

Studienplan der Zusatzfächer der Math.-Nat. und Med. Fakultät

+30 ECTS in

- **Mathematik**
- **Informatik**
- **Physik**
- **Chemie**
- **Geographie**
- **Biologie**
- **Sport- und
Bewegungswissenschaften**

Biologie +30

Angenommen von der Math.-Nat. und Med. Fakultät am 06.04.2020

2.6 Biologie E+30, für Studierende mit propädeutischer Ausbildung

[Version 2020, Anrechnungseinheit: PV-SBL.0000058]

2.6.1 Beschreibung und Zweck

Dieses Programm wird Studierenden der Math.-Nat. und Med. Fakultät oder anderer Fakultäten angeboten, die bereits 60 ECTS-Kreditpunkte im Zusatzfach Biologie E absolviert haben. Das Programm BIOLOGIE E+30 beinhaltet:

- einen obligatorischen Teil zu 15 ECTS auf Masterstufe. Dieser Teil wird auf Englisch unterrichtet.
- einen Teil von 15 ECTS nach Wahl, auf Bachelorstufe (Deutsch und/oder Französisch).

Es besteht die Möglichkeit, mehr als 15 ECTS-Kreditpunkte aus der UE der Masterstufe zu belegen. Der Überschuss wird von dem Teil auf Bachelorstufe abgezogen.

Die Gesamtzahl der ECTS-Kreditpunkte für dieses Zusatzfach kann zwischen 30 und 36 Kreditpunkten liegen. Sobald die Anzahl von 36 Kreditpunkten erreicht ist, werden zusätzliche ECTS-Kreditpunkte nicht mehr in den gewichteten Durchschnitt einbezogen (Art. 23).

Code	Unterrichtseinheiten	Sem.	tot. Std.	ECTS
Obligatory courses*				
SBL.00114	Experimental genetics ¹	AS ^o	8	1
SBL.00115	The RNA world ¹	AS	12	1.5
SBL.00117	Neurogenetics ²	AS	28	3
SBL.00119	Molecular genetics of model organism development ⁴	AS	28	3
SBL.00213	Ecological networks ³	SS [#]	20	2
SBL.00216	Introduction to statistics with R – Model selection	SA	12	1
SBL.00219	The evolution of life histories and aging ³	SS	14	1.5
SBL.00307	Symbiosis: how plants and microbes communicate ³	AS	12	1.5
SBL.00308	Plant development: the life of a sessile organism	AS	12	1.5
SBL.00323	Plant biotechnology ³	SS	24	3
SBL.00414	Cell fate and tissue regeneration ⁵	AS	8	1
SBL.00416	Biological rhythms ⁵	SS	8	1
SBC.04201	Cell cycle control ⁵	AS	12	1.5
Total ECTS credits in obligatory courses				15

^{1,2,3,4,5} At least one teaching unit must be taken from each group.

* Make sure that prerequisites are met (see table 2.6.4)

^o Autumn semester

[#] Spring semester

Zur Wahl:

Code	Unterrichtseinheit	tot. Std.	ECTS
Biochemie			
SBC.00009	Methoden in Biochemie	14	1.5
SBC.00106	Zellbiologie	39	4
SBC.00119	Grundlagen der Biochemie	42	6
SBC.00113	Ergänzende Molekularbiologie	35	3
SBC.00115	Molekulare Humangenetik	13	1.5
SBC.00116	Hefe Genetik	12	1.5
SBC.07003	Einführung in die Bioinformatik und die Genomik (Vorlesung und Übungen)	56	4.5
Biologie			
SBL.00014	Molekularbiologie	28	3
SBL.00015	Tierphysiologie	28	3
SBL.00018	Molekularbiologie der Pflanzen	28	3
SBL.00019	Methoden der Molekularbiologie	28	3
SBL.00020	Neurobiologie	28	2
SBL.00021	Evolutionsbiologie	28	3
SBL.00032	Pflanzen-Pathogen Interaktionen	18	2
SBL.00037	Experimentelle Ökologie	45	3
SBL.00049	Populationsgenetik	28	3
SBL.00057	Entwicklungsbiologie	16	1.5
SBL.00060	Pflanzenstoffwechsel und seine Rolle in der menschlichen Gesundheit und Ernährung	14	1.5
SBL.00061	Funktionale Diversität der Mikroorganismen	14	1.5
Medizinische und Umweltwissenschaften			
SSE.00101	Grundkurs Umweltwissenschaften: Ökologie	28	3
SSE.00104	Grundkurs Umweltwissenschaften: Umweltethik	28	3
SFS.00001	Philosophie und Ethik der Naturwissenschaften	28	3
SFS.00002	Naturwissenschaften und Gesellschaft	28	3
SME.06104	Spezialisierte klinische Mikrobiologie	24	2.5
SPY.00110	Physiologie und Pathophysiologie der grossen Regulierungssysteme, Teil I (A)	28	3
SPY.00111	Physiologie und Pathophysiologie der grossen Regulierungssysteme, Teil II (A)	28	3
Total der UE zur Wahl			15

A Unterrichtseinheiten mit dem gleichen Buchstaben müssen zusammen gewählt werden

* Achtung: die meisten UE unterliegen Voraussetzungen. Bitte Tabelle 2.6.4 beachten.

2.6.2 Inhalt der Unterrichtseinheiten

- Die Vorlesung *Methoden in Biochemie* (SBC.00009) stellt neue Entwicklungen und verschiedene Technologien vor, die in der Protein- und Makromolekül-Forschung und in der Zellbiologie benutzt werden.
- Der Kurs *Zellbiologie* (SBC.00106) behandelt die molekularen Mechanismen, welche es erlauben die Struktur und Funktionalität einer einzelnen Zelle (Transport von Proteinen an ihren Bestimmungsort, Autophagie, Zytoskelett, mitochondriale Vererbung) oder des ganzen Organismus (Stammzellen, Apoptose, Zell-Verbindungen, extrazelluläre Matrix) aufrecht zu erhalten.
- Der Kurs *Ergänzende Molekularbiologie* (SBC.00113) vertieft Konzepte der Molekularbiologie mit Hauptgewicht auf Synthese und Reparatur von DNS. Darüber hinaus bietet der Kurs eine Einführung in die Benutzung von Programmen und Datenbasen, welche

es ermöglichen, DNS Sequenzen zu analysieren und zu verändern, z.B. im Hinblick auf eine Genklonierung.

- Die Vorlesung *Molekulare Humangenetik* (SBC.00115) liefert einerseits Erkenntnisse über die Grundlagen der Humangenetik und andererseits einen Einblick in die molekularen Mechanismen, die in der medizinischen Pathologie von Bedeutung sind. Ausserdem umfasst dieser Kurs Informationen über die Methoden der Diagnostik und der Therapie dieser Krankheiten.
- Die Vorlesung *Grundlagen der Biochemie* (SBC.00119) bietet eine Einführung in die Biochemie. Sie beschreibt die Zusammensetzung, die Struktur und den Metabolismus der wichtigsten Zellbestandteile und des Organismus (d.h. Aminosäuren, Zucker und Lipide).
- The lecture *Cell cycle control* (SBC.04201) covers specific aspects of cell cycle control mechanisms in eucaryotes.
- Der Kurs *Einführung in die Bioinformatik und die Genomik* (SBC.07003) beschreibt die allgemeinen Grundsätze der Bioinformatik und ihren Anwendungen in die Genomik. Dieser Kurs übermittelt grundlegende Kenntnisse in der Algorithmen und Datenbanken. Diesen Kenntnisse werden benützt um die Protein- oder die Nukleotidsequenzen zu vergleichen und zu analysieren. Dieser Kurs beschreibt die Sequenzierungstechnologien der nächsten Generation und ihren Verwendung bei der Untersuchung des Genoms von verschiedenen Organismen und in biomedizinische Forschung.
- Die Vorlesung *Molekularbiologie* (SBL.00014) ist eine Einführung in die genetische Regulierung bei den Eukaryoten.
- Die Vorlesung *Tierphysiologie* (SBL.00015) beschreibt die Grundlagen der Physiologie sowie ausgewählte Themen der vergleichenden Tierphysiologie.
- Die Vorlesung *Molekularbiologie der Pflanzen* (SBL.00018) vertieft zelluläre und molekularbiologische Aspekte der Pflanzen.
- *Methoden der Molekularbiologie* (SBL.00019) ist eine Einführung in die Prinzipien der molekularbiologischen Methoden.
- Die *Neurobiologie* (SBL.00020) gibt einen Einblick in fortgeschrittene Neurobiologie und behandelt molekulare und zelluläre Aspekte sowie neuronale Funktionen und Verhalten.
- Die Vorlesung *Evolutionsbiologie* (SBL.00021) behandelt die Mechanismen der Evolution und der Evolutionsgenetik sowie ausgewählte Themen der modernen Evolutionsforschung.
- Die Vorlesung *Pflanzen-Pathogen Interaktionen* (SBL.00032) vertieft die physiologischen, biochemischen und molekularen Grundlagen der pflanzlichen Krankheiten. Dabei werden die pflanzlichen Resistenzmechanismen speziell betont.
- Im Praktikum *Experimentelle Ökologie* (SBL.00037) lernen die Studierenden Experimente zu planen und auszuführen, sowie das experimentelle Design, die statistischen Analysen und die Präsentation der Resultate.
-
- Die Vorlesung *Populationsgenetik* (SBL.00049) studiert die Änderungen der Häufigkeit verschiedener Genversionen (Allele) in einer Population in Abhängigkeit der Zeit und des Ortes unter dem Einfluss der natürlichen Selektion, des genetischen Drifts, von Mutationen und Migrationen.
- Die Vorlesung *Entwicklungsbiologie* (SBL.00057) beschreibt die Phänomene welche zur Bildung von mehrzelligen Organismen führen. Er erläutert auch die Strategien und Techniken die zum Studium dieser Phänomene gebraucht werden.
- *Der Pflanzenstoffwechsel und seine Rolle in der menschlichen Gesundheit und Ernährung* (SBL.00060): Pflanzen sind autotrophe Organismen, die eine sehr wichtige Rolle spielen in der Ernährung und der menschlichen Gesundheit. Sie sind eine wichtige Quelle sowohl von Kohlenhydraten, Proteine und Lipiden sowie von Mikronährstoffen wie Vitaminen, die für das Wachstum und die Entwicklung von Tieren unentbehrlich sind. Außerdem verfügen Pflanzen über einen hohen Stoffwechsel und stellen eine Vielzahl von Verbindungen mit pharmakologischen Eigenschaften her, welche in der Medizin verwendet werden um

zahlreiche Krankheiten zu heilen. Diese Vorlesung ist eine Einführung in diese für den Menschen unentbehrlichen Stoffwechsellmoleküle und deren Biosynthese bei den Pflanzen.

- Die Vorlesung *Funktionale Vielfalt der Mikroorganismen* (SBL.00061) gibt einen Überblick über die verschiedenen Funktionen von Mikroorganismen in der Umwelt und ihre Interaktionen mit anderen Organismen. Dabei wird insbesondere auf ihre Rolle in biogeochemischen Kreisläufen, in der Biotechnologie und in der Agrarwissenschaft eingegangen. Diese Vorlesung beschreibt auch das vielzellige Verhalten von Mikroorganismen, wie z.B. die Bildung von Biofilmen oder die Regulierung der Genexpression, die über Quorum-Sensing Mechanismen auf Populationsebene geschieht.
- Die Vorlesung *Grundlagen der Bakteriologie* (SBL.00063) erklärt die Grundlagen der bakteriellen Physiologie. Er behandelt insbesondere die Ernährung, den Stoffwechsel, das Wachstum und das Bewegungsvermögen, sowie das vielzellige Verhalten der Bakterien (Bildung von Biofilm, Gen-Regulierung per Quorum-Sensing). Er gibt auch einen Überblick über die Vielfalt der Welt der Bakterien und ihre Entwicklung seit dem Anfang des Lebens auf der Erde.
- The lecture course *Experimental genetics* (SBL.00114) gives the theoretical background of the main techniques used in modern genetics. Students will learn how to localise genes using deletions, polymorphisms, recombination frequencies and the candidate gene approach. Furthermore, this course presents the design of forward genetic screens, reverse genetics, how to construct strains and the use of sequence databases and CRISPR technology for gene editing. This lecture is intended for students who are interested in pursuing their education on genetic model organisms such as *S. cerevisiae*, *Drosophila*, *C. elegans*, Zebrafish and *Arabidopsis*.
- The *RNA world* (SBL.00115): The flow of genetic information goes from DNA to RNA, and from RNA to proteins. Then how could the first proteins be made if they are needed for transcription and translation? The hypothesis of the RNA world suggests that catalytic RNAs (ribozymes) may have preceded proteins. This lecture will briefly describe the origins of life and emphasize the importance of ribozymes, their mode of action and their roles in today's world. The mechanism of RNA interference, the importance of non-coding RNAs and the implications of RNA technology, including CRISPR regulation and evolution will be discussed.
- The course *Neurogenetics* (SBL.00117) consists of an introduction into developmental genetics of *Drosophila* followed by a comprehensive coverage of neurogenetics, the key discipline of developmental neurobiology. The neurogenetic part begins with an overview of modern genetic and neurobiological methods in *Drosophila* and then focuses on the major highlights of neurogenetic research in *Drosophila*, *C. elegans* and vertebrates. Topics include: early neurogenesis, nervous system regionalization, tissue specification, axonal pathfinding, neuromuscular specificity, biological rhythms, learning and memory, mechanosensation, and olfaction. The topics are covered by an up-to-date script. This lecture is also accessible to MSc students from Berne.
- The course *Molecular genetics of model organism development* (SBL.00119) is an introduction into some of the most popular model systems used for the study of development. These include *Xenopus*, Mouse, *C. elegans*, *Drosophila* and Zebrafish. The value of different technical approaches will be discussed. Further emphasis will be on presenting key experiments and the most recent findings for each system. Topics may vary from year to year but are likely to include transcriptional, translational, post-translational and epigenetic control of gene expression.
- Nuclear organization and chromosome dynamics (SBL.00130): DNA-associated processes, such transcription, replication, recombination, but also chromosome pairing during meiosis, occur in the context of the highly organized cell nucleus. Several structural elements of the nucleus such as the nuclear lamina or special nuclear compartments are known to regulate these processes. Changes in the nuclear organization are accompanying development and

differentiation processes and defects in the nuclear architecture are known to be responsible for several human diseases. This course will focus on the elements that are shaping the nuclear architecture and their role in the activity of the genome. Since meiotic nuclei are the home of beautiful chromosome choreography and an intense nuclear reorganization, this course will also include an overview of the mechanisms underlying these processes. Understanding the molecular mechanisms underlying nuclear organization and chromosome dynamics is essential for human health and fertility. Key concepts of the lecture are nuclear architecture, chromatin domains, nuclear compartment, chromosome territories and pairing, recombination and genome stability.

- *Ecological networks* (SBL.00213): The course will give an introduction to graph theory and to the historical development of the research on ecological networks. It will tackle key studies on the structure and dynamics of ecological networks, with a special focus on food webs.
- *Introduction to statistics with R – Model selection* (SBL.00216): Many of us are interested in questions like "which factors influence a certain biological phenomenon?", but are unsure which statistical test to apply. The purpose of the course is to understand which test is appropriate for your data. I'll cover the standard statistical tests and explain in easy-to-understand terms how to use the R software to analyse your data. We cover linear and non-linear regression, t-tests, anova, ancova, multiple regression and other model-fitting techniques. This course provides a short introduction into the R environment, model-fitting and then tackles in more depth the problem of model selection (the task of selecting "good" models from a set of candidate models). The free and open source software R (<http://www.r-project.org>) has revolutionized the statistical data analysis for most bioscience disciplines. The R environment runs on all common operating systems.
- *The Evolution of Life History Traits and Aging* (SBL.00219) is an advanced course for students with a solid background in evolutionary ecology, evolutionary genetics and quantitative genetics with a strong interest in understanding Darwinian fitness and natural selection. The basic evolutionary problem the course addresses is how natural selection "designs" organisms to achieve optimal survival and reproductive success. The course will be strongly based on the book "The evolution of life histories", by Stephen C. Stearns, *Oxford University Press 1992*. The course requires proficiency in English and the willingness to actively engage in discussing, asking questions, reading, presenting material, etc. An understanding of basic statistics and mathematics (including calculus) is helpful.
- In the lecture *Plant biotechnology* (SBL.00302) your memory of the basic methods and associated problems of plant transformation will be refreshed followed by a discussion of various examples of plant biotechnology.
- The course *Symbiosis: how plants and microbes communicate* (SBL.00307) deals with the mutual recognition between the plant and the microbial partner, and with the coordination of their development. In general, the course consists of short introductory lectures followed by critical examination of the recent literature on the topic. The goal is to show how scientific knowledge is generated and interpreted.
- The course *Plant development: the life of a sessile organism* (SBL.00308) describes central issues of developmental programmes involved in embryogenesis, root, shoot, and flower development. The emphasis will be on hormonal control of morphogenesis and pattern formation, and on the determinants of organ identity.
- Die Vorlesung *Philosophie und Ethik des Naturwissenschaften* (SFS.00001) vermittelt die philosophischen Ideen der modernen Zeit bis zur Gegenwart. Studierende werden das Interesse für den Dialog zwischen Wissenschaftler und Philosophen entdecken, für die Entwicklung einer persönlichen Überlegung über die gegenwärtigen Wissenschaften.
- Die Vorlesung *Naturwissenschaften und Gesellschaft* (SFS.00002) möchte vor allem die wichtigen Elemente der Geschichte der Ideen im westlichen Denken vermitteln, für ein

besseres Verständnis der Inhalte und Gewichtung der zeitgenössischen Auseinandersetzungen über Wissenschaften und deren Anwendungen und Einfluss auf die Gesellschaft.

- Die Vorlesung *Physiologie und Pathophysiologie der grossen Regulationssysteme, Teil I und II* (SPY.00110, SPY.00111) wird über zwei Semester erteilt. Sie behandelt die Hauptfunktionssysteme des menschlichen Körpers (Generelles, Nervensystem, Kardiovaskuläres System, Nierensystem, Atmungssystem, Verdauungssystem und Drüsensystem) im Rahmen der Regulationsmechanismen. Dazu gehört noch eine Einleitung zu pathophysiologischen Zuständen.
- *Grundkurs Umweltwissenschaften: Ökologie* (SSE.00101): Im Laufe der Erdgeschichte hat sich ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Geo-, Hydro-, Bio- und Atmosphäre eingestellt, das jedoch zunehmend durch anthropogene Aktivitäten gestört wird. Welches sind die Prozesse und Interaktionen? Wann werden Schwellenwerte überschritten, wodurch ein neuer und oft irreversibler Gleichgewichtszustand herbeigeführt wird? In diesem Grundkurs werden Grundlagen, Konzepte und Beispiele aus der Praxis der Geowissenschaften und der Biologie vorgestellt und diskutiert.
- *Grundkurs Umweltwissenschaften: Umweltethik* (SSE.00104): Philosophische und theologische Begründungsversuche: Ist Raubbau an der Natur unmoralisch? Sollen wir unserem Handeln gegenüber der nicht-menschlichen Natur Schranken auferlegen? Was aber sind gute Gründe für ein naturachtsames Verhalten? Diesen Fragen will die Vorlesung sowohl aus philosophischer wie aus theologischer Sicht nachgehen, dabei werden sowohl klassische Texte der Ökologieethik zur Sprache kommen wie auch Grundpositionen theologischer und philosophischer Ethik.
- Die Vorlesung *Physiologie und Pathophysiologie der grossen Regulationssysteme I und II* (SPY.00101, SPY.00102) wird über zwei Semester erteilt. Sie behandelt die Hauptfunktionssysteme des menschlichen Körpers (Generelles, Nervensystem, Kardiovaskuläres System, Nierensystem, Atmungssystem, Verdauungssystem und Drüsensystem) im Rahmen der Regulationsmechanismen. Dazu gehört noch eine Einleitung zu pathophysiologischen Zuständen.

2.6.3 Bewertung der Unterrichtseinheiten

Die Bewertungsmodalitäten der UE sind einzeln pro Bereich im Anhang aufgeführt. Bitte die entsprechenden Anhänge der Biologie, Biochemie, Geographie, Medizinischen Wissenschaften, morphologie und physiologie, der Erdwissenschaften, und der Fakultät konsultieren (<http://www3.unifr.ch/scimed/plans/eval>).

2.6.4 Voraussetzungen zum Besuch der Unterrichtseinheiten dieses Zusatzfachs

Unterrichtseinheiten in der linken Spalte setzen voraus, dass die entsprechende(n) Einheiten in der rechten Spalte belegt worden oder während dem gleichen Semester belegt werden. Generell sind SBL.00001; SBL.00002; SBL.00003 und SBL.00004 sowie SBL.00040; SBL.00041 und SBL.00042 obligatorische Voraussetzungen.

UE	Voraussetzung
SBL.00018 :	SBL.00014, SBL.00060, SBL.00061
SBL.00019 :	SBL.00014
SBL.00032 :	SBL.00045
SBL.00037 :	SBL.00013
SBL.00061 :	SBL.00063
SBL.00114 :	SBL.00014
SBL.00115 :	SBL.00014
SBL.00117 :	SBL.00014, SBL.00020
SBL.00119 :	SBL.00014, SBL.00057
SBL.00130 :	SBL.00014
SBL.00213 :	SBL.00013
SBL.00219 :	SBL.00013, SBL.00021
SBL.00307 :	SBL.00045
SBL.00308 :	SBL.00045
SBL.00323 :	SBL.00045
SBL.00414 :	SBL.00014
SBL.00416 :	SBL.00014
SBC.04201 :	SBC.00116, SBC.00106
SBC.00113 :	SBL.00014
SBC.00115 :	SBL.00014
SME.06104 :	SME.05103