle 1:** Anhaltswerte nach Beiblatt 1 zu DIN 45680 bei deutlich hervortretenden Einzeltönen

Beurteilungszeit	Differenzen nach Gleichung 1							
	$\Delta L_1$ in dB bei Terzmittenfrequenz				$\Delta L_2$ in dB bei Terzmittenfrequenz			
	8 Hz	10 bis 63 Hz	80 Hz	100 Hz	8 Hz	10 bis 63 Hz	80 Hz	100 Hz
Tagesstunden	5	5	10	15	15	15	20	25
Nachtstunden	0	0	5	10	10	10	15	20

Anmerkung: Die Terzen mit den Mittenfrequenzen von 8 Hz und 100 Hz sollen nur in Sonderfällen berücksichtigt werden (siehe DIN 45680)

**Blatt 14**Beurteilung ohne deutlich hervortretende Einzeltöne

- (a) Diejenigen Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz},r}$ , die den entsprechenden Hörschwellenpegel  $L_{\text{HS}}$  überschreiten, sind nach ihrer A-Bewertung energetisch zu addieren. Der resultierende Beurteilungspegel  $L_r$  ist mit den Anhaltswerten nach Tabelle 2, Spalte 1 zu vergleichen.
- (b) Die entsprechend der A-Bewertung korrigierten Werte von  $L_{\text{TerzFmax}}$  sind mit den Anhaltswerten nach Tabelle 2, Spalte 2 zu vergleichen.

Tabelle 2: Anhaltswerte nach Beiblatt 1 zu DIN 45680 in sonstigen Fällen (ohne deutlich hervortretende Einzeltöne)

Beurteilungszeit	$L_r$ in dB	$L_{\text{max}}$ in dB
Tagesstunden	35	45
Nachtstunden	25	35

Anmerkung:

*Nach den Erfahrungen des Gutachters müssen im vorliegenden Fall die zusätzlichen Anforderungen der DIN 45680 hinsichtlich der tieffrequenten Schallimmissionen beim Betrieb der Kettenfahrzeuge eine besondere Berücksichtigung finden. Trotz Einhaltung der (A-bewerteten) Richtwerte der TA Lärm können Störwirkungen durch tieffrequenten Schall innerhalb von schutzbedürftigen Räumen in der Wohnnachbarschaft nicht von vornherein ausgeschlossen werden.*

*Insofern müssen auch im hier vorliegenden Einzelfall detaillierte Aussagen zu den tieffrequenten Schallimmissionen in der Wohnnachbarschaft getroffen werden.*

**Blatt 15****5 Durchführung der Geräuschpegelmessungen****5.1 Allgemeine Angaben**Verwendete Schallpegelmesstechnik:

- Umweltschallanalysator Typ 121, Fa. Norsonic A/S, Tranby, Norwegen, Gerät der Klasse 1 nach DIN IEC 60651  
Vorverstärker Typ 1201, Serien-Nr. 26323  
Mikrofonkapsel Typ 1225, Serien-Nr. 23833  
Schallkalibrator Typ 1251, Serien-Nr. 14352  
Schallkalibrator Typ 1251, Serien-Nr. 31335
- Umweltschallanalysator Typ 140, Fa. Norsonic A/S, Tranby, Norwegen, Gerät der Klasse 1 nach DIN EN 61672-1:2003  
Vorverstärker Typ 1209, Serien-Nr. 1404903  
Mikrofonkapsel Typ 1225, Serien-Nr. 14302  
Schallkalibrator Typ 1251, Serien-Nr. 142449  
Schallkalibrator Typ 1251, Serien-Nr. 33284
- Schallpegelanalysator Typ 110, Fa. Norsonic A/S, Tranby, Norwegen, Gerät der Klasse 1 nach DIN IEC 651  
Vorverstärker Typ 1201, Serien Nr. 19598/1997  
Mikrofonkapsel Typ MK 221, Serien Nr. 21117  
Schallkalibrator Typ 1251, Serien Nr. 5789  
Schallkalibrator Typ 1251, Serien Nr. 25963
- Schallpegelanalysator Typ 110, Fa. Norsonic A/S, Tranby, Norwegen, Gerät der Klasse 1, nach DIN IEC 651  
Vorverstärker Typ 1201, Serien Nr. 13893/1994  
Mikrofonkapsel Typ MK 221, Serien Nr. 30656  
Schallkalibrator Typ 1251, Serien Nr. 17480  
Schallkalibrator Typ 1251, Serien Nr. 17319
- Schallpegelmesser Typ 116, Fa. Norsonic A/S, Tranby, Norwegen, Gerät der Klasse 1 nach DIN IEC 651  
Vorverstärker Typ 1201, Serien Nr. 17067/1994  
Mikrofonkapsel Typ 1220, Serien Nr. 17539  
Schallkalibrator Typ 1251, Serien Nr. 14716  
Schallkalibrator Typ 1251, Serien Nr. 31638

Die verwendete Messtechnik der Typen 121, 140 und 110 der Fa. Norsonic ist geeicht vom Landesamt für Eichwesen Nordrhein-Westfalen bzw. DAkkS-kalibriert. Die Eich- bzw. Kalibrierscheine - gültig bis 2017, 2018 bzw. 2019 - liegen beim Auftragnehmer vor. Alle Messgeräte wurden jeweils vor und nach den Geräuschpegelmessungen kalibriert. Die angezeigten Pegel lagen jeweils innerhalb der zulässigen Toleranz von  $\pm 0,5$  dB vom eingespeisten Kalibriersignal.



## Blatt 16

### Zubehör zur Schallpegelmessstechnik:

- 5 Windschirme, Typen 1434 / 1451, Norsonic Norwegen
- 1 Stativ, Höhe über Gelände: max. 11,5 m
- 2 Stative, Höhe über Gelände: max. 8 m
- 2 Stative, Höhe über Gelände: max. 4 m
- 2 Solid-State-Recorder „Marantz Professional, Modell PMD 660“, USA
- 1 Solid-State-Recorder „Marantz Professional, Modell PMD 620“, USA
- Wettermessstation der Fa. Davis, Typ: Vantage Vue, Model #6351

### Messorte (vgl. Luftbild in der Anlage 1/2 bzw. Fotos Nr. 4, 5 und 9 bis 24 in der Anlage 3):

#### - Emissionsmessungen:

EMO 1: in  $h = 3$  m Höhe über dem  $h = 4$  m hohen Erdwall nordöstlich der Panzerteststrecke (im Bereich der nordwestlichen Wendeschleife)  
- in 8,5 m senkrechtem Abstand vom nordöstlichen Rand der Fahrbahn -

EMO 3: in  $h = 3$  m Höhe über dem  $h = 4$  m hohen Erdwall nordöstlich der Panzerteststrecke (im Bereich der südöstlichen Wendeschleife)  
- in 8,5 m senkrechtem Abstand vom nordöstlichen Rand der Fahrbahn -

#### - Immissionsmessungen:

IO 1: in  $s = 20$  m Abstand südöstlich vom Wohngebäude IO 1 „Mayrstraße 3“ und in  $h = 8$  m Höhe über Gelände auf dem vorhandenen Radweg  
(in  $s = 250$  m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in nordnordwestlicher Richtung)

IO 1a: in  $s = 9,5$  m Abstand westlich vom Wohngebäude IO 1a „Peter-Müller-Straße 4“ und in  $h = 5,5$  m Höhe über Gelände  
(in  $s = 350$  m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in nordwestlicher Richtung)

IO 2: in  $s = 5$  m Abstand südöstlich vom Wohngebäude IO 2 „Georg-Reismüller-Straße 19“ und in  $h = 7,5$  m Höhe über Gelände  
(in  $s = 465$  m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in westsüdwestlicher Richtung)

IO 2a: in  $s = 8$  m Abstand südöstlich vom Wohngebäude IO 2a „Georg-Reismüller-Straße 31c“ und in  $h = 7,5$  m Höhe über Gelände  
(in  $s = 490$  m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in westlicher Richtung)

IO 2b: an der SO-Ecke des B-Plan-Gebietes „Diamaltgelände“ und in  $h = 11,5$  m Höhe über Gelände  
(in  $s = 340$  m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in westlicher Richtung)

IO 2c: in der Mitte der östlichen Grenze des B-Plan-Gebietes „Diamaltgelände“ und in  $h = 7$  m Höhe über Gelände  
(in  $s = 340$  m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in westlicher Richtung)



**Blatt 17**

- IO 3: in  $s = 12$  m Abstand nördlich vor dem Wohngebäude IO 3 „Tubefstraße 18“ und in  $h = 7,5$  m Höhe über Gelände  
(in  $s = 415$  m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in südsüdöstlicher Richtung)
- IO 3a: in  $s = 13,5$  m Abstand östlich vom Wohngebäude IO 3a „Hehnstraße 9“ und in  $h = 7$  m Höhe über Gelände  
(in  $s = 435$  m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in südsüdöstlicher Richtung)
- IO 4: in  $s = 15$  m Abstand nordwestlich vom Wohngebäude IO 4 „Storchenweg 22“ und in  $h = 4$  m Höhe über Gelände  
(in  $s = 455$  m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in ostsüdöstlicher Richtung)
- IO 4a: in  $s = 15$  m Abstand südwestlich vom Wohngebäude IO 4a „Storchenweg 46“ und in  $h = 4$  m Höhe über Gelände  
(in  $s = 475$  m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in ostsüdöstlicher Richtung)
- IO 5: in  $s = 45$  m Abstand südwestlich vom Wohngebäude IO 5 „Ludwigsfelder Straße 49“ und in  $h = 5,5$  m Höhe über Gelände  
(in  $s = 265$  m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in nordnordöstlicher Richtung)  
Wegen Straßenbauarbeiten an der Ludwigsfelder Straße wurden die Messungen an einem Ersatzmessort - südlich der Straße - in nur ca. 220 m Abstand von der Panzerteststrecke vorgenommen.
- IO 5a: in  $s = 35$  m Abstand südlich vom Wohngebäude IO 5a „Ludwigsfelder Straße 57“ und in  $h = 4$  m Höhe über Gelände  
(in  $s = 290$  m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in nordöstlicher Richtung)  
Wegen Straßenbauarbeiten an der Ludwigsfelder Straße wurden die Messungen an einem Ersatzmessort - südlich der Straße - in nur ca. 255 m Abstand von der Panzerteststrecke vorgenommen.
- IO 6/1: in  $s = 12$  m Abstand westlich vom Wohngebäude IO 6 „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“ und in  $h = 5$  m Höhe über Gelände im Garten des Wohngrundstückes (in  $s = 115$  m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in südöstlicher Richtung)
- IO 6/2: innerhalb der Wohnküche des Wohngebäudes IO 6 „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“ im EG und in  $h = 1,2$  m Höhe über dem Fußboden im Bereich der Sitzecke, wo die höchsten tieffrequenten Schallanteile zu erwarten sind, sowie bei geschlossenen Fenstern und Türen
- IO 7: an einem Ersatzmessort in  $s = 25$  m Abstand nordwestlich vom Gebäude IO 7 „Tubefstraße 19B“ und in  $h = 11,5$  m Höhe über Gelände (in  $s = 200$  m Abstand vom Rand der Panzerteststrecke in südsüdöstlicher Richtung)



## Blatt 18

### Meteorologische Bedingungen während den Geräuschpegelmessungen:

- 01.08.2017, von 10.06 Uhr bis 11.24 Uhr am EMO 1 sowie an den IO 1 und IO 1a
  - \* Temperatur: 26 ... 28 °C, heiter
  - \* Luftfeuchte: ca. 55 ... 50 %
  - \* Wind: ca. 0,5 ... 1,5 m/s aus Richtung Südost
  
- 11.05.2017, von 10.45 Uhr bis 12.18 Uhr am EMO 1 sowie an den IO 2, IO 2a, IO 2b und IO 2c
  - \* Temperatur: 17 ... 20 °C, heiter
  - \* Luftfeuchte: ca. 60 ... 40 %
  - \* Wind: ca. 1 ... 4 m/s aus Richtung Ost
  
- 04.05.2017, von 09.20 Uhr bis 10.15 Uhr am EMO 3 sowie an den IO 4 und IO 4a und von 12.59 Uhr bis 13.45 Uhr am EMO 3 sowie an den IO 3 und IO 3a
  - \* Temperatur: 10 ... 14 °C, leicht bewölkt
  - \* Luftfeuchte: ca. 85 ... 65 %
  - \* Wind: ca. 1 ... 2 m/s aus Richtung West (09.20 Uhr bis 10.15 Uhr)  
ca. 1 ... 2 m/s aus Richtung Nord (12.59 Uhr bis 13.45 Uhr)
  
- 19.07.2017, von 09.57 Uhr bis 11.47 Uhr am EMO 3 sowie an den IO 5 und IO 5a
  - \* Temperatur: 25 ... 28 °C, heiter
  - \* Luftfeuchte: ca. 50 ... 40 %
  - \* Wind: ca. 0,5 ... 2,5 m/s aus Richtung Süd/Südwest
  
- 21.04.2018, von 09.30 Uhr bis 12.20 Uhr am EMO 3 sowie an den IO 6/1, IO 6/2 und IO 7
  - \* Temperatur: 20 ... 24 °C, heiter
  - \* Luftfeuchte: ca. 40 %
  - \* Wind: ca. 1 ... 3 m/s aus Richtung West

Nach Anlage A.3.3.3 zur TA Lärm '98 ist bei Messabständen > 200 m in der Regel eine Mitwindwetterlage erforderlich. Die an den gewählten Immissionsmessorten bei jeweils Mitwindbedingungen bzw. „noch“ Mitwindbedingungen ermittelten Messwerte können deshalb ohne Einschränkung der vorzunehmenden Lärmbewertung zugrunde gelegt werden.



## Blatt 19

### Messgrößen:

Bei den **Emissions- und Immissionsmessungen** wurden Pegel-Zeit-Verläufe auf den Schallpegelanalysatoren vom Typ 121 und vom Typ 140 der Fa. Norsonic in 1-s-Takten aufgezeichnet. Mit diesen Messgeräten wurden folgende Messgrößen erfasst:

- die A- und C-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegel  $L_{Aeq}$  und  $L_{Ceq}$
- die AF- und CF-bewerteten maximalen Schalldruckpegel  $L_{AFmax}$  und  $L_{CFmax}$
- die Z-bewerteten äquivalenten und maximalen Terzschalldruckpegel  $L_{Terz,eq}$  und  $L_{Terz,Fmax}$  für die Terzen mit den Mittenfrequenzen  $f = 8 \text{ Hz} \dots 20 \text{ kHz}$

An den beiden Emissionsmessorten „**EMO 1**“ bzw. „**EMO 3**“ kamen Schallpegelanalysatoren vom Typ 110 bzw. 116 sowie an den Immissionsmessorten am IO 2 und IO 2a vom Typ 110 der Fa. Norsonic mit jeweils einem nachgeschalteten Solid-State-Recorder vom Typ „Marantz Professional PMD 660“ bzw. „Marantz Professional PMD 620“ zum Einsatz. Damit konnten die digitalen Tonaufzeichnungen nachträglich in den Schallpegelanalysator vom Typ 121 zurückgespielt werden, und es standen im Nachhinein neben den mit den Typen 110 und 116 aufgezeichneten A-bewerteten Pegeln auch noch zusätzlich die genannten Terzschalldruckpegel im Rahmen der weitergehenden detaillierten Auswertungen zur Verfügung.

### Abstimmung des Messplanes:

Der vom Gutachter erarbeitete Messplan vom 05.04.2017 /18/ zur Durchführung der Geräuschpegelmessungen an den IO 1 bis IO 5a wurde dem Referat für Gesundheit und Umwelt (RGU) der Stadt München vorgelegt und von dort bestätigt.

Gleiches gilt für die ergänzenden Messungen, die am 21.04.2018 an den IO 6/1, IO 6/2 und IO 7 durchgeführt wurden.



## Blatt 20

### 5.2 Ablauf der Geräuschpegelmessungen

Am 1., 4. und 5. Messtermin waren jeweils 3 Gutachter, am 2. Messtermin insgesamt 4 Gutachter und am 3. Messtermin 2 Gutachter anwesend, die die Messtechnik betreuten bzw. mit dem Verantwortlichen der Teststrecke die zu untersuchenden Betriebszustände herstellten.

Es wurden lediglich die **3 Typen von Kettenfahrzeugen „Leopard 1“, „Leopard 2“ und „Puma“** untersucht, die die Teststrecke in **2 verschiedenen Geschwindigkeiten** befuhren (55 km/h und 30 km/h). Damit ergeben sich 6 Emissionssituationen an jedem der 5 Messtage. Allerdings stand am 1. und am 4. Messtag (04.05.2017 und 19.07.2017) der Panzer vom Typ „PUMA“ nicht zur Verfügung, so dass an diesem Tage nur 4 Emissionssituationen gemessen werden konnten.

Am 5. Messtag (21.04.2018) konnte aufgrund eines Defektes am Kettenfahrzeug „Leopard 1“ dieser den Rundkurs allerdings nur in einer Geschwindigkeit von 30 km/h befahren werden. Damit ergaben sich an diesem Messtag nur 5 Emissionssituationen.

Die Messungen wurden in jeder der 6 unterschiedlichen Richtungen an wenigstens 2 unabhängigen Messpunkten durchgeführt, um Zufälligkeiten der Messungen an einem „Ort des niedrigsten Schalldruckpegels“ für die maßgeblichste tonale tieffrequente Komponente entgegenzuwirken.

Die untersuchten Fahrzeugtypen waren zeitlich nacheinander:

- (1) Kettenfahrzeug „Leopard 1“
- (2) Kettenfahrzeug „Leopard 2“
- (3) Kettenfahrzeug „Puma“

Für jedes Fahrzeug wurden nacheinander die folgenden Betriebszustände gemessen:

- (a) 5 Runden in höherer Geschwindigkeit ( $v = 55 \text{ km/h}$ ) <sup>1)</sup>
- (b) 5 Runden in geringer Geschwindigkeit ( $v = 30 \text{ km/h}$ )

<sup>1)</sup> Das Fahrzeug vom Typ „Leopard 1“ konnte am 5. Messtag (21.04.2018) nur mit einer Geschwindigkeit von 30 km/h gemessen werden.

**Blatt 21****6 Ergebnisse der Geräuschpegelmessungen****6.1 Messwerte im tieffrequenten Bereich für den Betrieb der Panzerteststrecke mit Kettenfahrzeugen im Freibereich der maßgeblichen Immissionsorte (IO 1 bis IO 7)**

Die detaillierten Messwerte der am 04.05.2017, 11.05.2017, 19.07.2017, 01.08.2017 und 21.04.2018 durchgeführten Geräuschpegelmessungen an den Emissionsmessorten EMO bzw. im Freibereich der maßgeblichen Immissionsorte (IO 1 bis IO 7) sind in den Tabellen 7 bis 11 in der Anlage 4 zusammengestellt.

**6.2 Umfang der durch die Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG derzeit und zukünftig stattfindenden Nutzung der Panzerteststrecke**

In der folgenden Tabelle 3 ist der Umfang der von der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG derzeit und zukünftig stattfindenden Nutzung der Panzerteststrecke dargestellt:

Tabelle 3: Umfang der von der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG derzeit und zukünftig stattfindenden Nutzung der Panzerteststrecke

Fahrzeug	durchschnittliche Anzahl der Runden pro Testfahrt	maximale Anzahl von Runden <sup>1)</sup> je Testfahrt <sup>2)</sup>
<b>Kettenfahrzeuge</b>		
Leopard 1	25	<b>65</b>
Leopard 2	25	<b>60</b>
Puma	30 bis 35	<b>60</b>

<sup>1)</sup> In den Berechnungen gemäß dem Gutachten Nr. 16917-2 vom 07.05.2018 /19/ wurden 50 % der angegebenen maximalen Rundenzahlen mit einer Geschwindigkeit von  $v = 55$  km/h und 50 % der angegebenen maximalen Rundenzahlen mit einer Geschwindigkeit von  $v = 30$  km/h berücksichtigt. Dies erfolgt im hier vorliegenden Gutachten ebenso.

<sup>2)</sup> Die Fahrzeit pro Runde beträgt bei 55 km/h nur 65,5 Sekunden. Die Fahrzeit pro Runde beträgt bei 30 km/h nur 120 Sekunden.

**Blatt 22**

### 6.3 Berechnung der Z-bewerteten (linearen) Terz-Beurteilungspegel $L_{\text{Terz,r}}$ und der Z-bewerteten (linearen) maximalen Terz-Schalldruckpegel $L_{\text{Terz,Fmax}}$ des tieffrequenten Schalls - gültig für den Freibereich der maßgeblichen Immissionsorte IO 1 bis IO 7

Ausgangspunkt für die Berechnungen der **Terz-Beurteilungspegel**  $L_{\text{Terz,r}}$  des tieffrequenten Schalls im Freibereich der maßgeblichen Immissionsorte IO 1 bis IO 7 bilden die in den Tabellen 7 bis 11 in der Anlage 4 für jeden Fahrzeugtyp angegebenen Z-bewerteten (linearen) Messwerte  $L_{\text{Terz,eq}}$  im relevanten Frequenzbereich  $50 \text{ Hz} \leq f \leq 100 \text{ Hz}$  (aus dem gesamten tieffrequenten Bereich  $8 \text{ Hz} \leq f \leq 100 \text{ Hz}$ ) für jede einzelne der 2 untersuchten verschiedenen Geschwindigkeiten je Fahrzeug auf dem ca. 1 km langen Rundkurs der Panzerteststrecke.

Für die Fahrzeiten pro Runde, die bereits in der Anmerkung <sup>2)</sup> zur Tabelle 3 im Punkt 6.2 genannt sind, wird ein Zeitabschlag  $K_Z$  wegen der nur anteiligen Geräuscheinwirkung in der gesamten 16-stündigen Tageszeit (6 bis 22 Uhr) berechnet.

Mit einem weiteren Korrekturwert  $K_N$  wird die Anzahl  $N$  der Runden je Fahrsituation auf dem Rundkurs berücksichtigt. Der Gutachter verteilt dabei die gesamte derzeit und zukünftig stattfindende maximale Rundenanzahl gemäß Tabelle 3 im Punkt 6.2 gleichmäßig auf die beiden gemessenen Geschwindigkeiten. Diese Vorgehensweise führt zu Berechnungen „auf der sicheren Seite“, weil nach den Angaben des Auftraggebers die jeweils „lauten“ Betriebszustände mit Geschwindigkeiten  $v = 55 \text{ km/h}$  eher die Ausnahme darstellen und in einem nur geringen Umfang stattfinden bzw. stattfinden werden.

Bei der Berechnung der Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz,r}}$  wurden folgende Korrekturwerte  $K_Z$  und  $K_N$  berücksichtigt:

- (1) Zeitabschlag  $K_Z$  für die Fahrzeit  $t_E$  pro Runde, die sich auf dem ca. 1 km langen Rundkurs mit der benannten Geschwindigkeit  $v$  für die 16-stündige Beurteilungszeit „Tag“ (6 bis 22 Uhr) ergibt:

$$K_Z = 10 * \lg ( t_E / 16 \text{ h} ) \text{ dB}$$

$$t_E = ( 60 \text{ km/h} / v ) \text{ min}$$

$$v = \text{Geschwindigkeit des Fahrzeuges mit der Maßeinheit km/h}$$

$$K_Z = - 29,4 \text{ dB} \quad \text{für die Geschwindigkeit } v = 55 \text{ km/h}$$

$$K_Z = - 26,8 \text{ dB} \quad \text{für die Geschwindigkeit } v = 30 \text{ km/h}$$

- (2) Korrekturwert  $K_N$  für die derzeit und zukünftig stattfindende maximale Rundenanzahl  $N$  für jedes Fahrzeug auf dem ca. 1 km langen Rundkurs (siehe Tabelle 3 im Punkt 6.2)

$$K_N = 10 * \lg ( N ) \text{ dB}$$

$$N = \text{derzeit und zukünftig stattfindende maximale Rundenanzahl } N \text{ auf dem ca. 1 km langen Rundkurs}$$

$$K_N = + 15,1 \text{ dB} \quad \text{für 32,5 Runden „Leopard 1“ bei jeder der 2 Geschwindigkeiten}$$

$$K_N = + 14,8 \text{ dB} \quad \text{für 30 Runden „Leopard 2“ und „PUMA“ bei jeder der 2 Geschwindigkeiten}$$

**Blatt 23**

Die so berechneten anteiligen Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz},r,\text{Teil}}$  des tieffrequenten Schalls für jede der 2 untersuchten Geschwindigkeiten wurden anschließend zu den maßgebenden Terz-Beurteilungspegeln  $L_{\text{Terz},r}$  für jede einzelne Frequenz im hier relevanten Bereich  $50 \text{ Hz} \leq f \leq 100 \text{ Hz}$  energetisch überlagert. Diese Werte gelten allerdings nur für den Freibereich der Wohngebäude IO 1 bis IO 7.

Die Z-bewerteten (linearen) **maximalen Terz-Schalldruckpegel**  $L_{\text{TerzFmax}}$  des tieffrequenten Schalls (für den Freibereich der maßgeblichen Immissionsorte IO 1 bis IO 7) wurden unverändert aus den Tabellen 7 bis 11 in der Anlage 4 übernommen.

#### **6.4 Berechnung der Z-bewerteten (linearen) Terz-Beurteilungspegel $L_{\text{Terz},r}$ und der Z-bewerteten (linearen) maximalen Terz-Schalldruckpegel $L_{\text{TerzFmax}}$ des tieffrequenten Schalls im Inneren der schutzbedürftigen Räume der Immissionsorte IO 1 bis IO 7 in der Nachbarschaft und Vergleich mit den höchstzulässigen Werten**

Gemäß DIN 45680 /10/ liegt der maßgebliche Immissionsort des tieffrequenten Schalls aber nicht - wie bei der TA Lärm - in 0,5 m Abstand außen vor dem geöffneten Fenster eines schutzbedürftigen Raumes, sondern am ungünstigsten Punkt innerhalb des Raumes bei geschlossenen Fenstern.

Es liegt auf der Hand, dass Isolierglasfenster, die dem Stand der Technik entsprechen, bei tiefen Frequenzen deutlich niedrigere Schalldämm-Maße aufweisen als den allgemein bekannten Einzahlwert von z.B.  $R_w = 37 \text{ dB}$ , der lediglich für eine mittlere Frequenz von  $f = 500 \text{ Hz}$  gilt. Nach den Erfahrungen des Gutachters mit tieffrequenten Schallimmissionen werden folgende Pegeldifferenzen „außen - innen“ bei den weiteren Berechnungen zugrunde gelegt:

- $8 \text{ Hz} \leq f_{\text{Terz}} \leq 31,5 \text{ Hz}$ :      5 dB
- $40 \text{ Hz} \leq f_{\text{Terz}} \leq 50 \text{ Hz}$ :      10 dB
- $63 \text{ Hz} \leq f_{\text{Terz}} \leq 80 \text{ Hz}$ :      15 dB
- $f_{\text{Terz}} = 100 \text{ Hz}$ :                      15 dB

Diese Zahlenwerte stimmen zumindest im Frequenzbereich  $63 \text{ Hz} \leq f \leq 100 \text{ Hz}$  mit den vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz Augsburg in der Veröffentlichung /23/ angegebenen Zahlenwerten überein.

Es ist zu beachten, dass für die maßgeblichen Terzen mit den Mittenfrequenzen von  $f_{\text{Terz}} = 50 \text{ Hz}$  bis 100 Hz, die die höchsten Energieanteile aufweisen, die ganzzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge des Schalls üblicherweise mit den Raumabmessungen von schutzbedürftigen Räumen übereinstimmen und sich insofern Resonanzüberhöhungen mit deutlich erhöhten Terzpegeln im schutzbedürftigen Raum ausbilden können, d.h., die ohnehin schon tonalen tieffrequenten Komponenten außerhalb der Wohngebäude können dann innerhalb der schutzbedürftigen Räume noch weiter aus dem Terzspektrum herausragen.

**Insofern wird im Weiteren die strengere Beurteilung für „tonal tieffrequenten Schall“ gemäß Beiblatt 1 /11/ zu DIN 45680 /10/ vorgenommen (vgl. auch Punkt 4).**

In der folgenden Tabelle 4 sind deshalb zusätzlich die dafür zum Vergleich heranzuziehenden Werte angegeben.

**Blatt 24**

Die vorangehend im Punkt 6 beschriebenen Auswertungen wurden für die zusätzlich untersuchten Immissionsmessorte IO 6 und IO 7 mit folgenden Änderungen durchgeführt:

- (1) Neben den Messungen im Freibereich des IO 6 „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“ erfolgten auch **innerhalb** des Gebäudes Geräuschpegelmessungen zur normenkonformen Bestimmung der tieffrequenten Geräuschimmissionen gemäß DIN 45680 und des Beiblattes 1 (vgl. IO 6/2 im Punkt 5.1). Die zusätzlich durchgeführten Außenmessungen am Immissionsort IO 6/1 besitzen für diesen Immissionsort einen lediglich informativen Charakter.
- (2) Am IO 7 „Tubefstraße 19B“ erfolgten Messungen an einem Ersatzmessort in 25 m Abstand vom Gebäude in nordwestlicher Richtung, d.h., vor den temporär aufgestellten ca. 9 m hohen Wohn-Containern, die ihrerseits nicht als maßgebliche Immissionsorte angesehen werden. Der Messpunkt wurde in  $h = 11,5$  m Höhe über Gelände und somit **oberhalb** der Dachfläche der Container gewählt, also auf dem (freien) Schallausbreitungsweg von der Panzerteststrecke bis zur NW-Fassade im 4.OG des Gebäudes IO 7 „Tubefstraße 19B“.

Die Entfernungskorrektur  $K_S$  vom gewählten Ersatzmessort in  $s_E = 200$  m Abstand vom Rand der Teststrecke zum eigentlichen Immissionsort IO 7 in  $s_I = 225$  m Abstand vom Rand der Teststrecke ergibt sich zu:

$$K_S = 20 * \lg ( s_E / s_I ) \text{ dB}$$

$$K_S = 20 * \lg ( 200 \text{ m} / 225 \text{ m} ) = - 1,0 \text{ dB}$$

- (3) Da das Kettenfahrzeug Leopard 1 gemäß den Ausführungen im Punkt 5.2 nicht mit einer Geschwindigkeit von 55 km/h gemessen werden konnte, wird ersatzweise der zu erwartende Pegel durch einen Korrekturwert  $K_v$  (gegenüber dem für  $v = 30$  km/h erhobenen Messwert) anhand der Pegeldifferenz zwischen den Geschwindigkeiten 55 km/h und 30 km/h am ebenfalls in südlicher Richtung gelegenen IO 3 „Tubefstraße 18“ bestimmt. Diese Korrekturwerte ergeben sich für die verschiedenen Terzmittenfrequenzen aus den Messwerten  $L_{\text{Terz,eq}}$  am IO 3a „Hehnstraße 9“ in der Anlage 4, Tabelle 9 zu:

$$K_{v,\text{Terz},50\text{Hz}} = + 0,4 \text{ dB}$$

$$K_{v,\text{Terz},80\text{Hz}} = + 0,9 \text{ dB}$$

$$K_{v,\text{Terz},63\text{Hz}} = + 8,5 \text{ dB}$$

$$K_{v,\text{Terz},100\text{Hz}} = + 1,9 \text{ dB}$$

Diese Korrekturwerte  $K_v$  sind auf die bei 30 km/h an den IO 6 und IO 7 ermittelten Messwerte zu addieren, um die zu erwartenden Messwerte bei einer Geschwindigkeit von 55 km/h zu erhalten.

In der folgenden Tabelle 4 sind die aus den durchgeführten Geräuschpegelmessungen berechneten Z-bewerteten (linearen) Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz,r}}$  und die Z-bewerteten (linearen) maximalen Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{Terz,Fmax}}$  des tieffrequenten Schalls im Inneren der schutzbedürftigen Räume der Immissionsorte IO 1 bis IO 7 in der Nachbarschaft angegeben. Diese werden zudem mit den höchstzulässigen Werten verglichen, nämlich mit den um die Anhaltswerte „Tag“ ( $AHW_{\text{Tag}}$ ) gemäß Tabelle 1 im Beiblatt 1 zu DIN 45680 erhöhten Hörschwellenpegel  $L_{\text{HS}}$  gemäß Punkt 5.2.3 der DIN 45680.

Die detaillierten Messwerte, auf denen diese Berechnungen aufbauen, können der Anlage 4 des vorliegenden Gutachtens entnommen werden.

**Blatt 25**

Tabelle 4: Z-bewertete (lineare) Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz},r}$  und Z-bewertete (lineare) maximale Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  des tieffrequenten Schalls **innerhalb** der schutzbedürftigen Räume des Wohngebäudes sowie Vergleich mit den jeweils höchstzulässigen Werten

**IO 1: „Mayrstraße 3“**

Terz-Frequenz $f_{\text{Terz}}$ in Hz	$L_{\text{Terz},r}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB	$L_{\text{TerzFmax}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB
<b>Leopard 1</b>						
50	<b>40,6</b>	45,5	- 5	-	55,5	-
63	<b>44,6</b>	38,5	+ 6	<b>69,1</b>	48,5	+ 21
80	<b>47,1</b>	38,0	+ 9	-	48,0	-
100	<b>35,6</b>	38,5	- 3	-	48,5	-
<b>Leopard 2</b>						
50	<b>41,3</b>	45,5	- 4	-	55,5	-
63	<b>32,6</b>	38,5	- 6	-	48,5	-
80	<b>33,6</b>	38,0	- 4	-	48,0	-
100	<b>38,3</b>	38,5	± 0	<b>59,5</b>	48,5	+ 10

**IO 1a: „Peter-Müller-Straße 4“**

Terz-Frequenz $f_{\text{Terz}}$ in Hz	$L_{\text{Terz},r}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB	$L_{\text{TerzFmax}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB
<b>Leopard 1</b>						
50	<b>40,0</b>	45,5	- 5	-	55,5	-
63	<b>41,9</b>	38,5	+ 3	<b>68,1</b>	48,5	+ 20
80	<b>42,1</b>	38,0	+ 4	-	48,0	-
100	<b>25,9</b>	38,5	- 13	-	48,5	-
<b>Leopard 2</b>						
50	<b>38,8</b>	45,5	- 7	-	55,5	-
63	<b>30,0</b>	38,5	- 8	-	48,5	-
80	<b>29,4</b>	38,0	- 9	-	48,0	-
100	<b>33,3</b>	38,5	- 5	<b>58,0</b>	48,5	+ 10

**Blatt 26**

Tabelle 4: Z-bewertete (lineare) Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz,r}}$  und Z-bewertete (lineare) maximale Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  des tieffrequenten Schalls **innerhalb** der schutzbedürftigen Räume des Wohngebäudes sowie Vergleich mit den jeweils höchstzulässigen Werten - Fortsetzung

**IO 2: „Georg-Reismüller-Straße 19“**

Terz-Frequenz $f_{\text{Terz}}$ in Hz	$L_{\text{Terz,r}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB	$L_{\text{TerzFmax}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB
<b>Leopard 1</b>						
50	-	45,5	-	-	55,5	-
63	-	38,5	-	-	48,5	-
80	-	38,0	-	<b>48,1</b>	48,0	<b>± 0</b>
100	-	38,5	-	-	48,5	-
<b>Leopard 2</b>						
50	-	45,5	-	-	55,5	-
63	-	38,5	-	-	48,5	-
80	-	38,0	-	-	48,0	-
100	-	38,5	-	<b>57,0</b>	48,5	<b>+ 9</b>

**IO 2a: „Georg-Reismüller-Straße 31c“**

Terz-Frequenz $f_{\text{Terz}}$ in Hz	$L_{\text{Terz,r}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB	$L_{\text{TerzFmax}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB
<b>Leopard 1</b>						
50	-	45,5	-	-	55,5	-
63	-	38,5	-	-	48,5	-
80	-	38,0	-	<b>61,0</b>	48,0	<b>+ 13</b>
100	-	38,5	-	-	48,5	-
<b>Leopard 2</b>						
50	-	45,5	-	-	55,5	-
63	-	38,5	-	-	48,5	-
80	-	38,0	-	-	48,0	-
100	-	38,5	-	<b>62,8</b>	48,5	<b>+ 14</b>

**Blatt 27**

Tabelle 4: Z-bewertete (lineare) Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz},r}$  und Z-bewertete (lineare) maximale Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  des tieffrequenten Schalls **innerhalb** der schutzbedürftigen Räume der geplanten Wohngebäude sowie Vergleich mit den jeweils höchstzulässigen Werten - Fortsetzung

**IO 2b: SO-Ecke des B-Plan-Gebietes Nr. 2103 „Diamalt-Gelände“**

Terz-Frequenz $f_{\text{Terz}}$ in Hz	$L_{\text{Terz},r}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB	$L_{\text{TerzFmax}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB
<b>Leopard 1</b>						
50	<b>35,2</b>	45,5	<b>- 10</b>	-	55,5	-
63	<b>37,8</b>	38,5	<b>- 1</b>	-	48,5	-
80	<b>43,2</b>	38,0	<b>+ 5</b>	<b>67,9</b>	48,0	<b>+ 20</b>
100	<b>34,7</b>	38,5	<b>- 4</b>	-	48,5	-
<b>Leopard 2</b>						
50	<b>34,2</b>	45,5	<b>- 11</b>	-	55,5	-
63	<b>26,3</b>	38,5	<b>- 12</b>	-	48,5	-
80	<b>31,2</b>	38,0	<b>- 7</b>	-	48,0	-
100	<b>42,1</b>	38,5	<b>+ 4</b>	<b>70,5</b>	48,5	<b>+ 22</b>
<b>Puma</b>						
50	<b>34,0</b>	45,5	<b>- 11</b>	-	55,5	-
63	<b>26,6</b>	38,5	<b>- 12</b>	-	48,5	-
80	<b>27,6</b>	38,0	<b>- 10</b>	<b>49,9</b>	48,0	<b>+ 2</b>
100	<b>25,2</b>	38,5	<b>- 13</b>	-	48,5	-

**Blatt 28**

Tabelle 4: Z-bewertete (lineare) Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz,r}}$  und Z-bewertete (lineare) maximale Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  des tieffrequenten Schalls **innerhalb** der schutzbedürftigen Räume des Wohngebäudes sowie Vergleich mit den jeweils höchstzulässigen Werten - Fortsetzung

**IO 2c: Mitte der östlichen Grenze des B-Plan-Gebietes Nr. 2103 „Diamant-Gelände“**

Terz-Frequenz $f_{\text{Terz}}$ in Hz	$L_{\text{Terz,r}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB	$L_{\text{TerzFmax}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB
<b>Leopard 1</b>						
50	<b>38,2</b>	45,5	- 7	-	55,5	-
63	<b>36,5</b>	38,5	- 2	-	48,5	-
80	<b>38,8</b>	38,0	+ 1	<b>65,3</b>	48,0	+ 17
100	<b>31,6</b>	38,5	- 7	-	48,5	-
<b>Leopard 2</b>						
50	<b>37,0</b>	45,5	- 8	-	55,5	-
63	<b>27,4</b>	38,5	- 11	-	48,5	-
80	<b>27,8</b>	38,0	- 10	-	48,0	-
100	<b>37,6</b>	38,5	- 1	<b>66,1</b>	48,5	+ 18
<b>Puma</b>						
50	<b>32,9</b>	45,5	- 13	-	55,5	-
63	<b>26,2</b>	38,5	- 12	-	48,5	-
80	<b>25,5</b>	38,0	- 12	<b>48,0</b>	48,0	± 0
100	<b>23,3</b>	38,5	- 15	-	48,5	-

**Blatt 29**

Tabelle 4: Z-bewertete (lineare) Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz,r}}$  und Z-bewertete (lineare) maximale Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  des tieffrequenten Schalls **innerhalb** der schutzbedürftigen Räume des Wohngebäudes sowie Vergleich mit den jeweils höchstzulässigen Werten - Fortsetzung

**IO 3: „Tubefußstraße 18“**

Terz-Frequenz $f_{\text{Terz}}$ in Hz	$L_{\text{Terz,r}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB	$L_{\text{TerzFmax}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB
<b>Leopard 1</b>						
50	<b>31,3</b>	45,5	- 14	-	55,5	-
63	<b>29,9</b>	38,5	- 9	-	48,5	-
80	<b>35,9</b>	38,0	- 2	<b>59,8</b>	48,0	+ 12
100	<b>25,3</b>	38,5	- 13	-	48,5	-
<b>Leopard 2</b>						
50	<b>33,3</b>	45,5	- 12	-	55,5	-
63	<b>26,2</b>	38,5	- 12	-	48,5	-
80	<b>25,9</b>	38,0	- 12	-	48,0	-
100	<b>29,9</b>	38,5	- 9	<b>56,7</b>	48,5	+ 8

**IO 3a: „Hehnstraße 9“**

Terz-Frequenz $f_{\text{Terz}}$ in Hz	$L_{\text{Terz,r}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB	$L_{\text{TerzFmax}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB
<b>Leopard 1</b>						
50	<b>30,2</b>	45,5	- 15	-	55,5	-
63	<b>30,6</b>	38,5	- 8	-	48,5	-
80	<b>31,9</b>	38,0	- 6	<b>55,6</b>	48,0	+ 8
100	<b>20,6</b>	38,5	- 18	-	48,5	-
<b>Leopard 2</b>						
50	<b>31,4</b>	45,5	- 14	-	55,5	-
63	<b>22,8</b>	38,5	- 16	-	48,5	-
80	<b>23,5</b>	38,0	- 14	-	48,0	-
100	<b>26,3</b>	38,5	- 12	<b>51,1</b>	48,5	+ 3

**Blatt 30**

Tabelle 4: Z-bewertete (lineare) Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz},r}$  und Z-bewertete (lineare) maximale Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  des tieffrequenten Schalls **innerhalb** der schutzbedürftigen Räume des Wohngebäudes sowie Vergleich mit den jeweils höchstzulässigen Werten - Fortsetzung

**IO 4: „Storchenweg 22“**

Terz-Frequenz $f_{\text{Terz}}$ in Hz	$L_{\text{Terz},r}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB	$L_{\text{TerzFmax}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB
<b>Leopard 1</b>						
50	<b>40,4</b>	45,5	- 5	-	55,5	-
63	<b>43,5</b>	38,5	+ 5	-	48,5	-
80	<b>46,9</b>	38,0	+ 9	<b>74,5</b>	48,0	+ 27
100	<b>34,2</b>	38,5	- 4	-	48,5	-
<b>Leopard 2</b>						
50	<b>40,4</b>	45,5	- 5	-	55,5	-
63	<b>33,8</b>	38,5	- 5	-	48,5	-
80	<b>36,2</b>	38,0	- 2	-	48,0	-
100	<b>38,3</b>	38,5	± 0	<b>64,6</b>	48,5	+ 16

**IO 4a: „Storchenweg 46“**

Terz-Frequenz $f_{\text{Terz}}$ in Hz	$L_{\text{Terz},r}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB	$L_{\text{TerzFmax}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB
<b>Leopard 1</b>						
50	<b>37,5</b>	45,5	- 8	-	55,5	-
63	<b>39,6</b>	38,5	+ 1	-	48,5	-
80	<b>43,9</b>	38,0	+ 6	<b>73,6</b>	48,0	+ 26
100	<b>30,9</b>	38,5	- 8	-	48,5	-
<b>Leopard 2</b>						
50	<b>38,2</b>	45,5	- 7	-	55,5	-
63	<b>30,9</b>	38,5	- 8	-	48,5	-
80	<b>32,7</b>	38,0	- 5	-	48,0	-
100	<b>33,0</b>	38,5	- 5	<b>62,3</b>	48,5	+ 14

**Blatt 31**

Tabelle 4: Z-bewertete (lineare) Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz,r}}$  und Z-bewertete (lineare) maximale Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  des tieffrequenten Schalls **innerhalb** der schutzbedürftigen Räume des Wohngebäudes sowie Vergleich mit den jeweils höchstzulässigen Werten - Fortsetzung

**IO 5: „Ludwigsfelder Straße 49“<sup>1)</sup>**

Terz-Frequenz $f_{\text{Terz}}$ in Hz	$L_{\text{Terz,r}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB	$L_{\text{TerzFmax}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB
<b>Leopard 1</b>						
50	<b>43,6</b>	45,5	- 2	-	55,5	-
63	<b>47,8</b>	38,5	+ 9	-	48,5	-
80	<b>50,3</b>	38,0	+ 12	<b>73,4</b>	48,0	+ 25
100	<b>39,7</b>	38,5	+ 1	-	48,5	-
<b>Leopard 2</b>						
50	<b>43,0</b>	45,5	- 2	-	55,5	-
63	<b>36,4</b>	38,5	- 2	-	48,5	-
80	<b>36,5</b>	38,0	- 1	-	48,0	-
100	<b>39,1</b>	38,5	+ 1	<b>58,9</b>	48,5	+ 10

<sup>1)</sup> Messwerte inkl. Abstandskorrektur in Höhe von  $K_S = - 1,5$  dB vom gewählten Ersatzmessort zum Immissionsort IO 5

**Blatt 32**

Tabelle 4: Z-bewertete (lineare) Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz,r}}$  und Z-bewertete (lineare) maximale Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  des tieffrequenten Schalls **innerhalb** der schutzbedürftigen Räume des Wohngebäudes sowie Vergleich mit den jeweils höchstzulässigen Werten - Fortsetzung

**IO 5a: „Ludwigsfelder Straße 57“<sup>1)</sup>**

Terz-Frequenz $f_{\text{Terz}}$ in Hz	$L_{\text{Terz,r}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB	$L_{\text{TerzFmax}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB
<b>Leopard 1</b>						
50	<b>44,7</b>	45,5	- 1	-	55,5	-
63	<b>46,8</b>	38,5	+ 8	-	48,5	-
80	<b>50,7</b>	38,0	+ 12	<b>73,8</b>	48,0	+ 26
100	<b>40,9</b>	38,5	+ 2	-	48,5	-
<b>Leopard 2</b>						
50	<b>43,3</b>	45,5	- 2	-	55,5	-
63	<b>36,5</b>	38,5	- 2	-	48,5	-
80	<b>36,0</b>	38,0	- 2	-	48,0	-
100	<b>41,3</b>	38,5	+ 3	<b>57,6</b>	48,5	+ 9

<sup>1)</sup> Messwerte inkl. Abstandskorrektur in Höhe von  $K_S = - 0,9$  dB vom gewählten Ersatzmessort zum Immissionsort IO 5a, vgl. Punkt 5.1

**Blatt 33**

Tabelle 4: Z-bewertete (lineare) Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz,r}}$  und Z-bewertete (lineare) maximale Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  des tieffrequenten Schalls **innerhalb** der schutzbedürftigen Räume des Wohngebäudes sowie Vergleich mit den jeweils höchstzulässigen Werten - Fortsetzung

**IO 6/2: Wohngebäude „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“**

Terz-Frequenz $f_{\text{Terz}}$ in Hz	$L_{\text{Terz,r}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB	$L_{\text{TerzFmax}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB
<b>Leopard 1</b>						
50	<b>47,1</b>	45,5	<b>+ 2</b>	-	55,5	-
63	<b>47,4</b>	38,5	<b>+ 9</b>	-	48,5	-
80	<b>47,0</b>	38,0	<b>+ 9</b>	<b>73,1</b>	48,0	<b>+ 25</b>
100	<b>37,3</b>	38,5	<b>- 1</b>	-	48,5	-
<b>Leopard 2</b>						
50	<b>43,0</b>	45,5	<b>- 2</b>	-	55,5	-
63	<b>39,1</b>	38,5	<b>+ 1</b>	<b>67,2</b>	48,5	<b>+ 19</b>
80	<b>26,5</b>	38,0	<b>- 11</b>	-	48,0	-
100	<b>33,2</b>	38,5	<b>- 5</b>	-	48,5	-
<b>Puma</b>						
50	<b>39,1</b>	45,5	<b>- 6</b>	-	55,5	-
63	<b>31,2</b>	38,5	<b>- 7</b>	<b>64,1</b>	48,5	<b>+ 16</b>
80	<b>20,9</b>	38,0	<b>- 17</b>	-	48,0	-
100	<b>16,9</b>	38,5	<b>- 22</b>	-	48,5	-

Anmerkung:

Die Pegeldifferenzen „außen/innen“ betragen beim tieffrequenten Schall (= Differenz zwischen den zeitgleich am IO 6/1 neben dem Wohngebäude und den am IO 6/2 innerhalb des Wohngebäudes erhobenen Messwerten) in etwa:

50 Hz: 16 dB      63 Hz: 22 dB      80 Hz: 28 dB      100 Hz: 26 dB

Damit liegen die vorangehend im Punkt 6.4 des vorliegenden Gutachtens rechnerisch zugrunde gelegten Pegeldifferenzen mit einem entsprechenden „Vorhaltemaß“ für die Anwohner auf der sicheren Seite.

**Blatt 34**

Tabelle 4: Z-bewertete (lineare) Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz,r}}$  und Z-bewertete (lineare) maximale Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  des tieffrequenten Schalls **innerhalb** der schutzbedürftigen Räume des Wohngebäudes sowie Vergleich mit den jeweils höchstzulässigen Werten - Fortsetzung

**IO 7: Gebäude „Tubefußstraße 19B“<sup>1)</sup>**

Terz-Frequenz $f_{\text{Terz}}$ in Hz	$L_{\text{Terz,r}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB	$L_{\text{TerzFmax}}$ in dB(Z)	$L_{\text{HS}} + \text{AHW}_{\text{Tag}}$ in dB	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB
<b>Leopard 1</b>						
50	<b>45,4</b>	45,5	<b>± 0</b>	-	55,5	-
63	<b>50,3</b>	38,5	<b>+ 12</b>	-	48,5	-
80	<b>49,5</b>	38,0	<b>+ 12</b>	<b>74,1</b>	48,0	<b>+ 26</b>
100	<b>36,9</b>	38,5	<b>- 2</b>	-	48,5	-
<b>Leopard 2</b>						
50	<b>41,3</b>	45,5	<b>- 4</b>	-	55,5	-
63	<b>34,8</b>	38,5	<b>- 4</b>	-	48,5	-
80	<b>35,1</b>	38,0	<b>- 3</b>	-	48,0	-
100	<b>41,3</b>	38,5	<b>+ 3</b>	<b>64,1</b>	48,5	<b>+16</b>
<b>Puma</b>						
50	<b>35,7</b>	45,5	<b>- 10</b>	-	55,5	-
63	<b>28,2</b>	38,5	<b>- 10</b>	<b>59,8</b>	48,5	<b>+ 11</b>
80	<b>26,6</b>	38,0	<b>- 11</b>	-	48,0	-
100	<b>26,0</b>	38,5	<b>- 12</b>	-	48,5	-

<sup>1)</sup> Messwerte inkl. Abstandskorrektur in Höhe von  $K_S = - 1,0$  dB vom gewählten Ersatzmessort zum Immissionsort IO 7



**Blatt 35**

**6.5 Übersichtliche Darstellung aller Ergebnisse der messtechnischen Ermittlungen hinsichtlich der festgestellten maximalen Überschreitung (+) bzw. minimalen Unterschreitung (-) der Anhaltswerte für den tieffrequenten Schall gemäß DIN 45680**

In der folgenden Tabelle 5 sind die im vorangegangenen Punkt 6.4 im Einzelnen dargestellten Berechnungsergebnisse für die Z-bewerteten (linearen) Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz},r}$  und für die Z-bewerteten (linearen) maximalen Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  noch einmal zusammenfassend im Überblick dargestellt.

Angegeben sind jeweils die festgestellte maximale Überschreitung (+) bzw. minimale Unterschreitung (-) der Anhaltswerte für den tieffrequenten Schall gemäß Beiblatt 1 /11/ zu DIN 45680 /10/ durch die Z-bewerteten (linearen) Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz},r}$  und die Z-bewerteten (linearen) maximalen Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  des tieffrequenten Schalls für die hier relevanten Terzen mit den Mittenfrequenzen  $f_{\text{Terz}} = 50, 63, 80$  und  $100$  Hz **innerhalb** der schutzbedürftigen Räume der Wohngebäude IO 1 bis IO 7 gemäß Tabelle 4.

**Tabelle 5:** Überschreitung (+) bzw. Unterschreitung (-) der Anhaltswerte gemäß Beiblatt 1 zu DIN 45680 durch die Z-bewerteten (linearen) Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz},r}$  und die Z-bewerteten (linearen) maximalen Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  des tieffrequenten Schalls **innerhalb** der schutzbedürftigen Räume der Wohngebäude IO 1 bis IO 7

IO-Nr.	Anschrift (Str. / Nr.)	Leopard 1		Leopard 2		Puma	
		Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB im Beurteilungspegel	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB im Maximalpegel	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB im Beurteilungspegel	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB im Maximalpegel	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB im Beurteilungspegel	Über (+) - / Unter (-) - schreitung in dB im Maximalpegel
1	Mayrstraße 3	+ 9	+ 21	± 0	+ 10	- Fahrzeug nicht verfügbar -	
1a	Peter-Müller-Straße 4	+ 4	+ 20	- 5	+ 10	- Fahrzeug nicht verfügbar -	
2	Georg-Reismüller-Straße 19	- nicht auswertbar -	± 0	- nicht auswertbar -	+ 9	- nicht auswertbar -	
2a	Georg-Reismüller-Straße 31c	- nicht auswertbar -	+ 13	- nicht auswertbar -	+ 14	- nicht auswertbar -	
2b	SO-Ecke B-Plan „Diamalt-Gelände“	+ 5	+ 20	+ 4	+ 22	- 10	+ 2
2c	östl. Grenze B-Plan „Diamalt-Gelände“	+ 1	+ 17	- 1	+ 18	- 12	± 0
3	Tubeufstraße 18	- 2	+ 12	- 9	+ 8	- Fahrzeug nicht verfügbar -	
3a	Hehnstraße 9	- 6	+ 8	- 12	+ 3	- Fahrzeug nicht verfügbar -	
4	Storchenweg 22	+ 9	+ 27	± 0	+ 16	- Fahrzeug nicht verfügbar -	
4a	Storchenweg 46	+ 6	+ 26	- 5	+ 14	- Fahrzeug nicht verfügbar -	
5	Ludwigsfelder Straße 49	+ 12	+ 25	+ 1	+ 10	- nicht auswertbar -	
5a	Ludwigsfelder Straße 57	+ 12	+ 26	+ 3	+ 9	- nicht auswertbar -	
6	Reinhard-von-Frank-Straße 20A	+ 9	+ 25	+ 1	+ 19	- 6	+ 16
7	Tubeufstraße 19B	+ 12	+ 26	+ 3	+ 16	- 10	+ 11





**Blatt 37**

Aus den Tabellen 4 (vgl. Punkt 6.4) und der vorangehend dargestellten Tabelle 5 ist erkennbar, dass

- (1) innerhalb der schutzbedürftigen Räume der Wohngebäude IO 1 bis IO 7 die Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz},r}$  bei geschlossenen Fenstern die Anhaltswerte gemäß Beiblatt 1 /11/ zu DIN 45680 /10/ im Frequenzbereich  $50 \text{ Hz} \leq f \leq 100 \text{ Hz}$  um bis zu 12 dB überschreiten können.
- (2) innerhalb der schutzbedürftigen Räume der Wohngebäude IO 1 bis IO 7 die maximalen Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{Terz}F_{\text{max}}}$  bei geschlossenen Fenstern die Anhaltswerte gemäß Beiblatt 1 /11/ zu DIN 45680 /10/ im Frequenzbereich  $50 \text{ Hz} \leq f \leq 100 \text{ Hz}$  um bis zu 27 dB überschreiten können.
- (3) die höchsten anteiligen tieffrequenten Geräuschemissionen vom Betrieb der Panzerteststrecke mit dem Kettenfahrzeug „Leopard 1“ ausgehen.
- (4) der Betrieb der Strecke mit dem Kettenfahrzeug „Leopard 2“ zu deutlich geringeren tieffrequenten Emissionen und Immissionen führt.
- (5) beim Fahrbetrieb mit dem Kettenfahrzeug „Puma“ zumindest durch die Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz},r}$  die Anhaltswerte gemäß Beiblatt 1 zu DIN 45680 für den tieffrequenten Schall sogar eingehalten werden.

**Der Gutachter weist nochmals darauf hin, dass die vorgenannten Werte innerhalb der schutzbedürftigen Räume der Wohngebäude bei geschlossenen Fenstern gelten und dort beim Zusammentreffen von ungünstigen Bedingungen (vgl. Ausführungen auf Blatt 23 unter Punkt 6.4 des vorliegenden Gutachtens sowie unter Punkt 6.5 auf Blatt 38 des Gutachtens Nr. 3042-18-AA-19-PB002 vom 20.08.2019 /21/) höchstens zu erwarten sind.**

Die detaillierten Messwerte der am 04.05.2017, 11.05.2017, 19.07.2017, 01.08.2017 und 21.04.2018 durchgeführten Geräuschpegelmessungen an den Emissionsmessorten EMO bzw. an den Immissionsmessorten IO 1 bis IO 7 sind in den Tabellen 7 bis 11 in der **Anlage 4** zusammengestellt.

Die Pegel-Zeit-Verläufe der an den Immissionsmessorten IO 1 bis IO 7 messtechnisch ermittelten maßgeblichen Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{Terz},eq}$  und  $L_{\text{Terz}F_{\text{max}}}$  im tieffrequenten Bereich ( $f \leq 100 \text{ Hz}$ ) sind aus den Abbildungen 1 bis 35 in der **Anlage 5** ersichtlich.

In der **Anlage 6** sind aus den Abbildungen 36 bis 95 die Terzfrequenzspektren der berechneten Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz},r}$  - energetisch gemittelt über beide Geschwindigkeiten der Kettenfahrzeuge - und der berechneten maximalen Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{Terz}F_{\text{max}}}$  im tieffrequenten Bereich ( $f \leq 100 \text{ Hz}$ ) für die Immissionsorte IO 1 bis IO 7 angegeben, die innerhalb der schutzbedürftigen Räume der Wohngebäude bei geschlossenen Fenstern höchstens zu erwarten sind.



**Blatt 38**

**6.6 Qualität der Messergebnisse**

Aufgrund der gewählten Abstände der Messorte von  $s > 200$  m zur Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG kann davon ausgegangen werden, dass die Unsicherheit der erhobenen Messwerte des tieffrequenten Schalls im Freibereich der Wohngebäude bei  $\pm 3$  dB liegt.

Die Unsicherheit für die innerhalb der schutzbedürftigen Räume berechneten (höchstmöglichen) Z-bewerteten (linearen) Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz,r}}$  und Z-bewerteten (linearen) maximalen Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  des tieffrequenten Schalls fällt nicht höher aus, weil die vorgenommenen Abschätzungen für die „ungünstigsten sich überhaupt einstellenden Situationen“ getroffen wurden.



## 7 Bewertung der tieffrequenten Schallimmissionen in der Wohnnachbarschaft

Die in der Tabelle 5 im Punkt 6.5 zusammenfassend dargestellten Ergebnisse der durchgeführten Ermittlungen der anteiligen tieffrequenten Geräuschimmissionen in der Wohnnachbarschaft, die durch den derzeitigen und zukünftigen Betrieb der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München verursacht werden, sind im Hinblick auf ein immissionsschutzrechtliches Anlagengenehmigungsverfahren dieser Panzerteststrecke zu bewerten. Gerade die mit bis zu + 27 dB über dem Anhaltswert liegenden maximalen Terz-Schalldruckpegel sind insoweit zu diskutieren, ob dadurch schädliche Umwelteinwirkungen verursacht werden, die einem Genehmigungsanspruch entgegenstehen könnten. Speziell beim tieffrequenten Schall können Aussagen dazu nicht nur durch einen arithmetischen Vergleich von festgestellten Terz-Beurteilungspegeln bzw. maximalen Terz-Schalldruckpegeln und entsprechenden Anhaltswerten getroffen werden. Entsprechend fordert Nummer 7.3 TA Lärm hierzu eine einzelfall-bezogene Beurteilung gerade der örtlichen Verhältnisse, in deren Kontext dann entsprechende Messergebnisse einzuordnen sind. Eine solche Einordnung kann zum Teil nur von sachverständiger Seite vorgenommen werden. Insoweit wird auf die nachstehenden Erwägungen verwiesen, die zur Beantwortung der (rechtlichen) Frage, ob schädliche Umwelteinwirkungen i.S.v. § 3 Abs. 1 BImSchG vorliegen, als sachverständige Prämissen einer solchen Bewertung notwendigerweise berücksichtigt werden sollten.

Aus dem im Ausgangsgutachten Nr. 3042-18-AA-19-PB002 vom 20.08.2019 /21/ dargestellten Ergebnis bezüglich der A-bewerteten Geräuschimmissionen (Beurteilungspegel und Pegel kurzzeitiger Geräuschspitzen) lässt sich zunächst eine Immissionssituation für die Wohnnachbarschaft ableiten, die als immissionsschutzrechtlich unbedenklich zu bezeichnen ist. Schließlich werden die gültigen Immissionsrichtwerte der TA Lärm durch den Betrieb der Panzerteststrecke um wenigstens 6 dB unterschritten (vgl. Nummer 3.2.1 Abs. 2 der TA Lärm) bzw. unterschreiten die Beurteilungspegel der „Gesamt-Geräuschbelastung“ die gültigen Immissionsrichtwerte gemäß Nummer 6.1 der TA Lärm (vgl. Gutachten Nr. M131643/01 vom 25.08.2019 /22/ der Fa. Müller-BBM), und auch das Spitzenpegelkriterium der TA Lärm wird nicht verletzt.

Hinsichtlich der hier vorgelegten Ergebnisse der ergänzenden Untersuchungen zu den anteiligen tieffrequenten Schallimmissionen in der Wohnnachbarschaft (vgl. Tabelle 5 im Punkt 6.5) ist aus Sicht des Gutachters eine Sonderfallprüfung im Sinne von Nummer 3.2.2 der TA Lärm /4/ für den hier konkret vorliegenden Einzelfall unumgänglich.

Eine solche einzelfallbezogene Bewertung der tieffrequenten Schallimmissionen hat aus gutachterlicher Sicht - aus fachlichen Gründen - insbesondere die nachstehenden Prämissen und Grundsätze zu berücksichtigen:

- (1) Der Betrieb der Panzerteststrecke besteht bereits seit dem Jahre 1964 in einem zumindest vergleichbaren Umfang. Aus diesem Zeitraum von mehr als 50 Jahren ist kein bzw. ein nur vernachlässigbar geringes Beschwerdepotential aus der nächsten Nachbarschaft hinsichtlich tieffrequenter Schallimmissionen bekannt. Daraus wird gutachterlich zunächst geschlussfolgert, dass die tatsächlich seit nunmehr gut 50 Jahren unverändert auftretenden Schallimmissionen (also auch unter Berücksichtigung von deren tieffrequenten Schall-Anteilen, die im vorliegenden Gutachten festgehalten wurden) von der betroffenen Wohnnachbarschaft realiter nicht als belästigend, nachteilig oder schädigend wahrgenommen wurden.

**Blatt 40**

- (2) Dies deckt sich mit den Äußerungen einiger der Nachbarn im Zuge der durchgeführten Geräuschpegelmessungen, die insbesondere die Geräusche von den benachbarten öffentlichen Verkehrswegen als belästigend empfinden. Solche Informationen liegen z.B. von den Anwohnern an der an der Mayrstraße (vgl. IO 1) und der Georg-Reismüller-Straße (vgl. IO 2) vor.
- (3) Beurteilungsgrundlage für die tieffrequenten Schallimmissionen in der Wohnnachbarschaft stellen die „Anhaltswerte“ des Beiblattes 1 /11/ zu DIN 45680 /10/ dar. Bereits der Name lässt die Wertigkeit erkennen, sie rangiert weit hinter „Immissionsgrenzwerten“ (vgl. z.B. 16. BImSchV /13/) und „Immissionsrichtwerten“ (vgl. TA Lärm /4/). Wie im Übrigen auch bei Immissionsrichtwerten gilt für Anhaltswerte erst recht, dass lediglich deren Überschreitung einen Ausschluss von schädlichen Umwelteinwirkungen indiziert, die gegenteilige Annahme bei deren Überschreitung aber gerade nicht zulässig ist. Um dem komplexen Bewertungsbild tieffrequenten Schalls gerecht werden können, ist dabei im Rahmen der Einzelfallbetrachtung dann auch bei teils deutlichen Überschreitungen nicht zwingend auf eine Schädlichkeit zu erkennen, da dann andernfalls die bewusst vorgenommenen terminologischen Unterschiede zur Begrifflichkeit „Anhaltswert“ verkannt würden. Im Ergebnis bedeutet dies, dass auch teils signifikante Anhaltswert-Überschreitungen einer Einzelfall-Betrachtung zugänglich bleiben müssen.
- (4) Bei der Anwendung der Anhaltswerte des Beiblattes 1 /11/ zu DIN 45680 /10/ zur Lärmbeurteilung tieffrequenter Geräusche ist in Weiterführung der Aussage in Anstrich (3) darauf zu verweisen, dass diese Anhaltswerte für den Beurteilungspegel  $L_{TerzA}$  nur durch Ergebnisse der tieffrequenten Lärmwirkungsforschung abgedeckt sind, welche die Wirkungen auf betroffene Personen durch zeitlich konstante tieffrequente Töne - ausgehend von technischen Anlagen - betreffen. Die durch Felduntersuchungen im Zeitraum von 1982 bis 1992 von WITTLAKE (Essen) und KUBICEK (Zwickau) zu den Störwirkungen von tieffrequenten Geräuschen auf betroffene Personen gewonnenen Erkenntnisse, auf welchen die Lärmbewertungsverfahren der daraufhin erarbeiteten DIN 45680 von 1997 basieren (siehe Literaturverzeichnis in der DIN 45680), waren nämlich lediglich auf in Industrie und Gewerbe vorkommende Fallsituationen beschränkt, wo tieffrequente Einzeltöne im Frequenzbereich 10 bis 80 Hz nahezu zeitlich konstant und über mehrere Stunden - und insbesondere nachts - auf betroffene Personen einwirkten. Dies waren immer stationäre (ortsunveränderliche) tieffrequente Schallquellen wie z.B. Verdichterstationen, große Lüftungsanlagen und Schwingförderanlagen, wie sie in Anhang A des Beiblattes 1 /11/ zu DIN 45680 /10/ als relevante tieffrequente Geräuschquellen genannt sind.

Zeitlich veränderliche tieffrequente tonale Geräusche mit ihren speziellen Lärmwirkungen - verursacht durch z.B. bewegliche Dieselmotoren - mit noch zeitlich variierendem Frequenzspektrum (wie im hier vorliegenden Fall der fahrenden Panzer) waren damals nicht Gegenstand der Untersuchungen. Deshalb ist diese tieffrequente Geräuschquelle im Anhang A des Beiblattes 1 /11/ zu DIN 45680 /10/ auch nicht benannt, d.h., die Anwendung der Anhaltswerte des Beurteilungspegels kann für diese (hier relevante) Fallsituation nur orientierenden Charakter besitzen, insbesondere hinsichtlich der Schlussfolgerungen aus einer messtechnisch ermittelten Anhaltswertüberschreitung auf das Vorhandensein einer erheblichen Belästigung im Sinne des § 3 BImSchG.

**Blatt 41**

- (5) Die unter (4) zu der tieffrequenten Lärmwirkungsforschung als Grundlage der DIN 45680 /10/ angeführten Aussagen treffen nicht nur auf die Anhaltswerte für den Beurteilungspegel, sondern auch und insbesondere auf die Beurteilungsgröße „maximaler Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$ “ zu:

Im Vorfeld der Erarbeitung der DIN 45680 /10/ einschl. Beiblatt 1 /11/ hat es in Deutschland nur wenige Einzelfall-Felduntersuchungen und überhaupt keine psychoakustischen Laboruntersuchungen zur Wirkung kurzzeitiger tieffrequenter Töne auf Betroffene oder Versuchspersonen gegeben, welche die Maximalwert-Lärmbewertung mittels des „maximaler Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$ “ begründen könnten, d.h., zur Ausarbeitung der DIN 45680 einschl. Beiblatt 1 lagen gar keine gesicherten Erkenntnisse vor, wie kurzzeitig tieffrequente einwirkende Töne im Unterschied zu zeitlich konstanten und ständig einwirkenden tieffrequenten Tönen auf Betroffene wirken, um die angegeben Anhaltswerte des „maximaler Terz-Schalldruckpegels“  $L_{\text{TerzFmax}}$  begründen zu können.

Das Verfahren ist lediglich aus den Immissionsrichtwertgefüge in dB(A) aus der VDI 2058 Blatt 2 - gültig für mittel- und hochfrequenten Normalschall von technischen Anlagen - als Maximalwertkriterium übernommen wurden, um einen „Gleichklang“ im Bewertungsprinzip zu erzeugen.

Die hier messtechnisch festgestellten hohen Anhaltswertüberschreitungen - bezogen auf die tieffrequente Bewertungsgröße „maximaler Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$ “ müssen deshalb mit größter Vorsicht in Bezug auf eine mögliche „erhebliche Belästigung“ interpretiert werden.

Zum Wirkungsunterschied von einem „tieffrequenten Dauerton“ im Vergleich zu einem „kurzzeitig einwirkenden tieffrequenten Ton“ deutete sich bei den Felduntersuchungen im Zeitraum von 1982 bis 1992 aber bereits an, dass bestimmte spezifische Eigenschaften der tieffrequenten Störwirkung eben zeitabhängig sind und damit einen „Unterschied“ bewirken, z.B. bildet sich der für tieffrequente Töne oberhalb der Hörschwelle erzeugte „Ohrendruck“ erst nach etwa einer Minute aus und ist damit für kurzzeitige Einwirkungen (wie im hier vorliegenden Fall) nicht relevant.

- (6) Aus den in (4) und (5) dargestellten Gründen sind die vorliegend festgestellten Überschreitungen der Anhaltswerte gemäß Beiblatt 1 /11/ zu DIN 45680 /10/ sowohl einer fachlich-gutachterlichen als auch einer rechtlichen Abwägung zugänglich. Aus der Überschreitung dieser Werte folgt daher zum einen eben nicht zwingend eine unzumutbare schädliche Umwelteinwirkung im Sinne von Nummer 7.3 der TA Lärm /4/, zum andern stellen die Anhaltswerte gerade keine absolute Grenze der Zumutbarkeit im rechtlichen Sinne dar.
- (7) Die derzeitigen und zukünftigen Betriebszeiten der Panzerteststrecke liegen ausschließlich im Tageszeitraum, d.h., ein Betrieb im besonders geschützten Nachtzeitraum findet weder gegenwärtig noch zukünftig statt.
- (8) Der ausschließliche tageszeitliche Betrieb der Panzerteststrecke nimmt zudem nicht die gesamte Tageszeit gemäß Nummer 6.4 der TA Lärm (6 bis 22 Uhr) in Anspruch. Vielmehr wird von vornherein auf einen Betrieb in den besonders geschützten Zeiten, den „Tageszeiten mit erhöhter Immissionsempfindlichkeit“ gemäß Nummer 6.5 der TA Lärm (werktags von 6 bis 7 Uhr und von 20 bis 22 Uhr), verzichtet.



**Blatt 42**

Ein Betrieb ist insofern lediglich in dem anteiligen Zeitraum von 7 bis 20 Uhr an Werktagen beabsichtigt.

- (9) Der Fahrbetrieb für die beiden geräuschintensiveren Kettenfahrzeuge vom Typ „Leopard“ dauert nach den Angaben im Punkt 6.2 nur ca. 100 Minuten am gesamten Tag, wenn von den maximal 65 Runden pro Tag je 32,5 Runden mit einer Geschwindigkeit von 55 km/h und von 30 km/h unterstellt werden. Die Betriebszeit der Teststrecke liegt damit nur bei etwas mehr als 1 Stunde am Tag.
- (10) Zu bedenken ist weiterhin, dass die ausgewiesenen Überschreitungen der Anhaltswerte durch die Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz},r}$  ihre Ursache nicht in einer längeren Einwirkzeit von etwa gleich hohen Schalldruckpegeln haben, sondern letztendlich ausnahmslos die Folge der vergleichsweise hohen Überschreitungen der Anhaltswerte durch die maximalen Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  sind, die ihrerseits über nur sehr kurze anteilige Zeitabschnitte in der gesamten 100-minütigen Betriebszeit der Panzerteststrecke in der Tageszeit auftreten.

Die Bewertung der tieffrequenten Schallimmission in der Wohnnachbarschaft könnte sich daher eigentlich auf die ausschließlich Bewertung der maximalen Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  beschränken.

Diese maximalen Pegel wirken nach den Pegel-Zeit-Verläufen in der Anlage 5 (vgl. dort Abbildungen 1 bis 35) pro Runde nur größenordnungsmäßig etwa 15 Sekunden (bei der Fahrt auf den anteiligen den Immissionsorten zugewandten Streckenabschnitten) ein, d.h., bei maximal 65 Runden für die Kettenfahrzeuge vom Typ „Leopard“ gemäß Tabelle 3 im Punkt .2 über nur 16 min pro Tag.

Über solche jeweils nur kurzen Zeiträume von jeweils etwa 15 Sekunden - gerade auch unter Berücksichtigung der weiteren Einschränkungen bzgl. der Gesamtdauer pro Tag und Jahr - kann sich mit Verweis auf den vorangegangenen Anstrich (5) eine in tatsächlicher Hinsicht vom Hörempfinden des Menschen her stark belastigende Störwirkung durch tieffrequenten Schall aber gar nicht ausbilden.

- (11) Neben allen voranstehenden Argumenten zur Bewertung der anteiligen tieffrequenten Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft stellt sich überdies die Frage, mit welchen sinnvollen Maßnahmen an der Quelle die Emissionen wirkungsvoll gemindert werden können, um dem Minimierungsgebot gemäß BImSchG /1/ entsprechend Rechnung zu tragen.

Im hier vorliegenden Einzelfall stehen solche Maßnahmen schon deshalb nicht zur Verfügung, weil es sich bei einem Panzer um eine „bewegte“ Quelle handelt. Auch ist die Ausstattung der Kettenfahrzeuge mit Schalldämpfern beim Fahrbetrieb auf der Panzerteststrecke konstruktionsbedingt nicht möglich. Eine vollständige Einhausung der gesamten Strecke als einzig denkbare Maßnahme liegt klar außerhalb realistischer Annahmen.

- (12) Auch sind (zusätzliche) Maßnahmen auf dem Ausbreitungsweg des Schalls im vorliegenden Einzelfall nicht angezeigt. An der Westseite der nordwestlichen Wendeschleife und weitergehend an der Nord- und Nordostseite der Strecke wurde bereits ein ca. 4 m hohen Erdwall errichtet, durch den einige wenige Pegelminderungen in Richtung Westen, Norden und Nordosten wirksam werden. In Richtung Osten fallen die Schirmwirkungen durch den Erd-

**Blatt 43**

wall noch geringer aus. In Richtung Süden behindern die Gebäude der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG die ansonsten ungehinderte Schallausbreitung.

Aufgrund der Tatsache, dass zusätzliche Erdwälle oder zusätzliche Schallschutzwände wegen der langen Wellenlänge des tieffrequenten Schalls keine weiteren nachhaltigen Wirkungen hervorrufen können, scheiden insofern technisch sinnvolle und realisierbare zusätzliche Schallschutzmaßnahmen auf dem Ausbreitungsweg des tieffrequenten Schalls von der ca. 1 km langen und damit ausgedehnten Linienschallquelle „Panzerstrecke“ aus.

- (13) Der Gutachter weist ferner darauf hin, dass nicht in allen schutzbedürftigen Räumen der in der Tabelle 5 im Punkt 6.5 dargestellten Immissionsorte IO 1 bis IO 7 bzw. in deren weiterer Umgebung Überschreitungen der Anhaltswerte gemäß Beiblatt 1 zu DIN 45680 auftreten werden und auch nicht immer in der genannten Höhe. Vielmehr handelt es sich um maximal denkbare Werte, sofern ungünstige Situationen (z.B. Resonanzphänomene infolge „ungünstiger“ Raumabmessungen) zusammentreffen, vgl. Ausführungen unter Punkt 6.4 auf Blatt 23 des vorliegenden Gutachtens sowie unter Punkt 6.5 auf Blatt 38 des Gutachtens Nr. 3042-18-AA-19-PB002 vom 20.08.2019 /21/.

Dem Gutachter ist aus einer großen Anzahl eigener messtechnischer Ermittlungen innerhalb und außerhalb von schutzbedürftigen Räumen (allerdings bei einwirkenden stationären tieffrequenten Schallanteilen) bekannt, dass auch bei hohen Außenpegeln nur geringe Überschreitungen der Anhaltswerte innerhalb der Räume auftreten können und in Einzelfällen sogar deren vollständige Einhaltung nachgewiesen werden konnte. Das im vorliegenden Gutachten dargestellte tieffrequente Schallproblem ist daher die Abschätzung einer Maximalsituation, die in Einzelfällen genau so höchstens eintreten kann.

- (14) Die Höhe der Überschreitungen der Anhaltswerte gemäß Beiblatt 1 zu DIN 45680 innerhalb von schutzbedürftigen Räumen in der Wohnnachbarschaft ist nicht zuletzt auch abhängig von der Fahrweise des betreffenden Fahrers der Kettenfahrzeuge. Gleiches gilt für die Terzmittelfrequenzen im tieffrequenten Bereich, in denen Überschreitungen der Anhaltswerte auftreten können. Eindeutig ist nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen, dass sich diese auf den Frequenzbereich  $50 \text{ Hz} \leq f_{\text{Terz}} \leq 100 \text{ Hz}$  beschränken.

Bei einem Kettenfahrzeug (Panzer) handelt es sich schließlich nicht um eine stationäre (tieffrequente) Schallquelle, für die an einem bestimmten (Immissions-) Ort an jedem Betriebstag reproduzierbare Immissionen zu erwarten sind und messtechnisch nachgewiesen werden können. Vielmehr handelt es sich einerseits um eine „bewegliche“ - also ortsveränderliche - Quelle, die zudem unter verschiedenen Betriebszuständen (veränderliche Drehzahlen unter Berücksichtigung des gewählten Ganges im Schaltgetriebe) gefahren wird.

- (15) Obgleich bei der Ermittlung und Beurteilung der Geräusche vom öffentlichen Straßenverkehr (vgl. RLS-90 /14/ und 16. BImSchV /13/) die anteiligen tieffrequenten Geräusche keiner Würdigung unterzogen werden, ist innerhalb von Stadtgebieten mit straßennaher Bebauung z.B. bei Lkw-Vorbeifahrten mit hohen bzw. sehr hohen Terz-Beurteilungspegeln und maximalen Terz-Schalldruckpegeln zu rechnen. Die jüngsten diesbezüglichen Messungen wurden vom Gutachter im September 2017 in der Stadt Radebeul bei Dresden vorgenommen. Diese im Freibereich der Wohngebäude ermittelten Messwerten sind - im Vergleich zu den höch-

**Blatt 44**

ten in der Nachbarschaft der Panzerteststrecke im Freibereich ermittelten Werten - in der folgenden Tabelle 6 dargestellt:

**Tabelle 6:** Gegenüberstellung von beispielhaft im Freibereich von straßennahen Wohngebäuden ermittelten tieffrequenten Schallanteile von Verkehrsgeräuschen mit den höchsten in der Nachbarschaft der Panzerteststrecke im Freibereich ermittelten Messwerten

Terz-Frequenz $f_{\text{Terz}}$ in Hz	Panzerteststrecke KMW		Straßenverkehrsgeräusche	
	$L_{\text{Terz,r}}$ in dB(Z)	$L_{\text{TerzFmax}}$ in dB(Z)	$L_{\text{Terz,r}}$ in dB(Z)	$L_{\text{TerzFmax}}$ in dB(Z)
50	<b>54,7</b> (IO 5a)	<b>72,7</b> (IO 4)	<b>68,0</b>	<b>89,3</b>
63	<b>62,8</b> (IO 5)	<b>84,1</b> (IO 1)	<b>68,1</b>	<b>90,8</b>
80	<b>65,7</b> (IO 5a)	<b>89,5</b> (IO 4)	<b>64,2</b>	<b>88,5</b>
100	<b>57,1</b> (IO 2b)	<b>85,5</b> (IO 2b)	<b>61,4</b>	<b>88,1</b>

Bei Geräuschen vom öffentlichen Straßenverkehr ist insofern im Einzelfall mit bis mehr als 10 dB höheren tieffrequenten Schallanteilen vor Wohngebäuden zu rechnen als beim Betrieb der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München. Eine Berücksichtigung solcher tieffrequenten Schallanteile ist beim öffentlichen Straßenverkehr im hierfür gültigen Ermittlungs- und Beurteilungsverfahren (vgl. RLS-90 /14/ und 16. BImSchV /13/) aber gar nicht vorgesehen.

Zur Beantwortung der (rechtlichen) Frage, ob die durch den Betrieb der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München schädliche Umwelteinwirkungen i.S.v. § 3 Abs. 1 BImSchG wurden vorangehend insgesamt 15 sachverständige Prämissen benannt, die bei einer solchen Bewertung notwendigerweise berücksichtigt werden sollten.

Aus der Überschreitung von Anhaltswerten des Beiblattes 1 /11/ zu DIN 45680 /10/ folgt zum einen eben nicht zwingend eine unzumutbare schädliche Umwelteinwirkung im Sinne von Nummer 7.3 der TA Lärm /4/ durch tieffrequente Geräusche, zum andern stellen die Anhaltswerte gerade keine absolute Grenze der Zumutbarkeit im rechtlichen Sinne dar. Dies betrifft insbesondere die maximalen Terz-Schalldruckpegel, die insofern sowohl einer fachlich-gutachterlichen als auch einer rechtlichen Abwägung zugänglich sind. Aus der auch erheblichen Überschreitung dieser Werte folgt für alle untersuchten Immissionsorten IO 1 bis IO 7 unter Berücksichtigung der vorgenannten Anstriche (1) bis (15) zumindest aus sachverständiger Sicht eben gerade nicht eine unzumutbare schädliche Umwelteinwirkung im Sinne von Nummer 7.3 der TA Lärm /4/.



## **Anlagenverzeichnis**

### **Luftbilder**

Anlage 1/1: Übersichtsluftbild mit dem Standort der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG an der „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München

Maßstab: ca. 1 : 84.350

Anlage 1/2: Detailliertes Luftbild mit dem Anlagengelände der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München, mit der Panzerteststrecke, mit den maßgeblichen Immissionsorten IO 1 bis IO 5a sowie mit den zusätzlichen Immissionsorten IO 6 bis IO 8 in der Nachbarschaft sowie mit den Emissionsmesspunkten EMO 1 und EMO 3

Maßstab: ca. 1 : 10.000

### **Lageplan**

Anlage 2: Lageplan mit den Nutzungseinheiten der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München und mit den Standorten der Emissionsmessorte EMO 1 und EMO 3

Maßstab: ca. 1 : 2.070

### **Fotodokumentation**

Anlage 3: 12 Blätter

### **Detaillierte Messwerte der durchgeführten Geräuschpegelmessungen**

Anlage 4: 6 Blätter

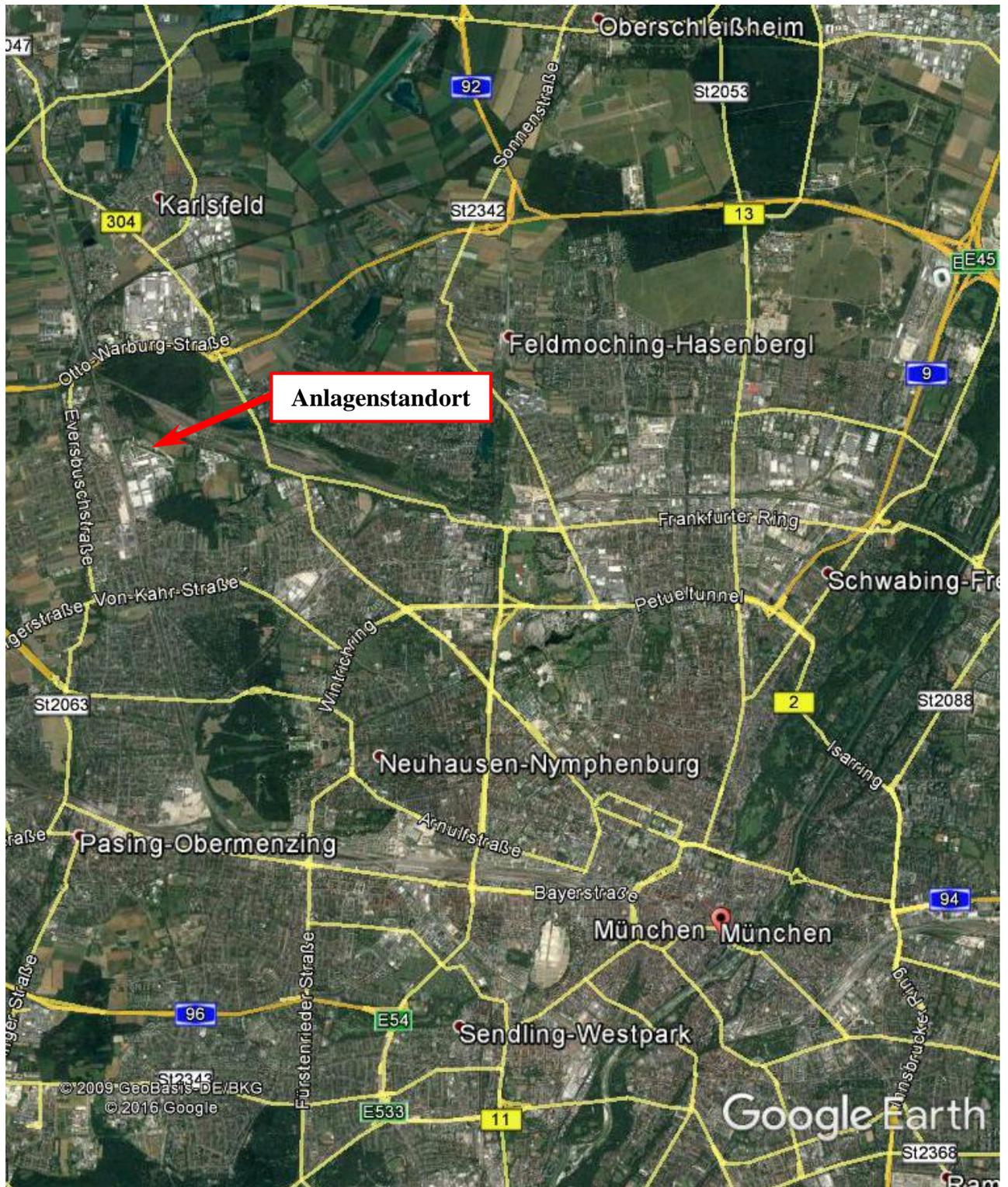
### **Pegel-Zeit-Verläufe der messtechnisch ermittelten maßgeblichen Terz-Schalldruckpegel $L_{Terz,eq}$ und $L_{TerzFmax}$ im tieffrequenten Bereich**

Anlage 5: 20 Blätter

### **Terzfrequenzspektren der berechneten Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$ und der berechneten maximalen Terz-Schalldruckpegel $L_{TerzFmax}$ im tieffrequenten Bereich ( $f \leq 100$ Hz)**

Anlage 6: 19 Blätter

Anlage 1/1



Übersichtsluftbild mit dem Standort der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG an der „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München

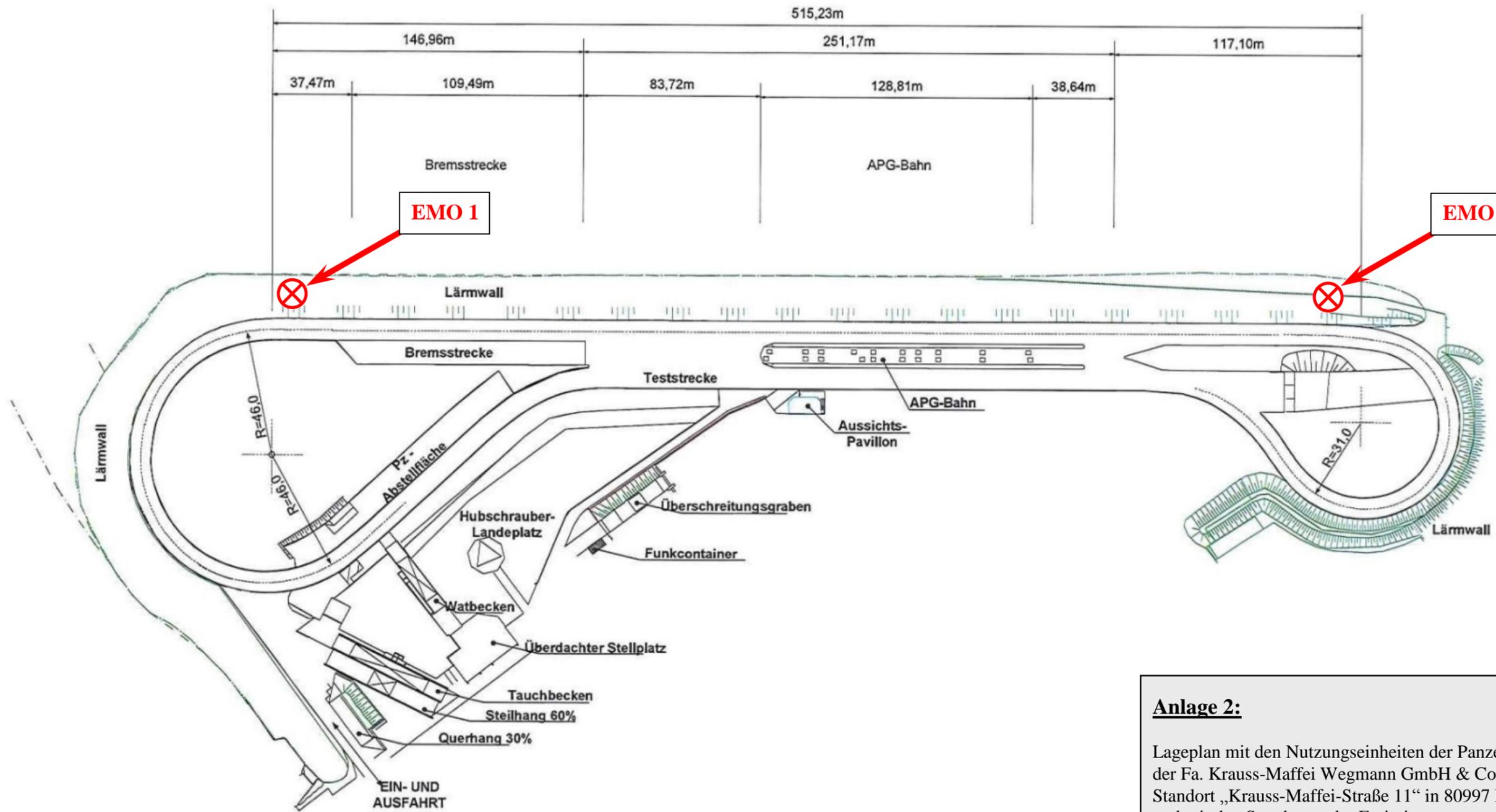
Maßstab: ca. 1 : 84.350

Anlage 1/2



Detailliertes Luftbild mit dem Anlagengelände der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München, mit der Panzerteststrecke, mit den maßgeblichen Immissionsorten IO 1 bis IO 5a sowie mit den zusätzlichen Immissionsorten IO 6 bis IO 8 in der Nachbarschaft sowie mit den Emissionsmesspunkten EMO 1 und EMO 3

Maßstab: ca. 1 : 10.000



**Anlage 2:**

Lageplan mit den Nutzungseinheiten der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG am Standort „Krauss-Maffei-Straße 11“ in 80997 München und mit den Standorten der Emissionsmessorte EMO 1 und EMO 3

Maßstab: ca. 1 : 2.070

**Anlage 3 - Fotodokumentation**



Foto 1: Blick über die Panzerteststrecke in Richtung Westen zum Aussichts-Pavillon (Pfeil).



Foto 2: Blick von der Mitte der APG-Bahn in Richtung Südosten zur südöstlichen Wendeschleife der Panzerteststrecke.

**Anlage 3 - Fotodokumentation**



Foto 3: Blick von der Mitte der APG-Bahn in Richtung Nordwesten zur nordwestlichen Wendeschleife der Panzerteststrecke



Foto 4: Blick von der nordwestlichen Wendeschleife in Richtung Norden auf den gewählten Emissionsmessort EMO 1 in  $h = 3$  m Höhe über dem  $h = 4$  m hohen Erdwall nordöstlich der Panzerteststrecke und in 8,5 m senkrechtem Abstand vom nordöstlichen Rand der betonierten Fahrbahn, siehe roter Pfeil.

Anlage 3 - Fotodokumentation



Foto 5: Blick von der südöstlichen Wendeschleife in Richtung Nordosten auf den gewählten Emissionsmessort EMO 3 in  $h = 3$  m Höhe über dem  $h = 4$  m hohen Erdwall nordöstlich der Panzerteststrecke und in 8,5 m senkrechtem Abstand vom nordöstlichen Rand der betonierten Fahrbahn, siehe roter Pfeil.



Foto 6: Blick auf den Fahrbetrieb des Kettenfahrzeuges „**Leopard 1**“ auf der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG.

**Anlage 3 - Fotodokumentation**



Foto 7: Blick auf den Fahrbetrieb des Kettenfahrzeuges „**Leopard 2**“ auf der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG.



Foto 8: Blick auf den Fahrbetrieb des Kettenfahrzeuges „**Puma**“ auf der Panzerteststrecke der Fa. Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG.

Anlage 3 - Fotodokumentation



Foto 9: Blick in Richtung Südwesten auf die Ostfassade (links) und die Nordfassade (rechts) des **Wohngebäudes IO 1 „Mayrstraße 3“**, das sich in einem „Allgemeinen Wohngebiet“ befindet. Die Messungen erfolgten in ca. 20 m Abstand in südöstlicher Richtung vom Wohngebäude in h = 8 m Höhe über Gelände auf dem vorhandenen Radweg.



Foto 10: Blick in Richtung Nordosten auf die Südfassade (roter Pfeil) des **Wohngebäudes IO 1a „Peter-Müller-Straße 4“**, das sich im B-Plan-Gebiet Nr. 978 „Peter-Müller-Straße“ in einem „Allgemeinen Wohngebiet“ befindet. Die Messungen erfolgten in ca. 9,5 m Abstand westlich vom Wohngebäude (unterer blauer Pfeil) in 5,5 m Höhe über Gelände. Der obere blaue Pfeil kennzeichnet den Standort der Wettermessstation.

Anlage 3 - Fotodokumentation



Foto 11: Blick in Richtung Westen auf die Ostfassade (roter Pfeil) des **Wohngebäudes IO 2** „Georg-Reismüller-Straße 19“ in einem „Allgemeinen Wohngebiet“. Der Standort des Messmikrofons in  $h = 7,5$  m Höhe über Gelände ist blau markiert.



Foto 12: Blick in Richtung Nordwesten auf die Ostfassade (Pfeil) des **Wohngebäudes IO 2a** „Georg-Reismüller-Straße 31c“ in einem „Allgemeinen Wohngebiet“. Der Standort des Messmikrofons in  $h = 7,5$  m Höhe über Gelände ist blau markiert.

**Anlage 3 - Fotodokumentation**



Foto 13: Blick in Richtung Osten auf den Immissionsmesspunkt **IO 2b** (roter Pfeil) an der **SO-Ecke des B-Plan-Gebietes Nr. 2103 „Diamaltgelände“** für ein „Allgemeines Wohngebiet“ in  $h = 11,5$  m Höhe über Gelände.



Foto 14: Blick in Richtung Norden auf den Immissionsmesspunkt **IO 2c** (roter Pfeil) in der **Mitte der östlichen Grenze des B-Plan-Gebietes Nr. 2103 „Diamaltgelände“** für ein „Allgemeines Wohngebiet“ in  $h = 7$  m Höhe über Gelände. Der blaue Pfeil kennzeichnet den Standort der Wettermessstation der Fa. Davis am oberen Ende des Stativs.

Anlage 3 - Fotodokumentation



Foto 15: Blick in Richtung Südosten auf die Nordfassade (roter Pfeil) des **Wohngebäudes IO 3** „**Tubeufstraße 18**“. Der Standort des Messmikrofons in  $h = 7,5$  m Höhe über Gelände ist blau markiert.



Foto 16: Blick in Richtung Westen auf die Nordfassade (roter Pfeil) des **Wohngebäudes IO 3a** „**Hehnstraße 9**“. Der Standort des Messmikrofons in  $h = 7$  m Höhe über Gelände ist ebenso gekennzeichnet (unterer blauer Pfeil) wie der Standort der Wettermessstation der Fa. Davis am oberen Ende des Stativs

Anlage 3 - Fotodokumentation



Foto 17: Blick in Richtung Osten auf das **Wohngebäude IO 4 „Storchenweg 22“** (roter Pfeil), das sich im B-Plan-Gebiet Nr. 1871 „Hackersiedlung“ in einem „Reinen Wohngebiet“ befindet. Der Standort des Messmikrofons in  $h = 4$  m Höhe über Gelände ebenso gekennzeichnet (unterer blauer Pfeil) wie der Standort der Wettermessstation der Fa. Davis am oberen Ende des Stativs.



Foto 18: Blick in Richtung Nordosten auf das **Wohngebäude IO 4a „Storchenweg 46“** (roter Pfeil), das sich im B-Plan-Gebiet Nr. 1871 „Hackersiedlung“ in einem „Reinen Wohngebiet“ befindet. Der Standort des Messmikrofons in  $h = 4$  m Höhe über Gelände ist blau markiert.

Anlage 3 - Fotodokumentation



Foto 19: Blick in Richtung Nordosten auf die Südfassade (roter Pfeil) des **Wohngebäudes IO 5** „Ludwigsfelder Straße 49“, das sich im Außenbereich befindet. Der Standort des Messmikrofons in  $h = 5,5$  m Höhe über Gelände ebenso gekennzeichnet (unterer blauer Pfeil) wie der Standort der Wetterstation der Fa. Davis am oberen Ende des Stativs.



Foto 20: Blick in Richtung Nordwesten auf die Südfassade (roter Pfeil) des **Wohngebäudes IO 5a** „Ludwigsfelder Straße 57“, das sich im Außenbereich befindet. Der Standort des Messmikrofons in  $h = 4$  m Höhe über Gelände ist blau markiert.

**Anlage 3 - Fotodokumentation**

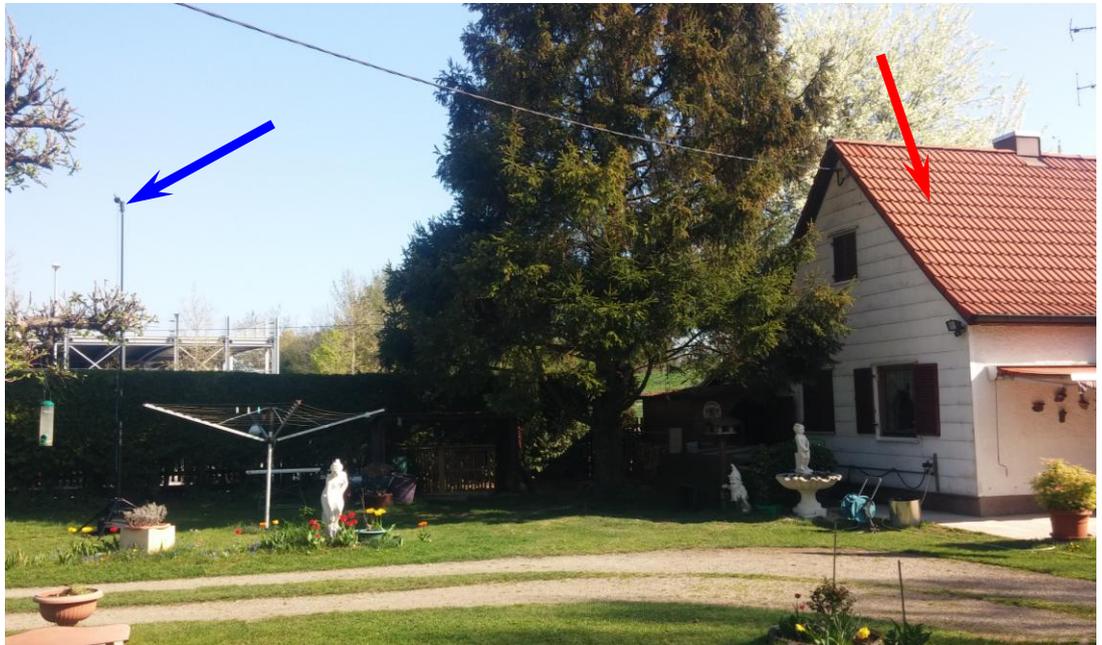


Foto 21: Blick in Richtung Norden auf das **Wohngebäude IO 6 „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“** (roter Pfeil). Der Standort des Messmikrofons in  $h = 5$  m Höhe über Gelände ist blau markiert.



Foto 22: Blick innerhalb des EG des **Wohngebäudes IO 6 „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“** auf den gewählten Messpunkt innerhalb der Wohnküche in  $h = 1,2$  m über Grund (siehe roter Pfeil).

**Anlage 3 - Fotodokumentation**



Foto 23: Blick vom Wohngebäude **IO 6 „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“** in westliche Richtung auf den Standort der Wettermessstation der Fa. Davis am oberen Ende des Stativs (siehe blauer Pfeil).



Foto 24: Blick in östliche Richtung auf die temporären Wohn-Container an der „Reinhard-von-Frank-Straße“. Die Messungen für den IO 7 „Tubefußstraße 19B“ erfolgten an einem Ersatzmessort in 25 m Abstand vom Gebäude in nordwestlicher Richtung, sowie in  $h = 11,5$  m Höhe über Gelände (siehe Markierung).



## **Anlage 4 - Detaillierte Messwerte**

### **Detaillierte Messwerte der durchgeführten Geräuschpegelmessungen**

#### **Tabelle 7:**

Messung am 01.08.2017 bei einer Südost-Windwetterlage

Messwerte am EMO 1 sowie an den IO 1 „Mayrstraße 3“ und IO 1a „Peter-Müller-Straße 4“ (in Richtung NNW)

1 Blatt

#### **Tabelle 8:**

Messung am 11.05.2017 bei einer Ost-Windwetterlage

Messwerte am EMO 3 sowie an den IO 2 „Georg-Reismüller-Straße 19“, IO 2a „Georg-Reismüller-Straße 31c“, IO 2b „Diamaltgelände, SO-Ecke“ und IO 2c „Diamaltgelände, östl. Grenze“ (in Richtung Westen)

1 Blatt

#### **Tabelle 9:**

Messung am 04.05.2017 bei einer Nord- und West-Windwetterlage

Messwerte am EMO 3 sowie an den IO 3 „Tubebufstraße 18“ und IO 3a „Hehnstraße 9“ (in Richtung Süden) sowie IO 4 „Storchenweg 22“ und IO 4a „Storchenweg 46“ (in Richtung Ost)

1 Blatt

#### **Tabelle 10:**

Messung am 19.07.2017 bei einer Süd-/Südwest-Windwetterlage

Messwerte am EMO 3 sowie an den IO 5 „Ludwigsfeld. Straße 49“ und IO 5a „Ludwigsfelder Straße 57“ (in Richtung NNO)

1 Blatt

#### **Tabelle 11:**

Messung am 21.04.2018 bei einer West-Windwetterlage

Messwerte am EMO 3 sowie an den IO 6/1 „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“ (Außenmessort), IO 6/2 „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“ (Innenmessort) und IO 7 „Tubebufstraße 19B“ (in Richtung SO bzw. SSO)

1 Blatt

**Anlage 4, Tabelle 7: Messwerte der Geräuschpegelmessung am 01.08.2017 - Angaben in dB(A) -**

Betriebszustände	Messorte	EMO 1		IO 1 Mayrstraße 3		IO 1a Peter-Müller-Str. 4	
		L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>	L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>	L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>
<b>Fahrzeug 1: Kettenfahrzeug „Leopard 1“</b>							
5 Runden bei ca. v = 55 km/h							
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		85,6	-	59,9	-	62,2	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		98,7	116,0	72,8	84,1	70,6	83,1
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		90,4	-	69,7	-	62,0	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		82,5	-	61,9	-	52,8	-
5 Runden bei ca. v = 30 km/h							
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		80,3	-	60,7	-	57,6	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		88,2	-	64,9	-	59,7	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		94,1	-	72,8	-	68,3	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		83,2	-	59,2	-	48,8	-
<b>Fahrzeug 2: Kettenfahrzeug „Leopard 2“</b>							
5 Runden bei ca. v = 55 km/h							
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		83,7	-	60,6	-	58,8	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		77,5	-	55,5	-	54,9	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		89,0	-	61,8	-	57,8	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		94,6	112,2	63,8	74,5	60,8	73,0
5 Runden bei ca. v = 30 km/h							
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		82,9	-	61,8	-	59,0	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		80,9	-	58,6	-	55,2	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		83,2	-	54,9	-	50,1	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		91,1	-	63,1	-	56,2	-
<b>Fahrzeug 3: Kettenfahrzeug „PUMA“</b>							
5 Runden bei ca. v = 55 km/h							
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz							
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz							
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz							
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz							
5 Runden bei ca. v = 30 km/h							
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz							
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz							
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz							
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz							

Fahrzeug am Mess-  
tag nicht verfügbar

<sup>1)</sup> Werte sind nur für diejenigen Terzen angegeben, aus denen die höchsten Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 45680 resultieren.

**Anlage 4, Tabelle 8: Messwerte der Geräuschpegelmessung am 11.05.2017 - Angaben in dB(A) -**

Betriebszustände	Messorte	EMO 1		IO 2 G.-Reism.-Str. 19		IO 2a G.-Reism.-Str. 31c		IO 2b Diamaltgel., SO		IO 2c Diamaltgel., Ost	
		L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>	L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>	L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>	L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>	L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>
<b>Fahrzeug 1: Kettenfahrzeug „Leopard 1“</b>											
5 Runden bei ca. v = 55 km/h											
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		82,8	-	-	-	-	-	58,7	-	61,1	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		93,3	-	-	-	-	-	66,1	-	64,6	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		90,2	108,3	-	63,1	-	76,0	69,6	82,9	64,9	80,3
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		83,1	-	-	-	-	-	63,3	-	60,0	-
5 Runden bei ca. v = 30 km/h											
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		80,5	-	-	-	-	-	49,4	-	54,1	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		87,5	-	-	-	-	-	57,6	-	57,0	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		94,0	-	-	-	-	-	66,7	-	62,7	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		79,6	-	-	-	-	-	53,4	-	51,0	-
<b>Fahrzeug 2: Kettenfahrzeug „Leopard 2“</b>											
5 Runden bei ca. v = 55 km/h											
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		82,2	-	-	-	-	-	52,9	-	56,2	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		75,9	-	-	-	-	-	52,2	-	53,9	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		86,4	-	-	-	-	-	59,1	-	55,1	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		93,8	113,3	-	72,0	-	77,8	69,1	85,5	64,3	81,1
5 Runden bei ca. v = 30 km/h											
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		83,0	-	-	-	-	-	54,9	-	57,5	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		74,1	-	-	-	-	-	50,9	-	51,4	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		80,0	-	-	-	-	-	53,2	-	50,9	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		91,4	-	-	-	-	-	65,7	-	61,4	-
<b>Fahrzeug 3: Kettenfahrzeug „PUMA“</b>											
5 Runden bei ca. v = 55 km/h											
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		67,8	-	-	-	-	-	53,0	-	52,1	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		75,2	-	-	-	-	67,1	51,4	-	51,7	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		85,6	106,5	-	-	-	-	54,7	64,9	52,1	63,0
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		74,3	-	-	61,7	-	-	51,6	-	49,5	-
5 Runden bei ca. v = 30 km/h											
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		71,3	-	-	-	-	-	54,7	-	53,4	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		68,2	-	-	-	-	-	51,9	-	51,2	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		75,3	-	-	-	-	-	51,2	-	49,6	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		69,1	-	-	-	-	-	49,4	-	47,7	-

<sup>1)</sup> Werte sind nur für diejenigen Terzen angegeben, aus denen die höchsten Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 45680 resultieren.

**Anlage 4, Tabelle 9: Messwerte der Geräuschpegelmessung am 04.05.2017 - Angaben in dB(A) -**

Betriebszustände	Messorte	EMO 3		IO 3 Tubeufstraße 18		IO 3a Hehnstraße 9		IO 4 Storchenweg 22		IO 4a Storchenweg 46	
		L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>	L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>	L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>	L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>	L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>
<b>Fahrzeug 1: Kettenfahrzeug „Leopard 1“</b>											
5 Runden bei ca. v = 55 km/h											
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		88,5	-	49,8	-	50,3	-	62,8	-	58,4	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		96,3	-	56,4	-	58,9	-	71,1	-	67,1	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		101,5	116,7	61,5	74,8	57,3	70,6	73,2	89,5	70,0	88,6
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		93,0	-	52,5	-	46,5	-	61,8	-	58,1	-
5 Runden bei ca. v = 30 km/h											
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		83,0		51,7	-	49,9	-	57,7	-	56,6	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		88,4		53,4	-	50,4	-	65,4	-	61,6	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		98,3		60,2	-	56,4	-	70,6	-	67,8	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		87,2		47,9	-	44,6	-	56,1	-	53,4	-
<b>Fahrzeug 2: Kettenfahrzeug „Leopard 2“</b>											
5 Runden bei ca. v = 55 km/h											
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		80,9	-	53,1	-	51,4	-	62,8	-	60,6	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		89,0	-	51,0	-	49,0	-	62,8	-	59,8	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		84,7	-	51,9	-	49,0	-	61,7	-	57,8	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		92,0	109,3	55,0	71,7	51,6	66,1	66,4	79,6	60,1	77,3
5 Runden bei ca. v = 30 km/h											
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		82,3		53,6	-	51,6	-	58,3		56,2	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		75,6		51,5	-	47,1	-	52,2		49,7	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		88,3		50,4	-	48,3	-	61,1		57,8	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		90,8		55,0	-	51,3	-	60,0		56,5	-
<b>Fahrzeug 3: Kettenfahrzeug „PUMA“</b>											
5 Runden bei ca. v = 55 km/h											
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz											
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz											
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz											
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz											
5 Runden bei ca. v = 30 km/h											
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz											
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz											
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz											
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz											

*Fahrzeug am Mess-  
tag nicht verfügbar*

<sup>1)</sup> Werte sind nur für diejenigen Terzen angegeben, aus denen die höchsten Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 45680 resultieren.

**Anlage 4, Tabelle 10: Messwerte der Geräuschpegelmessung am 19.07.2017 - Angaben in dB(A) -**

Betriebszustände	Messorte	EMO 3		IO 5 Ludwigsf. Str. 49		IO 5a Ludwigsf. Str. 51	
		L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>	L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>	L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>
<b>Fahrzeug 1: Kettenfahrzeug „Leopard 1“</b>							
5 Runden bei ca. v = 55 km/h							
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		84,0	-	66,2	-	66,7	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		95,6	-	76,2	-	74,9	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		100,9	116,7	78,7	89,9	78,5	89,7
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		94,9	-	69,7	-	70,4	-
5 Runden bei ca. v = 30 km/h							
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		80,7	-	64,0	-	64,5	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		92,1	-	72,2	-	70,3	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		96,9	-	74,7	-	74,5	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		82,9	-	60,4	-	59,9	-
<b>Fahrzeug 2: Kettenfahrzeug „Leopard 2“</b>							
5 Runden bei ca. v = 55 km/h							
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		80,8	-	65,9	-	62,2	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		90,3	-	65,7	-	65,3	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		84,6	-	65,3	-	64,6	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		92,8	111,8	67,3	75,4	65,8	73,5
5 Runden bei ca. v = 30 km/h							
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		81,7	-	63,7	-	65,1	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		78,2	-	60,3	-	59,6	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		85,3	-	61,2	-	59,4	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		90,8	-	64,5	-	68,0	-
<b>Fahrzeug 3: Kettenfahrzeug „PUMA“</b>							
5 Runden bei ca. v = 55 km/h							
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		72,4	-	59,4	-	viele Fremdge- räusche	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		85,4	104,8	61,6	-	-	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		77,7	-	61,2	73,8	-	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		77,4	-	55,5	-	-	-
5 Runden bei ca. v = 30 km/h							
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		81,4	-	64,1	-	-	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		73,9	-	58,9	-	-	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		72,1	-	55,8	-	-	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		76,1	-	52,8	-	-	-

<sup>1)</sup> Werte sind nur für diejenigen Terzen angegeben, aus denen die höchsten Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 45680 resultieren.

**Anlage 4, Tabelle 11: Messwerte der Geräuschpegelmessung am 21.04.2018 - Angaben in dB(A) -**

Betriebszustände	Messorte	EMO 3		IO 6/1 R.-v.-Frank-Str. 20a		IO 6/2 R.-v.-Frank-Str. 20a		IO 7 Tubefußstraße 19B	
		L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>	L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>	L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>	L <sub>Terz,eq</sub>	L <sub>TerzFmax</sub> <sup>1)</sup>
<b>Fahrzeug 1: Kettenfahrzeug „Leopard 1“</b>									
5 Runden bei ca. v = 30 km/h									
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		86,0	-	70,7	-	56,8	-	66,1	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		91,8	-	77,7	-	52,2	-	71,1	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		97,0	115,6	81,4	97,6	56,5	73,1	75,0	90,1
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		86,2	-	68,7	-	46,3	-	61,9	-
<b>Fahrzeug 2: Kettenfahrzeug „Leopard 2“</b>									
5 Runden bei ca. v = 55 km/h									
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		78,9	-	71,2	-	53,3	-	62,5	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		88,0	-	71,8	87,3	52,5	67,2	64,1	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		88,9	108,9	65,5	-	36,5	-	62,8	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		88,6	-	69,7	-	44,5	-	67,5	80,1
5 Runden bei ca. v = 30 km/h									
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		83,4	-	70,0	-	54,2	-	62,3	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		74,5	-	65,3	-	45,0	-	56,8	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		83,8	-	66,1	-	36,6	-	60,0	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		92,6	-	72,0	-	42,5	-	67,4	-
<b>Fahrzeug 3: Kettenfahrzeug „PUMA“</b>									
5 Runden bei ca. v = 55 km/h									
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		70,2	-	60,3	-	41,8	-	54,2	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		84,0	103,5	68,3	82,6	47,4	64,1	60,3	75,8
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		80,2	-	63,1	-	37,1	-	58,5	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		76,9	-	60,8	-	31,3	-	55,9	-
5 Runden bei ca. v = 30 km/h									
f <sub>Terz</sub> = 50 Hz		84,3	-	64,7	-	53,1	-	60,4	-
f <sub>Terz</sub> = 63 Hz		68,1	-	54,6	-	36,2	-	50,2	-
f <sub>Terz</sub> = 80 Hz		70,6	-	52,9	-	26,3	-	49,3	-
f <sub>Terz</sub> = 100 Hz		76,4	-	53,9	-	27,3	-	53,1	-

<sup>1)</sup> Werte sind nur für diejenigen Terzen angegeben, aus denen die höchsten Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 45680 resultieren.



## **Anlage 5 - Pegel-Zeit-Verläufe**

### **Pegel-Zeit-Verläufe der messtechnisch ermittelten maßgeblichen Terz-Schalldruckpegel $L_{\text{Terz,eq}}$ und $L_{\text{TerzFmax}}$ im tieffrequenten Bereich**

#### **Abbildungen 1 bis 4:**

##### Messung am 01.08.2017 bei einer Südost-Windwetterlage

Messwerte an den IO 1 „Mayrstraße 3“ und IO 1a „Peter-Müller-Straße 4“ (in Richtung NNW)

2 Blätter

#### **Abbildungen 5 bis 14:**

##### Messung am 11.05.2017 bei einer Ost-Windwetterlage

Messwerte an den IO 2 „Georg-Reismüller-Straße 19“, IO 2a „Georg-Reismüller-Straße 31c“, IO 2b „Diamaltgelände, SO-Ecke“ und IO 2c „Diamaltgelände, östl. Grenze“ (in Richtung West)

5 Blätter

#### **Abbildungen 15 bis 18:**

##### Messung am 04.05.2017 bei einer Nord-Windwetterlage

Messwerte an den IO 3 „Tubebufstraße 18“ und IO 3a „Hehnstraße 9“ (in Richtung Süden)

2 Blätter

#### **Abbildungen 19 bis 22:**

##### Messung am 04.05.2017 bei einer West-Windwetterlage

Messwerte an den IO 4 „Storchenweg 22“ und IO 4a „Storchenweg 46“ (in Richtung Osten)

2 Blätter

#### **Abbildungen 23 bis 26:**

##### Messung am 19.07.2017 bei einer Süd-/Südwest-Windwetterlage

Messwerte an den IO 5 „Ludwigsfeld. Str. 49“ und IO 5a „Ludwigsfeld. Str. 57“ (Richtung NNO)

2 Blätter



**Anlage 5 - Pegel-Zeit-Verläufe**

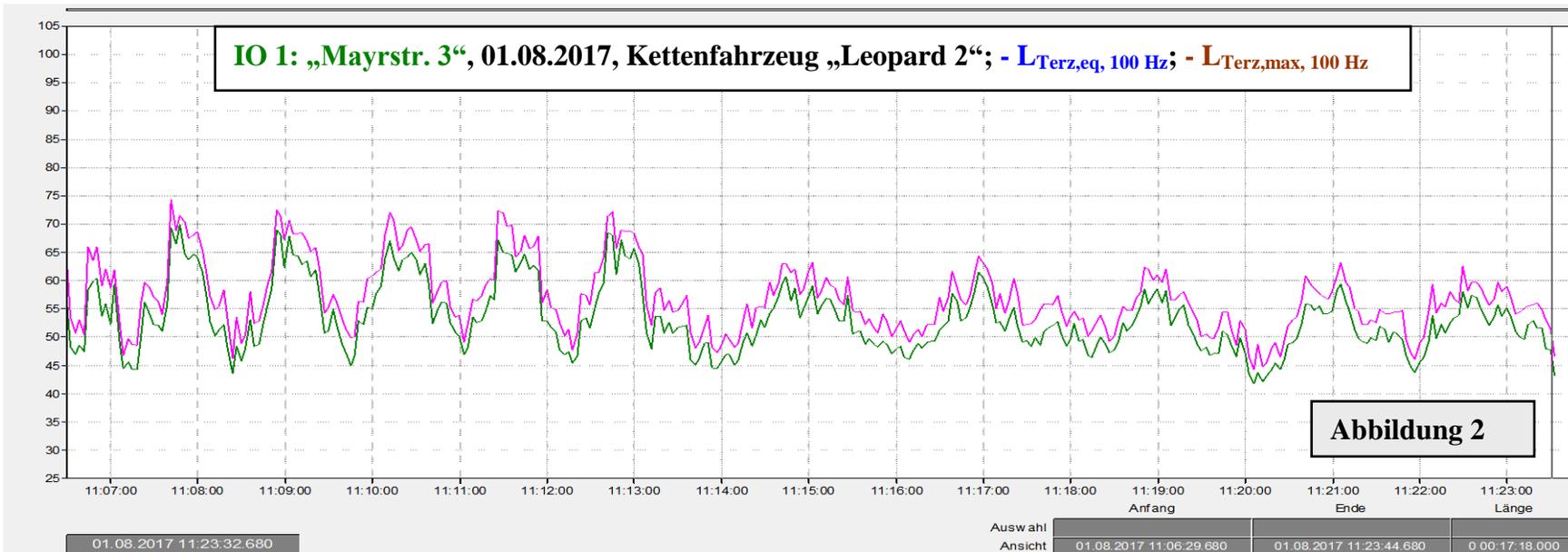
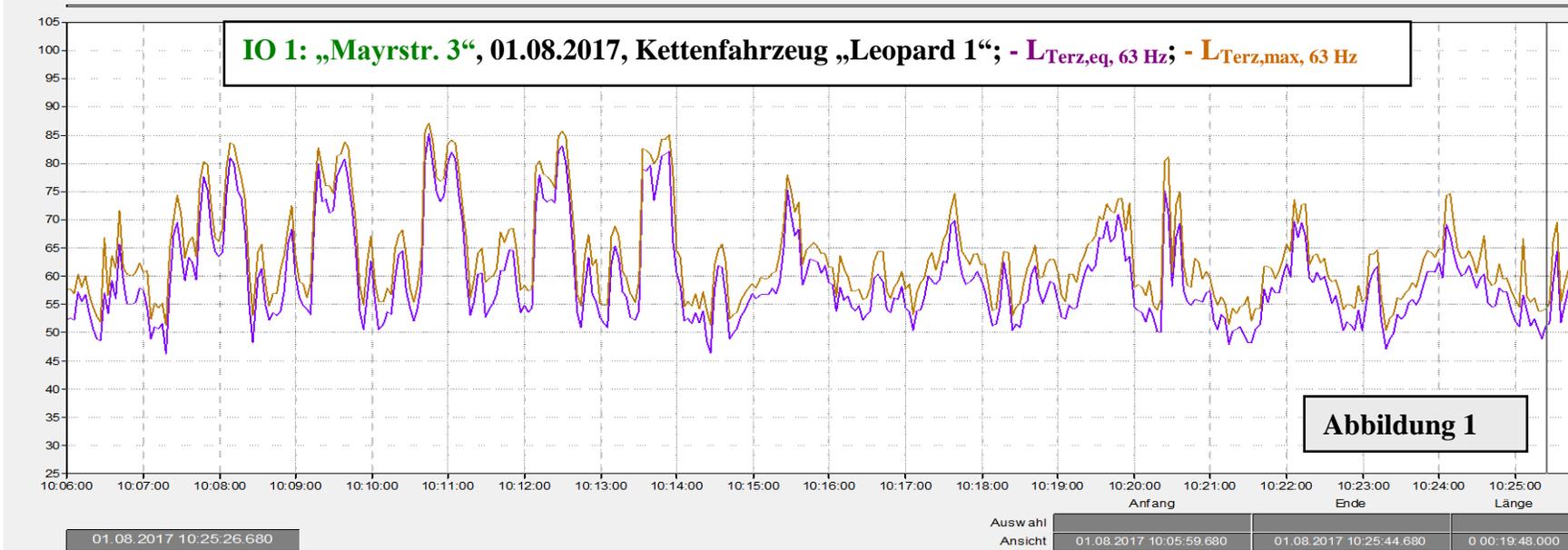
**Abbildungen 27 bis 35:**

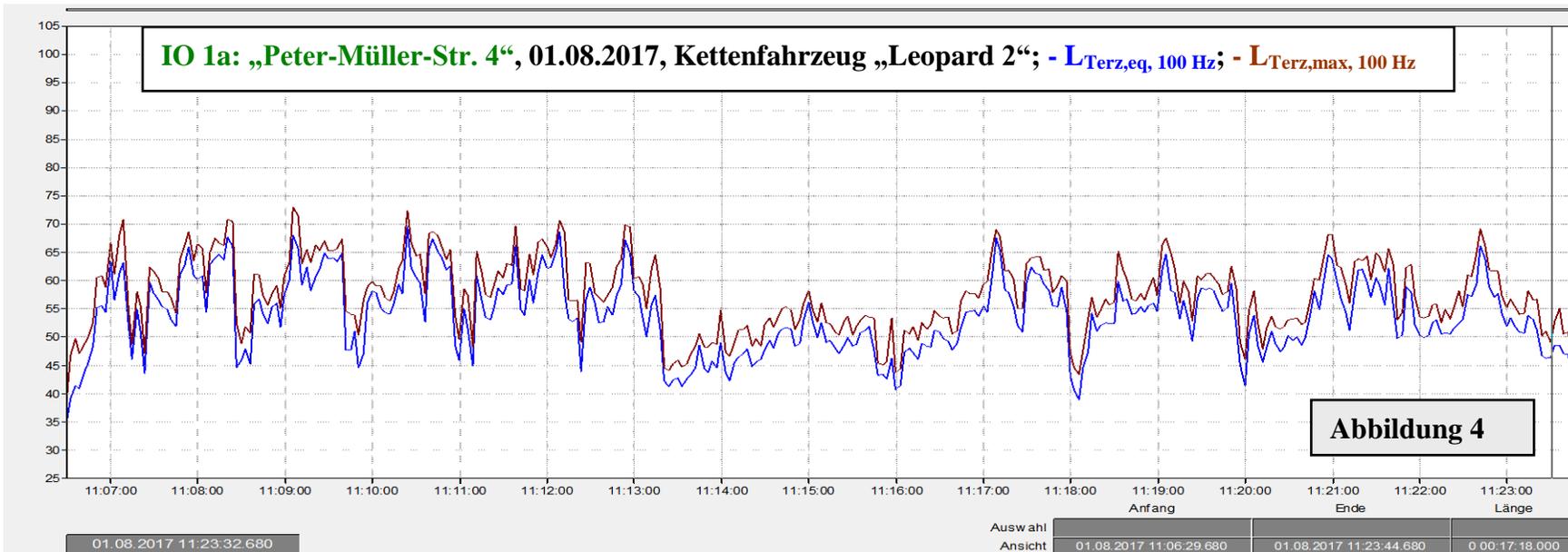
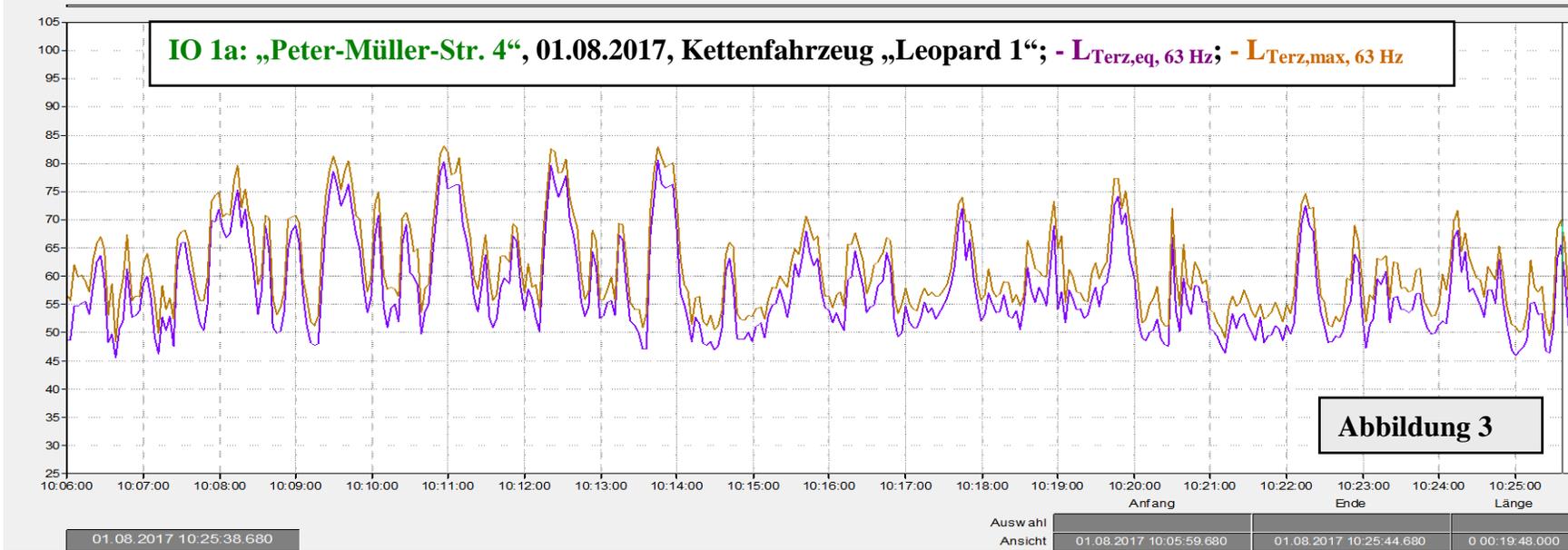
**Messung am 21.04.2018 bei einer West-Windwetterlage**

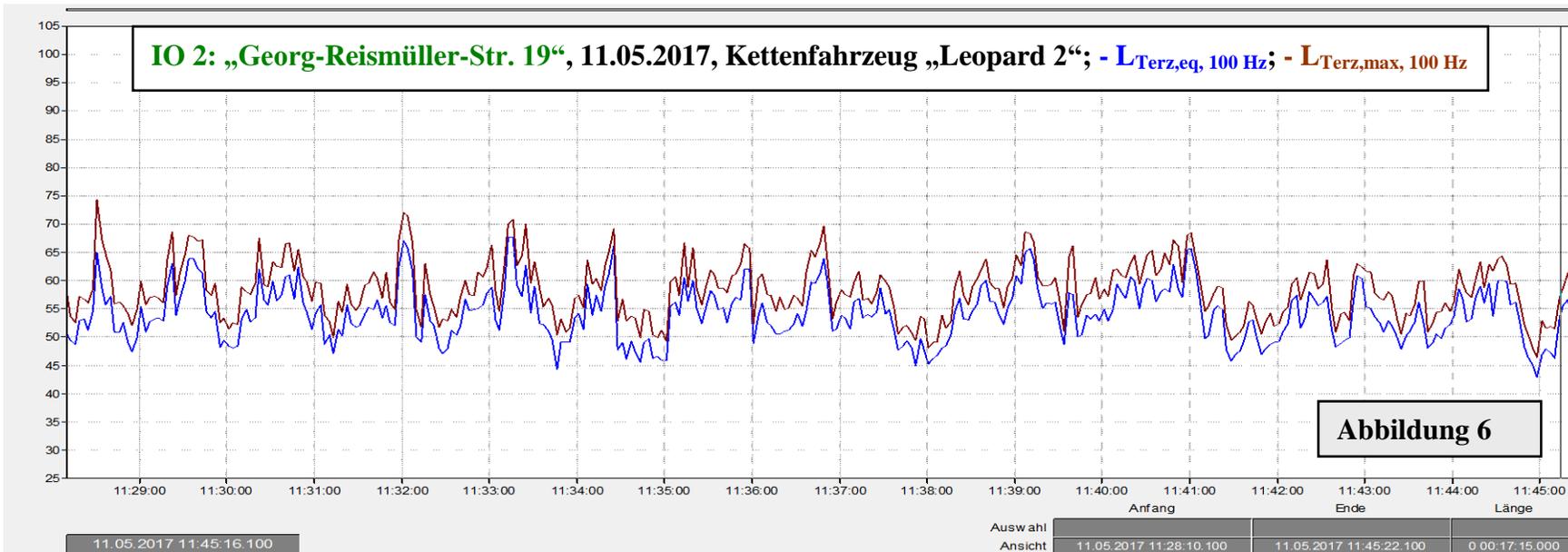
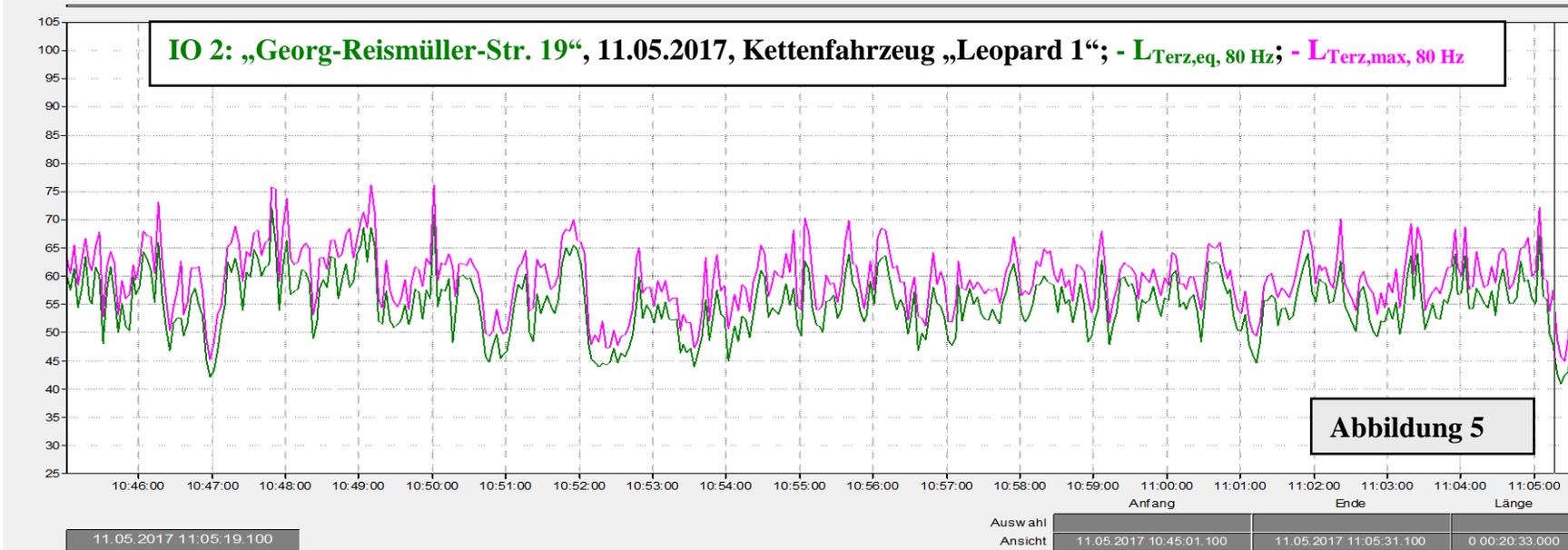
Messwerte an den IO 6/1 „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“ (Außenmessort), IO 6/2 „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“ (Innenmessort) und IO 7 „Tubefußstraße 19B“

(in Richtung SO bzw. SSO)

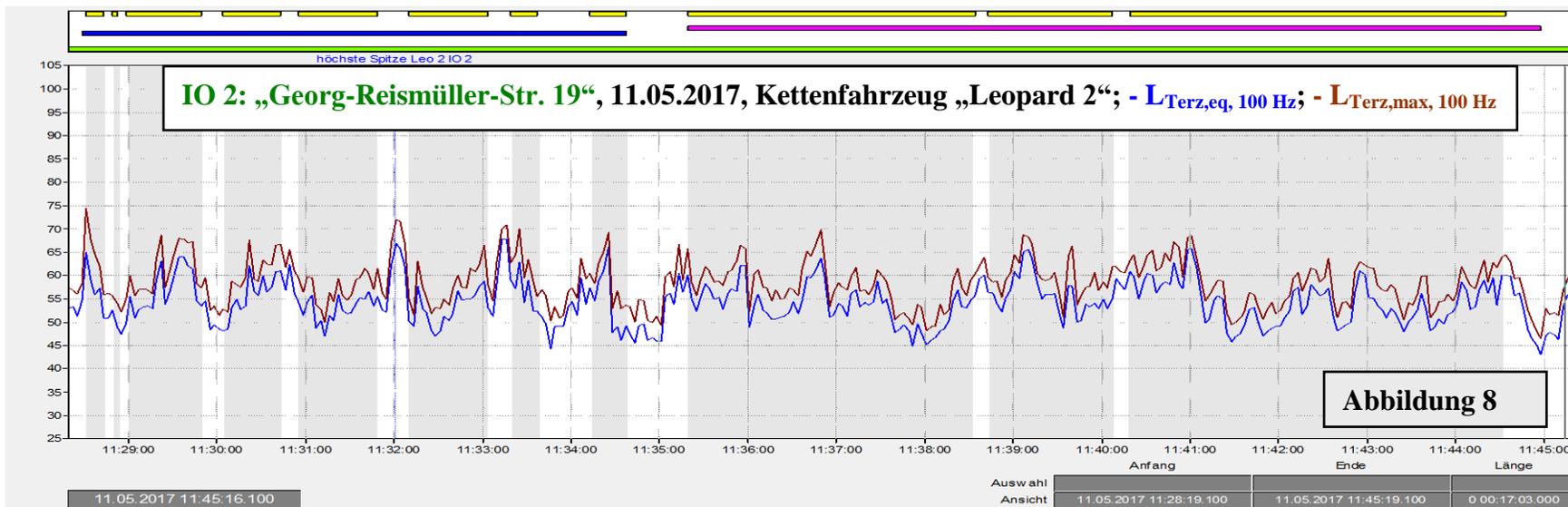
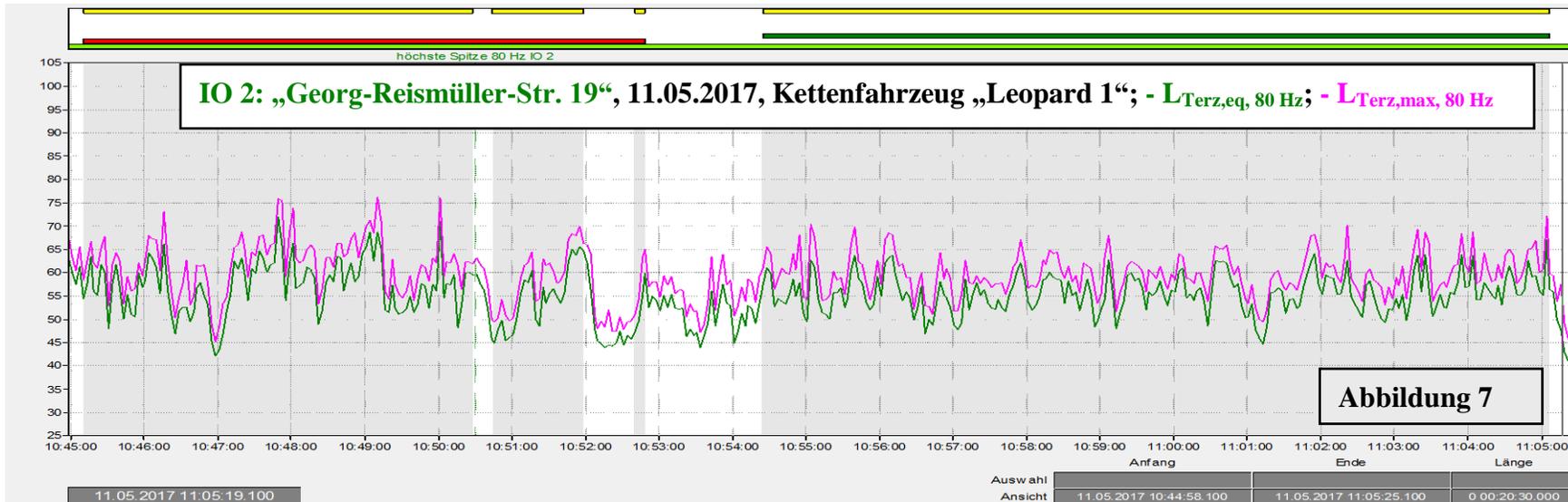
5 Blätter

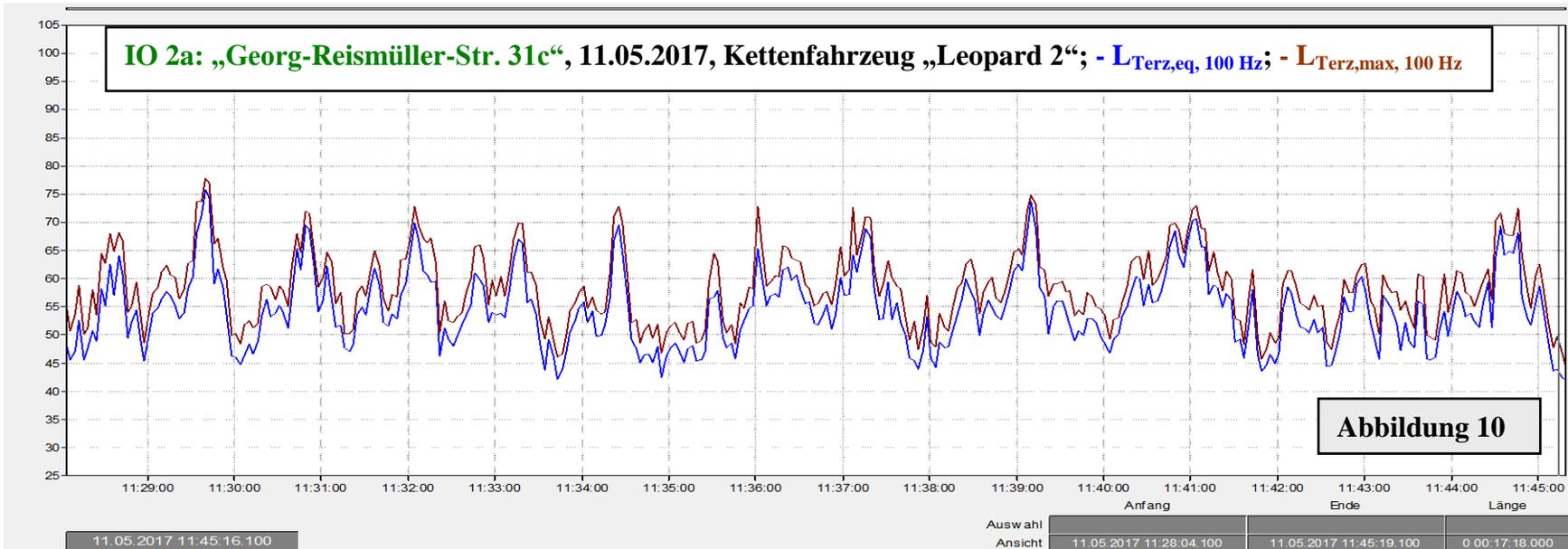
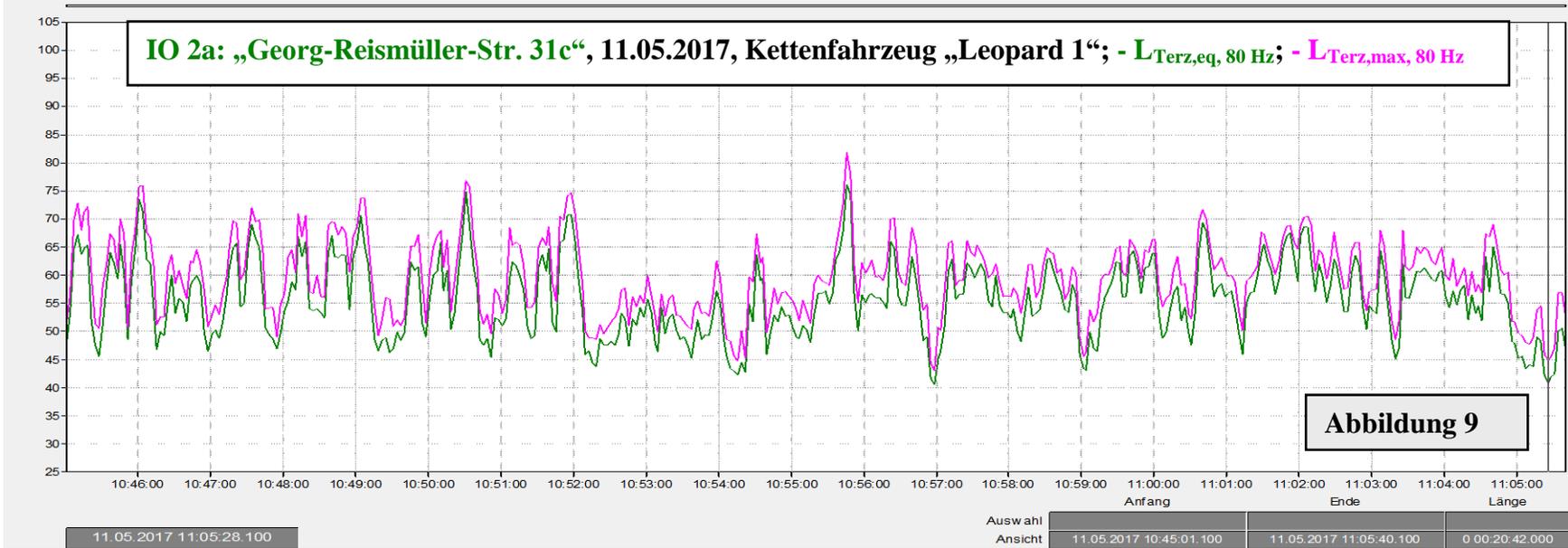


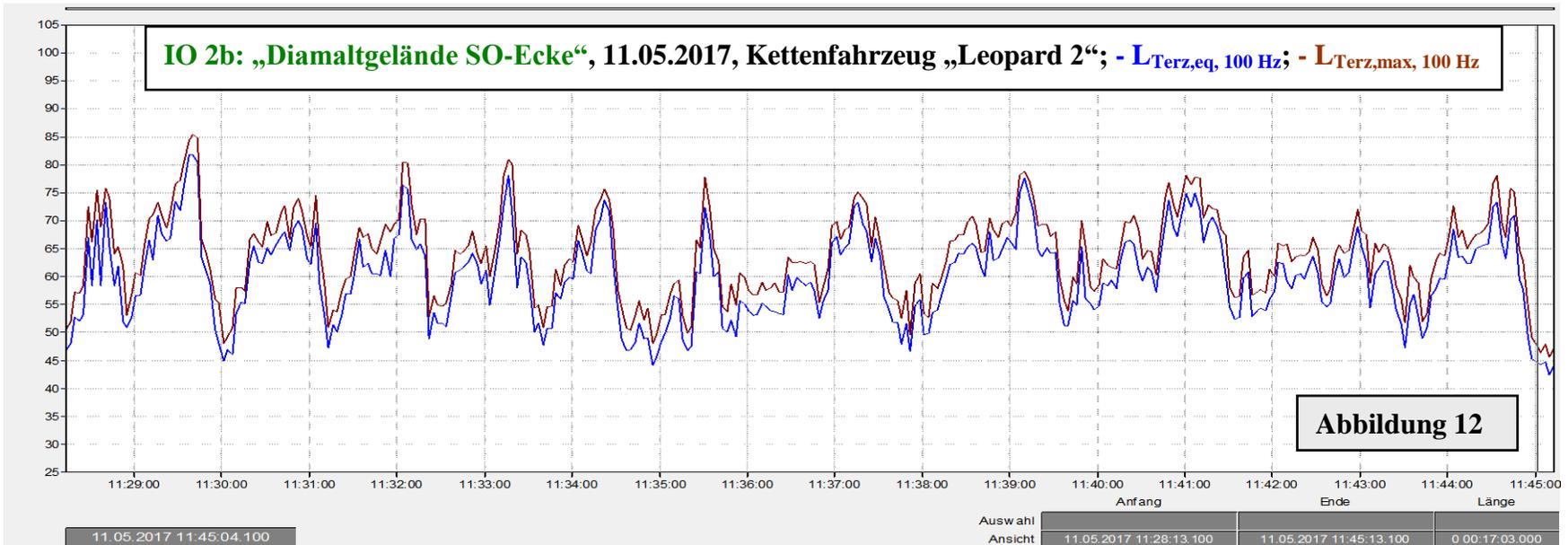
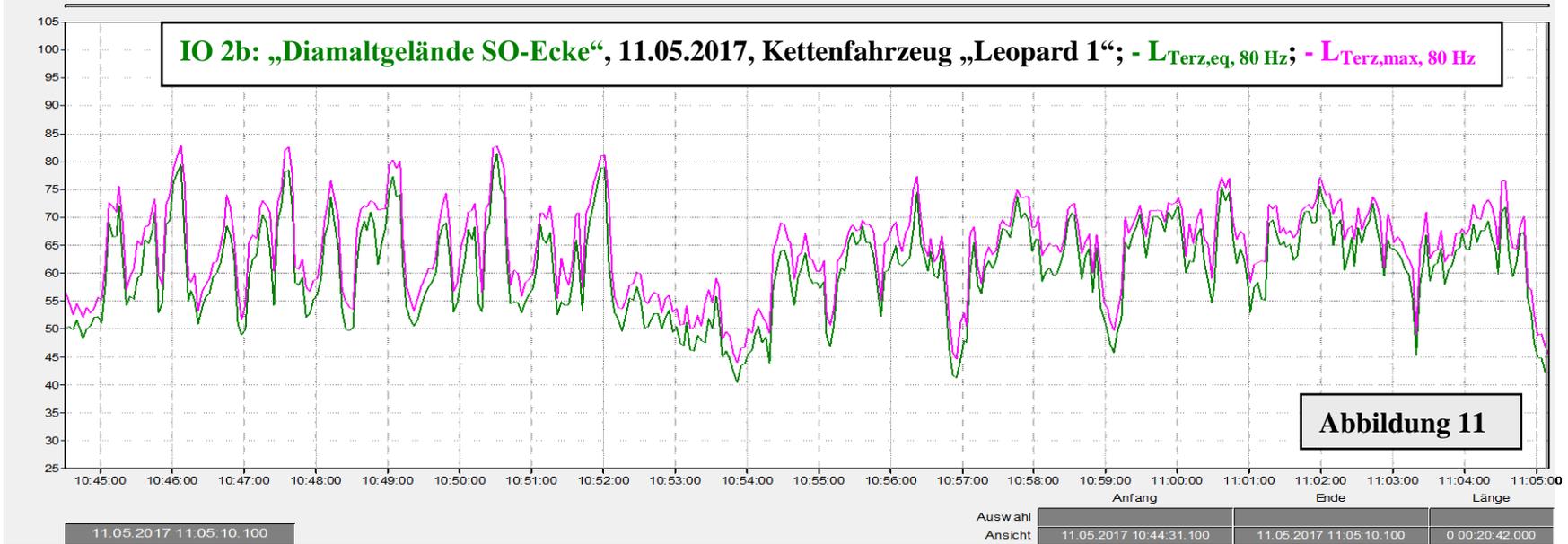


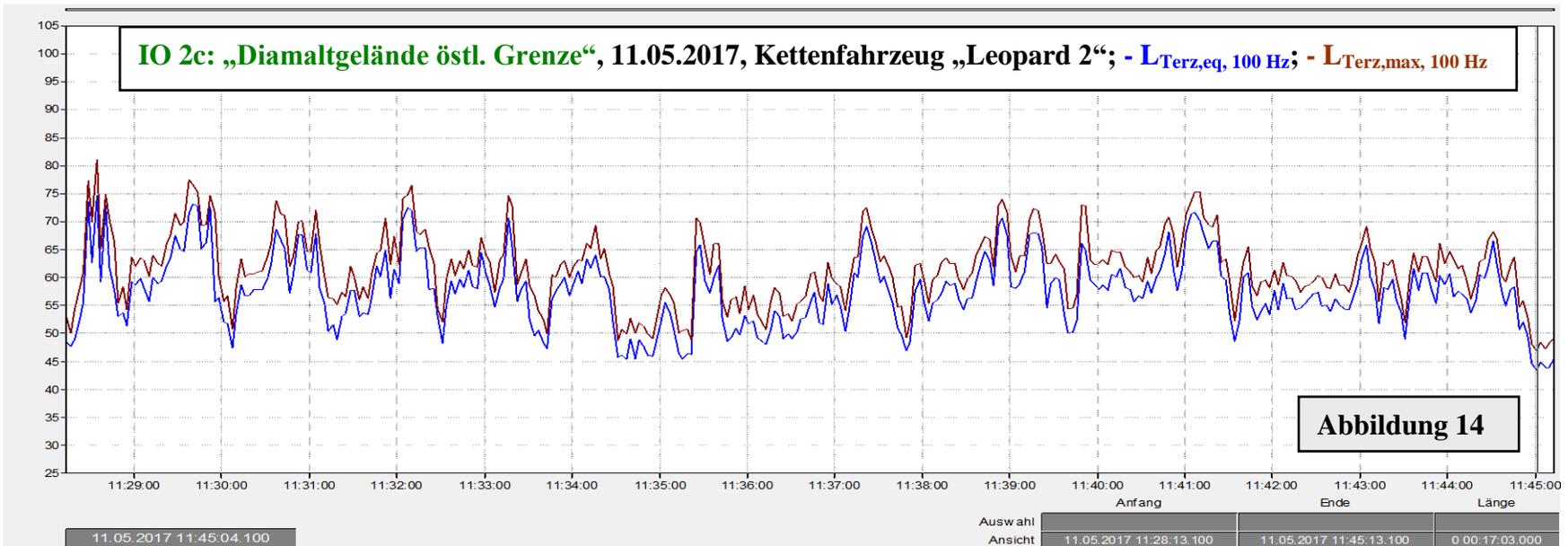
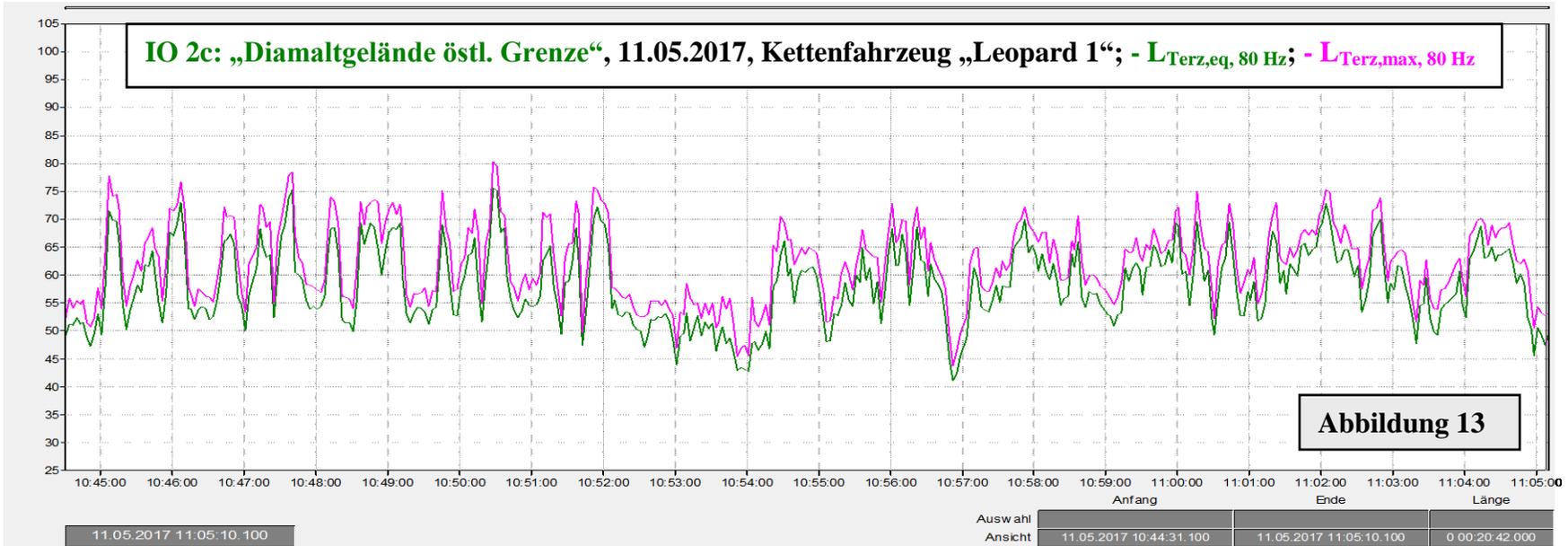


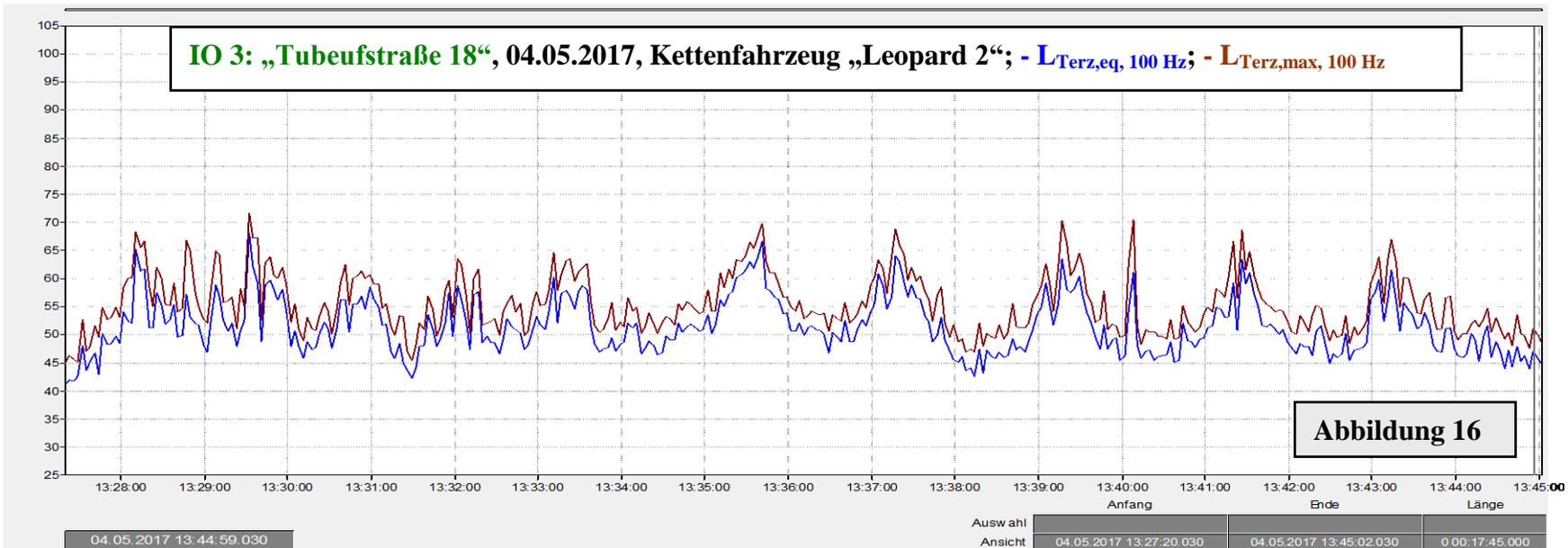
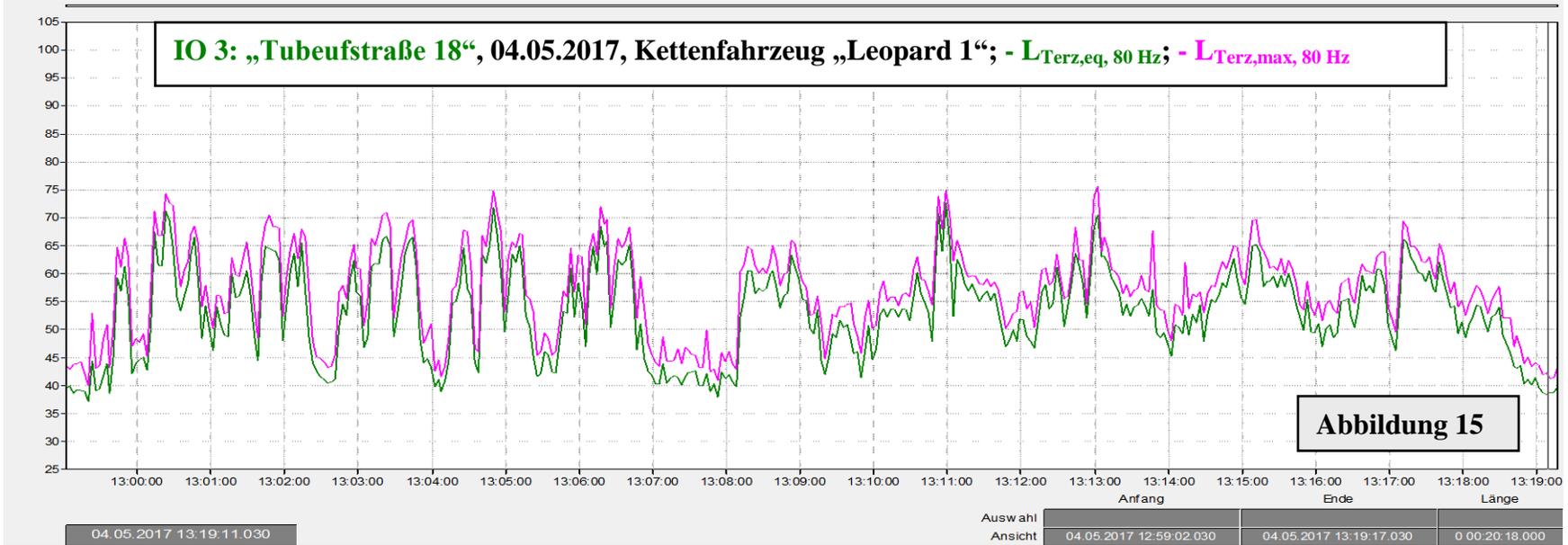
In den folgenden Abbildungen 7 und 8 sind die Pegel-Zeit-Verläufe für den Immissionsort IO 2 „Georg-Reismüller-Straße 19“ aus den Abbildungen 5 und 6 noch einmal dargestellt. Hier sind (beispielhaft wie für die andern Immissionsorte auch vorgenommen) die Zeiten mit einwirkenden Fremdgeräuschen (Straßenverkehr) gekennzeichnet, in denen eine Auswertung nicht möglich war.

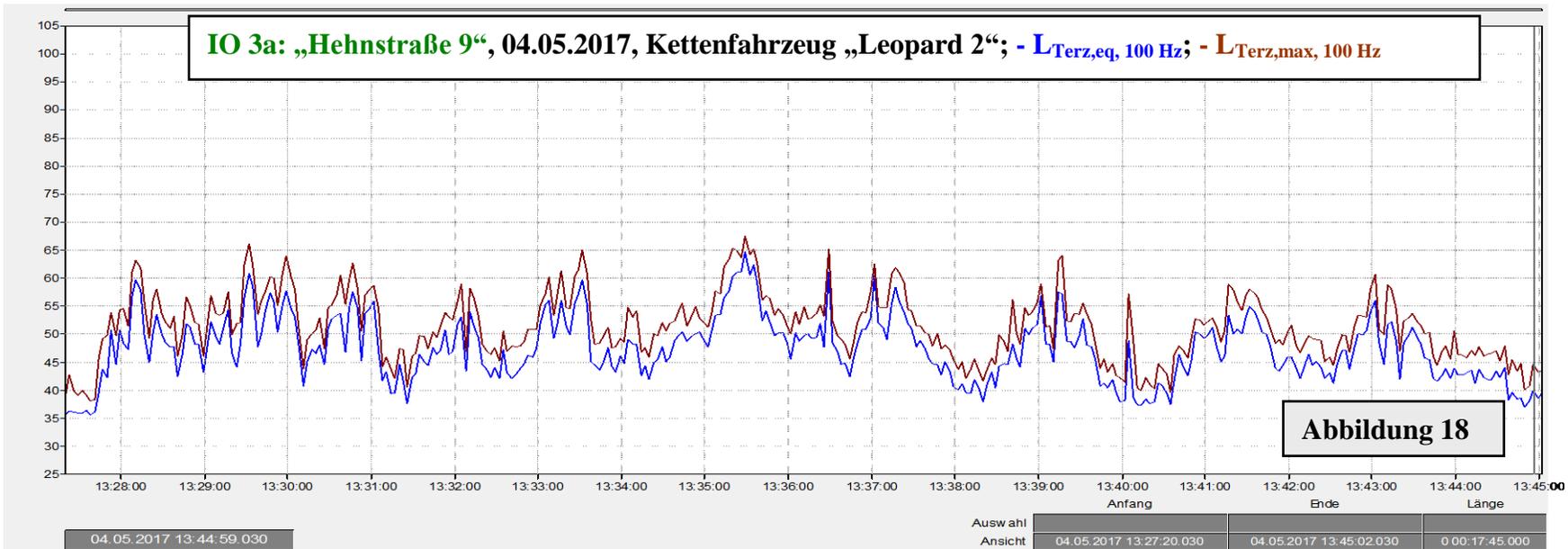
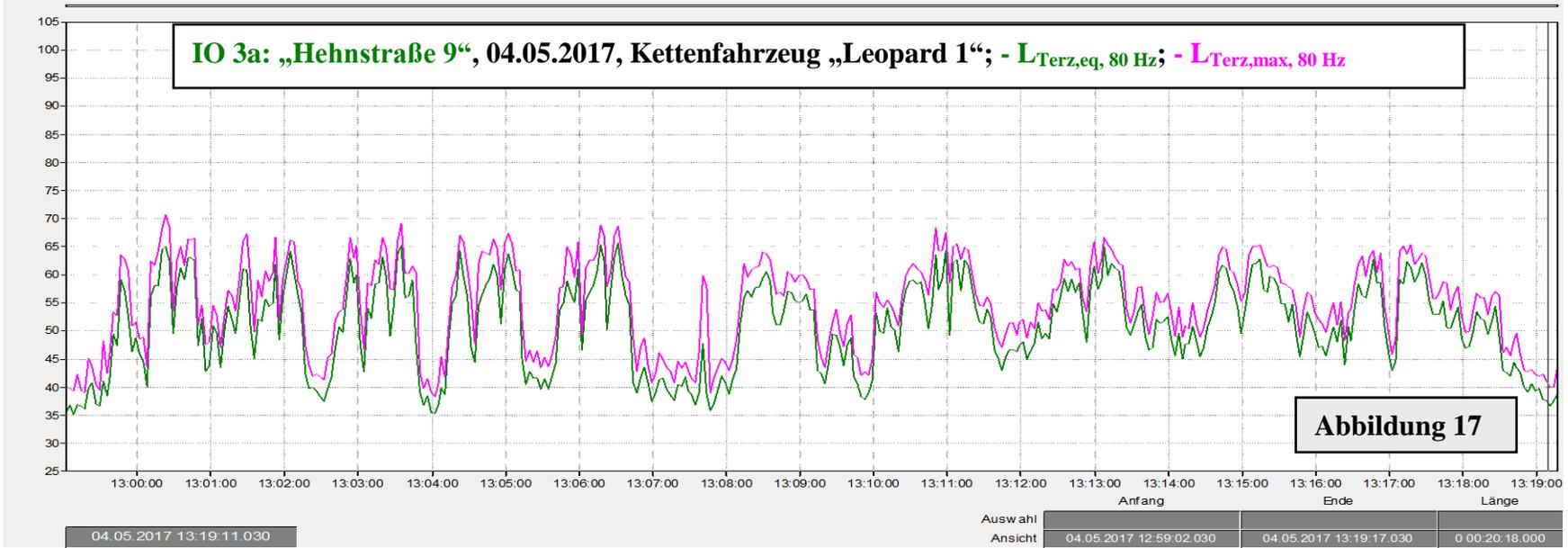


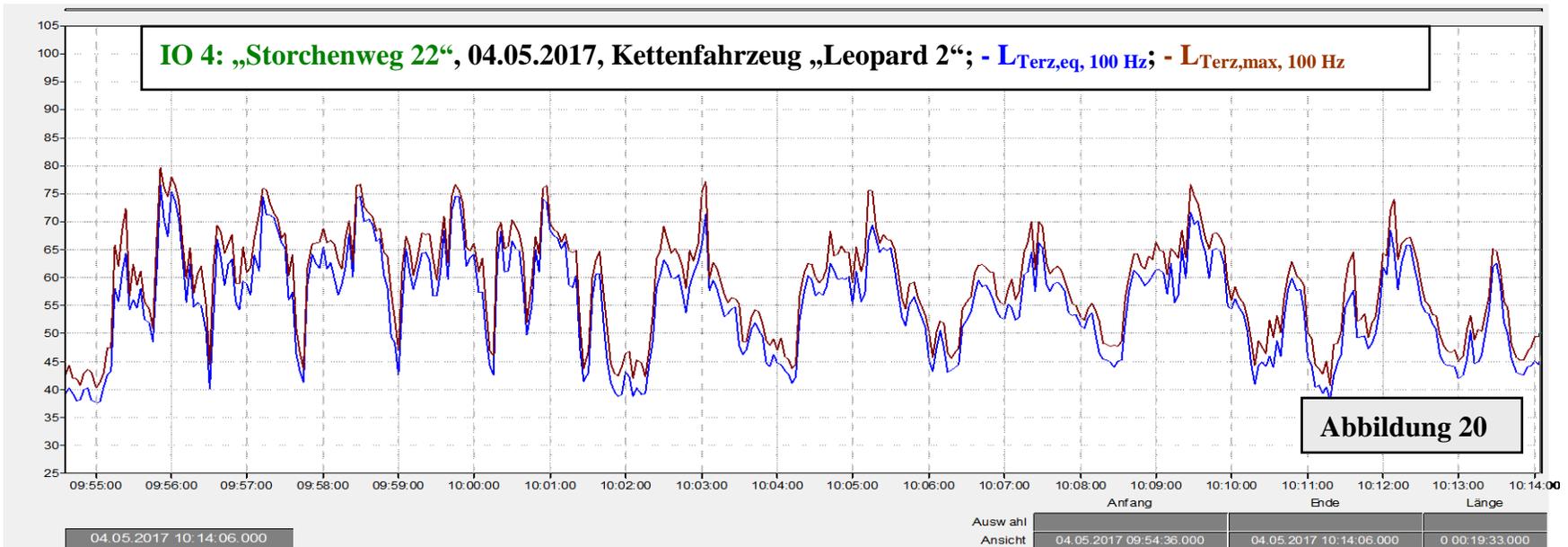
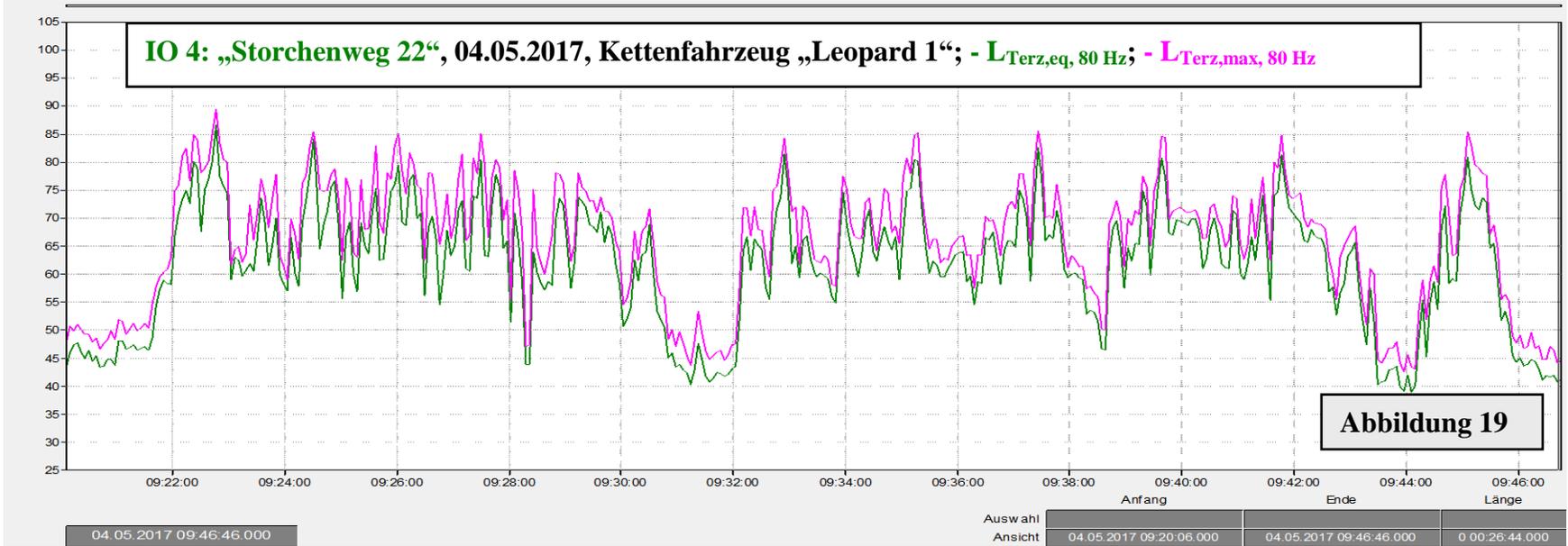


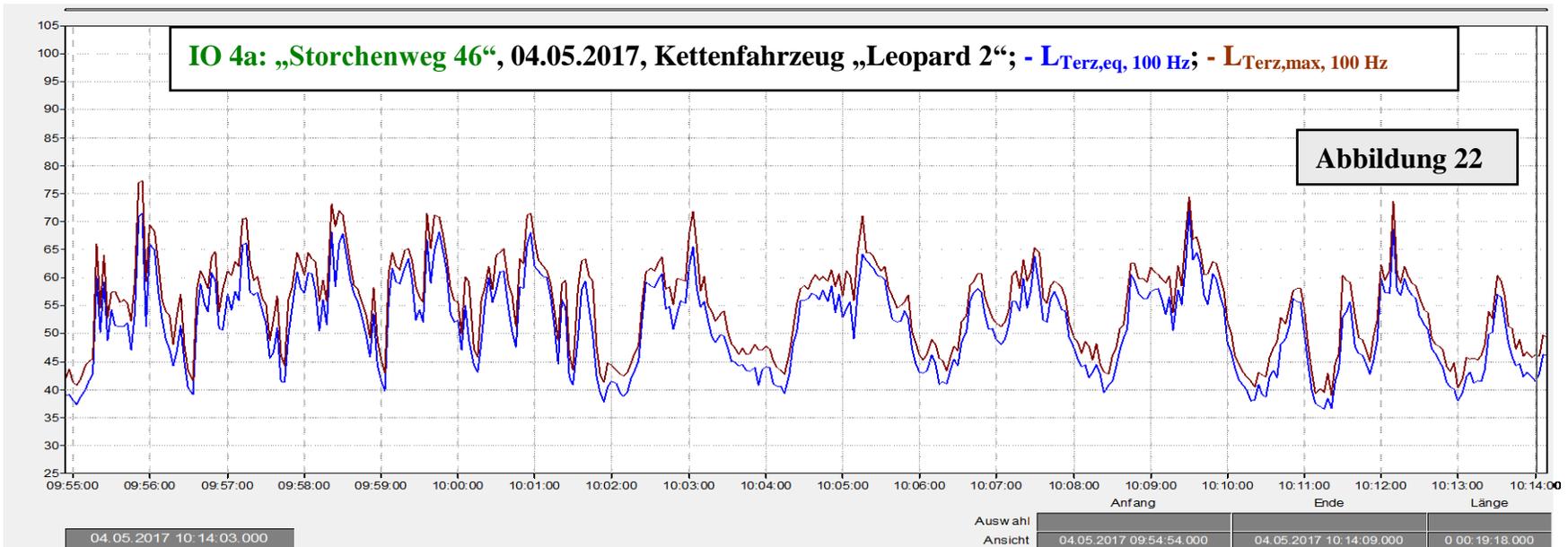
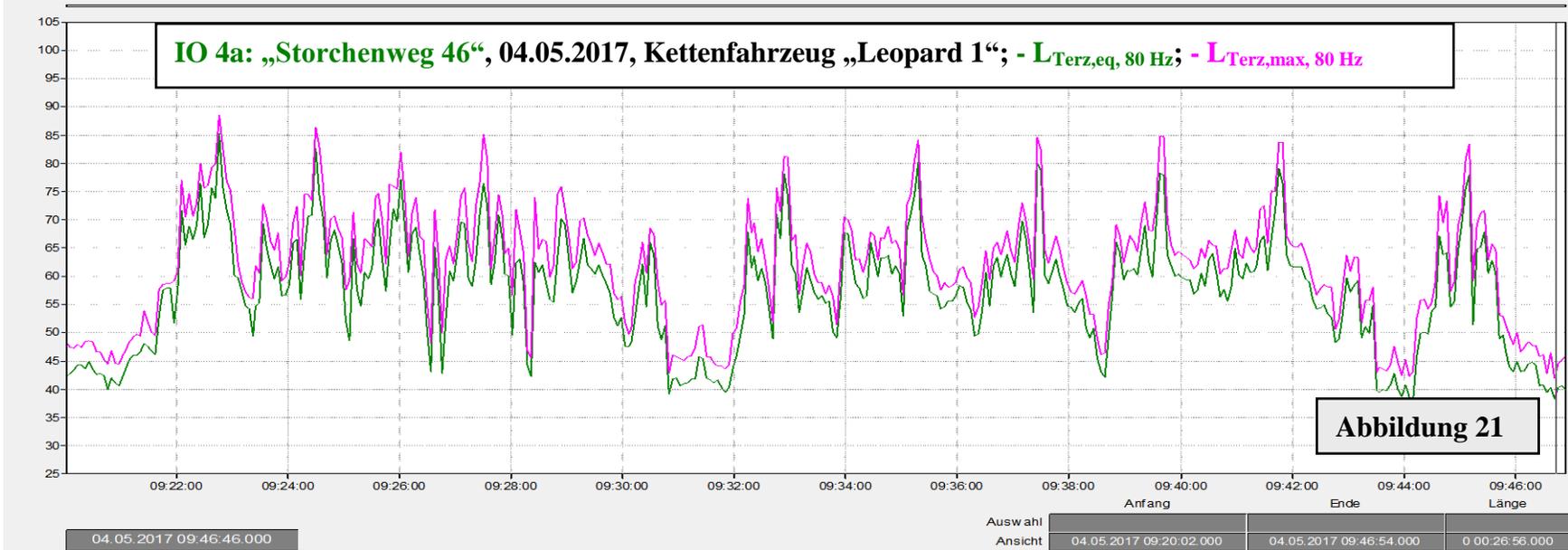


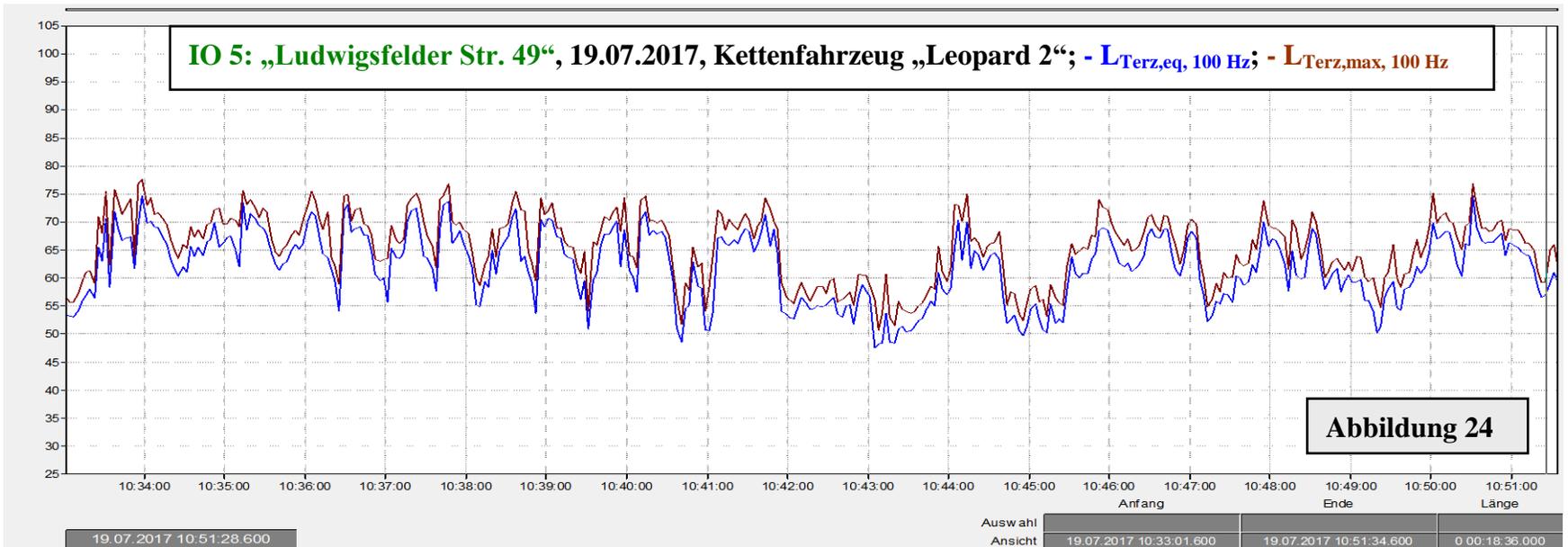
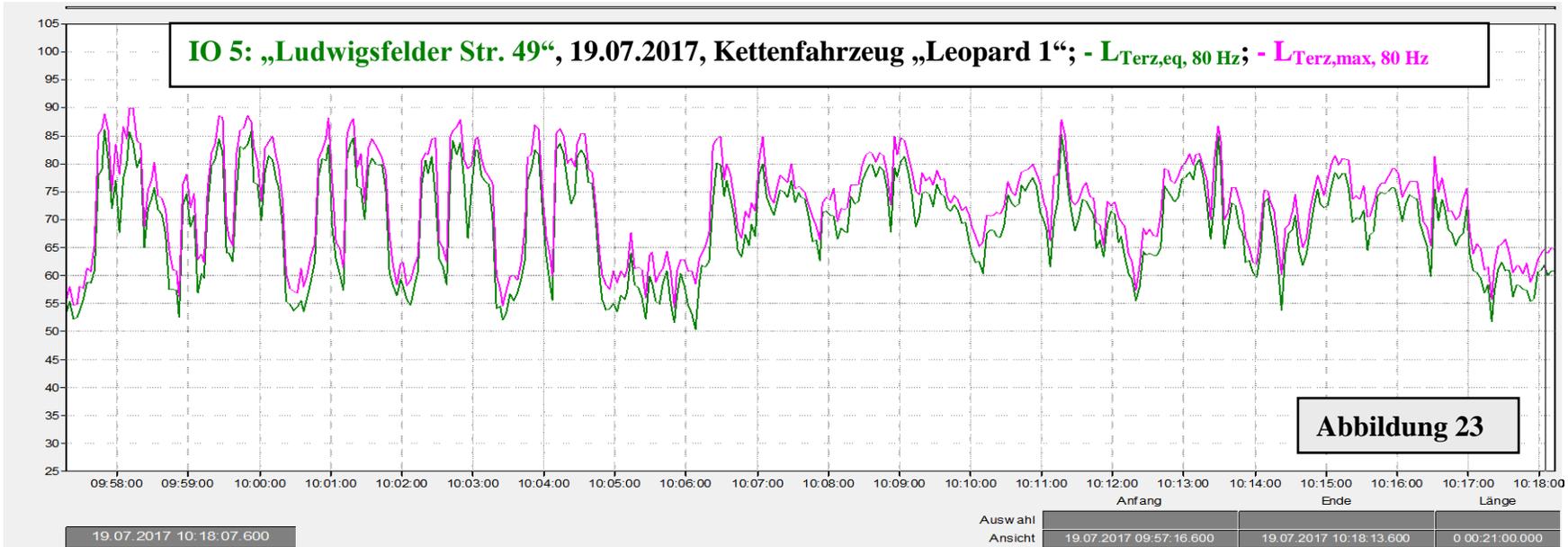


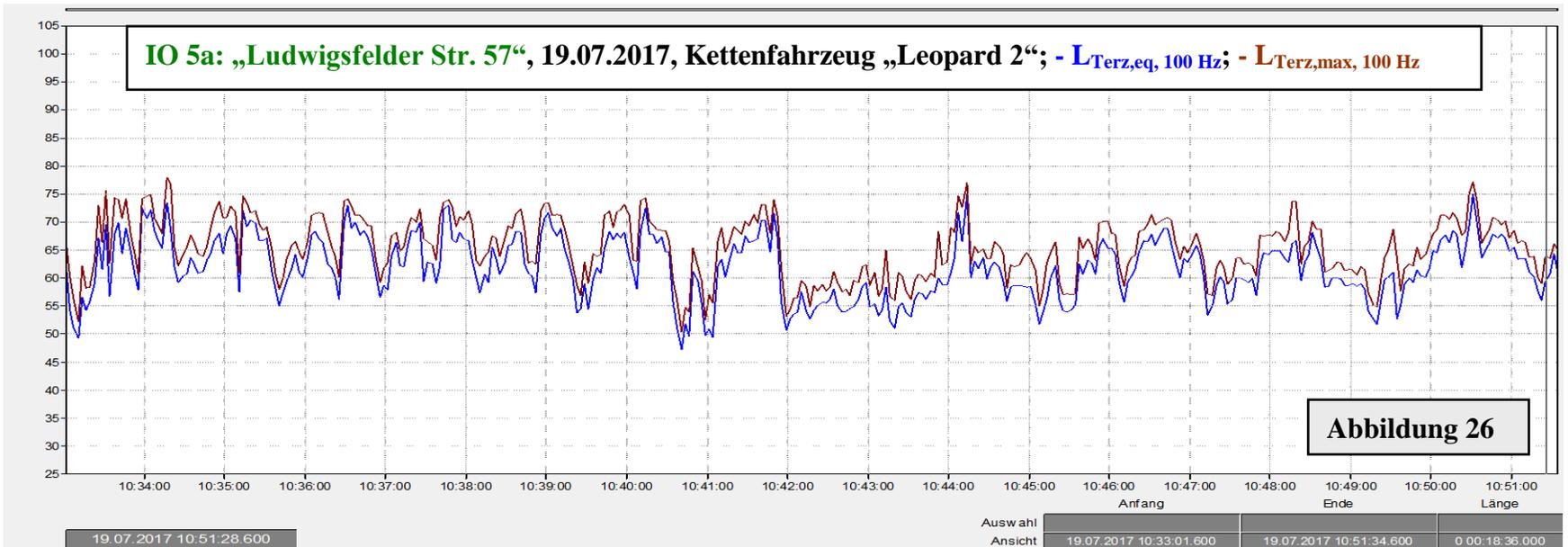
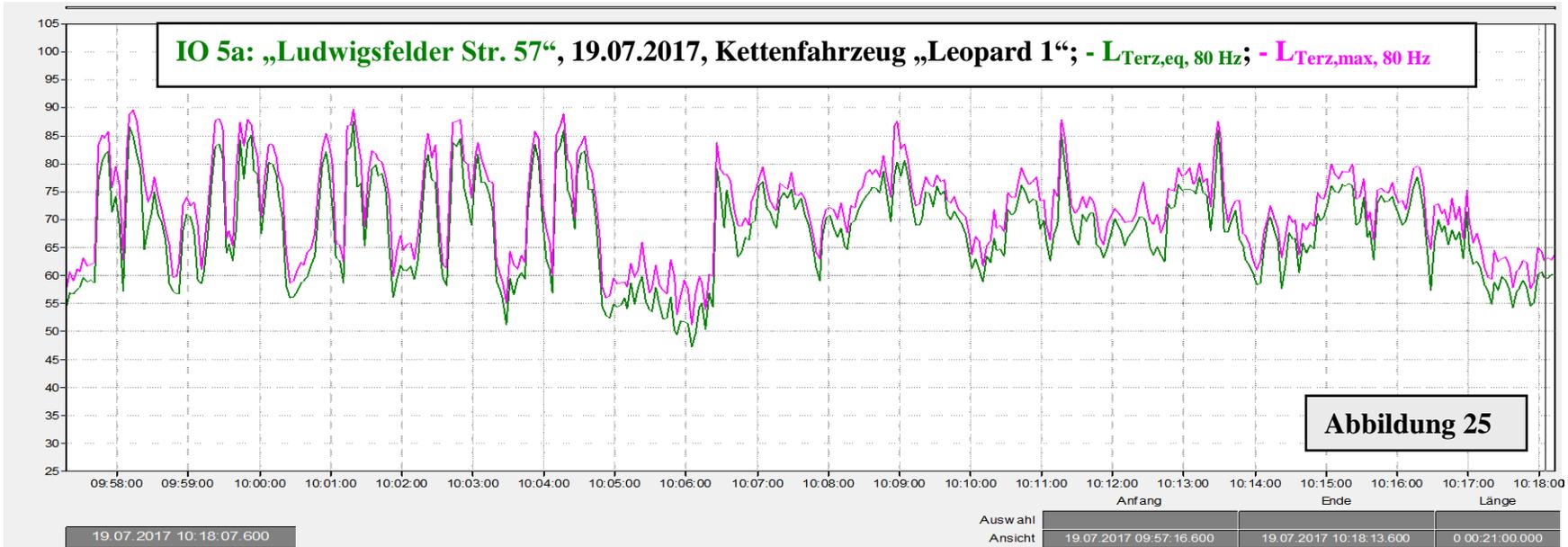


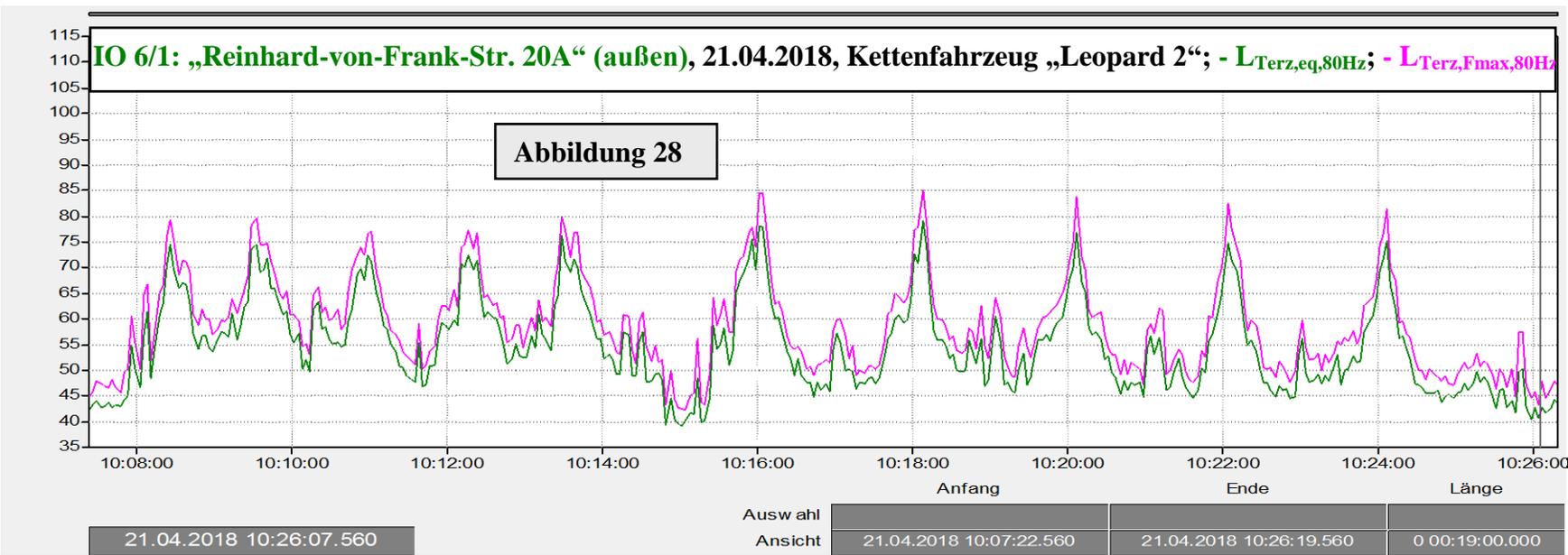
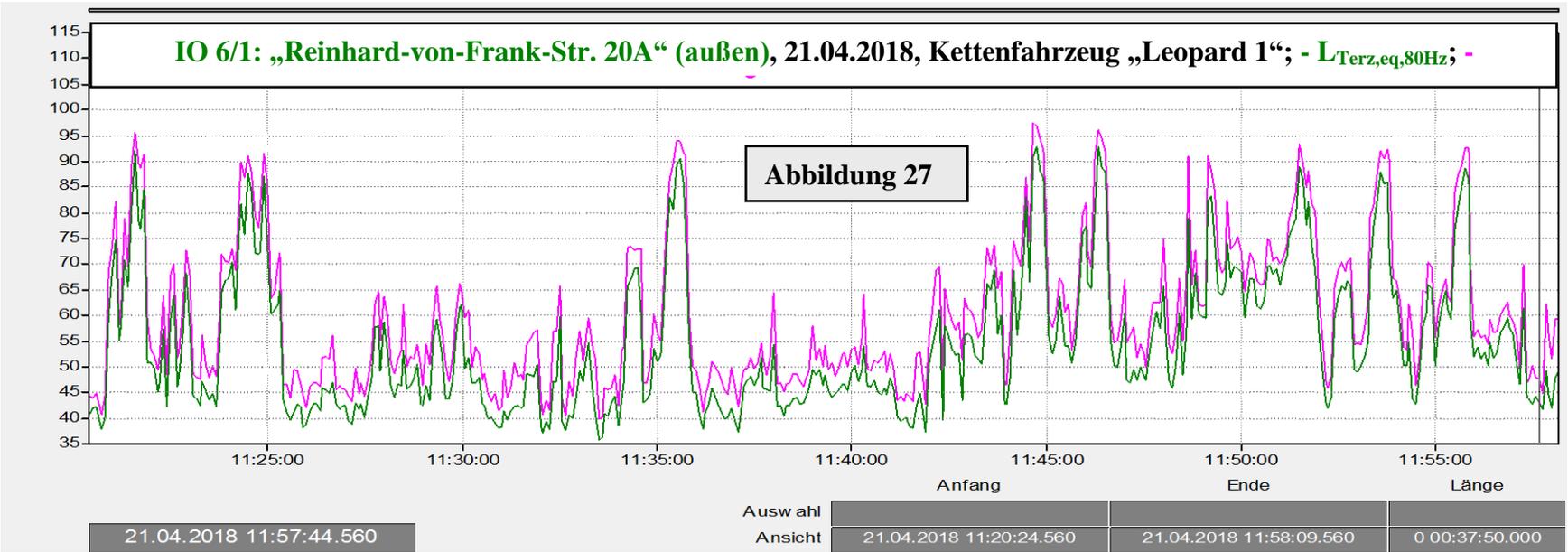


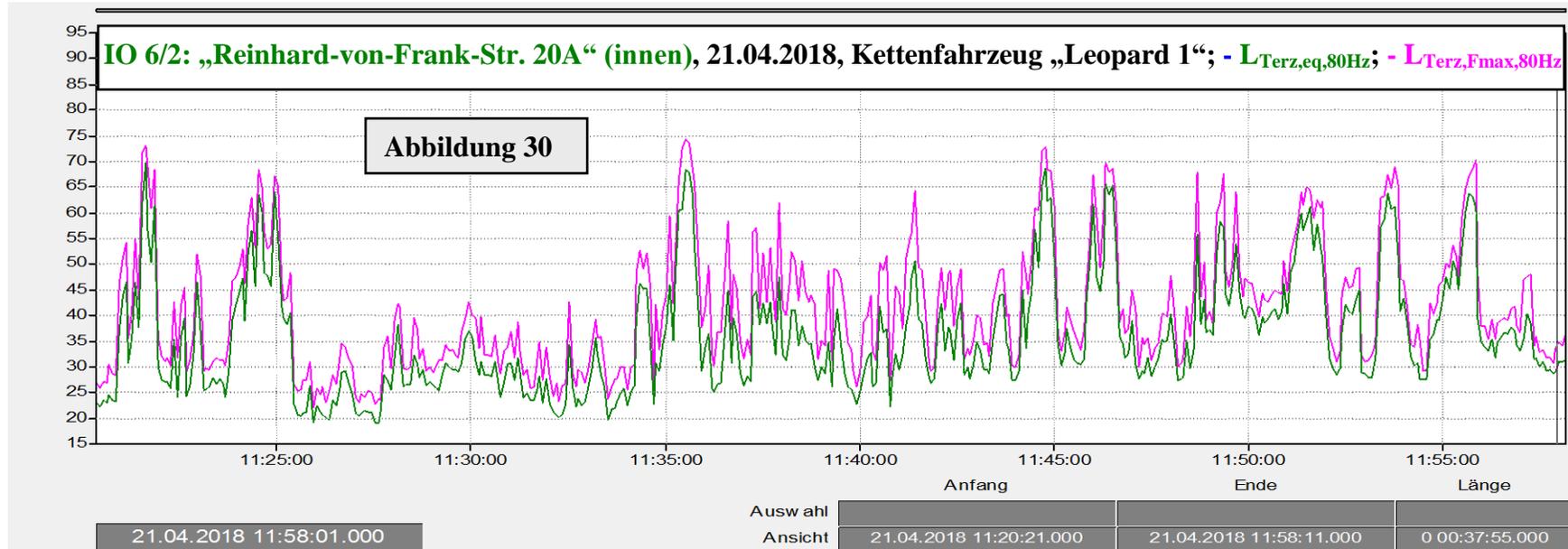
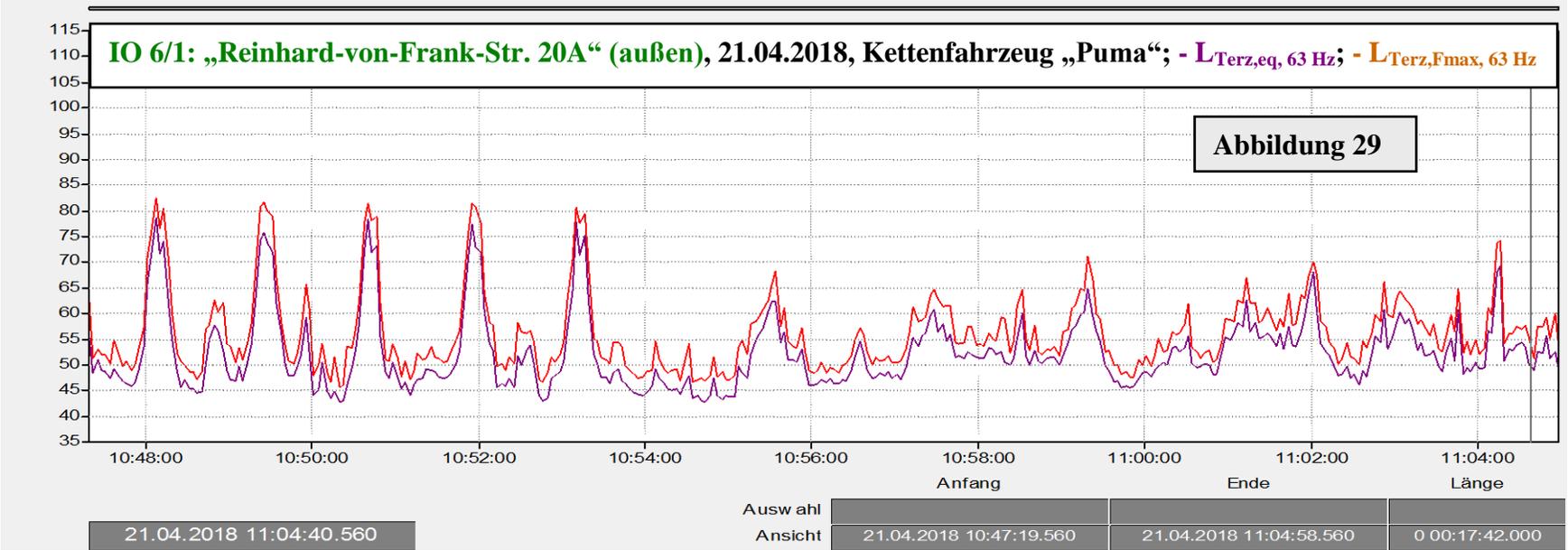


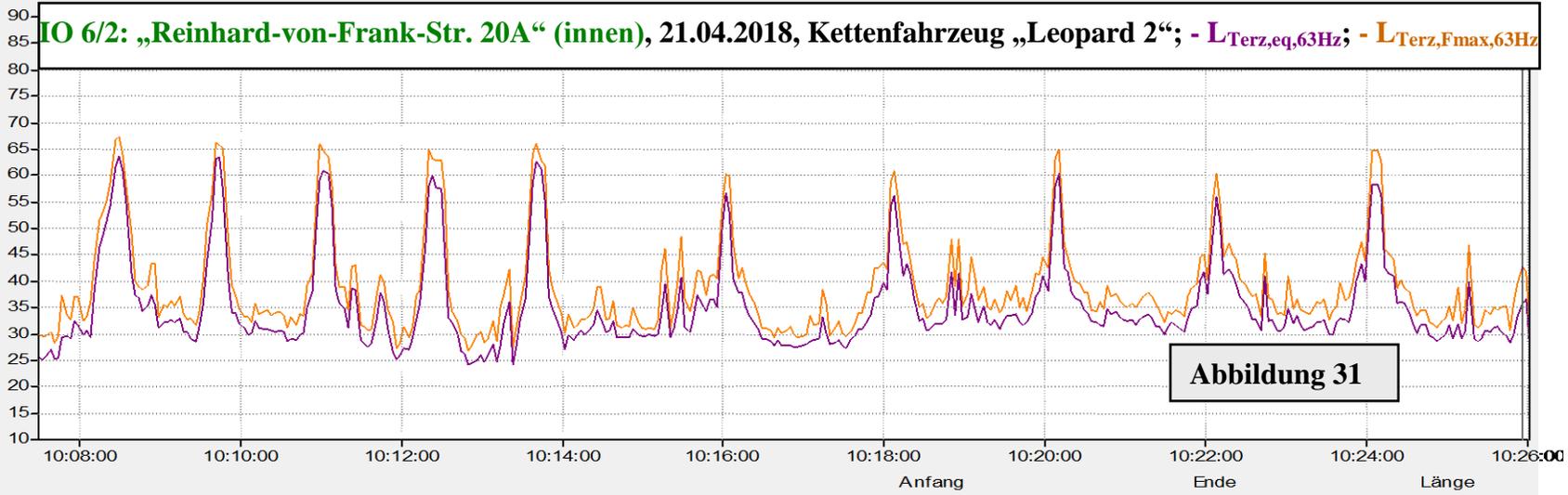




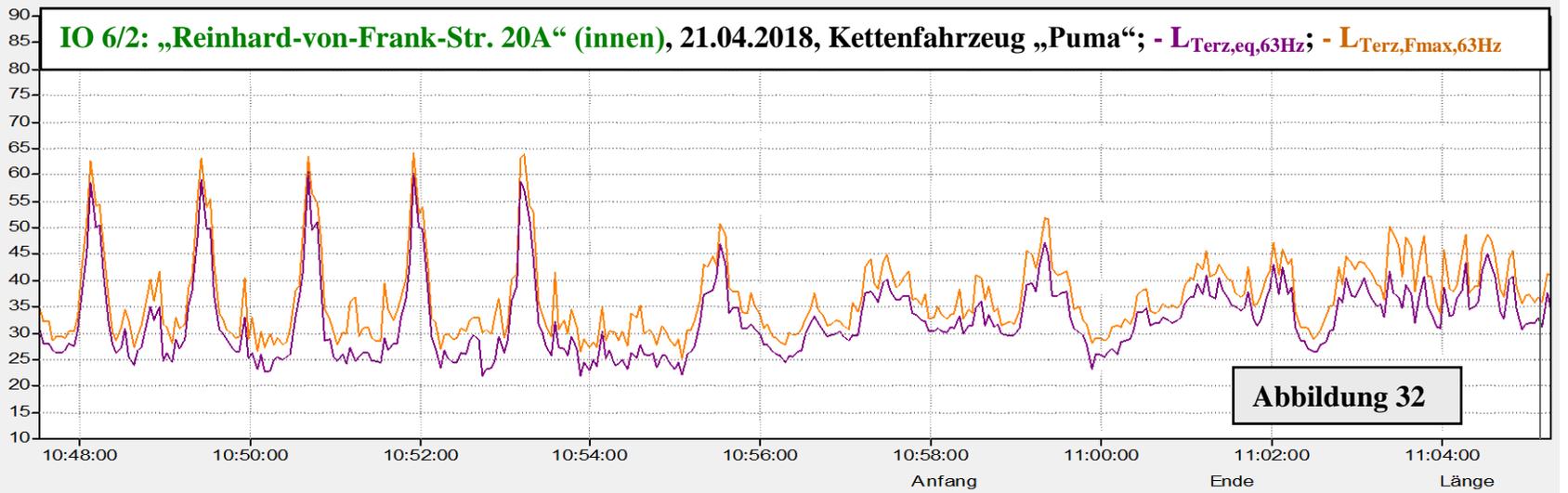




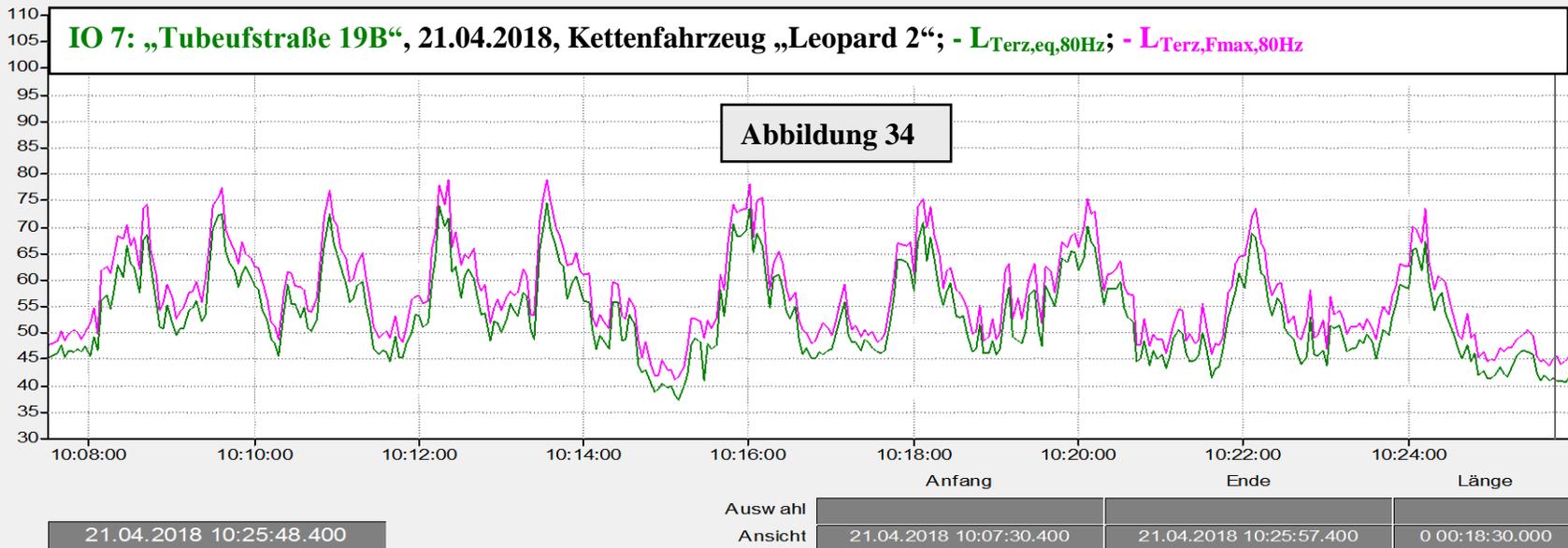
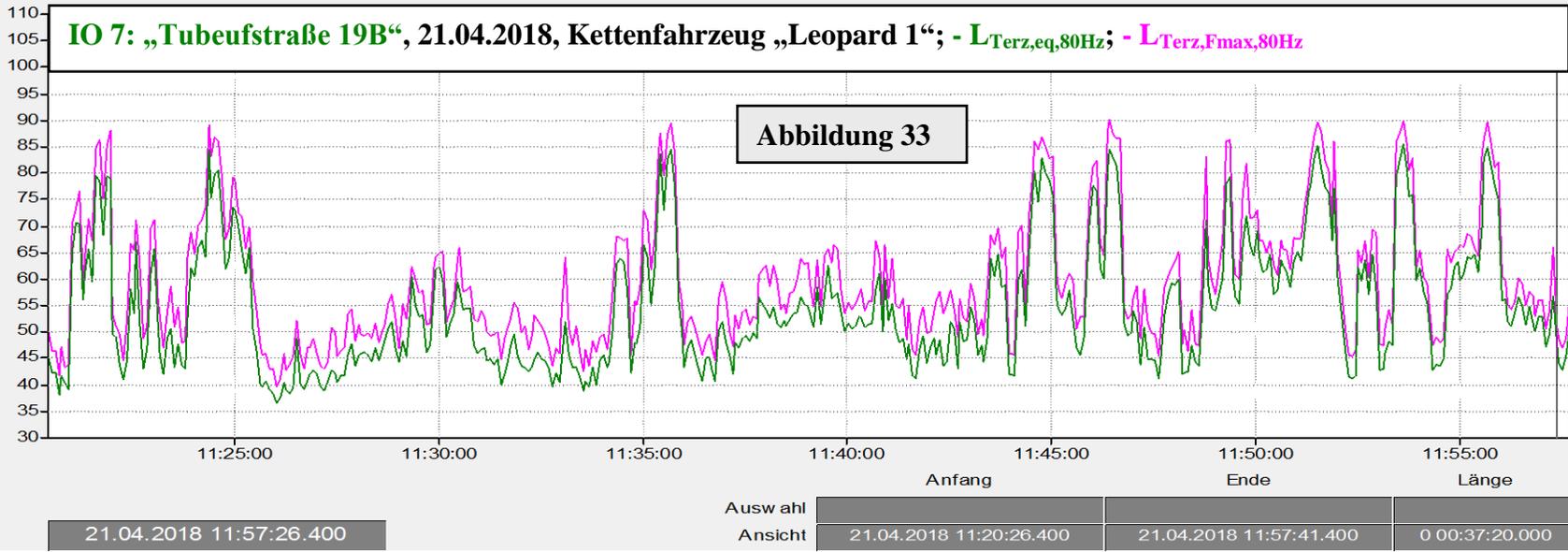


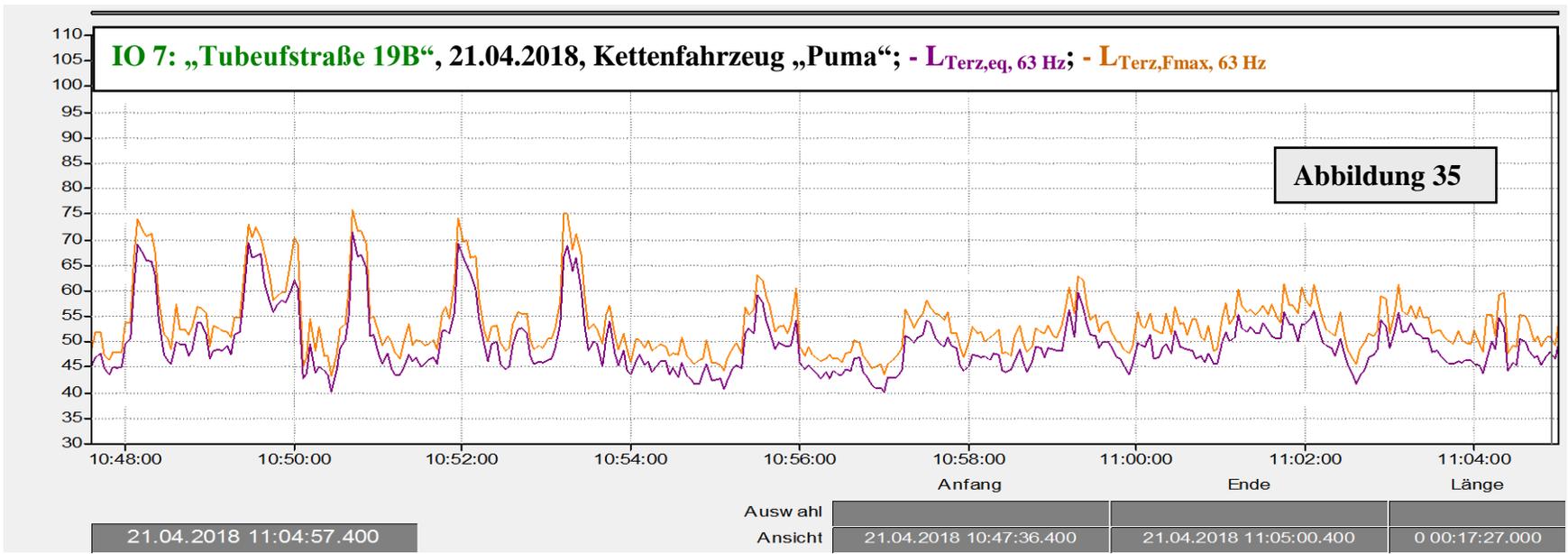


21.04.2018 10:25:59.000



21.04.2018 11:05:11.000







## **Anlage 6 - Terzfrequenzspektren**

**Terzfrequenzspektren der berechneten Terz-Beurteilungspegel  $L_{\text{Terz},r}$  und der berechneten maximalen Terz-Schalldruckpegel  $L_{\text{TerzFmax}}$  im tieffrequenten Bereich ( $f \leq 100$  Hz)**

- gültig innerhalb der schutzbedürftigen Räume der Wohngebäude bei geschlossenen Fenstern -

### **Abbildungen 36 bis 43:**

Messung am 01.08.2017 bei einer Südost-Windwetterlage

Werte für die IO 1 „Mayrstraße 3“ und IO 1a „Peter-Müller-Straße 4“ (in Richtung NNW)

2 Blätter

### **Abbildungen 44 bis 59:**

Messung am 11.05.2017 bei einer Ost-Windwetterlage

Werte für die IO 2 „Georg-Reismüller-Straße 19“, IO 2a „Georg-Reismüller-Straße 31c“, IO 2b „Diamaltgelände, SO-Ecke“ und IO 2c „Diamaltgelände, östl. Grenze“ (in Richtung West)

5 Blätter

### **Abbildungen 60 bis 67:**

Messung am 04.05.2017 bei einer Nord-Windwetterlage

Werte für die IO 3 „Tubefstraße 18“ und IO 3a „Hehnstraße 9“ (in Richtung Süden)

2 Blätter

### **Abbildungen 68 bis 75:**

Messung am 04.05.2017 bei einer West-Windwetterlage

Werte für die IO 4 „Storchenweg 22“ und IO 4a „Storchenweg 46“ (in Richtung Osten)

2 Blätter

### **Abbildungen 76 bis 83:**

Messung am 19.07.2017 bei einer Süd-/Südwest-Windwetterlage

Werte für die IO 5 „Ludwigsfeld. Str. 49“ und IO 5a „Ludwigsfeld. Str. 57“ (Richtung NNO)

2 Blätter



**Anlage 6 - Terzfrequenzspektren**

**Abbildungen 84 bis 95:**

Messung am 21.04.2018 bei einer West-Windwetterlage

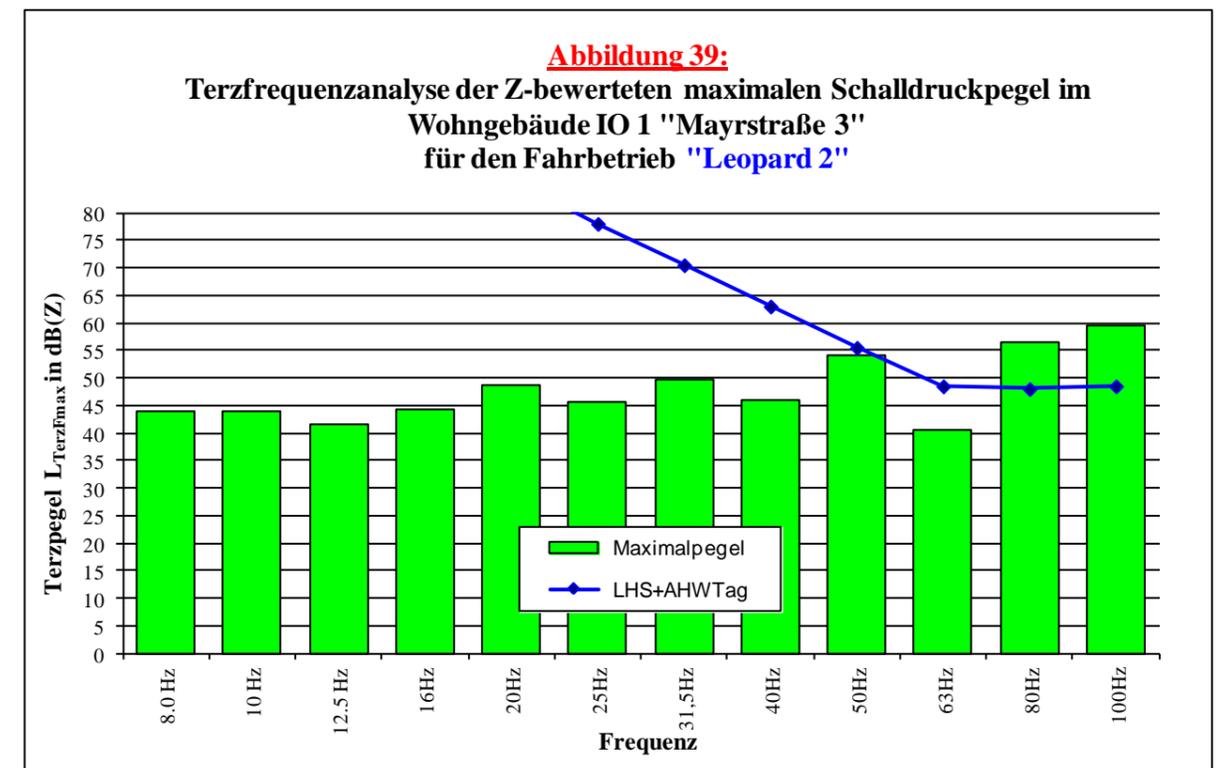
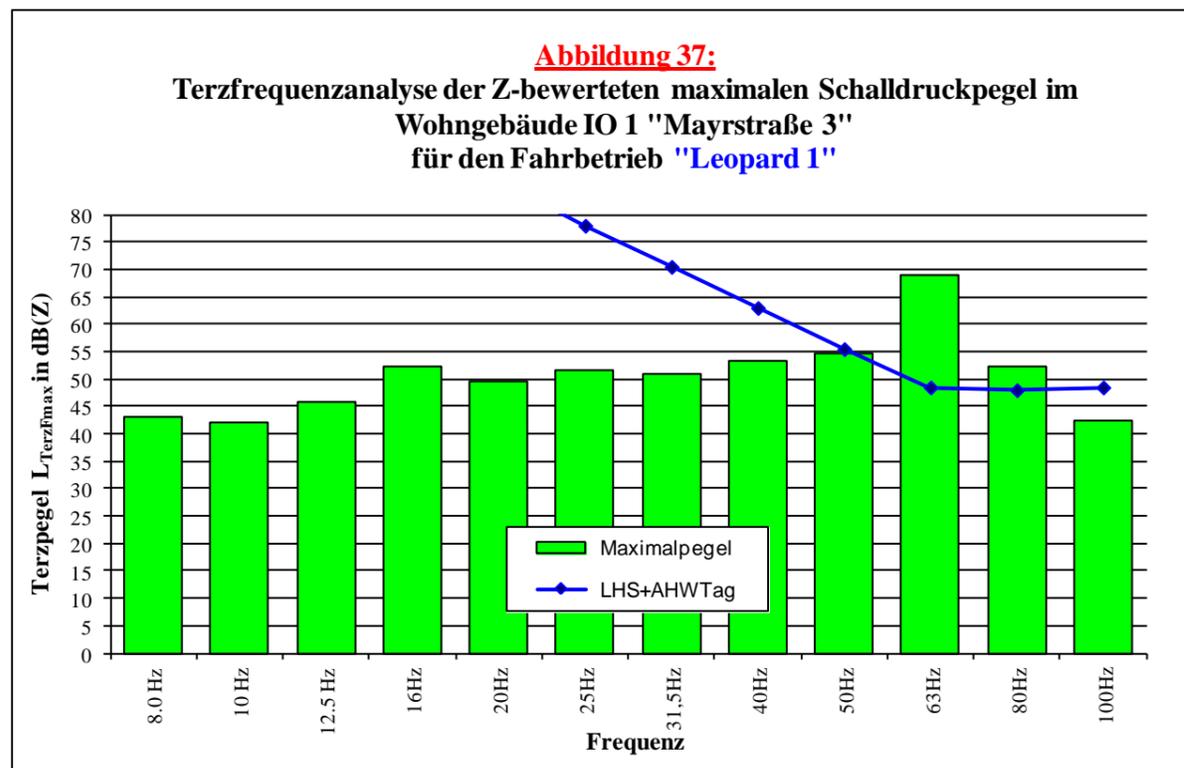
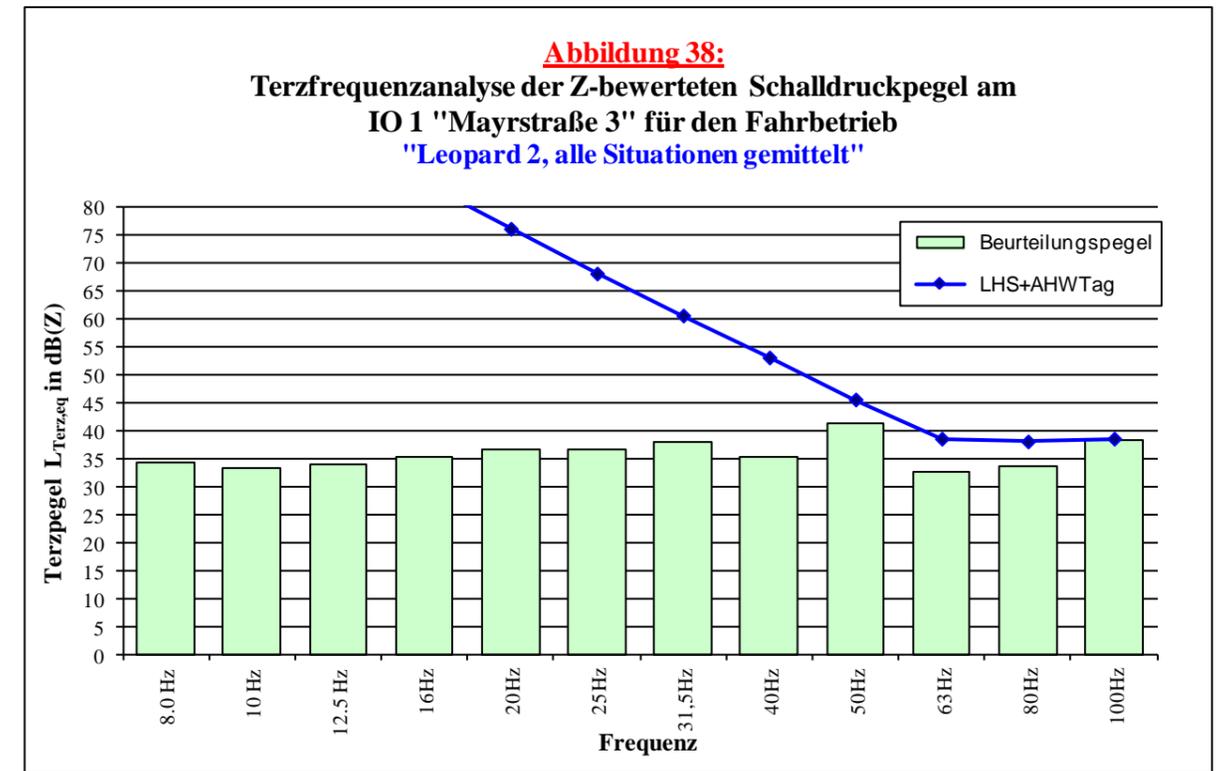
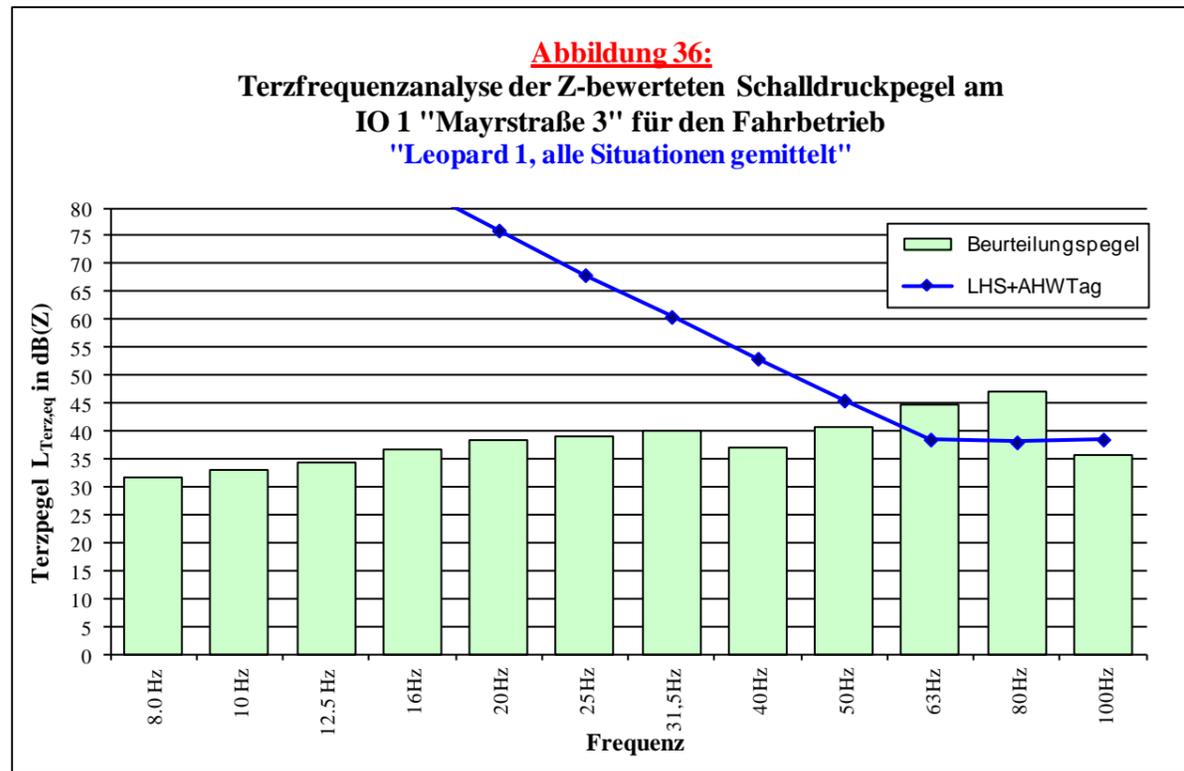
Werte für die IO 6/2 „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“ (Innenmessort) und IO 7 „Tubefußstraße 19B“

(in Richtung SO bzw. SSO)

4 Blätter

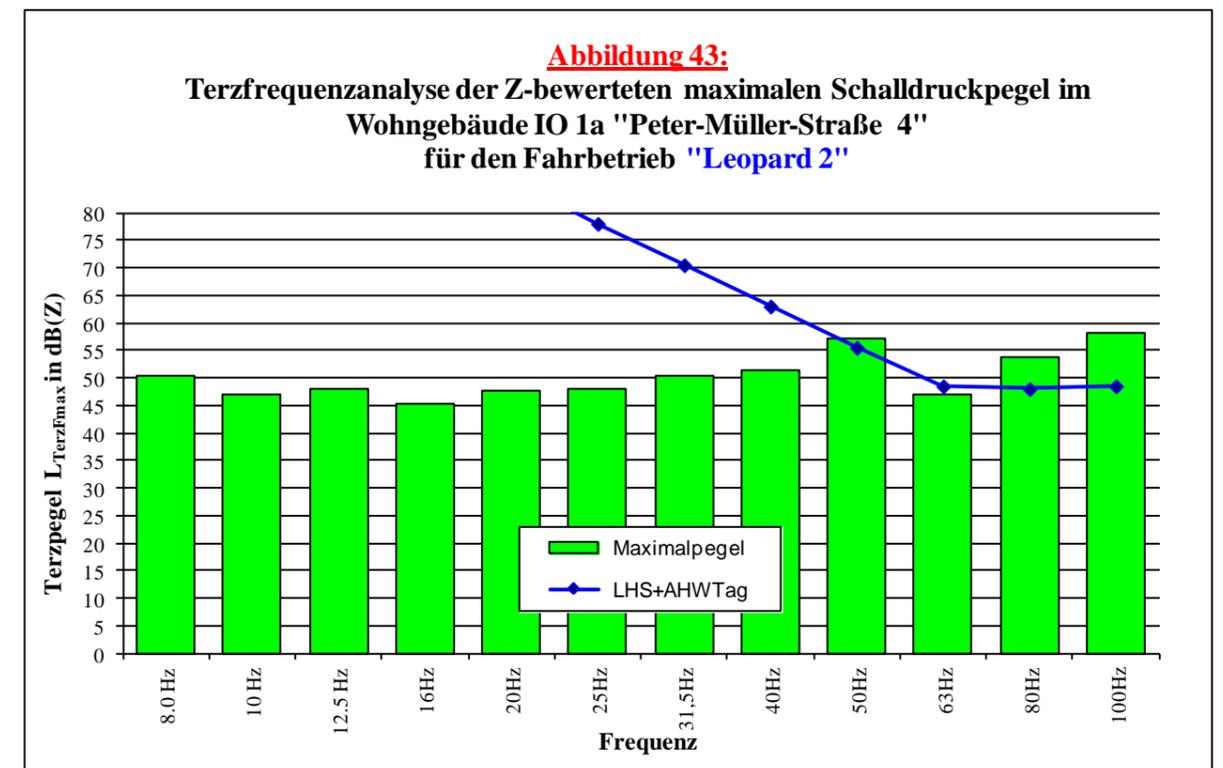
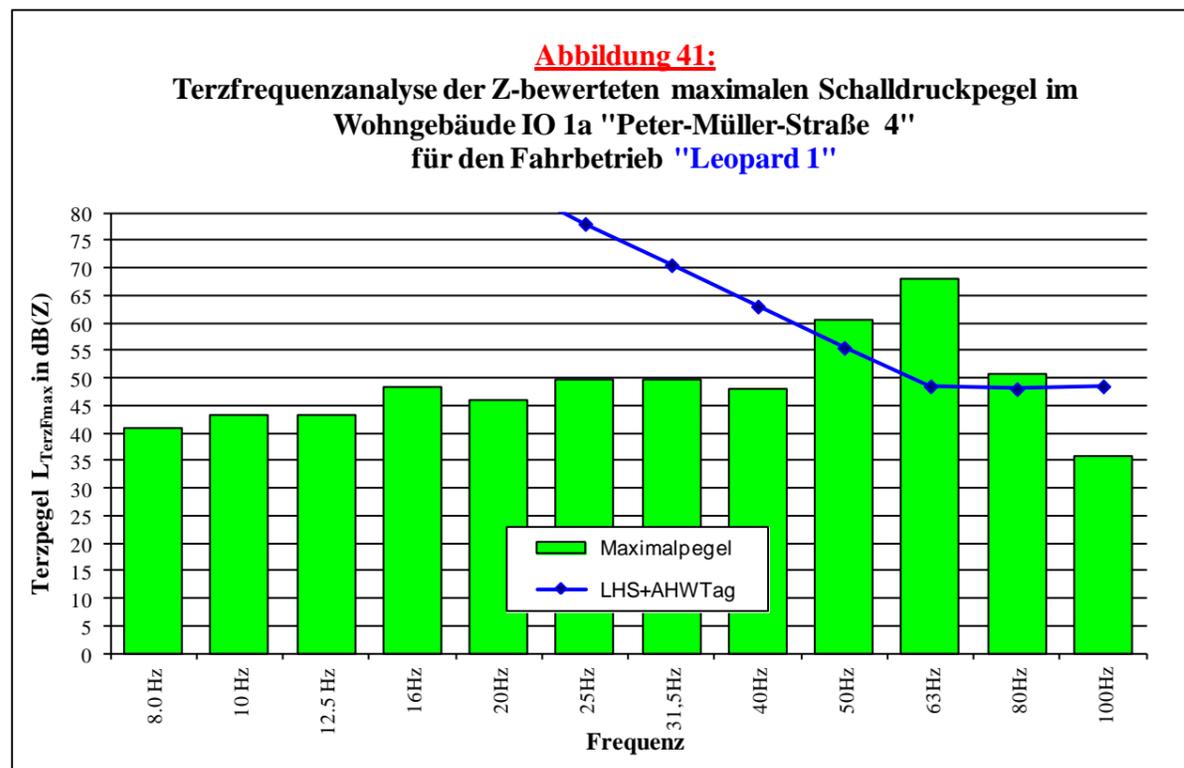
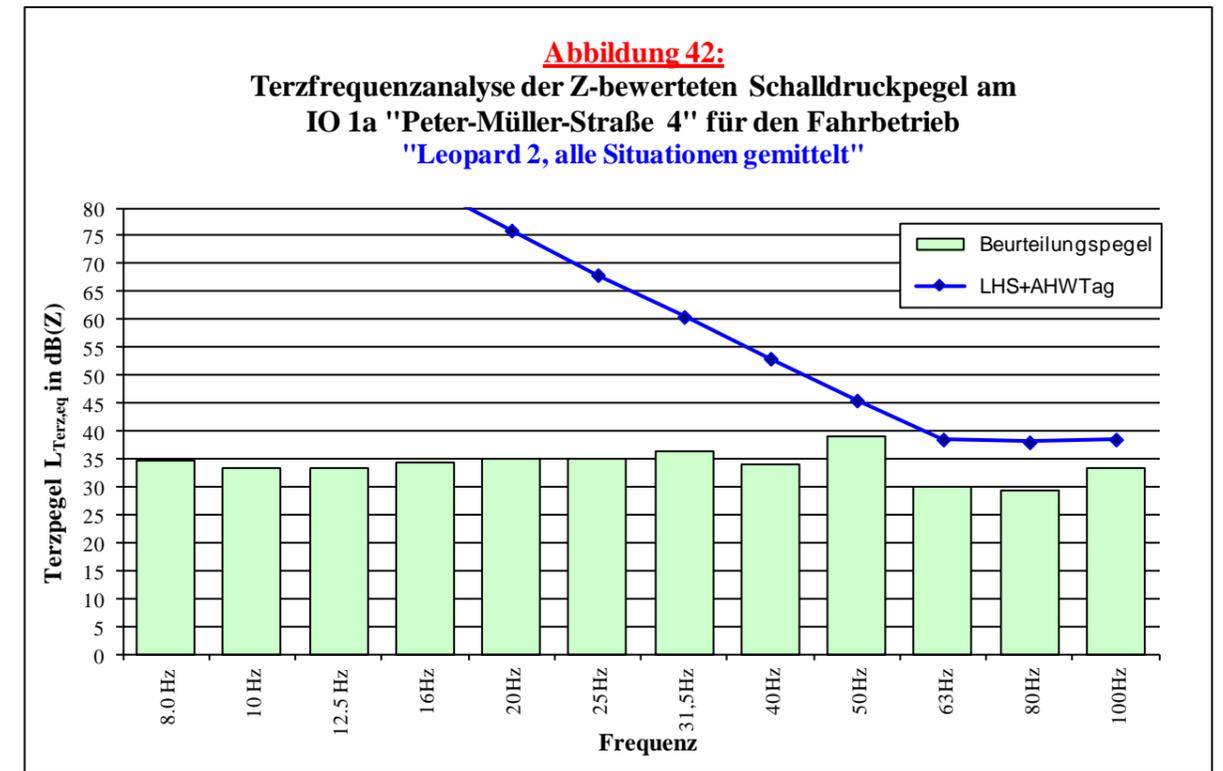
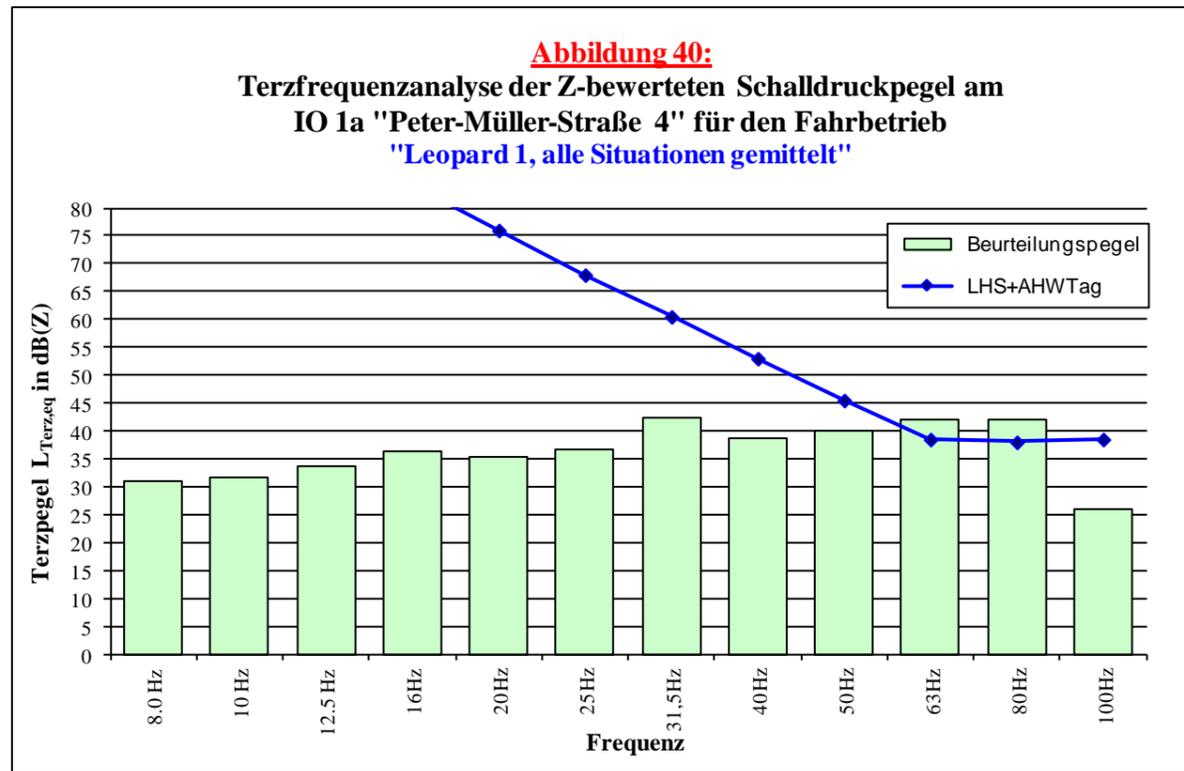
Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

Wohngebäude IO 1: „Mayrstraße 3“



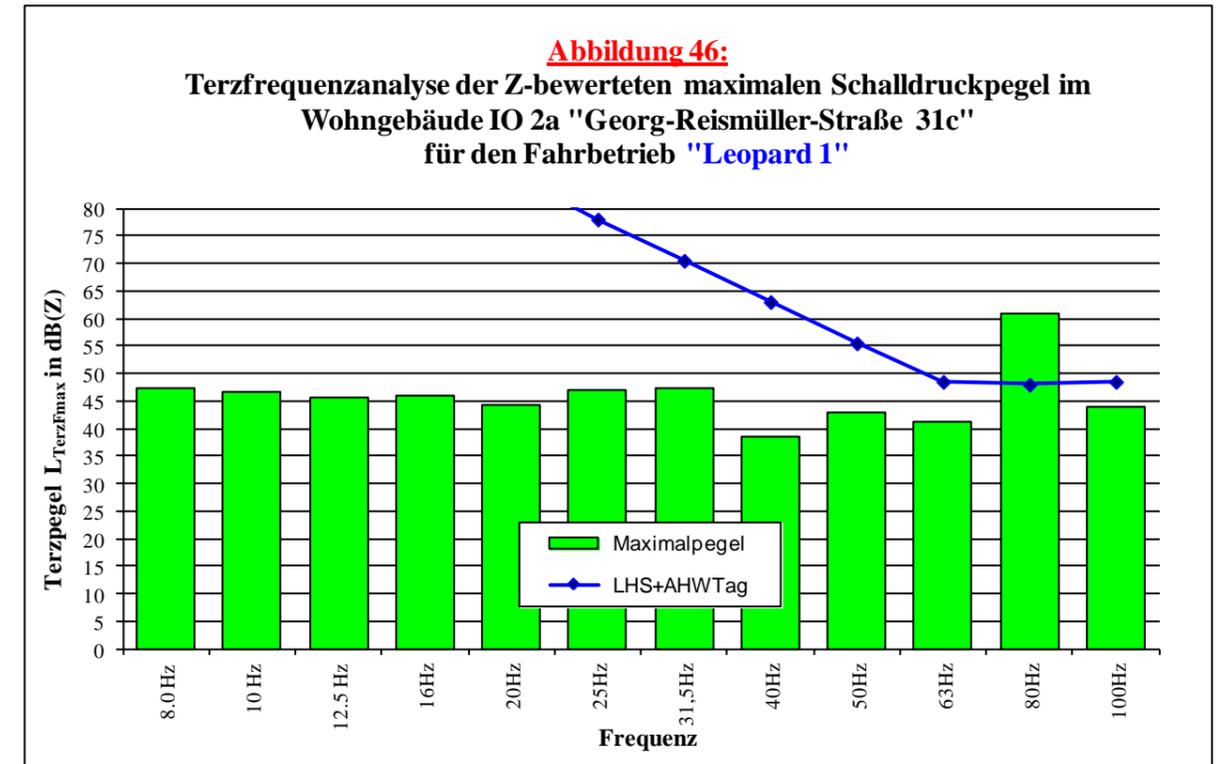
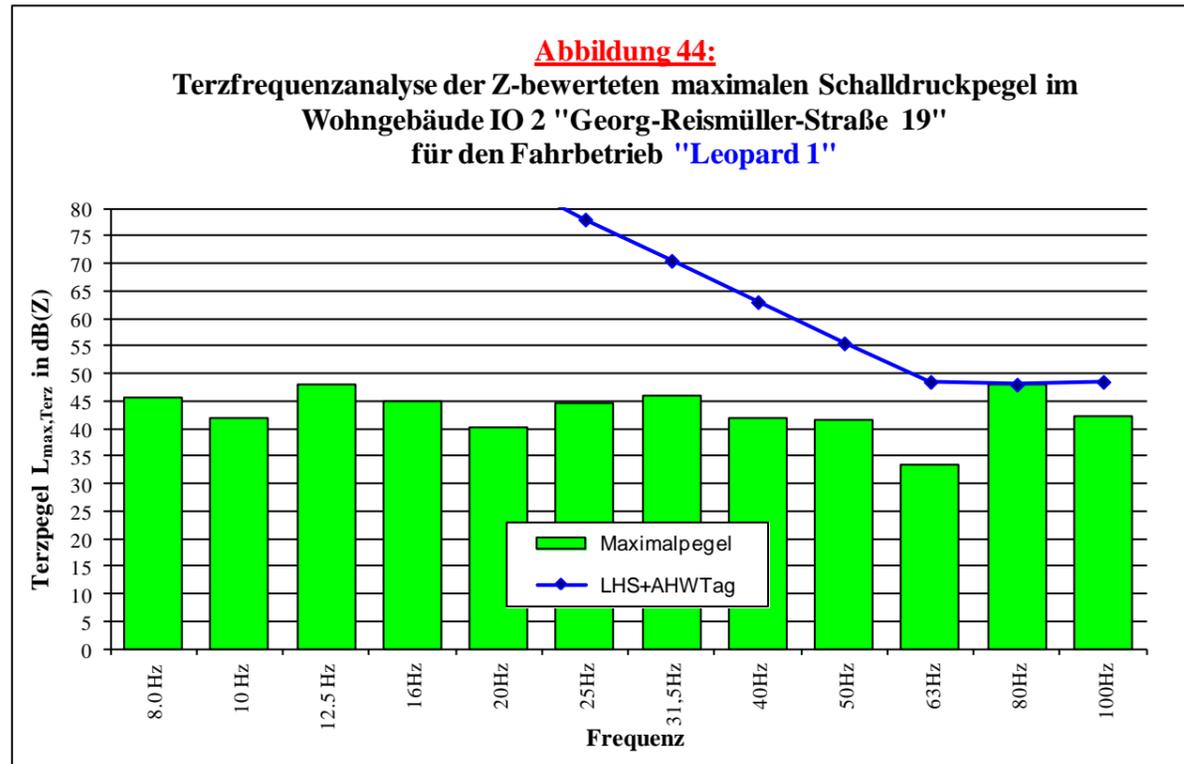
Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

Wohngebäude IO 1a: „Peter-Müller-Straße 4“

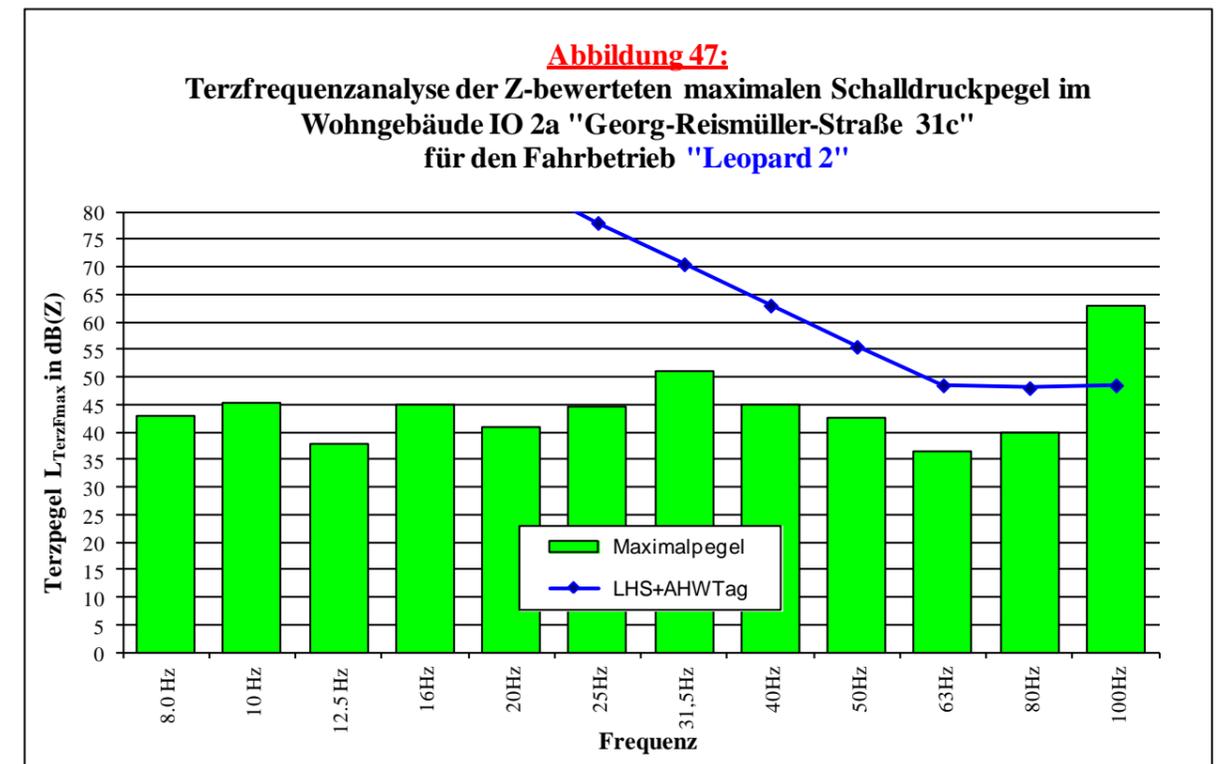
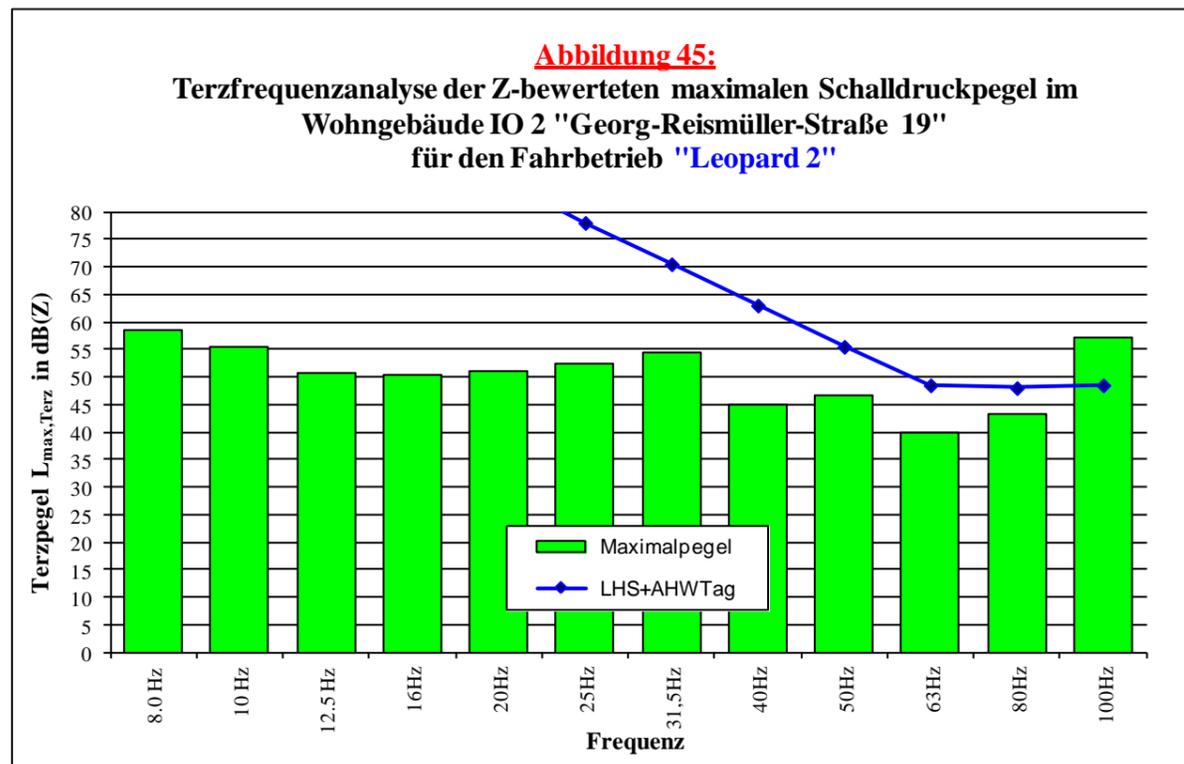


Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

Wohngebäude IO 2: „Georg-Reismüller-Straße 19“

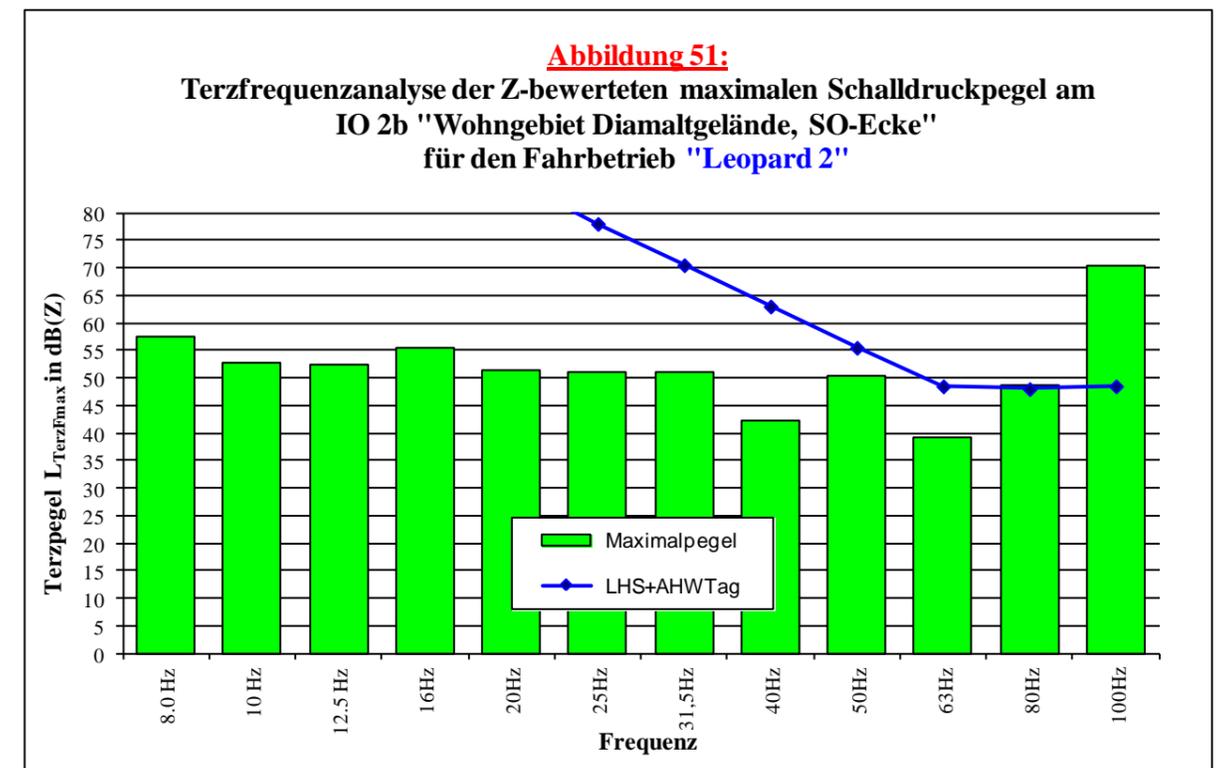
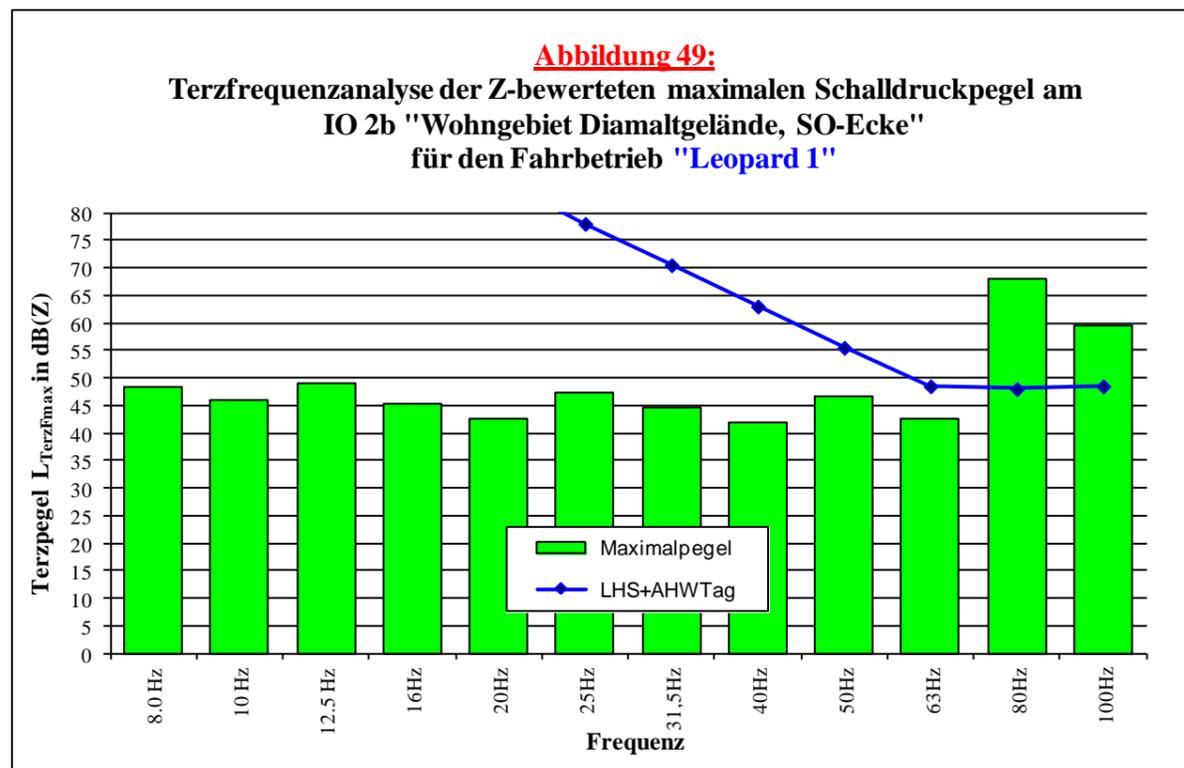
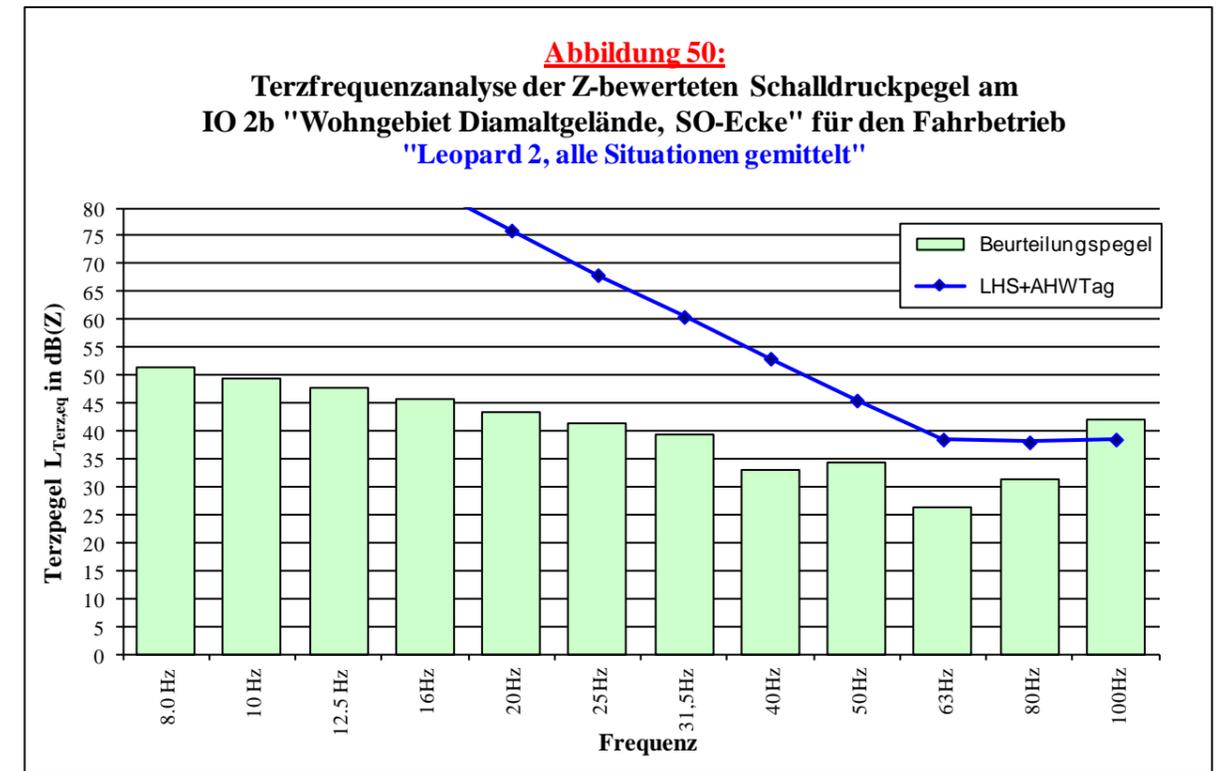
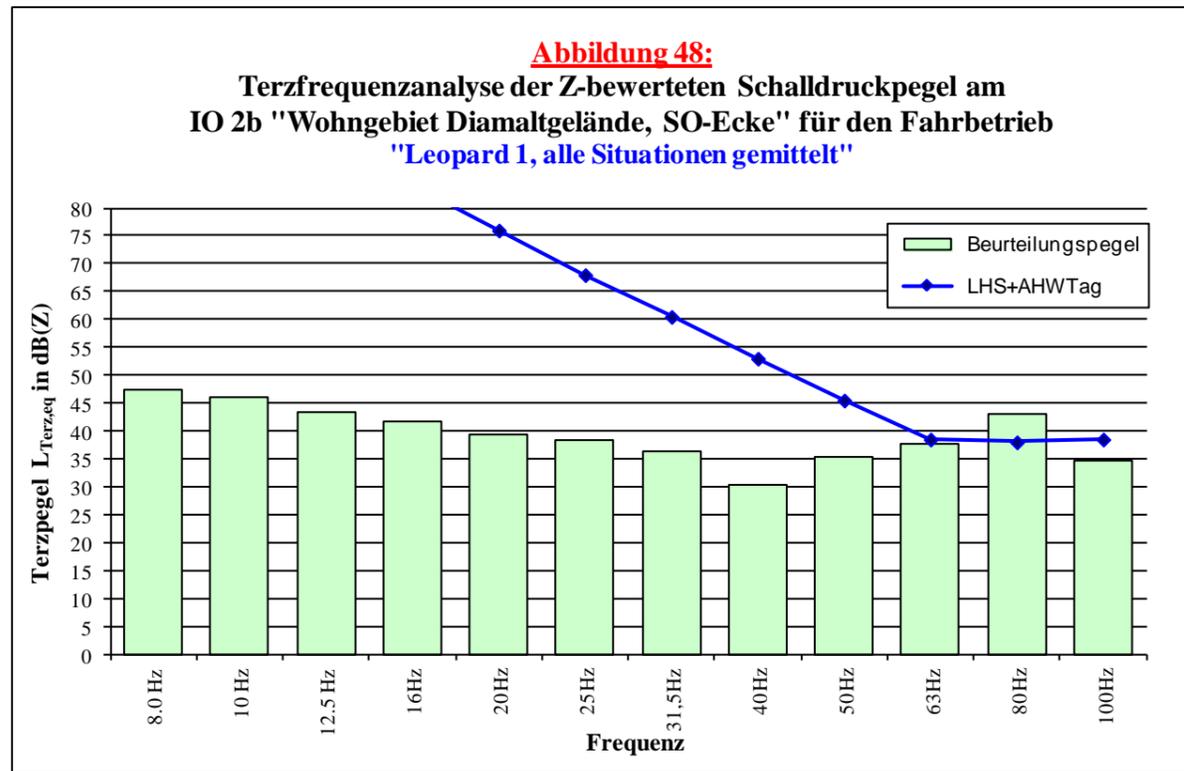


Wohngebäude IO 2a: „Georg-Reismüller-Straße 31c“



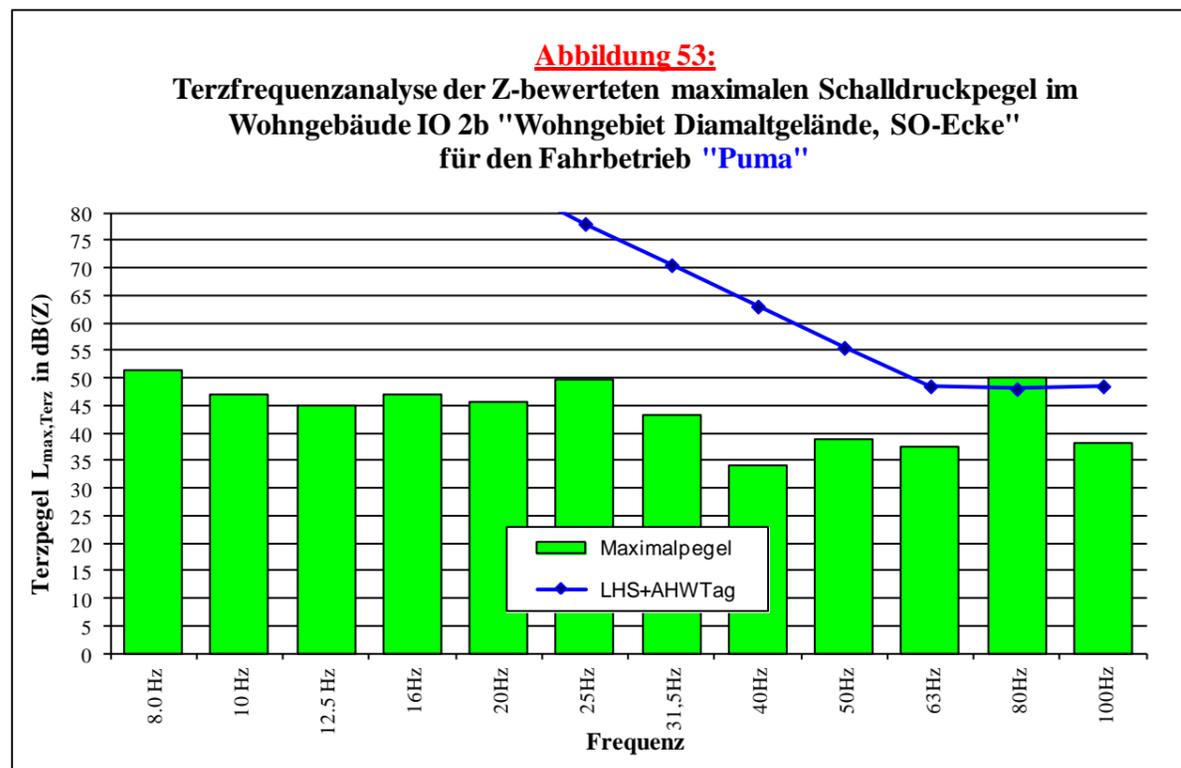
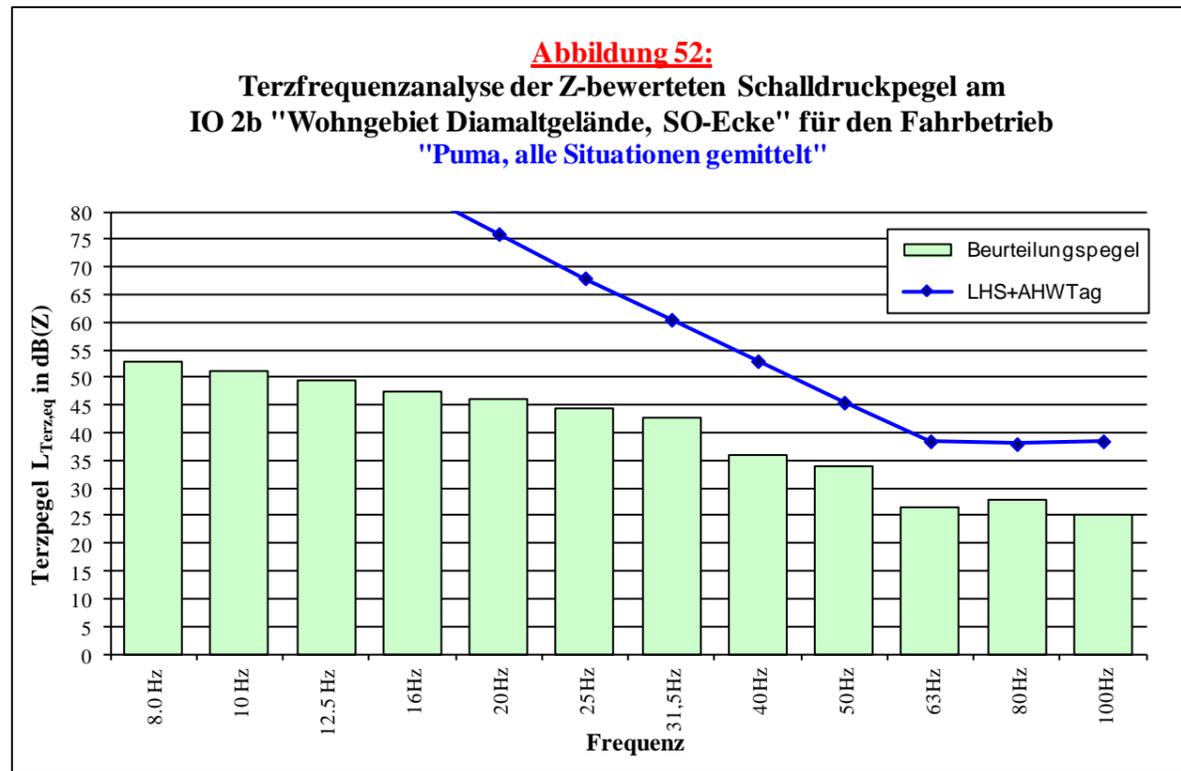
Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

IO 2b: geplantes Wohngebiet „Diamaltgelände, SO-Ecke“



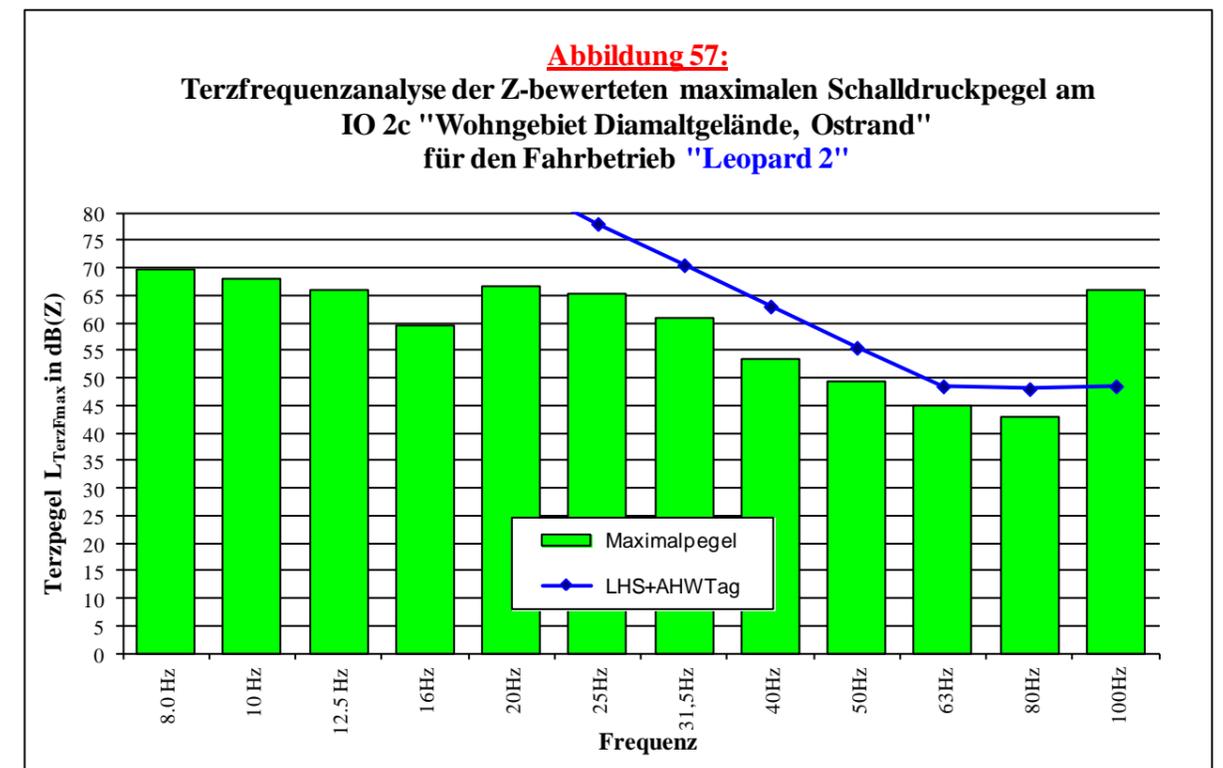
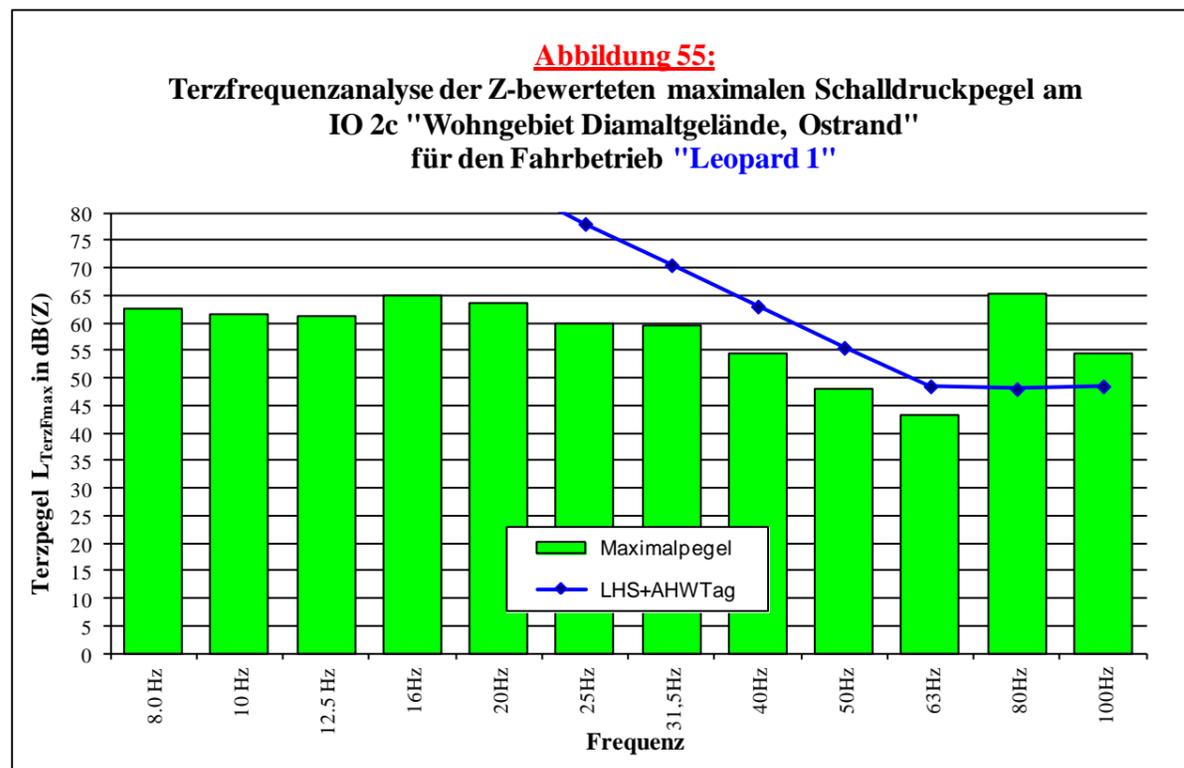
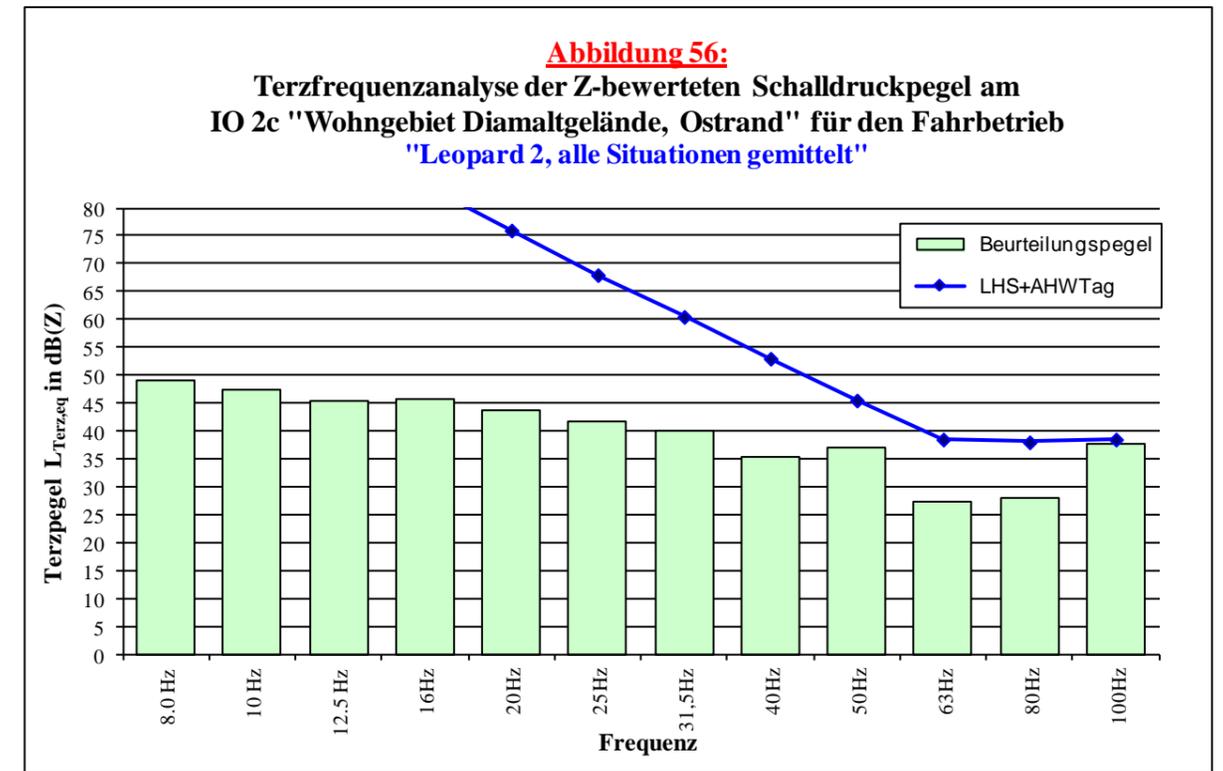
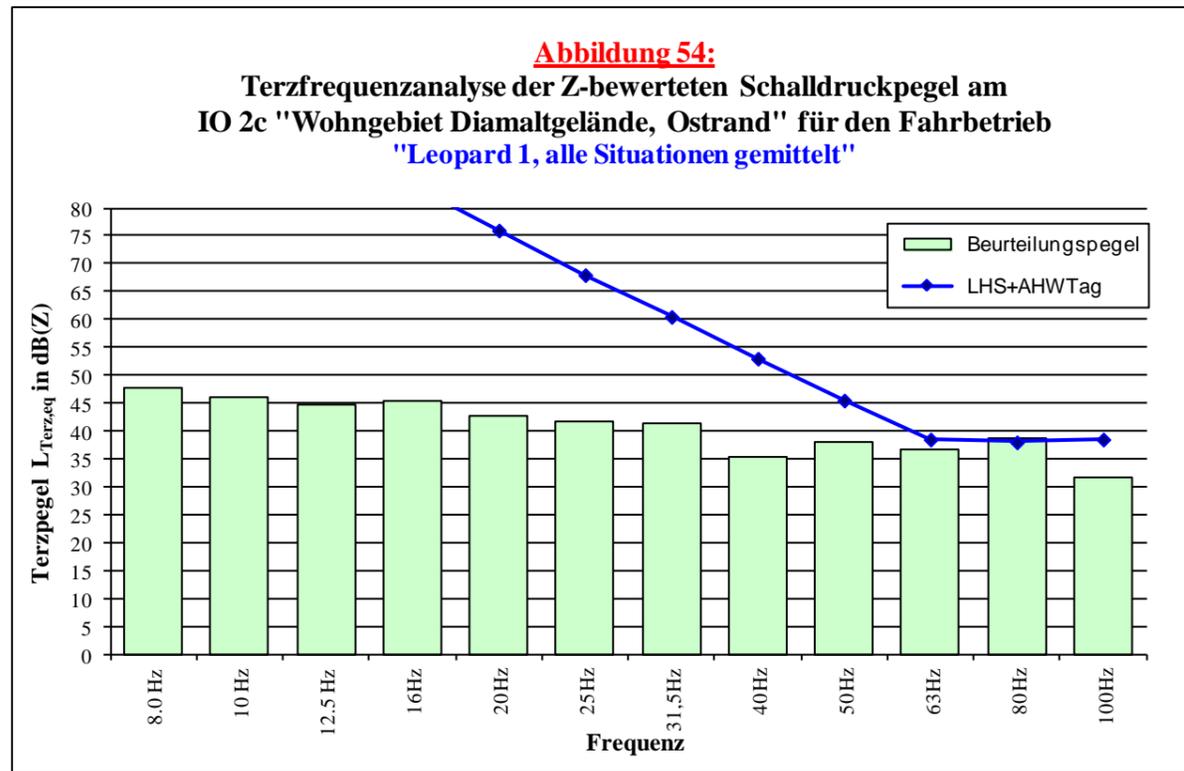
Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

IO 2b: geplantes Wohngebiet „Diamaltgelände, SO-Ecke“ (Fortsetzung)



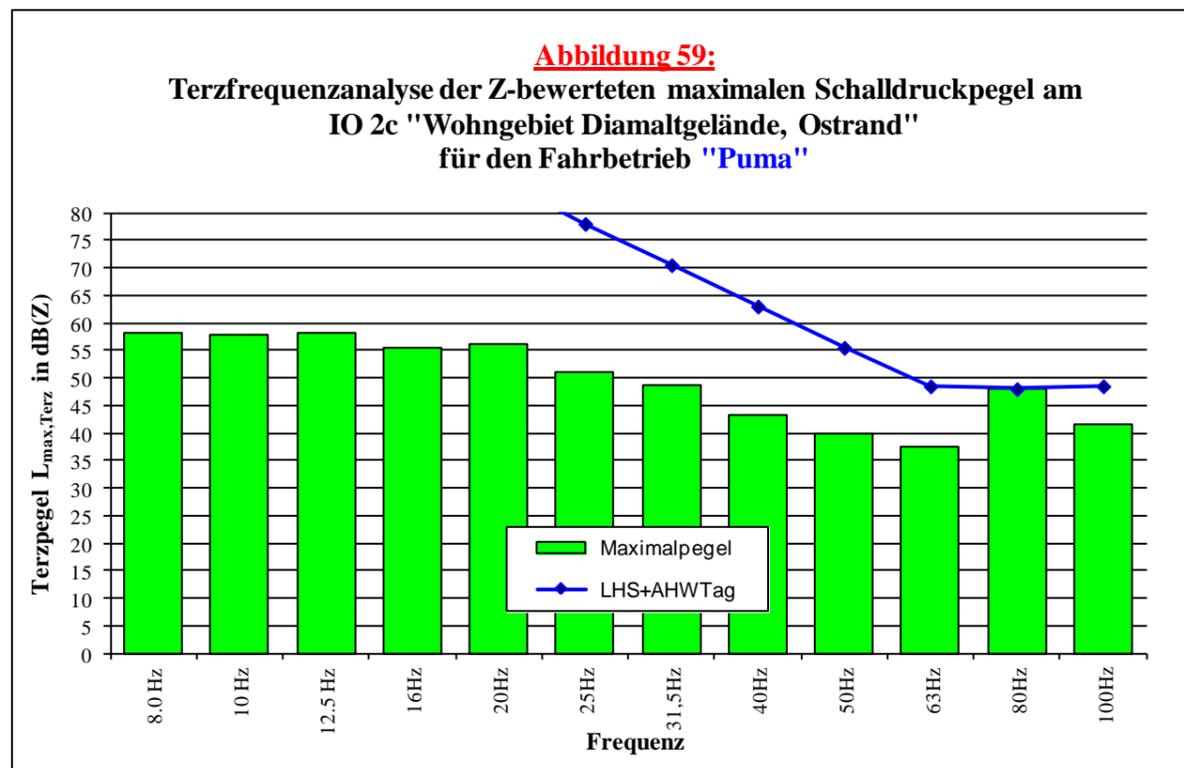
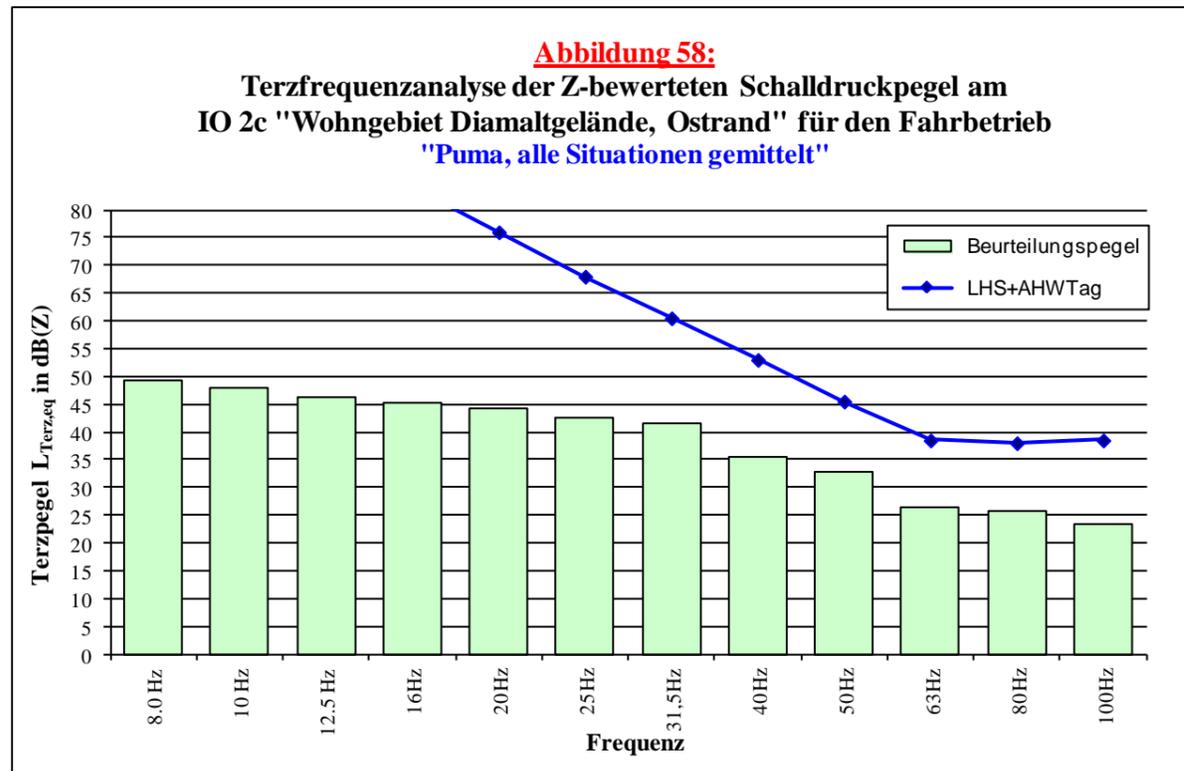
Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

IO 2c: geplantes Wohngebiet „Diamaltgelände, Ostrand“



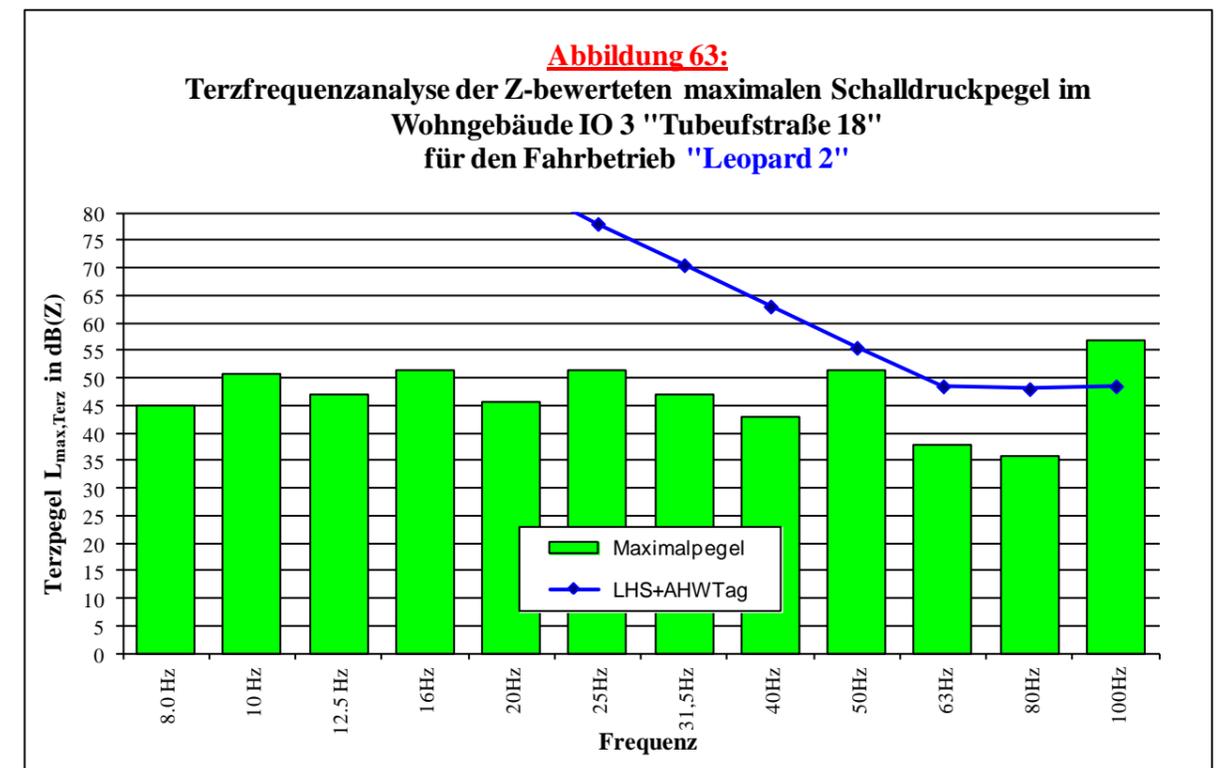
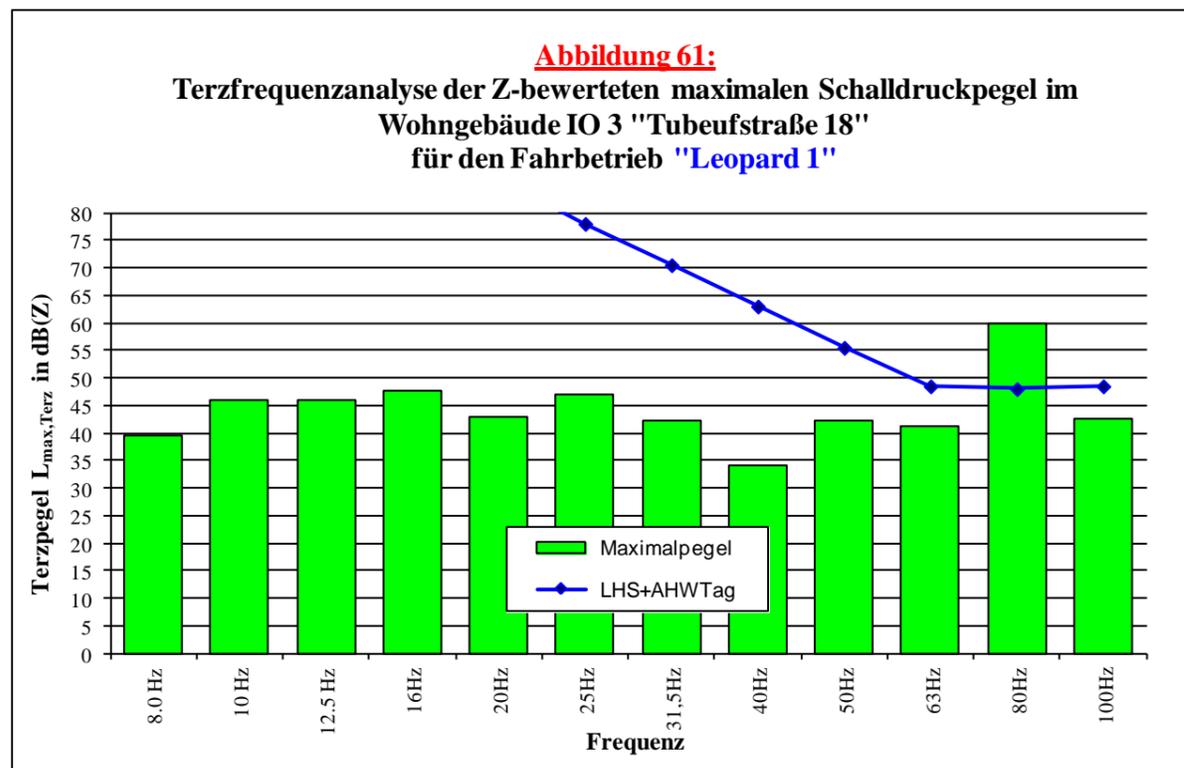
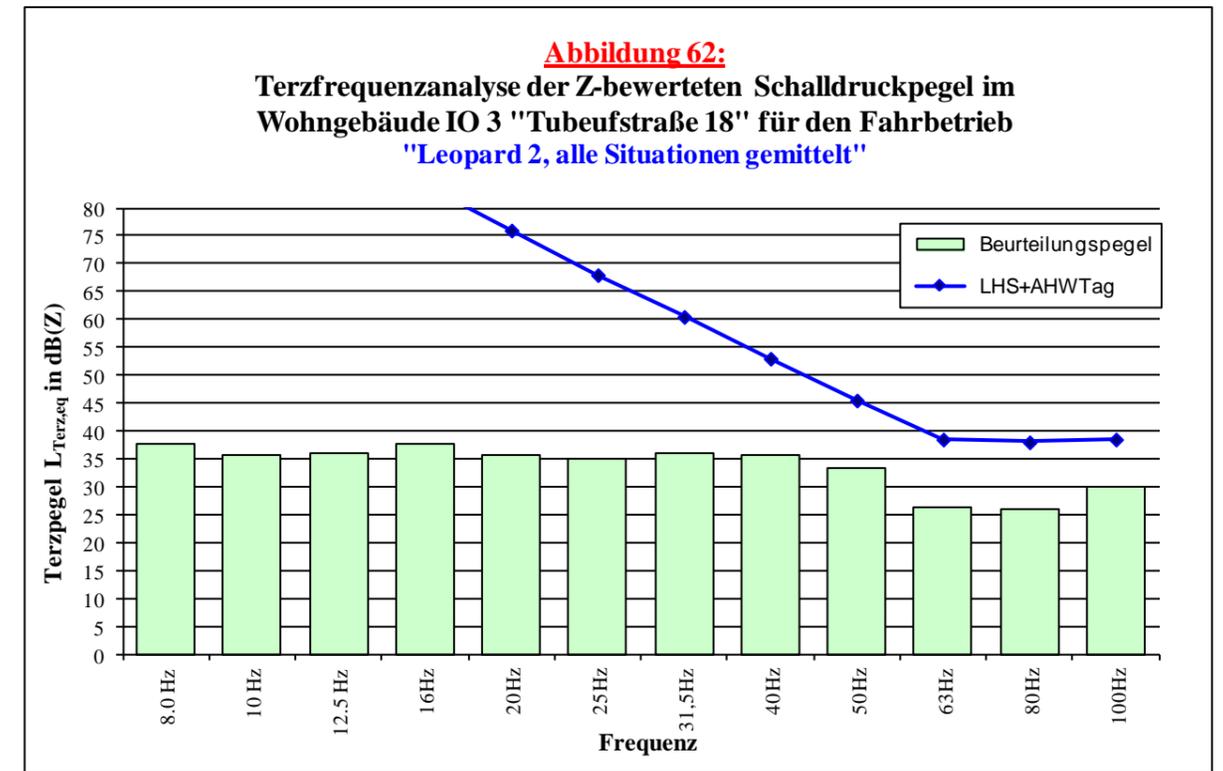
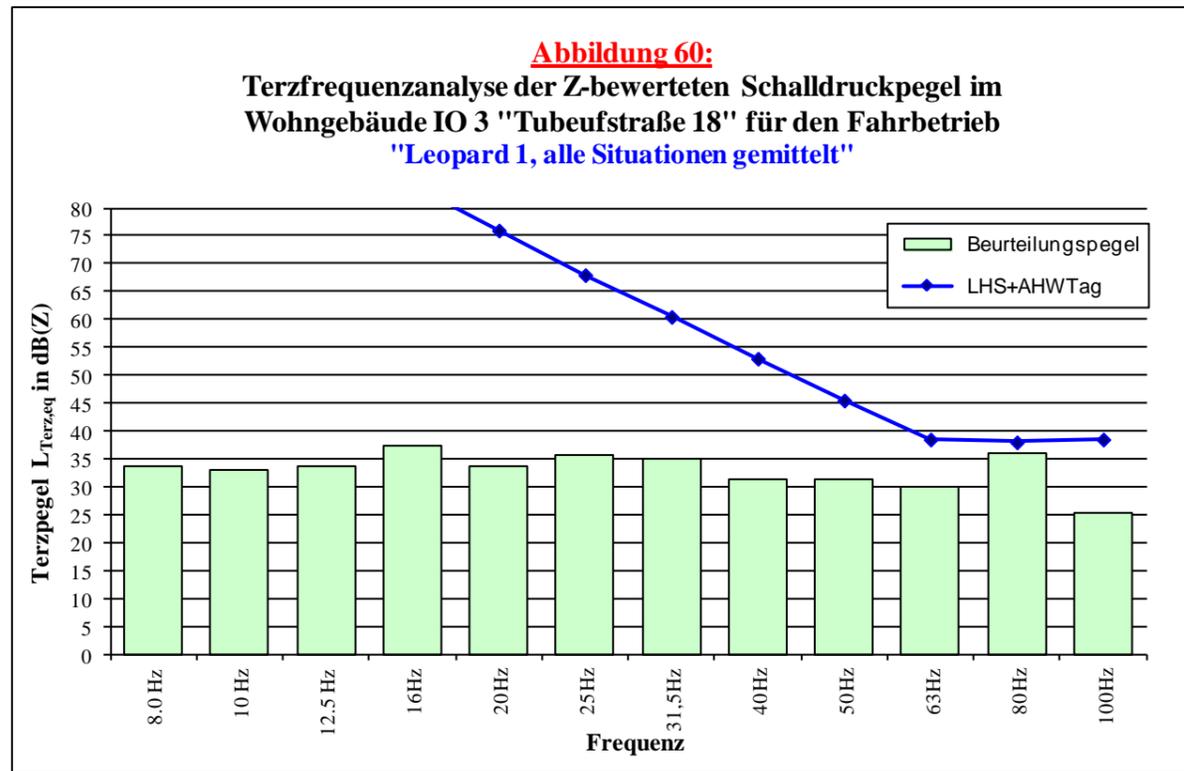
Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

IO 2c: geplantes Wohngebiet „Diamaltgelände, Ostrand“ (Fortsetzung)



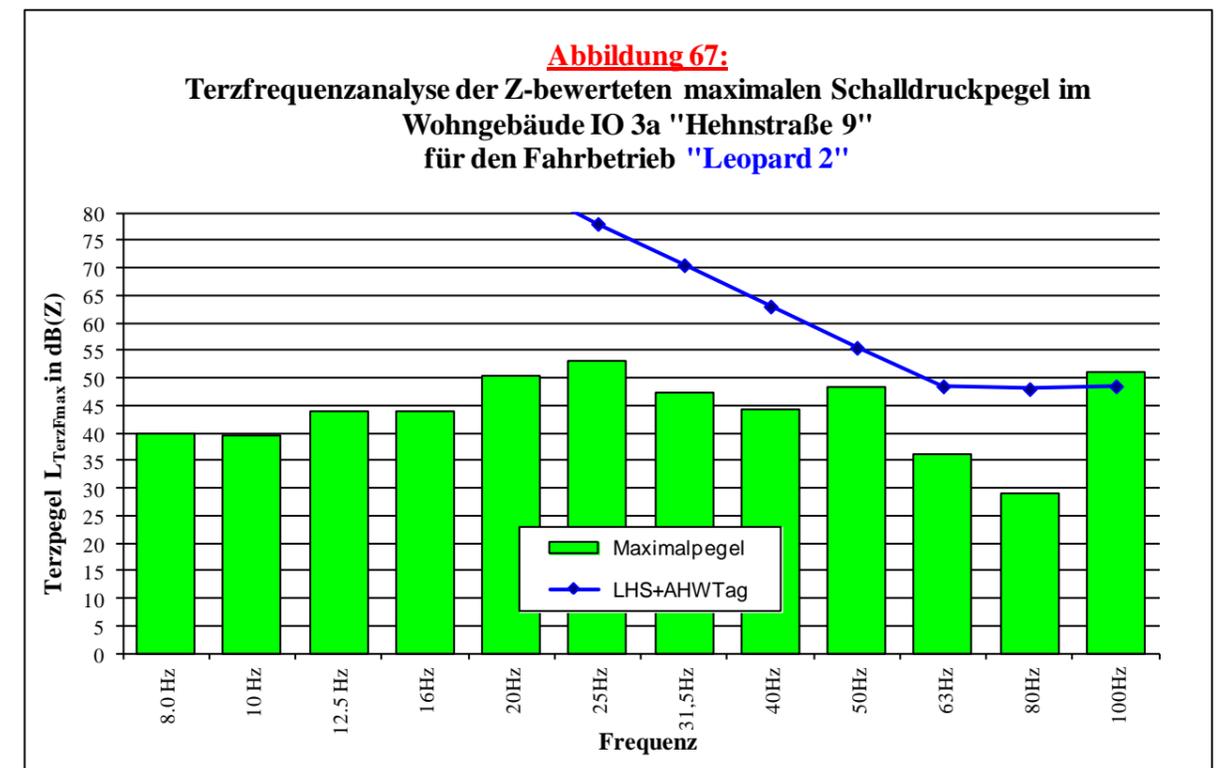
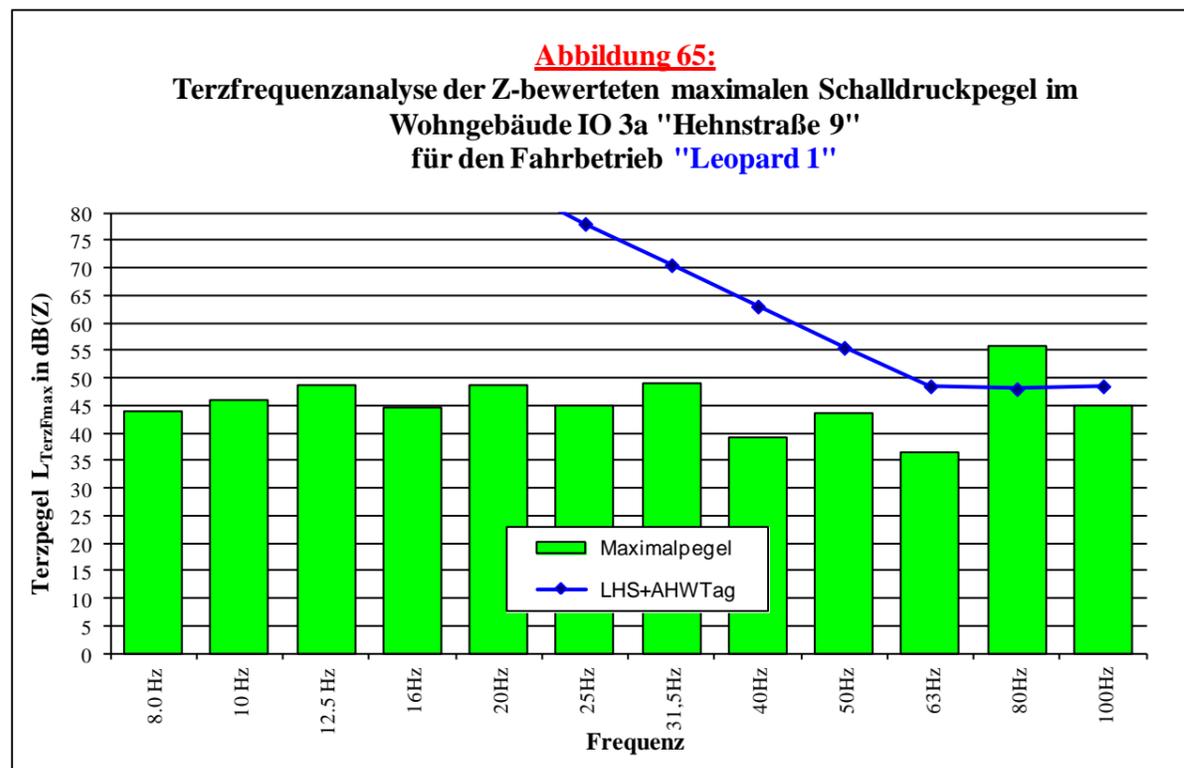
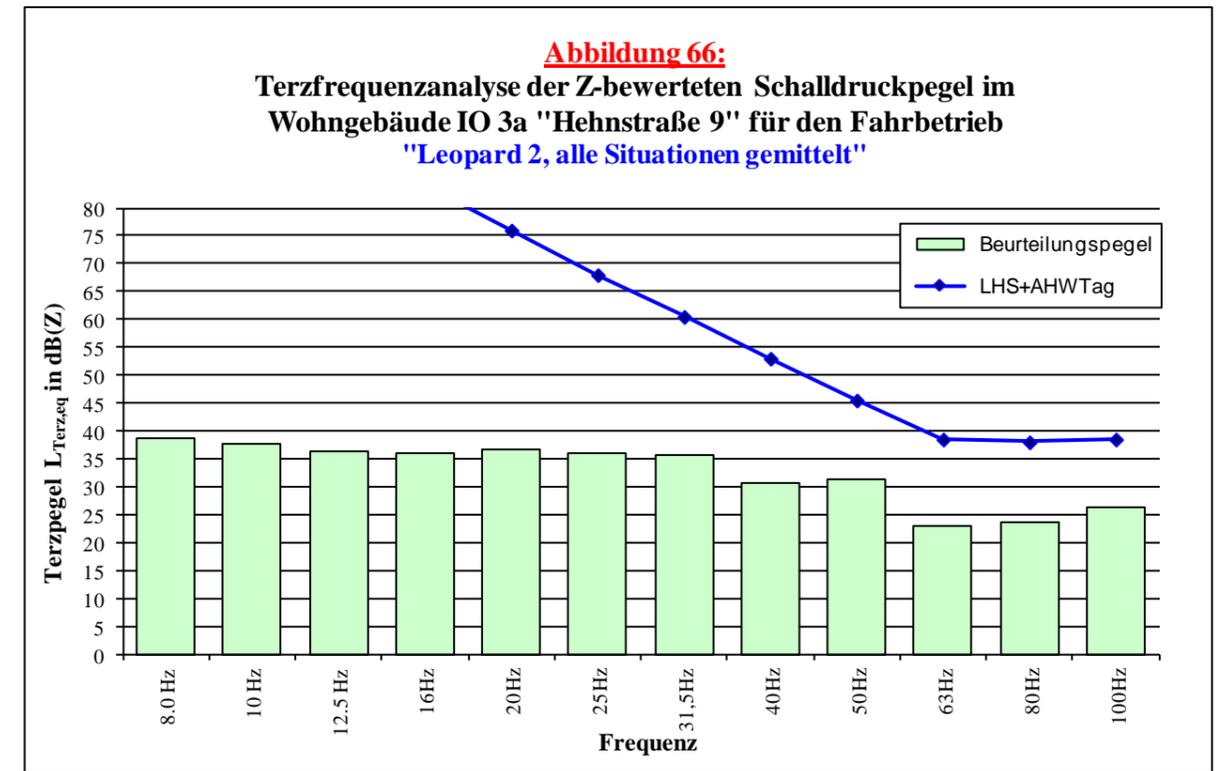
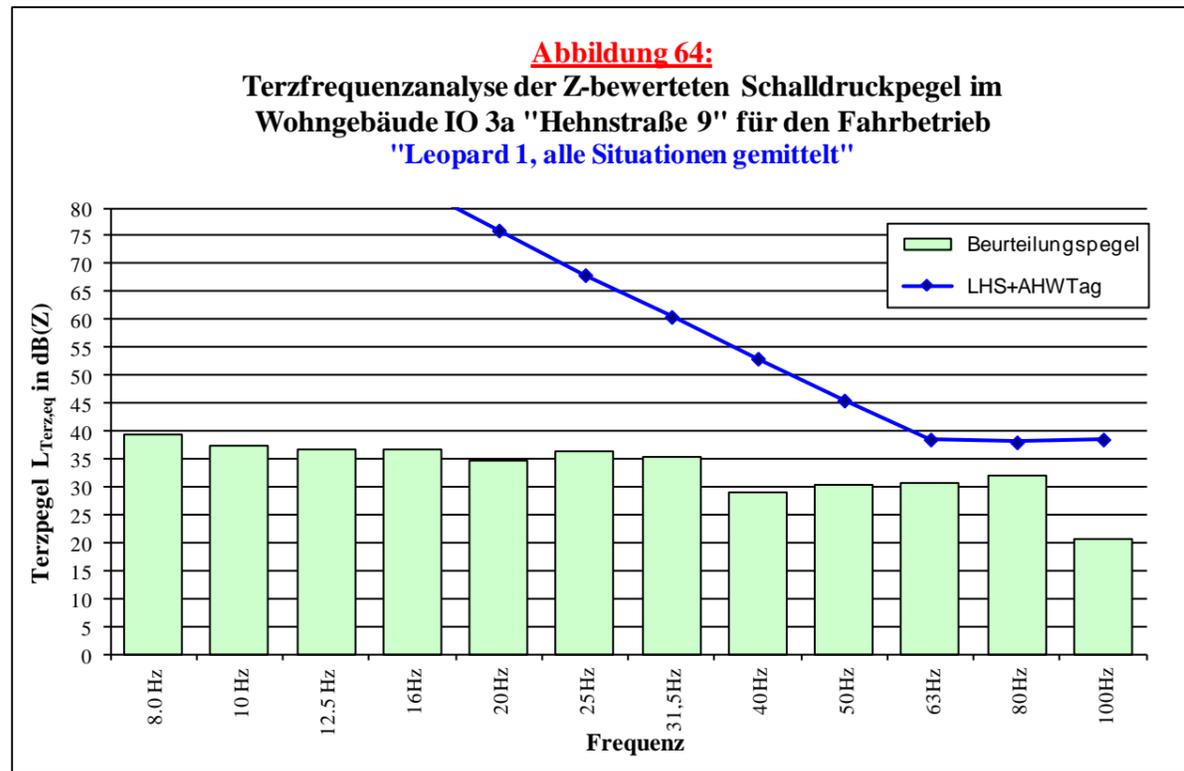
Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

Wohngebäude IO 3: „Tubefstraße 18“



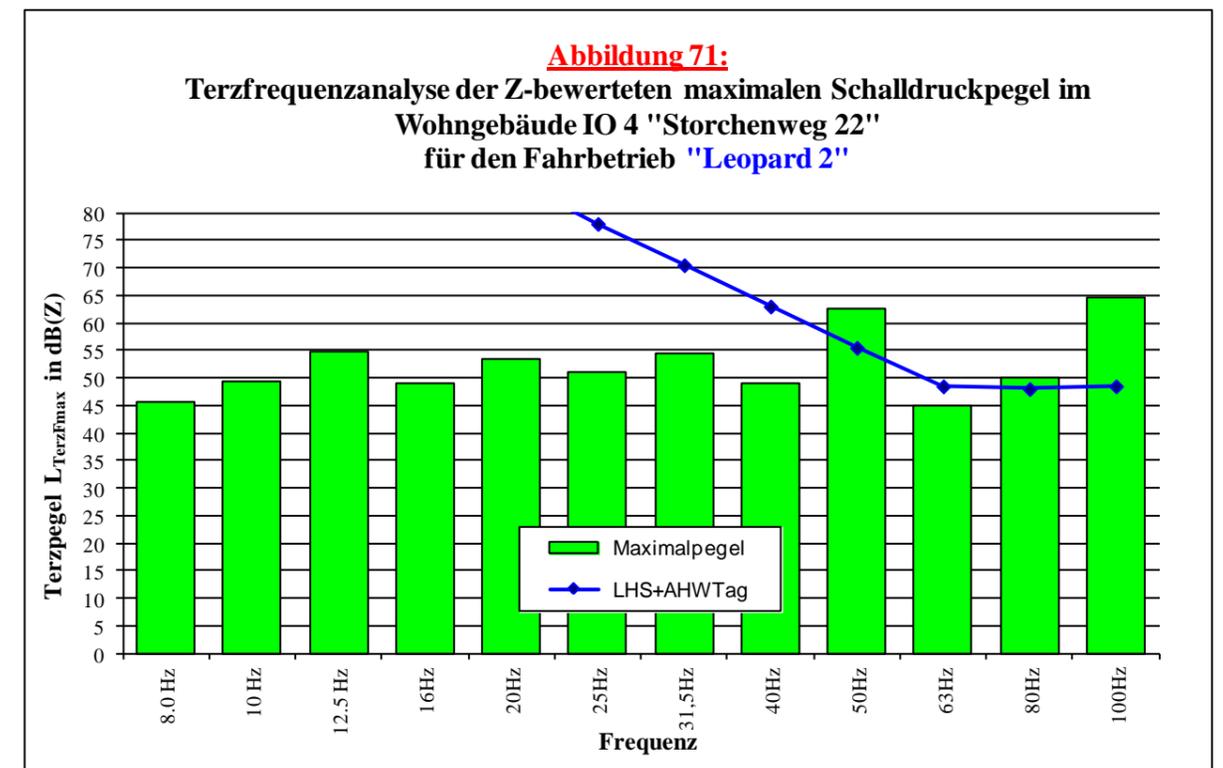
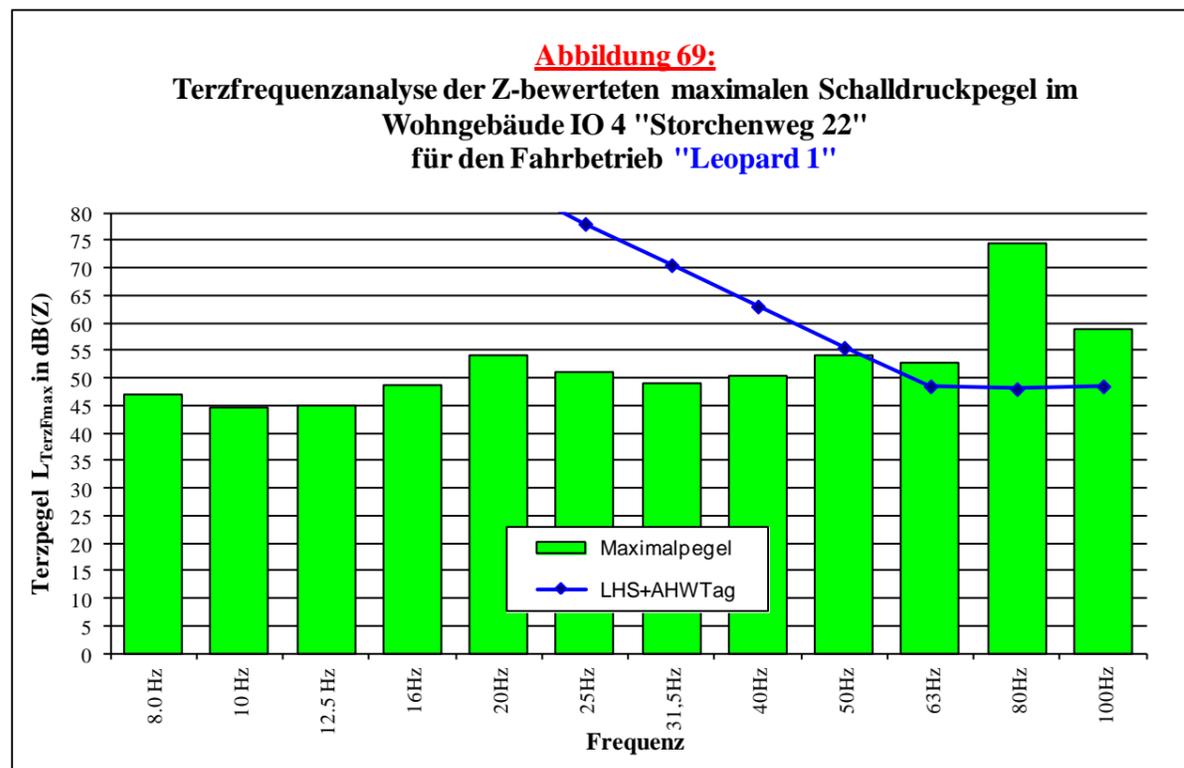
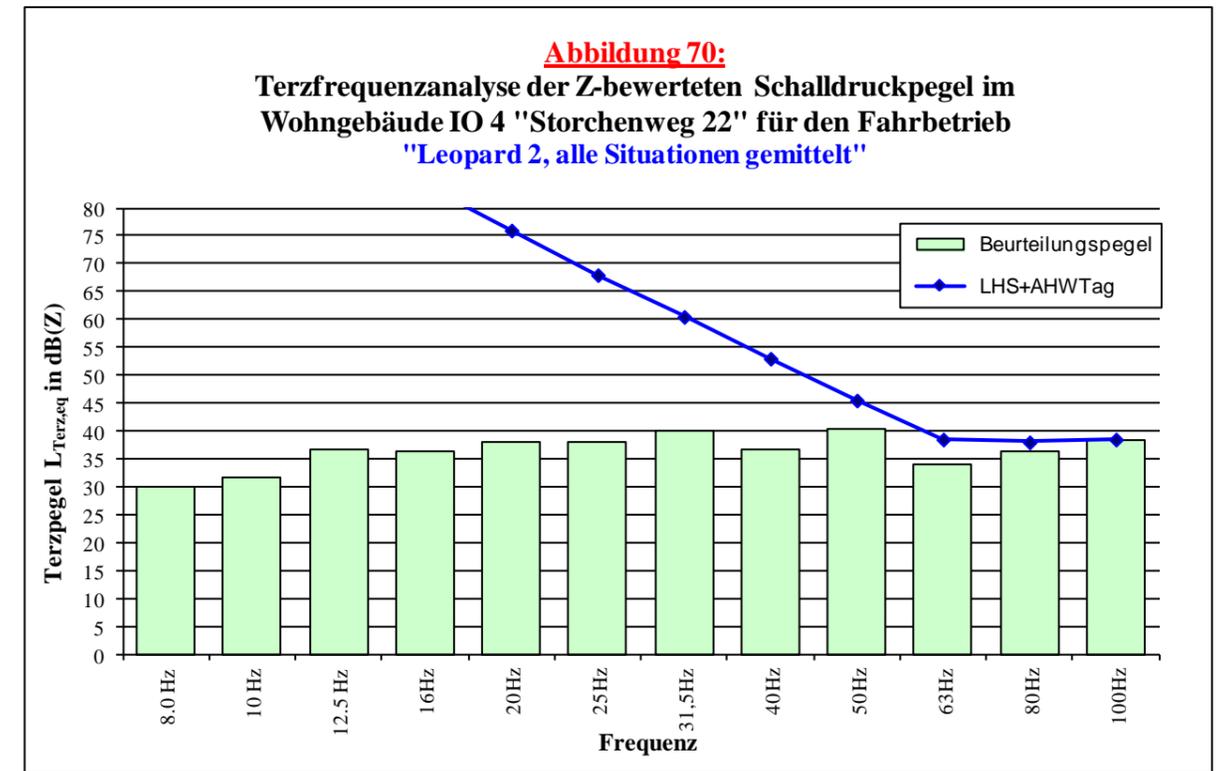
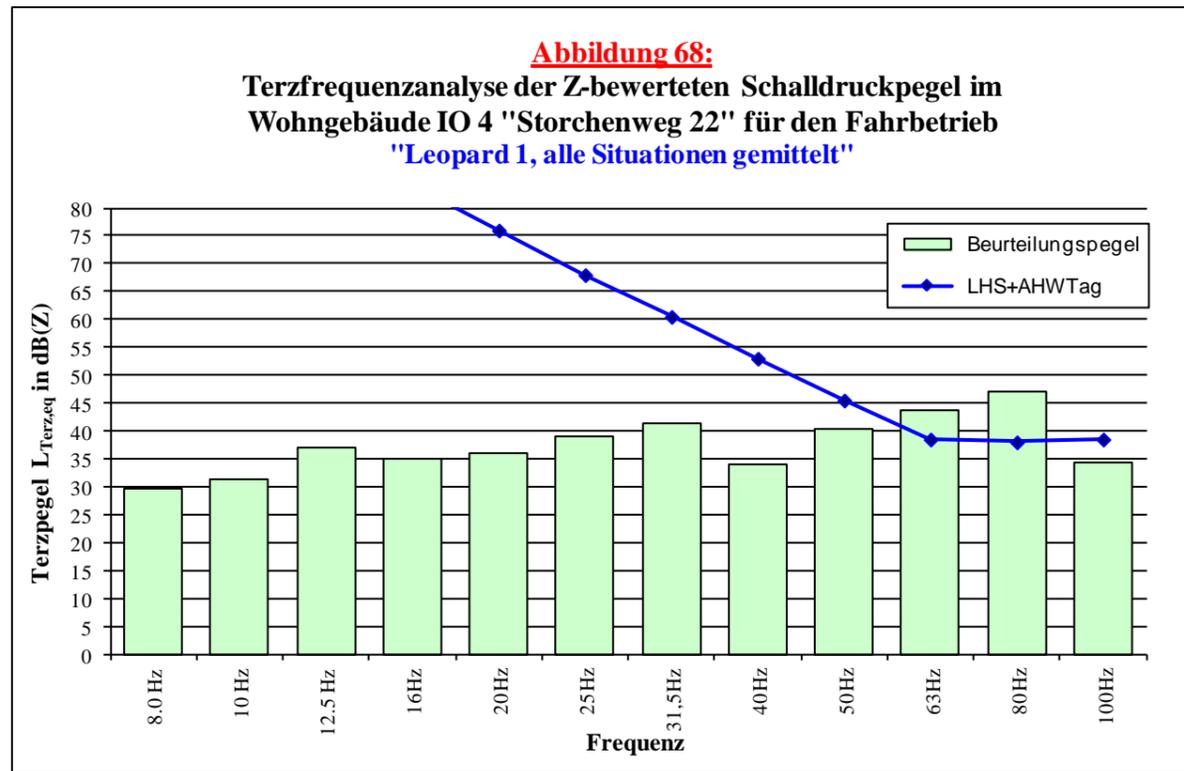
Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

Wohngebäude IO 3a: „Hehnstraße 9“



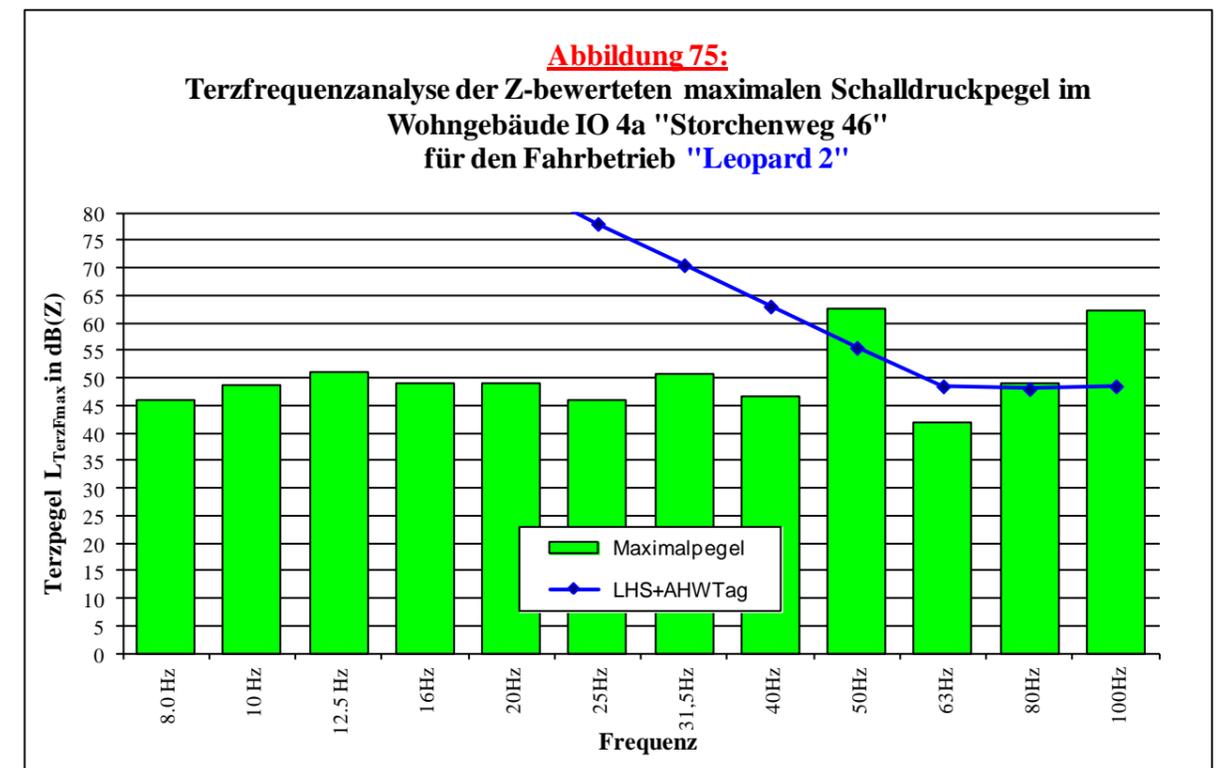
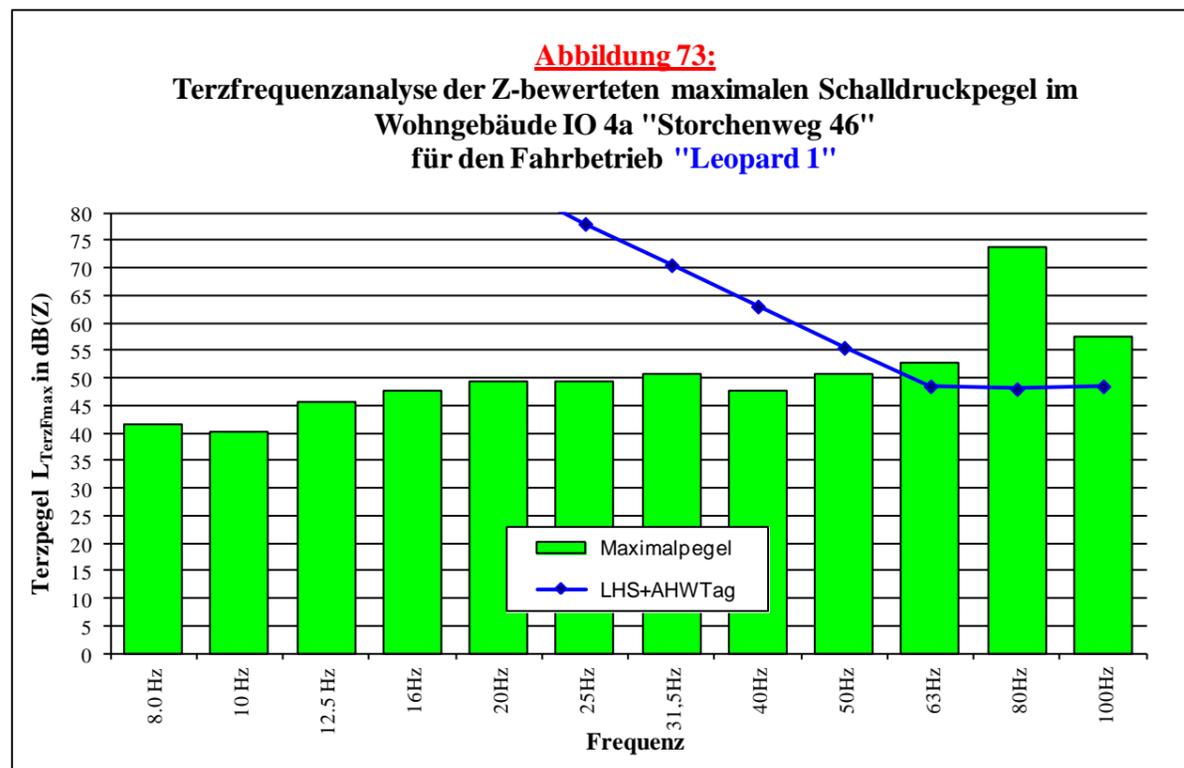
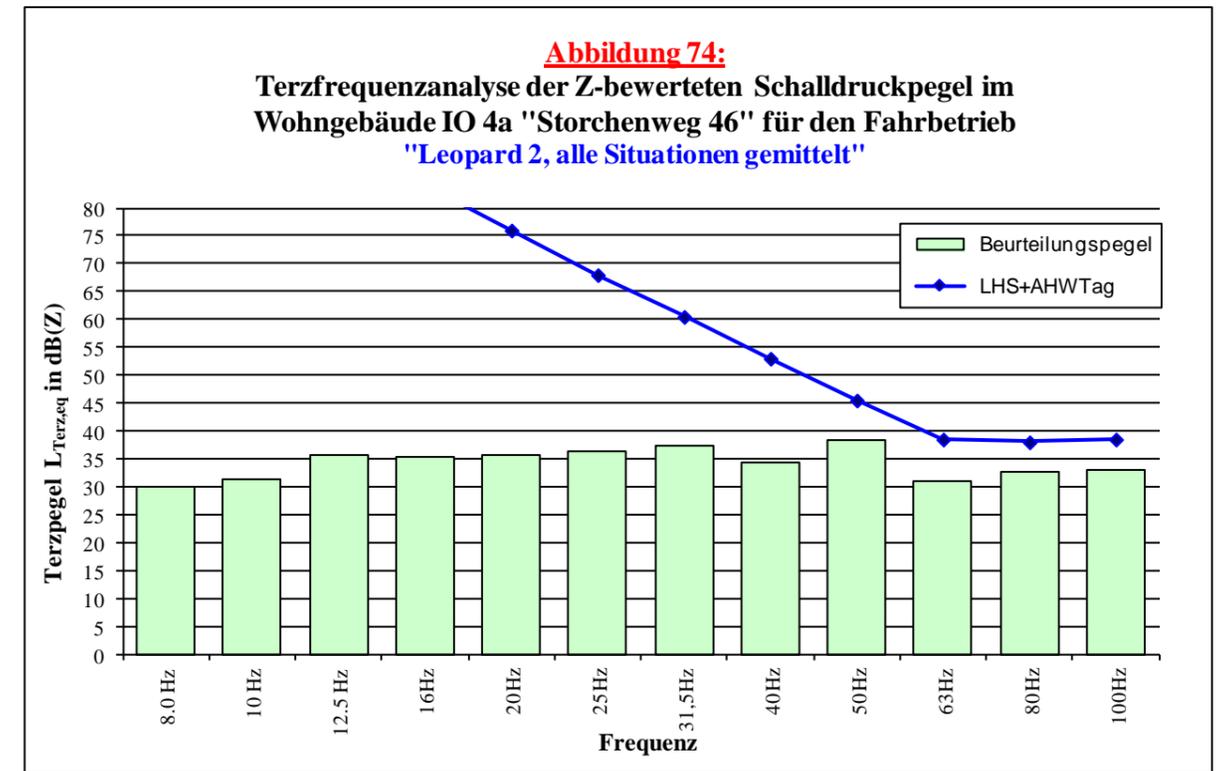
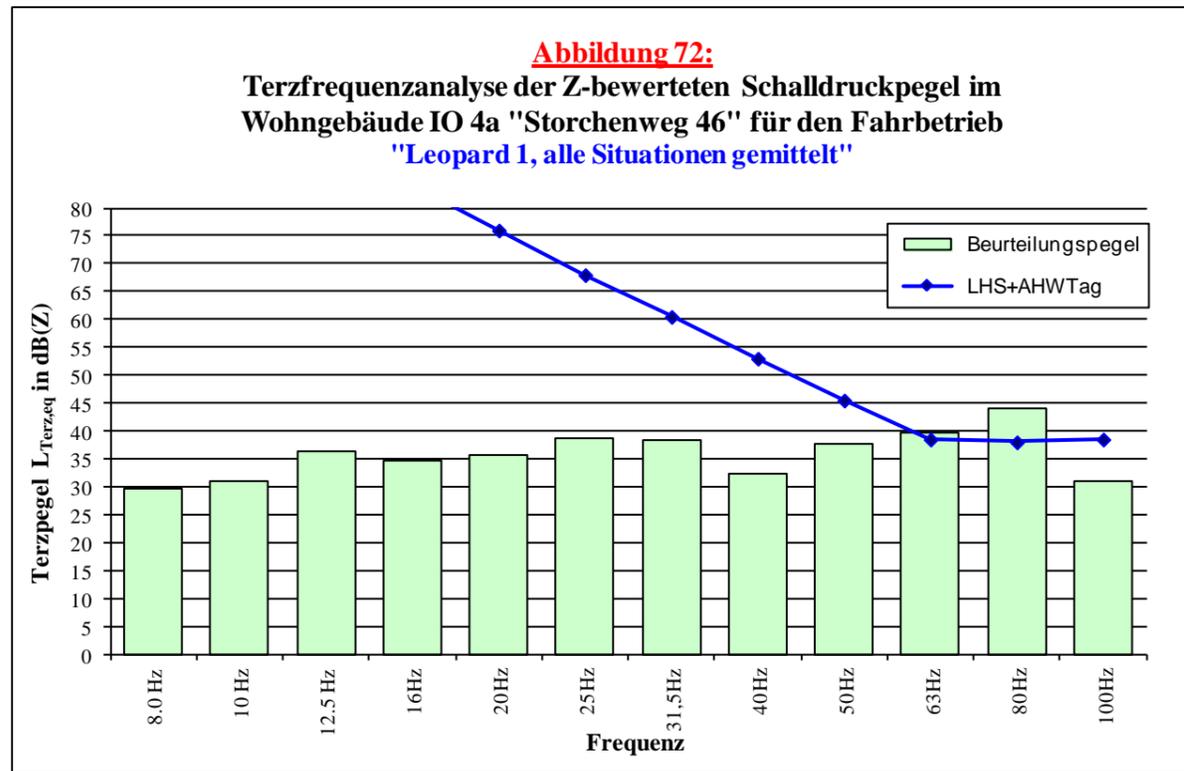
Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

Wohngebäude IO 4: „Storchenweg 22“



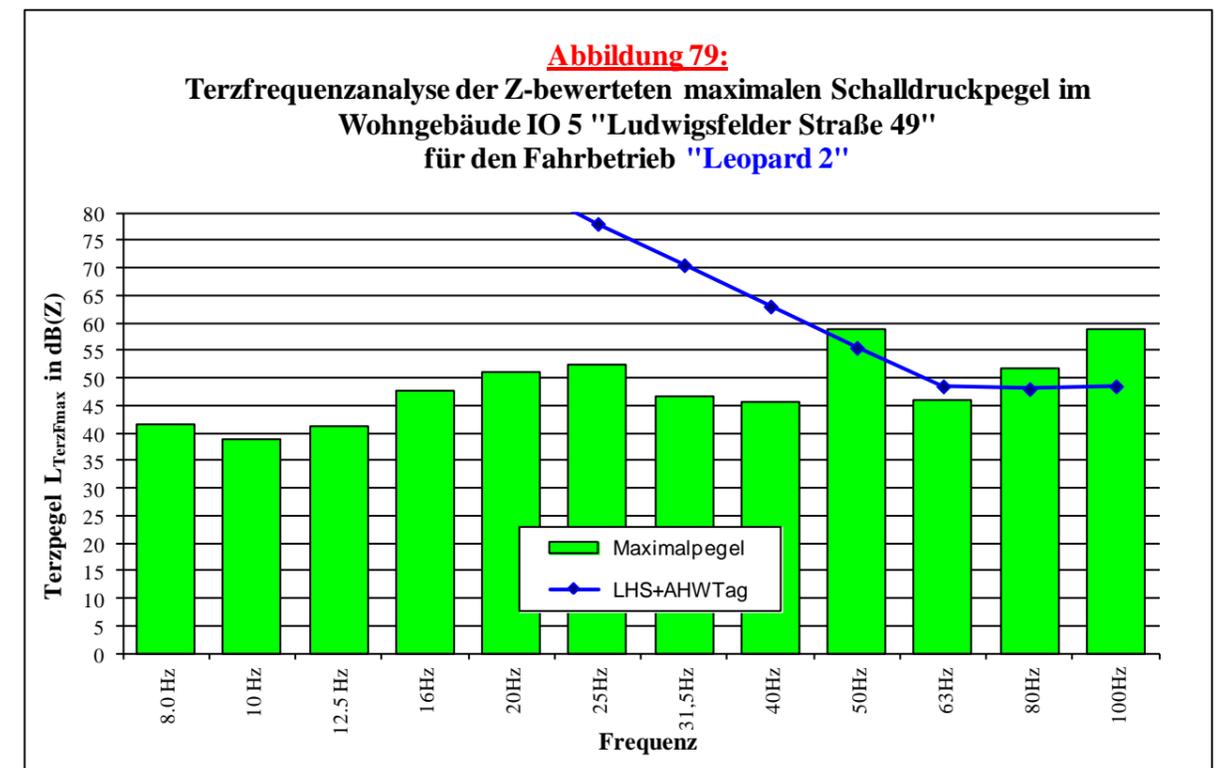
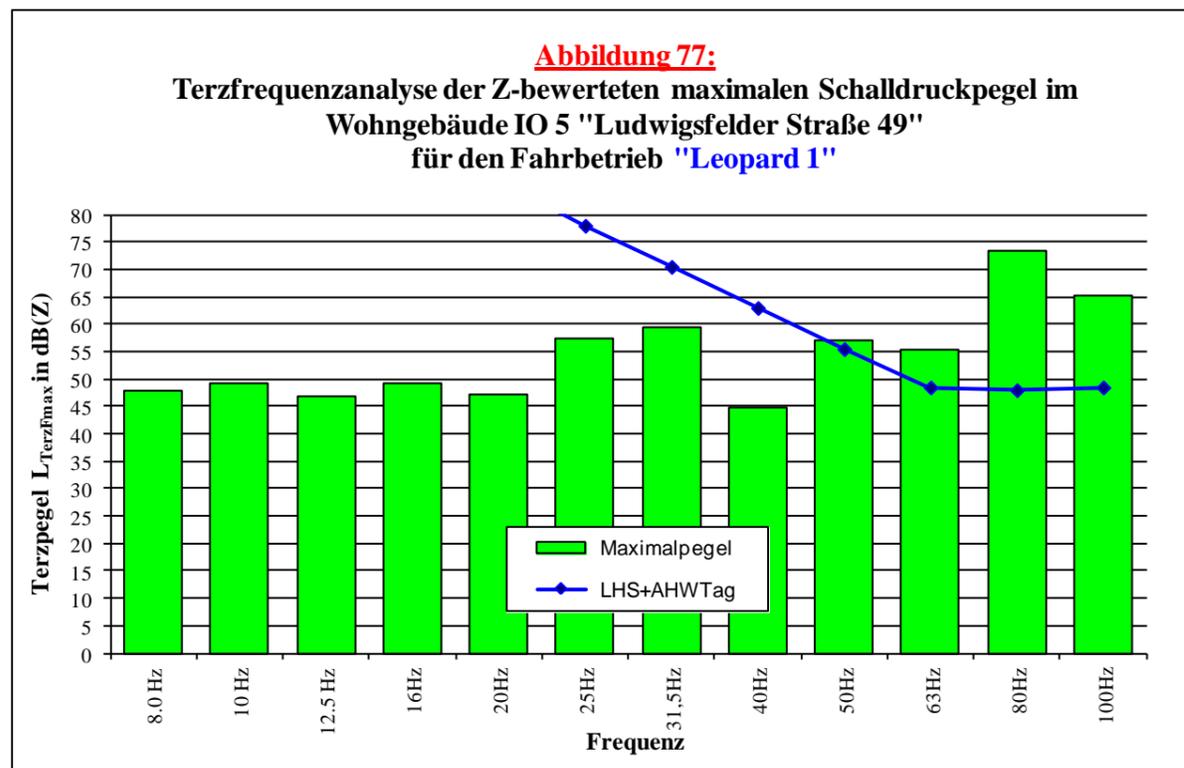
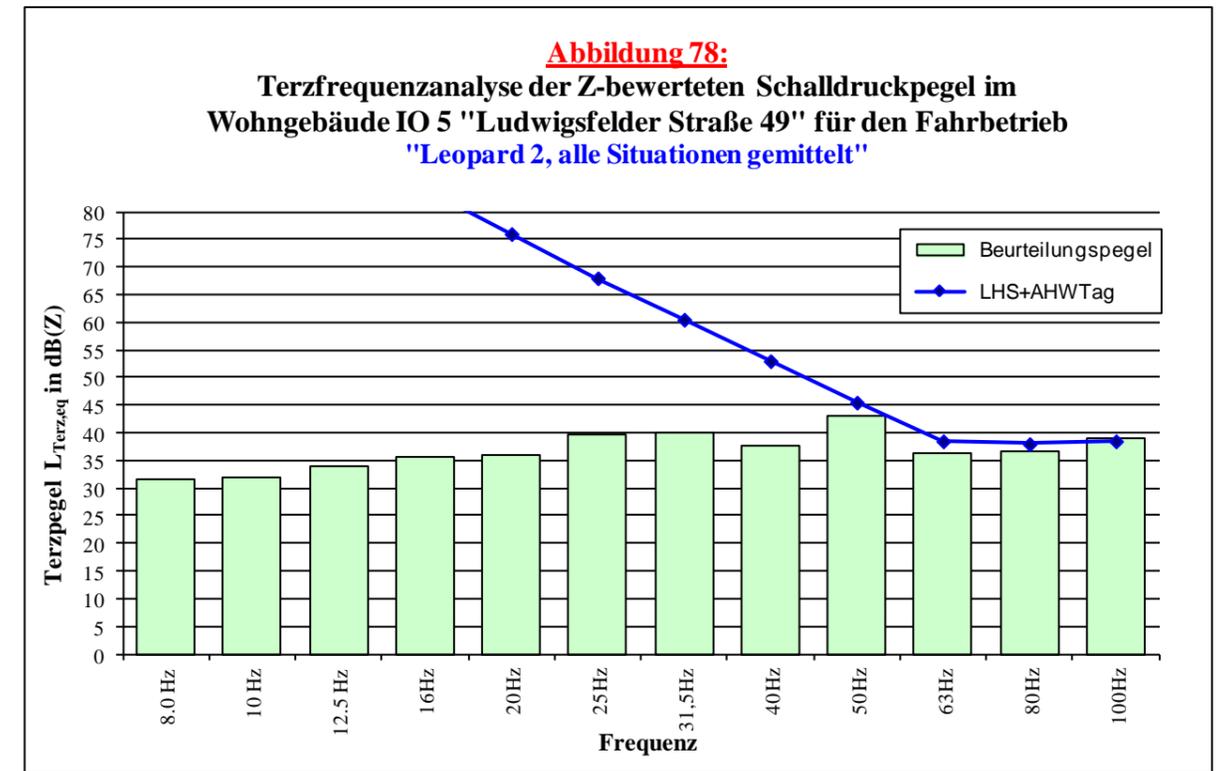
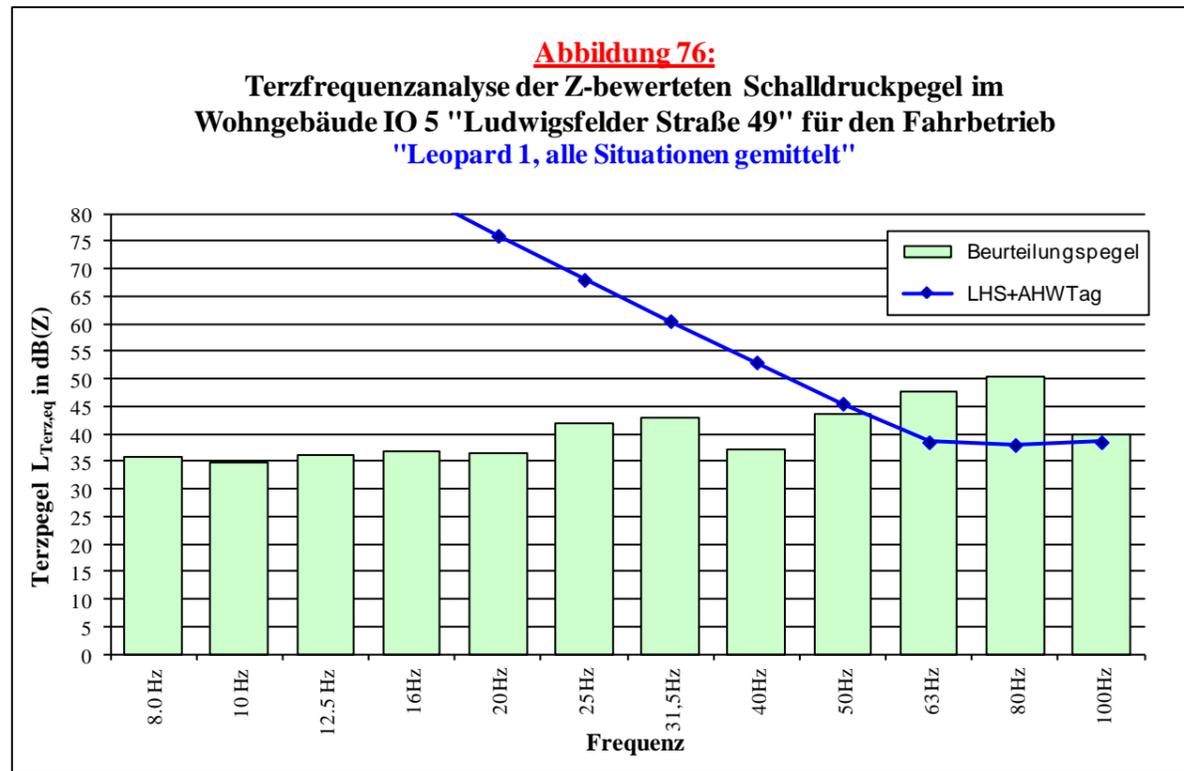
Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

Wohngebäude IO 4a: „Storchenweg 46“



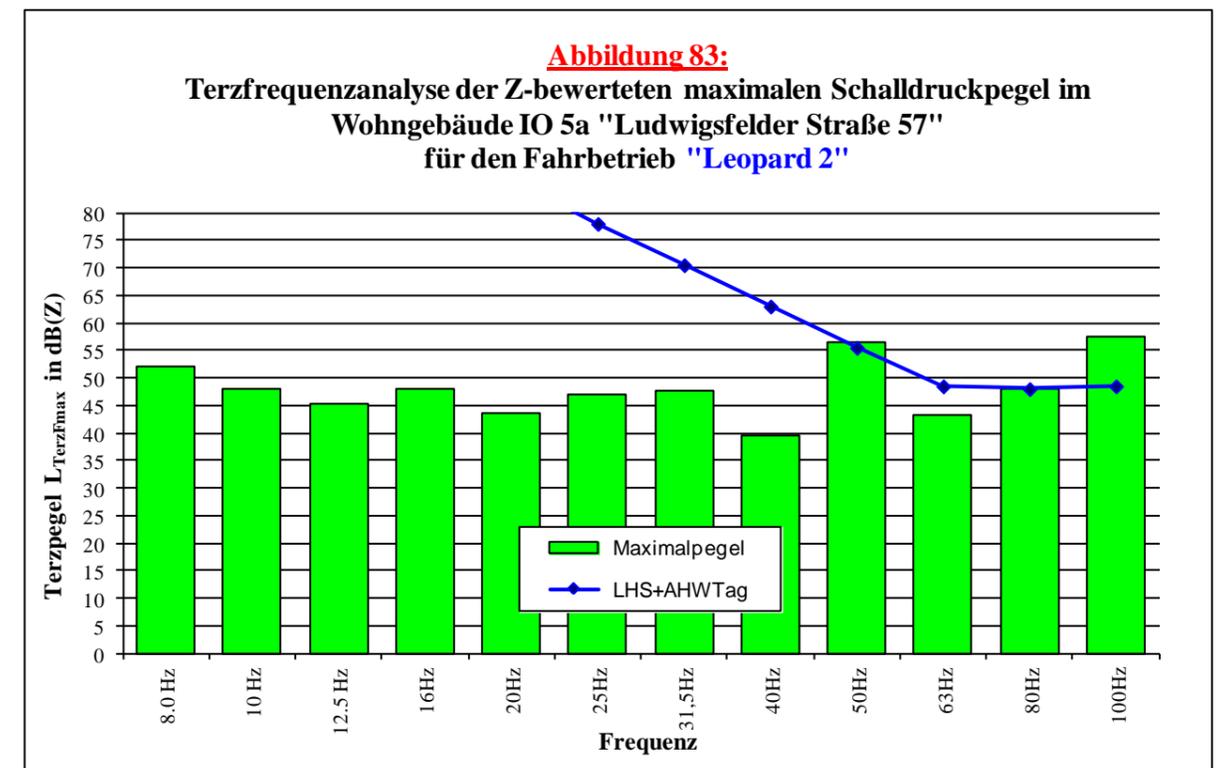
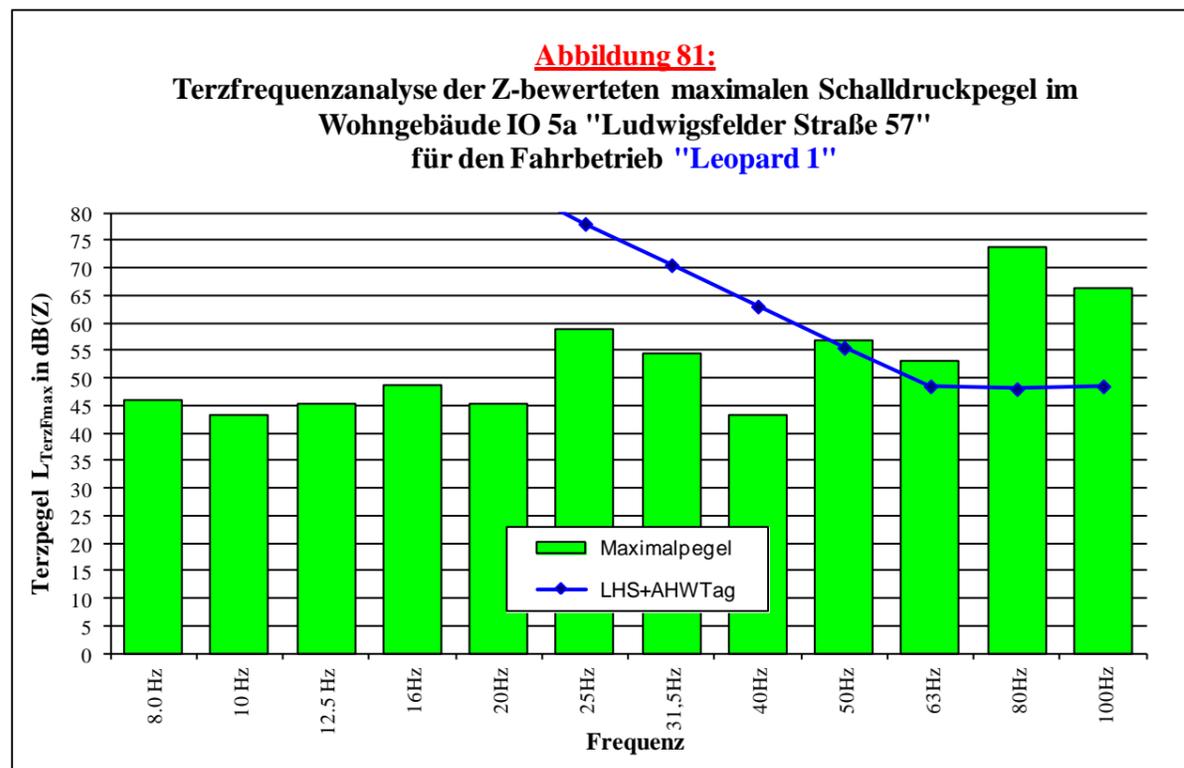
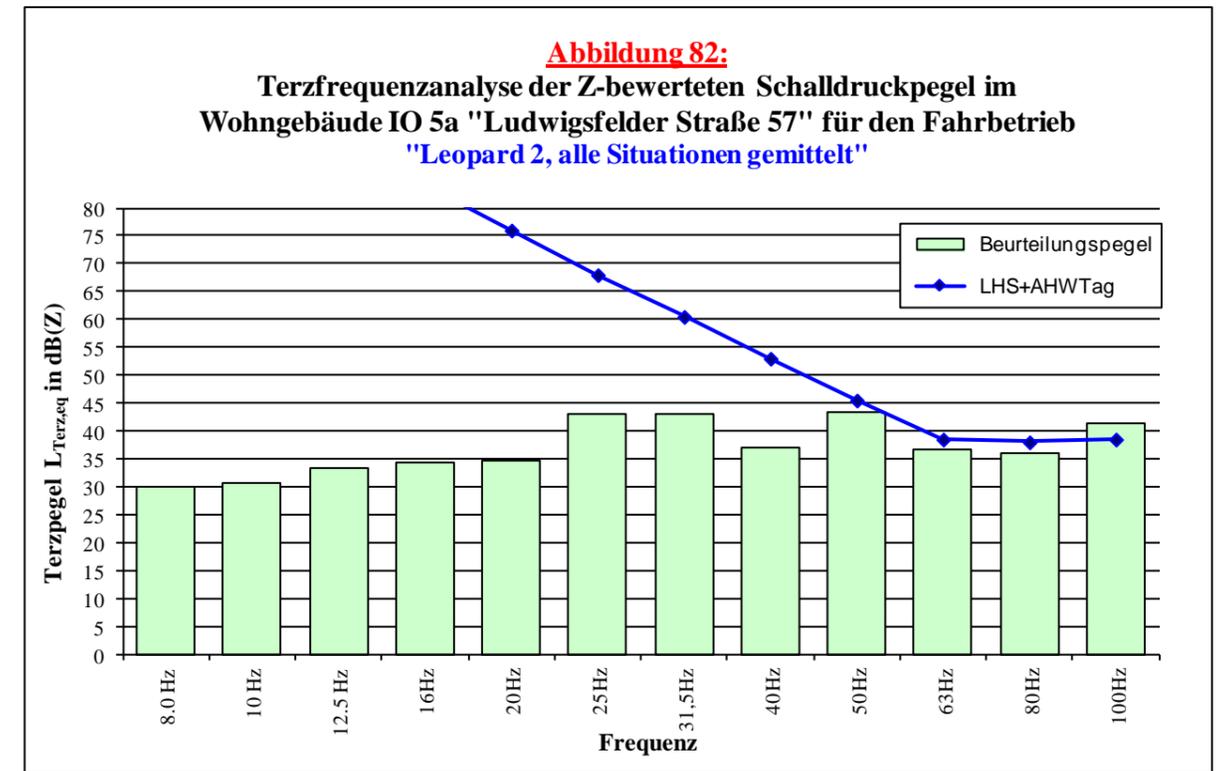
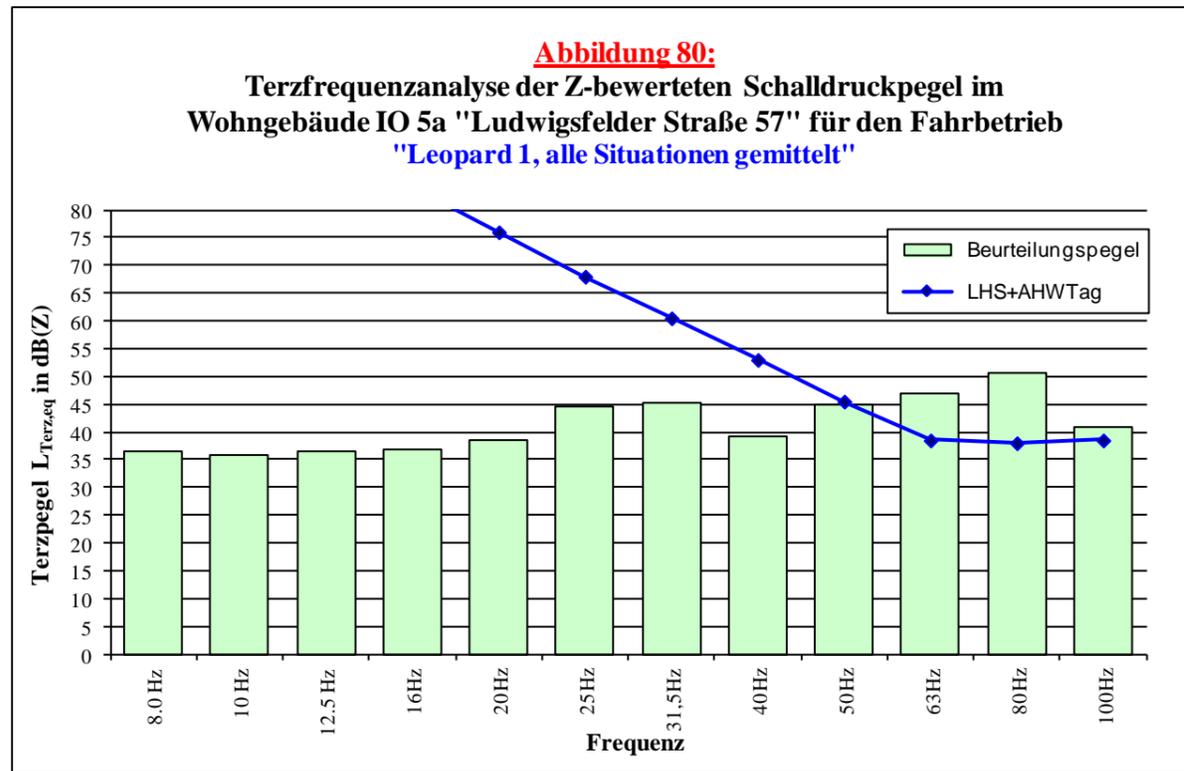
Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

Wohngebäude IO 5: „Ludwigsfelder Straße 49“



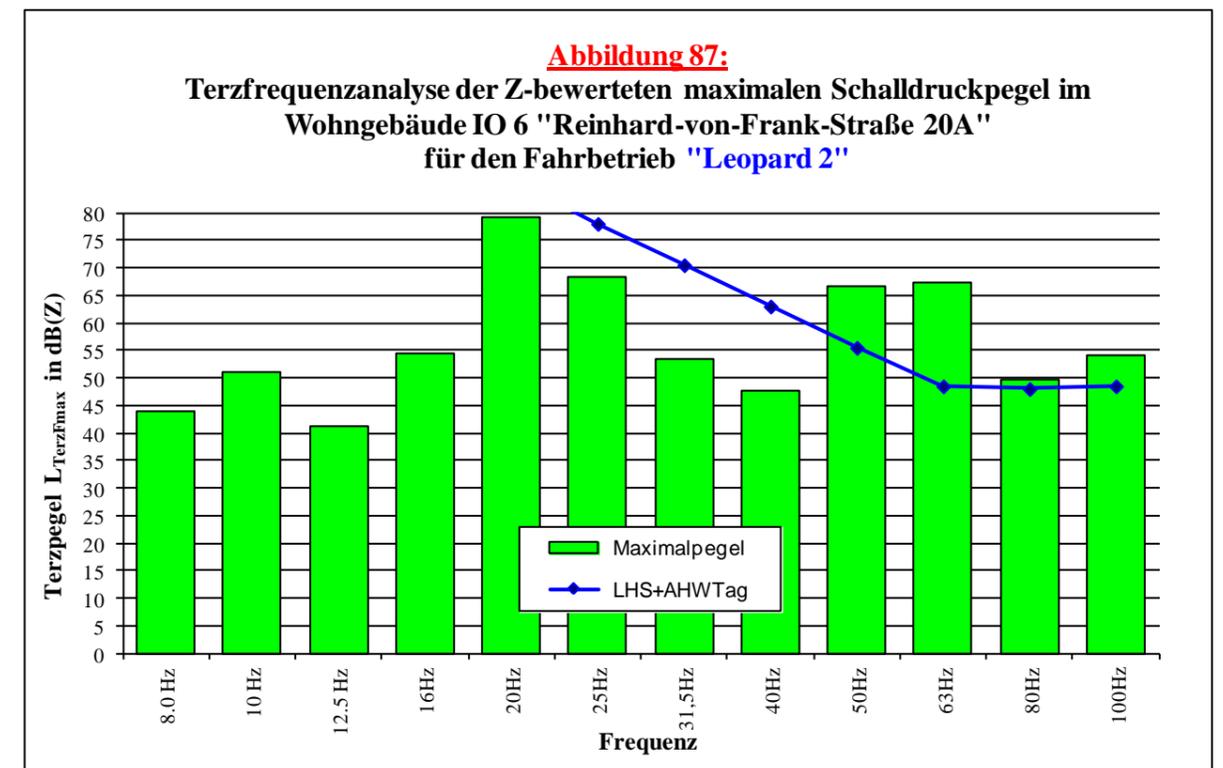
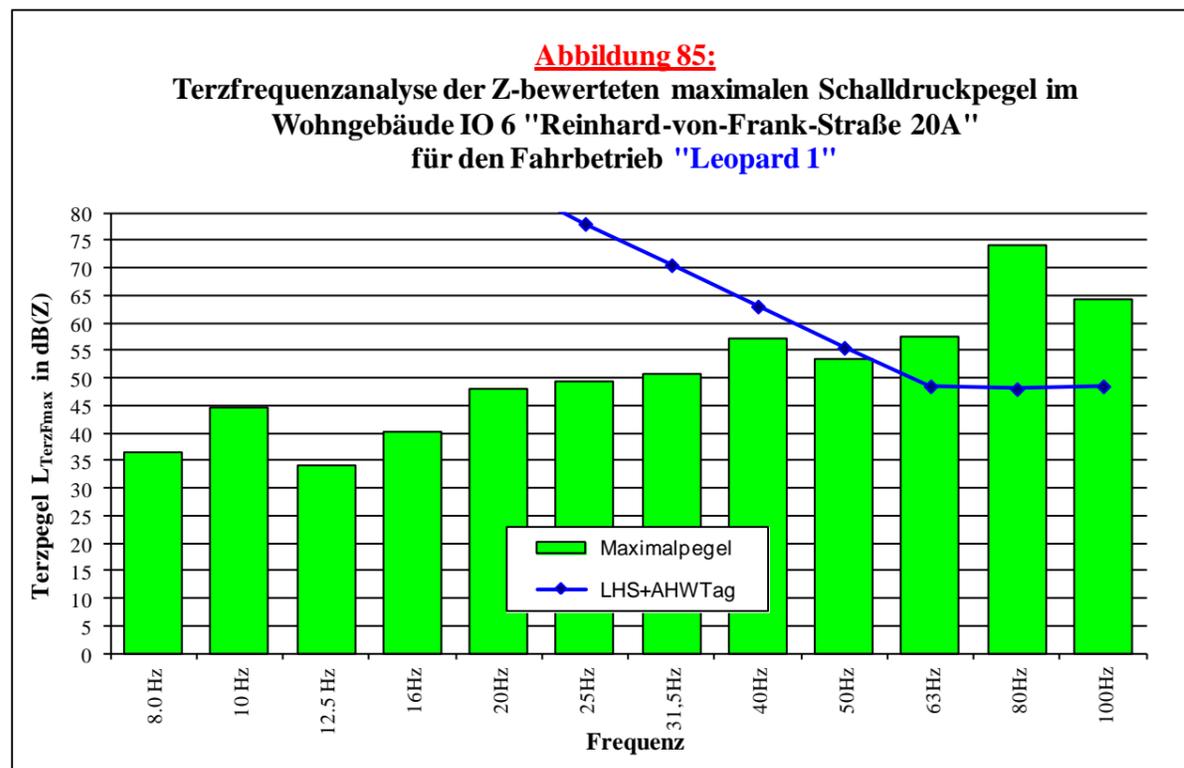
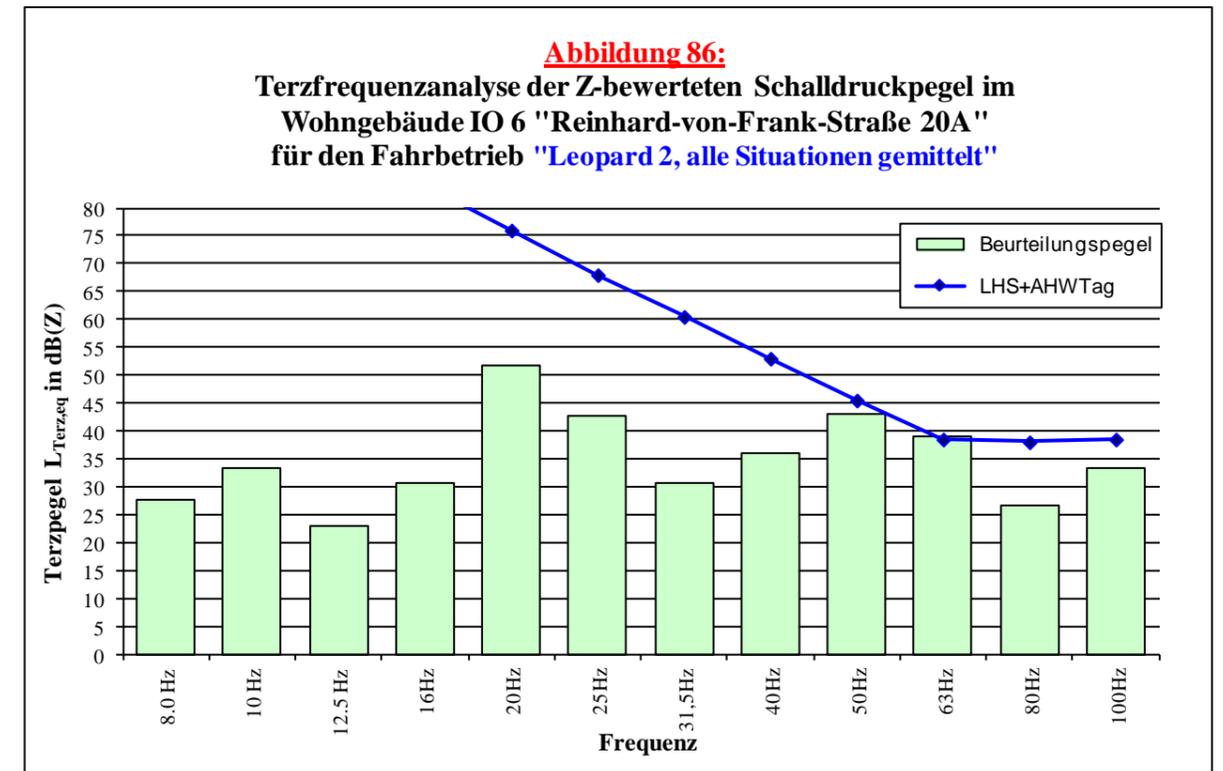
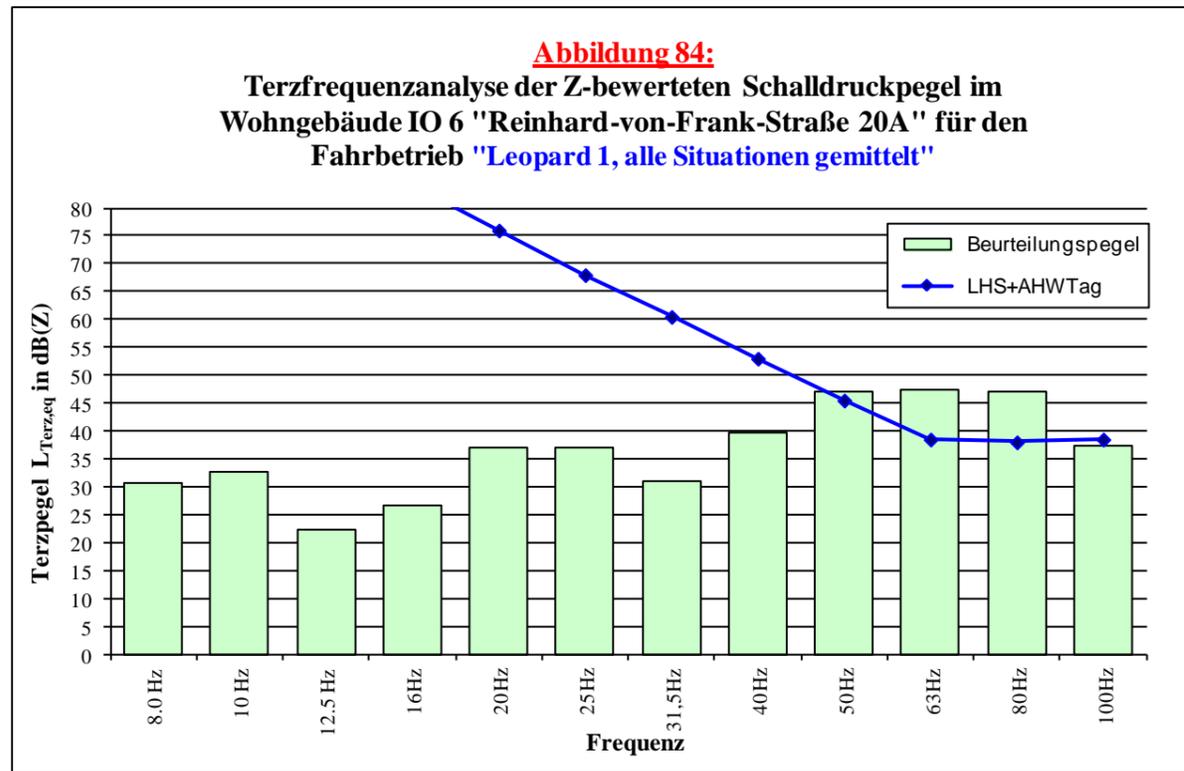
Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

Wohngebäude IO 5a: „Ludwigsfelder Straße 57“



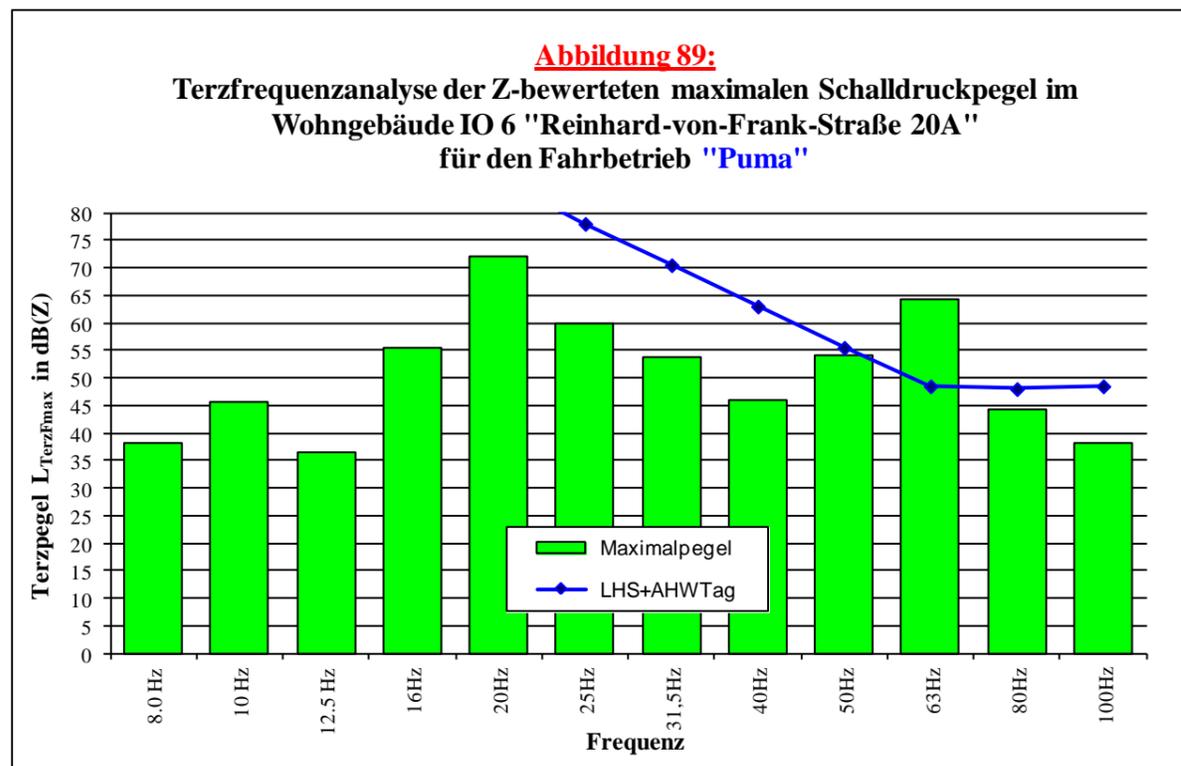
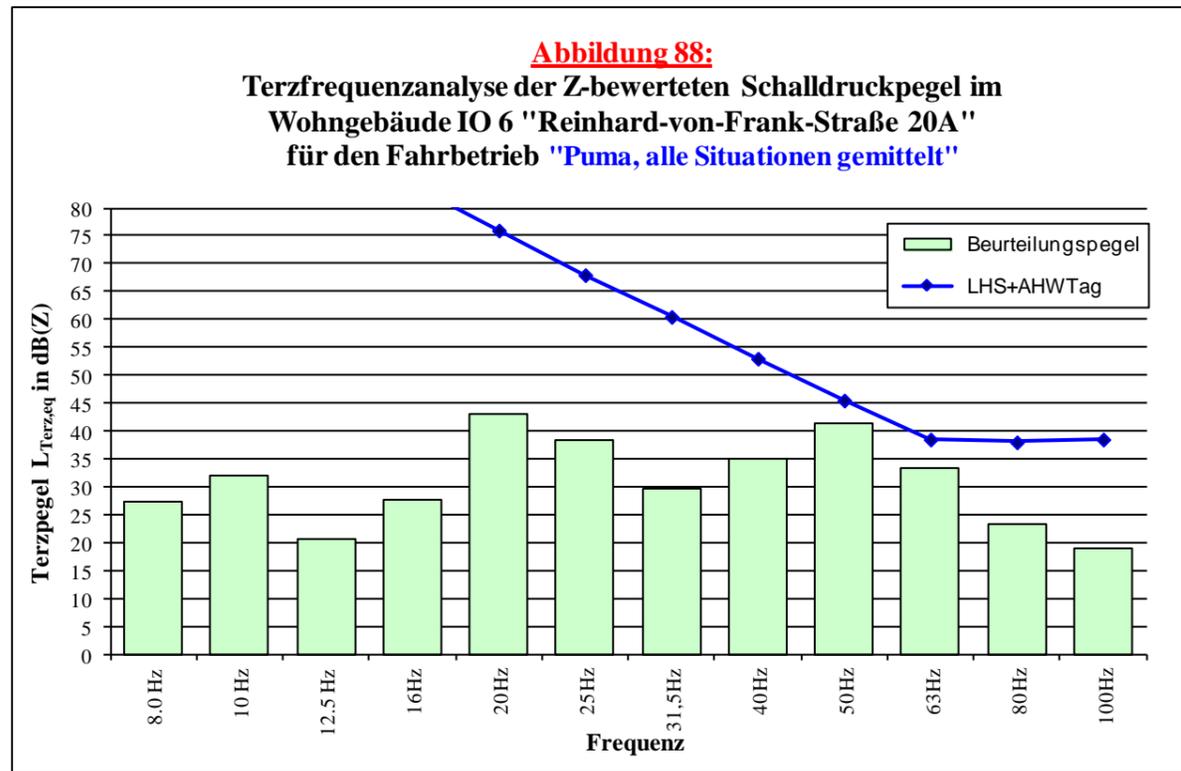
Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

IO 6/2: Wohngebäude „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“ (innen)



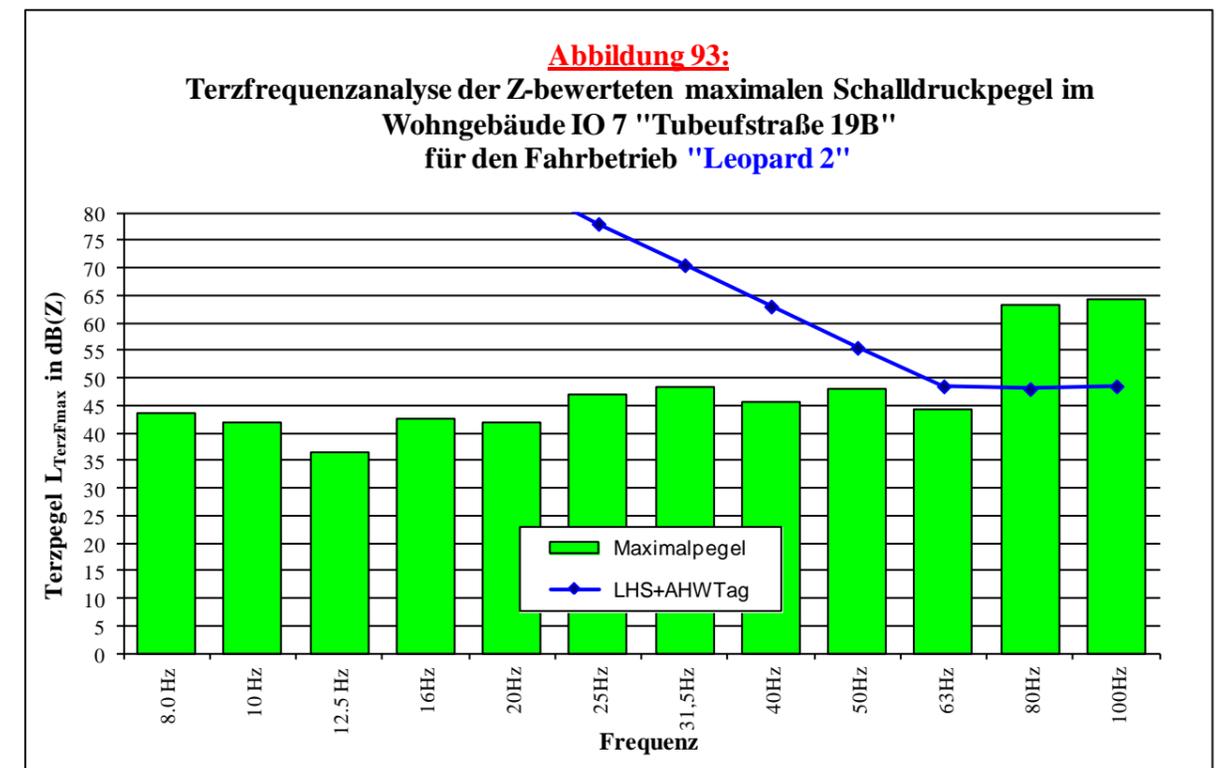
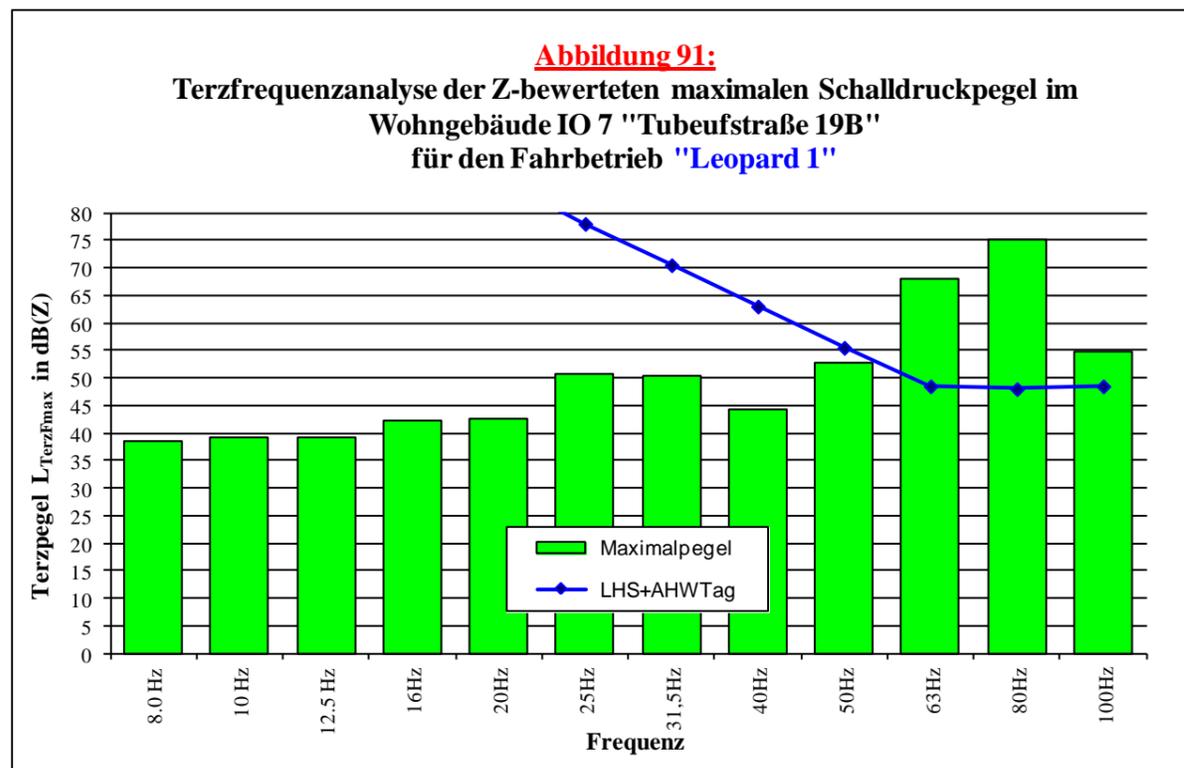
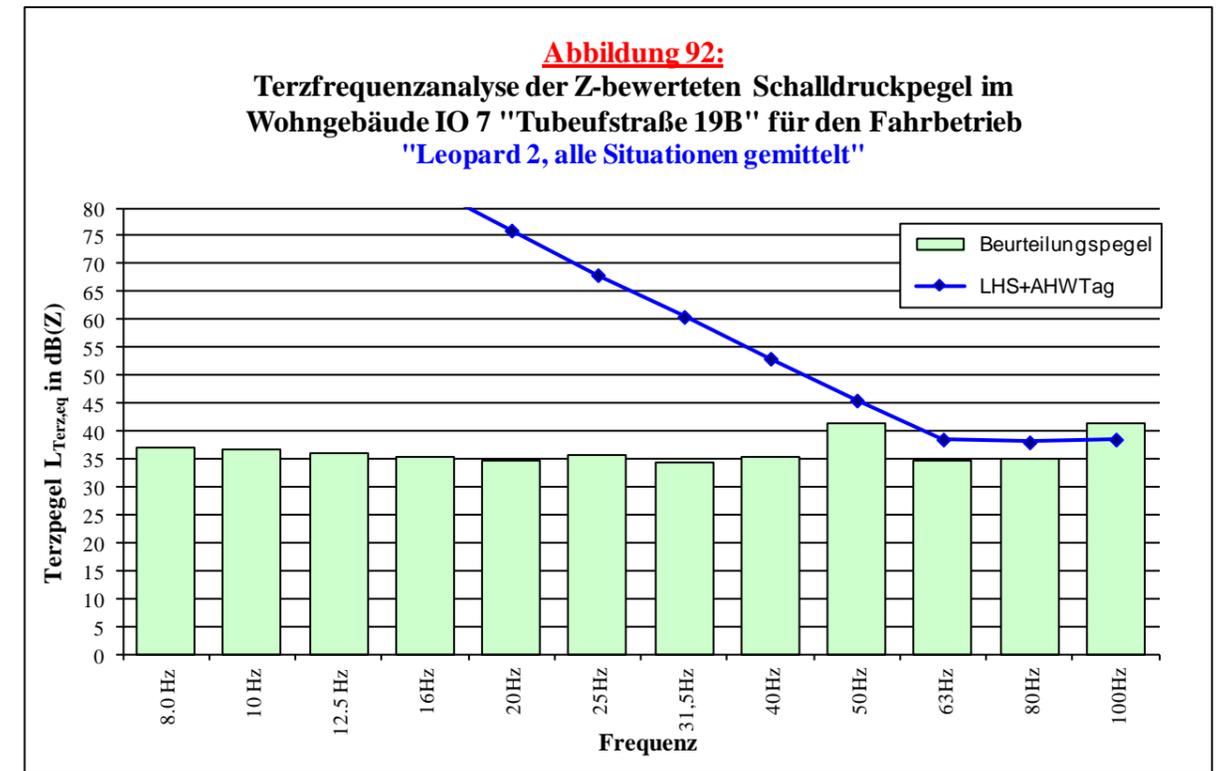
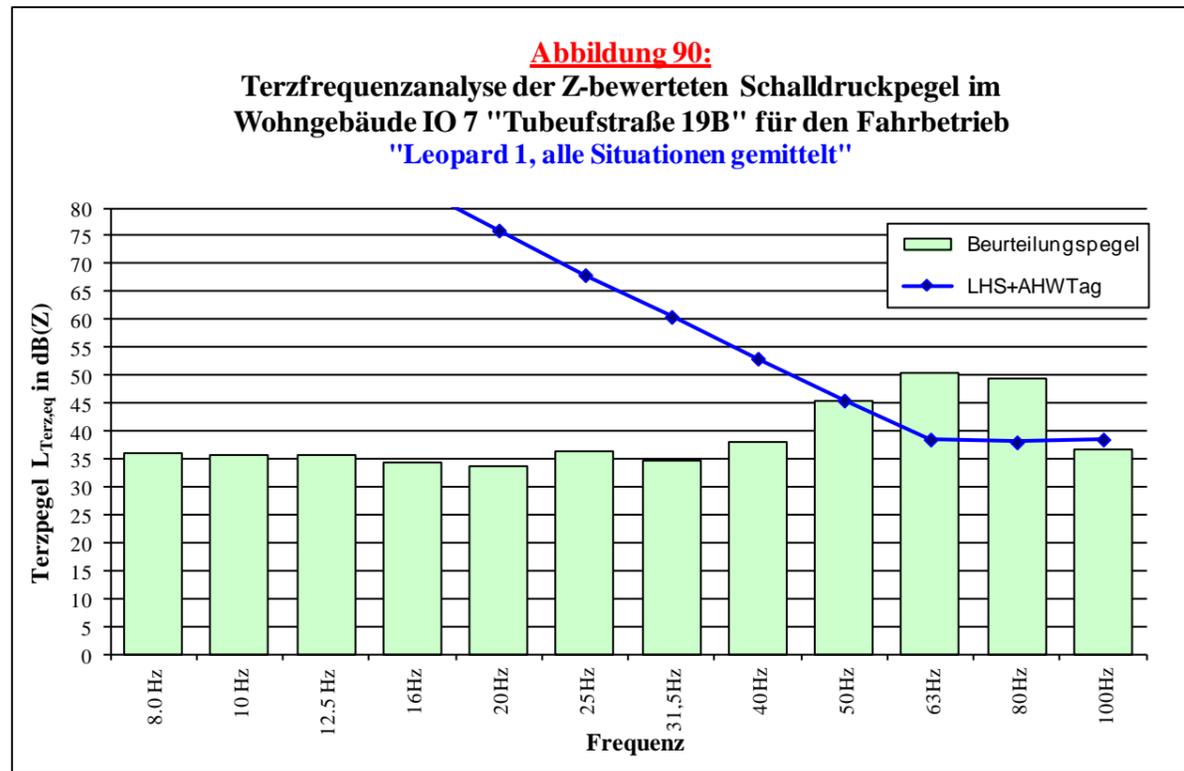
Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

IO 6/2: Wohngebäude „Reinhard-von-Frank-Straße 20A“ (innen) - Fortsetzung



Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

Gebäude IO 7: „Tubefstraße 19B“ (innen)



Anlage 6 - Terzfrequenzspektren

Gebäude IO 7: „Tubefstraße 19B“ (innen) - Fortsetzung

