



HSB

Hochschule Bremen
City University of Applied Sciences

Einführung in die Technische Akustik

Questionnaire

Prof. Dr.-Ing. Dieter Kraus



Kapitel 1: Grundbegriffe der Schwingungslehre

- 1) Geben Sie die Kennparameter harmonischer Schwingungen an.
- 2) Welche Phänomene treten bei der Überlagerung harmonischer Schwingungen a) gleicher und b) unterschiedlicher Frequenzen auf?
- 3) Mit welchen mathematischen Werkzeugen lassen sich periodische und aperiodische Schwingungsformen spektral analysieren?
- 4) Geben Sie für die unter 3) gesuchten Werkzeuge die mathematischen Grundbeziehungen an.
- 5) Wie ist die mechanische Impedanz definiert?
- 6) Geben Sie ein typisches mechanisches Resonanzsystems an.
- 7) Skizzieren Sie die Ortskurve der mechanischen Impedanz und den Frequenzgang der Schnelleamplitude des unter 6) angegebenen Resonanzsystems.
- 8) Wie kann die von einem Schwingungssystem aufgenommene Wirkleistung bei a) beliebiger, b) periodischer und c) harmonischer Kraftanregung bestimmt werden?

Kapitel 2: Schallfeldgrößen und Wellengleichung für fluide Medien

- 1) Geben Sie die, das Schallwellenfeld charakterisierenden Schallfeldgrößen an.
- 2) Durch welche thermodynamische Zustandsänderung sind Druck und Dichte verknüpft?
- 3) Warum kann die unter 2) genannte Zustandsänderung in guter Näherung verwendet werden?
- 4) Auf welche physikalischen Grundgleichungen baut die Herleitung der Wellengleichung auf?
- 5) Welche Annahmen sind zu treffen damit die Herleitung der Wellengleichung in eine lineare Wellengleichung mündet?
- 6) Beschreiben Sie qualitativ die Temperaturabhängigkeit der Schallgeschwindigkeit in Luft.

Kapitel 3: Ebene Schallwellen in fluiden Medien

- 1) Welche partielle Differentialgleichung kann mithilfe des d'Alembertschen Ansatzes gelöst werden?
- 2) Welcher Wellentyp wird durch den d'Alembertschen Ansatz beschrieben?
- 3) Mithilfe welcher Gleichung kann der Wellenwiderstand, d.h. die akustische Impedanz des Ausbreitungsmediums, ermittelt werden?
- 4) Welchen Einfluss hat die Ausbreitungsrichtung auf die Festlegung des Wellenwiderstands?
- 5) Geben Sie die mathematischen Beziehungen einer sich in positiver und negativer x -Richtung ausbreitenden harmonischen ebenen Welle an.
- 6) Welche physikalischen Parameter spielen bei der Berechnung der Schallgeschwindigkeit in Gasen und Flüssigkeiten eine Rolle?
- 7) Wie ist die Schallintensität im Allgemeinen und speziell für harmonische Wellen definiert?
- 8) Welche drei Schallpegelgrößen wurden in der Vorlesung definiert?
- 9) Was ist bei der Umrechnung von Schalldruckpegeln in Schallintensitätspegeln zu beachten, wenn die Schallwellen sich nicht in Luft ausbreiten?
- 10) Worin unterscheiden sich die Pegelberechnungen eines durch Überlagerung kohärenter bzw. inkohärenter Schallwellen entstandenen Schallfeldes?
- 11) Welche Proportionalitätsannahmen liegen der Modellierung der Ausbreitungsdämpfung zugrunde?
- 12) Wie wird die Ausbreitungsdämpfung in der Wellenfunktion ebener Wellen berücksichtigt?

Kapitel 4: Kugelwellen

- 1) Skizzieren Sie ausgehend von der Wellengleichung den Weg zur Herleitung der Wellenfunktion für Kugelwellen.
- 2) Geben Sie die mathematischen Beziehungen für eine sich auf den Koordinatenursprung zu und vom ihm wegbewegenden harmonischen Kugelwelle an.
- 3) Wie verhält sich die Schallschnelle von Kugelwellen als Funktion des Abstands r im Nah- bzw. Fernfeld?
- 4) Geben Sie die Definition der Strahlungsimpedanz an.
- 5) Wie hängt die Strahlungsleistung eines Kugelstrahlers bei frequenzkonstanter Strahlerschnelle von der Frequenz ab? Deuten Sie diese Abhängigkeit.
- 6) Erläutern Sie das Phänomen des Doppler-Effekts anhand der sich ergebenden Wellenfelder.
- 7) Wieso muss beim Doppler-Effekt bei Schallwellen zwischen sich bewegender Quelle und sich bewegendem Empfänger unterschieden werden?
- 8) Wie entsteht der Machsche Kegel?

Kapitel 5: Synthese von Schallquellen

- 1) Beschreiben Sie die Vorgehensweise zur Berechnung eines durch eine ausgedehnte Schallquelle bzw. durch eine Anzahl von Punktschallquellen erzeugten Schalldruckfeldes.
- 2) Zeigen Sie die sich durch die Fernfeldannahme ergebenden Vereinfachungen bei der Berechnung des Schalldruckfeldes auf.
- 3) Was wird durch die Richtfunktion einer Schallquellenanordnung beschrieben?
- 4) Welche charakteristische Form besitzt die Richtfunktion eines Dipolstrahlers?
- 5) Skizzieren Sie qualitativ die Richtfunktion einer Strahlerzeile und erläutern Sie anhand dieser Skizze die Begriffe Halbwertsbreite und Nebenzipfelunterdrückung.
- 6) Welche Symmetrieeigenschaften können zur Herleitung der Richtfunktion einer kreisförmigen Kolbenmembran ausgenutzt werden?
- 7) Skizzieren Sie qualitativ den Schalldruckverlauf entlang der Senkrecht auf dem Mittelpunkt stehenden Strahlermittelachse.
- 8) Erläutern Sie phänomenologisch das Zustandekommen des unter 7) skizzierten Schalldruckverlaufs und geben Sie qualitativ den Beginn des Fernfeldbereiches an.

Kapitel 6: Reflexion, Brechung und Beugung

- 1) Erläutern Sie das Huygensche Prinzip?
- 2) Motivieren Sie mithilfe des Huygenschen Prinzips das Reflexions- und Brechungsgesetz.
- 3) Erläutern und ggf. skizzieren Sie Beugungserscheinungen an großen und kleinen Spalten sowie an großen und kleinen Hindernissen.
- 4) Welche drei Wellen sind an Grenzflächen zu berücksichtigen und wie werden sie für den Fall harmonischer Wellen mathematisch beschrieben?
- 5) Der Herleitung des Reflexions- und Transmissionskoeffizienten liegen zwei Stetigkeitsbedingungen an Grenzflächen zugrunde. Welche sind das?
- 6) Geben Sie den Reflexions- und Transmissionskoeffizienten in Abhängigkeit a) von n, m und den Ein- und Ausfallswinkeln sowie b) der akustischen Impedanzen an.
- 7) Wann und ab welchem Einfallswinkel tritt Totalreflexion auf?
- 8) Für welche physikalische Größe ist der Übergang an Grenzflächen übertragungssymmetrisch?

Kapitel 7: Akustische Leitungen

- 1) Beschreiben Sie die Vorgehensweise zur Herleitung der Leitungsgleichungen?
- 2) Kann eine akustische Leitung als Impedanztransformator dienen? Wenn ja, geben Sie beispielhaft einen Spezialfall an.
- 3) Wie setzen sich akustische Leitungswellen an Querschnittssprüngen fort?
- 4) Skizzieren Sie für 3) sofern relevant den Weg zur Herleitung des Reflexions- und Transmissionskoeffizienten.
- 5) Wie kann man mithilfe von Querschnittssprüngen Impedanzen transformieren?
- 6) Welche zwei Fälle lassen sich bei doppelten Querschnittssprüngen unterscheiden?
- 7) Durch welche elektrischen Ersatzschaltbilder können die unter 6) angegebenen Fälle beschrieben werden?
- 8) Wie kann man durch Aneinanderreihung von Querschnittssprüngen einen Resonator bzw. ein akustisches Tiefpassfilter erzeugen?
- 9) Geben Sie zwei Spezialfälle von Leitungen mit stetigen Querschnittsänderungen an.
- 10) Welchen Einfluss hat die Anwesenheit/Abwesenheit eines Kegeltrichters auf die Gesamtleistung einer Quelle?
- 11) Besitzt ein Exponentialtrichter Filtereigenschaften und wenn ja, welche?
- 12) Motivieren Sie mithilfe des Moden- oder Schallstrahlansatzes welche höheren Wellentypen in einem durch zwei parallele schallharte Ebenen berandeten Wellenleiter ausbreitungsfähig sind.
- 13) Was versteht man unter Modendispersion?
- 14) Skizzieren Sie qualitative die Phasen- und Gruppengeschwindigkeit der gemäß 13) ausbreitungsfähigen höheren Wellentypen.

Kapitel 8: Geometrische Akustik

- 1) Welche Voraussetzungen muss ein Wellenleiter erfüllen, dass er als homogener Wellenleiter aufgefasst werden kann?
- 2) Wie kann man das von einer Punktquelle in einem homogenen Wellenleiter erzeugte Schallfeld an jedem Ort im Wellenleiter bestimmen?
- 3) Konstruieren Sie unter Anwendung der Spiegelquellenmethode die ersten 4 Schallstrahlen zwischen einer beliebig im Wellenleiter positionierten Quellen- / Empfängeranordnung.
- 4) Zeigen Sie für die unter 4) konstruierten Schallstrahlen auf, wie man die Länge und den Ein- / Ausfallswinkel eines jeden Strahls gewinnen kann.
- 5) Wie kann man den Schallstrahlverlauf in einem inhomogenen Wellenleiter durch Verwenden eines horizontalen Schichtenmodells approximativ konstruieren?
- 6) Skizzieren Sie die Vorgehensweise zur Herleitung eines bzgl. 5) allgemeingültigeren Verfahrens zur Berechnung von Schallstrahlverläufen in inhomogenen Wellenleitern?
- 7) Unter welchen Voraussetzungen hinsichtlich der Schallgeschwindigkeitsänderungen im Wellenleiter ist das unter 6) skizzierte Berechnungsverfahren geschlossen lösbar?