

Akustikpraktika in der Ausbildung von Umweltingenieurern / Umweltingenieurinnen

Detlef Schulz, Karin Künzel : Hochschule Mittweida (FH); FB MPI, Umwelttechnik / Umweltingenieur; Technikuml. 17, 09648 Mittweida

1. Ausbildung an der Hochschule Mittweida, Einbindung des Praktikums

An der Hochschule Mittweida existiert seit 1992 im Rahmen des Studienganges „Physikalische Technik“ die Studienrichtung „Umwelttechnik“ mit dem Schwerpunkt Akustik. Daraus entwickelte sich im Jahre 1995 der eigenständige Studiengang „Umwelttechnik“ mit drei Studienrichtungen, u.a. „Umweltingenieur“. Schwerpunkte der Ausbildung „Umweltingenieur“ sind Technische Akustik, Bauakustik und Maschinenakustik. Die Ausbildung in den Studienrichtungen beinhaltet weiterhin ein Komplexpraktikum von insgesamt 4 SWS, verteilt auf zwei Semester. Das Komplexpraktikum „Umweltingenieur“ umfasst derzeit 17 Versuche und 3 Vorlesungen / Spezialseminare von jeweils 1-2 Doppelstunden zu den Themenkomplexen Grundlagen der Schallmesstechnik, Schallimmission / Schallausbreitung, Akustische Materialeigenschaften, Bauakustik, Maschinenakustik.

Es wird hier ein Konzept für ein erweitertes, modular aufgebautes Praktikum vorgestellt, welches innerhalb der nächsten 2-4 Jahre realisiert werden soll. Dabei werden u.a. folgende Ziele verfolgt :

- Flexiblere Gestaltung des Praktikums durch einen größeren Fundus an Versuchen (z.B. Aufteilung in Grundlagenversuche und Wahlpflicht-Versuche);
- Erweiterung des Spektrums im Zuge der vorgesehenen Ausweitung der Akustik-Ausbildung um 4 SWS, z. B. bezüglich
 - physikalisch – technischer Prinzipien der Lärminderung,
 - Hörakustik / Psychoakustik;
- Voraussetzungen dafür schaffen, dass einzelne Module ggf. auch für die Ingenieurausbildung in anderen Studiengängen (Maschinenbau, Elektrotechnik) angeboten werden können (sofern die personelle Kapazität dieses gestattet).

Weitere Akustik - relevante Praktika sind in die Lehrveranstaltung „Messwertverarbeitung / Signalanalyse“ eingebunden, welche z.Zt. als Wahlpflichtfach im Studiengang „Umwelttechnik“ angeboten wird und zukünftig als Pflichtfach vorgesehen ist. In diesem Zusammenhang ist ein eigenständiges Praktikum (1 SWS) geplant.

2. Komplexpraktikum Umweltingenieur : Inhalt

Das konzipierte Komplexpraktikum Umweltingenieur beinhaltet 8 Module zu einzelnen Themenkomplexen, die i.d.R. aus jeweils 3 Versuchen, ggf. incl. Einführungsvorlesung / - Seminar bestehen. Der Inhalt der Praktika wird im Folgenden stichpunktartig dargestellt.

Themenkomplex 1 : Grundlagen der akust. Messtechnik

Eingesetzte Geräte:

Audiometrikabine mit Hochtonaudiometer Hortmann Audiometer CA 540/1, Tympanometer Tymp 87; Handschallpegelmessgerät Cirrus CR 247.

1.1 Audiometrie :

- Kennenlernen der Funktionsweise des Gehörs,
- Aufnahme eines Luftschall-Audiogramms,
- Tympanometrie.

1.2 Schallpegelmesstechnik I: Handschallpegelmessgerät

- Messung des Schalldruckpegels, Frequenzanalyse,
- Durchführung einer Störpegelkorrektur.

1.3 Schallpegelmesstechnik II : Schallabstrahlung einer Maschine

- Schallleistungsbestimmung mittels Schalldruckpegelmessung,
- Bestimmung der Richtcharakteristik.

Themenkomplex 2 : Psychoakustik / Hörakustik

(Es ist geplant, die Einführungsvorlesung sowie die Praktika in die zukünftige Lehrveranstaltung „Hörakustik / Psychoakustik“ zu integrieren.)

Eingesetzte Geräte:

Mess- und Analysesystem ARTEMIS; Audiometrikabine mit Hochtonaudiometer Hortmann Audiometer CA 540/1.

2.1 Vorlesung: Frequenzbewertung, Lautheit, Zeitbewertung

2.2 Schallpegelmesstechnik III: Untersuchung verschiedener synthetischer bzw. Umweltgeräusche unterschiedlicher zeitlicher und spektraler Struktur :

- Vergleich verschiedener Frequenz- und Zeitbewertungen,
- Bestimmung der Lautheit nach Zwicker.

2.3 Psychoakustische Kenngrößen und Sound Design: (in Vorbereitung)

- Analyse verschiedener Geräusche bzgl. psychoakustischer Kenngrößen wie z.B. Rauigkeit, Schärfe, ...
- Auffinden und Beseitigen von subjektiv lästigen / unangenehmen Spektralkomponenten;
- Analyse der Parameter des modifizierten Geräusches und Vergleich mit denen des ursprüngl. Geräusches.

2.4 Binaurale Messtechnik: geplant

2.5 Audiometrie II : - Luftleitung / Knochenleitung; - Weber- u. Rinne-Test;... (geplant).

Themenkomplex 3 : Schallimmission

Eingesetzte Geräte:

Prognosesoftware IMMI; Umweltmessfahrzeug mit Lärmmeßstation Cirrus CLR 243/2, Analysatoren B&K 2144 und CEL 593, Handschallpegelmessgerät Cirrus CR 247.



3.1 Schallimmissionsprognose: Immissionsrechnung mit IMMI

- Erstellung eines einfachen Übungsbeispiels;
- Rechenbeispiel für eine reale Situation (Kleinstadt) : Ist-Zustand, Änderung Fahrbahnbelag, Wirkung einer Verkehrsberuhigung.

3.2 Schallausbreitung im Freien:

- Untersuchung der Pegelabnahme mit zunehmender Entfernung von einer Autobahn bei Schallausbreitung
 - a) ohne Hindernisse bzw.
 - b) durch Wald,
 - c) ggf. über Lärmschutzwall.

3.3 Automatische Verkehrslärmüberwachung:

- Straßenverkehr (bergauf / bergab) :
 - Pegel-Zeit-Verlauf, Spektren;
 - Ereignisdefinition, Ereigniserkennung (z.B. LKW, bergauf) : Lärmmeß-Station.



Themenkomplex 4 : Bauakustik

Eingesetzte Geräte:

Bauakustik-Messsystem (Analysator B&K 2144, Analysesoftware, Dodekaeder-Lautsprecher, Normhammerwerk, Mikrofon-Drehgalgen) bzw. einzelne Komponenten.

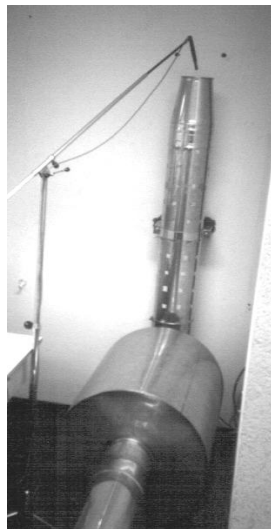
- 4.1 Nachhallzeit eines Raumes:
Stadtkirche Mittweida, Sporthalle der Hochschule, ...
- 4.2 Luftschalldämmung am Bau:
- Bauschalldämmmaß einer Wand,
- Güteprüfung einer eingebauten Tür.
- 4.3 Trittschallmessung:
Computergestützte bauakustische Messung
(incl. Nachhallzeit, Störpegelkorrektur).

Themenkomplex 5 : Lärminderung

Eingesetzte Geräte:

verschiedene Schalldämpfer bzw. ANC-Systeme; Analysatoren B&K 2144 und CEL 593, Mikrofonsonden.

- 5.1 Vorlesung : Berechnung von Schallschutzhauben
- 5.2 Schalldämpfer : in Vorber.
- verschiedene Arten und Bauformen von Schalldämpfern,
- Untersuchung der frequenzabhängigen Wirkung (Einfügungsdämpfung).
- 5.3 Kapselungen, ANC, ...



Themenkomplex 6 : Akustische Materialeigenschaften

Eingesetzte Geräte:

Kundt'sches Rohr (Eigenbau); Impedanzmessrohr B&K 4206 incl. Auswerte- und Steuerungssoftware, Analysator B&K 2144; Versuchsstand „Längenspezifischer Strömungswiderstand (Eigenbau).

- 6.1 Kundt'sches Rohr I:
Bestimmung von Reflexionsgrad und Absorptionsgrad mittels Ein-Mikrofon-Methode (schallharter Abschluss, offenes Rohr, Schaumstoff).
- 6.2 Kundt'sches Rohr II:
Bestimmung von Reflexionsfaktor, Absorptionsgrad und Wandimpedanz mittels Zwei-Mikrofon-Methode :
- verschiedene Materialien aus Bau- u. Maschinenakustik;
- verschiedene Abstände der Proben vor schallharter Wand.
- 6.3 Längenspezifischer Strömungswiderstand : geplant

Themenkomplex 7 : Maschinenakustik I

Eingesetzte Geräte:

Analysatoren B&K 2144 und RION VA-10; Intensitätssonde; Beschleunigungsaufnehmer, Tastspitze; Rauschgenerator, Shaker.

- 7.1 Schalleistungsbestimmung: Intensitätsmesstechnik
- Bestimmung der Schalleistung einer Maschine;
- Messung mit und ohne Störschall.
- 7.2 Schwingungsanalyse I: Schwingung einer Platte
- Verschiedene Beschleunigungsaufnehmer unterschiedlicher Masse,
- Vergleich von Körperschall und abgestrahltem Luftschall,
(ggf. verschiedene Messorte;
ggf. berührungslose Messung : Laservibrometer).
- 7.3 Schwingungsanalyse II:
Belasteter und unbelasteter einseitig eingespannter Stab bei verschiedenen Anregungsformen.

Themenkomplex 8 : Maschinenakustik II

Eingesetzte Geräte:

Modalanalyse-System B&K (Analysator B&K 3550 und Analyse-Software CADA-PC)

- 8.1 Vorlesung : Einführung in die Modalanalyse
- 8.2 Modalanalyse I:
- Kennenlernen der Grundlagen der Modalanalyse,
- Messbeispiel: Stab
- 8.3 Modalanalyse II: Fest eingespannte Platte.

3. Praktikum Messwertverarbeitung / Signalanalyse

Derzeit wird im Rahmen der Vorlesungen / Rechenübungen im Fach „Messwertverarbeitung / Signalanalyse“ (3 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung) ein Praktikumsversuch als Testat durchgeführt (Versuch 1, s.u.). Es ist geplant, diese Lehrveranstaltung durch ein reguläres Praktikum (1 SWS) zu ergänzen, welches 4 – 6 Versuche beinhaltet, wobei u.a. die unten angegebenen Versuche vorgesehen sind.

Eingesetzte Geräte:

Mess- und Analysesystem ARTEMIS; Mess- und Analysesystem „Symphonie“; Analysatoren B&K 2144 und RION VA-10; Oszilloskop; diverse Funktions- bzw. Rauschgeneratoren.

1. Grundlagen der Signalanalyse
- Mittelung stochastischer Signale;
- Zweckmäßige Wahl von FFT-Parametern;
- Frequenzauflösung bei versch. Fensterfunktionen.
2. Analyse nichtstationärer (transienter) Signale (in Vorber.)
Analyse von Sprachsignalen, Knall Funkenentladung bzw. anderer Umweltgeräusche :
- Zeit- u. Frequenzauflösung, Mittelung;
- Vergleich von FFT vers. t und Wavelet-Analyse.
3. Korrelationsfunktionen I (geplant)
- Untersuchung der Autokorrelationsfunktion verrauschter periodischer Signale;
- Bestimmung der Übertragungsfunktionen von Vierpolen bei Rauschen an Ein- oder Ausgang.
4. Korrelationsfunktionen II (geplant)
Anwendung der Kreuzkorrelationsfunktion :
Laufzeitdifferenz von Signalen
5. Stochastische Signale und stochastische Fehler (geplant)
- Verteilungsdichtefunktion, Verteilungsfunktion, Perzentile;
- Messunsicherheit, Standardabweichung, Vertrauensbereich, Fehlerfortpflanzung.