

# MASCHINELLES LERNEN & DATAMINING

Vorlesung im Wintersemester 2017

Prof. E.G. Schukat-Talamazzini

Stand: 25. August 2017

Module und Studiengänge

Zur Vorlesung

Zur Modulprüfung

Zum Inhalt

Literatur zur Lehrveranstaltung

## Professur für Musteranalyse Lehrangebot Wintersemester & Sommersemester

Lehrbereich

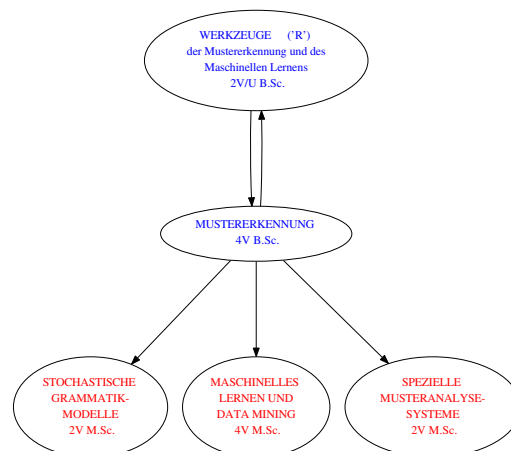
Informatik

WP-Bereich  
Intelligente  
Systeme

Vertiefung  
Künstliche  
Intelligenz  
und Muster-  
erkennung

Statistische  
Muster-  
analyse

Inhaltliche Abhängigkeiten



## Meine Lehrveranstaltungen für ...

Informatiker & Bioinformatiker & Informatikerinnen & Bioinformatikerinnen

	SOMMERSEMESTER	WINTERSEMESTER
ASQ und EF Inf.	<i>Intelligente Systeme</i> 4V	<b>Literaturarbeit und Präsentation</b> <sup>ASQ</sup> 2S
Bachelor	<b>Mustererkennung</b> 4V <b>Werkzeuge ME/ML</b> 2Ü	<i>Strukturiertes Programmieren</i> 4V+2Ü
Master	<b>Stochastische Grammatikmodelle</b> 2V <i>Biometriesysteme (Seminar)</i> 2S	<b>Maschinelles Lernen und Datamining</b> 4V <b>Spezielle Musteranalyse-systeme</b> 2V

# Wie studiere ich MUSTERANALYSE ?

Studiengänge: Informatik · Bioinformatik · Angewandte Informatik

## Bachelor

Mustererkennung<sup>6LP</sup>

Werkzeuge ME/ML<sup>3LP</sup>



## Vertiefungsangebote

auf Antrag beim Prüfungsamt:

Maschinelles Lernen<sup>6LP</sup>



## Master

Maschinelles Lernen<sup>6LP</sup>

Stochast. Grammatik<sup>3LP</sup>

Musteranalysesysteme<sup>3LP</sup>



## Nivellierungsmodule

auf Antrag beim Prüfungsamt:

Mustererkennung<sup>6LP</sup>

Werkzeuge ME/ML<sup>3LP</sup>



# Stochastische Grammatikmodelle

Vorlesung der Master-Studiengänge · 2V · 3 LP

Modul FMI-IN0146 Stochastische Grammatikmodelle	
Modulnummer/-code	FMI-IN0146
Modultitel (deutsch)	Stochastische Grammatikmodelle
Modultitel (englisch)	Stochastic Grammars
Modulverantwortlicher	Ernst Günter Schukat-Talamazzini
Voraussetzungen für Zulassung zum Modul	keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul (KIME, INT) für den M.Sc. Informatik Wahlpflichtmodul für den M.Sc. Bioinformatik (Bereich bioinformatisch relevante Informatik) Wahlpflichtmodul für den M.Sc. Mathematik (Nebenfach Informatik) Wahlpflichtmodul (INF) für den M.Sc. Computational Science
Häufigkeit des Angebots (Zyklus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (VL, Ü, S, Praktikum)	2V
Leistungspunkte (ECTS credits)	3LP
Arbeitsaufwand (work load)	90h
- Präsenzstunden	30h
- Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	60h
Inhalte	Grammatische Modellierung von Zeichenfolgen natürlicher („Texte“) und künstlicher (z.B. Nukleotid- oder Aminosäuresequenzen) Sprachen. Vorlesungsthemen sind u.a.: <ul style="list-style-type: none"><li>• Schwach kontextfreie Grammatiken (IG, TAG, HG, CG)</li><li>• Information/Kompression</li><li>• robuste Häufigkeitsschätzung (Bayes, Good-Turing, Zipf)</li><li>• N-Gramme, Interpolation, Maximum-Entropiestochastische</li></ul>

## M.Sc. Informatik

WP-Bereich Int.Syst.  
Schwerpunkt KI/ME

## M.Sc. Bioinform.

WP-Bereich

## M.Sc. Comp.Science

WP-Bereich

# Maschinelles Lernen & Data Mining

Vorlesung der Master-Studiengänge · 4V · 6 LP

Modultitel (deutsch)	<b>Maschinelles Lernen und Datamining</b>	
Modultitel (englisch)	<b>Machine Learning and Datamining</b>	
Modulnummer	FMI-IN0034	02.12.09
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul (KIME, INT) für den M.Sc. Informatik Wahlpflichtmodul (INT) für den B.Sc. Informatik (zusätzliches Lehrangebot) Wahlpflichtmodul für den M.Sc. Bioinformatik (Bereich Informatik) Wahlpflichtmodul (INF) für den M.Sc. Computational Science Wahlpflichtmodul für das Lehramt Informatik	
Modul-Verantwortlicher	Ernst Günter Schukat-Talamazzini	
Leistungspunkte (ECTS credits)	6	
Arbeitsaufwand (work load) in:	180 Std. 60 Std. 120 Std.	
- Präsenzstunden		
- Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitung)		
Lehrform (SWS)	4V (mit Projektanteil)	
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jährlich im Wintersemester	
Dauer des Moduls	1 Semester	
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse für das Modul	FMI-IN0036 (Mustererkennung)	
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Keine	
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur (120min) oder mündliche Prüfung (30min) zur Vorlesung	
Inhalte	Strukturaufdeckung, Klassifizierung oder Entwicklungsvorhersage aus großen Datenfluten (Finanzprozesse, Handel und Transport, med./biol. Datensätze, Klimamesswerte, elektronische Dokumente, Fertigungsautomatisierung) – Vorlesungsthemen sind u.a.: Skalentypen; Visualisierung hochdimensionaler Daten (PCA, MDS, ICA); überwachte Lernverfahren (Versionenraum, Entscheidungsbaum, lineare/logistische Modelle); unüberwachte Lernverfahren (hierarchisch, (fuzzy) K-means, spektral); Graphische Modelle (Bayesnetze, Markovnetze, Induktion und Inferenz)	
(Qualifikations-)Ziele	Tiefgreifende Fachkenntnisse des Gebiets Maschinelles Lernen Fähigkeit zur Analyse, Design und Realisierung von ML-Systemen Flächendeckende Übersicht aktueller Techniken des Datamining	

## M.Sc. Informatik

WP-Bereich Int.Syst.  
Schwerpunkt KI/ME

## M.Sc. Bioinform.

WP-Bereich

## M.Sc. Comp.Science

WP-Bereich

## B.Sc. Informatik

Zusatzangebot

## LG Informatik

FS 6–9

# Spezielle Musteranalysesysteme

Vorlesung der Master-Studiengänge · 2V · 3 LP

Modultitel (deutsch)	<b>Spezielle Musteranalysesysteme</b>	
Modultitel (englisch)	<b>Pattern Analysis Systems</b>	
Modulnummer	FMI-IN0054	02.12.09
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul (INT) für den M.Sc. Informatik Wahlpflichtmodul für den M.Sc. Bioinformatik (Bereich Informatik)	
Modul-Verantwortlicher	Ernst Günter Schukat-Talamazzini	
Leistungspunkte (ECTS credits)	3	
Arbeitsaufwand (work load) in:	90 Std. 30 Std. 60 Std.	
- Präsenzstunden		
- Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitung)		
Lehrform (SWS)	2V (mit Projektanteil)	
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jährlich im Sommersemester	
Dauer des Moduls	1 Semester	
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	keine	
Empfohlene Vorkenntnisse für das Modul	- FMI-IN0036 (Mustererkennung) - Vorkenntnisse aus den Bereichen Künstliche Intelligenz und Digitale Bildverarbeitung	
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	keine	
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	mündliche Prüfung (30min) zur Vorlesung oder Ausarbeitung/ Präsentation zu einer Projektaufgabe	
Inhalte	- Komplexe Musteranalyseaufgaben mit longitudinalen Daten (Sprach- und Sprechererkennung, Handschrifterkennung, DNA-Motive, Musikretrieval) - Geeignete Lernverfahren (z.B. Hidden Markov Modelle; siehe Webseite zum Kurs für Detailinformationen), unterstützende Werkzeuge, Vorverarbeitung und Etikettierung der Lerndaten und syntaktische Modellierungsverfahren am Beispiel einer oder mehrerer ausgewählter Aufgabenstellungen	
(Qualifikations-)Ziele	- Vertiefte Kenntnis der Methoden syntaktischer Musteranalyse - Kompetenzen der Analyse, des Designs und der Realisierung von Musteranalysesystemen realistischer Größenordnung - Fertigkeiten der Nutzung ausgewählter Softwarewerkzeuge der syntaktischen Musteranalyse	

## M.Sc. Informatik

WP-Bereich Int.Syst.

## M.Sc. Bioinform.

WP-Bereich Informatik

## Mustererkennung

Vorlesung der Bachelor/Master-Studiengänge · 4V · 6 LP

Modultitel (deutsch)	<b>Mustererkennung</b>	
Modultitel (englisch)	<b>Pattern Recognition</b>	
Modulnummer	FMI-IN0036	01.04.12
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul (INT) für den B.Sc. Informatik Wahlpflichtmodul (INT) für den B.Sc. Angewandte Informatik Wahlpflichtmodul (Wahlpflichtbereich 2) für den B.Sc. Bioinformatik Wahlpflichtmodul (INT) für den M.Sc. Informatik (auf Antrag) Wahlpflichtmodul für den M.Sc. Bioinformatik (Bereich Informatik) Pflichtmodul für das Anwendungsfach Computational Neuroscience zum B.Sc. Angewandte Informatik Wahlpflichtmodul für das Lehramt Informatik	
Modul-Verantwortlicher	Ernst Günter Schukat-Talamazzini	
Leistungspunkte (ECTS credits)	6	
Arbeitsaufwand (work load) in:	180 Std.	
- Präsenzstunden	60 Std.	
- Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitung)	120 Std.	
Lehrform (SWS)	3 V + 1 Ü	
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jährlich im Sommersemester	
Dauer des Moduls	1 Semester	
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul		
Empfohlene Vorkenntnisse für das Modul	- FMI-IN0070 (Grundlagen der Modellierung und Programmierung) oder FMI-IN0040 (Grundlagen der Modellierung und Programmierung (Grundteil)) oder FMI-IN0025 (Strukturiertes Programmieren für Bioinformatiker) - FMI-IN0001 (Algorithmen und Datenstrukturen) - FMI-MA0007 (Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie)	
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung der Übungsaufgaben Mindestens 50% der erzielbaren Punkte erreicht	
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur (120min) oder mündliche Prüfung (30min) zur Vorlesung Studiengangbezogene Erfolgsmetriken. Abgestufte (Prüfungs-)Anforderungen berücksichtigen das von Bachelor- und Masterstudierenden jeweils erwartbare Leistungsniveau.	
Inhalte	Einführung in die Methoden der Mustererkennung zur maschinellen Modellierung und Simulation komplexer Informationsverarbeitungsprozesse, wie sie insbesondere bei der Wahrnehmung und Auswertung visueller, akustischer oder taktiler Sinnesindrücke durch den Menschen auftreten. Diskretisierung/Filterung/Normierung; Merkmalauswahl und Merkmalstransformation; statistische, diskriminative und nichtparametrische Klassifikatoren; unüberwachtes Lernen; Zeitreihen	

B.Sc. Informatik

WP-Bereich Int.Syst.

B.Sc. Bioinform.

WP-Bereich

B.Sc. Ang.Inform.

WP-Bereich Int.Syst.

Pflicht im Anw.fach CNS

M.Sc. Informatik

WP-Bereich Int.Syst.

M.Sc. Bioinform.

WP-Bereich Int.Syst.

LG Informatik

FS 6–9

Module und Studiengänge

Zur Vorlesung

Zur Modulprüfung

Zum Inhalt

Literatur zur Lehrveranstaltung

## Werkzeuge Mustererkennung & Maschinelles Lernen

Vorlesung der Bachelor/Master-Studiengänge · 2V/P · 3 LP

Modultitel (deutsch)	<b>Werkzeuge der Mustererkennung und des Maschinellen Lernens</b>	
Modultitel (englisch)	<b>Tools for Pattern Recognition and Machine Learning</b>	
Modulnummer	FMI-IN0086	01.04.12
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul (INT) für B.Sc. Informatik Wahlpflichtmodul (INT) für B.Sc. Angewandte Informatik Wahlpflichtmodul (KIME.INT) für den M.Sc. Informatik (auf Antrag) Wahlpflichtmodul für den B.Sc. Bioinformatik (Bereich Informatik)	
Modul-Verantwortlicher	Ernst Günter Schukat-Talamazzini	
Leistungspunkte (ECTS credits)	3	
Arbeitsaufwand (work load) in:	90 Std.	
- Präsenzstunden	30 Std.	
- Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitung)	60 Std.	
Lehrform (SWS)	2V (mit Übung)	
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes Sommersemester	
Dauer des Moduls	1 Semester	
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine	
Empfohlene Vorkenntnisse für das Modul	FMI-IN0036 (Mustererkennung) sollte gleichzeitig belegt werden	
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	50% der erreichbaren Punkte aus den Übungsaufgaben	
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Mündliche Prüfung oder Klausur	
Inhalte	Aufgabenstellungen aus den Bereichen Mustererkennung, Maschinelles Lernen, Datamining und ihre Bearbeitung mit geeigneten Softwarewerkzeugen: Klassifikation, Vorhersage, Clustering, Transformation, Visualisierung, Zeitreihen, Spektraldarstellung, Wahrscheinlichkeitsmodelle	
(Qualifikations-)Ziele	- Fähigkeiten im praktischen Umgang mit Entwicklungswerkzeugen für maschinelles Lernen in Musteranalyse und Datamining - Grundlegende Kenntnisse über den Aufbau von Softwaresystemen und Programmierparadigmen für die maschinelle Datenanalyse - Kompetenzen in Datenanalyse, Versuchsplanung, Konfiguration von ML-Systemen	

B.Sc. Informatik

WP-Bereich Int.Syst.

B.Sc. Ang.Inform.

WP-Bereich Int.Syst.

B.Sc. Bioinform.

Zusatzmodul

M.Sc. Bioinform.

WP-Bereich Int.Syst.

M.Sc. Informatik

KI/ME & INT auf Antrag

## Vorlesung

Nutzung der Folienpräsentation

- Die Folien sollen vom Mitschreiben während der Vorlesung entlasten.
- Das Mitschreiben wird dadurch nicht überflüssig.
- Die Folien sind kein Lehrbuch.
- Die Folien sind daher im allgemeinen nur mit den Erläuterungen während der Vorlesung und entsprechenden eigenen Notizen verständlich.

## Vorlesung

### Mathematische Sachverhalte

- Wichtige mathematische Grundlagen werden in Steilkursen wiederholt.
- Die entsprechenden Fakten sind (oft) im letzten Abschnitt eines Vorlesungsteils dargestellt.
- Schwierige mathematische Zusammenhänge werden in der Anwendung verständlicher.
- Umfangreiche mathematische Formeln erscheinen viel harmloser, nachdem man/frau sie einmal programmtechnisch umgesetzt hat.

Module und Studiengänge

Zur Vorlesung

**Zur Modulprüfung**

Zum Inhalt

Literatur zur Lehrveranstaltung

## Vorlesung

### Elektronisches Folienskript

Die PDF-Fassung des Folienskripts enthält einige Hyperlinks:

- **Verweise auf externe Webseiten**  
Detaillierte Zusatzinformationen, Daten, Bilder (funktioniert nicht während der Vorlesung ...)
- **Literaturangaben**  
Verweis auf Quellenangaben am Ende des Dokuments
- **Programmcode**  
'R'-Code zur Erstellung einer Grafik oder Tabelle  
'dot'-Code zur Erzeugung eines (gerichteten) Graphen

## Prüfung

Was wird wann wie von wem geprüft?

### Prüfungsvorgang

Mündliches „Verhör“ · circa 30 Minuten

### Prüfungstermine

[mehr Information](#)

Erstprüfung am Mi 14/21 (28) Februar 2018

Wiederholung am Do 5 April 2018

### Prüfungsstoff

Vorlesungsinhalte in Schrift und Wort

Module und Studiengänge

Zur Vorlesung

Zur Modulprüfung

**Zum Inhalt**

Literatur zur Lehrveranstaltung

## Zum Vorlesungsinhalt

Form, Zweck & Lernziele

**Lehrveranstaltungsform**

Vorlesung (4V) · kein Übungsanteil

**Zulassungsvoraussetzungen**

keine, aber empfehlenswert: *Mustererkennung*

**Themengebiet**

Explorative Analyse großer Datenmengen mit maschinellen Lernverfahren

**Zweck**

Verstehen der wichtigsten Konzepte *hinter* den Schaltflächen einschlägiger Datamining-Systeme

**Lernziele**

Automatische Strukturaufdeckung in Datenbeständen  
Behandlung numerischer und nichtnumerischer Attribute

## Zum Vorlesungsinhalt

Die Grundrechnungsarten des Dataminings

**Datenpräparation**

Akquisition · Auswahl · Filterung · Komplettierung

**Visualisierung**

hochdimensionaler oder nichtnumerischer Datensätze

**Kategorisierung**

von Objekten unterschiedlicher Attributskalen

**Gruppierung**

von Objekten unterschiedlicher Attributskalen

**Vorhersage**

verdeckter Attribute oder zukünftiger Objekte

**Abhängigkeitsstruktur**

Stärke und Richtung von Attributassoziationen

Module und Studiengänge

Zur Vorlesung

Zur Modulprüfung

**Zum Inhalt**

Literatur zur Lehrveranstaltung

## Maschinelles Lernen

### Empfohlene Bücher zur Vorlesung

-  [Tom M. Mitchell.](#)  
*Machine Learning.*  
McGraw-Hill Series in Computer Science. McGraw-Hill, New York, NY, 1997.
-  [Miroslav Kubat.](#)  
*An Introduction to Machine Learning.*  
Springer, 2015.
-  [Yuichiro Anzai.](#)  
*Pattern Recognition and Machine Learning.*  
Academic Press, San Diego, CA, 1992.
-  [Dana H. Ballard.](#)  
*An Introduction to Natural Computation.*  
Complex Adaptive Systems. MIT Press, Cambridge, MA, 1997.
-  [R. S. Michalski, J. G. Carbonell, and T. M. Mitchell, editors.](#)  
*Machine Learning. An Artificial Intelligence Approach.*  
Symbolic Computation. Springer, Berlin, 1984.
-  [Paul Fischer.](#)  
*Algorithmisches Lernen.*  
Teubner, Wiesbaden, 2000.

## Data Mining

### Empfohlene Bücher zur Vorlesung

-  [Michael R. Berthold, Christzian Borgelt, Frank Höppner, and Frank Klawonn.](#)  
*Guide to Intelligent Data Analysis.*  
Texts in Computer Science. Springer, 2010.
-  [J. Han and M. Kamber.](#)  
*Data Mining: Concepts and Techniques.*  
Morgan Kaufmann, 2000.
-  [Max Bramer.](#)  
*Principles of Data Mining.*  
Undergraduate Topics in Computer Science. Springer, 2013.  
2. Auflage.
-  [Thomas A. Runkler.](#)  
*Data Analytics. Models and Algorithms for Intelligent Data Analysis.*  
Springer Vieweg, 2012.
-  [Thomas A. Runkler.](#)  
*Information Mining. Methoden, Algorithmen und Anwendungen intelligenter Datenanalyse.*  
Computational Intelligence. Vieweg/Gabler, Braunschweig, 2000.
-  [Michael Berthold and David J. Hand.](#)  
*Intelligent Data Analysis.*  
Springer, 2003.

## Numerisch orientiertes Lernen

### Empfohlene Bücher zur Vorlesung

-  [Christopher M. Bishop.](#)  
*Pattern Recognition and Machine Learning.*  
Springer, 2006.  
Hardcover 60 EUR.
-  [Bertrand Clarke, Ernest Fokoue, and Hao Helen Zhang.](#)  
*Principles and Theory for Data Mining and Machine Learning.*  
Springer Series in Statistics. Springer, 2009.
-  [T. Hastie, R. Tibshirani, and J. Friedman.](#)  
*The Elements of Statistical Learning.*  
Springer, 2001.
-  [G. James, D. Witten, T. Hastie, and R. Tibshirani.](#)  
*An Introduction to Statistical Learning.*  
Number 103 in Springer Texts in Statistics. Springer, 2013.
-  [Alan Julian Izenman.](#)  
*Modern Multivariate Statistical Techniques. Regression, Classification, and Manifold Learning.*  
Springer Texts in Statistics. Springer, 2008.
-  [Hubert B. Keller.](#)  
*Maschinelle Intelligenz. Grundlagen, Lernverfahren, Bausteine intelligenter Systeme.*  
G. J. van der Velden, G. J. van der Velden, G. J. van der Velden, 2000.

## Statistische Modelle

### Empfohlene Bücher zur Vorlesung

-  [Ludwig Fahrmeir, Thomas Kneib, and Stefan Lang.](#)  
*Regression.*  
Springer, 2007.
-  [Lucas Drumond.](#)  
*Factorization Models for Multi-Relational Data.*  
Cuvillier Verlag, 2014.
-  [J. Kreiß and G. Neuhaus.](#)  
*Einführung in die Zeitreihenanalyse.*  
Springer, 2006.
-  [Peter Bühlmann and Sara van de Geer.](#)  
*Statistics for High-Dimensional Data.*  
Springer Series in Statistics. Springer, 2011.
-  [John C. Loehlin.](#)  
*Latent Variable Models.*  
Lawrence Erlbaum Assoc Inc, 2004.
-  [Giovanni Petris, Sonia Petrone, and Patrizia Campagnoli.](#)  
*Dynamic Linear Models with R.*  
Use R! Springer, 2009.






## Graphische Modelle

### Empfohlene Bücher zur Vorlesung

-  [Daphne Koller and Nir Friedman.](#)  
*Probabilistic Graphical Models. Principles and Techniques.*  
Adaptive Computation and Machine Learning. MIT Press, 2009.
-  [Judea Pearl.](#)  
*Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems.*  
Morgan Kaufmann, 1997.
-  [D.R. Cox and Nanny Wermuth.](#)  
*Multivariate Dependencies. Models, Analysis and Interpretation.*  
Chapman & Hall, Boca Raton, 1996.
-  [Joe Whittaker.](#)  
*Graphical Models in Applied Multivariate Statistics.*  
John Wiley & Sons, Chichester, 1995.
-  [Steffen L. Lauritzen.](#)  
*Graphical Models.*  
Oxford Statistical Science Series. Clarendon Press, Oxford, 1996.

## Graphische Modelle (DAG)

### Empfohlene Bücher zur Vorlesung

-  [Richard E. Neapolitan.](#)  
*Learning Bayesian Networks.*  
Prentice Hall, 2003.
-  [Richard E. Neapolitan.](#)  
*Probabilistic Reasoning in Expert Systems.*  
John Wiley & Sons, 1990.
-  [Russell G. Almond.](#)  
*Graphical Belief Modeling.*  
Chapman & Hall, London, 1995.
-  [F.B. Jensen.](#)  
*Bayesian Networks and Decision Graphs.*  
Springer, 2001.
-  [Judea Pearl.](#)  
*Causality.*  
Cambridge University Press, 2000.







## Assoziationsregeln, Warenkorbanalyse, Netzwerkdaten

### Empfohlene Bücher zur Vorlesung

-  [Jean-Marc Adamo.](#)  
*Data Mining for Association Rules and Sequential Patterns.*  
Springer, 2001.
-  [Paul Alpar and Joachim Niedereichenholz, editors.](#)  
*Data Mining im praktischen Einsatz.*  
Vieweg, Wiesbaden, 2000.
-  [Alex A. Freitas.](#)  
*Data Mining and Knowledge Discovery with Evolutionary Algorithms.*  
Springer, 2002.
-  [Chengqi Zhang and Shichao Zhang.](#)  
*Association Rule Mining. Models and Algorithms*, volume 2307 of LNCS.  
Springer, 2002.
-  [Eric D. Kolaczyk and Gábor Csárdi.](#)  
*Statistical Analysis of Network Data with R.*  
Use R! Springer, 2014.

## Ausgewählte Verfahren ML/DM

### Empfohlene Bücher zur Vorlesung

-  [Lior Rokach and Oded Maimon.](#)  
*Data Mining with Decision Trees*, volume 81 of *Machine Perception and Artificial Intelligence*.  
Springer, 2014.  
2. Edition.
-  [D. Goldberg.](#)  
*Genetic Algorithms: Search, Optimization and Machine Learning.*  
Addison-Wesley, Reading, MA, 1989.
-  [V.N. Vapnik.](#)  
*Statistical Learning Theory.*  
Wiley, 1998.
-  [Michel Neuhaus and Horst Bunke.](#)  
*Bridging the Gap between Graph Edit Distance and Kernel Machines*, volume 68 of *Series in Machine Perception and Artificial Intelligence*.  
World Scientific, Singapore, 2007.
-  [A.Hyvarinen, J.Karhunen, and E.Oja.](#)  
*Independent Component Analysis.*  
John Wiley & Sons, 2001.
-  [Richard S. Sutton and Andrew G. Barto.](#)  
*Reinforcement Learning: An Introduction.*  
MIT Press, 1998.

## Spezielle Anwendungen ML/DM

### Empfohlene Bücher zur Vorlesung



[Francesco Camastra and Alessandro Vinciarelli.](#)  
*Machine Learning for Audio, Image and Video Analysis.*  
Springer, 2010.



[Pierre Baldi and Søren Brunak.](#)  
*Bioinformatics. The Machine Learning Approach.*  
Adaptive Computation and Machine Learning. MIT Press, Cambridge, MA, 1998.



[Thorsten Joachims.](#)  
*Learning to Classify Text Using Support Vector Machines.*  
Kluwer Academic Publ., Boston, MA, 2002.



[Reginald Ferber.](#)  
*Information Retrieval. Suchmodelle und Data-Mining-Verfahren für Textsammlungen und das Web.*  
dpunkt.verlag, 2003.



[Paul S.P. Cowpertwait and Andrew V. Metcalfe.](#)  
*Introductory Time Series with R.*  
Use R! Springer, 2009.

## Softwaresysteme

### Empfohlene Bücher zur Vorlesung



[Ian H. Witten and Eibe Frank.](#)  
*Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques.*  
Morgan Kaufmann, 2005.  
2. Auflage.



[David Edwards.](#)  
*Introduction to Graphical Modelling.*  
Springer Texts in Statistics. Springer, New York, NY, 1995.



[W.N. Venables and B.D. Ripley.](#)  
*Modern Applied Statistics with S.*  
Springer, 2002.



[Brian Everitt and Torsten Hothorn.](#)  
*An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R.*  
Use R. Springer, 2011.



[Graham Williams.](#)  
*Data Mining with Rattle and R.*  
Use R. Springer, 2011.



[Søren Højsgaard, David Edwards, and Steffen Lauritzen.](#)  
*Graphical Models with R.*  
Use R! Springer, 2012.