



Universitätskurs  
Green Microelectronics  
an der  
Technischen Universität Graz

Lehrplan

## § 1 Qualifikationsprofil

### 1. Ziele des Universitätskurses

Der Universitätskurs „Green Microelectronics“ vermittelt ein nachhaltiges Bewusstsein und die notwendigen Kompetenzen, um Veränderungsprozesse hin zu einer nachhaltigen Mikroelektronik im Unternehmen erfolgreich zu planen und umzusetzen.

Es werden ein umfassendes, interdisziplinäres Verständnis der Mikroelektronik im Kontext technologischer Innovation, Nachhaltigkeit und globaler Rahmenbedingungen vermittelt. Sowohl technisches Know-how über Materialien, Bauelemente und Fertigungsprozesse als auch strategische Kompetenzen zur Bewertung und Weiterentwicklung von Technologien im Hinblick auf Leistungsfähigkeit, Umweltverträglichkeit und Zukunftsfähigkeit werden erworben. Ein wesentlicher Schwerpunkt liegt auf der kritischen Auseinandersetzung mit den ökologischen, sozialen und ökonomischen Auswirkungen elektronischer Produkte – von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Entsorgung. Nachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft, Energieeffizienz und Langlebigkeit spielen hierbei eine zentrale Rolle. Ergänzt wird dies durch Einblicke in regulatorische Anforderungen, globale Marktmechanismen und geopolitische Abhängigkeiten, die zunehmend Einfluss auf Unternehmensstrategien und Lieferketten nehmen.

Im Zusammenspiel fördern die Inhalte ein systemisches Denken: Technologische Entscheidungen werden nicht isoliert betrachtet, sondern stets im Spannungsfeld von Ressourcen, Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft. Ziel ist es, zukunftsfähige, verantwortungsvolle Fach- und Führungskräfte auszubilden, die technologische Entwicklungen mit strategischem, nachhaltigem und globalem Weitblick gestalten können.

### 2. Zielgruppen, an die sich das Angebot richtet

Der Universitätskurs richtet sich sowohl an Techniker\*innen, Naturwissenschaftler\*innen, Absolvent\*innen der Umwelt- und Nachhaltigkeitswissenschaften, Unternehmer\*innen sowie NGO-Mitarbeiter\*innen. Er richtet sich an Personen mit und ohne akademischer Erstausbildung, die sich Kompetenzen im Themenfeld der nachhaltigen Mikroelektronik aneignen wollen.

### 3. Lernergebnisse

Die detaillierten Lernergebnisse sind in §4 (Unterrichtsplan) ersichtlich.

Aufgrund des Kursaufbaus, die eigenständige Anwendung der inhaltlichen Punkte und Aufbereitung von Fallbeispielen ist ein anwendungsorientiertes Verständnis der im Universitätskurs behandelten Themen gewährleistet.

### 4. Lehr- und Lernkonzept

Die Präsenzphase wird als synchrone Online-Lehre bzw. in Präsenz in einer Mischung aus Frontal-, Frage- und Gesprächsunterricht abgehalten, wobei der gemeinsamen Diskussion (im Plenum, in Gruppen) viel Raum gewidmet wird.

Die Theorieinputs des/der Lehrenden werden anhand von Beispielen veranschaulicht und gefestigt. In Einzel- oder Gruppenarbeiten werden weitere Aufgaben in der Präsenzzeit bearbeitet bzw. im Zuge des selbstgesteuerten Lernens vor- bzw. nachbereitet.

Eine selbstständige Bearbeitung der Basisliteratur und Aneignung der Grundlagen werden als Vorbereitung und Nachbereitung zu den Präsenzphasen als asynchrones Distance Learning Element angeboten.

Jede Präsenzeinheit beginnt mit einer kurzen verbalen Lernzielkontrolle auf freiwilliger Basis, die die Lehrinhalte der Onlinephase festigt.  
 Ein anwendungsorientiertes Transferprojekt rundet das didaktische Konzept dieses Moduls ab und widmet sich damit konkreten betrieblichen Aufgabenstellungen der Teilnehmenden.

#### 5. Beurteilungskonzept

Die Leistungsbeurteilung der Onlinephase erfolgt über ein Online-Assessment (Multiple-Choice), jene der Präsenzlehreveranstaltung erfolgt mittels schriftlicher Prüfung und/oder mittels Ausarbeitung bzw. Präsentation der Gruppenarbeit (Falldiskussionen). Die Leistungen der Transferphase werden auf Basis der Ausarbeitung des Transferprojektes in Form eines Projektberichtes bzw. anhand einer Präsentation der Projektergebnisse bewertet.

Davon abweichende Regelungen für die Gesamtbeurteilung werden zu Beginn des Moduls bekanntgegeben.

### § 2 Dauer, Gliederung und Umfang (in ECTS-Anrechnungspunkten)

Der Universitätskurs umfasst 15 ECTS-Anrechnungspunkte und ist in folgende drei Module gegliedert:

- Fundamentals of Microelectronics (5 ECTS)
- Green & Sustainable Microelectronics (5 ECTS)
- Transforming Electronics: Policies & Practices (5 ECTS)

Jedes Modul umfasst die Vorbereitung im Rahmen der Onlinephase mit 1,5 ECTS, die Präsenzphase mit 1,5 ECTS (Selbststudium inkludiert) und die Erstellung eines Transferprojektes in der Transferphase mit 2 ECTS. Insgesamt beinhaltet jedes Modul 5 ECTS-Anrechnungspunkte (125 Stunden).

### § 3 Zugangsvoraussetzungen und Auswahlverfahren

Die Unterrichtssprache ist Englisch.

Voraussetzung für die Zulassung zu diesem Universitätskurs ist die Erfüllung einer zielgruppenspezifischen Qualifikation (siehe §1 Ziffer 2). Die Entscheidung über die Zulassung trifft die wissenschaftliche Kursleitung auf der Grundlage der vorgelegten Qualifikationen.

Maximale Teilnehmer\*innenzahl: 20

### § 4 Unterrichtsplan

#### Modul: Grundlagen der Mikroelektronik

Lehrinhalte	Lernergebnisse/ -ziele
	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls werden die Teilnehmer in der Lage sein:
Struktur, Funktion und Rolle von Halbleitern und integrierten Schaltungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Konzepte von Halbleitern und integrierten Schaltkreisen, einschließlich ihrer Struktur, Funktion und Rolle in der modernen Elektronik zu erklären.</li> <li>• Leistungsmerkmale von Halbleitern und integrierten Schaltkreisen unter Berücksichtigung von Faktoren wie</li> </ul>

Geschichte der Halbleiterindustrie	<p>Geschwindigkeit, Energieverbrauch und Zuverlässigkeit zu bewerten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strategische Entscheidungen auf Grundlage der Eigenschaften von Halbleitern und IS abzuleiten.</li> <li>• die historische Entwicklung von Halbleiterunternehmen und Geschäftsmodellen darzustellen.</li> <li>• Trends, die die Halbleiterindustrie im Laufe der Zeit geprägt haben zu analysieren.</li> <li>• Vor- und Nachteile der verschiedenen Geschäftsstrukturen im Hinblick auf einen volatilen globalen Markt zu diskutieren.</li> </ul>
IS-Design, Produktion und Prozess	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die wichtigsten Phasen des Designs, der Produktion und der Produktionsprozesse von integrierten Schaltkreisen und deren Bedeutung für die Herstellung funktionaler IS zu erklären.</li> <li>• den IS-Designablaufs, einschließlich der Schritte von der Konzeptualisierung bis zur endgültigen Produktion, und Bewertung des während des Entwurfsprozesses getroffener Kompromisse zu analysieren.</li> <li>• die Skalierbarkeit von IS-Design und -Produktion zu untersuchen und zu verstehen, wie sich verschiedene Designansätze auf die Fähigkeit zur Skalierung für verschiedene Anwendungen auswirken.</li> <li>• die Qualitätskontrollmaßnahmen in der IS-Produktion, mit Schwerpunkt auf den Techniken zur Sicherstellung von Hochleistungs- und fehlerfreien Chips zu bewerten.</li> <li>• die Abhängigkeit von speziellen Design-Umgebungen wie Cadence, Synopsys, Mentor Graphics usw. zu bewerten.</li> </ul>

**Modul: Grüne Mikroelektronik**

Lehrinhalte	Lernergebnisse/ -ziele
	<p>Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Teilnehmenden in der Lage:</p>
Nachhaltigkeit von Mikrochips	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die zentralen Konzepte und Theorien im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit, Kreislaufführung und der Kreislaufwirtschaft im Kontext der Mikroelektronik zu beschreiben.</li> <li>• zu untersuchen, wie „Life Cycle Assessment“ (LCA) und „Design for Disassembly“ (DfD) zu einer nachhaltigeren Mikroelektronikindustrie beitragen, indem sie die Reparatur, Wiederverwendung und das Recycling von Komponenten erleichtern.</li> <li>• die sozialen Aspekte der Nachhaltigkeit, einschließlich ethischer Arbeitspraktiken, Engagement in der Gemeinschaft und der Auswirkungen der Produktion und Entsorgung von Mikroelektronik auf die menschliche Gesundheit und lokale Gemeinschaften, insbesondere in Regionen, die vom Bergbau und „E-waste“ betroffen sind zu erforschen.</li> <li>• zu bewerten, wie die Einführung von Kreislaufwirtschaftspraktiken die Balance zwischen der „Top-Line“ (z. B. Umsatzgenerierung, Kundennachfrage nach nachhaltigen Produkten) und der „Bottom-Line“ (z. B. Kostensenkung durch Ressourceneffizienz, Abfallreduzierung und langfristige Rentabilität) von Mikroelektronikunternehmen beeinflussen kann.</li> </ul>

Umweltstrategie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die wichtigsten umweltbezogenen Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Herstellungsprozess von Mikrochips, einschließlich Rohstoffgewinnung, Energieverbrauch und Abfallerzeugung zu identifizieren.</li> <li>• die aktuellen Methoden zum Recycling von Mikrochips und „E-waste“ zu untersuchen.</li> <li>• das Potenzial zur Verbesserung von Kreislaufwirtschaftspraktiken in der Mikroelektronikindustrie zu bewerten.</li> </ul>
Trends und Innovationen für nachhaltige Elektronik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zu untersuchen, wie fortschrittliche Verpackungsmethoden, wie „3D-Packaging“ oder „System-in-Package“ (SiP)-Technologien, zur Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks von Elektronik beitragen, indem sie die Leistung verbessern, Materialabfälle reduzieren und die Energieeffizienz steigern.</li> <li>• die neuesten Trends in der Elektronikindustrie im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit, einschließlich energieeffizienter Komponenten, umweltfreundlicher Materialien und kohlenstoffarmer Herstellungsprozesse zu identifizieren und erklären.</li> </ul>

### Modul: Transformation der Elektronik: Richtlinien & Praktiken

Lehrinhalte	Lernergebnisse/ -ziele
	Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Teilnehmenden in der Lage:
Recht und Politik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die wichtigsten gesetzlichen Vorschriften und makroökonomischen Faktoren, wie die CSRD, CSDDD und internationale Nachhaltigkeitspolitiken, die die Geschäftstätigkeit von Elektronikunternehmen beeinflussen, zu identifizieren und erklären.</li> <li>• die strategischen und operativen Konsequenzen von Nachhaltigkeits- und Lieferkettenvorschriften auf die Entscheidungsfindung in der Elektronikindustrie zu bewerten.</li> <li>• den EU-„Green-Deal“ und seine Auswirkungen auf die Vorschriften und die Finanzierung in der Mikroelektronikindustrie zu analysieren.</li> <li>• die Auswirkungen von Richtlinien der EU, der USA und Asiens auf das Wasser-, Chemikalien- und Abfallmanagement in der Mikroelektronikindustrie zu bewerten.</li> </ul>
Geopolitische Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zu untersuchen, wie Handelskonflikte, Zölle und politische Spannungen zwischen wichtigen globalen Akteuren Markttrends, Preise und die Nachfrage nach Mikroelektronikprodukten und -technologien beeinflussen.</li> <li>• wie technische und wirtschaftliche Entscheidungen in der Elektronikindustrie ökologische und soziale Auswirkungen haben, zu bewerten.</li> <li>• wie nationale Sicherheitsrichtlinien, Exportkontrollen und staatliche Eingriffe in Schlüsselmärkte (z. B. Halbleiterproduktion) den globalen Wettbewerb,</li> </ul>

Lieferketten- Management	<p>Markteintrittsstrategien und Innovationen im Mikroelektroniksektor beeinflussen, zu analysieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Komplexitäten und Herausforderungen, denen Elektronikunternehmen beim Management von Lieferketten gegenüberstehen, einschließlich Materialbeschaffung, Verfügbarkeit von Komponenten und Marktdynamik zu analysieren.</li> <li>• die Rolle fortschrittlicher Technologien und Automatisierung bei der Stärkung der Mikroelektronik-Lieferkette zu untersuchen.</li> <li>• die Strategien zur Diversifizierung von Lieferanten, um Risiken in der Mikroelektronik-Lieferkette zu mindern, zu bewerten.</li> <li>• die Auswirkungen globaler Lieferkettenunterbrechungen auf die Produktion und Innovation in der Mikroelektronik zu beurteilen.</li> <li>• die Rolle von Halbleiterfertigungsanlagen bei der Gestaltung der Lieferkettendynamik zu untersuchen.</li> </ul>
-----------------------------	--

## § 5 Prüfungsordnung

Der positive oder negative Erfolg von Prüfungen wird gem. § 72 Abs. 2 UG beurteilt.

Zusätzlich werden Modulnoten vergeben. Die Gewichtung der einzelnen Beurteilungen ist wie folgt:

	Gewichtung	Mindesterfolg je Beurteilung für eine positive Absolvierung der Lehrveranstaltung im Erstantritt
Onlinephase	30%	> 50%
Präsenzphase	30%	> 50%
Transferphase	40%	>50%
<b>Summe</b>	<b>100%</b>	<b>&gt; 50%</b>

Des Weiteren wird eine Gesamtbeurteilung vergeben. Diese hat „bestanden“ zu lauten, wenn jedes Modul positiv beurteilt wurde, andernfalls hat sie „nicht bestanden“ zu lauten.

Die Gesamtbeurteilung hat „mit Auszeichnung bestanden“ zu lauten, wenn für kein Modul eine schlechtere Beurteilung als „gut“ und in mindestens der Hälfte der Module die Beurteilung „sehr gut“ erteilt wurden.

## § 6 Abschluss

Nach positivem Abschluss des Universitätskurses wird von der Technischen Universität Graz das Zertifikat „Certificate of Advanced Studies in Green Microelectronics der TU Graz“ verliehen. Sollten nicht alle Module des Universitätskurses erfolgreich absolviert werden so führt die erfolgreiche Absolvierung von Einzelmodulen zur Verleihung von Microcredentials mit je 5 ECTS. Teilnehmende, welche keine Prüfung ablegen, erhalten eine Teilnahmebestätigung der TU Graz.

## **§ 7 Universitätskursbeitrag**

Der Universitätskursbeitrag schließt nur die Kosten des Universitätskurses gemäß § 8 für die Lehrveranstaltungen ein. Der Kursbeitrag ist der aktuellen Information auf der Homepage von TU Graz Life Long Learning zu entnehmen.

Die Teilnehmenden dieses Universitätskurses haben nur den Universitätskursbeitrag, nicht aber den Studienbeitrag zu entrichten. Sollten die Teilnehmenden als außerordentliche Studierende inskribiert sein, ist auch der ÖH-Beitrag zu entrichten.

## **§ 8 Kosten des Universitätskurses**

Die Kosten des Universitätskurses setzen sich aus den Aufwendungen für die Lehrenden und den sonstigen Aufwendungen für Leitung, Organisation etc. zusammen. Die dafür erforderlichen Mittel werden aus dem Universitätskursbeitrag und gegebenenfalls aus Drittmitteln aufgebracht. Der Universitätskurs kann nur abgehalten werden, wenn die für die Durchführung erforderlichen Mittel in entsprechender Höhe zur Verfügung stehen.

## **§ 9 Durchführung des Universitätskurses**

Der Universitätskurs wird von TU Graz Life Long Learning in Kooperation mit dem Institut für Elektronik der TU Graz durchgeführt. Die wissenschaftliche Leitung nimmt Univ.-Prof. Dip.-Ing. Dr. techn. Bernd Deutschmann wahr.

## **§ 10 Inkrafttreten**

Der Lehrplan tritt am Tag nach der Verlautbarung im Mitteilungsblatt der TU Graz in Kraft.

Univ.-Prof. Dip.-Ing. Dr. techn. Stefan Vorbach

Vizerektor für Lehre  
TU Graz