

---

**Modulbezeichnung:** Messmethoden der Thermodynamik (MMTD) 5 ECTS  
 (Measurement Techniques in Thermodynamics)

Modulverantwortliche/r: Stefan Will  
 Lehrende: Stefan Will, Assistenten, Franz Huber

---

Startsemester: WS 2019/2020	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 45 Std.	Eigenstudium: 105 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Messmethoden der Thermodynamik (WS 2019/2020, Vorlesung, 2 SWS, Franz Huber et al.)  
 Übung zu Messmethoden der Thermodynamik (WS 2019/2020, Übung, 1 SWS, Franz Huber et al.)

---

**Inhalt:**

Temperaturmessung; Druckmessung; Laser (Argon-Ionen-, Nd:YAG-, Farbstoff- und Excimerlaser, Frequenzumwandlung); geometrische Optik, photoelektrischer Effekt, digitale Bildverarbeitung; Detektoren (Photomultiplier, Photodiode, CCD-System, Bildverstärker, EMCCD-Detektoren); dynamische Lichtstreuung an Fluiden; Emissions- und Absorptionsspektroskopie (Atom- / Molekülspektren); Laser-Mie-Technik (Spraydiagnostik); Laser-Rayleigh-Technik (Temperaturmessung); laserinduzierte Glüh-technik (Rußteilchen: Primärpartikelgröße, Volumenkonzentration); lineare Laser-Raman-Technik (Temperatur, Konzentration); laserinduzierte Fluoreszenz; nicht-lineare Streulichttechniken und nicht-lineare Absorptions und Emissionstechniken

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- Kennen die Funktionsweise konventioneller Temperaturmessverfahren (Thermoelement, Widerstandsthermometer)
- Kennen konventionelle Messverfahren zur Bestimmung von Druck, Dichte und Temperatur
- Kennen verschiedene Interaktionsmechanismen zwischen Licht und Materie
- Kennen die Molekülphysik zweiatomiger Moleküle
- Kennen die Grundlagen und Funktionsweise verschiedener optischer Elemente (Linsen, Spiegel, Prismen, Polarisatoren, Gitter)
- Kennen die Grundlagen und Funktionsweise verschiedener Detektortypen und optischer Baugruppen (Spektrometer, CCD-Kamera, ICCD-Kamera, EMCCD-Kamera, Pixeldesign...)
- Kennen die Funktionsweise verschiedener Lasertypen
- Können Absorptions-, Emissions-, und Streulichtverfahren als Analysewerkzeug problemspezifisch auswählen
- Kennen die Grundlagen und Funktionsweise von Absorptionsverfahren
- Kennen die Grundlagen und Funktionsweise von Emissionsverfahren
- Kennen die Grundlagen und Funktionsweise von elastischen Streulichtverfahren
- Kennen die Grundlagen und Funktionsweise von inelastischen Streulichtverfahren
- Kennen die Grundlagen und Funktionsweise von Messverfahren zur Bestimmung von Geschwindigkeiten einer Strömung (LDA, PIV, PDA)
- Kennen die Grundlagen und Funktionsweise von nicht-linearen Streulichtverfahren
- Können ein Ramanexperiment selbst bedienen und die erhaltenen Ergebnisse auswerten
- Können einen Festkörperlaser selbst justieren

**Literatur:**

- [http://www.chemgapedia.de/vsengine/tra/vsc/de/ch/3/anc/ir\\_raman\\_spektroskopie1.tra.html](http://www.chemgapedia.de/vsengine/tra/vsc/de/ch/3/anc/ir_raman_spektroskopie1.tra.html)
  - Molekülphysik und Quantenchemie von Haken und Wolf
- 

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

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

[1] **Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science)**

(Po-Vers. 2014s | TechFak | Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science) | Gesamtkonto | Vertiefung B | Vertiefungsmodulgruppe Technische Thermodynamik | Wahlpflichtmodule Technische Thermodynamik | Messmethoden der Thermodynamik)

- [2] **Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2014s | TechFak | Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science) | Gesamtkonto | Vertiefung B | Vertiefungsmodulgruppe Thermische Verfahrenstechnik | Wahlpflichtmodule Thermische Verfahrenstechnik | Messmethoden der Thermodynamik)
- [3] **Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2014s | TechFak | Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science) | Gesamtkonto | Vertiefung C | Vertiefungsmodulgruppe Technische Thermodynamik | Wahlpflichtmodule Technische Thermodynamik | Messmethoden der Thermodynamik)
- [4] **Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2014s | TechFak | Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science) | Gesamtkonto | Vertiefung C | Vertiefungsmodulgruppe Thermische Verfahrenstechnik | Wahlpflichtmodule Thermische Verfahrenstechnik | Messmethoden der Thermodynamik)
- [5] **Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2014s | TechFak | Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science) | Gesamtkonto | Vertiefung D | Vertiefungsmodulgruppe Technische Thermodynamik | Wahlpflichtmodule Technische Thermodynamik | Messmethoden der Thermodynamik)
- [6] **Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2014s | TechFak | Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science) | Gesamtkonto | Vertiefung D | Vertiefungsmodulgruppe Thermische Verfahrenstechnik | Wahlpflichtmodule Thermische Verfahrenstechnik | Messmethoden der Thermodynamik)
- [7] **Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2015w | TechFak | Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science) | Vertiefung B | Vertiefungsmodulgruppe Technische Thermodynamik | Wahlpflichtmodule Technische Thermodynamik | Messmethoden der Thermodynamik)
- [8] **Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2015w | TechFak | Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science) | Vertiefung B | Vertiefungsmodulgruppe Thermische Verfahrenstechnik | Wahlpflichtmodule Thermische Verfahrenstechnik | Messmethoden der Thermodynamik)
- [9] **Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2015w | TechFak | Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science) | Vertiefung C | Vertiefungsmodulgruppe Technische Thermodynamik | Wahlpflichtmodule Technische Thermodynamik | Messmethoden der Thermodynamik)
- [10] **Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2015w | TechFak | Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science) | Vertiefung C | Vertiefungsmodulgruppe Thermische Verfahrenstechnik | Wahlpflichtmodule Thermische Verfahrenstechnik | Messmethoden der Thermodynamik)
- [11] **Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2015w | TechFak | Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science) | Vertiefung D | Vertiefungsmodulgruppe Technische Thermodynamik | Wahlpflichtmodule Technische Thermodynamik | Messmethoden der Thermodynamik)
- [12] **Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2015w | TechFak | Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien (Master of Science) | Vertiefung D | Vertiefungsmodulgruppe Thermische Verfahrenstechnik | Wahlpflichtmodule Thermische Verfahrenstechnik | Messmethoden der Thermodynamik)
- [13] **Chemie- und Bioingenieurwesen (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2008 | TechFak | Chemie- und Bioingenieurwesen (Master of Science) | 1.-3. Wahlpflichtmodul (ohne Praktikum) | 1.-3. Wahlpflichtmodul | Messmethoden der Thermodynamik)
- [14] **Chemie- und Bioingenieurwesen (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2015w | TechFak | Chemie- und Bioingenieurwesen (Master of Science) | Gesamtkonto | 1.-2. Wahlpflichtmodul (ohne Praktikum) | Messmethoden der Thermodynamik)
- [15] **Energietechnik (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2011 | TechFak | Energietechnik (Master of Science) | Module M2 - M5 und M9 (Kern- und Vertiefungsmodule, gegliedert nach Studienrichtungen) | Studienrichtung: Verfahrenstechnik der Energiewandlung | Studienrichtungsspezifische Kern- und Vertiefungsmodule A+B | Modulgruppe Verbrennungen und thermische Strö-

mungsmaschinen (VTS) | Messmethoden der Thermodynamik)

[16] **Energietechnik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2015w | TechFak | Energietechnik (Master of Science) | Gesamtkonto | Energietechnisches Wahlmodul | Messmethoden der Thermodynamik)

[17] **Energietechnik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2015w | TechFak | Energietechnik (Master of Science) | Gesamtkonto | Studienrichtung Verfahrenstechnik der Energiewandlung | Modulgruppe Verbrennungen und thermische Strömungsmaschinen (VTS) | Messmethoden der Thermodynamik)

[18] **Energietechnik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2018w | TechFak | Energietechnik (Master of Science) | Gesamtkonto | Studienrichtung Verfahrenstechnik der Energiewandlung | Modulgruppe Verbrennungen und thermische Strömungsmaschinen (VTS) | Messmethoden der Thermodynamik)

[19] **Maschinenbau (Master of Science): 2. Semester**

(Po-Vers. 2007 | TechFak | Maschinenbau (Master of Science) | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Studienrichtung Allgemeiner Maschinenbau | Wahlpflicht-/Vertiefungsbereich in der Studienrichtung Allgemeiner Maschinenbau | Vertiefung 10 Technische Thermodynamik | Vertiefungsmodul 10 | Messmethoden der Thermodynamik)

[20] **Maschinenbau (Master of Science): 2. Semester**

(Po-Vers. 2007 | TechFak | Maschinenbau (Master of Science) | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Studienrichtung Rechnergestützte Produktentwicklung | Wahlpflicht-/Vertiefungsbereich in der Studienrichtung Rechnergestützte Produktentwicklung | Vertiefung 10 Technische Thermodynamik | Vertiefungsmodul 10 | Messmethoden der Thermodynamik)

[21] **Maschinenbau (Master of Science): 2. Semester**

(Po-Vers. 2007 | TechFak | Maschinenbau (Master of Science) | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Studienrichtung Rechnergestützte Produktentwicklung | Wahlpflicht-/Vertiefungsbereich in der Studienrichtung Rechnergestützte Produktentwicklung | Vertiefung 10 Technische Thermodynamik | Vertiefungsmodul 10 | Messmethoden der Thermodynamik)

[22] **Medizintechnik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2013 | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) | Messmethoden der Thermodynamik)

[23] **Medizintechnik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2018w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) | Messmethoden der Thermodynamik)

[24] **Medizintechnik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2019w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Produktionstechnik, Gerätetechnik und Prothetik | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) | Messmethoden der Thermodynamik)

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Messmethoden der Thermodynamik (Prüfungsnummer: 73501)

(englische Bezeichnung: Measurement Techniques in Thermodynamics)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

Erstablesung: WS 2019/2020, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Stefan Will

---