

Modulbeschreibung des außercurricularen Angebots

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	FMI26W11	Wahlpflicht
Modultitel	Statistical Learning Theory	
Empfohlen für:	1. Fachsemester	
Verantwortlich	Professur für Stochastik	
Lehrformen	• Vorlesung „Statistical Learning Theory“ (4 SWS) ○ 60 h Präsenzzeit + 90 h Selbststudium = 150 h • Praktikum „Statistical Learning Theory“ (2 SWS) ○ 30 h Präsenzzeit + 120 h Selbststudium = 150 h	
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)	
Verwendbarkeit	• M.Sc. Data Science - Statistik • M.Sc. Informatik - Vertiefung • M.Sc. Mathematics Basic Modules	
Qualifikationsziele	Die Studierenden erlangen ein fundiertes konzeptionelles Verständnis der statistischen Lerntheorie, ausgehend von klassischen Regressionsmodellen bis hin zu modernen hochdimensionalen Ansätzen. Im Fokus steht die Fähigkeit, die theoretischen Fundamente des maschinellen Lernens zu interpretieren und deren Bedeutung für moderne Algorithmen zu bewerten. Die Studierenden können die Kernideen mathematischer Beweisführungen in ihren Grundzügen nachvollziehen, ohne zwingend jede formale Herleitung im Detail reproduzieren zu müssen. Sie entwickeln eine intuitive und formale Sicherheit im Umgang mit Konzepten wie Modellkomplexität, Generalisierung und Kapazitätsschranken. Ein besonderes Ziel ist die kritische Einordnung moderner Phänomene (Double Descent) im Vergleich zur klassischen Theorie, um die Grenzen und Möglichkeiten überparametrisierter Modelle konzeptionell zu verstehen.	
Inhalt	Wesentliche Inhalte sind: • Einstieg und Motivation: Klassische lineare und polynomielle Regression; kleinste Quadrate und statistische Grundlagen als Ausgangspunkt. • Modellflexibilität und Überparametrisierung: Erweiterung durch Basisfunktionen; das klassische Verständnis von Overfitting und der Bias-Variance-Tradeoff. • Konzeptionelle Grundlagen der Lerntheorie: Bedeutung von Generalisierungsschranken, Modellkapazität und die Rolle der VCDimension (beispielhaft an binärer Klassifikation). • Ideenwelt der Konzentrationsungleichungen: Einführung in zentrale Aussagen (z. B. Hoeffding, McDiarmid) und deren Bedeutung für die Stabilität von Lernverfahren. • Paradigma der Überparametrisierung: Konzeptionelle Analyse des Double Descent Phänomens und die Abkehr von der klassischen UKurve des Generalisierungsfehlers. • Theoretische Intuition zu Benign Overparametrization: Mechanismen der Generalisierung in hochdimensionalen Räumen. • Kern-Methoden und Geometrie: Einführung in die konzeptionellen Eigenschaften von Reproducing Kernel Hilbert Spaces (RKHS). • Impliziter Bias und Optimierung: Verständnis der Mechanismen, durch die Optimierungsverfahren die Generalisierung beeinflussen.	
Teilnahmevoraussetzungen	Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie, Statistik und Linearer Algebra sowie grundlegende Programmierkenntnisse.	

Modulbeschreibung des außercurricularen Angebots

Prüfungsleistungen und Prüfungsvorleistungen	● Prüfungsvorleistung: Praktikumsleistung (Programmieraufgabe, Umfang..., Dauer...) ● Modulprüfung: Klausur (90–120 Min.) mit Wichtung: 1	