

## BK101 - Digitale Audiosignalverarbeitung

## BK101 - Digital Audio Signal Processing

---

<b>General information</b>	
<b>Module Code</b>	BK101
<b>Unique Identifier</b>	DigAudSV-01-BA-M
<b>Module Leader(s)</b>	Prof. Dr. Badri-Höher, Sabah (sabah.badri-hoeher@haw-kiel.de)
<b>Lecturer(s)</b>	Prof. Dr. Badri-Höher, Sabah (sabah.badri-hoeher@haw-kiel.de)
<b>Offered in Semester</b>	Wintersemester 2026/27
<b>Module duration</b>	1 Semester
<b>Occurrence frequency</b>	Regular
<b>Module occurrence</b>	In der Regel im Wintersemester
<b>Language</b>	Deutsch
<b>Recommended for international students</b>	No
<b>Can be attended with different study programme</b>	Yes

<b>Curricular relevance (according to examination regulations)</b>
Study Subject: B.Eng. - E - Elektrotechnik (PO 2023, V4) Study Specialization: Energietechnik Module type: Wahlmodul Semester: 5
Study Subject: B.Eng. - E - Elektrotechnik (PO 2023, V4) Module type: Wahlmodul Semester: 5
Study Subject: B.Eng. - Me (PO 2024) - Mechatronik (PO 2024, V5) Module type: Wahlmodul Semester: 5
Study Subject: B.Eng. - Wing - Wirtschaftsingenieurwesen - Elektrotechnik (PO 2025, V2) Module type: Wahlmodul Semester: 5
Study Subject: B.Eng. - Wing - Wirtschaftsingenieurwesen - Elektrotechnik (PO 2017, V1) Module type: Wahlmodul Semester: 5
Study Subject: B.Sc. - INF - Informatik (PO 2021, V1) Module type: Wahlmodul Semester: 5

<b>Qualification outcome</b>
<i>Areas of Competence: Knowledge and Understanding; Use, application and generation of knowledge; Communication and cooperation; Scientific self-understanding / professionalism.</i>

Die Studierenden erwerben die Befähigung

1. zur Schätzung und Bestimmung von Spektren im digitalen Bereich mit Verwendung der DFT/IDFT und deren Realisierung mit der FFT/IFFT.
2. zum Entwurf und zur Analyse von digitalen Filtern und deren Anwendung im Audio-Bereich.
3. zwischen klassischen Algorithmen und modernen, datengetriebenen KI-Ansätzen zu unterscheiden und sinnvoll zu nutzen.
4. Die moderne, KI-gestützte Audiosignalverarbeitung zu verstehen und zu verwenden.
5. Verfahren der klassischen und modernen digitalen Signalverarbeitung im Labor als Gruppe zu implementieren, zu testen und zu dokumentieren.

Die Studierenden

- können die erworbenen Kompetenzen an einem konkreten Projekt der digitalen Signalen anwenden
- können die erworbenen Kompetenzen an einem konkreten Projekt der digitalen Audio-Systemen mit modernen Methoden anwenden
- kennen Methoden zum Entwurf und zur Entwicklung von digitalen Filtern in Audiobereich
- kennen Methoden zum Test und zur Analyse von digitalen Systemen und Signalen
- lernen, wie sie traditionelle Signalverarbeitungskonzepte mit Machine- und Deep-Learning-Modellen kombinieren können, um komplexe Audio-Probleme wie Spracherkennung, Klassifikation und generative Klangsynthese zu lösen.
- Befähigung zur Teilnahme an weiterführenden Vorlesungen und zur selbstständigen Einarbeitung in Spezialgebiete der Audio-, Sprachverarbeitung

Die Studierenden

- können zielorientiert im Team arbeiten
- reflektieren und bewerten die Arbeit des Teams
- erarbeiten im Team Teilaufgaben im Labor. Sie erkennen dadurch ihre eigenen Stärken und Schwächen in der Teamarbeit.
- können konstruktives Feedback geben und konstruktive Kritik annehmen

Die Studierenden

- können neue Aufgaben der digitalen Signalverarbeitung in vielen anwendungen selbständig bearbeiten
- begründen das eigene berufliche Handeln mit theoretischen und methodischem Wissen

<b>Content information</b>	
<b>Content</b>	<p>Grundlagen der digitalen Audiosignalverarbeitung: Diskrete Fourier-Transformation DFT/IDFT: Definition, Eigenschaften, Realisierung mit der FFT, lineare Faltung mit der DFT, Spektralschätzung. Digitale Filter Entwurf und Anwendung von FIR- und IIR-Filtern (z.B. Tiefpass, Hochpass, Equalizer).</p> <p>Audio-Repräsentationen für KI-Modelle, (Wie bereitet man Audio für Neuronale Netze auf?): Roh-Audio vs. handcrafted Features: Vor- und Nachteile.</p> <p>Spektrogramme: Mel-Spektrogramme und die Mel-Frequenz-Cepstral-Coefficients (MFCCs) – das "Bild" des Sounds. Weitere relevante Merkmale: Chroma Features, Spectral Contrast, Tonhöhe.</p> <p>Grundlagen des Machine Learnings: Training, Validation, Test, Overfitting.</p> <p>Feedforward Neural Networks (FNN): Anwendung für einfache Audio-Klassifikation.</p> <p>Convolutional Neural Networks (CNNs): Warum CNNs ideal für Spektrogramme sind (räumliche Merkmalerkennung in "Audio-Bildern"). Anwendung für Musik-Genre-Klassifikation oder Sound Event Detection.</p> <p>Sequenzmodellierung mit Recurrent Neural Networks (RNNs)</p> <p>Für zeitlich dynamische Signale, die Herausforderung von Sequenzen: Kontext und zeitliche Abhängigkeiten. RNNs, LSTMs (Long Short-Term Memory) und GRUs: Architekturen zum Behalten von Kontext über Zeit.</p> <p>Transformer-Modelle Generative KI-Modelle für Audio.</p>

<b>Literature</b>	<p>U. Zölzer, Digitale Audiosignalverarbeitung, Springer Verlag.          U. Zölzer, DAFX: Digital Audio Effects, Wiley.          Götz: Einführung in die digitale Signalverarbeitung, Teubner Verlag          W. Werner: Digitale Signale mit Matlab, Teubner Verlag          C.N. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer Verlag.          I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, MIT Press.          A. Géron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras &amp; TensorFlow, O'Reilly.          I. Mcloughlin, Speech and Audio Processing: A MATLAB-based Approach, Cambridge University Press.</p>
-------------------	---

### Teaching formats of the courses

Teaching format	SWS
Labor	1
Seminar	2
Übung	1

### Workload

<b>Number of SWS</b>	4 SWS
<b>Credits</b>	5,00 Credits
<b>Contact hours</b>	48 Hours
<b>Self study</b>	102 Hours

### Module Examination

<b>Examination prerequisites according to exam regulations</b>	None
<b>BK101 - Laborprüfung</b>	Method of Examination: Laborprüfung Weighting: 0% wird angerechnet gem. § 11 Absatz 2 PVO: Yes Graded: No
<b>BK101 - Klausur</b>	Method of Examination: Klausur Duration: 90 Minutes Weighting: 100% wird angerechnet gem. § 11 Absatz 2 PVO: No Graded: Yes

### Miscellaneous

<b>Recommended Prerequisites</b>	IT2, Matlab Programmierung
----------------------------------	----------------------------