

**Veranstaltungen im**

**Wahlpflichtmodul Physik**

**im Studiengang**

**Master of Science in Physik**

Stand: 01. März 2011

## Veranstaltungen<sup>1</sup> in alphabetischer Reihenfolge

<a href="#">Advanced Topics Speech and Audio Processing</a> .....	4
<a href="#">Aktuelle Forschungsthemen in der Windenergiemeteorologie</a> .....	5
<a href="#">Aktuelle Probleme der statistischen Physik komplexer Netzwerke</a> .....	6
<a href="#">Allgemeine Relativitätstheorie</a> .....	7
<a href="#">Angewandte Psychophysik / Applied Psychophysics</a> .....	8
<a href="#">Auditorische Modelle und ihre Anwendung in sprachverarbeitenden Systemen</a> .....	9
<a href="#">Ausgewählte Probleme der Hörtechnik und Audiologie</a> .....	10
<a href="#">Biologische Probleme in der statistischen Physik</a> .....	11
<a href="#">Brachytherapy and Treatment Planning in Radiotherapy</a> .....	12
<a href="#">Computerorientierte Theoretische Physik</a> .....	13
<a href="#">Digitale Holographie</a> .....	14
<a href="#">Econophysik</a> .....	15
<a href="#">Einführung in die nichtlineare Dynamik</a> .....	16
<a href="#">Einführung in die Pfadintegralmethoden</a> .....	17
<a href="#">Einführung in die Topologie dynamischer Systeme</a> .....	18
<a href="#">Electrochemical Energy Storage I</a> .....	19
<a href="#">Elektronische Energiewandlung</a> .....	20
<a href="#">Elemente der statistischen Signalerkennung und –verarbeitung</a> .....	21
<a href="#">Experimente der Nichtlinearen Dynamik</a> .....	22
<a href="#">Grundkurs im Strahlenschutz mit Praktikum</a> .....	24
<a href="#">Grundlagen nanostrukturierter Materialien</a> .....	25
<a href="#">Kritische Zustände im System Erde</a> .....	26
<a href="#">Kurzer Weg zur Physik komplexer Netzwerke</a> .....	27
<a href="#">Mikrocontroller und Robotik für die Experimentalphysik</a> .....	28
<a href="#">Modelle in der Populationsdynamik</a> .....	29

---

<sup>1</sup> Lehrformen sind: V (Vorlesung), S (Seminar), Ü (Übung), PR (Praktikum)

<a href="#"><u>Moderne Probleme der Theoretischen Physik - Hamiltonsches Chaos</u></a> .....	30
<a href="#"><u>Oberseminar Medizinische Physik</u></a> .....	31
<a href="#"><u>Optics of metals and metal nanostructures</u></a> .....	32
<a href="#"><u>Organische Halbleiter und organisch-anorganische Hybridsysteme</u></a> .....	33
<a href="#"><u>Paradoxa der speziellen Relativitätstheorie</u></a> .....	34
<a href="#"><u>Physik der Oberflächen und Grenzflächen</u></a> .....	35
<a href="#"><u>Quantenoptik</u></a> .....	36
<a href="#"><u>Quantensolarenergiewandlung</u></a> .....	37
<a href="#"><u>Regenerative Energieversorgung eines Verbrauchers</u></a> .....	38
<a href="#"><u>Relativistische Quantenmechanik</u></a> .....	39
<a href="#"><u>Schwarze Löcher</u></a> .....	40
<a href="#"><u>Selected Topics on Medical Radiation Physics</u></a> .....	41
<a href="#"><u>Solar Energy Systems - Electric and Thermal</u></a> .....	42
<a href="#"><u>Spezielle Relativitätstheorie</u></a> .....	43
<a href="#"><u>Sprachverstehen in der Audiologie</u></a> .....	44
<a href="#"><u>Stochastische Prozesse</u></a> .....	45
<a href="#"><u>Theorie der kondensierten Materie</u></a> .....	46
<a href="#"><u>Vielteilchenverschränkung und Dekohärenz</u></a> .....	47
<a href="#"><u>Zeitreihenanalyse</u></a> .....	48

<b>Titel</b>	<b>Advanced Topics Speech and Audio Processing</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. ir. Simon Doclo
<b>Sprache</b>	
<b>Lehrform / SWS</b>	Vorlesung: 2 SWS, Praktikum: 1 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen (Empfehl.)</b>	Basic principles of signal processing (preferably successfully completed the course Signal- und Systemtheorie and/or Blockpraktikum Digitale Signalverarbeitung)
<b>Inhalt</b>	After reviewing the basic principles of speech processing and statistical signal processing (adaptive filtering), this course covers techniques and underlying algorithms that are essential in many modern-day speech communication and audio processing systems (e.g. mobile phones, hearing aids, headphones): acoustic echo and feedback cancellation, noise reduction, dereverberation, microphone and loudspeaker array processing, active noise control. During the project a typical hands-free speech communication system is implemented (in Matlab).
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Oral examination, Project report
<b>Medienformen</b>	Blackboard, Powerpoint slides, acoustical demonstrations, computer simulations
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ J. Benesty, M. M. Sondhi, Y. Huang: Handbook of Speech Processing, Springer, 2008.</li> <li>○ E. Haensler, G. Schmidt: Speech and Audio Processing in Adverse Environments, Springer, 2008.</li> <li>○ P. Loizou: Speech Enhancement: Theory and Practice, CRC Press, 2007.</li> <li>○ S. Haykin: Adaptive Filter Theory, Prentice Hall, 2001.</li> <li>○ M. Brandstein, D. Ward: Microphone Arrays: Signal Processing Techniques and Applications, Springer, 2001.</li> <li>○ J. Benesty, S. L. Gay: Acoustic Signal Processing for Telecommunication, Kluwer, 2000.</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Aktuelle Forschungsthemen in der Windenergiemeteorologie</b>
<b>Dozent/in</b>	Lueder von Bremen, Jens Tambke, Gerald Steinfeld, Detlev Heinemann
<b>Lehrform und SWS</b>	Seminar, 2SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Bachelor
<b>Inhalt</b>	Anhand eines vorgegebenen Forschungsthemas in der Windenergiemeteorologie und nach einer Einleitung durch die Veranstalter haben die Teilnehmer die Möglichkeit, sich mittels ausgewählter Fachliteratur in die aktuelle Forschungssituation einzuarbeiten und im Rahmen ihres Fachvortrages mit der Gruppe zu diskutieren.
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Referat
<b>Medienformen</b>	Präsentation
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wird zu Beginn bekannt gegeben, sowie unter Stud.IP aufgelistet</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Aktuelle Probleme der statistischen Physik komplexer Netzwerke</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. A. K. Hartmann
<b>Lehrform und SWS</b>	S, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Kenntnisse der statistischen Physik
<b>Inhalt</b>	<p>Zusammenhänge zwischen den Bestandteilen physikalischer, biologischer und sozialer Systeme lassen sich oft durch Verwendung komplexer Netzwerke charakterisieren. Beispiele sind Zitationsnetzwerke, das Internet und Protein-Wechselwirkungsnetzwerke. Deren Eigenschaften lassen sich dann durch analytische Ansätze sowie durch Computersimulationen modellieren. Eine Fragestellung ist z.B., ob sich aufgrund von statischen Netzwerkeigenschaften Aussagen über deren dynamische Eigenschaften treffen lassen.</p> <p>In dem hier angebotenen Seminar geben wir einen Überblick über aktuelle Fragestellungen und Entwicklungen auf dem Gebiet der statistischen Physik komplexer Netzwerke. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer halten Seminarvorträge zu ausgewählten Themen, die auf wissenschaftlichen Originalarbeiten basieren. Ein großer Wert wird dabei auf verständliche Darstellung und professionelle Präsentation gelegt, die auch vorher in nicht-öffentlichen Probevorträgen mit Hilfe konstruktiver Detailkritik durch den Dozenten erarbeitet werden können.</p>
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Mündlicher Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
<b>Medienformen</b>	Tafel, Folie, Beamerpräsentation
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Alain Barrat et al., Dynamical Processes on Complex Networks, Cambridge University Press 2008</li> <li>○</li> <li>○ S.N. Dorogovtsev und J.F.F. Mendes, Evolution of Networks, Oxford University Press, 2002</li> <li>○</li> <li>○ M.E.J. Newman, The Structure and Function of Complex Networks, SIAM Review 45, 167 (2003)</li> <li>○</li> <li>○ R. Sedgewick, Algorithms in C part 5: Graph Algorithms, Addison-Weseley, 2001</li> <li>○ ausgewählte Originalarbeiten, die in der 1. Veranstaltung vorgestellt werden.</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Allgemeine Relativitätstheorie</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Jutta Kunz-Drolshagen
<b>Lehrform und SWS</b>	V / Ü, 3 + 1 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	6
<b>Voraussetzungen</b>	Einführung in die Theoretische Physik, Teilchen und Felder I+II
<b>Inhalt</b>	Spezielle Relativitätstheorie, Äquivalenzprinzip, Bewegung im Gravitationsfeld, Metrik, Tensoren, Kovariante Ableitung, Riemannscher Krümmungstensor, Einsteinsche Feldgleichungen, Erhaltungsgrößen, Schwarzschild Lösung, Schwarze Löcher, Gravitationsstrahlung, Experimentelle Tests, Kosmologie
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat
<b>Medienformen</b>	Tafel, Folien, Beamer
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ C. W. Misner, K. S. Thorne, J. A. Wheeler: Gravitation, Freeman, New York, 2002</li> <li>○ S. Weinberg: Gravitation and cosmology: principles and applications of the general theory of relativity. John Wiley, New York, 1972</li> <li>○ R. d' Inverno: Introducing Einstein's relativity. Clarendon Press, Oxford, 1992</li> <li>○ J. B. Hartle: Gravity: an introduction to Einstein's general relativity. Addison-Wesley, San Francisco (CA), 2003</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Angewandte Psychophysik / Applied Psychophysics</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Steven van de Par
<b>Lehrform und SWS</b>	V / S /Ü, 3 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	
<b>Inhalt</b>	Subjective listening experiment design and models of human auditory perception will be treated with a focus on application in sound quality measurement (e.g. for vehicle noise and sound reproduction) and in digital signal processing algorithm development (e.g. for low bit-rate audio coding and headphone virtualizers).
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Referat
<b>Medienformen</b>	
<b>Literatur</b>	Selected scientific papers

<b>Titel</b>	<b>Auditorische Modelle und ihre Anwendung in sprachverarbeitenden Systemen</b>
<b>Dozent/in</b>	PD Dr. Volker Hohmann
<b>Lehrform und SWS</b>	S, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Mindestens ein erfolgreich abgeschlossenes Modul aus den Vertiefungsgebieten 'Biomedizinische Physik und Neurophysik' oder 'Akustik und Signalverarbeitung', möglichst ein Blockpraktikum aus der Medizinischen Physik
<b>Inhalt</b>	Vorstellung und Diskussion aktueller Forschungsarbeiten aus den Gebieten Sprach- und Audio-Signalverarbeitung, Psychoakustik, Sprachaudiologie sowie Auditorische Neurophysiologie mit Bezug zum Bereich Signalverarbeitung für Hörgeräte
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Referat
<b>Medienformen</b>	Tafel, Folien, Beamerpräsentation der Seminarbeiträge, akustische Demonstrationen, Computersimulationen
<b>Literatur</b>	Zeitschriften (u. a. J. Acoust. Soc. Am., Acta acustica (united with acustica), Hearing Research, Int. J. Audiol., Z. f. Audiologie, Speech Communication, IEEE Audio, Speech and Language Processing); alle angegebenen Zeitschriften sind in der Arbeitsgruppe vorhanden und werden zur Vorbereitung der Seminarvorträge ausgegeben.

<b>Titel</b>	<b>Ausgewählte Probleme der Hörtechnik und Audiologie</b>
<b>Dozent/in</b>	Dr. Thomas Brand, Prof. Dr. Dr. Birger Kollmeier, Prof. Dr. Inga Holube, Prof. Dr. M. Hansen, Prof. Dr. J. Bitzer, Prof. Dr. M. Blau
<b>Lehrform und SWS</b>	S, 3 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Bachelor H+A oder mindestens ein erfolgreich abgeschlossenes Modul aus dem Bereich 'Biomedizinische Physik und Neurophysik' oder 'Akustik und Signalverarbeitung', möglichst ein Blockpraktikum aus der Medizinischen Physik
<b>Inhalt</b>	Aktuelle Fragestellungen und Forschungsthemen der Hörtechnik und Audiologie unter anderem aus den Bereichen: Audiologie, Medizinische Akustik, Audio-Signalverarbeitung, Elektroakustik, Medizinische Physik, Signalverarbeitung und Kommunikation In der Vorlesung werden aktuelle wissenschaftliche Fragestellungen aus dem Gebiet der Hörtechnik und Audiologie vorgestellt und im Seminar die zugehörige aktuelle Literatur in Kleingruppen vertiefend bearbeitet. Die Studierenden sollen dabei sowohl einen allgemeinen Überblick über die aktuellen wissenschaftlichen Fragestellungen in der Hörtechnik und Audiologie gewinnen als auch einzelne dieser Fragestellungen vertiefen. Dies soll auch zur Orientierung über mögliche Themen der Masterarbeit dienen.
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Seminarvortrag mit schriftlicher Ausarbeitung
<b>Medienformen</b>	Tafel, Computerpräsentationen per Beamer
<b>Literatur</b>	Aktuelle Zeitschriftenartikel aus: Journal Acoustical Society of America, Acta acustica (united with acustica), Hearing Research, International Journal of Audiology, Zeitschrift für Audiologie, Speech Communication, IEEE ASP (die Zeitschriften werden jeweils zur Verfügung gestellt).

<b>Titel</b>	<b>Biologische Probleme in der statistischen Physik</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Alexander Hartmann
<b>Lehrform und SWS</b>	S, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Kenntnisse in der statistischen Physik, Grundkenntnisse Biologie
<b>Inhalt</b>	<p>Einerseits basieren alle Vorgänge in der Molekularbiologie auf physikalischen Prozessen. Weiterhin handelt es sich bei Zellen um Systeme von Teilchen mit vielen Freiheitsgraden, also bietet sich eine statistische Modellierung an. Schließlich ist die Analyse von (molekular)biologischen Daten oft nur mittels ausgefeilten statistischen Methoden möglich. Damit spielt die statistische Physik in der Molekularbiologie eine zentrale Rolle. In diesem Seminar soll es um aktuelle Forschungsthemen auf diesem Gebiet gehen, basierend auf wissenschaftlichen Artikeln.</p> <p>Statistik von Sequenz-Alignment für Protein Datenbanken, Molekulardynamik Simulationen von Proteinen: Kraftspektroskopie, Gittermodelle für Proteinfaltung, Tieftemperaturverhalten von RNA Sekundärstrukturen und RNA Design, Modellierung von Zuentfaltung von RNA, Graphenmodellierung von Protein-Protein Wechselwirkungen, Alignment von biologischen Graphen, Krebserkennung mittels Datenclustering, boolesche Netzwerke als Modelle für Genregulation, Freie Energien über Nicht-Gleichgewichts-Studien: die Jarzynski-Gleichung</p>
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	mündliches Referat (inkl. schriftlicher Ausarbeitung)
<b>Medienformen</b>	Tafel, Folie, Beamerpräsentationen der Seminarbeiträge
<b>Literatur</b>	<p>Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ B. Alberts et al: Molecular Biology of the cell (Taylor &amp; Francis, 2008)</li> <li>○ R. Durbin et al: Biological Sequence Analysis (Cambridge University Press, 1998)</li> </ul> <p>Es wird in der ersten Veranstaltung eine Liste mit Literaturangaben zu jedem Referats-Thema ausgeteilt.</p>

<b>Titel</b>	<b>Brachytherapy and Treatment Planning in Radiotherapy</b>
<b>Dozent/in</b>	Dr. Kai Dörner und Jun. Prof. Dr. Björn Poppe
<b>Lehrform und SWS</b>	V, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Physics of Radiation Therapy and Dosimetry
<b>Inhalt</b>	Grundlagen der Bestrahlungsplanung und Brachytherapie
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur
<b>Medienformen</b>	PowerPoint
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ F. M. Khan: The Physics of Radiation Therapy. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 2003</li> <li>○ H. Krieger, W. Petzhold: Strahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz, Band 1 und 2, Teubner, Stuttgart, 1997</li> <li>○ IAEA, Syllabus on Medical Physics, siehe <a href="http://www.naweb.iaea.org/nahu/dmrp/syllabus.shtm">http://www.naweb.iaea.org/nahu/dmrp/syllabus.shtm</a></li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Computerorientierte Theoretische Physik</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Alexander K. Hartmann
<b>Lehrform und SWS</b>	V / Ü, 4 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	6
<b>Voraussetzungen</b>	Möglichst Kenntnisse einer höheren Programmiersprache sowie Kenntnisse der Vorlesung „Statistische Physik“. Vor Beginn der Veranstaltung sollte man sich das Skript zur C-Programmierung durchlesen, das vom Dozenten angeboten wird (StudIP Seite der Veranstaltung, oder direkt anfragen)
<b>Inhalt</b>	Mehr als 20 Prozent aller wissenschaftlichen Veröffentlichungen basieren heutzutage auf Computersimulationen. Diese Vorlesung bietet eine Einführung in das Gebiet und behandelt die gängigsten Verfahren. Ein zentraler Bestandteil sind praktische Übungen am Computer, denn am wichtigsten sind in diesem Bereich praktische Fähigkeiten. Wichtige Kapitel: Grundlagen der C Programmierung, Datenstrukturen, Algorithmen, Perkolation, Monte-Carlo Simulationen, Finite-Size Scaling, Quanten Monte Carlo, Molekulardynamik Simulationen, Ereignisgetriebene Simulationen, Graphen + Algorithmen, genetische Algorithmen, Optimierungsprobleme
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Zwei-wöchentliche Übungen am Computer sowie anschließendes abgeschlossenes Programmierprojekt
<b>Medienformen</b>	Tafel, Beamer
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ R. Sedgewick, Algorithms in C, (Addison-Wesley, Reading (MA) 1990)</li> <li>○ T.H. Cormen, S. Clifford, C.E. Leiserson, und R.L. Rivest, Introduction to Algorithms, (MIT Press 2001)</li> <li>○ B.W. Kernighan und R. Pike, The Practice of Programming, (Addison-Wesley, Reading (MA) 1999)</li> <li>○ A.K. Hartmann, Practical guide to computer simulation, (World-Scientific 2009)</li> <li>○ W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, und B.P. Flannery, Numerical Recipes in C, (Cambridge University Press, Cambridge 1995); siehe <a href="http://www.nr.com">http://www.nr.com</a></li> <li>○ W. Kinzel und G. Reents, Physics by Computer, (Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1999)</li> <li>○ M.P. Allen und D.J. Tildesley, Computer Simulation of Liquids, (Clarendon Press, Oxford 1990)</li> <li>○ J.M. Thijssen, Computational Physics,</li> <li>○ (Cambridge University Press, Cambridge, 1999)</li> <li>○ M. E. J. Newman und G. T. Barkema, Monte Carlo Methods in Statistical Physics (Clarendon Press, Oxford, 1999)</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Digitale Holographie</b>
<b>Dozent/in</b>	Dr. Gerd Gülker
<b>Lehrform und SWS</b>	S, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Einführung in die Photonik
<b>Inhalt</b>	<p>Die Holografie ermöglicht die Speicherung und Wiedergabe dreidimensionaler Wellenfelder und ermöglicht somit auch den Zugriff auf die Phase des Lichtes. Auf dieser Basis können hochempfindliche Messverfahren realisiert werden, um z.B. Verformungs- und Schwingungsanalysen lichtstreuender Objekte im Nanometerbereich durchzuführen. Für die Registrierung der interferierenden Lichtfelder werden nicht mehr Fotomaterialien verwendet, sondern CCD-Kameras, wobei dann die Rekonstruktion rein digital geschieht.</p> <p>In dem Seminar sollen die Grundlagen der digitalen Holographie erarbeitet und die verschiedensten Ausgestaltungen digital-holographischer Anordnungen erlernt werden. Neben Grundlagen der Wellenoptik und der skalaren Beugungstheorie werden insbesondere Methoden der Fourieroptik, Faltungs- und Korrelationskonzepte behandelt. Anwendungen im Bereich der zerstörungsfreien Prüfung, der gezielten Lichtfeldmanipulation oder der Fluidodynamik werden vermittelt, als auch aus wenig bekannten Bereichen wie der optischen Kryptographie oder der 3D-Display-Technik.</p>
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Referat
<b>Medienformen</b>	Tafel, Overheadfolien, Beamerpräsentation der Seminarbeiträge, Computersimulationen
<b>Literatur</b>	wird zu Beginn des Seminars bereitgestellt

<b>Titel</b>	<b>Econophysik</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Joachim Peinke
<b>Lehrform und SWS</b>	V / S, 2SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Bachelor in Physik oder Mathematik
<b>Inhalt</b>	Grundlagen finanztechnischer Größen, wie sie an Börsen gehandelt werden. Theorien zur Erstellung sicherer Fonds. Stochastische Modellierungsansätze von Wertnotierungen (ARCH, GARCH, Black Sholes) sowie neue Ansätze, mit denen aus empirischen Daten in parameterfreier Weise stochastische Modelle abgeleitet werden können. Beschreibung von Markov-Prozessen mittels Langevin- und Fokker-Planck Gleichungen.
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat
<b>Medienformen</b>	Tafel, Folien, Gruppenarbeit
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ R .N. Mantegna, H. E. Stanley: An Introduction to Econophysics. Cambridge University Press, Cambridge, 2000</li> <li>○ N. Shiryayev: Essentials of stochastic finance. World Scientific, Singapore, 1999</li> <li>○ J. Voit: The Statistical Mechanics of Capital Market. Springer, Berlin, 2003</li> <li>○ M. Levy, H. Levy, S. Solomon: Microscopic Simulation of Financial Markets. Academic Press, San Diego, 2000</li> <li>○ J. P. Bouchaud, M. Potters: Theory of Financial Risks. Cambridge University Press, Cambridge, 2000</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Einführung in die nichtlineare Dynamik</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Andreas Engel
<b>Lehrform und SWS</b>	V, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Mathematikvorlesungen des Fach-Bachelors Physik, Klassische Teilchen und Felder I
<b>Inhalt</b>	Einfache physikalische Systeme können überraschend komplexes Verhalten zeigen, wenn ihre Dynamik durch Nichtlinearitäten dominiert wird. In vielen Fällen ist das Langzeitverhalten durch chaotische Attraktoren mit fraktaler Geometrie gekennzeichnet, auf denen sich benachbarte Trajektorien des Systems im Mittel exponentiell voneinander entfernen. Die Vorlesung gibt eine Einführung in die grundlegenden Begriffe und Konzepte zur Beschreibung nichtlinearer Systeme und diskutiert verschiedene Anwendungen.
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung
<b>Medienformen</b>	Tafel, Folien, Beamer
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ D. W. Jordan, P. Smith: Nonlinear Ordinary Differential Equations</li> <li>○ S. H. Strogatz: Nonlinear Dynamics and Chaos</li> <li>○ H. G. Schuster: Deterministisches Chaos</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Einführung in die Pfadintegralmethoden</b>
<b>Dozent/in</b>	Dr. Eduardo Mendel
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Lehrform und SWS</b>	VL, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Quantenmechanik
<b>Inhalt</b>	Neue Formulierung der Quantenmechanik durch Summe der Amplituden über Pfade (Feynman). Anwendungen in der Quantenmechanik und in der Quantenfeldtheorie. Diskretisierung der Pfade, endliche Temperaturen und zeitabhängige Korrelationen
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	mündliche Prüfung oder Referat
<b>Medienformen</b>	Tafel, Folien, Beamer
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Feynman and Hibbs, Quantum Mechanics and Path Integrals</li> <li>○ Fadeev &amp; Slavnov, Gauge Fields: Introduction to Quantum Theory</li> <li>○ Lurie, Particles and Fields</li> <li>○ Kleinert, Pfadintegrale in der Quantenmechanik</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Einführung in die Topologie dynamischer Systeme</b>
<b>Dozent/in</b>	Dr. Christian Finke, Prof. Dr. Ulrike Feudel
<b>Lehrform und SWS</b>	S, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Grundkenntnisse der Differential- und Integralrechnung, etwa gemäß der VL „Analysis I“
<b>Inhalt</b>	Ziel der Veranstaltung ist ein Verständnis grundlegender Begriffe der Theorie dynamischer Systeme, welche sich von einem elementaren topologischen Standpunkt aus erarbeiten lassen. Im ersten Teil der Veranstaltung werden die benötigten mathematischen und methodischen Hilfsmittel in Form einer Vorlesung vorgestellt und an Beispielen demonstriert. Im folgenden Seminar tragen die Studenten über vertiefende Eigenschaften einiger aus der VL bekannten Beispiele vor.
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat
<b>Medienformen</b>	Tafel, Folien, PowerPoint
<b>Literatur</b>	Wird in der Veranstaltung bekanntgegeben

<b>Titel</b>	<b>Electrochemical Energy Storage I</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Carsten Agert
<b>Lehrform und SWS</b>	V, 2 SWS (englisch)
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	
<b>Inhalt</b>	<p>The course is supposed to give a basic overview of energy storage technologies as energy efficient and environmentally benign technologies supporting renewable energy implementation. Topics covered are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electricity storage <ul style="list-style-type: none"> <li>o Primary batteries</li> <li>o Secondary batteries</li> <li>o Other electrochemical concepts (redox flow battery, supercapacitors, hydrogen/fuel cells)</li> <li>o non-electrochemical concepts (flywheels, adiabatic compressed air energy storage, superconducting magnetic energy storage, pumped storage &amp; hydroelectric dams)</li> </ul> </li> <li>• Heat storage <ul style="list-style-type: none"> <li>o Physical basics of heat storage (sensible and latent heat, chemical heat storage, heat losses)</li> <li>o Criteria for design and application of the described heat storage technologies, storage materials</li> <li>o Long-term heat storage in low temperature applications, seasonal heat storage</li> </ul> </li> <li>• “bridging technologies” <ul style="list-style-type: none"> <li>o Heat pumps and co-generation units</li> </ul> </li> </ul>
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur
<b>Medienformen</b>	Projektor-Präsentation, Tafel
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Bockris/Reddy: Modern Electrochemistry, 1998 (Plenum Press, New York/London, 1998, ISBN 0-306-45554-4)</li> <li>o Bard/Faulkner: Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, 2nd Ed., 2001 (Wiley, 2001, ISBN 0-471-04372-9)</li> <li>o Nazri/Pistoia: Lithium Batteries (ISBN 978-0-387-92674-2)</li> <li>o Larminie/Dicks: Fuel Cell Systems (ISBN 0-470-84857-X)</li> <li>o Encycl. of Electrochem. Power Sources (ISBN 978-0-444-52093-7)</li> <li>o Handbook of Batteries (ISBN 0-07-135978-8)</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Elektronische Energiewandlung</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Gottfried Heinrich Bauer
<b>Lehrform und SWS</b>	V, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	alle Grundkurse in theoretischer Physik und Experimentalphysik
<b>Inhalt</b>	<p><i>Thermodynamische Grundlagen:</i> Hauptsätze, Energie- und Entropie-Flüsse, Legendre-Transformation für verallgemeinerte Potentialfunktionen</p> <p><i>Thermoelektrische Effekte:</i> Transportgleichung für Ladungsträger, Seebeck-, Peltier-, Thompson-Effekt, Verknüpfung dieser phänomenologischen Größen, Kreisprozess mit Elektronen (Elektronen-Maschine), reversible und irreversible Prozesse, Verallgemeinerung via Onsager-Relation, Festkörpereigenschaften und Güteziffer (figure of merit), Wirkungsgrade von thermoelektrischen Bauelementen als Wärmekraftmaschine, Wärmepumpe und als Kühler</p> <p><i>Thermionische Effekte:</i> Elektronenemission aus Metallen, Kreisprozess mit Elektronen, Raumladung und Kompensation durch Ionen, Oberflächen-Modifikation, Manipulation der Austrittsarbeit für Emitter und Kollektor, irreversible Terme, Wirkungsgrade von thermionischen Konvertern</p> <p><i>Solarenergie-Konverter:</i> Thermische Solarenergie-Wandlung, Quantensolarenergiewandlung, (Photonen-Maschinen)</p> <p><i>Magnetohydrodynamische Effekte:</i> Thermodynamischer Formalismus für offene Systeme / strömende Medien, Kreisprozesse, (Laval-Düse), Formalismus zur Bestimmung der Ausbeute via Enthalpieflussdichten</p> <p><i>Brennstoffzellen (fuel cells):</i> Thermodynamischer Formalismus für offene Systeme /strömende Medien mit reaktiven Spezies, (Gibb-Potential), Energie- und Teilchenerhaltung, Ausbeuten, Reaktanten und Reaktions-produkte.</p>
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	mündliche Prüfung
<b>Medienformen</b>	Tafel und Overheadfolien
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ S. W. Angrist: <i>Direct Energy Conversion</i>, Ally &amp; Bacon, Boston, 1965</li> <li>○ S. L. Chang: <i>Energy Conversion</i>, Prentice Hall, Englewood, Cliffs, 1963</li> <li>○ W. H. Bloss: <i>Elektronische Energiewandler</i>, Wiss. Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 1968</li> <li>○ Vorlesungsmanuskript: <i>Elektronische Energiewandlung</i>, G. H. Bauer, CvO Universität Oldenburg, 2009</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Elemente der statistischen Signalerkennung und -verarbeitung</b>
<b>Dozent/in</b>	Dr. Jörn Anemüller
<b>Lehrform und SWS</b>	S, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Vorlesung Signal- und Systemtheorie und/oder Vorlesung Informationsverarbeitung und Kommunikation
<b>Inhalt</b>	Aktuelle Arbeiten aus den Bereichen Statistische Signalverarbeitung, Erkennung und Schätzung für Audio-, Sprach- und biomedizinische Signale. Z.B. Klassifikation akustischer Signale, Spracherkennung, Quellentrennung, Objektbildung, EEG- und fMRI Signalanalyse.
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Referat
<b>Medienformen</b>	Beamer-Präsentation, Vortrag, Tafel, Computereperimente
<b>Literatur</b>	Aktuelle Artikel aus Fachzeitschriften, die im Kurs verteilt werden. Hintergrundinformationen aus einführender Literatur wie z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, 2006;</li> <li>○ Gold, Morgan: Speech and Audio Signal Processing, 2000;</li> <li>○ MacKay: Information Theory, Inference and Learning Algorithms, 2003.</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Experimente der Nichtlinearen Dynamik</b>
<b>Dozent/in</b>	apl. Prof. Dr. Achim Kittel
<b>Lehrform und SWS</b>	S, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Grundkenntnisse der Differential- und Integralrechnung, etwa gemäß der VL „Analysis I“, Kenntnisse aus der Experimentalphysik und von Messmethoden
<b>Inhalt</b>	Im Rahmen des Seminars werden Beispiele von Phänomenen nichtlinearer Dynamik und Strukturbildung aus den unterschiedlichen Fachrichtungen besprochen. Die Themen sind dabei: Chaos in mechanischen Systemen, Chaotisches Streuen, Strukturbildung im Gehirn, Solitonen, Aktivator/Inhibitor-Systeme, optische Datenspeicher und Verschlüsselung, Nichtlineare Phänomene in der Geophysik, Chaos in Josephson-Kontakten und –Arrays, Festkörperlaser, Chemische Systeme, Messungen und Simulation von Strömungen, optische Instabilitäten, Festkörperinstabilitäten, NMR-Laser, Räuber/Beute-Systeme, Strukturbildung bei Schleimpilzen, Verallgemeinerte Synchronisation, Stabilisieren von chaotischen Systemen
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	mündliche Prüfung oder Referat
<b>Medienformen</b>	Tafel, Folien, Computerpräsentation mit Beamer
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ H. G. Schuster: Deterministic Chaos, VCH, Weinheim, 1989</li> <li>○ V. S. Anishchenko: Nonlinear dynamics of chaotic and stochastic systems, 2. ed., Springer, Berlin, 2007</li> <li>○ P. Manneville: Instabilities, chaos and turbulence, Imperial College Press, London, 2004</li> <li>○ J. M. Cushing: Chaos in ecology, Academic Press, Amsterdam, 2003</li> <li>○ K. Aoki: Nonlinear dynamics and chaos in semiconductors, Inst. of Physics Publ., Bristol, 2001</li> <li>○ E. Schöll: Nonlinear spatio-temporal dynamics and chaos in semiconductors, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2001</li> <li>○ J. Drahos (Ed.): Non-linear dynamics in chemical and bioengineering processes, Pergamon, Oxford, 2000</li> <li>○ S. H. Strogatz: Nonlinear dynamics and chaos : with applications to physics, biology, chemistry, and engineering, Westview Press, Cambridge Mass., 2000</li> <li>○ F. W. Schneider, A. F. Münster: Nichtlineare Dynamik in der Chemie, Spektrum Akad. Verl., Heidelberg, 1996</li> <li>○ D. Ruelle: Turbulence, strange attractors, and chaos, World Scientific Publ., Singapore, 1995</li> <li>○ Nonlinear dynamics and neuronal networks: Proceedings of the 63rd W. E. Heraeus Seminar, Friedrichsdorf 1990 / ed.</li> </ul>

	<p>by H. G. Schuster, VCH, Weinheim, 1991</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ K. Pawelzik: Nichtlineare Dynamik und Hirnaktivität : Charakterisierung nichtlinearer experimenteller Systeme durch instabile periodische Orbits, Vorhersagen und Informationsflüsse, Deutsch, Thun, 1991</li></ul>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Titel</b>	<b>Grundkurs im Strahlenschutz mit Praktikum</b>
<b>Dozent/in</b>	Jun. Prof. Dr. Björn Poppe, Dr. Heiner von Boetticher
<b>Lehrform und SWS</b>	V / S, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Physics of Radiation Therapy and Dosimetry, Teilnahme limitiert
<b>Inhalt</b>	Strahlenphysik, Grundlage der Dosimetrie, Strahlenschutzgrundsätze, Strahlenschutzverordnung, Natürliche und zivilisatorische Strahlenbelastung, Praktikum im Bereich der Strahlenschutzmesstechnik
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur
<b>Medienformen</b>	PowerPoint
<b>Literatur</b>	Skript zum Kurs wird während des Kurses zur Verfügung gestellt

<b>Titel</b>	<b>Grundlagen nanostrukturierter Materialien</b>
<b>Dozent/in</b>	Jun.-Prof. Dr. Joanna Kolny-Olesiak / Dr. Holger Borchert
<b>Lehrform und SWS</b>	V, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	keine speziellen Voraussetzungen
<b>Inhalt</b>	Herstellungsverfahren für nanostrukturierte Materialien (z.B. Lithographie, chem. Synthese); Änderung von Materialeigenschaften beim Übergang in den nm-Bereich; Behandlung des Größenquantisierungseffektes (größenabhängige Änderung der Bandlücke von Halbleiter Nanopartikeln); Kolloidchemische Syntheseverfahren ; Behandlung wichtiger Charakterisierungsmethoden zur Untersuchung von Nanopartikeln (z.B. TEM, XRD, optische Spektroskopie); Anwendungen von Nanopartikeln (z.B. in der Photovoltaik, Katalyse, ...)
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat
<b>Medienformen</b>	Beamer-Präsentation, Tafel
<b>Literatur</b>	Aktuelle Fachliteratur

<b>Titel</b>	<b>Kritische Zustände im System Erde</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Ulrike Feudel
<b>Lehrform und SWS</b>	S, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Analysis, lineare Algebra
<b>Inhalt</b>	Diskussion aktueller Originalarbeiten aus der Umweltforschung, die vorrangig auf konzeptionellen Prozess-Modellen basieren (z.B. El Nino, thermohaline Zirkulation, Wechsel von Wetterlagen, Wechsel von Eiszeiten, Dansgaard-Oeschger Ereignisse, Tiefenkonvektion des Ozeans, Wechselwirkung mariner Biologie mit physikalischen Transportprozessen) und die mit Methoden der Nichtlinearen Dynamik analysiert
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat
<b>Medienformen</b>	Tafel, Folien, Computerpräsentation mit Beamer
<b>Literatur</b>	Wird in der VL bekanntgegeben

<b>Titel</b>	<b>Kurzer Weg zur Physik komplexer Netzwerke</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Alexander K. Hartmann, Dr. Oliver Melchert
<b>Lehrform und SWS</b>	V, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Kenntnisse der statistischen Physik, Grundkenntnisse im Umgang mit C/C++
<b>Inhalt</b>	<p>Zusammenhänge zwischen den Bestandteilen physikalischer, biologischer und sozialer Systeme lassen sich oft durch Verwendung komplexer Netzwerke charakterisieren. Beispiele sind Zitationsnetzwerke, das Internet und Protein-Wechselwirkungsnetzwerke. Deren Eigenschaften lassen sich dann durch analytische Ansätze sowie durch Computersimulationen modellieren. Eine Fragestellung ist z.B., ob sich aufgrund von statischen Netzwerkeigenschaften Aussagen über deren dynamische Eigenschaften treffen lassen.</p> <p>In der hier angebotenen Vorlesung geben wir einen Überblick über aktuelle Fragestellungen und Entwicklungen auf dem Gebiet der statistischen Physik komplexer Netzwerke. Etwa 1/3 der Vorlesungszeit thematisiert analytische Herangehensweisen, 2/3 hingegen sind algorithmisch angelegt.</p> <p>Zu den im Verlauf der Vorlesung behandelten Themen gehören: Modelle für Zufallsgraphen, "Wachstumsmodelle" zur Erzeugung spezieller Graphen, analytische/numerische Charakterisierung struktureller Eigenschaften von Zufallsgraphen, Bestimmung statistischer Eigenschaften von Netzwerken mittels "generierender Funktionen", dynamische Prozesse auf Netzwerken, Community Strukturen, Optimale Netzwerke, Phasenübergänge auf Netzwerken, Analyse von Messgrößen via Maximum-Likelihood Methoden</p>
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Mündliche Prüfung
<b>Medienformen</b>	Tafel, Folie, Beamerpräsentation, Computerprogramme
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Alain Barrat et al., Dynamical Processes on Complex Networks, Cambridge University Press 2008</li> <li>○ S.N. Dorogovtsev und J.F.F. Mendes, Evolution of Networks, Oxford University Press, 2002</li> <li>○ M.E.J. Newman, The Structure and Function of Complex Networks, SIAM Review 45, 167 (2003)</li> <li>○ R. Sedgewick, Algorithms in C part 5: Graph Algorithms, Addison-Weseley, 2001</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Mikrocontroller und Robotik für die Experimentalphysik</b>
<b>Dozent/in</b>	apl. Prof. Dr. Achim Kittel
<b>Lehrform und SWS</b>	PR, 4 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	6
<b>Voraussetzungen</b>	Kenntnisse aus der Experimentalphysik und Messmethoden
<b>Inhalt</b>	<p>Im Rahmen des Praktikums bekommen die Studierenden die Aufgabe einen Kleinroboter aufzubauen, der bestimmte Aufgaben erledigen soll wie z. B. bionische Fortbewegung, Reaktion auf Umwelteinflüsse, Messprobleme, Orientierung. Dazu wird eine Mikrocontrollerplatine auf der Basis eines RISK-Prozessors vom Typ AVR aufgebaut und in Betrieb genommen. Es werden eigene Schaltungen entworfen, um die teilweise selbstdefinierten Aufgaben zu bewältigen. Sensoren für unterschiedliche Größen dienen dabei zur Orientierung des Roboters (wie z. B. taktile und optische Sensoren, Druck-, Temperatur-, Magnetfeld-, Beschleunigungs-, Neigungs-, Rotationssensor, GPS-Empfänger).</p> <p>Sechs Studierende bilden ein Team, um einen Roboter aufzubauen. Jeweils zwei Studierende bilden in diesem Team eine Projektgruppe, um Teilaufgaben zu bearbeiten. Die Studierenden sollen dazu ein Projektmanagement entwickeln, um die gemeinsame Aufgabe effizient zu lösen. Die Dokumentation des Projekts erfolgt in Form von HTML-Seiten, welche nach Abschluss online gestellt werden.</p> <p>Mindestzahl Studierende 6; max. 12  Aufgabenstellung WS 2010: Aufbau eines Insekts mit 6 Beinen</p>
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	mündliche Prüfung und schriftliche Ausarbeitung
<b>Medienformen</b>	Tafel, Folien, Computerpräsentation mit Beamer
<b>Literatur</b>	AVR-Manual: <a href="http://www.avr-asm-tutorial.net/avr_de/">http://www.avr-asm-tutorial.net/avr_de/</a> <a href="http://www.avr-asm-tutorial.net/avr_en/">http://www.avr-asm-tutorial.net/avr_en/</a> Entwicklungsumgebung: <a href="http://www.atmel.com/dyn/Products/tools_card.asp?tool_id=2725">http://www.atmel.com/dyn/Products/tools_card.asp?tool_id=2725</a> Kurzanleitung zur Entwicklungsumgebung: <a href="http://www.robomodels.de/portal/index.php?id=199&amp;type=1">http://www.robomodels.de/portal/index.php?id=199&amp;type=1</a> Anleitung zum GNU-C-Compiler: <a href="http://www.siwawi.arubi.uni-kl.de/avr_projects/AVR-GCC-Tutorial_-_www_mikrocontroller_net.pdf">http://www.siwawi.arubi.uni-kl.de/avr_projects/AVR-GCC-Tutorial_-_www_mikrocontroller_net.pdf</a>

<b>Titel</b>	<b>Modelle in der Populationsdynamik</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Ulrike Feudel, Dr. Jan Freund
<b>Lehrform und SWS</b>	V / Ü, 2 + 1 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Analysis, lineare Algebra
<b>Inhalt</b>	Wachstumskinetiken, Modellierung von Geburts- und Sterbeprozessen sowie Konkurrenz als gewöhnliche Differentialgleichungen und als Abbildungen; altersstrukturierte Modelle (Matrixmodelle); stochastische Populationsmodelle; räumliche Modelle; Metapopulationsmodelle; adaptive Modelle
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat
<b>Medienformen</b>	Tafel, Folien, Computerpräsentation mit Beamer, Computerübungen
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ A. D. Bazykin: Nonlinear dynamics of interacting populations, World Scientific, 1998</li> <li>○ F. Brauer, C. Castillo-Chavez: Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology, Springer, 2000</li> <li>○ N. F. Britton: Essential Mathematical Biology, Springer, 2002</li> <li>○ J. D. Murray: Mathematical Biology I + II, Springer 2002</li> <li>○ D. L. De Angelis: Dynamics of Nutrient Cycling and Food Webs, Chapman &amp; Hall, 1992</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Moderne Probleme der Theoretischen Physik - Hamiltonsches Chaos</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Martin Holthaus
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Lehrform und SWS</b>	VL, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Grundkenntnisse der Theoretischen Mechanik, der Analysis und der Linearen Algebra
<b>Inhalt</b>	Hamiltonsche Systeme und ihre Integralinvarianten; Integrierte Hamiltonsche Systeme: Wirkungs- und Winkelvariablen; Störung integrierbarer Systeme: Das KAM-Theorem; Poincare-Abbildung und Poincare-Birkhoff-Fixpunktsatz; Hyperbolische Fixpunkte, homokline Punkte und Chaos; Anleitung zur Durchführung eigener numerischer Studien.
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat
<b>Medienformen</b>	Tafel, Beamer zur Darstellung numerischer Resultate
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ V. I. Arnold: Mathematical Methods of Classical Mechanics, Springer, Berlin (Second Edition, 2000)</li> <li>○ Jorge V. Jose, Eugene J. Saletan: Classical Dynamics: A Contemporary Approach, Cambridge University Press (1998)</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Oberseminar Medizinische Physik</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Dr. Birger Kollmeier
<b>Lehrform und SWS</b>	S, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Mindestens ein erfolgreich abgeschlossenes Modul im Vertiefungsgebiet Akustik und Signalverarbeitung oder Biomedizinische Physik und Neurophysik, möglichst eine Blockpraktikum aus der medizinischen Physik und Signalverarbeitung
<b>Inhalt</b>	Aktuelle Forschungsarbeiten aus folgenden Gebieten der medizinischen Physik, Signalverarbeitung und Akustik: Audiologie, Neurosensorik (EEG,MEG, fMRI, OAE,...), Psychoakustik, Sprachakustik, Sprachtechnologie, Signalverarbeitung für Hörgeräte und Multimedia
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat
<b>Medienformen</b>	Beamer, wiss. Texte
<b>Literatur</b>	Zeitschriften: J. Acoust. Soc. Am.; Acta acustica united with acustica; Int. J. Audiology; Hearing Research; Z. f. Audiology; Speech Communication; IEEE ASP

<b>Titel</b>	<b>Optics of metals and metal nanostructures</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Dai Sik Kim (Seoul National University, Korea)
<b>Lehrform 2 und SWS</b>	VL / 4 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	6
<b>Voraussetzungen</b>	Bachelor courses in Theoretical Physics and Experimental Physics
<b>Inhalt</b>	
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Exam or oral examination
<b>Medienformen</b>	Blackboard, Beamer, Slides
<b>Literatur</b>	

---

<sup>2</sup> V (Vorlesung), S (Seminar), Ü (Übung), PR (Praktikum)

<b>Titel</b>	<b>Organische Halbleiter und organisch-anorganische Hybridsysteme</b>
<b>Dozent/in</b>	Dr. Elisabeth von Hauff, Dr. Holger Borchert
<b>Lehrform und SWS</b>	V, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	keine speziellen Voraussetzungen
<b>Inhalt</b>	Einführung in Materialien mit konjugierten Pi-Systemen, Struktur und Herstellung von molekularen Kristallen und Dünnschichten, Gitterdynamik in molekularen Festkörpern, elektronische Anregungszustände, Frenkel-Exzitonen, Ladungstransport, organische Elektronik, Hybridsysteme aus konjugierten Polymeren und Halbleiter-Nanopartikeln
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat
<b>Medienformen</b>	Beamer-Präsentation, Tafel
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ W. Schworer: Organische Molekulare Festkörper, Wiley, 2005</li> </ul> Außerdem aktuelle Fachliteratur

<b>Titel</b>	<b>Paradoxa der speziellen Relativitätstheorie</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Andreas Engel
<b>Lehrform und SWS</b>	V / S, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Klassische Teilchen und Felder 1
<b>Inhalt</b>	Die Studierenden erarbeiten sich ein entwickeltes Verständnis der Grundaussagen der Speziellen Relativitätstheorie durch Auflösung paradoxer Sachverhalte. Unter anderem werden die Relativität der Gleichzeitigkeit, Zeitdilatation und Längenkontraktion, das Zwillingsparadoxon, die relativistische Geschwindigkeitsaddition, das Bell'sche Raumschiffparadoxon, das Aussehen relativistisch bewegter Körper, relativistische Stöße, die Lorentzkraft, Dopplereffekt und Abberation und der verborgene Impuls in der Elektrodynamik besprochen.
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Referat
<b>Medienformen</b>	Tafel, Beamer, Folien
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ W. Rindler, Introduction to Special Relativity, Oxford Science Publications, Oxford, 1990</li> <li>○ N. D. Mermin, It's about time, Princeton University Press, Princeton, 2005</li> <li>○ D. J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, Prentice Hall, New Jersey, 1999</li> <li>○ H. und M. Ruder, Die Spezielle Relativitätstheorie, Vieweg, Wiesbaden, 1993</li> </ul> sowie spezielle Zeitschriftenartikel zu den jeweiligen Referaten

<b>Titel</b>	<b>Physik der Oberflächen und Grenzflächen</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Gottfried Heinrich Bauer
<b>Lehrform und SWS</b>	V, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	alle Grundkurse in theoretischer Physik und Experimentalphysik
<b>Inhalt</b>	<p><i>Strukturelle Eigenschaften:</i> Relaxierung, Rekonstruktion, Rauigkeitsübergang, 2-dimensionale Beschreibung, Modelle zur Reduktion von Oberflächenenergien, Adsorbate, Streuexperimente</p> <p><i>Vibratorische Eigenschaften:</i> Dispersionsrelationen der einseitig begrenzten linearen Kette (ein-Atomsorten, zwei-Atomsortenstruktur), Erweiterung auf 3 Dimensionen, Raleigh-Wellen, Oberflächenpolaritonen</p> <p><i>Elektronische Oberflächeneigenschaften:</i> Jellium-Modell, quasifreies Elektronengas, unendliche und endlich hohe Potentialbarrieren, fast-freie Elektronen, Tight-Binding-Ansatz, Ladungszustand, WKB-Approximation</p> <p><i>Spektroskopische Methoden:</i> SIMS, UPS, XPS, LEED etc. zur Identifikation von Kenngrößen von Oberflächen/Grenzflächen (Kontakt-potential, Lage von Energieniveaus, chemische Verschiebung, Austrittspotential)</p>
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	mündliche Prüfung
<b>Medienformen</b>	Tafel, Overheadfolien
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ M. C. Desjonqueres, D. Spanjaard: Concepts in Surface Physics, Springer, Berlin, 1998</li> <li>○ H. Lüth: Surfaces and Interfaces of Solid Materials, Springer, Berlin, 1998</li> <li>○ M. Lannoo, P. Friedel: Atomic and Electronic Structure of Surfaces, Springer, 1991</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Quantenoptik</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Christoph Lienau und PD Dr. Christoph Weiß
<b>Lehrform und SWS</b>	V, 4 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	6
<b>Voraussetzungen</b>	Die Vorlesungen Experimentalphysik III und IV (Atom- und Molekülphysik sowie Thermodynamik und Statistik) sowie die Vorlesungen Theoretische Physik II und III (Quantenmechanik sowie Thermodynamik und Statistik)
<b>Inhalt</b>	<p>Die Veranstaltung richtet sich an Studierende mit Interesse sowohl an experimentellen als auch an theoretischen Fragestellungen der Quantenoptik. Im Zentrum stehen Fragen wie: Was ist Licht? Wie funktionieren Ein-Photonen-Quellen und wofür kann man diese verwenden? Wie versteht man Systeme, in denen sowohl Licht als auch Elektronen (Atome) wichtig sind? Was ist Verschränkung und welche Rolle spielt Verschränkung z.B. in der Quantenkryptographie? Was genau ist Kohärenz und warum geht diese meist so schnell verloren?</p> <p>Bei der gemeinsamen Beantwortung dieser Fragen werden auch Computer und Experimente eingesetzt.</p>
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung
<b>Medienformen</b>	Tafel, Beamer, Folien
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ S. Haroche, J.-M. Raimond: Exploring the Quantum – Atoms, Cavities and Photons, Oxford University Press, 2006</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Quantensolarenergiewandlung</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Gottfried H. Bauer
<b>Lehrform und SWS</b>	S, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Grundkurse in Experimental- und Theoretischer Physik, empfohlen VL „Quantensolarenergiewandlung“ (SoSe)
<b>Inhalt</b>	Konzepte der so. 3. Generation, Photon Management, Überschreitung des „Shockley-Queisser-Limits“
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Referat (Präsenz an allen Veranstaltungen ist selbstverständlich)
<b>Medienformen</b>	Tafel, Folien, Beamer
<b>Literatur</b>	wird entsprechend den jeweiligen Themen (aktuelle Artikel aus speziellen Journalen) zur Verfügung gestellt

<b>Titel</b>	<b>Regenerative Energieversorgung eines Verbrauchers</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Jürgen Parisi, M.Sc. Hans Holtorf
<b>Lehrform und SWS</b>	S, 2 SWS Die Veranstaltung findet in englischer Sprache statt.
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	
<b>Inhalt</b>	Die Studierenden dimensionieren die Energieversorgung eines netzfernen Verbrauchers. Dazu bestimmen sie das thermische und elektrische Lastprofil, Recherchieren energiemeteorologische und andere energetische Input Daten, planen mögliche Systemkonfigurationen, simulieren das Systemverhalten, optimieren die Systemkonfigurationen, bestimmen Systemqualitätsparameter, erstellen ökonomische Bewertung
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Referat
<b>Medienformen</b>	Tafel, Beamer, Physik Multimedial, CIP Cluster
<b>Literatur</b>	○ J. Twidell, W. Weir: Renewable Energy Resources, Spon Press

<b>Titel</b>	<b>Relativistische Quantenmechanik</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Jutta Kunz-Drolshagen
<b>Lehrform und SWS</b>	V / S, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Quantenmechanik, Spezielle Relativitätstheorie
<b>Inhalt</b>	Klein-Gordon-Gleichung: nicht-relativistischer Grenzfall, Wechselwirkung mit dem elektromagnetischen Feld, Dirac-Gleichung: freie Lösungen, nicht-relativistischer Grenzfall, Lorentz-Kovarianz, Teilchen in äußeren Feldern, Wasserstoffatom, Löcher Theorie, Kleinsches Paradoxon, PCT
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	mündliche Prüfung oder Referat
<b>Medienformen</b>	Tafel, Folien, Beamer
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ J. D. Bjorken, S. Drell: Relativistic Quantum Mechanics, Mc Graw-Hill 1965</li> <li>○ W. Greiner: Relativistic Quantum Mechanics, Springer 1994</li> <li>○ M.D. Scadron: Advanced Quantum Theory, Springer 1979</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Schwarze Löcher</b>
<b>Dozent/in</b>	apl. Prof. Dr. Claus Lämmerzahl
<b>Lehrform und SWS</b>	V / Ü, 3 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Mathematische Grundkenntnisse
<b>Inhalt</b>	Differentialgeometrie, Einstein-Gleichung, Geodätengleichung, Symmetrien, Killing-Vektoren, und Killing-Yano Tensoren, Lösungen der Einstein-Gleichungen (Schwarzschild, Kerr, Schwarzschild-de Sitter, Kerr-de Sitter, Reissner-Nordström, Taub-NUT), Effekte an Schwarzen Löchern, Horizonte, Singularitäten, Gravitationskollaps, Thermodynamik Schwarzer Löcher
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat
<b>Medienformen</b>	Tafel, Beamer, Skript
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ C.W. Misner, K.S. Thorne, J.A. Wheeler: Gravitation, Freeman 1973</li> <li>○ N. Straumann: General Relativity: With Applications to Astrophysics, Springer 2004</li> <li>○ B. O'Neill: The Geometry of Kerr Black Holes, Wellesley 1995</li> <li>○ W. Rindler: Relativity, Oxford University Press 2001</li> <li>○ J.B. Hartle: Gravity, Addison Wesley 2003</li> <li>○ R.M. Wald: General Relativity, University of Chicago Press 1984</li> <li>○ S. Chandrasekhar: The Mathematical Theory of Black Holes, Oxford University Press 1983</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Selected Topics of Medical Radiation Physics</b>
<b>Dozent/in</b>	Dr. Antje Rühmann, Jun. Prof. Dr. Björn Poppe
<b>Lehrform und SWS</b>	S, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	keine
<b>Inhalt</b>	Aktuelle Themen aus der Medizinischen Strahlenphysik wie: IMRT, NMR, PET, SPECT usw.
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Vortrag, Übungen
<b>Medienformen</b>	PowerPoint
<b>Literatur</b>	Wird während des Kurses zur Verfügung gestellt.

<b>Titel</b>	<b>Solar Energy Systems - Electric and Thermal</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Jürgen Parisi, M.Sc. Hans Holtorf
<b>Lehrform und SWS</b>	V, 2 SWS Die Veranstaltung findet in englischer Sprache statt.
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Teilnahme an der Veranstaltung Solar Energy I
<b>Inhalt</b>	Solarthermische sowie solarelektrische Systeme in deren Aufbau, Betriebsweise, Betriebskennwerte, Ökonomische Bewertung
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur
<b>Medienformen</b>	Tafel, Beamer, CIP Cluster
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ J. A. Duffie, W. A. Beckmann: Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley and Sons</li> <li>○ R. Messenger, J. Ventre: Photovoltaic Systems Engineering, CRC Press</li> <li>○ A. Luque, S. Heyedus: Handbook of PV Science and Engineering</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Spezielle Relativitätstheorie</b>
<b>Dozent/in</b>	apl. Prof. Dr. Claus Lämmerzahl
<b>Lehrform und SWS</b>	V / Ü, 3 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Mathematische Grundkenntnisse
<b>Inhalt</b>	Grundlegende Experimente zur Lorentz-Symmetrie, Herleitung der Lorentz-Transformationen, Minkowski-Raum-Zeit, Begriff der Gleichzeitigkeit, speziell-relativistische Effekte (Zeitdilatation, Längenkontraktion, Doppler-Effekt, Aberration, Geschwindigkeitsadditionstheorem, Sagnac-Effekt, ...), Speziell-relativistische Mechanik und $E = mc^2$ , Elektrodynamik, speziell-relativistische Quantenmechanik, Spinoren, Dirac-Gleichung, Suche nach Verletzungen der Lorentz-Symmetrie
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat
<b>Medienformen</b>	Tafel, Beamer, Skript
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ U.E. Schröder, Spezielle Relativitätstheorie, Harri Deutsch 2005</li> <li>○ R.U. Sexl, H.K. Urbandtke, Relativität, Gruppen, Teilchen, Springer-Verlag.</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Sprachverstehen in der Audiologie</b>
<b>Dozent/in</b>	Dr. Thomas Brand
<b>Lehrform und SWS</b>	S / 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Fortgeschrittene Kenntnisse entsprechend der Vertiefungsgebiete Akustik und Signalverarbeitung bzw. Biomedizinische Physik und Signalverarbeitung
<b>Inhalt</b>	Berichte über Probleme und Fortschritte aktueller Forschungsarbeiten (Bachelor- und Masterarbeiten, Dissertationen), Modellierung des Sprachverstehens bei Normal- und Schwerhörigen in komplexen akustischen Situationen, Einfluss linguistischer Parameter auf das Sprachverstehen, Psychoakustische Modelle, Automatische Spracherkennung, Entwicklung von (multilingualen) Sprachverständlichkeitstests, Zusammenhang audiologischer Messgrößen (Tonaudiogramm, BERA, TEOAE, Tympanometrie) mit dem Sprachverstehen
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Referat
<b>Medienformen</b>	Mündlich, Tafel, Beamer
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aktuelle Artikel aus Zeitschriften (z.B. International Journal of the American Society of America, International Journal of Audiology, Ear and Hearing, Journal of Speech, Language and Hearing Research)</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Stochastische Prozesse</b>
<b>Dozenten/innen</b>	Prof. Dr. A. Engel
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Lehrform / SWS</b>	V / S, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen (Empfehl.)</b>	Theoretische Physik I-III des Bachelor-Studiums
<b>Inhalt</b>	Einführung in die Methoden und Konzepte der Theorie stochastischer Prozesse, Langevin-Gleichungen, stochastische Integrale, Fokker-Planck-Gleichungen, Mastergleichungen, Funktionalintegrale, erzeugende Funktionen, numerische Methoden, Anwendung auf Zufallswanderungen, chemische Reaktionen, stochastische Thermodynamik, ökologische Systeme und Modelle von Finanzmärkten
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung
<b>Medienformen</b>	Tafel, Beamer, Folien
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ N. G. Van Kampen, Stochastic Processes in Physics and Chemistry, Elsevier, Amsterdam 2007</li> <li>○ C. W. Gardiner, Stochastic Methods for Physics, Chemistry and the Natural Sciences, Springer, Berlin, 2004</li> <li>○ H. Risken, The Fokker-Planck-Equation, Springer, Berlin, 1989</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Theorie der kondensierten Materie</b>
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. M. Holthaus, PD Dr. C. Weiß
<b>Lehrform und SWS</b>	V, 4 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	6
<b>Voraussetzungen</b>	Theoretische Physik: Klassische Teilchen und Felder I und Quantenmechanik Experimentalphysik: Festkörperphysik
<b>Inhalt</b>	Die Veranstaltung behandelt Fragen der kondensierten Materie; dabei nimmt die Behandlung konkreter Beispielprobleme breiten Raum ein.  Themen u.a. : Elektronen in starken und schwachen periodischen Potentialen, Unordnung, Hopping und Lokalisierung, Transportphänomene sowie Quantentheorie von Vielteilchensystemen.
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung
<b>Medienformen</b>	Tafel, Folien, Beamer und Computersimulationen
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ G. Czycholl: Theoretische Festkörperphysik</li> <li>○ U. Rössler: Solid State Theory</li> <li>○ Fetter/Welecka: Quantum Theory of Many Particle Systems.</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Vielteilchenverschränkung und Dekohärenz</b>
<b>Dozent/in</b>	PD Dr. Christoph Weiß
<b>Lehrform und SWS</b>	V, 2 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Quantenmechanik
<b>Inhalt</b>	Superpositionsprinzip, Verschränkung, identische Teilchen, Umgebung als Ursache für Dekohärenz, Schrödingerkatzen aus Photonen und kalten Atomen, Bose-Einstein-Kondensation
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung
<b>Medienformen</b>	Tafel, Beamer, Kopien
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ S. Haroche, J.-M. Raimond: Exploring the quantum, Oxford University Press, Oxford, 2006.</li> </ul>

<b>Titel</b>	<b>Zeitreihenanalyse</b>
<b>Dozent/in</b>	Dr. Jan Freund
<b>Lehrform und SWS</b>	V / Ü, 2 + 1 SWS
<b>Kreditpunkte</b>	3
<b>Voraussetzungen</b>	Mathematik Grundkenntnisse
<b>Inhalt</b>	<p>Basiskonzepte der Statistik und stochastischer Prozesse, Komponentenmodell, Trendbereinigung, spektrale Methoden, Filterung, lineare Prozesse, nichtlineare Prozesse, Einbettungsverfahren, Dimensionen, Lyapunovexponent, symbolische Dynamik, nichtlineare Rauschreduktion.</p> <p>Lernziele: Die Studierenden besitzen die Fähigkeit zur Analyse empirischer Zeitreihen mittels klassischer Verfahren der linearen Statistik wie auch moderner Verfahren der nichtlinearen Dynamik. Insbesondere für letztere ist die kritische Interpretation numerischer Resultate von essentieller Bedeutung für die Analyse.</p>
<b>Studien- / Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung
<b>Medienformen</b>	Tafel, Beamer, Laptop
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ R. Schlittgen, B. H. J. Streitberg: Zeitreihenanalyse, Oldenbourg, München, 2001</li> <li>○ R. H. Shumway, D. S. Stoffer: Time Series Analysis and Its Applications, Springer Texts in Statistics, Springer, New York, 2000</li> <li>○ M. Priestley: Spectral Analysis and Time Series vols. 1 and 2, Academic Press, London, 1994</li> <li>○ H. Kantz, T. Schreiber: Nonlinear Time Series Analysis, Cambridge UP, Cambridge (UK), 1997</li> <li>○ H. D. I. Abarbanel: Analysis of Observed Chaotic Data, Springer, New York, 1996</li> </ul>