

Fragenkatalog zur Vorlesung Technische Akustik und Lärmbekämpfung

(Diese Fragen repräsentieren den Ausgangspunkt für Diskussionen während der mündlichen Prüfung)

- 1.1. Erläutern Sie den systemtheoretischen Ansatz der Lärmbekämpfung. Welchen Stellenwert nimmt der Lärm im Vergleich zu anderen Umweltbelastungen ein? Diskutieren Sie Statistiken über die Lärmbelastung und die Stellung einzelner Lärmquellen in diesen Statistiken.
- 1.2. Wie groß ist die Geräuscentwicklung eines Fahrzeugs der Golfklasse, wenn 50 km/h im 2. bzw. 3. bzw. 4. Gang gefahren werden? Welche Geräuschminderung erreicht man durch einen einlagigen bzw. doppelagigen offenporigen Asphalt? Vergleichen Sie die Wirkung lärmarmer Straßenbeläge mit der Wirkung von Lärmschutzwällen bzw. Lärmschutzwänden.
- 1.3. Erläutern Sie Aufbau und Funktion geräuscharmer Triebwerke für Flugzeuge. Wie wirken sich verschiedene Abflugverfahren schalltechnisch aus, und welche Kompromisse sind dabei einzugehen?
- 1.4. Erläutern Sie die Prinzipien der Lärmminderung anhand von Beispielen aus der Praxis. Ist ein Dreifachfenster schalltechnisch immer günstiger als ein Zweifachfenster?
- 1.5. Welcher Unterschied besteht zwischen Schallschnelle und Schallgeschwindigkeit? Wie verändert sich die Schallgeschwindigkeit in Luft mit der Temperatur? Wodurch unterscheiden sich Schallfeldimpedanz und mechanische Impedanz?
- 1.6. Welche Phasenbeziehung besteht zwischen dem Schalldruck p und der Schallschnelle v bei einer ebenen Welle bzw. bei einer stehenden Welle? Mit welchen Mikrofontypen können p und v gemessen werden? Erläutern Sie den Aufbau und die Funktion einer Schallintensitätsmess-Sonde.

- 2.1. Wie lauten die Formeln für den Schalldruck- und den Schallintensitätspegel und welche Bezugswerte gelten jeweils? Wie beeinflusst die Kohärenz zweier Schalle deren Summenpegel? Wie und unter welchen Voraussetzungen lässt sich die Schall-Leistung aus der Messung des Schalldrucks berechnen? Wie unterscheiden sich die reflektierten Wellen eines Materials mit 10% Reflexionsfaktor und eines anderen Materials mit 1% Reflexionsgrad im Pegelmaß?
- 2.2. Welche Wellenarten können sich in festen Körpern ausbilden? Wie sind Schalldruck und Schallschnelle in einem einseitig bzw. beidseitig offenen Rohr verteilt?
- 2.3. Wo sind bei einem Helmholtz-Resonator Masse und Steifigkeit des schwingfähigen Systems lokalisiert? Wie verändert sich die Resonanzfrequenz bei Vergrößerung des Durchmessers der Einlassöffnung?
- 2.4. Erläutern Sie Aufbau und Wirkungsweise eines aktiven Absorbers. Welche Vor- und Nachteile ergeben sich im Vergleich zu passiven Absorbern? Erläutern Sie den Begriff Hohlraumresonanz.
- 2.5. Wie hängt die Resonanzfrequenz eines Plattenresonators von der Masse der Platte bzw. von deren Wandabstand ab? Welche Frequenzabhängigkeit (qualitativ) zeigt die Schallabsorption eines Plattenresonators?
- 2.6. Auf welchen Prinzipien beruht die Wirkungsweise eines Kammerabsorbers bzw. eines Mikroperforationsabsorbers? Wie verändert der Lochdurchmesser die Absorption von Mikroperforationsabsorbern? Nennen Sie Beispiele für den Einsatz von LWRT (Light Weight Reinforced Thermoplast) Materialien.
- 3.1. Welche Gemeinsamkeiten und welche Unterschiede bestehen zwischen einer ebenen Welle und einer Kugelwelle? Unter welchen Voraussetzungen ist ein Schallsender als Punktquelle, als Linienquelle oder als Flächenquelle zu betrachten?
- 3.2. In welchem Frequenzbereich wirkt eine Lautsprecherbox mit zwei direkt übereinander angeordneten 25 cm Tieftönern und einer Höhe von 1 m als Kugelstrahler? Wie beeinflusst die Aufhängung von Vorhängen deren Absorption?
- 3.3. Erläutern Sie die beiden grundlegenden Gesetze der geometrischen Akustik. Unter welchen Bedingungen ist die geometrische Akustik anwendbar und wann nicht? Nennen Sie Anwendungen, in denen Verfahren der geometrischen Akustik verwendet werden. Erläutern Sie das Gesetz der ersten Wellenfront.

- 3.4. Wie verändert sich die Schalldämpfung in Luft mit der Luftfeuchtigkeit? Skizzieren Sie die Spektralverteilungen von Verkehrsgeräuschen, gemessen in 30 m bzw. 500 m Abstand von einer Autobahn.
- 3.5. Wie erfolgt die Schallausbreitung im Freien bei Normalwetterlage und Inversionswetterlage? Von welchen Variablen hängt die maximale horizontale Ausbreitung der Schallfront L ab? Wie ist die Bahn, auf der sich eine Schallfront ausbreitet, zu charakterisieren und warum? Welche Einflüsse wirken sich neben der oben genannten Variablen ebenfalls auf die Ausbreitung der Schallwellen aus?
- 3.6. Welche Frequenzabhängigkeiten zeigen die Absorptionsgrade von Verputz, Teppichen, Vorhängen, Fenstern? Wie beeinflusst die Art der Befestigung von Akustikplatten deren Absorption?
- 4.1. Wie ist die Nachhallzeit T_N definiert, und wie wird sie gemessen? In welcher Weise hängt T_N vom Volumen eines Raumes nach Sabine ab? Nennen Sie „optimale“ Nachhallzeiten. Erläutern Sie den Begriff „offene Fensterfläche“ anhand von Beispielen. Wie wird die Absorption der Raumbegrenzungsflächen durch Nachhallmessungen bestimmt?
- 4.2. Erklären Sie die Entstehung stehender Wellen in einem rechteckigen Raum. Wie verhalten sich Schallschnelle und Schalldruck an den Wänden? Welche Typen stehender Wellen können sich im Raum entwickeln? Warum ist ein Raum mit einem Seitenverhältnis von 3:5 akustisch günstiger als einer mit einem Seitenverhältnis von 1:2? Wie groß ist die Dichte der Raummoden an einer Frequenz f und welche Vorschriften ergeben sich daraus für raumakustische Messungen?
- 4.3. Inwiefern kennzeichnet der Grenzradius r_g die akustischen Verhältnisse in einem Raum? Wie lässt sich r_g aus Nachhallmessungen berechnen? Erläutern Sie die Berechnung der Akustik eines Raumes nach der Spiegelschallquellenmethode.
- 4.4. Erläutern Sie die Begriffe Absorptionsgrad, Dissipationsgrad, Transmissionsgrad und Reflexionsgrad. Warum sind an Reflektoren in Luft bzw. Wasser gegenläufige Anforderungen zu stellen?
- 4.5. Wie ist das Luftschalldämm-Maß R definiert, und auf welche Weise wird es experimentell ermittelt? Welche Frequenzabhängigkeit zeigt die Sollkurve für R und welche Bereiche sind schalltechnisch günstig?
- 4.6. Welcher quantitative Zusammenhang besteht zwischen der Masse und dem mittleren Luftschalldämm-Maß einer einschaligen Wand? Welche Möglichkeiten bestehen, um den Schallpegel in einem Raum, der an einen lärmgefüllten Raum angrenzt, zu vermindern?

- 5.1. Wie groß ist die mittlere Luftschalldämmung üblicher einschaliger Wände? Warum erreicht man mit einer mehrschaligen Wand eine erheblich größere Luftschalldämmung als mit einer einschaligen Wand gleicher Masse? Welcher Unterschied besteht zwischen der Bezeichnung der Luftschalldämm-Maße R und R'_w ?
- 5.2. Wie wird der Trittschallpegel gemessen? Skizzieren Sie die Frequenzabhängigkeit der Sollkurve für Norm-Trittschallpegel, und geben Sie schalltechnisch günstige Bereiche an.
- 5.3. Welche Höreigenschaft bildet die A-Bewertungskurve bzw. die C-Bewertungskurve nach? Welche Vor- und Nachteile haben diese Bewertungskurven? Vergleichen Sie die Zeitkonstanten „impulse“, „fast“ und „slow“ mit Eigenschaften des Gehörs. Erläutern Sie Vor- und Nachteile des L_{eq} und TNI.
- 5.4. Welche Rolle spielt die Unschärferelation bei der Messung des „Drehklangs“ von Geräuschen? Schätzen Sie die Reduktion des Schallpegels von Lüftergeräuschen bei Reduktion der Drehzahl um 30% ab. Erläutern Sie den Begriff „Ordnungsanalyse“.
- 5.5. Wie unterscheiden sich die Terzpegel und der lineare bzw. A-bewertete Gesamtpegel bei Rosa Rauschen? Wie lässt sich anhand einer Terzpegelanalyse das Einfügungsdämm-Maß berechnen?
- 5.6. Erläutern Sie in groben Zügen die in DIN 45631 beschriebene Berechnung der Lautheit eines Geräusches nach dem Verfahren von Zwicker. Welche Höreigenschaften werden bei diesem Verfahren berücksichtigt?
- 6.1. Welche Beziehungen bestehen zwischen dem Lautstärkepegel L_N und der Lautheit N von Geräuschen? Welche Unterschiede der A-bewerteten Schallpegel von Geräuschen können trotz gleicher Lautheit auftreten? Vergleichen Sie ein Pegelthermometer mit einem Lautheitsthermometer.
- 6.2. Welche Unterschiede und welche Gemeinsamkeiten bestehen zwischen Lautheit und Lästigkeit? Welche Faktoren tragen zur Lästigkeit von Geräuschen bei, und wie werden sie bei der Berechnung der Psychoakustischen Lästigkeit berücksichtigt?
- 6.3. Erläutern Sie den Begriff „speech interference level“ (SIL) und den Unterschied zur Sprachverständlichkeit. Wie wird ein Reimtest durchgeführt? Welche Zusammenhänge bestehen zwischen Wortverständlichkeit und Satzverständlichkeit? Wie werden diese in der Praxis des „sound engineering“ umgesetzt?
- 6.4. Welche Beziehungen bestehen zwischen der Größe der Hörschwellenverschiebung (TTS) und der Dauer der Lärmbelastung? Wovon hängt die Größe der asymptotischen

Schwellenverschiebung (ATS) ab? Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für Lärmgrenzwerte?

- 6.5. Erläutern Sie den Einfluss zusätzlicher Lärmbelastungen während der Freizeit auf die Schwellenverschiebung bei einem Lärmarbeiter. Für welche Schalle wird das Risiko eines Hörschadens bei Messungen mit einem Schallpegelmesser oft erheblich unterschätzt? Welche Grenzwerte gelten für den Arbeitslärm?
- 6.6. Doppelpasch: Beantworten Sie eine Frage Ihrer Wahl.
- 7.1. Erläutern Sie die wesentlichen Gesichtspunkte bei der Geräuschmessung an Maschinen nach dem Hüllflächenverfahren (DIN 45635-1). Schätzen Sie die Lautheit eines Maschinengeräusches mit $L_{PA} = 75 \text{ dB(A)}$ ab.
- 7.2. Wie unterscheiden sich gemäß TA Lärm A-bewerteter Schallpegel, Mittelungspegel und Beurteilungspegel? Erläutern Sie die Ermittlung des L_{AFTeq} nach dem Takt-Maximal-Verfahren. Geben Sie Beispiele für Immissions-Richtwerte nach TA Lärm an.
- 7.3. Wie misst man normgerecht Außengeräusche an Kraftfahrzeugen? Geben Sie Lärmgrenzwerte für verschiedene Kfz-Typen an. Welche Probleme treten bei Elektrofahrzeugen oder PKW mit Hybridantrieb auf?
- 7.4. Erläutern Sie die Begriffe „Schienenbonus“ bzw. „Fluglärmalus“, und diskutieren Sie mögliche Ursachen für diese Effekte. Warum ist ein TRANSRAPID bei 250 km/h erheblich leiser als ein ICE?
- 7.5. Durch welche Maßnahmen kann die Geräuschemission von Fluggeräten wesentlich reduziert werden? Wie wirkt sich die Ausmusterung alten Fluggeräts auf die Lärmimmission aus
- a) nach dem L_{eq} -Konzept
 - b) nach dem N -Konzept?
- 7.6. Wie wird die Immission von Straßenverkehrslärm bzw. Fluglärm derzeit normgerecht gemessen? Warum sind diese Messverfahren nicht gehörgerecht? Welche Alternativen bieten sich an?