

11 Wissenschaftliches Rechnen

	Module	Modulnr.	ECTS
3. Semester			
WP-a	Numerische Mathematik 1 / Num. Math. für SimTech (Pool-NUM)	11820 / 100500	9 bzw. 6
WP-b	Grundlagen der künstlichen Intelligenz (Pool-INF)	10110	6
Wahl	Systemkonzepte und -programmierung / Statistische und Stochastische Grundlagen	40090 78680	6 6
4. Semester			
WP-a	Strömungslehre I (Pool-ING)	12130	6
WP-b	Numerische Grundlagen (Pool-NUM)	78670	6
Wahl	Numerische Mathematik 2 / Modellbildung und Simulation	11850 10120	9 6
5. Semester			
WP-a	Grundlagen der künstlichen Intelligenz (Pool-INF)	10110	6
WP-b	Freie Auswahl (Pool-ING / Pool-NW)		6
Wahl	Numerik für Differentialgleichungen / Grundlagen des Wissenschaftlichen Rechnens	100460 42410	9
6. Semester			
	Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie	75710	9
	High Performance Computing	42420	6

a, b: Alternativen



Prof. Miriam Schulte

Institut für Parallele und Verteilte Systeme,
Abteilung Simulation großer Systeme

www.ipvs.uni-stuttgart.de/departments/sgs

Telefon: 685-88465

E-Mail: miriam.schulte@ipvs.uni-stuttgart.de

Weitere Ansprechpartner:



Prof. Dominik Göddeke

Institut für Angewandte Analysis und Numerische Simulation,
Lehrstuhl für Mathematische Methoden für komplexe Simulation
der Naturwissenschaft und Technik

E-Mail: dominik.goeddeke@mathematik.uni-stuttgart.de



Prof. Christian Rohde

Institut für Angewandte Analysis und Numerische Simulation,
Lehrstuhl für Angewandte Mathematik

E-Mail: christian.rohde@mathematik.uni-stuttgart.de

Die Vertiefungsrichtung versteht „Simulation Technology“ als ein interdisziplinäres Fach zwischen Mathematik und Informatik, wobei gleichzeitig eine hohe Affinität für Anwendungsprobleme und ihre Modellierung in den Natur-, Ingenieurs-, Lebens- oder Wirtschaftswissenschaften existieren muss: Der Ausgangspunkt in dieser Profillinie ist meist ein Modell eines Phänomens, das typischerweise gegeben ist als ein System von Differentialgleichungen. Beispiele wie die Navier-Stokes Gleichungen für

Strömungsphänomene sind bekannt aus der Ringvorlesung, und aus der Vorstellung anderer Profildbereiche in dieser Broschüre.

Im Wissenschaftlichen Rechnen (auch: Computational Science and Engineering) geht es nun darum, ein solches Problem, gegeben durch ein (festes) Modell, möglichst genau und gleichzeitig möglichst effizient zu lösen. Bis auf langweilige Ausnahmen ist dies analytisch, d.h. mit Papier und Bleistift als geschlossene „Formel“, nicht möglich, so dass numerische Approximationen bestimmt werden müssen. In der (numerischen) Mathematik wird Genauigkeit und Effizienz meist über Konvergenzraten iterativer Verfahren oder Diskretisierungstechniken quantifiziert, und das Ziel besteht darin, Fehlerschranken in Abhängigkeit von Verfahrensparametern tatsächlich zu beweisen. Weiter stehen rigorose Aussagen zur Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen im Fokus. In der Informatik stehen beispielsweise Laufzeit und Speicherplatzbedarf im Mittelpunkt, und ein Ziel besteht darin, durch eine Implementierung eine beweisbare Laufzeitoptimalität einer Datenstruktur oder eines Algorithmus tatsächlich zu erreichen.

Die beiden Ziele der Genauigkeit und Effizienz widersprechen sich offenbar auf den ersten Blick, und genau das macht den Reiz des Wissenschaftlichen Rechnens aus. Oftmals reicht die Lösung eines einzigen solchen „Vorwärtsproblems“ zudem nicht aus, beispielsweise in der Optimierung, bei sogenannten Inversen Problemen, oder bei der Quantifizierung von Unsicherheiten. Spätestens hierbei sind die zu lösenden approximativen Probleme so groß, dass eine Lösung nur auf Parallelrechnern überhaupt bestimmt werden kann. Hierdurch wird der Genauigkeits- und Effizienzbegriff erweitert auf die sogenannte Skalierbarkeit: Wenn die Anzahl der Computer-Ressourcen verdoppelt wird, so wird die Lösung eines festen Problems in der halben Zeit, und/oder die Lösung eines „doppelt so großen“ Problems in der gleichen Zeit angestrebt. Hierbei ist „Zeit“ synonym zu verstehen für jede Form der Ressourcenbeschränkung, ein modernes Forschungsgebiet ist beispielsweise die Energieeffizienz, insbesondere im Pervasive Computing. Zusammengefasst ist es eine Kernaufgabe des Wissenschaftlichen Rechnens, Algorithmen und mathematische Verfahren synergetisch und adaptiv zu entwerfen, zu analysieren und zu realisieren.

Die empfohlenen Module sind so ausgewählt, dass neben einer Vertiefung in ein „Anwendungsfach“ zu gleichen Teilen die notwendigen Grundlagen in der Mathematik und der Informatik gelegt werden, um in Seminaren, Forschungsprojekten, Bachelorarbeiten und im Master-Studium „zaubern“ zu können. Während im Bachelor Programmierkenntnisse in Matlab, SciPy o.ä. ausreichen, ist spätestens beim Bachelor-Forschungsprojekt, bei einer Bachelorarbeit und bei der Vertiefung im Master eine gewisse Souveränität in C++ meist unerlässlich. Hinzu kommt im Ausblick die Neugier und Einarbeitungsbereitschaft beispielsweise in die Programmierung des Höchstleistungsrechners am HLRS, von GPUs für Fragestellungen außerhalb der Computergrafik, oder von noch unkonventionelleren Architekturen wie Netzwerke mobiler Endgeräte.

Weiterführung im Master-Studiengang

	Module	Modulnr.	ECTS
	1. Semester Master		
SimSci	Numerische Simulation	42460	6
SIM	Introduction to the Numerics of Partial Diff. Equ. for SimTech / Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen	104200 34910	6 9
DAT	Data Science for Engineers and Scientists	100040	6
Wahl	Ausgewählte Kapitel des Wissenschaftlichen Rechnens	42480	6
Wahl	<i>Anwendungsorientierte Vorlesung frei aus Wahlkatalog</i>		6
	2. Semester Master		
DatSci	Machine Learning	29470	6
SIM	Mathematical Foundations of Scientific Computing / Wissenschaftliches Rechnen	104210 60110	6 9
SIM/DAT	Sustainable Development of Simulation Software Computergraphik	104240 48620	6 6

	Deep Learning	75960	6
Wahl	Parallele Numerik	56790	6
Wahl	<i>Anwendungsorientierte Vorlesung frei aus Wahlkatalog</i>		6
	3. Semester Master		
SIM	Modelling and Analysis of Coupled Systems	104220	6
DAT	Advanced Probability and Statistics for SimTech	2131	6
Wahl	Advanced Numerics of Partial Differential Equations	60110	6
Wahl	Spezielle Aspekte der Numerik	34950	6
	Simulation Software Engineering	105340	6
Wahl	<i>Anwendungsorientierte Vorlesung frei aus Wahlkatalog</i>		6

SimSci, DatSci: eigene Wahlpflichtkataloge Simulation Science / Data Science

SIM/DAT: Weitere Wahlpflichtkataloge Simulation / Data