

# Module Description 39-Inf-ASB Algorithmic stochastics in (bio) informatics

Faculty of Technology

*Version dated Jun 5, 2026*

This module guide reflects the current state and is subject to change. Up-to-date information and the latest version of this document can be found online via the page

<https://ekvv.uni-bielefeld.de/sinfo/publ/modul/26787740>

The current and valid provisions in the module guide are binding and further specify the subject-related regulations (German "FsB") published in the Official Announcements of Bielefeld University.

Non-official translation of the module descriptions. Only the German version is legally binding.

## **39-Inf-ASB Algorithmic stochastics in (bio)informatics**

---

### **Faculty**

---

Faculty of Technology

### **Person responsible for module**

---

Prof'in Dr. Ellen Baake

### **Regular cycle (beginning)**

---

Every winter semester

### **Credit points**

---

10 Credit points

### **Competencies**

---

Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der Vermittlung von verschiedenen Methoden und Techniken als "Werkzeuge" für ein breites Spektrum von Problemen aus der (Bio-)Informatik. Die Studierenden lernen, in Wahrscheinlichkeiten zu denken und mit Wahrscheinlichkeitsverteilungen und ihren numerischen Eigenschaften umzugehen. Als Vorbereitung auf die Abschluss-Arbeit wird insbesondere in den Übungen verlangt, besprochene Methoden auf neue Probleme zu übertragen. Die Übungen beinhalten deswegen auch Programmier- und Projektaufgaben, in denen die Verfahren aus der Vorlesung implementiert und angewendet werden. Eine Vielzahl von Anwendungen aus der aktueller Forschungsliteratur wird von den Studierenden im Seminar erarbeitet und vorgetragen.

The lecture course focusses on the various methods and techniques as 'tools' for a wide spectrum of problems from bioinformatics and informatics in the sciences. The students learn to think in terms of probabilities and to deal with probability distributions and their numerical properties. In the assignments, they will be asked to apply the methods to new problems. The assignments also contain programming exercises, in which the methods presented in the lecture are to be implemented and applied. In the seminar, students deal with the interface to the current research literature.

### **Content of teaching**

---

Viele komplexe Probleme der Bio- und allgemeiner der naturwissenschaftlichen Informatik (z.B. Alignment, Gene finding, Inferenz fuer Populationssequenzdaten) lassen sich nicht gleichzeitig effizient und optimal mit deterministischen Verfahren lösen; in diesem Fall nimmt man oft stochastische Methoden zur Hilfe. Aufbauend auf stochastischen Grundlagen aus der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik legt dieses Modul die nötigen Grundlagen (Darstellung von Verteilungen im Computer; Rechnen mit sehr kleinen Wahrscheinlichkeiten; Effiziente Generierung von Zufallszahlen aus vorgegebenen Verteilungen; Testen der Qualität von Zufallszahlengeneratoren). Als ein wichtiges Hilfsmittel werden Markov Chain Monte Carlo Methoden (Metropolis-Hastings; Gibbs sampler) anhand von Anwendungsbeispielen vorgestellt, sowie Methoden des importance sampling und der Simulation seltener Ereignisse.

Literatur:

- James E. Gentle. Random Number Generation and Monte Carlo Methods. Springer 1998.
- Christian P. Robert und George Casella. Monte Carlo Statistical Methods. Springer 2002.
- Donald E. Knuth. The Art of Computer Programming vol. 2. Addison-Wesley 1998.

- Neil Madras, Lectures on Monte Carlo Methods, AMS 2002.
- James Bucklew, Introduction to Rare Event Simulation, Springer 2004.

Many complex problems in bioinformatics and informatics in the sciences (like alignment, gene finding, inference from population sequence data) cannot be solved efficiently with deterministic algorithms; instead, one often resorts to stochastic methods. Starting from the basics of probability theory and statistics, this module lays the foundations of algorithmic stochastics (representation of distributions in the computer; computing with very small probabilities; random number generation; generation of random numbers from various distributions; testing the quality of random number generators). Furthermore, Markov chain Monte Carlo methods (Metropolis-Hastings; Gibbs sampler) will be presented, as well as methods of importance sampling and rare event simulation.

Literature:

- James E. Gentle. Random Number Generation and Monte Carlo Methods. Springer 1998.
- Christian P. Robert and George Casella. Monte Carlo Statistical Methods. Springer 2002.
- Donald E. Knuth. The Art of Computer Programming vol. 2. Addison-Wesley 1998.
- Neil Madras, Lectures on Monte Carlo Methods, AMS 2002.
- James Bucklew, Introduction to Rare Event Simulation,

Springer 2004.

## Recommended previous knowledge

---

Mathematik für Informatik I und II,  
24-M-VTB oder 24-M-VTN

Knowledge as in the modules 24-M-INF1 Mathematik für Informatik I, 24-M-INF2 Mathematik für Informatik II, 24-M-VTB Vertiefung Mathematik für die Bioinformatik or 24-M-VTN Vertiefung Mathematik für die Naturwissenschaften

## Necessary requirements

---

—

## Explanation regarding the elements of the module

---

### Unbenotete / benotete Modulprüfung:

Die Modul(teil)prüfung kann in einigen Studiengängen nach Wahl der Studierenden auch "unbenotet" erbracht werden. Vor Erbringung ist eine entsprechende Festlegung vorzunehmen, eine nachträgliche Änderung (benotet - unbenotet) ist ausgeschlossen. Wird diese Option gewählt, ist es nicht möglich, dieses Modul zu verwenden, um es in einen Studiengang einzubringen, in dem dieses Modul bei der Gesamtnotenberechnung berücksichtigt wird.

### Begründung der Notwendigkeit von zwei Modulteilprüfungen:

In der Vorlesung wird die theoretische Beherrschung des Stoffes überprüft, während im Seminar die selbstständige Aufbereitung und Präsentation von Fallstudien geprüft wird.

### Ungraded / Graded Module Examination:

The (partial) examination of the module can be performed as "ungraded" in some study programs at the students choice. Before the examination a respective determination must be carried out, a later modification (graded - ungraded) is impossible. If the "ungraded" option is chosen, it is not possible to include this module in a study program where this module is deemed to enter the calculation of the overall grade.

**Statement of Necessity for two Module Partial Examinations:**

In the lecture course, the theoretical skills will be examined, whereas the seminar examines the independent preparation and presentation of case studies.

Module structure: 0-1 bPr, 1-2 uPr<sup>1</sup>

## Courses

Title	Type	Regular cycle	Workload <sup>5</sup>	LP <sup>2</sup>
<b>Algorithmische Stochastik in der Bioinformatik</b>	lecture	WiSe	60 h (30 + 30)	2 [Pr] [Pr]
<b>Algorithmische Stochastik in der Bioinformatik</b>	exercise	WiSe	60 h (30 + 30)	2
<b>Fallstudien zu Algorithmischer Stochastik in der Bioinformatik</b>	seminar	SoSe	90 h (30 + 60)	3 [Pr]

## Examinations

Allocated examiner	Type	Weighting	Workload	LP <sup>2</sup>
Teaching staff of the course <b>Algorithmische Stochastik in der Bioinformatik (lecture)</b>  <i>In einigen Studiengängen der Technischen Fakultät kann die Modulteilprüfung nach Wahl der Studierenden auch "unbenotet" erbracht werden (s. Erläuterungen zu den Modulelementen und die jeweilige FsB). Wird die unbenotete Option gewählt, ist es nicht möglich, dieses Modul zu verwenden, um es in einen Studiengang einzubringen, in dem dieses Modul bei der Gesamtnotenberechnung berücksichtigt wird. Erläuterungen zu dieser Prüfung siehe unten (benotete Prüfungsvariante).</i>	Portfolio mit Abschlussprüfung	without grades	90h	3
Teaching staff of the course <b>Algorithmische Stochastik in der Bioinformatik (lecture)</b>  <i>Portfolio aus Übungsaufgaben, die veranstaltungsbegleitend und in der Regel wöchentlich gestellt werden, und Abschlussklausur (in der Regel 90 min) oder mündlicher Abschlussprüfung (in der Regel 30 min). Die Übungsaufgaben ergänzen und vertiefen den Inhalt der Vorlesung. Mitarbeit in den Übungsgruppen (Zweimaliges Vorrechnen von Übungsaufgaben nach Aufforderung). Die Veranstalterin/der Veranstalter kann einen Teil der Übungsaufgaben durch Präsenzübungen ersetzen. Nachweis einer ausreichenden Zahl korrekt gelöster Übungsaufgaben (in der Regel 50% der im Semester für das Lösen der Aufgaben erzielbaren Punkte). Die Abschlussprüfung bezieht sich auf</i>	Portfolio mit Abschlussprüfung	1	90h	3

<p>den Inhalt der Vorlesung und der Übung und dient der Bewertung.</p> <p><i>Portfolio of Exercises and final written (90 min. as a rule) or oral (30 min. as a rule) exam. The exercises broaden and deepen the contents of the lecture. Collaboration during the exercises ( two times demonstration of exercises after request). The lecturer can replace parts of the exercises with presence exercises. A sufficient number of exercises have to be solved correctly (as a rule, 50 % of the maximal score). The final exam is related to the contents of lecture and exercises and is used for the grading of the module.</i></p>				
<p>Teaching staff of the course <b>Fallstudien zu Algorithmischer Stochastik in der Bioinformatik (seminar)</b></p> <p><i>Referat (30-45 Minuten) mit Ausarbeitung (5-10 Seiten)</i></p>	<p>Referat mit Ausarbeitung</p>	<p>without grades</p>	<p>-</p>	<p>-</p>

## Legend

---

- 1 The module structure displays the required number of study requirements and examinations.
  - 2 LP is the short form for credit points.
  - 3 The figures in this column are the specialist semesters in which it is recommended to start the module. Depending on the individual study schedule, entirely different courses of study are possible and advisable.
  - 4 Explanations on mandatory option: "Obligation" means: This module is mandatory for the course of the studies; "Optional obligation" means: This module belongs to a number of modules available for selection under certain circumstances. This is more precisely regulated by the "Subject-related regulations" (see navigation).
  - 5 Workload (contact time + self-study)
- SoSe** Summer semester
- WiSe** Winter semester
- SL** study requirement
- Pr** Examination
- bPr** Number of examinations with grades
- uPr** Number of examinations without grades