

# MITTEILUNGSBLATT

## DER

### KARL-FRANZENS-UNIVERSITÄT GRAZ



56. SONDERNUMMER

---

Studienjahr 2017/18

Ausgegeben am 24. 05. 2018

33.k Stück

---

## Curriculum

für das

## Masterstudium

### Environmental System Sciences / Climate Change and Environmental Technology

Curriculum 2018

**Impressum:** Medieninhaber, Herausgeber und Hersteller: Karl-Franzens-Universität Graz, Universitätsplatz 3, 8010 Graz. Verlags- und Herstellungsort: Graz.  
Anschrift der Redaktion: Rechts- und Organisationsabteilung, Universitätsplatz 3, 8010 Graz.  
E-Mail: [mitteilungsblatt@uni-graz.at](mailto:mitteilungsblatt@uni-graz.at)  
Internet: [https://online.uni-graz.at/kfu\\_online/wbMitteilungsblaetter.list?pOrg=1](https://online.uni-graz.at/kfu_online/wbMitteilungsblaetter.list?pOrg=1)

**Offenlegung gem. § 25 MedienG**

Medieninhaber: Karl-Franzens-Universität Graz, Universitätsplatz 3, 8010 Graz. Unternehmensgegenstand: Erfüllung der Ziele, leitenden Grundsätze und Aufgaben gem. §§ 1, 2 und 3 des Bundesgesetzes über die Organisation der Universitäten und ihre Studien (Universitätsgesetz 2002 - UG), BGBl. I Nr. 120/2002, in der jeweils geltenden Fassung.  
Art und Höhe der Beteiligung: Eigentum 100%.  
Grundlegende Richtung: Kundmachung von Informationen gem. § 20 Abs. 6 UG in der jeweils geltenden Fassung.

---

# Curriculum für das Masterstudium Environmental System Sciences / Climate Change and Environmental Technology

Curriculum 2018

Dieses Curriculum wurde vom Senat der Karl-Franzens-Universität Graz in der Sitzung vom 16.5.2018 und vom Senat der Technischen Universität Graz in der Sitzung vom 7.5.2018 genehmigt.

---

Das naturwissenschaftliche Masterstudium ist ein gemeinsam eingerichtetes Studium (§ 54e UG) der Karl-Franzens-Universität Graz (Uni Graz) und der Technischen Universität Graz (TU Graz) im Rahmen von „NAWI Graz“. Rechtsgrundlagen für dieses Studium sind das Universitätsgesetz (UG) sowie die Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzungen der Uni Graz und der TU Graz in der jeweils geltenden Fassung.

## Inhaltsverzeichnis:

I	Allgemeines .....	3
§ 1.	Gegenstand des Studiums und Qualifikationsprofil .....	3
II	Allgemeine Bestimmungen.....	5
§ 2.	Zulassungsbedingungen .....	5
§ 3.	Zuteilung von ECTS-Anrechnungspunkten .....	5
§ 4.	Gliederung des Studiums .....	6
§ 5.	Lehrveranstaltungstypen .....	6
§ 6.	Gruppengrößen .....	7
§ 7.	Richtlinien zur Vergabe von Plätzen für Lehrveranstaltungen .....	7
III	Studieninhalt und Studienablauf .....	8
§ 8.	Module, Lehrveranstaltungen und Semesterzuordnung .....	8
§ 9.	Wahlmodul: Lehrveranstaltungskataloge .....	11
§ 10.	Freifach .....	14
§ 11.	Masterarbeit .....	14
§ 12.	Anmeldevoraussetzungen für Lehrveranstaltungen/Prüfungen .....	15
§ 13.	Auslandsaufenthalte und Praxis .....	15
IV	Prüfungsordnung und Studienabschluss .....	16
§ 14.	Prüfungsordnung .....	16
§ 15.	Studienabschluss .....	17
V	In-Kraft-Treten und Übergangsbestimmungen .....	18
§ 16.	In-Kraft-Treten .....	18
§ 17.	Übergangsbestimmungen .....	18



---

Anhang I	
Modulbeschreibungen .....	19
Anhang II	
Studienablauf .....	29
Anhang III	
Empfohlene Lehrveranstaltungen für das Freifach .....	30
Anhang IV	
Äquivalenzliste .....	31
Anhang V	
Zulassung zum Studium .....	32
Anhang VI	
Glossar .....	33

## I Allgemeines

### § 1. Gegenstand des Studiums und Qualifikationsprofil

Das naturwissenschaftliche Masterstudium Environmental System Sciences / Climate Change and Environmental Technology (ESS / CCET) umfasst vier Semester. Der Gesamtumfang beträgt 120 ECTS-Anrechnungspunkte gem. § 54 Abs 3 UG.

Das Masterstudium ESS / CCET wird als fremdsprachiges Studium gemäß § 63a Abs. 8 UG in englischer Sprache durchgeführt.

Absolventinnen und Absolventen dieses Studiums wird der akademische Grad „Master of Science“, abgekürzt „MSc“, verliehen.

#### (1) Gegenstand des Studiums

Mit dem Masterstudium ESS / CCET wird die forschungsorientierte Qualifikation für die Behandlung naturwissenschaftlich-technologischer Aspekte des Klimawandels, geowissenschaftlicher Prozesse und umweltrelevanter technologischer Entwicklungen erworben. Diese fachliche Ausrichtung wird mit rechtlichen Grundlagen und anwendungsorientierten Methoden erweitert, mit interdisziplinären und systemwissenschaftlichen Kooperationsanteilen mit strukturell gleich aufgebauten naturwissenschaftlichen, sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Studien der Umweltsystemwissenschaften (USW)<sup>1</sup> ergänzt und mit einem eigenverantwortlich gestalteten Modul im Curriculum als individuellen Schwerpunkt abgerundet.

#### (2) Qualifikationsprofil und Kompetenzen

Absolventen und Absolventinnen des Masterstudiums ESS / CCET verfügen in den Themenbereichen Klima, Merkmale und Folgen des Klimawandels, geowissenschaftliche Prozesse sowie Möglichkeiten und Rahmenbedingungen nachhaltiger Umwelttechnologie über qualifiziertes Wissen mit Anknüpfung an neueste Erkenntnisse und naturwissenschaftlich-technologische Handlungsmöglichkeiten. Mit der Ausbildung in physikalischer und chemischer Analytik sowie Grundkenntnissen in Programmieralgorithmen besitzen sie den Überblick über das Einsatzprofil und zu erwartende Veränderungen bei moderner Umwelttechnik - die Voraussetzung für innovative forschungsorientierte Aktivitäten auf Basis kritischer Bewertung von Problemlagen an der Schnittstelle zwischen technologischen Möglichkeiten und gesellschaftlichen Anliegen.

Den verantwortungsbewussten Einsatz dieser Kompetenzen entwickeln Absolventen und Absolventinnen des Masterstudiums ESS / CCET aus ihrer Ausbildung in Themenbereichen wie Klima und Umwelt, ökologische Prozessgestaltung, Umweltmanagement und gesetzliche Grundlagen sowie Regulation und Controlling im Umweltbereich. Gefestigt wird dieses Leistungsprofil durch prakti-

---

<sup>1</sup> An der Uni Graz sind zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Curriculums folgende USW-Masterstudien eingerichtet: USW / Geographie, USW / Nachhaltigkeitsorientiertes Management und USW / Volkswirtschaftslehre. An der Uni Graz und TU GRAZ ist das Masterstudium Environmental System Sciences / Climate Change and Environmental Technology eingerichtet.

sche Erfahrung in interdisziplinären Teams sowohl bei der Analyse von Aufgabenstellungen und Bearbeitung von Projekten, als auch beim Einsatz systemwissenschaftlicher Methoden zur Abstraktion und Parametrisierung von Problemlagen und Bewertung von Ergebnissen aus daraus abgeleiteten Bearbeitungs- bzw. Handlungsoptionen.

Besondere Leistungsfähigkeit darf von Absolventen und Absolventinnen des Masterstudiums ESS / CCET bei der Verknüpfung des Wissensstandes verschiedener Disziplinen erwartet werden: kompetente Entscheidungen bei komplexen und unübersichtlichen Problemlagen verbunden mit fundierter Argumentation sowohl gegenüber betroffenen Zielgruppen als auch MitarbeiterInnen und vorgelagerten Stellen. Diese Fertigkeiten können sie sowohl in Unternehmen und Betrieben, als auch im öffentlichen Sektor oder bei NGOs einbringen und dort zukunftsorientierte Funktionsbereiche und Strategien für heutige Herausforderungen entweder neu etablieren oder weiterentwickeln.

In verantwortlich leitender Position können Absolventen und Absolventinnen des Masterstudiums ESS / CCET komplexe, unvorhersehbare Situationen sowohl selbständig mit adäquaten nachhaltigkeitsorientierten Strategien und Massnahmen begegnen als auch die Umsetzung strategischer Entscheidungen leiten.

(3) Bedarf und Relevanz des Studiums für die Wissenschaft und für den Arbeitsmarkt  
Typische Einsatzbereiche für Absolventen und Absolventinnen des Masterstudiums ESS / CCET:

- Lehre und Forschung auf universitärem Niveau,
- Bewertung und Folgenabschätzung von Aspekten des Klimawandels,
- Erarbeitung von Strategien und Massnahmen zu Klimaschutz, Klimawandelanpassung und zu Verlusten und Schäden in Hinblick auf die Bewältigung des Klimawandels und seiner Folgen
- Strategieentwicklungen und Umsetzungen im öffentlichen Sektor und in Unternehmen am Weg zu einer nahezu treibhausgas-emissionsfreien Wirtschaft und Gesellschaft
- Umweltanalytik, Umwelt-Monitoring und Umweltschutz,
- Entwicklung von Strategien und Prozessen zur nachhaltigen Energie-, Abfall- und Reststoffnutzung,
- Überwachung und Optimierung ressourcen- und energieschonender Technologien,
- Entwicklung und Umsetzung von Strategien und Prozessen zu nachhaltiger Nutzung von Rohstoffen, Materialien und Energie,
- Umsetzung und Betreuung REACH-relevanter Aspekte,
- Begleitung geologischer / geowissenschaftlicher Projekte,
- Beratung und Betreuung von Umweltschutzeinrichtungen,
- Entwicklung nachhaltiger Produkte, Prozesse und Dienstleistungen,
- Tätigkeit in umweltrelevanten Bereichen des öffentlichen Sektors,
- Umweltmanagement in privaten Unternehmen und NGOs.

## II Allgemeine Bestimmungen

### § 2. Zulassungsbedingungen:

- (1) Die Zulassung zu einem Masterstudium setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder eines fachlich in Frage kommenden Fachhochschul-Bachelorstudienganges oder eines anderen gleichwertigen Studiums an einer anerkannten inländischen oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus (§ 64 Abs. 3 UG).
- (2) Das Masterstudium ESS / CCET baut auf dem im Rahmen von NAWI Graz angebotenen Bachelorstudium Umweltsystemwissenschaften / Naturwissenschaften-Technologie (USW / NAWI-Tech) auf. Absolventinnen und Absolventen dieses Studiums erfüllen jedenfalls die Aufnahmevoraussetzungen für das Masterstudium ESS / CCET. Weiters sind im Anhang V Bachelorstudien gelistet, deren Absolventinnen und Absolventen die Zulassungsvoraussetzungen erfüllen, für die jedoch Lehrveranstaltungen aus dem Bachelorstudium Umweltsystemwissenschaften / Naturwissenschaften-Technologie vorgeschrieben werden.
- (3) Wenn die Gleichwertigkeit grundsätzlich gegeben ist und nur einzelne Ergänzungen auf die volle Gleichwertigkeit fehlen, können zur Erlangung der vollen Gleichwertigkeit zusätzliche Lehrveranstaltungen und Prüfungen aus dem Bachelorstudium Umweltsystemwissenschaften / Naturwissenschaften-Technologie (USW / NAWI-Tech)' im Ausmaß von maximal 30 ECTS-Anrechnungspunkten vorgeschrieben werden. Die Anerkennung dieser zusätzlich zu erbringenden Leistungen ist für das Freifach gemäss §10 bis zu einem Umfang von 5 ECTS zulässig.
- (4) Um einen Gesamtumfang der aufbauenden Studien von 300 ECTS-Anrechnungspunkten zu erreichen, ist die Zuordnung ein und derselben Lehrveranstaltung sowohl im zur Zulassung berechtigenden Bachelorstudium als auch im gegenständlichen Masterstudium ausgeschlossen.

### § 3. Zuteilung von ECTS-Anrechnungspunkten

Allen von den Studierenden zu erbringenden Leistungen werden ECTS-Anrechnungspunkte zugeteilt. Mit diesen ECTS-Anrechnungspunkten ist der relative Anteil des mit den einzelnen Studienleistungen verbundenen Arbeitspensums zu bestimmen, wobei das Arbeitspensum eines Jahres 1500 Echtstunden zu betragen hat und diesem Arbeitspensum 60 ECTS-Anrechnungspunkte zugeteilt werden (entsprechend einem Umfang von 25 Echtstunden je ECTS-Anrechnungspunkt). Das Arbeitspensum umfasst den Selbststudienanteil und die Semesterstunden. Eine Semesterstunde entspricht 45 Minuten pro Unterrichtswoche des Semesters.

#### § 4. Gliederung des Studiums

Das Masterstudium ESS / CCET mit einem Arbeitsaufwand von 120 ECTS-Anrechnungspunkten umfasst vier Semester und ist wie folgt modular strukturiert:

<b>Master Environmental System Sciences / Climate Change and Environmental Technology (ESS / CCET)</b>	
<b>Modules</b>	<b>ECTS</b>
Obligatory Module A: Interdisciplinary Practice	10
Obligatory Module B: System Sciences	10
Obligatory Module C: Climate and Environment	11
Obligatory Module D: Applied Clean Technology	8
Obligatory Module E: Ecological Process Design	10
Obligatory Module F: Environmental Management and Legal Basics	8
Obligatory Module G: REACH	5
Environmentally oriented Elective Subject H acc. §9	18
I Master Seminar and Master Exam	3
J Master Thesis	30
K Free Electives acc. §10	7
<b>Gesamt</b>	<b>120</b>

#### § 5. Lehrveranstaltungstypen

- (1) Vorlesungen (VO)\*: Sie dienen der Einführung in die Methoden des Fachgebietes und der Vermittlung von Überblicks- und Spezialkenntnissen aus dem gesicherten Wissensstand, aus dem aktuellen Forschungsstand und aus besonderen Forschungsbereichen des Faches.
- (2) Vorlesungen mit Übungen (VU)\*: Dabei erfolgt sowohl die Vermittlung von Überblicks- und Spezialkenntnissen als auch die Vermittlung von praktischen Fähigkeiten. Die Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.
- (3) Übungen (UE)\*: Übungen haben den praktischen Zielen der Studien zu entsprechen und dienen der Lösung konkreter Aufgaben. Die Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.
- (4) Laborübungen (LU)\*: Laborübungen dienen der Vermittlung und praktischen Übung experimenteller Techniken und Fähigkeiten. Die Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.
- (5) Kurs (KS)\* [nur Uni Gaz]: Lehrveranstaltungen, in denen die Studierenden die Lehrinhalte gemeinsam mit den Lehrenden erfahrungs- und anwendungsorientiert bearbeiten. Kurse können auch außerhalb des Studienstandortes stattfinden. Die Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.

- (6) Seminare (SE)\*: Sie dienen der eigenständigen wissenschaftlichen Arbeit und der wissenschaftlichen Diskussion darüber, wobei eine schriftliche Ausarbeitung eines Themas und dessen mündliche Präsentation geboten werden soll. Darüber ist eine Diskussion abzuhalten. Diese Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.
- (7) Arbeitsgemeinschaften (AG)\* [nur Uni Graz]: Arbeitsgemeinschaften dienen der gemeinsamen Bearbeitung konkreter Fragestellungen, Methoden und Techniken der Forschung sowie der Einführung in die wissenschaftliche Zusammenarbeit in kleinen Gruppen. AGs besitzen immanenten Prüfungscharakter.
- (8) Exkursionen (EX)\*: Exkursionen tragen zur Veranschaulichung und Vertiefung des Unterrichts bei. Die Präsentation der Lehrinhalte findet außerhalb des Studienstandortes statt. Exkursionen sind mit Berichten zu dokumentieren und können auch die mündliche Präsentation des Lehrinhaltes durch die Studierenden umfassen. Exkursionen können im In- und Ausland durchgeführt werden. Die Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.

\* Es gelten die in der Satzung Studienrecht (Uni Graz) bzw. Richtlinie (TU Graz) der beiden Universitäten festgelegten Lehrveranstaltungstypen bzw. -arten.

## § 6. Gruppengrößen

Folgende maximale Teilnehmendenzahlen (Gruppengrößen) werden festgelegt:

Vorlesung (VO) Vorlesungsanteil von VU	Keine Beschränkung
Übungsanteil von VU	Uni Graz: 25 TU Graz: 25
Übung (UE)	Uni Graz: 25 TU Graz: 25
Laborübung (LU)	D.1, H.3.3: 12
Seminar (SE)	15
Kurs (KS)	Uni Graz: 15
Arbeitsgemeinschaft (AG)	Uni Graz: 20
Exkursion (EX)	30

## § 7. Richtlinien zur Vergabe von Plätzen für Lehrveranstaltungen

- (1) Melden sich mehr Studierende zu einer Lehrveranstaltung an als verfügbare Plätze vorhanden sind, sind parallele Lehrveranstaltungen vorzusehen, im Bedarfsfall auch in der vorlesungsfreien Zeit.
- (2) Können nicht im ausreichenden Maß parallele Lehrveranstaltungen (Gruppen) angeboten werden, sind Studierende nach folgender Prioritätsordnung in die Lehrveranstaltung aufzunehmen:

- a. Die Lehrveranstaltung ist für die/den Studierende/n verpflichtend im Curriculum vorgeschrieben.
  - b. Die Summe der im betreffenden Studium positiv absolvierten Lehrveranstaltungen (Gesamt ECTS-Anrechnungspunkte)
  - c. Das Datum (Priorität früheres Datum) der Erfüllung der Teilnahmevoraussetzung.
  - d. Studierende, welche bereits einmal zurückgestellt wurden oder die Lehrveranstaltung wiederholen müssen, sind bei der nächsten Abhaltung der Lehrveranstaltung bevorzugt aufzunehmen.
  - e. Die Note der Prüfung- bzw. der Notendurchschnitt der Prüfungen (gewichtet nach ECTS-Anrechnungspunkten) - über die Lehrveranstaltung(en) der Teilnahmevoraussetzung
  - f. Studierende, für die solche Lehrveranstaltungen zur Erfüllung des Curriculums nicht notwendig sind, werden lediglich nach Maßgabe freier Plätze berücksichtigt; die Aufnahme in eine eigene Ersatzliste ist möglich. Es gelten sinngemäß die obigen Bestimmungen.
- (3) An Studierende, die im Rahmen von Mobilitätsprogrammen einen Teil ihres Studiums an den an NAWI Graz beteiligten Universitäten absolvieren, werden vorrangig bis zu 10% der vorhandenen Plätze vergeben.

### III Studieninhalt und Studienablauf

#### § 8. Module, Lehrveranstaltungen und Semesterzuordnung

Die einzelnen Lehrveranstaltungen dieses Masterstudiums und deren Gliederung in Pflicht- und Wahlmodule sind nachfolgend angeführt. Die in den Modulen zu vermittelnden Kenntnisse, Methoden oder Fertigkeiten werden im Anhang I näher beschrieben. Die Zuordnung der Lehrveranstaltungen zur Semesterfolge ist eine Empfehlung und stellt sicher, dass die Abfolge der Lehrveranstaltungen optimal auf Vorwissen aufbaut und das Arbeitspensum des Studienjahres 60 ECTS-Anrechnungspunkte nicht überschreitet. Die Zuordnung der Lehrveranstaltungen zu den beteiligten Universitäten erfolgt in Anhang II und § 9.

Master Environmental System Sciences / Climate Change and Environmental Technology (ESS / CCET)								
Modul	Lehrveranstaltung	SSt	LV- Typ	ECTS	Semester, ECTS			
					I	II	III	IV
<b>Obligatory Module A: Interdisciplinary Practice</b>								
A.1	IP - Interdisciplinary Practical Training	6	AG	10			10	
Zwischensumme		6		10	0	0	10	0

Master Environmental System Sciences / Climate Change and Environmental Technology (ESS / CCET)								
Modul	Lehrveranstaltung	SSt	LV- Typ	ECTS	Semester, ECTS			
					I	II	III	IV
<b>Obligatory Module B: System Sciences</b>								
B.1	Data in System Sciences	2	VO	3	3			
B.2	Systems-Modelling and Systems-Analysis	2	VO	3		3		
B.3 oder B4								
B.3	Data in System Sciences	2	SE	4			4	
B.4	Systems-Modelling and Systems-Analysis	2	SE	4			4	
<b>Zwischensumme</b>		<b>6</b>		<b>10</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
<b>Obligatory Module C: Climate and Environment</b>								
C.1	Earth Climate System and Climate Change	2	VO	3	3			
C.2	Environmental Analytics	1.33	VO	2	2			
C.3	Environmental Physics & Energy	2	VO	2	2			
C.4	Environmental Records from Modern to Past	1.33	VO	2	2			
C.5	Raw Material Sciences	1.33	VO	2	2			
<b>Zwischensumme</b>		<b>8</b>		<b>11</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Obligatory Module D: Applied Clean Technology</b>								
D.1	Lab course on Clean Technology	6	LU	6		6		
D.2	Workshop / Seminar to Lab course on Clean Technology	1	SE	1		1		
D.3	Field Trip Clean Technology	1	EX	1		1		
<b>Zwischensumme</b>		<b>8</b>		<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Obligatory Module E: Ecological Process Design</b>								
E.1	Ecological Process Evaluation	2	VO	3	3			
E.2	Sustainable Process Technology	2	VO	3	3			
E.3	Introduction into Process Simulation and Process Design	1	VO	2		2		
E.4	Introduction into Process Simulation and Process Design	2	UE	2		2		
<b>Zwischensumme</b>		<b>7</b>		<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Master Environmental System Sciences / Climate Change and Environmental Technology (ESS / CCET)								
Modul	Lehrveranstaltung	SSt	LV- Typ	ECTS	Semester, ECTS			
					I	II	III	IV
<b>Obligatory Module F: Environmental Management and Legal Basics</b>								
F.1	Environmental Management	2	VO	3	3			
F.2	Environmental Legislation	1.33	VO	2		2		
F.3	Plant and Process Approval	2	VO	3		3		
<b>Zwischensumme</b>		<b>5.33</b>		<b>8</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Obligatory Module G: REACH</b>								
G.1	REACH - Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemical substances	2	VO	3		3		
G.2	Workshop / Seminar REACH	2	SE	2		2		
<b>Zwischensumme</b>		<b>4</b>		<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Environmentally oriented Elective Subject H acc. §9</b>								
Eines der Module H.1 - H.4 ist auszuwählen								
H.1	Climate and Climate Change			18				
H.2	Environmental Cycles in Hydro- and Lithosphere			18				
H.3	Environmental and Energy Technology			18				
H.4	Individually composed Modul			18				
<b>Zwischensumme</b>				<b>18</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>3</b>
<b>I Master Seminar and Master Exam</b>								
I.1	Master Seminar	2	SE	2				2
I.2	Master Exam			1				1
<b>Zwischensumme</b>		<b>2</b>		<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
<b>J Master Thesis</b>				<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>22</b>
<b>K Free Electives acc. §10</b>				<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Gesamt</b>				<b>120</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

## § 9. Wahlmodul: Lehrveranstaltungskataloge

Für das Wahlmodul 'H.1 Climate and Climate Change' sind Lehrveranstaltungen im Umfang von 18 ECTS-Anrechnungspunkten aus dem nachfolgenden Lehrveranstaltungskatalog zu absolvieren.

Elective Module H.1 Climate and Climate Change								
aus der Liste der Lehrveranstaltungen sind 18 ECTS auszuwählen [(*) verpflichtend]								
		SSt	LV-Typ	ECTS	Uni Graz <sup>1</sup>	TU Graz <sup>1</sup>	WS	SS
H.1.1	(*) Atmospheric Dynamics	2	VO	3	x			x
H.1.2	(*) Climate Dynamics	2	VO	3	x			x
H.1.3	(*) Paleoclimatology	2	VO	3	x		x	
H.1.4	Climate Modelling	2	VO	3	x		x	
H.1.5	Climate and Environmental Change - Current Research Topics	2	SE	3	x			x
H.1.6	Selected Topics in Climate Science	2	VO	3	x		x	
H.1.7	Selected Topics in Atmospheric and Climate Physics	2	SE	3	x			x
H.1.8	Applications in Environmental Economics	2	VU	6	x			x
H.1.9	Climate Economics and Climate Justice	2	VU	3	x			x
H.1.10	Special Topics in ESS / CCET - Climate and Climate Change	each 1		eq. 1.5	x	x	x	x
<b>18 ECTS</b> sind auszuwählen								

<sup>1</sup>: Zuordnung der Lehrveranstaltung zu den beteiligten Universitäten. Beide Universitäten sind genannt, wenn die Lehrveranstaltung von beiden Universitäten gemeinsam, parallel oder im Wechsel angeboten werden.

Es werden Lehrveranstaltungen mit dem Titel H.1.10 Special Topics in ESS / CCET dem Wahlmodul H.1 Climate and Climate Change zugeordnet, wobei eine Semesterwochenstunde in der Regel 1,5 ECTS-Anrechnungspunkten entspricht.

Diese Lehrveranstaltungen werden mit charakterisierenden Untertiteln im Ausmass von 1 oder mehr SSt, VO, SE oder UE angeboten.

Dabei sind Lehrveranstaltungen mit verschiedenen Untertiteln als unterschiedliche Lehrveranstaltungen zu werten.

Für das Wahlmodul 'H.2 Environmental Cycles in Hydro- and Lithosphere' sind Lehrveranstaltungen im Umfang von 18 ECTS-Anrechnungspunkten aus dem nachfolgenden Lehrveranstaltungskatalog zu absolvieren.

Elective Module H.2 Environmental Cycles in Hydro- and Lithosphere								
aus der Liste der Lehrveranstaltungen sind 18 ECTS auszuwählen [(*) verpflichtend]								
		SSt	LV-Typ	ECTS	Uni Graz <sup>1</sup>	TU Graz <sup>1</sup>	WS	SS
H.2.1	(*) Geodynamics of the Lithosphere	2	VO	3	x		x	
H.2.2	(*) Mineralogy and Aqueous Geochemistry	2	VO	3		x	x	
H.2.3	(*) Clay Mineralogy	1.33	VO	2		x	x	
H.2.4	(*) Biosphere's Role in Earth Systems	2	VO	3	x		x	
H.2.5	Geothermal Energy	1.33	VO	2		x		x
H.2.6	Environmental Isotope Proxies	1.50	VU	2		x	x	
H.2.7	Tectonics	2	VO	3	x		x	
H.2.8	Subsurface Flow and Transport Processes	2	VU	3	x		x	
H.2.9	Hydrogeochemical Modelling	2	UE	2		x		x
H.2.10	Groundwater Modelling	2	KS	2	x			x
H.2.11	Aqueous Geochemistry - Practical Field Course	2	EX	2		x		x
H.2.12	Industrial Minerals	2	EX	2		x		x
H.2.13	Special Topics in ESS / CCET- Environmental Cycles in Hydro- and Lithosphere	each 1		eq. 1.5	x	x	x	x
<b>18 ECTS</b> sind auszuwählen								

<sup>1</sup>: Zuordnung der Lehrveranstaltung zu den beteiligten Universitäten. Beide Universitäten sind genannt, wenn die Lehrveranstaltung von beiden Universitäten gemeinsam, parallel oder im Wechsel angeboten werden.

Es werden Lehrveranstaltungen mit dem Titel H.2.13 Special Topics in ESS / CCET dem Wahlmodul H.2 Environmental Cycles in Hydro- and Lithosphere zugeordnet, wobei eine Semesterwochenstunde in der Regel 1,5 ECTS-Anrechnungspunkten entspricht.

Diese Lehrveranstaltungen werden mit charakterisierenden Untertiteln im Ausmass von 1 oder mehr SSt. VO, SE oder UE angeboten.

Dabei sind Lehrveranstaltungen mit verschiedenen Untertiteln als unterschiedliche Lehrveranstaltungen zu werten.

Für das Wahlmodul 'H.3 Environmental and Energy Technology' sind Lehrveranstaltungen im Umfang von 18 ECTS-Anrechnungspunkten aus dem nachfolgenden Lehrveranstaltungskatalog zu absolvieren.

Elective Module H.3 Environmental and Energy Technology								
aus der Liste der Lehrveranstaltungen sind 18 ECTS auszuwählen [(*) verpflichtend]								
		SSt	LV-Typ	ECTS	Uni Graz <sup>1</sup>	TU Graz <sup>1</sup>	WS	SS
H.3.1	(*) Environmental Technologies	3	VO	4		x	x	
H.3.2	(*) Energy Storage and Conversion	1.33	VO	2		x		x
H.3.3	Project Laboratory (MAS.190_x, CHE.600 (RenRes), CHE.601 (MacroMol), CHE.603 (InorgMatEiChem))	8	LU	6	x	x	x	x
H.3.4	Functional Materials I	2	VO	3		x		x
H.3.5	Renewable Resources: Chemistry and Technology I	1.33	VO	2	x	x		x
H.3.6	Introduction to Material Science	2	VO	3		x	x	
H.3.7	Batteries and Supercapacitors	3	VO	4		x		x
H.3.8	Ecological Process Evaluation	2	VU	3		x	x	
H.3.9	Fuel Cells and Energy Storage	2	VO	3		x		x
H.3.10	Energy Systems Analysis	2	VO	3		x		x
H.3.11	Special Topics in ESS / CCET - Environmental and Energy Technology	each 1		eq. 1.5	x	x	x	x
<b>18 ECTS</b> sind auszuwählen								

<sup>1</sup>: Zuordnung der Lehrveranstaltung zu den beteiligten Universitäten. Beide Universitäten sind genannt, wenn die Lehrveranstaltung von beiden Universitäten gemeinsam, parallel oder im Wechsel angeboten werden.

Es werden Lehrveranstaltungen mit dem Titel H.3.11 Special Topics in ESS / CCET dem Wahlmodul H.3 Environmental and Energy Technology zugeordnet, wobei eine Semesterwochenstunde in der Regel 1,5 ECTS-Anrechnungspunkten entspricht.

Diese Lehrveranstaltungen werden mit charakterisierenden Untertiteln im Ausmass von 1 oder mehr SSt, VO, SE oder UE angeboten.

Dabei sind Lehrveranstaltungen mit verschiedenen Untertiteln als unterschiedliche Lehrveranstaltungen zu werten.

## **Elective Module H.4 Individually composed Modul**

Für das Wahlmodul 'H.4 Individually composed Modul' sind Lehrveranstaltungen im Ausmaß von 18 ECTS-Anrechnungspunkten nach den folgenden Kriterien zusammenzustellen und zu absolvieren:

- a) Das Wahlfach umfasst ein inhaltlich abgestimmtes, umweltrelevantes Fach.
- b) Dieses umweltrelevante Fach wird durch eine oder mehrere Lehrveranstaltungen vermittelt, die den Gegenstand dieses Faches vertieft beleuchten.
- c) Diese Lehrveranstaltungen können – dem Fach entsprechend – an jeder anerkannten in- und ausländischen Universität absolviert werden.
- d) Dem umweltorientierten Wahlfach ist ein eindeutiger Titel zuzuweisen, der im Masterzeugnis anzuführen ist.
- e) Über die Zulässigkeit (Titel und Lehrveranstaltungen) des umweltorientierten Wahlfaches entscheidet das zuständige studienrechtliche Organ auf Antrag der/des Studierenden vorab.

### **§ 10. Freifach**

- (1) Die im Rahmen des Freifaches im Masterstudium ESS / CCET zu absolvierenden Lehrveranstaltungen dienen der individuellen Schwerpunktsetzung und Weiterentwicklung der Studierenden und können frei aus dem Lehrveranstaltungsangebot aller anerkannten in- und ausländischen Universitäten sowie aller inländischen Fachhochschulen und pädagogischen Hochschulen gewählt werden. Anhang III enthält eine Empfehlung für frei wählbare Lehrveranstaltungen.
- (2) Sofern einer frei zu wählenden Lehrveranstaltung keine ECTS-Anrechnungspunkte zugeordnet sind, wird jede Semesterstunde (SSt.) dieser Lehrveranstaltung mit einem ECTS-Anrechnungspunkt bewertet. Sind solche Lehrveranstaltungen jedoch vom Typ Vorlesung (VO), so werden ihnen 1,5 ECTS-Anrechnungspunkte pro SSt zugeordnet.
- (3) Weiters besteht gemäß § 13 die Möglichkeit, eine berufsorientierte Praxis oder kurze Studienaufenthalte im Ausland im Rahmen des Freifaches zu absolvieren.

### **§ 11. Masterarbeit**

- (1) Die Masterarbeit dient dem Nachweis der Befähigung, wissenschaftliche Themen selbstständig sowie inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten. Die Aufgabenstellung der Masterarbeit ist so zu wählen, dass für die Studierende oder den Studierenden die Bearbeitung innerhalb von sechs Monaten möglich und zumutbar ist.
- (2) Das Thema der Masterarbeit ist aus einem der Pflicht- oder Wahlmodule zu entnehmen. Über Ausnahmen entscheidet das zuständige studienrechtliche Organ.
- (3) Die Masterarbeit ist vor Beginn der Bearbeitung über das zuständige Dekanat unter Einbindung des zuständigen studienrechtlichen Organs anzumelden. Zu

erfassen sind dabei das Thema, das Fachgebiet, dem das Thema zugeordnet ist, sowie die Betreuerin bzw. der Betreuer mit Angabe des Instituts.

- (4) Für die Masterarbeit werden 30 ECTS-Anrechnungspunkte festgelegt.
- (5) Die Masterarbeit ist in gedruckter sowie in elektronischer Form zur Beurteilung einzureichen.

## § 12. Anmeldevoraussetzungen für Lehrveranstaltungen / Prüfungen

Die Absolvierung der im folgenden als Voraussetzungen angeführten Lehrveranstaltungen wird dringend empfohlen:

Lehrveranstaltungen	Voraussetzungen
B.3 Data in System Sciences (SE)	Die Absolvierung der VO 'B.1 Data in System Sciences' und der VO 'B.2 Systems-Modelling and Systems-Analysis' vor der Belegung des Seminars wird dringend empfohlen.
B.4 Systems-Modelling and Systems-Analysis (SE)	Die Absolvierung der VO 'B.1 Data in System Sciences' und der VO 'B.2 Systems-Modelling and Systems-Analysis' vor der Belegung des Seminars wird dringend empfohlen.
H.3.3 Project Laboratory (LU)	Die Absolvierung der Laborübungen 'D.1 Lab course on Clean Technology' und des die Laborübungen begleitenden Seminars 'D.2 Workshop / Seminar to Lab course on Clean Technology' vor der Belegung eines vertiefenden Projektlabors wird dringend empfohlen.

Die Zulassungsvoraussetzung zur kommissionellen Masterprüfung ist der Nachweis der positiven Beurteilung aller Prüfungsleistungen gemäß §§ 8 bis 9 sowie die positiv beurteilte Masterarbeit.

## § 13 Auslandsaufenthalte und Praxis

- (1) Empfohlene Auslandsstudien

Studierenden wird empfohlen, in ihrem Studium ein Auslandssemester zu absolvieren. Während des Auslandsstudiums absolvierte Module bzw. Lehrveranstaltungen werden bei Gleichwertigkeit vom Studienrechtlichen Organ anerkannt. Zur Anerkennung von Prüfungen bei Auslandsstudien wird auf § 78 Abs. 6 UG verwiesen (Vorausbescheid).

Ferner können auf Antrag an das zuständige studienrechtliche Organ auch die erbrachten Leistungen von kürzeren Studienaufenthalten im Ausland, wie beispielsweise die aktive Teilnahme an internationalen Sommer- bzw. Winterschulen, im Rahmen des Freifaches anerkannt werden.

(2) Praxis

Studierenden wird empfohlen, eine berufsorientierte Praxis im Rahmen des Freifaches zu absolvieren. Dabei entsprechen jeder Arbeitswoche im Sinne der Vollbeschäftigung 1.5 ECTS-Anrechnungspunkte. Als Praxis gilt auch die aktive Teilnahme an einer wissenschaftlichen Veranstaltung. Diese Praxis ist von den zuständigen studienrechtlichen Organen zu genehmigen und hat in sinnvoller Ergänzung zum Studium zu stehen.

## IV Prüfungsordnung und Studienabschluss

### § 14. Prüfungsordnung

Lehrveranstaltungen werden einzeln beurteilt.

- (1) Über Lehrveranstaltungen, die in Form von Vorlesungen (VO) abgehalten werden, hat die Prüfung über den gesamten Inhalt der Lehrveranstaltung zu erfolgen. Prüfungen können ausschließlich mündlich, ausschließlich schriftlich oder kombiniert schriftlich und mündlich erfolgen.
- (2) Über Lehrveranstaltungen, die in Form von Vorlesungen mit integrierten Übungen (VU), Übungen (UE), Arbeitsgemeinschaften (AG), Laborübungen (LU), Seminaren (SE), Kursen (KS) und Exkursionen (EX) abgehalten werden, erfolgt die Beurteilung laufend auf Grund von Beiträgen, die von den Studierenden geleistet werden und/oder durch begleitende Tests. Jedenfalls hat die Beurteilung aus mindestens zwei Prüfungsvorgängen zu bestehen.
- (3) Der positive Erfolg von Prüfungen ist mit „sehr gut“ (1), „gut“ (2), „befriedigend“ (3) oder „genügend“ (4) und der negative Erfolg ist mit „nicht genügend“ (5) zu beurteilen.
- (4) Besteht ein Modul aus mehreren Prüfungsleistungen, die Lehrveranstaltungen entsprechen, so ist die Modulnote zu ermitteln, indem
  - a. die Note jeder dem Modul zugehörigen Prüfungsleistung mit den ECTS-Anrechnungspunkten der entsprechenden Lehrveranstaltung multipliziert wird,
  - b. die gemäß lit. a. errechneten Werte addiert werden,
  - c. das Ergebnis der Addition durch die Summe der ECTS-Anrechnungspunkte der Lehrveranstaltungen dividiert wird und
  - d. das Ergebnis der Division erforderlichenfalls auf eine ganzzahlige Note gerundet wird. Dabei ist bei Nachkommawerten, die größer als 0,5 sind aufzurunden, sonst abzurunden.
  - e. Eine positive Modulnote kann nur erteilt werden, wenn jede einzelne Prüfungsleistung positiv beurteilt wurde.
  - f. Lehrveranstaltungen, deren Beurteilung ausschließlich die erfolgreiche bzw. nicht erfolgreiche Teilnahme bestätigt, sind in diese Berechnung laut lit. a. bis d. nicht einzubeziehen.

- (5) Die kommissionelle Masterprüfung besteht aus
- Präsentation der Masterarbeit (maximal 20 Minuten),
  - Verteidigung der Masterarbeit (Prüfungsgespräch),
  - einer mündlichen Prüfung, die Themen aus dem Modul, dem die Masterarbeit zugeordnet ist, sowie aus einem weiteren Modul gemäß § 8 umfasst.
- Die Themen werden vom zuständigen studienrechtlichen Organ der Universität der Zulassung auf Vorschlag der Kandidatin/des Kandidaten festgelegt. Die Gesamtzeit der kommissionellen Masterprüfung beträgt im Regelfall 60 Minuten und hat 75 Minuten nicht zu überschreiten.
- (6) Dem Prüfungssenat der Masterprüfung gehören die Betreuerin oder der Betreuer der Masterarbeit und zwei weitere Mitglieder an, die nach Anhörung der Kandidatin oder des Kandidaten vom zuständigen studienrechtlichen Organ nominiert werden. Den Vorsitz führt ein Mitglied des Prüfungssenates, welches nicht Betreuerin oder Betreuer der Masterarbeit ist.
- (7) Die Note dieser kommissionellen Prüfung wird vom Prüfungssenat festgelegt.
- (8) Im Sinne eines zügigen Studienfortschrittes ist bei allen Lehrveranstaltungen mit immanentem Prüfungscharakter das Nachreichen, Ergänzen oder Wiederholen von Teilleistungen, jedenfalls mindestens einer von der Lehrveranstaltungsleiterin oder dem Lehrveranstaltungsleiter festzulegenden Teilleistung, bis spätestens vier Wochen nach Ende der Lehrveranstaltung zu ermöglichen. Endet die Anmeldefrist einer aufbauenden Lehrveranstaltung innerhalb dieses Zeitraumes, so muss diese Gelegenheit bis zum Ende der Anmeldefrist ermöglicht werden. Ausgenommen von dieser Bestimmung sind Laborübungen.
- (9) Für die An- und Abmeldung sowie für die Durchführung von Prüfungen gelten die Bestimmungen der Satzung jener Universität, die mit der Durchführung der gegenständlichen Prüfung betraut ist. Wird eine Prüfung von beiden Universitäten gemeinsam durchgeführt, ist im Online-System zu veröffentlichen, welche Satzung zur Anwendung kommt. Diese Regelungen gelten sowohl für Vorlesungen (punktuelle Prüfung) als auch für Lehrveranstaltungen mit prüfungsimmanentem Charakter.

## § 15. Studienabschluss

- (1) Mit der positiven Beurteilung der Lehrveranstaltungen aller Pflicht- und Wahlmodule, des Freifaches, der Masterarbeit und der kommissionellen Masterprüfung wird das Masterstudium abgeschlossen.
- (2) Über den erfolgreichen Abschluss des Studiums ist ein Abschlusszeugnis auszustellen. Das Abschlusszeugnis über das Masterstudium ESS / CCET enthält
- a. eine Auflistung aller Module (Prüfungsfächer) gemäß §4 (inklusive ECTS-Anrechnungspunkte) und deren Beurteilungen,
  - b. Titel und Beurteilung der Masterarbeit,
  - c. die Beurteilung der abschließenden kommissionellen Prüfung,

- d. den Gesamtumfang in ECTS-Anrechnungspunkten des Freifaches gemäß § 10 sowie
- e. die Gesamtbeurteilung des Studiums.

Die Gesamtbeurteilung des Studiums hat „bestanden“ zu lauten, wenn jedes Modul sowie die Masterarbeit und die kommissionelle Masterprüfung positiv beurteilt wurden. Diese Gesamtbeurteilung hat „mit Auszeichnung bestanden“ zu lauten, wenn weder ein Modul noch die Masterarbeit und die kommissionelle Masterprüfung mit einer schlechteren Beurteilung als „gut“ beurteilt wurden und mindestens die Hälfte der Beurteilungen (Module, Masterarbeit, kommissionelle Masterprüfung) die Note „sehr gut“ aufweist.

## V In-Kraft-Treten und Übergangsbestimmungen

### § 16. In-Kraft-Treten

Dieses Curriculum 2018 (UNIGRAZ-Abkürzung 18W, TUGRAZonline Abkürzung 18U) tritt mit dem 1. Oktober 2018 in Kraft.

### § 17. Übergangsbestimmungen

Studierende des Masterstudiums Umweltsystemwissenschaften / Naturwissenschaften-Technologie, die bei In-Kraft-Treten dieses Curriculums am 1.10.2018 dem Curriculum 2012 unterstellt sind, sind berechtigt, ihr Studium nach den Bestimmungen des Curriculums 2012 innerhalb von 6 Semestern abzuschließen. Wird das Studium bis zum 30.9.2021 nicht abgeschlossen, sind die Studierenden dem Curriculum für das Masterstudium ESS / CCET in der jeweils gültigen Fassung zu unterstellen. Im Übrigen sind die Studierenden berechtigt, sich jederzeit freiwillig innerhalb der Zulassungsfristen dem neuen Curriculum zu unterstellen. Eine diesbezügliche schriftliche unwiderrufliche Erklärung ist an das zuständige Studienrechtliche Organ zu richten.

Der Vorsitzende des Senats:  
Niemann

## Anhang zum Curriculum des Masterstudiums Environmental System Sciences / Climate Change and Environmental Technology (ESS / CCET)

### Anhang I.

#### Modulbeschreibungen

Pflichtmodul A	Interdisziplinäres Praktikum
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	10
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektentwicklung / Projektübergabe</li> <li>• Projektübernahme. Problemanalyse, Projektplanung</li> <li>• angeleitete Projektrealisierung in Teams</li> <li>• Argumentation erarbeiteter Strategien und Handlungsoptionen</li> <li>• zusammenfassende Dokumentation und Kommunikation der Ergebnisse</li> <li>• Evaluierung der Projektdurchführung</li> <li>• Folgeprojektentwicklung auf Basis erzielter Ergebnisse</li> </ul>
<b>Lernziele</b>	<p>Nach der Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aus einer allgemeinen Faktenlage heraus ein Projekt zu entwickeln und dieses zu übergeben</li> <li>• ein umfangreiches Projektvorhaben zu übernehmen, eine systematische Problemanalyse vorzunehmen und die Durchführung zu planen</li> <li>• in Teams Methoden und Handlungsvorschläge zu Teilbereichen des Projektvorhabens zu entwickeln</li> <li>• erarbeitete Strategien und Handlungsvorschläge zu argumentieren</li> <li>• erarbeitete Strategien und Handlungsvorschläge zu dokumentieren</li> <li>• zusammenfassende Ergebnisse der Projektbearbeitung zu kommunizieren</li> <li>• die Projektdurchführung zu evaluieren</li> <li>• Projektentwicklung aus erzielten Ergebnissen durchzuführen</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übernahme eines umfassenden Projektauftrages</li> <li>• Impulsreferate / Darstellung von Problemstellungen und Lösungsansätzen</li> <li>• Gruppenarbeiten zu Problembereichen im Rahmen des Projektvorhabens</li> <li>• Verfassen eines Berichts oder Manuskripts nach wissenschaftlichen Kriterien</li> <li>• zusammenfassende Darstellung der Team-Ergebnisse</li> <li>• (weiterführende) Projektaufbereitung aus den erzielten Ergebnissen</li> <li>• Evaluierung der Projektumsetzung</li> </ul>
<b>Erwartete Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektplanung</li> <li>• Projekt-Management</li> <li>• Methoden zur Problemanalyse</li> <li>• Entwicklung von Strategien und Handlungs- bzw. Lösungsansätzen</li> <li>• Simulationstechniken</li> <li>• wissenschaftliches Schreiben</li> <li>• Evaluierungsmethoden</li> </ul>
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Semester

<b>Pflichtmodul B</b>	<b>Systemwissenschaften</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	10
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• konzeptionelle, mathematische und computer-basierte Systemmodellierung</li> <li>• Datenextraktion, -integration und -analyse</li> <li>• Modell- und Systemevaluierung</li> <li>• konzeptionelle und computer-basierte Systemanalyse</li> <li>• Resilienz und Nachhaltigkeit von Systemen</li> </ul>
<b>Lernziele</b>	<p>Nach der Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Mehrwert und die Grenzen konzeptioneller, mathematischer und computer-basierter Systemmodellierung zu verstehen und zu unterscheiden</li> <li>• computer-basierte Modelle natürlicher, physikalischer und sozialer Systeme zu designen und zu implementieren</li> <li>• entsprechende Daten zu extrahieren und in die Modelle zu integrieren</li> <li>• die Modelle mithilfe statistischer Analyse zu evaluieren</li> <li>• Aussagen zur Resilienz und Nachhaltigkeit der Systeme aus der Modellevaluierung zu beziehen und einzuschätzen</li> <li>• diese Aussagen in Wort und Schrift wissenschaftlich korrekt zu präsentieren</li> <li>• selbstständig weiterführende Forschung zu gestalten</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag</li> <li>• Zusammenarbeit bei Datenanalyse und Modellerstellung</li> <li>• Impulsreferate / Darstellung von Problemstellungen und Lösungsansätzen</li> <li>• Gruppenarbeiten zu Problembereichen,</li> <li>• Verfassen von Berichten oder Manuskripten nach wissenschaftlichen Kriterien</li> <li>• Zusammenfassende Darstellung von Team-Ergebnissen</li> <li>• Evaluierung</li> </ul>
<b>erwartete Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalt der BA-LVs USW-Computational Basics, Systemwissenschaften 1 und Angewandte Systemwissenschaften</li> <li>• Verständnis für die methodischen Besonderheiten der Systemwissenschaften</li> <li>• Erfahrung mit computer-basierter Modellierung (Kenntnisse in zB: Python, R, Matlab, Mathematica ...)</li> </ul>
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Studienjahr

<b>Pflichtmodul C</b>	<b>Klima und Umwelt</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	11
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Klimasystem Erde (Grundbegriffe, Komponenten, Phänomenologie, Budgets, Kreisläufe, Haushaltsprinzip); Paleoklima und Klimageschichte; Klimabeobachtung, Klimaklassifikation und Netzwerk- &amp; Feldmodellierungskonzepte; klimaphysikalische Mechanismen und geobiochemische Kreisläufe; Energiebilanz der Erde und anthropogenes Ungleichgewicht; Klimamodellierung, Klimavorhersage und Klimaszenarien; Mensch und Klima im Wandel; Physikalischer Klimawandel als Herausforderung für Wirtschaft und Gesellschaft (Klimaschutz, Klimawandel-Anpassung, Verluste&amp;Schäden)</li> <li>• Moderne Methoden der chemischen Analytik (Probennahme, Prozessanalytik, Remote Sensing) mit Schwerpunktsetzung auf analytische Chemie, optische Spektroskopie (IR, VIS, UV) und Elektronenspektroskopie im Vakuum</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Methoden der physikalischen Analytik mit Schwerpunktsetzung auf Partikelmesstechnik, Atomabsorptionsspektrometrie, FTIR- &amp; Raman-Spektroskopie, Auger- und Photoelektronenspektroskopie, Röntgen- und Fluoreszenzspektroskopie</li> <li>• Energie und physikalische Mechanismen nachhaltiger Umwelttechnologien: Strahlung und Energieumwandlung</li> <li>• Systematik in der Mineralogie; Entstehung, Eigenschaften und Verwendung anorganischer Roh- und Werkstoffe; Untersuchung von Umwelt- und Klimaindikatoren mit moderner geochemischer Forensik und Paleo-Rekonstruktion mit der Anwendung stabiler Isotope in Hinblick auf Elementsignaturen und mikrostrukturelle Entwicklung in terrestrischen, marinen und technischen Umfeldern.</li> </ul>
<b>Lernziele</b>	<p>Nach der Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Leistungsbereich der umweltphysikalischen Klimatologie und der Klimawissenschaften einzuschätzen und in wesentlichen Teilen aktiv einsetzen zu können</li> <li>• anthropogene und natürliche Beiträge zum Klimawandel und zu Klimaschwankungen einzuschätzen und argumentieren zu können</li> <li>• Auswirkungen des Klimawandels in Wirtschaft und Gesellschaft erkennen und bewerten zu können</li> <li>• das Leistungsprofil moderner physikalischer und chemischer Untersuchungsmethoden einschätzen zu können</li> <li>• Probleme von Strahlung und Energieumwandlung zu verstehen</li> <li>• selbständig physikalisch- und chemisch-analytische Fragestellungen zu entwickeln, zielführende analytische Strategien zu entwerfen, taugliche Methoden und Techniken auszuwählen und analytische Ergebnisse einschätzen zu können</li> <li>• mit der Systematik der Mineralogie umzugehen und Eigenschaften und Verwertungsmöglichkeiten anorganischer Rohstoffe zu verstehen</li> <li>• das Spektrum geochemischer Untersuchungstechniken für terrestrische, marine and technische Umfeldern in der Bandbreite von forensischen Analysentechniken bis bis zu paleo-Rekonstruktionen einschätzen zu können</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag</li> <li>• Vorlesungsunterlagen und Materialien</li> <li>• Anschauungsmaterial und Diskussion</li> </ul>
<b>Erwartete Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse in analytischer Chemie (Organische Analytik, anorganische Analytik und Analytik von Spurenelementen) sowie chemische Laborerfahrung</li> <li>• Grundkenntnisse in Atom- und Molekülphysik; Strahlungsgesetze und physikalische Laborerfahrung</li> </ul>
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Studienjahr

<b>Pflichtmodul D</b>	<b>Angewandte Umwelttechnik</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	8
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektorientierte experimentell hinterlegte Aufgabenstellungen in physikalischen, chemischen und prozesstechnologischen Labors zu ausgewählten Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Umweltanalytik, Prozesskontrolle, Erdwissenschaften, Material- und Energietechnik</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EDV-unterstützte Zugänge zur Modellierung physikalischer und chemischer Einflüsse auf Umwelt und Klima sowie damit verbundener Vorsorgemassnahmen</li> <li>• software-unterstütztes Management und Logistik der Nutzung verschiedener Ressourcen und damit zusammenhängender Nachhaltigkeitsaspekte</li> <li>• Begleitete eigenständige Koordination und Ablaufplanung der praktischen Aufgabenstellungen</li> <li>• Erfassung von Daten mit verschiedenen analytischen Techniken, Verarbeitung und Aufbereitung erhobener Daten, Verfassen von Berichten zu den einzelnen Aufgabenstellungen; Verbindung erzielter Ergebnisse mit Literaturdaten und kritische Bewertung von Ergebnissen und Methoden in Hinblick auf das beabsichtigte Ziel; Abschätzung der Genauigkeit und Stichhaltigkeit erzielter Ergebnisse</li> <li>• Darstellung eines Spezialaspektes aus dem Spektrum der durchgeführten Untersuchungen im Rahmen einer Posterpräsentation mit Diskussion</li> <li>• Verfassung eines Manuskripts nach wissenschaftlichen Kriterien in Hinblick auf Nachhaltigkeitsaspekte der durchgeführten Arbeiten</li> <li>• Besichtigung gewerblicher und industrieller Betriebe und Unternehmen mit schriftlicher oder präsentierter Nachbereitung und kritischer Diskussion ausgewählter Aspekte</li> </ul>
<b>Lernziele</b>	<p>Nach der Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Möglichkeiten physikalischer und chemischer Laboranalysetechniken im allgemeinen einzuschätzen und einige Techniken aufgrund praktischer Erfahrungen detaillierter bewerten zu können</li> <li>• sowohl klein- als auch grossräumige physikalische und chemische Einflüsse auf die Umwelt und das Klima zu verstehen</li> <li>• analytische Probleme in komplexen Aufgabenstellungen zu identifizieren</li> <li>• Strategie zur Bearbeitung komplexer Aufgabenstellungen mit laboranalytischen Beiträgen zu entwickeln</li> <li>• die Idee des grundsätzlichen Leistungsbereiches verschiedener Techniken und der Genauigkeit erhobener Daten zu verstehen und zwischen technischen Grenzen und juristisch festgelegten Grenzwerten unterscheiden zu können</li> <li>• Berichte zu einzelnen Laboraktivitäten zu verfassen und auf der Basis verschiedener projektorientierter Experimente ein zusammenfassendes Manuskript nach wissenschaftlichen Kriterien zu einem vorgegebenen Generalthema zu verfassen</li> <li>• einen spezifischen Aspekt aus dem Spektrum praktischer Arbeiten für eine fokussierte Präsentation und Diskussion aufbereiten zu können</li> <li>• ausgewählte Aspekte gewerblicher und industrieller Lösungen kritisch zu evaluieren und zu diskutieren</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsveranstaltung mit Einführung</li> <li>• praktische Übungen in physikalischen und chemischen Labors</li> <li>• computergestützte Aufgabenstellungen</li> <li>• begleitete Organisation und Ablaufplanung im Team</li> <li>• Erstellen von Laborberichten</li> <li>• Präsentation und Diskussion</li> <li>• wissenschaftliches Schreiben</li> <li>• Besichtigung gewerblicher und industrieller Einheiten mit anschliessender Evaluierung ausgewählter Aspekte</li> </ul>
<b>Erwartete Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laborerfahrung in Chemie und / oder Physik</li> <li>• Grundlagen der chemischen Analytik und Spektroskopie</li> <li>• Erfahrung mit elektronischer Datenverarbeitung</li> <li>• Grundlagen des Projektmanagements</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>wissenschaftliches Schreiben</li> </ul>
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Studienjahr

<b>Pflichtmodul E</b>	<b>Ökologische Prozessgestaltung</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	10
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in das Leistungsprofil von 'Prozess' und 'Bewertung'; Grundlagen ökologischer Bewertung verfahrenstechnischer Prozesse, Produkte und Dienstleistungen</li> <li>Strukturierung ökologischer Prozessbewertungen; Klassifizierung von Bewertungsmethoden; Details ausgewählter Evaluierungsmethoden, relevante Normen (ISO, 1900x, UVP Richtlinien)</li> <li>Prinzipien der Green Chemistry; Lösungsmittel-Management, Sicherheits-Management</li> <li>Grundlagen EDV-gestützter Auslegung von Chemieanlagen</li> <li>Aufbau und Funktion der Simulations-Software ASPEN: Erstellung von Fließbildern, Stoff- und Energiebilanzen; Auswahl und Prüfung von Stoffwerten und Berechnungsmethoden; thermische, mechanische und chemische Grundoperationen.</li> </ul>
<b>Lernziele</b>	<p>Nach der Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Methoden zur ökologischen Prozessbewertungen zu verstehen und diese auch anzuwenden</li> <li>das Leistungsprofil und den Einsatzbereich verschiedener Evaluierungsmethoden einzuschätzen</li> <li>technologische Prozesse in Hinblick auf Nachhaltigkeitsaspekte bewerten zu können</li> <li>die Relevanz moderner Biotechnologie für ökologische Prozessführung einzuschätzen</li> <li>das Potential und die Grenzen informations- und kommunikationsunterstützter Technologien bei der Auslegung von Chemieanlagen und deren Betrieb einschätzen zu können</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vortrag</li> <li>Vorlesungsunterlagen und Materialien</li> <li>Anschauungsmaterial und Diskussion</li> <li>Arbeit in Gruppen, Präsentation, Diskussion</li> </ul>
<b>Erwartete Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundkenntnisse in Chemie</li> <li>Grundkenntnis in Biotechnologie</li> <li>Grundkenntnisse in Verfahrenstechnik</li> <li>Thermodynamik</li> </ul>
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Studienjahr

<b>Pflichtmodul F</b>	<b>Umweltmanagement and gesetzliche Grundlagen</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	8
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltmanagement: Umfeld und Rahmenbedingungen (technisch, ökonomisch, ökologisch, soziologisch, juristisch)</li> <li>Programme, Konzepte und Methoden des Umweltmanagements; Normen, Umweltgesetze/Vorschriften und Legal Compliance;</li> <li>Prinzipien der Umweltpolitik; Umweltstudien (Club of Rome, Global 2000, Agenda 21, Kyoto Protokoll, Emissionshandel)</li> <li>Grundlagen des Umweltrechts, Entwicklung, Struktur, Umsetzung und Durchsetzung der EU- und österreichischen Umweltgesetzgebung</li> <li>Umgang mit Rechtsdatenbanken</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Abwicklung von Anlagengenehmigungsverfahren: Kooperation von Technikern mit der Genehmigungsbehörde</li> </ul>
<b>Lernziele</b>	<p>Nach der Absolvierung des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>kennen die Studierenden die Grundsätze und Rahmenbedingungen österreichischer, EU und internationaler Umwelt-Management Systeme</li> <li>haben Studierende grundlegende Kenntnisse im Bereich des Umweltrechts, wissen um die Struktur und Dynamik der Umweltgesetzgebung und kennen die Möglichkeiten von Rechtsdatenbanken</li> <li>wissen Studierende, wie ein Anlagen- oder Prozessprojekt aufzubereiten ist, damit alle relevanten Sachinhalte von Juristen einer Genehmigungsbehörde übernommen werden können</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vortrag</li> <li>Vorlesungsunterlagen und Materialien</li> <li>Anschauungsmaterial und Diskussion</li> </ul>
<b>Erwartete Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>gefestigte Vorstellungen zum Qualifikationsprofil des Studiums als Basis für die Anwendung der kommunizierten Inhalte</li> <li>Projektmanagement, Projektabwicklung</li> </ul>
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Studienjahr

<b>Pflichtmodul G</b>	<b>REACH</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	5
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prinzipien, Struktur und Ziele von REACH; das REACH-Verfahren: Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkungen von Substanzen; Stoffsicherheitsbeurteilung und Stoffsicherheitsbericht</li> <li>Rechtlichen Rahmenbedingungen für chemische Stoffe in der EU; Aufgaben der Europäischen Agentur für chemische Stoffe (ECHA)</li> <li>das REACH-Verfahren in der Praxis: Fallstudien</li> </ul>
<b>Lernziele</b>	<p>Nach der Absolvierung des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>verstehen die Studierenden das REACH Konzept</li> <li>kennen die Studierenden die Sicherheitsprüfungen und Bestimmungen im Umgang mit chemischen Verbindungen in der EU</li> <li>kennen die Studierenden das Leitbild und die Aufgaben der Europäischen Agentur für chemische Substanzen (ECHA)</li> <li>haben die Studierenden die Praxis von REACH an ausgewählten Fallstudien kennengelernt</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vortrag</li> <li>Vorlesungsunterlagen und Materialien</li> <li>Präsentation und Diskussion</li> <li>wissenschaftliches Schreiben</li> </ul>
<b>Erwartete Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundkenntnisse in Chemie, Biologie und Ökologie</li> <li>Grundkenntnisse in Verfahrenstechnik</li> <li>Grundlagen in Umwelt-Legislatur</li> </ul>
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Studienjahr

Wahlmodul H.1	Klima und Klimawandel
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	18
<b>Inhalte</b>	<p>verpflichtend:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• atmosphärische Thermodynamik; Bewegungsgleichungen; atmosphärische Flüsse; Skalenanalyse; atmosphärische Wellen; Wettersysteme, Luftmassen und Wetterfronten</li> <li>• geophysikalische Fluidodynamik; Energiebilanzmodelle; Klimagleichgewicht- und stabilität; grossskalige Klimamoden; Klimavariabilität</li> <li>• historischer Klima- und Umweltwandel</li> </ul> <p>wahlweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hierarchie von Klimamodellen; Parametrisierung; Klimamodellexperimente; Modell Skill; Klimaprojektionen; regionale Klimamodellierung</li> <li>• aktuelle Forschungsthemen und Debatten im Feld Klima- und Umweltwandel, mit Themenbogen von physikalischer Klimaforschung über Klimafolgenforschung bis hin zu Klimaschutz und Fragen von Klimaschäden und Verlusten</li> <li>• grundlegende Prozesse in der Atmosphäre und im Klimasystem</li> <li>• aktuelle Forschung in der Atmosphären- und Klimaphysik</li> <li>• aktueller Wissensstand zu Klimabeobachtung und Klimaprojektionen</li> <li>• anwendungsorientierte Diskussion aktueller Fragestellungen aus der volkswirtschaftlichen Umweltökonomik, wie Klimaschutz, Aussenhandel und Umwelt, Nachhaltigkeit und Wachstum</li> <li>• Beurteilung des Beitrags von unterschiedlichen umweltpolitischen Maßnahmen und deren Grenzen</li> </ul>
<b>Lernziele</b>	<p>Nach der Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die physikalischen Grundlagen der atmosphärischen Thermodynamik und atmosphärischen Bewegungen und Flüsse zu verstehen</li> <li>• Skalenanalyse zur Vereinfachung der Bewegungsgleichungen anzuwenden</li> <li>• Methoden der Störungstheorie zur Betrachtung atmosphärischer Wellen heranzuziehen</li> <li>• Einflüsse grossskaliger Klimamodi zu interpretieren</li> <li>• Methoden der Fluidynamik in der Prozessanalyse anzuwenden</li> <li>• zum Diskurs bezüglich Ursachen und Folgen des Klimawandels unter Berücksichtigung historischer Klimaänderungen beizutragen</li> <li>• haben sich die Studierenden in einem oder mehreren der folgenden Themen vertieft: Grundlagen der Klimamodellierung; kritische Interpretation des Designs von Modellsimulationen und daraus abgeleiteten Ergebnissen; Kommunikation und Diskussion aktueller Aspekte des Klima- und Umweltwandels auf globaler und regionaler Skala; physikalische Klimaforschung, Auswirkungen, Anpassung, Verwundbarkeit, Klimaschutz, Verluste &amp; Schäden aufgrund des Klimawandels; Analysen für ein konkretes Umweltproblem (Klimawandel, Verknappung fossiler Rohstoffe,...) zu erstellen; Lösungsansätze (umweltpolitische Maßnahmen) zu erarbeiten und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Grenzen zu beurteilen</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen, Seminare, Vortrag</li> <li>• Gruppenarbeiten zu Problembereichen,</li> <li>• Zusammenfassende Darstellung von (Team-)Ergebnissen</li> </ul>
<b>Erwartete Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Meteorologie und Klimatologie</li> </ul>
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Studienjahr

Wahlmodul H.2	Umweltkreisläufe in Hydro- und Lithosphäre
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	18
<b>Inhalte</b>	<p>verpflichtend:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geodynamik der Lithosphäre (z.B. Gebirgsbildung)</li> <li>• Reaktionen und Element-Kreisläufe bei der Auflösung und Neubildung von Mineralien in natürlichen und anthropogenen Umfeldern</li> <li>• Einfluss fluid-dynamischer und biologischer Faktoren auf erdoberflächennahe Element-Kreisläufe</li> </ul> <p>wahlweise</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erschliessung geothermischer Energie und Tiefengrundwasserzirkulation</li> <li>• software-unterstützte Modellierung und Interpretation aquatischer Umfelder</li> <li>• Anwendung von Elementsignaturen und stabilen Isotopen als Indikatoren zur Rekonstruktion und/oder dem Monitoring von Umweltbedingungen und (Paleo)Klima</li> <li>• hydrogeochemisches Geländepraktikum: Probennahme, moderne Laboranalysen, Interpretation und Kommunikation erhobener Daten</li> <li>• Industrieexkursion</li> </ul>
<b>Lernziele</b>	<p>Nach der Absolvierung des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind die Studierenden in der Lage Analysendaten zu Prozessen der Hydro- und Lithosphäre abzuschätzen und zu interpretieren</li> <li>• können Studierende den Einfluss biogener Faktoren auf globale Elementkreisläufe einschätzen</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, geologisch / geochemisch ausgerichtete Fallstudien in Hinblick auf das Ausmass natürlicher und anthropogener Einflüsse zu planen und durchzuführen</li> <li>• haben sich die Studierenden in einem oder mehreren der folgenden Themen vertieft: Geothermie; der Einsatz von Isotopen und Spurenelemente zur Verfolgung geochemischer Prozesse; Modellierung und Interpretation geologischer Umfelder; Rekonstruktion von Kontaminationsmechanismen aquatischer Systeme; Probennahme, moderne Laboranalysen und Kommunikation erhobener Daten; Einblick in mineralverarbeitende Industrie;</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag</li> <li>• Vorlesungsunterlagen und Materialien</li> <li>• Entwicklung und Durchführung von Projektvorhaben</li> <li>• Anschauungsmaterial und Diskussion</li> <li>• praktische Übungen in analytischen Labors</li> <li>• computergestützte Aufgabenstellungen</li> <li>• computerunterstützte Aufgabenstellungen</li> <li>• Wechselwirkung von Datenanalyse und Modellentwicklung</li> <li>• Präsentation und Argumentation von Methodenvorschlägen, Lösungsansätzen und erzielten Ergebnissen</li> <li>• Verfassen von Berichten / wissenschaftliches Schreiben</li> </ul>
<b>Erwartete Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen in Chemie, Physik und Mathematik</li> <li>• Grundlagen in Programmierung und der Anwendung von Algorithmen</li> </ul>
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Studienjahr

Wahlmodul H.3	Umwelt- und Energietechnik
ECTS-Anrechnungspunkte	18
Inhalte	<p>verpflichtend:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kreisläufe in technologischen Produktionsprozessen</li> <li>• Massen und Energiebilanzen im Allgemeinen, Schadstoffbilanzen und Bilanzen zu CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, etc im Speziellen</li> <li>• Berechnung von Abwasser- und Abluftreinigungsanlagen</li> <li>• Recycling-Prozesse für Kunststoffe und metallhaltigen Abfall</li> <li>• Struktur des Energieaufkommens; erneuerbare / fossile Energiequellen;</li> <li>• Primärenergie (Sonne, Wind, Wasser, Umgebungswärme, Erdwärme, Biomasse), Sekundärenergie (Elektrizität, Wärme, alternative Treibstoffe)</li> <li>• nachhaltige Energiespeicherung (elektrochemisch, chemisch, elektro-magnetisch, mechanisch, thermisch)</li> <li>• Energieumwandlungstechnologien (Brennstoffzelle / Elektrolyseur, Verbrennungskraftmaschinen, Generator, Stirling-Motor, Wärmepumpen)</li> <li>• Energiesysteme und Wirkungsgradketten</li> </ul> <p>wahlweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein 6-wöchiges Teamtraining mit ausgesuchten Aspekten physikalischer und chemischer Forschung mit Stand-der-Technik Ausrüstung in Physik- und Chemielabors</li> <li>• Elektrokeramiken, Supraleiter, Batterien, Brennstoffzellen und Möglichkeiten der Wasserstoffspeicherung</li> <li>• Rohstoffe des Ökosystems Erde auf Kohlenstoffbasis; Konzepte der Bioraffinerie und von Green Chemistry; Technologien zur Verarbeitung und Transformation biogener Materialien</li> <li>• Mikrostruktur metallischer Materialien; Kenngrößen und Thermodynamik von Kristallen; Stahl: Herstellung, Legierungen, Kenndaten, Prüfmethode</li> <li>• Technologie zu Brennstoffzellen: Thermodynamik und Elektrochemie; Brennstoffzellen-Systeme; Anwendung von Brennstoffzellen in: portablen Kleingeräten, Fahrzeugen und Kraftwerken; die Polymer-Elektrolyt Brennstoffzelle (PEFC)</li> <li>• Entwicklung globaler Energiesysteme; Analyse bestimmender Parameter bei Energieversorgung und Energieverbrauch; globale und lokale Perspektiven und Szenarios der Energieversorgung</li> <li>• normative Grundlagen der ökologischen Bewertung verschiedener LCA-Elemente; Anwendung von LCA-Prinzipien auf Prozesse; Fallstudien; LCA-ISO-Norm-Struktur und Elemente; Regeln für Öko-Inventar und Allokation</li> </ul>
Lernziele	<p>Nach der Absolvierung des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Studierenden die Kreisläufe in technologischen Produktionsprozessen</li> <li>• können die Studierenden mit Masse- und Energiebilanzen technologischer Prozesse im Allgemeinen und Schadstoffbilanzen im Speziellen umgehen</li> <li>• verstehen die Studierenden Berechnungen für Abwasser- und Abluftreinigung im Umfeld technologischer Prozesse</li> <li>• wissen Studierende um Recycling-Prozesse für Kunststoffe und metallhaltige Abfälle Bescheid</li> <li>• kennen Studierende die primären und sekundären Energieversorgungsoptionen</li> <li>• wissen die Studierenden um die wichtigsten Energie-Transformations-Technologien;</li> <li>• können Studierende das Leistungsprofil verschiedener Energiespeichertechnologien einschätzen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>haben sich die Studierenden in einem oder mehreren der folgenden Themen vertieft: 6-wöchige praktische Erfahrung in Physik- und Chemie-Labors bei angeleiteter Team-Bearbeitung ausgesuchter Aspekte aktueller Forschungsfragen; Batterien, Brennstoffzellen, Elektro-Keramiken; metallische Verbindungen, Stahl und Stahlegierungen; Rohmaterialien auf Kohlenstoffbasis, unterschiedlich skalierte Bioraffinerien und Verarbeitungstechnologien für biogene Rohstoffe; Entwicklung und Perspektive globaler Energie-Systeme; ökologische LCA Prozessbewertung</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vortrag</li> <li>Vorlesungsunterlagen und Materialien</li> <li>Anschauungsmaterial und Diskussion</li> <li>praktische Übungen in physikalischen und chemischen Labors</li> <li>computergestützte Aufgabenstellungen</li> <li>begleitete Organisation und Ablaufplanung im Team</li> <li>Erstellen von Laborberichten</li> <li>Präsentation und Diskussion</li> <li>wissenschaftliches Schreiben</li> </ul>
<b>Erwartete Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erfahrung in Arbeitstechniken und Kenntnis von Sicherheitsbestimmungen in Chemie- und Physik-Labors</li> <li>Grundlagen der Organischen und Anorganischen Chemie</li> <li>Grundlagen der Elektrochemie</li> <li>Grundlagen Physikalischer Chemie und Molekularer Spektroskopie</li> <li>Grundlagen Makromolekularer Chemie und der Festkörperphysik</li> <li>Grundlagen von Energiesystemen</li> </ul>
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Studienjahr

## Anhang II.

### Studienablauf

1.Semester		SSt	Typ	ECTS	Uni Graz <sup>1</sup>	TU Graz <sup>1</sup>
B.1	Data in System Sciences	2	VO	3	x	
C.1	Earth Climate System and Climate Change	2	VO	3	x	
C.2	Environmental Analytics	1.33	VO	2	x	
C.3	Environmental Physics & Energy	2	VO	2	x	
C.4	Environmental Records from Modern to Past	1.33	VO	2	2	
C.5	Raw Material Sciences	1.33	VO	2	x	
E.1	Ecological Process Evaluation	2	VO	3		x
E.2	Sustainable Process Technology	2	VO	3		x
F.1	Environmental Management	2	VO	3		x
H	Environmentally oriented Subject acc.§9			4	x	x
K	Free Electives acc.§10			3	x	x
1.Semester Summe				30		
2.Semester		SSt	Typ	ECTS	Uni Graz <sup>1</sup>	TU Graz <sup>1</sup>
B.2	Systems-Modelling and Systems-Analysis	2	VO	3	x	
D.1	Labcourse on Clean Technology	6	LU	6	x	x
D.2	Workshop / Seminar to Labcourse on Clean Technology	1	SE	1	x	x
D.3	Field Trip Clean Technology	1	EX	1	x	x
E.3	Introduction into Process Simulation and Process Design	1	VO	2		x
E.4	Introduction into Process Simulation and Process Design	2	UE	2		x
F.2	Environmental Legislation	1.33	VO	2	x	
F.3	Plant and Process Approval	2	VO	3		x
G.1	REACH - Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHEMical substances	2	VO	3		x
G.2	Workshop / Seminar REACH	2	SE	2	x	
H	Environmentally oriented Subject acc. §9			4	x	x
K	Free Electives acc.§10			1	x	x
2.Semester Summe				30		

3.Semester		SSt	Typ	ECTS	Uni Graz <sup>1</sup>	TU Graz <sup>1</sup>
A.1	IP - Interdisciplinary Practical Training	6	AG	10	x	
B.3 oder B4	Data in System Sciences oder Systems-Modelling and Systems-Analysis	2	SE	4	x	
J	Master Thesis			8	x	x
H	Environmentally oriented Subject acc. §9			7	x	x
K	Free Electives acc.§10			1	x	x
3.Semester Summe				30		
4.Semester		SSt	Typ	ECTS	Uni G <sup>1</sup>	TU <sup>1</sup>
I.1	Master Seminar	2	SE	2	x	x
I.2	Master Exam			1	x	x
J	Master Thesis			22	x	x
H	Environmentally oriented Subject acc. §9			3	x	x
K	Free Electives acc.§10			2	x	x
4.Semester Summe				30		
total / Summe				120		

<sup>1</sup>: Zuordnung der Lehrveranstaltung zu den beteiligten Universitäten. Beide Universitäten sind genannt, wenn die Lehrveranstaltung von beiden Universitäten gemeinsam, parallel oder im Wechsel angeboten werden.

## Anhang III.

### Empfohlene Lehrveranstaltungen für das Freifach

Frei zu wählende Lehrveranstaltungen können laut § 10 dieses Curriculums frei aus dem Lehrveranstaltungsangebot aller anerkannten in- und ausländischen Universitäten sowie aller inländischen Fachhochschulen und pädagogischen Hochschulen gewählt werden.

Im Sinne einer Verbreiterung der Wissensbasis im Bereich der Module dieses Studiums werden Lehrveranstaltungen aus den Gebieten Fremdsprachen, soziale Kompetenz, Technikfolgenabschätzung sowie Frauen- und Geschlechterforschung empfohlen. Insbesondere wird auf das Angebot der Serviceeinrichtung Sprachen, Schlüsselkompetenzen und Interne Weiterbildung der TU Graz bzw. Treffpunkt Sprachen der Universität Graz, des Zentrums für Soziale Kompetenz der Universität Graz sowie des Interuniversitären Forschungszentrums für Technik, Arbeit und Kultur hingewiesen.

Des weiteren wird auf das Lehrangebot 'TIMEGATE - Business Administration for everyone!' des Department of Corporate Leadership and Entrepreneurship an der Uni Graz hingewiesen.

## Anhang IV.

### Äquivalenzliste

Für Lehrveranstaltungen, deren Äquivalenz bzw. Anerkennung in diesem Teil des Anhangs zum Curriculum definiert ist, ist keine gesonderte Anerkennung durch das für studienrechtliche Angelegenheiten zuständige Organ mehr erforderlich. Auf die Möglichkeit einer individuellen Anerkennung nach § 78 UG per Bescheid durch das für studienrechtliche Angelegenheiten zuständige Organ wird hingewiesen.

Eine Äquivalenzliste definiert die Gleichwertigkeit von positiv absolvierten Lehrveranstaltungen dieses vorliegenden Curriculums und des vorhergehenden Curriculums. Diese Äquivalenz gilt in beide Richtungen, d.h. dass positiv absolvierte Lehrveranstaltungen des vorhergehenden Curriculums zur Anerkennung im vorliegenden Curriculum heranzuziehen sind und positiv absolvierte Lehrveranstaltungen des vorliegenden Curriculums zur Anrechnung im vorhergehenden Curriculum.

Vorliegendes Curriculum 2018				Vorhergehendes Curriculum 2012			
Lehrveranstaltung	LV-Typ	SSt.	ECTS	Lehrveranstaltung	LV-Typ	SSt.	ECTS
A.1 IP - Interdisciplinary Practical Training	AG	6	10	A.1 IP - Interdisziplinäres Praktikum	AG	6	10
B.1 Data in System Sciences	VO	2	3	B.1 Systemintegration und Systembewertung	VO	2	3
B.2 Systems-Modelling and Systems-Analysis	VO	2	3	B.2 Systemmodellierung	VO	2	3
B.3 Data in System Sciences	SE	2	4	B.3 Seminar zu Systemintegration und Systembewertung	SE	2	4
B.4 Systems-Modelling and Systems-Analysis	SE	2	4	B.4 Seminar zu Systemmodellierung	SE	2	4
C.1 Earth Climate System and Climate Change	VO	2	3	C.4 Klimasystem der Erde und Klimawandel	VO	2	3
C.2 Environmental Analytics und	VO	1.33	2	E.1 Umweltanalytik	VO	2.66	3
C.3 Environmental Physics & Energy	VO	2	2				
C.4 Environmental Records from Modern to Past	VO	1.33	2	Keine Gleichwertigkeit			
C.5 Raw Material Sciences	VO	1.33	2	C.2 Mineralische Rohstoffkunde	VO	1.33	2
D.1 Lab course on Clean Technology	LU	6	6	E.2 Laborübungen zu Umwelttechnik	LU	6	6
D.2 Workshop / Seminar to Lab course on Clean Technology	SE	1	1	E.3 Seminar zu den Laborübungen Umwelttechnik	SE	1	1
D.3 Field Trip Clean Technology	EX	1	1	Keine Gleichwertigkeit			
E.1 Ecological Process Evaluation	VO	2	3	C.3 Biodiversität und angewandte Mikrobiologie	VO	2	3
E.2 Sustainable Process Technology	VO	2	3	F.8.10 Ökologische Prozesstechnik	VO	2	3

Vorliegendes Curriculum 2018				Vorhergehendes Curriculum 2012			
Lehrveranstaltung	LV-Typ	SSt.	ECTS	Lehrveranstaltung	LV-Typ	SSt.	ECTS
E.3 Introduction into Process Simulation and Process Design und E.4 Introduction into Process Simulation and Process Design	VO UE	1 2	2 2	C.1 Eigenschaften, Modifikation und Nutzung von Ressourcen	VO	2.66	4
F.1 Environmental Management	VO	2	3	D.1 Umweltmanagement	VO	2	3
F.2 Environmental Legislation	VO	1.33	2	D.3 Umweltgesetzgebung	VO	1.33	2
F.3 Plant and Process Approval	VO	2	3	F.8.7 Anlagengenehmigungsverfahren	VO	2	3
G.1 REACH - Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemical substances	VO	2	3	D.2 REACH – Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances	VO	2	3
G.2 Workshop / Seminar REACH	SE	2	2	F.8.1 Seminar REACH	SE	2	2
Keine Gleichwertigkeit				D.4 ArbeitnehmerInnenschutz	VO	1.33	2
H.1-4 Environmentally oriented Elective Subject acc.§9			18	F Umweltorientiertes Wahlfach / umweltorientierte Wahlfächer (gebundenes Wahlfach) lt §8			22
I.1 Master Seminar	SE	2	2	G.1 Masterseminar	SE	2	2
I.2 Master Exam			1	G.2 Masterprüfung			1
J Master Thesis			30	H Masterarbeit			30

## Anhang V.

### Zulassung zum Studium

- (1) Gemäß § 2 dieses Curriculums werden Absolventinnen und Absolventen der Bachelorstudien Umweltsystemwissenschaften / Naturwissenschaften-Technologie ohne weitere Auflagen zugelassen.
- (2) Ergänzend werden aber auch alle Vorstudien mit zumindest 120 ECTS-Anrechnungspunkten umweltwissenschaftlicher, systemwissenschaftlicher, ingenieurs- oder naturwissenschaftlicher Ausrichtung und davon mindestens 60 ECTS-Anrechnungspunkte aus dem Fach Physik und / oder aus dem Fach Chemie und / oder aus dem Fach Verfahrenstechnik, als 'grundsätzlich fachlich in Frage kommend' bewertet.
- (3) Ist ein Studium grundsätzlich fachlich in Frage kommend und fehlen nur einzelne Ergänzungen auf die volle Gleichwertigkeit mit einem zur Zulassung berechtigenden

dem Studium, können zur Erlangung der vollen Gleichwertigkeit zusätzliche Lehrveranstaltungen und Prüfungen aus dem Bachelorstudium Umweltsystemwissenschaften / Naturwissenschaften-Technologie im Ausmaß von maximal 30 ECTS-Anrechnungspunkten vorgeschrieben werden. Die Anerkennung dieser zusätzlich zu erbringenden Leistungen ist für den Bereich des Freifachs gemäß § 10 bis zu einem Umfang von 5 ECTS zulässig.

- (4) Absolventinnen und Absolventen folgender im Rahmen von NAWI Graz angebotenen Bachelorstudien können zum Masterstudium ESS / CCET mit der Auflage zugelassen werden, die jeweils angeführten Lehrveranstaltungen aus dem NAWI Graz Bachelorstudium Umweltsystemwissenschaften / Naturwissenschaften-Technologie USW / NAWI-Tech) im Rahmen ihres Masterstudiums zu absolvieren:

<b>Bachelor Physik und Bachelor Verfahrenstechnik</b>		ECTS	Typ	SSt
B.2.2 oder B.2.3	Angewandte Systemwissenschaften 1 oder Angewandte Systemwissenschaften 2	3	SE	2
<b>Summe</b>		<b>3</b>		<b>2</b>

<b>Bachelor Chemie und Bachelor Geowissenschaften</b>		ECTS	Typ	SSt
C.1.3	USW Computational Basics	2	VO	2
C.1.4	Übungen zu USW Computational Basics	1	UE	1
B.2.2 oder B.2.3	Angewandte Systemwissenschaften 1 oder Angewandte Systemwissenschaften 2	3	SE	2
<b>Summe</b>		<b>6</b>		<b>5</b>

## Anhang VI.

### Glossar

Glossar der verwendeten Bezeichnungen, welche in den Satzungen und Richtlinien der beiden Universitäten unterschiedlich benannt sind

Bezeichnung in diesem Curriculum (NAWI Graz)	Bezeichnung Uni Graz	Bezeichnung TU Graz
SSt.	KStd.	SSt.
Wahlmodul	Gebundenes Wahlfach	Wahlfach
Freifach	Freie Wahlfächer	Freifach