

---

**Modulbezeichnung:** **Digitale Signalverarbeitung (DSV)** **5 ECTS**  
 (Digital Signal Processing)

Modulverantwortliche/r: Walter Kellermann  
 Lehrende: Andreas Brendel, Walter Kellermann

---

|                             |                       |                       |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Startsemester: WS 2020/2021 | Dauer: 1 Semester     | Turnus: jährlich (WS) |
| Präsenzzeit: 60 Std.        | Eigenstudium: 90 Std. | Sprache: Englisch     |

---

**Lehrveranstaltungen:**

Digitale Signalverarbeitung (WS 2020/2021, Vorlesung, 3 SWS, Walter Kellermann)  
 Ergänzungen und Übungen zur Digitalen Signalverarbeitung (WS 2020/2021, Übung, 1 SWS, Andreas Brendel et al.)  
 Tutorium zur Digitalen Signalverarbeitung (WS 2020/2021, optional, Tutorium, 1 SWS, Andreas Brendel)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Vorlesung Signale und Systeme I & II

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Signale und Systeme II  
 Signale und Systeme I

---

**Inhalt:**

The course assumes familiarity with basic theory of discrete-time deterministic signals and linear systems and extends this by a discussion of the properties of idealized and causal, realizable systems (e.g., lowpass, Hilbert transformer) and corresponding representations in the time domain, frequency domain, and z-domain. Thereupon, design methods for recursive and nonrecursive digital filters are discussed. Recursive systems with prescribed frequency-domain properties are obtained by using design methods for Butterworth filters, Chebyshev filters, and elliptic filters borrowed from analog filter design. Impulse-invariant transform and the Prony-method are representatives of the considered designs with prescribed time-domain behaviour. For nonrecursive systems, we consider the Fourier approximation in its original and its modified form introducing a broad selection of windowing functions. Moreover, the equiripple approximation is introduced based on the Remez-exchange algorithm.

Another section is dedicated to the Discrete Fourier Transform (DFT) and the algorithms for its fast realizations ('Fast Fourier Transform'). As related transforms we introduce cosine and sine transforms. This is followed by a section on nonparametric spectrum estimation. Multirate systems and their efficient realization as polyphase structures form the basis for describing analysis/synthesis filter banks and discussing their applications.

The last section is dedicated to investigating effects of finite wordlength as they are unavoidable in any realization of digital signal processing systems.

A corresponding lab course on DSP will be offered in the winter term.

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- analysieren zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme durch Ermittlung der beschreibenden Funktionen und Parameter
- wenden grundlegende Verfahren zum Entwurf zeitdiskreter Systeme an und evaluieren deren Leistungsfähigkeit
- verstehen die Unterschiede verschiedener Methoden zur Spektralanalyse und können damit vorgegebene Signale analysieren
- verstehen die Beschreibungsmethoden von Multiraten-Systemen und wenden diese zur Beschreibung von Filterbänken an
- kennen elementare Methoden zur Analyse von Effekten endlicher Wortlängen und wenden diese auf zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme an

The students

- analyze discrete-time linear time-invariant systems by determining the describing function and parameters
- apply fundamental approaches for the design of discrete-time systems and evaluate their performance
- understand the differences between various methods for spectral analysis and apply them to the analysis of given signals
- understand methods to represent multirate systems and apply them for the representation of filter banks
- know basic methods for the analysis of finite word length effects and apply them to discrete-time linear time-invariant systems.

#### Literatur:

##### Empfohlene Literatur/ Recommended Reading:

1. J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007.
2. A.V. Oppenheim, R.V. Schaffer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.
3. K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] 123#67#H

(Po-Vers. 2008 | TechFak | Computational Engineering (Master of Science with Honours) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich Technisches Anwendungsfach | Digitale Signalverarbeitung)

##### [2] 123#67#H

(Po-Vers. 2013 | TechFak | Computational Engineering (Master of Science with Honours) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich Technisches Anwendungsfach | Information Technology - DSP | Digitale Signalverarbeitung)

##### [3] 123#67#H

(Po-Vers. 2013 | TechFak | Computational Engineering (Master of Science with Honours) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich Technisches Anwendungsfach | Information Technology - DT | Digitale Signalverarbeitung)

##### [4] Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)

(Po-Vers. 2011 | TechFak | Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science) | Studienrichtung Elektrotechnik und Informationstechnik | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Digitale Signalverarbeitung)

##### [5] Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)

(Po-Vers. 2020w | TechFak | Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Digitale Signalverarbeitung)

##### [6] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2010 | TechFak | Berufspädagogik Technik (Master of Education) | Studienrichtung Elektro- und Informationstechnik (Masterprüfungen) | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Digitale Signalverarbeitung)

##### [7] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2018w | TechFak | Berufspädagogik Technik (Master of Education) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Digitale Signalverarbeitung)

##### [8] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2020w | TechFak | Berufspädagogik Technik (Master of Education) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Digitale Signalverarbeitung)

##### [9] Communications and Multimedia Engineering (Master of Science): 1. Semester

(Po-Vers. 2011 | TechFak | Communications and Multimedia Engineering (Master of Science) | Gesamtkonto | Pflichtmodule | Digitale Signalverarbeitung)

##### [10] Computational Engineering (Master of Science)

(Po-Vers. 2016w | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich Technisches Anwendungsfach | Information Technology - DSP | Digitale Signalverarbeitung)

##### [11] Computational Engineering (Master of Science)

(Po-Vers. 2016w | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich Technisches Anwendungsfach | Information Technology - DT | Digitale Signalverarbeitung)

##### [12] Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)

(Po-Vers. 2007 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)

- | alte Prüfungsordnungen | Gesamtkonto | NF Information Technology | Digitale Signalverarbeitung)
- [13] **Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)  
| alte Prüfungsordnungen | Gesamtkonto | NF Information Technology | Digitale Signalverarbeitung)
- [14] **Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2010 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)  
| Gesamtkonto | Technisches Anwendungsfach (TAF) | NF Information Technology | Digitale Signalverarbeitung)
- [15] **Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2008 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science) |  
Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich Technisches Anwendungsfach | Digitale Signalverarbeitung)
- [16] **Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2013 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science) |  
Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich Technisches Anwendungsfach | Information Technology - DSP | Digitale Signal-  
verarbeitung)
- [17] **Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2013 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science) |  
Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich Technisches Anwendungsfach | Information Technology - DT | Digitale Signal-  
verarbeitung)
- [18] **Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science): 5-6. Semester**  
(Po-Vers. 2007 | TechFak | Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science) | Studien-  
richtungen (Wahlpflichtmodule) | Studienrichtung Informationstechnik | Kernmodule Informationstechnik | Digitale  
Signalverarbeitung)
- [19] **Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science): 5-6. Semester**  
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science) | Studi-  
enrichtungen | Studienrichtung Informationstechnik | Kernmodule (Pflichtmodule) Informationstechnik | Digitale  
Signalverarbeitung)
- [20] **Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2017w | TechFak | Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science) | Studien-  
richtung Informationstechnik | Kernmodule Informationstechnik | Digitale Signalverarbeitung)
- [21] **Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2019w | TechFak | Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science) | Gesamt-  
konto | Studienrichtung Informationstechnik | Kern- und Vertiefungsmodulen Informationstechnik | Kernmodule  
Informationstechnik | Digitale Signalverarbeitung)
- [22] **Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science): 1-4. Semester**  
(Po-Vers. 2010 | TechFak | Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science) | Studienrichtung  
Informationstechnik | Kernmodule Informationstechnik | Digitale Signalverarbeitung)
- [23] **Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2015s | TechFak | Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science) | Gesamtkonto  
| Studienrichtung Informationstechnik | Kernmodule Informationstechnik | Digitale Signalverarbeitung)
- [24] **Informatik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2010 | TechFak | Informatik (Master of Science) | Gesamtkonto | Nebenfach | Nebenfach Elektrotechnik,  
Elektronik und Informationstechnik | Informationstechnik | Digitale Signalverarbeitung)
- [25] **Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science): 5. Semester**  
(Po-Vers. 2007 | TechFak | Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science) | Bachelorprüfung -  
Pflichtmodule | Digitale Signalverarbeitung)
- [26] **Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science): 5. Semester**  
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto |  
Bachelorprüfung - Pflichtmodule | Digitale Signalverarbeitung)
- [27] **Mathematik (Bachelor of Science): 5. Semester**  
(Po-Vers. 2007 | NatFak | Mathematik (Bachelor of Science) | alte Prüfungsordnungen | Gesamtkonto | Nebenfach  
Informations- und Kommunikationstechnik | Digitale Signalverarbeitung)
- [28] **Mathematik (Bachelor of Science): 5. Semester**  
(Po-Vers. 2009 | NatFak | Mathematik (Bachelor of Science) | alte Prüfungsordnungen | Nebenfach Informations-  
und Kommunikationstechnik | Module im 2. und 3. Studienjahr | Digitale Signalverarbeitung)

- [29] **Mechatronik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2012 | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn bis 30.09.2020) | Gesamtkonto | M3 Technische Wahlmodule | Digitale Signalverarbeitung)
- [30] **Mechatronik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2020w | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2020) | Gesamtkonto | M3 Technische Wahlmodule | Digitale Signalverarbeitung)
- [31] **Medizintechnik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2013 | TechFak | Medizintechnik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Vertiefungsmodul ET/INF | Vertiefungsmodul aus der Studienrichtung Bildgebende Verfahren | Digitale Signalverarbeitung)
- [32] **Medizintechnik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2018w | TechFak | Medizintechnik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Pflicht- und Wahlpflichtmodule der Studienrichtung Medizinelektronik, medizinische Bild- und Datenverarbeitung (Modulgruppen B5 und B8) | B8 Wahlpflichtmodule der Studienrichtung Medizinelektronik, medizinische Bild- und Datenverarbeitung | Vertiefungsmodul ET/INF | Digitale Signalverarbeitung)
- [33] **Medizintechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2011 | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | alte Prüfungsordnungen | Modulgruppen M2 - M8 | Fachrichtung 'Medizinische Bild- und Datenverarbeitung' | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernfächer I | Digitale Signalverarbeitung)
- [34] **Medizintechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2011 | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | alte Prüfungsordnungen | Modulgruppen M2 - M8 | Fachrichtung 'Medizinelektronik' | M4 Kernfächer der Medizintechnik I | Digitale Signalverarbeitung)
- [35] **Medizintechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2013 | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) | Digitale Signalverarbeitung)
- [36] **Medizintechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2013 | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinelektronik | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) | Digitale Signalverarbeitung)
- [37] **Medizintechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2018w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) | Digitale Signalverarbeitung)
- [38] **Medizintechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2018w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinelektronik | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) | Digitale Signalverarbeitung)
- [39] **Medizintechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2019w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) | Digitale Signalverarbeitung)
- [40] **Medizintechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2019w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinelektronik | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) | Digitale Signalverarbeitung)
- [41] **Medizintechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2019w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Modulgruppen spezifisch nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M2 Engineering Core Modules (HMDA) | Digitale Signalverarbeitung)
- [42] **Technomathematik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2015w | NatFak | Technomathematik (Bachelor of Science) | Technisches Wahlfach | Technisches Wahlfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Digitale Signalverarbeitung)
- [43] **Technomathematik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2019w | NatFak | Technomathematik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Technisches Wahlfach | Technisches Wahlfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik | Digitale Signalverarbeitung)
- [44] **Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2007 | TechFak | Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science) | PO-Version 2007 | Gesamtkonto | 1.-2. Ingenieurwissenschaftliches Wahlpflichtmodul in der Studienrichtung Informations- und Kommunikationssysteme | Digitale Signalverarbeitung)

- [45] **Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science): 4-5. Semester**  
(Po-Vers. 2008 | TechFak | Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science) | Studienrichtung Informations- und Kommunikationssysteme | weiterer Bachelorprüfungen | Ingenieurwissenschaftlicher Bereich | Wahlbereich | Ingenieurwissenschaftliche Wahlpflichtmodule | Digitale Signalverarbeitung)
- [46] **Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science): 4-5. Semester**  
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science) | Studienrichtung Informations- und Kommunikationssysteme | weiterer Bachelorprüfungen | Ingenieurwissenschaftlicher Bereich | Wahlbereich | Ingenieurwissenschaftliche Wahlpflichtmodule | Digitale Signalverarbeitung)
- [47] **Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science): 5. Semester**  
(Po-Vers. 2018w | TechFak | Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science) | Studienrichtung Elektrotechnik (Studienbeginn ab 01.10.2018) | Gesamtkonto | Ingenieurwissenschaftlicher Wahlpflichtbereich | Schwerpunkt Informationstechnik | Vertiefungsspezifische Wahlpflichtmodule Informationstechnik | Digitale Signalverarbeitung)
- [48] **Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science): 1-2. Semester**  
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science) | Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen (bis 30.09.2018) | Gesamtkonto | Ingenieurwissenschaftliche Studienrichtungen | Studienrichtung Informations- und Kommunikationssysteme | Wahlpflicht- und Vertiefungsmodul Modulgruppe 2 | Wahlpflichtmodul Modulgruppe 2 | Digitale Signalverarbeitung)
- [49] **Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science): 1-2. Semester**  
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science) | Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen (bis 30.09.2018) | Gesamtkonto | Ingenieurwissenschaftliche Studienrichtungen | Studienrichtung Informations- und Kommunikationssysteme | 2.+3. Wahlpflichtmodul | Digitale Signalverarbeitung)
- 

#### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Digitale Signalverarbeitung (Prüfungsnummer: 35001)

(englische Bezeichnung: Digital Signal Processing)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Fernprüfungen werden in begründeten Ausnahmefällen angeboten.

Remote exams will be offered in exceptional cases.

Erstablingung: WS 2020/2021, 1. Wdh.: SS 2021

1. Prüfer: Walter Kellermann