

# MITTEILUNGSBLATT

der  
UNIVERSITÄT GRAZ



81. SONDERNUMMER

---

Studienjahr 2022/23

Ausgegeben am 29. 06. 2023

36.e Stück

---

## Curriculum für das Masterstudium Environmental Systems Sciences / Climate and Environmental Monitoring

Curriculum 2023

**Impressum:** Medieninhaberin, Herausgeberin und Herstellerin: 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://mitteilungsblatt.uni-graz.at/>

**Offenlegung gem. § 25 MedienG**

Medieninhaberin: 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%.

Sitz: Universitätsplatz 3, 8010 Graz

Namen der vertretungsbefugten Organe des Medieninhabers: Dr. Peter Riedler, Univ.-Prof. Dr. Joachim Reidl, Univ.-Prof. Dr. Catherine Walter-Laager, Univ.-Prof. Dr. Markus Fallenböck, LL.M., Univ.-Prof. Mireille van Poppel, PhD

Grundlegende Richtung: Kundmachung von Informationen gem. § 20 Abs. 6 UG in der jeweils geltenden Fassung.

---

# Curriculum für das Masterstudium **Environmental Systems Sciences / Climate and Environmental Monitoring**

Curriculum 2023

Dieses Curriculum wurde vom Senat der Karl-Franzens-Universität Graz in der Sitzung vom 28.06.2023 und vom Senat der Technischen Universität Graz in der Sitzung vom 26.06.2023 genehmigt.

---

Das naturwissenschaftliche Masterstudium ist ein gemeinsam eingerichtetes Studium (§ 54 Abs. 7 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 .....	6
§ 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.	Wahlmodule .....	10
§ 10.	Freie Wahlfächer .....	14
§ 11.	Masterarbeit .....	14
§ 12.	Anmeldevoraussetzungen für Lehrveranstaltungen/Prüfungen .....	14
§ 13	Auslandsaufenthalte und Praxis .....	15
IV	Prüfungsordnung und Studienabschluss .....	16
§ 14.	Prüfungsordnung .....	16
§ 15.	Studienabschluss .....	17
V	In-Kraft-Treten und Übergangsbestimmungen .....	17
§ 16.	In-Kraft-Treten .....	17
§ 17.	Übergangsbestimmungen .....	17



---

Anhang I	
Modulbeschreibungen .....	18
Anhang II	
Studienablauf .....	29
Anhang III	
Empfohlene Lehrveranstaltungen für die freien Wahfächer .....	31
Anhang IV	
Äquivalenzliste .....	31
Anhang V	
Lehrveranstaltungstypen .....	32
Anhang VI	
Glossar .....	33

## I Allgemeines

### § 1. Gegenstand des Studiums und Qualifikationsprofil

Das naturwissenschaftliche Masterstudium Environmental Systems Sciences / Climate and Environmental Monitoring (ESS / CEM) umfasst vier Semester. Der Gesamtumfang beträgt 120 ECTS-Anrechnungspunkte.

Das Masterstudium ESS / CEM wird als fremdsprachiges Studium in englischer Sprache durchgeführt.

Absolvent\*innen dieses Studiums wird der akademische Grad „Master of Science“, abgekürzt „MSc“, verliehen.

#### (1) Gegenstand des Studiums

Mit dem Masterstudium ESS / CEM wird die forschungsorientierte Qualifikation für die Behandlung naturwissenschaftlich-technologischer Aspekte des Klimawandels, damit zusammenhängender geowissenschaftlicher Aspekte und umweltrelevanter technologischer Entwicklungen erworben. Diese fachliche Ausrichtung wird mit rechtlichen Grundlagen und anwendungsorientierten Methoden erweitert. Interdisziplinäre und systemwissenschaftliche Kooperationsanteile mit strukturell gleich aufgebauten naturwissenschaftlichen, sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Studien der Umweltsystemwissenschaften (USW)<sup>1</sup> ergänzen das Studium. Schliesslich rundet ein eigenverantwortlich gestaltetes Modul mit umweltorientierter Ausrichtung das Curriculum mit einem individuellen Schwerpunkt ab.

#### (2) Qualifikationsprofil und Kompetenzen

Absolvent\*innen des Masterstudiums ESS / CEM verfügen in den Themenbereichen Klima, Merkmale und Folgen des Klimawandels, geologische und geophysikalische Prozesse, Umwelt-Monitoring 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.

---

<sup>1</sup> An der Uni Graz sind zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Curriculums folgende USW-Masterstudien eingerichtet: USW / Geographie-Angewandte Mensch-Umweltforschung (USW / Geo-AMU), USW / Volkswirtschaftslehre (USW / VWL), ESS / Sustainability and Innovationmanagement (ESS / SIM), und ESS / Climate Change and Transformation Science (ESS / CCTS). An der Uni Graz und TU GRAZ ist das Masterstudium Environmental Systems Sciences / Climate and Environmental Monitoring (ESS / CEM) eingerichtet.

Den verantwortungsbewussten Einsatz dieser Kompetenzen entwickeln Absolvent\*innen des Masterstudiums ESS / CEM aus ihrer Ausbildung in Themenbereichen wie Klima und Umwelt, dynamische Geosysteme, Umweltmonitoring, Möglichkeiten zur Nutzung umweltfreundlicher Technologien, Umweltmanagement und gesetzliche Grundlagen sowie Regulation und Controlling im Umweltbereich. Gefestigt wird dieses Leistungsprofil durch praktische 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 Absolvent\*innen des Masterstudiums ESS / CEM 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 Mitarbeiter\*innen 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 Absolvent\*innen des Masterstudiums ESS / CEM 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 Absolvent\*innen des Masterstudiums ESS / CEM:

- Lehre und Forschung auf universitärem Niveau,
- Bewertung und Folgenabschätzung von Aspekten des Klimawandels und von Klimaschutzmaßnahmen,
- 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) Das Masterstudium ESS / CEM baut auf dem im Rahmen von NAWI Graz angebotenen Bachelorstudium Umweltsystemwissenschaften / Naturwissenschaften-Technologie (USW / NAWI-Tech) auf. Dieses Studium erfüllt jedenfalls die Zulassungsvoraussetzungen für das Masterstudium ESS / CEM.
- (2) Studien, die nicht unter Abs.1 genannt werden, sind fachlich in Frage kommend, wenn aus folgenden Fachbereichen insgesamt mindestens 120 ECTS-Anrechnungspunkte absolviert wurden und zumindest eine Prüfung aus jedem der Fachgebiete positiv absolviert wurde:
  - Grundlagen der Chemie
  - Erdwissenschaften und Umweltanalytik
  - Grundlagen der Physik
  - Physikalische Eigenschaften von Materie
  - Grundlagen computergestützter Datenverarbeitung
  - Klima, Umwelt und chemische Technologie
  - Mathematik und Statistik
  - Systemwissenschaften
- (3) Studien, die nicht unter Abs.1 oder Abs.2 fallen, weisen wesentliche fachliche Unterschiede auf. Diese können durch Ergänzungsprüfungen ausgeglichen werden, wenn aus den in Abs.2 genannten Fachbereichen mindestens 90 ECTS-Anrechnungspunkte absolviert wurden. Im Rahmen dieser Ergänzungsprüfungen können maximal 30 ECTS-Anrechnungspunkte vorgeschrieben werden.
- (4) Bei Studien, die nicht unter Abs.1 bis Abs.3 fallen, bestehen wesentliche fachliche Unterschiede, die nicht ausgeglichen werden können. In diesem Fall ist die Zulassung zum Masterstudium ESS / CEM nicht möglich.
- (5) Als Voraussetzung für die Zulassung zum Studium ist die für den erfolgreichen Studienfortgang erforderliche Kenntnis der englischen Sprache nachzuweisen. Die Form des Nachweises ist in einer Verordnung des Rektorates festgelegt.

### § 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 / CEM mit einem Arbeitsaufwand von 120 ECTS-Anrechnungspunkten umfasst vier Semester und ist wie folgt modular strukturiert:

<b>Master Environmental Systems Sciences / Climate and Environmental Monitoring (ESS / CEM)</b>	
<b>Module</b>	<b>ECTS</b>
Modul A: Interdisziplinäres Praktikum	10
Modul B: Systemwissenschaften	10
Modul C: Climate Change and Geo-Systems	10
Modul D: Environmental Monitoring	14
Modul E: Practise in Clean Technology and Sustainable Energy	8
Modul F: Legal Basics for Environmental Management	13
Modul G: Environmentally oriented Elective Subject G acc. §9	18
Masterprüfung	1
Masterarbeit	30
Freie Wahlfächer nach §10	6
<b>Summe</b>	<b>120</b>

### § 5. Lehrveranstaltungstypen

Lehrveranstaltungen, die an der Uni Graz und an der TU Graz angeboten werden, sind in den Satzungen der Universitäten geregelt.

Die Lehrveranstaltungstypen sind im Anhang V angeführt.

## § 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)	6
Seminar (SE)	20
Kurs (KS)	Uni Graz: 15
Arbeitsgemeinschaft (AG)	Uni Graz: 20
Exkursion (EX)	30
Feldübung (FU)	12

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

- (1) Melden sich mehr Studierende zu einer Lehrveranstaltung an als verfügbare Plätze vorhanden sind, dann erfolgt die Aufnahme der Studierenden nach dem folgenden Reihungsverfahren, wobei die einzelnen Kriterien in der angegebenen Reihenfolge anzuwenden sind:
  - a. Stellung der Lehrveranstaltung im Curriculum (gem. §§ 8 und 9): Die Lehrveranstaltung ist im Curriculum, für das die Lehrveranstaltungsanmeldung erfolgt, in den Pflicht- oder Wahlmodulen vorgeschrieben. Diese Lehrveranstaltungen werden gleichrangig gereiht und jeweils gegenüber dem Freien Wahlfach bevorzugt.
  - b. Im Studium absolvierte/anerkannte ECTS-Anrechnungspunkte: Für die ECTS-Reihung werden alle Leistungen des Studiums, für das die Lehrveranstaltungsanmeldung erfolgt, herangezogen. Eine höhere Gesamtsumme wird bevorzugt gereiht.
  - c. Bisher benötigte Semesteranzahl im Studium: Reihung nach der Anzahl der bisher benötigten Semester innerhalb des Studiums. Eine höhere Anzahl wird bevorzugt gereiht.
  - d. Losentscheid: Ist anhand der vorangehenden Kriterien keine Reihungsentcheidung möglich, entscheidet das Los.

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 Systems Sciences / Climate and Environmental Monitoring (ESS / CEM)								
Module	course (LV)	SSt	LV-type	ECTS	Semester, ECTS			
					I	II	III	IV
<b>Modul A: Interdisziplinäre Practice</b>								
A.1	IP - Interdisziplinäres Praktikum	6	AG	10			10	
Zwischensumme		6		10	0	0	10	0
<b>Modul B: System Sciences</b>								
B.1	Data in Systems Sciences	2	VO	3	3			
B.2	Systems-Modelling and Systems-Analysis	2	VO	3		3		
B.3 oder B4								
B.3	Data in Systems Sciences	2	SE	4			4	
B.4	Systems-Modelling and Systems-Analysis	2	SE	4			4	
Zwischensumme		6		10	3	3	4	0
<b>Modul C: Climate Change and Geo-Systems</b>								
C.1 oder C.2								
C.1	Earth's Climate System and Climate Change	2	VO	3	3			
C.2	Climate Dynamics	2	VO	3	3			
C.3	Dynamic Geosystems	2	VO	3	3			
C.4	Raw Material Sciences	1,33	VO	2	2			
C.5	Environmental Records from Past to Present	1,33	VO	2	2			
Zwischensumme		6,66		10	10	0	0	0

<b>Modul D: Environmental Monitoring</b>							
D.1	Environmental Monitoring	2	VO	3	3		
D.2	Environmental Analytics	1,33	VO	2	2		
D.3	Environmental Physics & Energy	2	VO	2	2		
D.4	Subsurface Flow and Transport Processes	2	VU	3	3		
D.5	Monitoring of Geomorphological Processes	2	VU	4		4	
<b>Zwischensumme</b>		<b>9,33</b>		<b>14</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>0 0</b>
<b>Modul E: Practise in Clean Technology and Sustainable Energy</b>							
E.1	Lab course on Clean Technology and Sustainable Energy	6	LU	6		6	
E.2	Workshop / Seminar to Lab course on Clean Technology and Sustainable Energy	1	SE	1		1	
E.3	Field Trip Clean Technology and Sustainable Energy	1	EX	1		1	
<b>Zwischensumme</b>		<b>8</b>		<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0 0</b>
<b>Modul F: Legal Basics for Environmental Management</b>							
F.1	Environmental Management	2	VO	3	3		
F.2	International Environmental Law	2	KS	5		5	
F.3	REACH - Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemical substances	2	VO	3		3	
F.4	Workshop / Seminar REACH	2	SE	2		2	
<b>Zwischensumme</b>		<b>8</b>		<b>13</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>0 0</b>
<b>Modul G: Environmentally oriented Elective Subject G acc. §9</b>							
eines der Module G.1 - G.4 muss absolviert werden							
G.1	Individually composed Module			18			
G.2	Environmental Screening			18			
G.3	Environmental Cycles in Hydro- and Lithosphere			18			
G.4	Clean Technology and Sustainable Energy			18			
<b>Zwischensumme</b>				<b>18</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>7 5</b>
<b>Masterprüfung</b>				<b>1</b>			<b>1</b>
<b>Masterarbeit</b>				<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8 22</b>
<b>Freie Wahlfächer nach §10</b>				<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1 2</b>
<b>Summe</b>				<b>120</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30 30</b>

## § 9. Wahlmodule

Für das Wahlmodul 'G.1 Individually composed Module' 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 für Uni Graz Studierende der Vorsitzende der CuKo USW, für TU-Studierende der/die Studiendekan\*in für USW an der TU auf Antrag der/des Studierenden vorab.

<b>Wahlmodul G.1 Individually composed Module</b>	
Ein Wahlmodul umweltorientierter Lehrveranstaltungen im Umfang von 18 ECTS ist zu absolvieren. Das Modul ist mit einem zusammenfassenden Titel und der Darstellung der mit diesem Modul zu erwerbenden Kompetenzen dem Studiendekan für USW (TU-Studierende) bzw. dem Vorsitzenden der Cuko USW (Uni Graz Studierende) zur Genehmigung vorzulegen.	
•	recommended for general Study Abroad Activities
•	recommended for modules and courses of Uni Graz and TU Graz International Cooperation Programmes
•	recommended to design a Life Cycle Assessment (LCA) module
•	an option to set a personal focus

Für das Wahlmodul '**G.2 Environmental Screening**' sind Lehrveranstaltungen im Umfang von 18 ECTS-Anrechnungspunkten aus dem nachfolgenden Lehrveranstaltungs-katalog zu absolvieren.

<b>Wahlmodul G.2 Environmental Screening</b>								
18 ECTS Anrechnungspunkte sind aus der Liste der Lehrveranstaltungen zu wählen [(*) verpflichtend]								
		<b>SSt</b>	<b>LV type</b>	<b>ECTS</b>	<b>Uni Graz<sup>1</sup></b>	<b>TU Graz<sup>1</sup></b>	<b>WS</b>	<b>SS</b>
G.2.1	(*) alternating: Hydrological Monitoring / Climatological Monitoring	2	VU	4	x			x
G.2.2	(*) Chemical Reactions and Kinetics in the Atmosphere	1,33	VO	2	x			x
G.2.3	Environmental Chemistry and Toxicology	1,33	SE	2	x			x
G.2.4	Analytical Strategy, Method Development & Data Interpretation 1	1,33	VU	2	x		x	
G.2.5	Water Analyses and Characterization	2	LU	2	x			x
G.2.6	Advanced Inorganic Analytical Chemistry	1,33	VO	2	x	x	x	
G.2.7	Low-Temperature Geochemistry	2	VO	3		x	x	
G.2.8	Environmental Isotope Proxies	1,5	VU	2		x	x	
G.2.9	Geotechnical Monitoring	2,75	VU	3,5		x	x	
G.2.10	Structural Health Monitoring	2	VO	3		x	x	
G.2.11	Structural Health Monitoring	2	FU	3		x	x	
G.2.12	Aqueous Geochemistry Practical Field Course	2	EX	2		x		x
G.2.13	Special Topics in ESS / CEM	each 1		eq. 1,5	x	x	x	x
<b>18 ECTS Anrechnungspunkte sind zu wählen</b>								

<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.

Dem Wahlmodul G.2 Environmental Screening werden Lehrveranstaltungen mit dem Titel ‚Special Topics in ESS / CEM‘ 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 'G.3 Environmental Cycles in Hydro- and Lithosphere' sind Lehrveranstaltungen im Umfang von 18 ECTS-Anrechnungspunkten aus dem nachfolgenden Lehrveranstaltungskatalog zu absolvieren.

<b>Wahlmodul G.3 Environmental Cycles in Hydro- and Lithosphere</b>								
18 ECTS Anrechnungspunkte sind aus der Liste der Lehrveranstaltungen zu wählen [(*) verpflichtend]								
		<b>SSt</b>	<b>LV type</b>	<b>ECTS</b>	<b>Uni Graz<sup>1</sup></b>	<b>TU Graz<sup>1</sup></b>	<b>WS</b>	<b>SS</b>
G.3.1	(*) Geodynamics of the Lithosphere	2	VO	3	x		x	
G.3.2	(*) Mineralogy and Aqueous Geochemistry	2	VO	3		x	x	
G.3.3	(*) Clay Mineralogy	1,33	VO	2		x	x	
G.3.4	(*) Biosphere's Role in Earth Systems	2	VO	3	x		x	
G.3.5	Geothermal Energy	1,33	VO	2		x		x
G.3.6	Environmental Isotope Proxies	1,5	VU	2		x	x	
G.3.7	Tectonics	2	VO	3	x		x	
G.3.8	Hydrogeochemical Modelling	2	UE	2		x		x
G.3.9	Groundwater Modelling	2	KS	2	x			x
G.3.10	Aqueous Geochemistry Practical Field Course	2	EX	2		x		x
G.3.11	Industrial Minerals	2	EX	2		x		x
G.3.12	Special Topics in ESS / CEM	each 1		eq. 1.5	x	x	x	x
<b>18 ECTS</b> Anrechnungspunkte sind zu wählen								

<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.

Dem Wahlmodul G.3 Environmental Cycles in Hydro- and Lithosphere werden Lehrveranstaltungen mit dem Titel ‚Special Topics in ESS / CEM‘ 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 '**G.4 Clean Technology and Sustainable Energy**' sind Lehrveranstaltungen im Umfang von 18 ECTS-Anrechnungspunkten aus dem nachfolgenden Lehrveranstaltungskatalog zu absolvieren.

<b>Wahlmodul G.4 Clean Technology and Sustainable Energy</b>								
18 ECTS Anrechnungspunkte sind aus der Liste der Lehrveranstaltungen zu wählen [(*) verpflichtend]								
		<b>SSt</b>	<b>LV type</b>	<b>ECTS</b>	<b>Uni Graz<sup>1</sup></b>	<b>TU Graz<sup>1</sup></b>	<b>WS</b>	<b>SS</b>
G.4.1	(*) Environmental Technologies	3	VO	4		x	x	
G.4.2	(*) Energy Storage and Conversion	1,33	VO	2		x		x
G.4.3	(*) Special Topics of Technical Physics: Physics of Sustainable Energy	2	VO	3		x	x	
G.4.4	Project Laboratory (MAS.190_x, CHE.600 (RenRes), CHE.601 (MacroMol), CHE.603 (InorgMatEiChem))	8	LU	6	x	x	x	x
G.4.5	Functional Materials I	2	VO	3		x	x	
G.4.6	Introduction to Material Science	2	VO	3		x	x	
G.4.7	Batteries and Supercapacitors	3	VO	4		x		x
G.4.8	Fuel Cells and Energy Storage	2	VO	3		x		x
G.4.9	Liquid Biofuels	1	SE	1	x			x
G.4.10	Energy Systems Analysis	2	VO	3		x		x
G.4.11	Hydrogen Production and Storage	2	VO	3		x	x	
G.4.12	Advanced Studies of Polymer Electrolyte Fuel Cells	3	VU	4		x		x
G.4.13	Optical Measurements	2	VO	3	x		x	
G.4.14	Applied Radiation Physics	2	VO	3		x	x	
G.4.15	Special Topics in ESS / CEM	each 1		eq. 1.5	x	x	x	x
<b>18 ECTS Anrechnungspunkte sind zu wählen</b>								

<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.

Dem Wahlmodul G.4 Clean Technology and Sustainable Energy werden Lehrveranstaltungen mit dem Titel ‚Special Topics in ESS / CEM‘ 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.

## § 10. Freie Wahlfächer

- (1) Die im Rahmen der freien Wahlfächer im Masterstudium ESS / CEM zu absolvierenden Lehrveranstaltungen dienen der individuellen Schwerpunktsetzung und Weiterentwicklung der Studierenden und können frei aus dem Lehrveranstaltungsangebot aller anerkannten in- und ausländischen Universitäten sowie anerkannter in- und ausländischer postsekundärer Bildungseinrichtungen gewählt werden. Anhang III enthält eine Empfehlung für freie Wahlfächer.
- (2) Sofern einem freien Wahlfach 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) Die Anerkennung von gegebenenfalls zusätzlich zu erbringenden Leistungen ist für den Bereich der freien Wahlfächer bis zu einem Umfang von 5 ECTS-Anrechnungspunkte zulässig.

## § 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 zur Beurteilung einzureichen.

## § 12. Anmeldevoraussetzungen für Lehrveranstaltungen / Prüfungen

Die Zulassung zur kommissionellen Masterprüfung ist der Nachweis der positiven Beurteilung aller Prüfungsleistungen gemäß §§ 8-10 sowie die positiv beurteilte Masterarbeit.

---

## § 13 Auslandsaufenthalte und Praxis

### (1) Empfohlene Auslandsstudien

Studierenden wird empfohlen, in ihrem Studium ein Auslandssemester zu absolvieren. Dafür kommt in diesem Masterstudium insbesondere das individuell zusammengesetzte umweltorientierte Wahlfach (Modul G.1) in Frage. 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 Freien Wahlfachs 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), Feldübungen (FU), 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 Beurteilungen von Teilleistungen zu bestehen.
- (3) Besteht ein Modul aus mehreren Lehrveranstaltungen, so ist die Modulnote zu ermitteln, indem
  - a. die Note jeder dem Modul zugehörigen Lehrveranstaltung 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 Lehrveranstaltung 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.
- (4) Regelungen zur Wiederholung von Teilleistungen bei Lehrveranstaltungen mit immanentem Prüfungscharakter sind im Satzungsteil Studierecht festgelegt.
- (5) Die kommissionelle Masterprüfung besteht aus
  - Präsentation der Masterarbeit (maximal 20 Minuten),
  - Verteidigung der Masterarbeit (Prüfungsgespräch),
  - einer Prüfung aus dem Modul, dem die Masterarbeit zugeordnet ist, sowie
  - einer Prüfung aus einem weiteren Modul gemäß § 8.
- (6) 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.

- (7) Der Prüfungskommission der Masterprüfung gehören die Betreuer\*in der Masterarbeit und zwei weitere Mitglieder an, die nach Anhörung der Kandidat\*in vom zuständigen studienrechtlichen Organ nominiert werden. Den Vorsitz führt ein Mitglied der Prüfungskommission, welches nicht Betreuer\*in der Masterarbeit ist.
- (8) Die Note dieser kommissionellen Prüfung wird von der Prüfungskommission auf Basis der während der Masterprüfung erbrachten Leistung festgelegt.

## **§ 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 / CEM enthält
  - a. eine Auflistung aller Module 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 der freien Wahlfächer gemäß § 10 sowie
  - e. die Gesamtbeurteilung gemäß § 11 des Satzungsteiles Studienrecht.

## **V In-Kraft-Treten und Übergangsbestimmungen**

### **§ 16. In-Kraft-Treten**

Dieses Curriculum (UNIGRAZonline / TUGRAZonline Version 2023W) tritt mit dem 1. Oktober 2023 in Kraft.

### **§ 17. Übergangsbestimmungen**

Studierende des Masterstudiums Environmental System Sciences / Climate Change and Environmental Technology (ESS / CCET), die bei In-Kraft-Treten dieses Curriculums am 1.10.2023 dem Curriculum 2018 unterstellt sind, sind berechtigt, ihr Studium nach den Bestimmungen des Curriculums 2018 bis zu 30.9.2026 abzuschließen. Wird das Studium bis zum 30.9.2026 nicht abgeschlossen, sind die Studierenden dem Curriculum für das Masterstudium ESS / CEM 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 Systems Sciences / Climate and Environmental Monitoring (ESS / CEM)

### Anhang I.

#### Modulbeschreibungen

Pflichtmodul A	Interdisciplinary Practice
<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>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme</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
Pflichtmodul B	System Sciences
<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 argumentieren zu können</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 zu können</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>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme</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>Climate Change and Geo-Systems</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	10
<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>• Struktur und Dynamik des komplexen Systems Erde, seine physikalischen Phänomene, deren Messung und mathematisch-physikalische Beschreibung: Seismologie, Erdbeben, Vulkanismus; Dynamik der Ozeane, Kryosphäre, Atmosphäre; Schwerefeld und Magnetfeld der Erde.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <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>• Grundlagen der geowissenschaftlichen Zusammenhänge zu verstehen und in fachlichen Diskussionen damit argumentieren zu können</li> <li>• mit der Systematik der Mineralogie umzugehen und Eigenschaften und Verwertungsmöglichkeiten anorganischer Rohstoffe benennen zu können</li> <li>• das Spektrum geochemischer Untersuchungstechniken für terrestrische, marine and technische Umfelder in der Bandbreite von forensischen Analysentechniken 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>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse in Chemie</li> <li>• Grundkenntnisse in Physik</li> <li>• Grundkenntniss in Erdwissenschaften</li> </ul>
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Studienjahr

<b>Pflichtmodul D</b>	<b>Environmental Monitoring</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	14
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden zum fernerkundungsgestützten Umweltmonitoring sowie Einsatzmöglichkeiten der Fernerkundung; Aufnahmeprinzip und Auswertung von flugzeuggetragenen Scannersystemen; Datenmodelle, Interpretation, Klassifizierung und Zeitreihenanalyse;</li> <li>• Beschreibung und Beobachtung des dynamischen Systems Erde;</li> <li>• Einführung in das Monitoring geomorphologischer Prozesse und ausgewählte Methoden und Techniken, die auch praktisch angewendet werden (z.B. Terrestrisches Laserscanning, Geoelektrik) sowie theoretische Kenntnisse durch praktische Aspekte der Datenaufnahme, -auswertung und Zeitreihenanalyse ergänzen.</li> <li>• Moderne chemischen Analytik (Probennahme, Prozessanalytik, Remote Sensing) mit Schwerpunktsetzung auf analytische</li> </ul>

	<p>Chemie, optische Spektroskopie (IR, VIS, UV) und Elektronenspektroskopie im Vakuum</p> <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>• Einführung in das Leistungsprofil von 'Prozess' und 'Bewertung'; Grundlagen ökologischer Bewertung verfahrenstechnischer Prozesse, Produkte und Dienstleistungen</li> </ul>
<p><b>Lernziele</b></p>	<p>Nach der Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Möglichkeiten von Aufnahmeprinzipien und Auswertung von flugzeuggetragenen Scannersystemen bewerten zu können, Datenmodelle zu verstehen, grundlegende Interpretation von Daten vorzunehmen sowie Anwendungsbereiche abschätzen zu können</li> <li>• unterschiedliche Methoden für das Monitoring bzw. die dauerhafte und systematische Beobachtung geomorphologischer Prozesse eigenständig anzuwenden,</li> <li>• grundlegende Auswerteschritte ausgewählter Methoden und Techniken eigenständig durchzuführen, und die ausgewerteten Daten hinsichtlich der behandelten Forschungsfragen zu interpretieren (Zeitreihenanalysen)</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>• 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>
<p><b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b></p>	<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>
<p><b>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme</b></p>	<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>
<p><b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b></p>	<p>Jedes Studienjahr</p>

Pflichtmodul E	Practice in Clean Technology and Sustainable Energy
<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> <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 diskutieren zu können</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> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation und Diskussion</li> <li>• wissenschaftliches Schreiben</li> <li>• Besichtigung gewerblicher und industrieller Einheiten mit anschließender Evaluierung ausgewählter Aspekte</li> </ul>
<b>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme</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> <li>• wissenschaftliches Schreiben</li> </ul>
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Studienjahr

<b>Pflichtmodul F</b>	<b>Legal Basics for Environmental Management</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	13
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltmanagement: Umfeld und Rahmenbedingungen (technisch, ökonomisch, ökologisch, soziologisch, juridisch)</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> <li>• Einführung in die Abwicklung von Anlagengenehmigungsverfahren: Kooperation von Technikern mit der Genehmigungsbehörde</li> <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>• 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> <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>• Anschauungsmaterial und Diskussion</li> <li>• Präsentation und Diskussion</li> <li>• wissenschaftliches Schreiben</li> </ul>
<b>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme</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> <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

<b>Wahlmodul G.2</b>	<b>Environmental Screening</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	18
<b>Inhalte</b>	<p>verpflichtend:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrologie mit Schwerpunkt auf alpine Aspekte; Erstellung hydrologischer Studien</li> <li>• Chemische Reaktionen und Reaktionskinetik in der Atmosphäre</li> </ul> <p>wahlweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umwelt auf molekularer Ebene, insbesondere die Abschätzung wie Metalle und Metallverbindungen und toxische Stoffe in biologische eingebaut werden, sich in verschiedenen Sphären verteilen, akkumulieren und mit biologischen Systemen interagieren</li> <li>• Analytische Strategien, Methoden-Entwicklung und Daten-Interpretation</li> <li>• Hierarchie von Klimamodellen; Parametrisierung; Klimamodellexperimente; Modell Skill; Klimaprojektionen; regionale Klimamodellierung</li> <li>• Grundlagen zur Schaffung eines Global Geodetic Observing System (GGOS) zur Beschreibung und Beobachtung des dynamischen Systems Erde, basierend auf Beobachtungstechniken wie GNSS (Global Navigation Satellite Systems), VLBI (Very Long Baseline Interferometry), SLR und LLR (Satellite und Lunar Laser Ranging), Satellitenaltimetrie und satellitengestützter Geoidbestimmung um unterschiedliche Bezugsrahmen aufeinander abzustimmen</li> <li>• Wasseranalyse mit verschiedenen Methoden und Technologien analysiert (EC, pH, Gesamt- und Karbonathärte, Redoxpotential, Sauerstoffsättigung, Kationen- und Anionenkonzentrationen, Ionenchromatographie, Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs, UV-Vis Spektroskopie, Massenspektrometrie - ICP-MS, Optische ICP-Emissionsspektrometrie- ICP-OES, etc.)</li> <li>• Entstehung und Veränderung von Mineralen und Gesteinen in erdoberflächennahen Umfeldern (z.B. Karbonate, Silikate, Sulfide und Oxide). Interpretation und Beurteilung von geochemischen Kenngrößen und Parameter in Bezug auf die Charakterisierung von natürlichen und anthropogen veränderten Wässern: Salinarlösungen, Poren-, Formations-, Grund-, Bodenwässer etc.. Stabilitäten und (Um)Bildungsbedingungen von Festphasen im sedimentären, diagenetischen bis hin zu hydrothermalen Systemen.</li> <li>• Design von Messprogrammen in der Geomesstechnik, Sensoren zur Messung von Verschiebungen, Spannungen,</li> </ul>

	<p>Dehnungen und Temperatur für einfache Analysetechniken und für Fallstudien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung, Installation und Auswertung von Überwachungssystemen von Infrastrukturbauten mit der Zielsetzung einer messtechnisch gestützten Wartung zur Kostenreduktion und Lebenszeitverlängerung</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>• hydrologische Prozesse im Allgemeinen und in alpinen Bereichen zu verstehen, dazu hypothesen-gestützte Untersuchungsplanung und adequate Wahl der Untersuchungsmethoden zu erstellen</li> <li>• die Dynamik chemischer Reaktionen in der Atmosphäre und damit zusammenhängende Gleichgewichte zu verstehen</li> <li>• unterschiedliche Methoden für das Monitoring bzw. die dauerhafte und systematische Beobachtung geomorphologischer Prozesse eigenständig anzuwenden, wobei grundlegende Auswerteschritte ausgewählter Methoden und Techniken eigenständig durchgeführt und die ausgewerteten Daten interpretiert werden können.</li> <li>• chemische Reaktionen in der Umwelt zu beschreiben, insbesondere, wie Metalle, Metallverbindungen und toxische Verbindungen biologisch eingebunden werden, sich in den verschiedenen Sphären verteilen und wie sie akkumulieren</li> <li>• Daten-Signifianz mit Principal Component (PCA) und Cluster Analysis einschätzen zu können</li> <li>• globale Bezugsrahmen und -systeme anwenden zu können und die Analyse hydrogeochemischer Parameter von Wasserproben planen und durchführen zu können</li> <li>• geochemische Mechanismen und Reaktionsraten für Mineral/Gesteins-Wechselwirkungen in wässrigem Umfeld entwickeln und beurteilen zu können</li> <li>• selbstständig geotechnische Messprogramme zu entwerfen, Messungen durchzuführen und auszuwerten</li> <li>• Anforderungen an Structural Health Monitoring (SHM) Systeme erläutern und damit zusammenhängende Daten interpretieren zu können.</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>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Meteorologie und Klimatologie</li> </ul>
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Studienjahr

<b>Wahlmodul G.3</b>	<b>Environmental Cycles in Hydro- and Lithosphere</b>
<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> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <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 beschreiben</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>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme</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

<b>Wahlmodul G.4</b>	<b>Clean Technology and Sustainable Energy</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	18
<b>Inhalte</b>	<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> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieumwandlungstechnologien (Brennstoffzelle / Elektrolyseur, Verbrennungskraftmaschinen, Generator, Stirling-Motor, Wärmepumpen)</li> <li>• Energiesysteme und Wirkungsgradketten</li> <li>• Nachhaltige Energie und damit zusammenhängende Themen: elektrochemische Grundlagen; Wasserstoff, Brennstoffzelle, Batterien und Superspeicher; Photovoltaik, Windkraft; Brennstoffbetriebene Umwandler, Thermische Kraftwerke;</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> <li>• Einen Überblick über verschiedene anfallende Abfallarten, sowie über die Möglichkeiten, diese Abfälle zu bewältigen und damit verbundene gesetzlichen Grundlagen (wie Abfallwirtschaftskonzepte oder die Verpackungsverordnung)</li> <li>• Integration ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit in die Unternehmensführung mit Fokus auf die Entwicklung und Umsetzung von nachhaltigen Unternehmensstrategien, Organisationskultur und Nachhaltigkeitsstrategien, Instrumente und Methoden des Nachhaltigkeitscontrollings (LCA, Umweltkostenrechnung, Kennzahlensysteme) und Analyse der Planung, Steuerung und Kontrolle der nachhaltigen Unternehmensleistung</li> </ul>
<p><b>Lernziele</b></p>	<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>• verstehen Studierende, warum der Bedarf nach nachhaltiger Energie besteht, wenn die UN SDGs eingehalten werden sollen</li> <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> <li>• kennen die Studierenden gesetzliche, technische und organisatorische Grundlagen der betrieblichen Abfallwirtschaft und wissen, wie Abfallwirtschaftskonzepte und Abfallwirtschaftsstrategien entwickelt, umgesetzt und kontrolliert werden</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, die Herausforderungen und Grundlagen des Nachhaltigkeitsmanagement und -controlling zu reflektieren und die Instrumente des strategischen und operativen Nachhaltigkeitsmanagement und -controlling anzuwenden</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>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme</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>	<p>Jedes Studienjahr</p>

## Anhang II.

### Studienablauf

1.Semester		SSt	type	ECTS	Uni Graz <sup>1</sup>	TU Graz <sup>1</sup>
B.1	Data in Systems Sciences	2	VO	3	x	
C.1 or C.2	Earth's Climate System and Climate Change OR Climate Dynamics	2	VO	3	x	
C.3	Dynamic Geosystems	2	VO	3		x
D.2	Environmental Analytics	1,33	VO	2	x	
D.3	Environmental Physics & Energy	2	VO	2	x	
C.5	Environmental Records from Past to Present	1,33	VO	2	x	
C.4	Raw Material Sciences	1,33	VO	2		x
D.4	Subsurface Flow and Transport Processes	2	VO	3	x	
D.1	Environmental Monitoring	2	VO	3		x
F.1	Environmental Management	2	VO	3		x
G	Environmentally oriented Subject acc.§9			2	x	x
	Freie Wahlfächer nach.§10			2	x	x
<b>Summe</b>				<b>30</b>		
2.Semester		SSt	type	ECTS	Uni Graz <sup>1</sup>	TU Graz <sup>1</sup>
B.2	Systems-Modelling and Systems-Analysis	2	VO	3	x	
E.1	Labcourse on Clean Technology and Sustainable Energy	6	LU	6	x	x
E.2	Workshop / Seminar to Labcourse on Clean Technology and Sustainable Energy	1	SE	1	x	x
E.3	Field Trip Clean Technology and Sustainable Energy	1	EX	1	x	x
D.5	Monitoring of Geomorphological Processes	2	VU	4	x	
F.2	International Environmental Law	2	KS	5	x	
F.3	REACH - Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemical substances	2	VO	3		x
F.4	Workshop / Seminar REACH	2	SE	2	x	
G	Environmentally oriented Subject acc. §9			4	x	x
	Freie Wahlfächer nach.§10			1	x	x
<b>Summe</b>				<b>30</b>		

3.Semester		SSt	type	ECTS	Uni Graz <sup>1</sup>	TU Graz <sup>1</sup>
A.1	IP - Interdisciplinary Practical	6	AG	10	x	
B.3 or B4	Data in Systems Sciences <i>oder</i> Systems-Modelling and Systems-Analysis	2	SE	4	x	
	Masterarbeit			8	x	x
G	Environmentally oriented Subject acc. §9			7	x	x
	Freie Wahlfächer nach.§10			1	x	x
<b>Summe</b>				<b>30</b>		
4.Semester		SSt	type	ECTS	Uni G <sup>1</sup>	TU <sup>1</sup>
	Masterprüfung			1	x	x
	Masterarbeit			22	x	x
G	Environmentally oriented Subject acc. §9			5	x	x
	Freie Wahlfächer nach.§10			2	x	x
<b>Summe</b>				<b>30</b>		
<b>Gesamt</b>				<b>120</b>		

<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 die freien Wahlfächer

Freie Wahlfächer können laut § 10 dieses Curriculums frei aus dem Lehrveranstaltungsangebot anerkannter in- und ausländischer Universitäten sowie anerkannter in- und ausländischer postsekundärer Bildungseinrichtungen 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 auf die Koordinationsstelle für Geschlechterstudien und Gleichstellung der Uni Graz und die Science, Technology and Society Unit der TU Graz verwiesen.

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.

Lehrveranstaltungen, die bezüglich Titel und Typ sowie Anzahl der ECTS-Anrechnungspunkte oder Semesterstundenzahl übereinstimmen, sind äquivalent und werden deshalb nicht in der Äquivalenzliste angeführt.

Vorliegendes Curriculum 2023				Vorhergehendes Curriculum 2018			
Lehrveranstaltung	LV-Typ	SSt.	ECTS	Lehrveranstaltung	LV-Typ	SSt.	ECTS
C.1 Earth's Climate System and Climate Change oder C.2 Climate Dynamics	VO VO	2 2	3 3	C.1 Earth Climate System and Climate Change	VO	2	3
D.1 Environmental Monitoring	VO		3	E.2 Sustainable Process Technology	VO	2	3
D.4 Subsurface Flow and Transport Processes	VO	2	3	E.1 Ecological Process Evaluation	VO	2	3
D.5 Monitoring of Geomorphological Processes	VU	2	4	E.3 Introduction into Process Simulation and Process Design	VO	1	2
				E.4 Introduction into Process Simulation and Process Design	UE	2	2
E.1 Lab course on Clean Technology and Sustainable Energy	LU	6	6	D.1 Lab course on Clean Technology	LU	6	6
E.2 Workshop / Seminar to Lab course on Clean Technology and Sustainable Energy	SE	1	1	D.2 Workshop / Seminar to Lab course on Clean Technology	SE	1	1
E.3 Field Trip Clean Technology and Sustainable Energy	EX	1	1	D.3 Field Trip Clean Technology	EX	1	1
F.2 International Environmental Law	KS	2	5	F.2 Environmental Legislation and	VO	1.33	2
				F.3 Plant and Process Approval	VO	2	3
G.1-4 Environmentally oriented Elective Subject acc.§9			18	H.1-4 Environmentally oriented Elective Subject acc.§9			18

## Anhang V.

### 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 Graz]: 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) Feldübungen (FU)\* [nur TU Graz] werden außerhalb der Räumlichkeiten der TU-Graz im Gelände (z. B. Straßenbereich, Baustellen, alpines Gelände, Wald, Tunnel) und zum Teil auch bei unwirtlichen Witterungsbedingungen abgehalten. Die Studierenden führen die Übungsaufgaben nach entsprechender Vorbereitung im Wesentlichen selbstständig durch.
- (9) 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.

## 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.
Freifach	Freie Wahlfächer	Freifach