



**Umweltaspekte bei der Entwicklung von Energiesystemen
- Berufsqualifikation und Lernpfade -**

Content

1	Einführung	2
2	Fachleute im Energiesektor	3
3	Bildungsbedarf für Berufsbildungsexperten im Bereich der Energieversorgung	4
4	Lernpfade in der Berufsqualifizierung und erworbene Kompetenzen	7
4.1	Industrie- und Produktionsingenieure / Bauingenieur / Mechaniker	7
	4.1.1 Lernpfad 7	
	4.1.2 Struktur des Lernpfads	7
	4.1.3 Erlangte Kompetenzen	8
4.2	Umweltingenieure	11
	4.2.1 Lernpfad 11	
	4.2.2 Struktur des Lernpfads	11
	4.2.3 Erlangte Kompetenzen	12
4.3	Elektrotechnik Ingenieure/ Ingenieure im Bereich Elektrotechnik	13
	4.3.1 Lernpfad 13	
	4.3.2 Struktur des Lernpfads	13
	4.3.3 Erlangte Kompetenzen	14

1 Einführung

Der Energiesektor ist ein komplexes und zusammenhängendes Netzwerk von Industriezweigen, die direkt und indirekt an der Erzeugung und Verteilung von Energie beteiligt sind, welche benötigt wird, um die Wirtschaft anzukurbeln sowie wirtschaftliches und gesellschaftliches Leben zu ermöglichen. Zum Energiesektor gehören Unternehmen, die an der Erforschung und Erschließung von Erdöl- oder Erdgasreserven, Bohrungen und Raffinerien beteiligt sind, aber auch integrierte Energieversorgungsunternehmen, die mit ihren Aktivitäten, die Umwelt auf die eine oder andere Weise beeinflussen. Die Tätigkeiten im Energiesektor, die in hohem Maße von fähigen und qualifizierten Arbeitskräften abhängen, wird hauptsächlich durch das Angebot und die Nachfrage nach weltweiter Energie angetrieben (Investivedia, 2018).

Die Fertigkeiten (Skills)¹, die erforderlich sind, um in diesem Sektor professionelle Arbeit zu leisten, sind breit gefächert - von elementarem bis zu ganz spezifischem Know-how - und erfordern Kenntnisse² und Training, um ausreichend qualifiziert zu sein. Die Fertigkeiten, die entweder formal durch Teilnahme an einem Ausbildungs- oder Bildungsprogramm oder informell über die Berufserfahrung erworben werden können, erfordern einen Nachweis der Qualifikation³, um an der richtigen Stelle in der Branche eingesetzt werden zu können.

Bildungsprogramme und Schulungen für den Energiesektor konzentrieren sich in der Regel auf die Bereitstellung von Wissen darüber, wie die verfügbaren Energieressourcen genutzt und effizient eingesetzt werden können. Sie betrachten nur selten die Auswirkungen dieser Prozesse und Systeme auf die Umwelt. Daher sind Personen, die für eine Karriere im Energiesektor ausgebildet wurden, in der Regel nicht mit diesen Auswirkungen vertraut und auch nicht in der Lage, sich mit Umweltfragen, Umweltschutz und oder Fragen der Vermeidung von Umweltauswirkungen in der Energieversorgung zu befassen.

Berufsausbildung ist einer der zahlreichen Zugangspunkte für zusätzliche Qualifikationen im Energiesektor. Es besteht ein dringender Bedarf an Ausbildungsprogrammen, die auf die Auswirkungen von Energieversorgungssystemen auf die Umwelt ausgerichtet sind und speziell für diejenigen konzipiert sind, die in diesem Sektor arbeiten oder ausgebildet werden.

Da der Energiesektor Fertigkeiten und Kompetenzen verschiedener Niveaus erfordert, sollte es eine genaue Spezifikation von Trainings zu Umweltauswirkungen geben. Es ist daher dringend notwendig, ein System zur Beschreibung beruflicher Qualifikationen von Berufsbildungsfachleuten im Energiesektor im Hinblick auf Umweltauswirkungen zu entwickeln.

¹ „Fertigkeiten“: die Fähigkeit, Kenntnisse anzuwenden und Know-how einzusetzen, um Aufgaben auszuführen und Probleme zu lösen. Im Europäischen Qualifikationsrahmen werden Fertigkeiten als kognitive Fertigkeiten (logisches, intuitives und kreatives Denken) und praktische Fertigkeiten (Geschicklichkeit und Verwendung von Methoden, Materialien, Werkzeugen und Instrumenten) beschrieben (The council of the european union, 2017).

² „Kenntnisse“: das Ergebnis der Verarbeitung von Information durch Lernen. Kenntnisse bezeichnen die Gesamtheit der Fakten, Grundsätze, Theorien und Praxis in einem Arbeits- oder Lernbereich. Im Europäischen Qualifikationsrahmen werden Kenntnisse als Theorie- und/oder Faktenwissen beschrieben; (The council of the european union, 2017).

³ „Qualifikation“: das formale Ergebnis eines Beurteilungs- und Validierungsprozesses, bei dem eine dafür zuständige Stelle festgestellt hat, dass die Lernergebnisse einer Person vorgegebenen Standards entsprechen (The council of the european union, 2017).

2 Fachleute im Energiesektor

In der Energieversorgung sind zahlreiche Menschen mit unterschiedlichen Ausbildungshintergründen und Berufen beschäftigt. Das CLEAN-kWAT Projekt hat sich auf fünf Berufsgruppen fokussiert, welche durch den Internationalen Standard für Klassifikation und Beschäftigung (ISCO) wie folgt beschrieben werden:

1. **Wirtschafts- und Produktionsingenieure (ISCO 2141)** führen Forschungs- und Konstruktionsarbeiten durch und organisieren und überwachen Konstruktion, Betrieb und Instandhaltung von industriellen Produktionsanlagen und der zugehörigen Produktionsabläufe. Sie legen Programme zur Koordination von Produktionsabläufen fest und beurteilen Kosteneffektivität und Sicherheit. Beispiele für hier zugeordnete Berufe sind Arbeitsplanungsingenieure, Wirtschaftsingenieure, Betriebsingenieure und Produktionsingenieure. Einige verwandte Berufe, die an anderer Stelle klassifiziert werden, sind Führungskräfte in der Produktion bei der Herstellung von Waren.
2. **Bauingenieure (ISCO 2142)** erbringen Bauforschungs- und Beratungsaufgaben und planen und leiten Bauprojekte; sie tragen Verantwortung für Betrieb und Instandhaltung von Bauwerken oder studieren die technologischen Aspekte bestimmter Materialien und führen diesbezügliche Beratungen durch. Beispiele für hier zugeordnete Berufe sind Bauingenieure, Geotechnik-Ingenieure und Statiker. Nicht in dieser Berufsgattung klassifizierte Berufe sind Führungskraft in Tiefbauprojekten; Geowissenschaftler; Bergbauingenieur; Metallurge; Raum-, Stadt- und Verkehrsplaner.
3. **Umweltschutzingenieure (ISCO 2143)** führen Forschungsarbeiten durch und sind bei der Umsetzung von Lösungen zur Verhinderung, Kontrolle und Behebung der negativen Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf die Umwelt unter Anwendung verschiedener technischer Ingenieurfachrichtungen forschend, beratend, planend und leitend tätig. Sie führen Umweltprüfungen von Hoch- und Tiefbauprojekten durch und wenden technische Prinzipien auf Umweltschutz, Recycling und Entsorgung an. Beispiele für hier zugeordnete Berufe sind Luftreinhaltungstechnik-Ingenieur; Umweltanalytiker, Umweltingenieur, Umweltsanierungsexperte, Abwasserverfahreningenieur. Nicht in dieser Berufsgattung klassifizierte Berufe sind Umweltwissenschaftler und Strahlenschutzexperte
4. **Maschinenbauingenieure (ISCO 2144)** führen Forschungsstudien durch, planen und leiten die Produktion von Apparaten, Flugzeugen, Schiffen, Maschinen und Industrieanlagen, Ausrüstung und Systemen und leisten entsprechende Beratungsdienste; sie erfüllen Beratungs- und Leitungsaufgaben hinsichtlich ihrer Funktion, Instandhaltung und Reparatur oder studieren mechanische Aspekte bestimmter Materialien, Produkte oder Prozesse und erbringen diesbezügliche Beratungsleistungen. Beispiele für hier zugeordnete Berufe sind Luftfahrttechnik-Ingenieur; Schiffsarchitekt, Schiffbauingenieur, Maschinenbauingenieur. Nicht in dieser Berufsgattung klassifizierte Berufe ist Technischer Schiffsoffizier.
5. **Elektrotechnik Ingenieure/ Ingenieure im Bereich Elektrotechnik (ISCO 2151)** erforschen, planen und leiten Entwicklung und Betrieb von elektrischen Systemen, Komponenten, Motoren und Ausrüstung und führen diesbezügliche Beratungen durch und beraten hinsichtlich ihrer Funktion, Instandhaltung und Reparatur und nehmen entsprechende Leitungsfunktionen wahr, oder sie untersuchen die technologischen Aspekte von elektrotechnischen Materialien, Produkten und Prozessen oder führen diesbezügliche Beratungen durch. Beispiele für hier zugeordnete Berufe sind Ingenieur für den Bereich Stromerzeugung; Elektrotechnik-Ingenieur; Elektromechanik-Ingenieur. Nicht in dieser Berufsgattung klassifizierte Berufe sind Ingenieur für Kernkraftwerkstechnik, Elektronikingenieur, Telekommunikationsingenieur und Rundfunkingenieur.

Alle aufgeführten Fachleute arbeiten auf die eine oder andere Weise in der Energieversorgung und benötigen ebenso Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich der Umweltwirtschaft.

3 Bildungsbedarf für Berufstätige im Bereich der Energieversorgung

Berufsausbildungen für Berufstätige sind praktische Qualifikationen, die sich auf ihren spezifischen Berufs- oder Karrierebereich beziehen. Sie bieten eine Mischung aus Theorie- und Onlineinhalten, also eines Blended-Learning Ansatzes in Kombination mit praktischen Lerneinheiten und Exkursionen. Diese Lernprogramme enthalten eine große Auswahl an verschiedenen Kursen, die jeder der Fachleute vom Einstiegsniveau bis zum fortgeschrittenen Niveau mit der Kursdauer durchführen kann, je nachdem, welchen Bildungsstand die Auszubildenden haben.

Das vorgeschlagene Programm zum Thema Umweltaspekte bei der Entwicklung von Energiesystemen ist sowohl auf Bachelor- als auch auf Master-Niveau ausgerichtet und umfasst Lernergebnisse (LE), die nach dem Europäischen Leistungspunktesystem für die Berufsbildung (ECVET) gewichtet sind. ECVET-Systeme definieren die Ebenen sowie die Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenz, die daraus folgen, wie folgt:

Tabelle 1 Lernergebnisse (LE) im Europäischen Qualifikationsrahmen (EQR) für die Bildungsniveaus 6 und 7

LE	Kenntnisse	Fertigkeiten	Kompetenz
EQR Niveau 6 (erster Bildungszklus)	Fortgeschrittene Kenntnisse in einem Arbeits- oder Lernbereich unter Einsatz eines kritischen Verständnisses von Theorien und Grundsätzen.	Fortgeschrittene Fähigkeiten, die die Beherrschung des Faches sowie Innovationsfähigkeit erkennen lassen, und zur Lösung komplexer und nicht vorhersehbarer Probleme in einem spezialisierten Arbeits- oder Lernbereich nötig sind.	Leitung komplexer fachlicher oder beruflicher Tätigkeiten oder Projekte und Übernahme von Entscheidungsverantwortung in nicht vorhersehbaren Arbeits- oder Lernkontexten. Übernahme der Verantwortung für die berufliche Entwicklung von Einzelpersonen und Gruppen.
EQR Niveau 7 (zweiter Bildungszklus)	Hoch spezialisiertes Wissen, das zum Teil an neueste Erkenntnisse in einem Arbeits- oder Lernbereich anknüpft, als Grundlage für innovative Denkansätze und/oder Forschung. Kritisches Bewusstsein für Wissensfragen in einem Bereich und an der Schnittstelle zwischen verschiedenen Bereichen.	Spezialisierte Problemlösungsfertigkeiten im Bereich Forschung und/oder Innovation, um neue Kenntnisse zu gewinnen und neue Verfahren zu entwickeln sowie um Wissen aus verschiedenen Bereichen zu integrieren.	Leitung und Gestaltung komplexer, unvorhersehbarer Arbeits- oder Lernkontexte, die neue strategische Ansätze erfordern Übernahme von Verantwortung für Beiträge zum Fachwissen und zur Berufspraxis und/oder für die Überprüfung der strategischen Leistung von Teams.

Quelle: Empfehlung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2008 zur Einrichtung des Europäischen Qualifikationsrahmens für lebenslanges Lernen
[http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32008H0506\(01\)](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32008H0506(01))

Die vorgeschlagene Qualifikation umfasst insgesamt 17 Lernergebnisse, von denen 13 für die Bachelor-Stufe (Stufe 6) und alle 17 für die Stufe der Master-Stufe (Stufe 7) empfohlen werden. Jeder Kurs wird über ECVET gewichtet und jedem werden entsprechende Punkte zugewiesen (siehe nachstehende Tabelle).

Tabelle 2 Übersicht Lerne-Ergebnisse und Leistungspunkte bei CLEAN-kWAT

LE	Titel	ECVET
1	Zusammenhang von Strom, Umwelt- und Ökosystem	1,5
2	Der ökologische Fußabdruck von Energiesystemen	3,0
3	Umwelteinflüsse und Klimawandel	1,5
4	Konventionelle Energiegewinnungssysteme	3,0
5	Fortgeschrittene Motoren und Turbinen	1,5
6	Schadstoffprobenahme und Analyse	3,0
7	Atmosphärische Verschmutzung: Auswirkungen und Kontrolle	2,0
8	Ökologische und ökonomische Dimensionen von Kernkraftwerken	1,5
9	Solarenergiesysteme	1,5
10	Windenergie	1,5
11	Wellen-, Gezeiten- und Wasserenergie	1,0
12	Geothermie	1,0
13	Wasserkraft	1,5
14	Bioenergie	1,5
15	Energiemanagement und -erhaltung	1,5
16	Energiepolitik, Fallstudien und Best Practices	2,0
17	Einführung in die Umweltverträglichkeitsprüfung	1,5
	Insgesamt	30,0

Die Lernergebnisse werden gruppiert, um Lerneinheiten entsprechend der in einem bestimmten Bereich erforderlichen Qualifikation zu bilden. Jede Einheit repräsentiert die Anzahl der am Ende des Studiums erworbenen Kompetenz. Diese Einheiten sind:

Lern-Einheit	Lerneinheit Titel	Lernergebnisse	Lernergebnisse Titel
Nr. 1	Einführung in Energie und Ökosysteme	LE01	Zusammenhang von Strom, Umwelt- und Ökosystem
		LE02	Der ökologische Fußabdruck von Energiesystemen
Nr. 2	Konventionelle Energiesysteme und ihre Auswirkungen auf die Umwelt	LE04	Konventionelle Energiegewinnungssysteme
		LE05*	Fortgeschrittene Motoren und Turbinen
		LE08	Ökologische und ökonomische Dimensionen von Kernkraftwerken
Nr. 3	Erneuerbare Energiesysteme und ihre Auswirkungen auf die Umwelt	LE09	Solarenergiesysteme
		LE10	Windenergie
		LE11	Wellen-, Gezeiten- und Wasserenergie
		LE12	Geothermie
		LE13	Wasserkraft
		LE14	Bioenergie
Nr. 4	Umweltverträglichkeitsprüfung und -bewertung	LE03	Umwelteinflüsse und Klimawandel
		LE06*	Schadstoffprobenahme und Analyse
		LE07*	Atmosphärische Verschmutzung: Auswirkungen und Kontrolle
		LE15	Energiemanagement und -erhaltung
		LE16	Energiepolitik, Fallstudien und Best Practices
		LE17	Einführung in die Umweltverträglichkeitsprüfung

Die Lernergebnisse mit * kennzeichnen im folgenden Text Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen, die Ergänzung zu Lerneinheiten von Personen auf der Master-Ebene darstellen.

Diese Einheiten können auf verschiedene Arten kombiniert werden, wobei ein Wissenspfad gebildet wird, der als Lernpfade (LPs) bekannt ist, die dem Kurs entsprechen. Alle Lernwege entsprechen dem Europäischen Qualifikationsrahmen (EQR) Niveau 6 und 7.

4 Lernpfade in der Berufsqualifizierung und erworbene Kompetenzen

Jeder gewählte Beruf hat bereits einen spezifischen technischen Hintergrund. Für alle fünf Berufe wurden die fachspezifischen Profile analysiert und ein Lernpfad entwickelt, um das definierte Lernergebnis für das Programm zu erreichen.

4.1 Industrie- und Produktionsingenieure / Bauingenieur / Mechaniker

4.1.1 Lernpfad

Das Ziel dieses Lernpfads ist es, Wissen über die Hauptbestandteile anderer Energiesysteme und ihre Einflüsse auf die Umwelt zu vermitteln sowie darzulegen, wie diese Einflüsse kontrolliert, bewertet und vermieden werden können. Es werden grundsätzliche Fakten über Umwelt, Energie und Ökosysteme präsentiert; die Lernenden werden sowohl ökologische als auch CO₂-Fußabdrücke bewerten. Als Ergänzung zu dem bereits vorhandenen Wissen über konventionelle Energiesysteme soll dieser Lernpfad Wissen über neue Energiegewinnungssysteme und deren Umwelteinflüsse aufzeigen: Die Lernenden sollen Grundkenntnisse über die Funktionsweisen verschiedener erneuerbarer Energien Technologien erwerben. In diesem Rahmen werden ausgewählte Erfahrungen und in den Partnerländern des CLEAN-kWAT Projektes umgesetzte Strategien vorgestellt. Besondere Aufmerksamkeit gilt den verschiedenen Methoden der Kontrolle und der Bewertung der Umwelteinflüsse.

Die Lernziele werden durch das Trainingsmaterial mit den folgenden Lernergebnissen erreicht (LE):

- Einführung in das Thema Energie und Ökosysteme
- Erneuerbare Energiesysteme und ihre Auswirkungen auf die Umwelt
- Umweltverträglichkeitsprüfung und -bewertung

4.1.2 Struktur des Lernpfads

Lern-Einheit	Lernergebnis (LE)	Leistungspunkte (LP)	
		Bachelor (EQR 6)	Master (EQR 7)
Nr. 1	LE01 Zusammenhang von Strom, Umwelt- und Ökosystem	4,5	4,5
	LE02 Der ökologische Fußabdruck von Energiesystemen		
Nr. 3	LE09 Solarenergiesysteme	8,0	8,0
	LE10 Windenergie		
	LE11 Wellen-, Gezeiten- und Wasserenergie		
	LE12 Geothermie		
	LE13 Wasserkraft		
	LE14 Bioenergie		
Nr. 4	LE03 Umwelteinflüsse und Klimawandel	3,5	11,5
	LE06* Schadstoffprobenahme und Analyse		

	LE07* Atmosphärische Verschmutzung: Auswirkungen und Kontrolle		
	LE15* Energiemanagement und -erhaltung		
	LE16 Energiepolitik, Fallstudien und Best Practices		
	LE17 Einführung in die Umweltverträglichkeitsprüfung		
Insgesamt		16,0	24,0

* Nur für Master-Studenten

Dieser Lernpfad ist für Fachleute und Studenten konzipiert, die als Industrie- und Produktionstechniker, Ziviltechniker und Maschinenbauingenieur tätig sind. Er soll Ausbildung unterstützen, ihr Wissen erweitern und ihre Kompetenzen auf dem Arbeitsmarkt stärken.

4.1.3 Erlangte Kompetenzen

Kenntnisse (über)

- das Ökosystem und seine verschiedenen Bestandteile.
- die Rolle jedes Bestandteils in den Energiekreisläufen.
- die zentrale Rolle der Sonne für den Energiefluss und seine Kontrolle.
- ökologische und Kohlenstoffbilanzen, ihre Komponenten und Faktoren, die ihre Durchführung beeinflussen.
- Solarenergie- und Windenergietechnologien, ihre Bestandteile und Faktoren, die ihre Durchführung beeinflussen.
- Solarenergie- und Windenergieentwicklungen, politische Aspekte und andere Faktoren, die ihre Integration in die Stromnetze beeinflussen.
- Potentiale der Wellen, der Gezeiten und des Wasserstoffs als erneuerbare Energiequellen.
- Verschiedene Gewinnungstechnologien der Wellen-, Gezeiten- und Wasserstoffenergie.
- Vorteile und Nachteile der Wellen, der Gezeiten und des Wasserstoffs als erneuerbare Energiequellen.
- Potentiale und die Verfügbarkeit geothermischer und Wasserenergie für die Stromerzeugung.
- verschiedene Erzeugungstechnologien der geothermischen Energie und der Wasserenergie.
- verschiedene Technologien, die zur Verarbeitung von Abfällen und Biomasse genutzt werden.
- das Erkennen der gesetzgebenden und umweltpolitischen Kräfte der Bioenergie-technologie.
- Klimawandel, Erderwärmung, Ozonabbau und sauren Regen.
- Zeitrahmen des Klimawandels und die Auswirkungen von saurem Regen und des Ozonabbaus.
- die meistverwendete chemische Analyse, die zur Überwachung und Messung von Verschmutzung genutzt wird sowie ihre Anwendung.
- die Bewertung der Luftqualität eines Energieprozesses basierend auf Emissionskalkulationen und Dispersionssimulationen für verschiedene meteorologische Bedingungen.
- Gebrauch eines gewerblichen Programms zur atmosphärischen Dispersion (Atmospheric Dispersion Method - ADM).
- angemessene Steuerungstechnik für einen betrachteten luftverunreinigenden Prozess.
- die Rolle des Energiemanagements und der Energieeinsparung.
- die Reduzierung des Kohlenstofffußabdrucks.
- Techniken und Maßnahmen des Energiemanagements und der Energieeinsparung.
- Strategien der Regierungen, um die Umwelteinflüsse der Energiesysteme zu reduzieren.
- die deutsche Strategie der Energiewende.
- die wichtigsten Regeln der Umweltverträglichkeitsprüfung.

- die verschiedenen Schritte der Umweltverträglichkeitsprüfung.

Fertigkeiten (in)

- Energie und Umwelt unterscheiden und die beiden Aspekte verbinden zu können.
- der Bestimmung der Auswirkungen menschlichen Verhaltens auf die Umwelt.
- der Beschreibung, Veranschaulichung und Bewertung verschiedener Energiegewinnungssysteme.
- der Durchführung von Kalkulationen über Solar-, Wind-, Wellen-, Gezeiten-, Wasserstoff-, Wasser- und geothermische Energie als Energiequelle bzgl. ihrer Kapazität, ihrer Speicherung, ihrer Kosten und ihres Kohlenstoffausstoßes.
- der Anerkennung der gesundheitlichen und der sicherheitstechnischen Aspekte mit Solar-, Wind-, Wellen-, Gezeiten-, Wasserstoff-, Wasser- und geothermischen Energietechnologien.
- der Bewertung der Umwelteinflüsse der Nutzung von Bioenergie.
- der Bewertung des Umfangs von Umwelteinflüssen.
- der Anwendung von beispielhaften Probenahme- und Probenvorbereitungsverfahren sowie chemischen Prozessen für die Überwachung und Messung von Umweltverschmutzungen
- der Beachtung von gesundheitlichen und sicherheitstechnischen Regeln bei der Arbeit in Laboren.
- der Auswahl und Anwendung geeigneter Kontrolltechnik für einen gegebenen, industriellen Prozess, der erhebliche Mengen an Luftschadstoffen freisetzt.
- der Anwendung angemessener Modellierungsmethoden (Mathematische und Computerbasierte) der atmosphärischen Dispersion.
- dem Aufbau einer Luftqualitätsanalyse für eine gegebene Fallstudie.
- der Durchführung einer Energiebilanz eines Industrieprozesses oder einer gewerblichen Installation.
- der Entwicklung von Vorschlägen von Implementierungsstrategien für Institutionen, Regierungen und andere Interessensvertretern.
- Erkennen und Anwenden geeigneter Strategien für unterschiedliche Settings.
- Bewerten verschiedener Fallstudien und von Beispielen von praktischen, umweltpolitischen Maßnahmen.
- der Analyse der Folgen aktueller gesetzlicher und institutioneller Vereinbarungen in Verbindung mit Umweltverträglichkeitsprüfungen.
- der Bewertung verschiedener Fallstudien/Beispiele der EIA.

Kompetenz (in)

- der Bewertung der Kontrolle des Energieflusses durch die Netzwerke des Ökosystems.
- der Berechnung des ökologischen und Kohlenstofffußabdrucks eines Energiegewinnungssystems.
- der Bewertung der Umwelteinflüsse von Solarenergie- und Windenergietechnologien während ihrer Lebenszyklen.
- der Analyse der potentiellen Umwelteinflüsse von Wasserkraft, Wellen-, Gezeiten-, Wasserstoff-, geothermischer und Bioenergietechnologien in einem gegebenen Umfeld.
- der Erklärung und Interpretation des Konzepts der Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels, des sauren Regens und des Ozonabbaus.
- der Entwicklung von Datenverarbeitungsfähigkeiten sowie Recherche- und Präsentationsfähigkeiten.
- der Durchführung von kleinen Gestaltungsaufgaben, welche für bestimmte Kontrolltechniken und verschiedene Luftverschmutzungskontrolltechniken relevant sind.
- der Vorstellung von Fallstudien in einer professionellen Art und Weise.
- der Arbeit im Team, um Umweltverträglichkeitsprüfungen der Luftqualität durchzuführen.
- der Anwendung grundsätzlicher Theorien und Methoden der Energiebilanzierung und -analyse.

- der Bewertung des Umwelteinflusses von bereits bestehenden Energiesystemen und der Entwicklung von Strategien, um diese Einflüsse zu vermindern.
- der Beurteilung von Umweltauswirkungen existierender Energiesysteme und Entwicklung von Strategien der Erfassung dieser Auswirkungen.
- der Kommunikation der grundsätzlichen Aspekte der Umweltverträglichkeitsprüfung sowohl in mündlicher als auch in schriftlicher Form.
-

4.2 Umweltingenieure

4.2.1 Lernpfad

Das Ziel dieses Lernpfads ist es, Wissen über die Hauptbestandteile anderer Energiesysteme und ihre Einflüsse auf die Umwelt zu vermitteln sowie darzulegen, wie diese Einflüsse kontrolliert, bewertet und vermieden werden können. Ergänzend zu dem bereits vorhandenen Wissen werden sowohl Grundsätze der konventionellen Energiesysteme, als auch neuer Energiegewinnungssysteme und ihrer Einflüsse auf die Umwelt behandelt: Die Lernenden sollen Informationen über die Funktionsweise verschiedener, konventioneller Energiesysteme und erneuerbarer Energien Technologien erhalten.

Die Lernziele werden durch das Trainingsmaterial mit den folgenden Lernergebnissen erreicht (LE):

- Konventionelle Energiesysteme und ihre Auswirkungen auf die Umwelt.
- Erneuerbare Energiesysteme und ihre Auswirkungen auf die Umwelt.

4.2.2 Struktur des Lernpfads

Lerneinheit	Lernergebnis (LE)	Leistungspunkte (LP)	
		Bachelor (EQR 6)	Master (EQR 7)
Nr. 2	LE04 Konventionelle Energiegewinnungssysteme	4,5	6,0
	LE05* Fortgeschrittene Motoren und Turbinen		
	LE08 Ökologische und ökonomische Dimensionen von Kernkraftwerken		
Nr. 3	LE09 Solarenergiesysteme	8,0	8,0
	LE10 Windenergie		
	LE11 Wellen-, Gezeiten- und Wasserenergie		
	LE12 Geothermie		
	LE13 Wasserkraft		
	LE14 Bioenergie		
Insgesamt		12,5	14,0

* Nur für Master-Studenten

Dieser Lernpfad ist für Fachkundige und Studenten entworfen, die als Umweltingenieure arbeiten, mit dem Ziel ihre Lehre zu unterstützen, ihr Wissen zu verbessern und ihre Kompetenzen zu erweitern. Dadurch soll ihre Verwirklichung auf dem Arbeitsmarkt erleichtert werden.

4.2.3 Erlangte Kompetenzen

Kenntnisse (über)

- Erdöl- und Erdgasverarbeitung und Hilfsprozesse.
- Brennstoff- und Verbrennungsprozesse in der Verfahrenstechnik, im Transportwesen und in der Energiewirtschaft.
- Grundlagen von Motoren und Turbinen.
- klimaverändernde Beiträge von Motoren, Turbinen und Straßenverkehr.
- Verwendung von alternativen Kraftstoffen.
- grundlegende Funktionsweise eines Kernkraftwerks.
- Vorteile, Nachteile und Risiken von Kernkraftwerken.
- Solar- und Windtechnologien, ihre Komponenten und Eigenschaften.
- Solar- und Windenergietrends, Politik und andere Faktoren, die ihre Integration in das Stromnetz beeinflussen.
- Potenziale der Wellen-, Gezeiten- und Wasserstoff als erneuerbare Energiequellen.
- Vor- und Nachteile der Wellen-, Gezeiten-, Wasserstoff- und Wasserkrafttechnologien.
- die Potenziale und Verfügbarkeit von Geothermie und Wasserkraft für die Stromerzeugung.
- die verschiedenen Technologien, die bei der Verarbeitung von Abfall und Biomasse verwendet werden.
- legislative und ökologische Triebkräfte in der Bioenergietechnologie.

Fertigkeiten (in)

- der Identifizierung der mit diesen Technologien verbundenen Umweltprobleme.
- der Durchführung technologiespezifischer Berechnungen für verschiedene Umwandlungsprozesse.
- im Arbeiten in Übereinstimmung mit Strategien zur Reduzierung von Kohlenstoffemissionen für Transportmotoren und Gasturbinen zur Stromerzeugung.
- der Anwendung von NO_x-, CO-, HC- und Partikelkontrollverfahren in Otto- (SI) und Dieselmotoren und deren Konflikt mit der CO₂-Reduktion.
- der Analyse und Bewertung der Auswirkungen von Kernkraftwerken auf Ökologie und Umwelt.
- der Berechnungen in Bezug auf Solar-, Wind-, Wellen-, Gezeiten-, Wasserstoff-, geothermische, Wasserkraft-Energiequellen, Kapazität, Speicher und Kohlenstoff.
- im Arbeiten in Übereinstimmung mit den Gesundheits- und Sicherheitsprinzipien der erneuerbaren Energietechnologien: Wind-, Solar-, Wellen-, Gezeiten-, Wasserstoff- und Bioenergie Geothermie, Wasserkraft.
- der Erkennung von verschiedenen Biomasse-Energiequellen.
- der Bewertung Sie die Umweltauswirkungen des Energieverbrauchs von Biomasse.

Kompetenz (in)

- der Anwendung der Theorie der Interpretation und kritischen Analyse von Daten aus Experimenten und anderen Quellen.
- Teamarbeit, Kommunikation und Präsentationstechniken
- der Durchführung von CO₂-Analysen und CO₂-Audits.
- der Entsorgung von Abfällen aus Kernkraftwerken.
- der kritischen Betrachtung der möglichen Nutzung von Wasserkraft (Anlagentypen, verwendete Turbinen).
- der Anerkennung der gesetzgeberischen und umweltbedingten Triebkräfte für die verstärkte Nutzung von Abfällen und Biomasse zur Ressourcen- und Energierückgewinnung sowie zur Verringerung der Treibhausgasemissionen.

- der Bewertung der Umweltauswirkungen der Solar- und Windenergietechnologie entlang ihres Lebenszyklus
- der Analyse möglicher Umweltauswirkungen von Wasserkraft, Wellen-, Gezeiten-, Wasserstoff-, Geothermie- und Bioenergietechnologie in einer gegebenen Umgebung.

4.3 Elektrotechnik Ingenieure/ Ingenieure im Bereich Elektrotechnik

4.3.1 Lernpfad

Das Ziel dieses Lernpfads ist es, Wissen über die Hauptbestandteile anderer Energiesysteme und ihre Einflüsse auf die Umwelt zu vermitteln sowie darzulegen, wie diese Einflüsse kontrolliert, bewertet und vermieden werden können. Grundlegende Fakten über die Umwelt, Energie und das Ökosystem werden vorgestellt, und die Lernenden werden mit Bewertungsmöglichkeiten von ökologischen und CO₂-Fußabdrücken ausgestattet. Grundlagen der konventionellen Energiesysteme sowie neue Energieerzeugungssysteme und deren Auswirkungen auf die Umwelt werden behandelt.

Die Lernenden müssen mit Informationen über die Funktionsweise verschiedener erneuerbarer Energie-Technologien ausgestattet sein. Ausgewählte Erfahrungen und gute Strategien in den Partnerländern des CLEAN-kWAT werden kurz zusammengefasst und beleuchtet. Besondere Aufmerksamkeit wird den verschiedenen Methoden zur Kontrolle und Bewertung der Auswirkungen gewidmet.

Die Lernziele werden durch das Trainingsmaterial mit den folgenden Lernergebnissen erreicht (LE):

- Einführung in die Themen Energie und Ökosysteme
- Konventionelle Energiesysteme und ihre Auswirkungen auf die Umwelt
- Erneuerbare Energiesysteme und ihre Auswirkungen auf die Umwelt
- Umweltverträglichkeitsprüfung und -bewertung

4.3.2 Struktur des Lernpfads

Lerneinheit	Lernergebnis (LE)	Leistungspunkte (LP)	
		Bachelor (EQR 6)	Master (EQR 7)
Nr. 1	LE01 Zusammenhang von Strom, Umwelt- und Ökosystem	4,5	4,5
	LE02 Der ökologische Fußabdruck von Energiesystemen		
Nr. 2	LE04 Konventionelle Energiegewinnungssysteme	4,5	6,0
	LE05* Fortgeschrittene Motoren und Turbinen		
	LE08 Ökologische und ökonomische Dimensionen von Kernkraftwerken		
Nr. 3	LE09 Solarenergiesysteme	8,0	8,0
	LE10 Windenergie		
	LO11 Wellen-, Gezeiten- und Wasserenergie		
	LE12 Geothermie		
	LE13 Wasserkraft		

	LE14 Bioenergie		
Nr. 4	LE03 Umwelteinflüsse und Klimawandel	3,5	11,5
	LE06* Schadstoffprobenahme und Analyse		
	LE07* Atmosphärische Verschmutzung: Auswirkungen und Kontrolle		
	LE15* Energiemanagement und -erhaltung		
	LE16 Energiepolitik, Fallstudien und Best Practices		
	LE17 Einführung in die Umweltverträglichkeitsprüfung		
Insgesamt		20,5	30,0

* Nur für Master-Studenten

Dieser Lernpfad ist für Fachkräfte und Studenten konzipiert, die als Elektroingenieure mit dem Ziel arbeiten, ihre Ausbildung zu verbessern, ihr Wissen zu erweitern und ihre Kompetenzen breiter aufzustellen und somit ihren Eintritt in den Arbeitsmarkt zu erleichtern.

4.3.3 Erlangte Kompetenzen

Kenntnisse (über)

- das Ökosystem und seine verschiedenen Komponenten.
- die Rolle jeder Ökosystemkomponente in den Energiezyklen.
- die zentrale Rolle der Sonne im Energiefluss und dessen Kontrolle.
- ökologische und CO₂-Fußabdrücke, deren Komponenten und Verbindungen zu den Energieversorgungssystemen.
- Erdöl- und Erdgasverarbeitung und Hilfsprozesse.
- Brennstoff- und Verbrennungsprozesse in der Verfahrenstechnik, im Transportwesen und in der Energiewirtschaft.
- Grundlagen von Motoren und Turbinen
- klimaverändernde Beiträge von Motoren, Turbinen und Straßenverkehr.
- Verwendung von alternativen Kraftstoffen, um eine Gesamtkohlenstoffreduktion zu erreichen.
- grundlegende Funktionsweise eines Kernkraftwerks.
- Vorteile, Nachteile und Risiken von Kernkraftwerken.
- Solar- und Windtechnologien, ihre Komponenten und Eigenschaften.
- Solar- und Windenergetrends, Politik und andere Faktoren, die ihre Integration in das Stromnetz beeinflussen.
- Potenziale der Wellen-, Gezeiten- und Wasserstoff als erneuerbare Energiequellen.
- Vor- und Nachteile der Wellen-, Gezeiten-, Wasserstoff- und Wasserkrafttechnologien.
- Die Potenziale und Verfügbarkeit von Geothermie und Wasserkraft für die Stromerzeugung.
- verschiedene Technologien, die bei der Verarbeitung von Abfall und Biomasse verwendet werden.
- Legislative und ökologische Triebkräfte in der Bioenergietechnologie.
- Klimawandel, globale Erwärmung, Ozonabbau und saurer Regen.
- die Zeitleiste des Klimawandels, die Schadhaftigkeit von saurem Regen und Ozonabbau.
- die chemische Analyse, die bei der Überwachung und Messung der Verschmutzung verwendet wird.

- die Beurteilung der Luftqualität eines Energieprozesses basierend auf Emissionsberechnungen und Ausbreitungssimulationen für eine Reihe von meteorologischen Bedingungen.
- die Verwendung eines kommerziellen Pakets zur atmosphärischen Dispersion (Atmospheric Dispersion Method – ADM).
- angemessene Steuerungstechniken für luftverunreinigende Prozesse.
- die Rolle von Energiemanagement und -erhaltung.
- die Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks.
- die Techniken und Maßnahmen für Energiemanagement und -erhaltung.
- Strategien der Regierungen, um die Umweltauswirkungen der verschiedenen Erneuerbare Energietechnologien zu erfassen.
- die deutsche Strategie der Energiewende.
- die wichtigsten Grundsätze der Umweltverträglichkeitsprüfung.
- die verschiedenen Schritte in der Umweltverträglichkeitsprüfung.

Fertigkeiten (in)

- der Unterscheidung von Energie und Umwelt, sowie deren Beziehung zueinander.
- der Bestimmung der Auswirkungen menschlichen Verhaltens auf das Ökosystem.
- der Beschreibung, Veranschaulichung und Bewertung verschiedener Energieversorgungssysteme.
- der Identifizierung der mit diesen Technologien verbundenen Umweltprobleme.
- der Durchführung technologiespezifischer Berechnungen für verschiedene Umwandlungsprozesse.
- im Arbeiten in Übereinstimmung mit Strategien zur Reduzierung von Kohlenstoffemissionen für Transportmotoren und Gasturbinen zur Stromerzeugung.
- der Anwendung von NOx-, CO-, HC- und Partikelkontrollverfahren in Otto- (SI) und Dieselmotoren und deren Konflikt mit der CO₂-Reduktion.
- der Analyse und Bewertung der Auswirkungen von Kernkraftwerken auf Ökologie und Umwelt.
- der Durchführung von Berechnungen in Bezug auf Solar-, Wind-, Wellen-, Gezeiten-, Wasserstoff-, geothermische, Wasserkraft-Energiequellen, Kapazität, Speicher, Kosten und Kohlenstoff.
- im Arbeiten in Übereinstimmung mit den Gesundheits- und Sicherheitsprinzipien der erneuerbaren Energietechnologien: Wind-, Solar-, Wellen-, Gezeiten-, Wasserstoff- und Bioenergie Geothermie, Wasserkraft.
- der Erkennung von verschiedenen Biomasse-Energiequellen.
- der Bewertung von Umweltauswirkungen des Energieverbrauchs von Biomasse.
- der Bewertung von Umweltauswirkungen.
- der Anwendung von Probenahme- und Probenvorbereitungsverfahren und chemischen Prozessen für jedes Instrument, das bei der Überwachung und Messung der Umweltverschmutzung verwendet wird.
- Arbeiten in Übereinstimmung mit den Labor-Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften.
- der Anwendung von beispielhaften Probenahme- und Probenvorbereitungsverfahren sowie chemischen Prozessen für die Überwachung und Messung von Umweltverschmutzungen.
- der Anwendung geeigneter Methoden der Modellierung (mathematische und rechnerische) atmosphärische Dispersion.
- der Vorbereitung eines Luftqualitäts-Screening-Ansatzes für eine gegebene Fallstudie.
- der Durchführung von Energieaudits für einen industriellen Prozess oder eine kommerzielle Installation durch.
- der Erarbeitung von Implementierungsstrategien für Institutionen, Regierungen und andere Interessengruppen.
- der Identifizierung, welche Strategie wo anwendbar ist.

- der Bewertung verschiedener Fallstudien / Beispiele für Umweltpolitik in der Praxis
- der Analyse der Auswirkungen der derzeitigen gerichtlichen und institutionellen Regelungen in Bezug auf die Umweltverträglichkeitsprüfung

Kompetenz (in)

- der Beurteilung der Kontrolle des Energieflusses durch die im Ökosystem vorhandenen Netzwerke.
- der Berechnung des ökologischen und CO₂-Fußabdrucks eines Energieversorgungssystems.
- der Anwendung der Theorie auf die Interpretation und kritische Analyse von Daten aus Experimenten und anderen Quellen.
- der Teamarbeit, Kommunikation und Präsentationstechniken entwickeln.
- der Durchführung von CO₂-Analysen und CO₂-Audits.
- der Entsorgung von Abfällen aus Kernkraftwerken.
- der Bewertung der Umweltauswirkungen der Solar- und Windenergietechnologie entlang ihres Lebenszyklus.
- der Analyse der möglichen Umweltauswirkungen von Wasserkraft, Wellen-, Gezeiten-, Wasserstoff-, Geothermie- und Bioenergietechnologie in einer gegebenen Umgebung.
- der Erläuterung und Interpretation des Konzepts der Ursachen und Auswirkungen von Klimawandel, saurem Regen und Ozonabbau,
- der Entwicklung von Datenverarbeitungsfähigkeiten sowie Forschungs- und Präsentationsfähigkeiten.
- der Durchführung von kleinen Designübungen, die für bestimmte Steuerungstechniken der Luftreinhaltung relevant sind.
- Fälle professionell präsentieren.
- der Teamarbeit zur Durchführung von Umweltverträglichkeitsstudien in Bezug auf die Luftqualität.
- der Anwendung der wesentlichen Theorien und Methoden für die Energieprüfung und -analyse.
- der Beurteilung der Umweltauswirkungen des bestehenden Energiesystems und Erfassung von Strategien, um diese Auswirkungen zu erfassen.
- der Kommunikation der wichtigsten Aspekte der Umweltverträglichkeitsprüfung in mündlicher und schriftlicher Form.