



Hessisches Kultusministerium



HESSEN



Berufliche Schulen  
des Landes Hessen

**Lehrplan**

**Zweijährige Fachschule**

**Fachbereich Technik**

**Fachrichtung**

**Umweltschutztechnik**

**Schwerpunkt**

**Nachhaltige Energietechniken**

**Fachrichtungsbezogener Bereich**

Impressum:

Herausgeber:  
Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden

Lehrpläne für Berufliche Schulen  
Zweijährige Fachschulen  
Fachbereich Technik

Fachrichtung Umweltschutztechnik  
Fachrichtungsbezogener Bereich

Erscheinungsjahr: 2011

Die Lehrpläne können über den Hessischen Bildungsserver unter  
<http://berufliche.bildung.hessen.de>  
abgerufen werden.

## Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen.....	1
Bildungsauftrag der Fachschulen .....	1
Didaktische Grundsätze.....	2
Organisatorische Umsetzung der lernfeldorientierten Weiterbildung .....	3
Struktur des Lehrplans.....	4
Berufliche Anforderungen der Weiterbildungsziele in der Fachrichtung Umweltschutztechnik .....	4
Studentafel .....	6
Fachrichtungsbezogener Bereich.....	8
Mathematik .....	8
Lernfeld 1: Aufträge mit Methoden des Projekt- und Qualitätsmanagements bearbeiten ...	11
Lernfeld 2: Zukunftsfähige wärme- und klimatechnische Gebäudesysteme planen, kalkulieren, konfigurieren, in Betrieb nehmen, regeln und überwachen .....	12
Lernfeld 3: Energiebedarf von Gebäuden bestimmen, messtechnisch ermitteln und verringern.....	14
Lernfeld 4: Energiebedarf von gewerblichen und industriellen Prozessen ermitteln und verringern.....	16
Lernfeld 5: Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen planen und betreiben.....	17
Lernfeld 6: Energieversorgungsketten und -systeme mit erneuerbaren Energien aufbauen.	18
Lernfeld 7: Umweltmanagementsysteme in Unternehmen aufbauen und aufrechterhalten ..	20
Projektarbeit.....	21

## Vorbemerkungen

### Bildungsauftrag der Fachschulen

Leitidee beruflicher Bildung und damit auch in der Fachschule ist die Mitgestaltung des wirtschaftlich-technischen Wandels in sozialer und ökologischer Verantwortung.

Die Weiterbildungsaufgabe der Fachschule entwickelt und konkretisiert sich im Spannungsfeld von Bildung/Qualifikation, Arbeit/Arbeitsorganisation und Technik/Wirtschaft.

Ziel der Weiterbildung an zweijährigen Fachschulen ist es, Fachkräfte mit geeigneter Berufserfahrung zur Bewältigung betriebswirtschaftlicher, technisch-naturwissenschaftlicher und künstlerischer Aufgaben sowie für Führungsaufgaben im mittleren Funktionsbereich zu befähigen.



Technik/Wirtschaft und Arbeit sind unterschiedliche didaktische Bezugspunkte für die Weiterbildung der Studierenden an zweijährigen Fachschulen, wobei die gegenwärtigen und zukünftigen Arbeitszusammenhänge und die daraus resultierenden Qualifikationsanforderungen die wesentliche Perspektive darstellen. Technik und Wirtschaft soll verantwortlich mitgestaltet werden, wenn man sie als Einheit des technisch sowie wirtschaftlich Möglichen und des Gewollten beziehungsweise des gesellschaftlich Notwendigen, des sozial und ökologisch Wünschbaren begreift.

Bildung und Weiterbildung der Studierenden an zweijährigen Fachschulen sollten deshalb die Gestaltungs- und Handlungsfähigkeit gerade gegenüber unvorhergesehenen und unvorhersehbaren Veränderungen in der Arbeitswelt wie in der persönlichen und beruflichen Biografie fördern.

Was die Studierenden zur Gestaltung ihrer persönlichen, beruflichen und gesellschaftlich politischen Identität benötigen, sind vor allem Humankompetenz, Fachkompetenz, Sozialkompetenz sowie Lernkompetenz.

**Humankompetenz** bezeichnet die Bereitschaft und Befähigung, als individuelle Persönlichkeit die Entwicklungschancen, Anforderungen und Einschränkungen in Familie, Beruf und öffentlichem Leben zu klären, zu durchdenken und zu beurteilen, eigene Begabungen zu entfalten sowie Lebenspläne zu fassen und fortzuentwickeln. Sie umfasst Eigenschaften wie Selbstständigkeit, Kritikfähigkeit, Selbstvertrauen,

Zuverlässigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewusstsein. Zu ihr gehören insbesondere auch die Entwicklung durchdachter Wertvorstellungen und die selbstbestimmte Bindung an Werte.

**Fachkompetenz** umfasst u. a. die Fähigkeit und Bereitschaft, berufliche Aufgaben- und Problemstellungen selbstständig und kooperativ, fachgerecht und methodengeleitet zu bearbeiten und die Qualität des Arbeitsprozesses und der Arbeitsergebnisse zu beurteilen. Im Zusammenhang des wirtschaftlich-technischen und arbeitsorganisatorischen Wandels beinhaltet die Fachkompetenz stärker als bisher auch Methodenkompetenz. Für ein selbsttätiges, ziel- und planmäßiges Vorgehen bei der Erfüllung beruflicher Aufgaben wird die Fähigkeit benötigt, Arbeitsverfahren und Lösungsstrategien auszuwählen, adäquat anzuwenden und angemessen weiterzuentwickeln.

**Sozialkompetenz** wird als Fähigkeit verstanden, soziale Beziehungen und Interessen, die soziale Ordnung im Zusammenleben und Möglichkeiten ihrer Mitgestaltung zu erfassen und umzusetzen. Von wesentlicher Bedeutung sind dabei kommunikative und kooperative Fähigkeiten, d. h. sich mit anderen verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen sowie mit ihnen im Team zusammenzuarbeiten.

Die Notwendigkeit der lebenslangen Weiterbildung verlangt die Förderung der individuellen Lernfähigkeit und -bereitschaft sowie die Selbsttätigkeit der Lernenden (lebensbegleitendes und selbstorganisiertes Lernen). Zur **Lernkompetenz** gehören z. B. die Fähigkeit und Bereitschaft zur gedanklichen Durchdringung des eigenen Tuns, zum analytischen, vernetzten und reflexiven Denken und Handeln sowie zum Verstehen und Interpretieren sozialer Beziehungen und Interaktionsprozesse.

Angesichts der Globalisierung, der vielfältigen kulturellen Einflüsse in unserer Gesellschaft und einer veränderten Arbeitswelt gewinnt die Fähigkeit und Bereitschaft zu gegenseitiger Verständigung und gegenseitigem Verständnis zunehmend an Bedeutung. Vor diesem Hintergrund ist interkulturelle Kompetenz im Rahmen der Fachschulausbildung, die Fremdsprachenkenntnisse einschließt, auszubauen.

### **Didaktische Grundsätze**

Der beschriebene Bildungsauftrag der Fachschule erfordert ein didaktisches Verständnis, nach dem individuelles und kooperatives Lernen über Gestaltungsprozesse organisiert und gefördert wird.

Grundlage ist ein Verständnis von Unterricht als dynamischem Interaktionsprozess von Lernenden und Lehrenden und zwischen den Lernenden. Bildung und Qualifizierung sollen in einem an der Leitidee verantwortlicher Mitgestaltung von Arbeit, Technik und Wirtschaft orientierten Unterricht integriert werden.

Unterricht ist deshalb als kooperativer Lernprozess zu gestalten, der sich durch Nähe zur beruflichen Praxis und zu den beruflichen Aufgaben und Problemstellungen sowie durch Offenheit für regionale und situative Gegebenheiten auszeichnet.

Ebenfalls sollte er ein kommunikativer Reflexionsprozess sein, der sich in der notwendigen Distanz zur Praxis vollzieht. Ziel ist die Aufarbeitung beruflicher und außerberuflicher Erfahrungen. Es geht um den systematischen, strukturierenden Erkenntnisgewinn, um Einsicht und Verstehen wie auch um kreatives Gestalten.

Didaktische Grundsätze dieses Unterrichtsverständnisses sind

- Subjekt- und Erfahrungsorientierung einerseits,
- Anwendungsbezug und Berufsqualifizierung andererseits.

Didaktische Bezugspunkte sind konkrete Handlungen,

- die sich aus betrieblichen Geschäftsprozessen und beruflichen Arbeitsprozessen ergeben,
- die von den Studierenden selbstständig geplant, durchgeführt, überprüft, gegebenenfalls korrigiert und schließlich bewertet werden,
- die ein ganzheitliches Erfassen der betrieblichen und beruflichen Wirklichkeit fördern, z. B. technische, sicherheitstechnische, ökonomische, rechtliche, ökologische, soziale Aspekte einbeziehen,
- welche die Erfahrungen der Studierenden integrieren und in Bezug auf ihre gesellschaftlichen Auswirkungen reflektieren,
- die auch soziale Prozesse sowie unterschiedliche Perspektiven der Berufs- und Lebensplanung einbeziehen.

### Organisatorische Umsetzung der lernfeldorientierten Weiterbildung

Für die Umsetzung des Lehrplans müssen folgende Rahmenbedingungen gegeben sein:

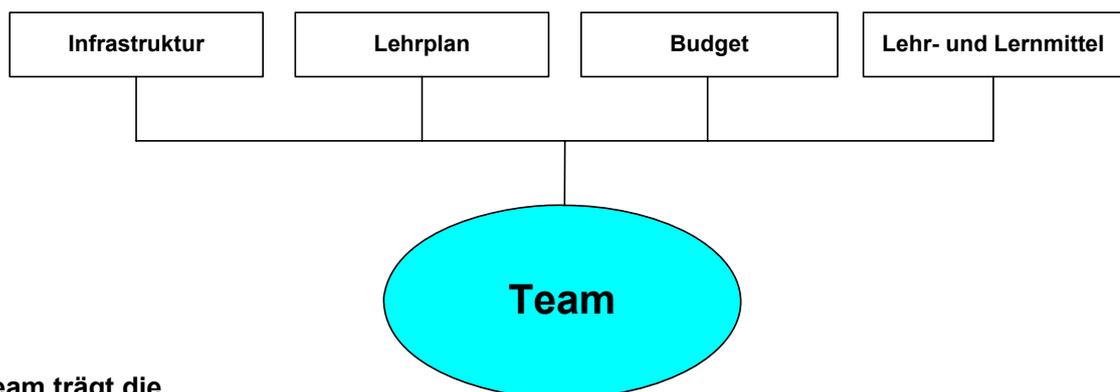
- Lernfeldübergreifende Kooperationen der am Lernprozess beteiligten Personen
- Flexible Arbeits- und Organisationsformen an der Schule
- Beteiligung der Lehrerteams an der organisatorischen Planung und Umsetzung
- Kooperationen mit Betrieben

Darüber hinaus sollen die Studierenden die Möglichkeit erhalten, die Lernprozesse eigenverantwortlich mit zu gestalten.

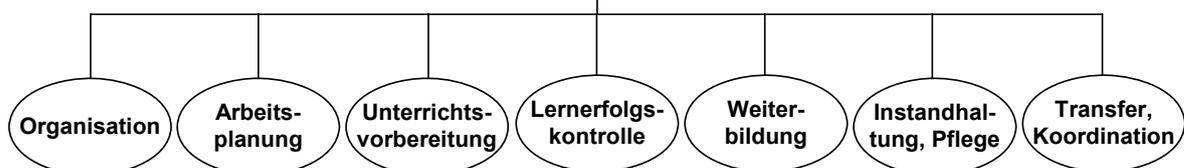
Unterrichtsplanungen, die sich auf konkrete berufliche Erfahrungssituationen der Studierenden beziehen, sind ausdrücklich gefordert. Dabei ist es im Sinne der Entwicklung eines Fachschulprofils günstig, die Unterrichtsvorhaben auf die besonderen Bedingungen der Studierenden und die regionalen Strukturen abzustimmen.

Beispiel für eine Teamentwicklung in der Fachschule

#### Das Team erhält



#### Das Team trägt die Verantwortung für



Die Teams haben die Aufgabe, die im Lehrplan ausgewiesenen beispielhaften Inhalte entsprechend den technischen, wissenschaftlichen, wirtschaftlichen und gesellschaft-

lichen Gegebenheiten und Entwicklungen anzupassen, fortzuschreiben und flexibel zu handhaben.

### **Struktur des Lehrplans**

Die formale Struktur dieses Lehrplans wird durch die Rahmenvereinbarung über Fachschulen (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002) und durch die "Verordnung über die Ausbildung und Prüfung an Ein- und Zweijährigen Fachschulen" (01.08.2011) des Hessischen Kultusministeriums vorgegeben.

Aus diesen Rechtsgrundlagen ergibt sich eine Unterscheidung von Pflichtbereich, Wahlpflichtbereich und Wahlbereich. Der Pflichtbereich beinhaltet Fächer, Lernfelder und die Projektarbeit. Im Folgenden wird nur der Teil des Pflichtbereiches berücksichtigt, der sich auf den fachrichtungsbezogenen Bereich bezieht.

In den einzelnen Lernfeldern wird die berufliche Handlungskompetenz, die am Ende des Lernprozesses in einem Lernfeld erwartet wird, umfassend beschrieben. Dabei werden der didaktische Schwerpunkt und die Anspruchsebene des Lernfeldes zum Ausdruck gebracht.

Die Kompetenzbeschreibungen orientieren sich an der Befähigung des staatlich geprüften Technikers/der staatlich geprüften Technikerin selbstständig und/oder im Team in technischen Tätigkeitsfeldern zu arbeiten und darin Managementaufgaben der mittleren Führungsebene von Unternehmen unterschiedlicher Branchen zu übernehmen.

Die in den Lernfeldern ausgewiesenen Inhalte sind beispielhaft und nicht detailliert ausformuliert. Sie beschränken sich auf wesentliche Aspekte und sind an die ständigen Veränderungen der beruflichen Wirklichkeit anzupassen.

### **Berufliche Anforderungen der Weiterbildungsziele in der Fachrichtung Umweltschutztechnik**

Im Mittelpunkt der beruflichen Handlungsfelder der Technikerinnen und Techniker in der Fachrichtung Umweltschutztechnik mit dem Schwerpunkt Nachhaltige Energietechniken steht das Gebäude als ein energetisches Gesamtsystem.

Teile dieses Gesamtsystems sind

- die Gebäudehülle, die besonders unter dem Aspekt „Energiesparen“ zu sehen ist,
- die komplette Gebäudetechnik, die besonders unter dem Gesichtspunkt „Energieeffizienz“ auszulegen ist
- sowie die energetische Versorgungsstruktur des Gebäudes mit dem Einbezug aller „Erneuerbarer Energien“.

Typische Handlungsfelder dieser staatlich geprüften Techniker/innen im Anlagenbereich sind Planungen, Projektierungen, Inbetriebnahmen, Wartungen und Serviceleistungen bei

- Solarthermischen Anlagen
- Photovoltaikanlagen
- Heizungsanlagen vom modernen Pelletofen bis zum BHKW (Blockheizkraftwerk)
- geothermische Energieanlagen
- Windenergieanlagen
- Anlagen im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe/Biomasse
- Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen
- Anlagen mit modernsten Energieeinsparotechniken (Wärme und Strom)

Dazu kommen Tätigkeitsschwerpunkte wie

- Erarbeitung und Realisierung von nachhaltigen Energiesparkonzepten bei Unternehmen und Privathaushalten,
- Durchführung von Heiz- und Kühllastberechnungen für Gebäude,
- Erstellen von Energiepässen,
- Durchführung von Vor-Ort-Beratungen,
- Erstellung rationeller energetischer Konzepte für Neubauten und Gebäuderenovierungen,
- Erstellen von Wirtschaftlichkeitsanalysen für Anlagen mit erneuerbaren Energien und Energieeinsparung,
- Erstellen von Contracting-Konzepten,
- Selbstständiges Projektieren und Ausführen von Arbeiten, insbesondere in den Sektoren Photovoltaik, Solarthermie, moderne Heizungs- und Gebäudetechniken,
- Erledigung von Aufträgen, Leitung und Mitwirkung bei der Abwicklung von Projekten.

Zukunftsfähige, CO<sub>2</sub>-vermeidende und dezentralisierte Energietechniken sind nach wie vor noch nicht selbstverständlich und in ihren Anwendungs- und Sparmöglichkeiten oft noch unbekannt. Sie müssen sich immer noch gegen herkömmliche Energiekonzepte mit unvertretbaren Wirkungsgraden und volkswirtschaftlicher Verschwendungen behaupten. Deswegen müssen Techniker/innen im Schwerpunkt Nachhaltige Energietechniken mehr als in allen anderen traditionellen technischen Bereichen ihre Konzepte und Anlagen den Kunden erklären können. Dies setzt neben den fundierten Kenntnissen der nachhaltigen Technologien eine breite Grundbildung in Energierecht, Energiepolitik und Energiewirtschaft sowie Trainings in Rhetorik und Vorträgen voraus.

Um diesen Verantwortungsrahmen auszufüllen, sollen die staatlich geprüften Umwelttechnikerinnen und Umwelttechniker im Schwerpunkt Nachhaltige Energietechniken

- energetische Spar- und Versorgungskonzepte unter technischen, wirtschaftlichen, rechtlichen und energiepolitischen Aspekten darstellen,
- Aufträge mit Methoden des Projekt- und Qualitätsmanagements bearbeiten,
- Zukunftsfähige wärme- und klimatechnische Gebäudesysteme planen, kalkulieren, konfigurieren, in Betrieb nehmen, regeln und überwachen,
- Energiebedarf von Gebäuden bestimmen, messtechnisch ermitteln und verringern,
- Energiebedarf von gewerblichen und industriellen Prozessen ermitteln und verringern,
- Kraft/Wärme-Kopplungsanlagen planen und betreiben,
- Energieversorgungsketten und –systeme mit Erneuerbaren Energien aufbauen,
- Umweltmanagementsysteme in Unternehmen aufbauen und aufrechterhalten.

## Studentafel

	Unterrichtsstunden	
	1. Aus- bildungs- abschnitt	2. Aus- bildungs- abschnitt
<b>PFLICHTBEREICH</b>		
<b>Allgemeiner Bereich</b>		
<b>Aufgabengebiet Sprache und Kommunikation</b>		
Deutsch	80	80
Englisch	120	80
<b>Aufgabengebiet Gesellschaft und Umwelt</b>		
Politik, Wirtschaft, Recht und Umwelt	80	80
<b>Aufgabengebiet Personalentwicklung</b>		
Berufs- und Arbeitspädagogik I	40	-
<b>Fachrichtungsbezogener Bereich</b>		
Mathematik		200
<b>Lernfelder</b>		
Aufträge mit Methoden des Projekt- und Qualitätsmanagements bearbeiten		80
Zukunftsfähige wärme- und climatechnische Gebäudesysteme planen, kalkulieren, konfigurieren, in Betrieb nehmen, regeln und überwachen		360
Energiebedarf von Gebäuden bestimmen, messtechnisch ermitteln und verringern		440
Energiebedarf von gewerblichen und industriellen Prozessen ermitteln und verringern		120
Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen planen und betreiben		160
Energieversorgungsketten und -systeme mit erneuerbaren Energien aufbauen		360
Umweltmanagementsysteme in Unternehmen aufbauen und aufrecht erhalten		80
Projektarbeit		200
<b>WAHLPFLICHTBEREICH</b>		
Mathematik <sup>1)</sup>	-	80
Unternehmensführung und Existenzgründung	-	80

**WAHLBEREICH**

Berufs- und Arbeitspädagogik II	40	40
Ergänzungen und Vertiefungen des Pflichtbereiches bis	40	40

- 1) Schriftliches Prüfungsfach für den Erwerb der Fachhochschulreife.  
„Kompetenzen“ und „Beispielhafte Inhalte“ orientieren sich an den hessischen Lehrplänen für die Fachoberschule der entsprechenden Fachrichtung bzw. des entsprechenden Schwerpunktes.

**Fachrichtungsbezogener Bereich****Mathematik**

Zeitrichtwert: 200 Stunden

**Einsatz algebraischer Verfahren zur Lösung technischer Problemstellungen****Kompetenzen**

Die Studierenden lösen technische Problemstellungen mit Hilfe von Formelsammlungen, elektronischen Rechnern und anderen Hilfsmitteln in den Bereichen der reellen und komplexen Zahlen unter Beachtung der elementaren Rechengesetze.

Sie nutzen Rechenvorteile durch Strukturieren und Ordnen und bewerten die Gültigkeit von Ergebnissen unter Einbezug der gegebenen Rahmenbedingungen.

**Beispielhafte Inhalte**

- Konstante, Variable, Term
- Potenzen, Wurzeln, Logarithmen
- Zahlensysteme, Stellenwertsysteme, Konvertierungen
- Lineare Gleichungssysteme, quadratische Gleichungen, Exponentialgleichungen
- Lösungsverfahren für Gleichungen mit mehreren Variablen
- Numerische Verfahren
- Komplexe Zahlen

**Beschreibung und Lösung technischer Problemstellungen mit Funktionen****Kompetenzen**

Die Studierenden mathematisieren Zusammenhänge zur Lösung wirtschaftlicher, technischer und physikalischer Problemstellungen.

Sie wenden funktionales Denken und mathematische Methoden zur Formulierung von funktionalen Zusammenhängen an, stellen Abhängigkeiten grafisch dar und analysieren die Ergebnisse.

**Beispielhafte Inhalte**

- Elementare Funktionseigenschaften
- Funktionsgleichungen aus Text- und Sachzusammenhängen
- Numerische Verfahren zur Lösung von Gleichungssystemen
- Ganzrationale Funktionen
- Periodische, nichtperiodische Funktionen
- Exponentialfunktion, Logarithmusfunktion

**Beschreibung technischer Vorgänge und Fragestellungen mit Differential – und Integralrechnung****Kompetenzen**

Die Studierenden beschreiben technische Vorgänge und Fragestellungen mit Hilfe von Differential- und Integralrechnung und interpretieren die mathematischen Zusammenhänge in Bezug auf die vorliegende Problemstellung.

Sie lösen einfache Optimierungsaufgaben und berechnen Flächen und Momente bei technischen Aufgabenstellungen.

**Beispielhafte Inhalte**

- Grenzwertbegriff und Stetigkeit
- Definitionsbereich
- Steigungsbegriff
- Asymptotisches Verhalten von Funktionen
- Differenzenquotient, Differentialquotient
- Ableitungsregeln
- Extremwertberechnung
- Flächenberechnung

**Einsatz statistischer Methoden in Messtechnik und Qualitätskontrolle****Kompetenzen**

Die Studierenden setzen statistische Methoden zur Analyse und Bewertung von Daten in Messtechnik und Qualitätskontrolle ein. Sie präsentieren die Ergebnisse.

**Beispielhafte Inhalte**

- Erfassen, Darstellen und Aufbereiten statistischer Daten
- Statistische Kenngrößen z. B. Mittelwerte, Streuungsmaße
- Interpretieren und Bewerten von Kenngrößen
- Ausgleichsgerade, Regression, Korrelation

**Anwendung der analytischen Geometrie und Trigonometrie bei der Lösung von technischen Problemstellungen****Kompetenzen**

Die Studierenden erarbeiten Lösungen technischer Fragestellungen mit Hilfe von Vektoren und trigonometrischen Funktionen.

Sie beschreiben Abläufe, Abhängigkeiten und Zusammenhänge aus Technik, Natur und Wirtschaft, stellen diese grafisch oder analytisch dar und analysieren die Ergebnisse.

**Beispielhafte Inhalte**

- Physikalische Größen als Vektoren
- Dreiecke
- Ähnlichkeit, Strahlensätze und Satz des Pythagoras
- Trigonometrische Funktionen und Einheitskreis, Bogenmaß
- Additionstheoreme
- Sinus- und Kosinussatz
- Beziehungen zwischen Winkelfunktionen und Streckenverhältnissen

Vektorrechnung:

- Gleichheit, Addition, Subtraktion
- Betrag eines Vektors
- Multiplikation
- Skalarprodukt, Vektorprodukt, Spatprodukt

<b>Lernfeld 1:</b>	<b>Aufträge mit Methoden des Projekt- und Qualitätsmanagements bearbeiten</b>
Zeitrichtwert:	80 Stunden

**Kompetenzen**

Die Studierenden übernehmen einen kundenbezogenen Auftrag. Sie analysieren die Aufgabenstellung und machen sich mit den Vorgaben und Rahmenbedingungen vertraut. Sie schätzen mögliche Schwierigkeiten und Risiken mit geeigneten Werkzeugen ab und überlegen schon im Vorfeld alternative Lösungsansätze. Sie entwickeln eine Zielhierarchie und gestalten die Schritte auf die Zielerreichung hin überprüfbar. Sie erstellen eine Ressourcenplanung und entwickeln Kommunikationsstrukturen mit allen Auftragsbeteiligten. Im Rahmen eines Projektstrukturplanes legen sie die einzelnen Aufgaben fest und gewichten sie zeit- und kostenmäßig. In der Phasenplanung legen die Studierenden Zwischenziele und Meilensteintermine fest, die zusammen mit dem Terminplan und dem Finanzierungsplan als Grundlage des Projektcontrollings dienen.

Während dieses Prozesses beachten sie die Organisationsstrukturen sowie vertragsrechtliche und soziale Aspekte der Teamarbeit. Die Studierenden führen ein fortlaufendes Berichtswesen zur inhaltlichen und finanziellen Steuerung des Projektes und setzen dabei Standardsoftware ein. Sie erstellen Projektdokumentationen und themenfokussierte Plakate.

Die Studierenden übergeben das Ergebnis im Rahmen einer Abschlusspräsentation an den Auftragsgeber. In einer abschließenden Bewertung überprüfen sie die Zielerreichung.

**Beispielhafte Inhalte**

- Grundlagen des Projektmanagements
- Projektanalyse und Ressourcenplanung
- Ziele und Projektstruktur
- Phasen- und Terminplanung
- Teambildung und Teamentwicklung
- Berichtswesen und Projektdokumentation
- Projektcontrolling
- Grundlagen des Qualitätsmanagement
- Fehler- und Änderungsmanagement (Projekt-FMEA)
- Führen von Schriftverkehr und Erstellen von Geschäftsbriefen
- Grundlagen des Vertragsrechts
- Grundlagen der Kosten- und Investitionsrechnung
- Kalkulationsverfahren
- Moderations- und Präsentationstechniken
- Softwaregestütztes Projektmanagement

<b>Lernfeld 2:</b>	<b>Zukunftsfähige wärme- und klimatechnische Gebäudesysteme planen, kalkulieren, konfigurieren, in Betrieb nehmen, regeln und überwachen</b>
Zeitrichtwert:	360 Stunden

### Kompetenzen

Die Studierenden analysieren ein Gebäude hinsichtlich seiner anlagentechnischen Ausrüstung. Sie berechnen mit der einschlägigen Software die erforderliche Heiz- und Kühllast einzelner Räume und des gesamten Gebäudes und bestimmen daraus geeignete Wärme- und Kälteerzeuger sowie Warmwasser- und Lüftungsanlagen mit Unterstützung von nachhaltigen Energietechniken.

Unter wärmephysiologischen Gesichtspunkten wählen sie passende Heiz- und Kühlflächen aus und legen sie aus. Sie zeichnen Strangschemata der Rohrnetze und ermitteln die benötigten Nennweiten und Wärmedämmungen der Rohre. Sie fertigen ein Materialverzeichnis an, wählen die passenden Thermostatventile aus und führen dann rechnerisch einen hydraulischen Abgleich durch. Sie berechnen den maximalen Druckverlust des Netzes und den erforderlichen Wassermassenstrom und wählen aus Herstellerunterlagen geeignete Umwälzpumpen aus.

Sie legen für die Wärmeerzeuger geeignete Abgasanlagen aus und nutzen die Abwärme.

Sie ermitteln den erforderlichen Warmwasserbedarf und bestimmen alle Größen, um eine solarthermische Anlage zur Warmwasserbereitung zu planen und aufzubauen. Dabei beraten sie potentielle Käufer von solarthermischen Anlagen über die marktüblichen Typen von Kollektoren, Speicher und Regelungen.

Für kontrollierte Lüftungsanlagen von Wohn- und Arbeitsräumen berechnen die Studierenden die Kenngrößen und legen danach die erforderlichen raumlufttechnischen Anlagen mit Wärmerückgewinnung aus. Dabei bestimmen sie die Auswahlgrößen der Anlagenkomponenten sowie die erforderlichen Ventilatorgrößen. Abmessungen und Materialien der erforderlichen Luftkanäle und deren Luftauslässe werden unter Berücksichtigung der Raumverhältnisse bestimmt.

Die Studierenden betreiben und warten Nahwärmenetze mit geothermischer Einspeisung. Sie binden geothermische Energie mit Wärmepumpen in die Wärmeversorgung eines Gebäudes ein.

Die Studierenden nehmen wärmetechnische Gebäudeanlagen in Betrieb, optimieren deren Energieverbrauch in Abhängigkeit von den Nutzergewohnheiten über die Regelung und überwachen die Anlagen.

Sie nutzen bzw. erweitern bestehende Gebäudeleitsysteme und Systemvernetzungen zur Verringerung und Optimierung der Gebäudeenergieströme. Dazu ermitteln sie den Energiebedarf des Gebäudes und analysieren das Verbraucherverhalten.

Sie analysieren und beschreiben die technischen Gebäudesysteme nach regelungstechnischen Strukturen und entwickeln daraus Systemoptimierungen.

### Beispielhafte Inhalte

- Meteorologische Grundlagen
- Wärmephysiologie des Menschen
- Chemie der Verbrennungsprozesse
- Physikalische Grundlagen wärme- und kältetechnischer Systeme
- Heiz- und Kühllastberechnung nach aktueller Norm

- Wärme-/Kälteerzeuger mit Erneuerbaren Energien
- Komponenten und Konzepte wärme- und kältetechnischer Anlagen
- Herstellerinformationen z. B. Datenblätter, Internet
- Heiz- und Kühlflächen
- Rohrnetzdimensionierung
- Umwälzpumpen
- Abgasanlagen z. B. raumluftabhängiger und -unabhängiger Betrieb
- Abwärmenutzung aus Abgasen
- Arten der Warmwasserbereitung und -verteilung
- Warmwasserzirkulation
- Materialien und Verbindungstechniken
- Strangschemata und Montagepläne
- Auslegungssoftware für Heizungstechnik und Solarthermie
- Solarthermische Anlagen z. B. physikalische Grundlagen, angewandte Techniken und Komponenten
- Grundlagen der Dynamik von Flüssigkeiten und Gasen
- Kenngrößen und Komponenten raumlufttechnischer Anlagen
- Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung
- Geothermische Quellen und deren Verfügbarkeit
- Grundlagen der Nah- und Fernwärmenetze z. B. Auslegung, Druckzonen, Steuerung, kaskadierte Nutzung
- Oberflächennahe Geothermienutzung und Tiefenbohrungen
- Horizontale und vertikale Erdwärmetauscher
- Wärmepumpensysteme z. B. Funktion, Wirkungsgrad, Arbeitszahlen
- Betriebsführung (witterungs- und einzelraumgeführt)
- Heizkurven
- Aufbau und Funktion von Gebäudeleitsystemen
- Festlegen und Erweiterung von Bustopologien
- Adressierungsmethoden von Bussystemen
- Programmierung bzw. Parametrierung von Bussystemen
- Regelungstechnische Strukturen für technische Systeme
- Aktuelle Normen und VDI-Richtlinien

**Lernfeld 3: Energiebedarf von Gebäuden bestimmen, messtechnisch ermitteln und verringern**

Zeitrichtwert: 440 Stunden

**Kompetenzen**

Für die Baubeantragung eines neuen Gebäudes errechnen die Studierenden im Rahmen der aktuellen Energie-Einsparverordnung den Primärenergiebedarf. Dabei berücksichtigen sie den geplanten Aufbau der Gebäudehülle und die vorgesehene Anlagentechnik. Sie vergleichen den Heizwärmebedarf unterschiedlicher Gebäudehüllen und Anlagentypen bei einem genormten Nutzerverhalten.

Für die Elemente der Gebäudehülle (Wände, Böden, Dach) errechnen sie die U-Werte und bestimmen die Wärmedurchgänge. Ebenso bewerten sie die Fenster (Glas, Rahmen Randverbund) und bestimmen den energetischen Durchgang. Die Ergebnisse bewerten sie anhand des zulässigen Bedarfes und der gesetzlichen Grenzwerte.

Die Studierenden bestimmen anhand des Lageplanes die solaren Einstrahlungsgewinne über transparente Flächen der Gebäudehülle und überprüfen die energetische Anrechnungsfähigkeit und die Verschattungsanforderungen anhand der ermittelten Kennzahlen. In der Gesamtenergiebedarfsrechnung berücksichtigen sie die gebäudeinternen Energiegewinne.

Bei einem bestehenden Gebäude ermitteln die Studierenden die Verbrauchsdaten aus den vorhandenen Rechnungen und mit einschlägiger Messtechnik. Sie erstellen eine Betriebskostenabrechnung. Dazu machen sie eine Berechnung der Energiebezugsflächen und legen Gesamtverbräuche auf einzelne Wohneinheiten um.

Sie ermitteln den IST-Zustand des Heizenergiebedarfes (Situation der Gebäudehülle und der Anlagentechnik) sowie des Verbrauches von elektrischer Energie. Sie stellen alle bestehenden Energielieferungen und deren vertragliche Situation zusammen.

Für die analysierte Gebäudesituation erstellen die Studierenden unter Einbezug einschlägiger Software einen Energiepass nach aktuellem Standard.

Auf Grundlage der gewonnenen Daten entwickeln sie Möglichkeiten, den Energiebedarf und die Kosten zu senken und planen damit energetische und wirtschaftliche SOLL-Zustände. Diese sind Maßstäbe für die nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten erarbeiteten Empfehlungen an die Gebäudebesitzer für ein ganzheitliches Energiegebäudekonzept.

Dazu gehören Empfehlungen für Wärmedämmmaßnahmen (Vorzugsweise mit ökologischen Dämmstoffen), für Investitionen in verbesserte Anlagenkomponenten unter Einbezug regenerativer Energien sowie für Strom sparende Haushaltsgeräte und Beleuchtungen. In den Beratungen wird das Nutzerverhalten berücksichtigt und ein Abgleich zwischen dem Energiebedarf und dem bestehenden Verbrauch gemacht. Für die Investitionsvorschläge legen die Studierenden ausgearbeitete Finanzierungskonzepte vor und machen Vorschläge für ein unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimiertes Energiebezugskonzept.

In Rahmen eines kommunalen Energiemanagements arbeiten die Studierenden in einem Beratungsteam mit. Für Neubaugebietsplanungen erstellen sie Contracting-Konzepte und unterstützen die Kommunen bei der Energieberatung für Bauherren. Sie überprüfen bestehende Energielieferverträge und erstellen Konzepte für Nahwärmeversorgung bzw. zentralisierte und koordinierte Energiebeschaffung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten.

Die Studierenden führen Schulungen für Mitarbeiter in KMUs, Hausmeister und Gebäudenutzer durch. Sie planen und überwachen Wartungs- und Sanierungs-

arbeiten an der Gebäudehülle.

**Beispielhafte Inhalte**

- Bauphysikalische Grundlagen
- Energetische Kennzahlen
- Baustoffe und Dämmstoffe mit Kennwerten
- U-Wert-Bestimmung und Wärmedurchgänge
- Bauzeichnungen und CAD
- Lagepläne und Bebauungspläne
- Baurecht und einschlägige Rechtsnormen
- aktuelle Energie-Einsparverordnung
- Baubeantragung
- Betriebskostenabrechnung
- Umlagenfähige Gebühren und Kosten
- Zusammenarbeit mit Bauämtern, Planungsbüros und Wohnungsbaugesellschaften
- Auswahl von Messeinrichtungen, Fehlerbetrachtungen
- Lesen und Auswerten von Datenblättern
- Klimatische Verhältnisse und Klimaschutz (CO<sub>2</sub>-Reduktion)
- Bautechnik und Bauteilkonstruktionen
- Beurteilung des Gebäudebestandes
- Nutzerverhalten
- Heizenergie im Hochbau
- Raumwärme- und Warmwasserversorgung
- Kontrollierte Wohnraumlüftung
- Regelungstechnische Strukturen für technische Systeme
- Blowerdoor-Tests
- Stromsparen
- Netzbetreiber und freie Energieanbieter
- Energielieferverträge
- Versorgungskonzepte mit regenerativen Energien
- Finanzierungsmodelle und Wirtschaftlichkeitsberechnungen
- Darstellung und Präsentation von Beratungsberichten
- Gebäudeenergiepass
- Einschlägige Software
- Einschlägige aktuelle Normen und Verordnungen

**Lernfeld 4: Energiebedarf von gewerblichen und industriellen Prozessen ermitteln und verringern**

Zeitrichtwert: 120 Stunden

**Kompetenzen**

Die Studierenden ermitteln durch Vorortanalysen in Unternehmen den IST-Zustand der Prozess- und Anlagentechnik z. B. Gebäudebestand, Beleuchtungsanlagen, Druckluftsysteme, elektrischen Antriebe, Kälteanlagen.

Sie stellen alle bestehenden Energielieferungen und deren vertragliche Situation zusammen und erfassen den Bedarf und den Abfall von Prozesswärme.

Auf Grundlage der gewonnenen Daten entwickeln sie Möglichkeiten, den Energiebedarf und die Kosten zu senken und planen damit energetische und wirtschaftliche SOLL-Zustände.

Diese sind Maßstäbe für die nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten erarbeiteten Empfehlungen an die Entscheider in Unternehmen für ein ganzheitliches Energie- und Gebäudemanagement einschließlich einem Lastmanagement und einer Optimierung des Energiebezuges.

**Beispielhafte Inhalte**

- Energielieferung und Energielieferverträge (Sonderverträge)
- Energiebuchhaltung und Energiemanagement (Benchmarking)
- Lastmanagement
- Prozesswärmenutzung
- Lesen und Auswerten von Datenblättern
- Messeinrichtungen auswählen, Fehlerbetrachtungen
- Elektrotechnische Größen z. B. Strom, Spannung, Leistung, elektrische Arbeit in Verbrauernetzen messen und berechnen
- Analyse von Blindleistungsbedarf
- Regelungstechnische Strukturen für technische Systeme
- Beleuchtungstechnik z. B. technische Größen und deren praktische Messung
- Drucklufttechnik z. B. Kompressoren, deren Anschlusswerte und Wirkungsgrade
- Elektrische Antriebe und ihre Regelung z. B. Technik der Elektromotoren, Anschlusswert, Wirkungsgrad
- Kompressions- und Sorptionswärmepumpen z. B. Technik, Anschlusswert Wirkungsgrad
- Einschlägige Normen
- Einschlägige Software

<b>Lernfeld 5:</b>	<b>Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen planen und betreiben</b>
Zeitrichtwert:	160 Stunden

**Kompetenzen**

Die Studierenden analysieren den zeitabhängigen Wärmebedarf bei unterschiedlichen Gebäudetypen und industriellen Prozessen. Bezüglich der wärmetechnischen Einbindung von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen untersuchen sie die bestehenden hydraulischen Systeme in Bezug auf deren Anschlusseignung. Auf Grund dieser Daten werden Versorgungskonzepte wirtschaftlich bewertet. Dabei werden die markt gängigen Anlagentechniken berücksichtigt.

Über einschlägige Software ermitteln und bewerten sie die ökologischen Auswirkungen in Abhängigkeit von Technik und Brennstoffart. Die Studierenden geben Produktempfehlungen und überwachen den Aufbau der Anlage.

Die stromseitige Einbindung kann im Inselbetrieb oder Netzparallelbetrieb erfolgen.

Probleme, die aus dem technischen Betrieb der Anlage entstehen, werden analysiert und die Ursachen behoben.

**Beispielhafte Inhalte**

- Analyse von Objekt-/Bedarfsdaten und Visualisieren und Bewerten von Energieströmen in wärmetechnischen Anlagen
- Wirtschaftlichkeit nach einschlägigem Regelwerk
- Einschlägige Gesetze
- Programme zur Bewertung der Umweltauswirkung
- KWK-Techniken und deren thermodynamischen Grundlagen z. B. Kolbenmotorisches BHKW, Gasturbinen-BHKW, Brennstoffzelle und Stirling-BHKW
- Strom bzw. wärmegeführte BHKW-Konzepte
- Anschlussmöglichkeit von Klimakälte und mechanischen Antrieben (physikalische Grundlagen und technische Realisierung)
- Technische Problemlösungen in der Betriebsphase

**Lernfeld 6: Energieversorgungsketten und -systeme mit erneuerbaren Energien aufbauen**

Zeitrichtwert: 360 Stunden

**Kompetenzen**

Die Studierenden beraten im Bereich von Biogasanlagen, Wind- und Wasserenergieanlagen sowie solar- und geothermischen Stromerzeugungsanlagen beraten mögliche Kunden in Bezug auf die Anlagenerstellung.

In der Vorplanungsphase schätzen sie die energetischen Ausnutzungsgrade ab, machen eine wirtschaftliche Betrachtung entsprechend den gesetzlichen Rahmenbedingungen und geben Produktempfehlungen. In der Betriebsphase überwachen sie die Anlage, erkennen Störungen und beheben sie.

Sie koordinieren die Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden und pflegen die Genehmigungsunterlagen der Anlage.

Unter Berücksichtigung von baulichen und gesetzlichen Aspekten planen und dimensionieren die Studierenden Fotovoltaikanlagen. Sie bauen die Anlagen auf und warten sie.

Sie planen die Einspeisung der Energie in Stromnetze. Dabei arbeiten die Studierenden mit den Energiebetrieben und einschlägigen Verbänden zusammen.

**Beispielhafte Inhalte**

- Physikalische Grundlagen der erneuerbaren Energien
- Energie- und Energieträgerflüsse in Kraftwerken
- Energieversorgungsketten
- Kraftwerkstypen und Kraftwerkskomponenten
- Technische Systeme für die Erzeugung und den Transport von elektrischer Energie (Spannungsquellen, Leitungen)
- Einsatzmöglichkeiten von Drehstrommaschinen und Gleichstrommaschinen, Funktionsweisen und Kennlinien
- Grundsätzlicher Aufbau und prinzipielle Wirkungsweise von Windenergieanlagen
- Windenergieanlagenkonzepte
- Grundsätzlicher Aufbau und prinzipielle Wirkungsweise von Wasserenergieanlagen
- Grundlagen der anorganischen und organischen Chemie und der Verbrennungsprozesse
- Biomasse, Nachwachsende Rohstoffe
- Grundsätzlicher Aufbau und prinzipielle Wirkungsweise von Biogasanlagen
- Aufbau, Funktion und Konzepte von Fotovoltaikanlagen
- Stromerzeugung mit solarthermischen Anlagen und Aufwindkraftwerken
- Hot-Dry-Rock-Technologie, Temperaturprofil einer Tiefenbohrung
- Energiespeichertechnologien
- Betriebsverhalten und Leistungssteuerung von Anlagen zur Stromerzeugung
- Energetische Ausnutzungsmöglichkeiten natürlicher Ressourcen
- Internationale Abhängigkeiten
- Wirtschaftliche Betrachtungen unter gesetzlichen Rahmenbedingungen sowie in Abhängigkeit des Standortes
- Förderungskonzepte und ökonomische Instrumente (Contracting)

- Aktuelle Energie- und Energieeinspeisegesetze und deren Gesetzgebungsverfahren
- Energiewirtschaftliche, -rechtliche und -politische Zuständigkeiten und Institutionen
- Strukturen von Energiebetrieben (Stadtwerke, Energiedienstleistungsunternehmen, Netzbetreiber)
- Energiebesteuerung
- Zusammenarbeit mit energiepolitischen Verbänden

<b>Lernfeld 7:</b>	<b>Umweltmanagementsysteme in Unternehmen aufbauen und aufrechterhalten</b>
Zeitrichtwert:	80 Stunden

**Kompetenzen**

Die Studierenden analysieren in einem Unternehmen die Geschäftsprozesse und ermitteln unter Beachtung umweltrechtlicher Forderungen die relevanten Umweltaspekte, insbesondere die Energieströme (IST-Zustand). Sie führen umweltrelevante Kennzahlen ein und entwickeln mit der Geschäftsleitung eine betriebliche Umweltpolitik, die auf einen integrierten Umweltschutz zielt. In diesem Rahmen definieren sie mit den Bereichsverantwortlichen Umweltzielsetzungen (Soll-Werte). Sie arbeiten bei dem Aufbau eines Umweltmanagementsystems mit und ermitteln die dafür notwendigen Ressourcen. Sie erstellen Umweltprogramme und überwachen anhand der definierten Kennzahlen die betrieblichen Umweltleistungen. Sie bereiten mit anderen Verantwortlichen interne und externe Umweltaudits und Umweltbetriebsprüfungen vor, sind bei deren Durchführung beteiligt und helfen bei der Erstellung von Umwelterklärungen mit.

Im Rahmen des betrieblichen Abfallmanagements erstellen sie Abfallkonzepte und Abfallbilanzen. Sie bestimmen die Abfallschlüssel, helfen bei den Entscheidungsprozessen hinsichtlich Abfallverwertung bzw. Abfallbeseitigung mit, beteiligen Entsorgerfachbetriebe und führen die gesetzlichen Nachweisverfahren durch.

**Beispielhafte Inhalte**

- Internationale und nationale Normen und Gesetze für Umweltmanagement
- Grundsätze und Struktur von Umweltmanagementsystemen
- Planungen, Implementierung und Aufrechterhaltung von Umweltmanagementsystemen
- Notfallvorsorge und -maßnahmen
- Umweltaudits und Umweltbetriebsprüfungen
- Europäisches und nationales Abfallrecht
- Betriebliches Abfallmanagement, Fachkunde zum Betrieblichen Abfallbeauftragten
- Privates-, Öffentliches- und Strafrecht im Umweltbereich
- Umweltversicherungen für Unternehmen
- Gefahrstoffe und Gefahrgüter

**Projektarbeit**

Zeitrichtwert: 200 Stunden

**Vorbemerkungen**

Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.

**Kompetenzen**

Bei der Bearbeitung der Projekte analysieren und strukturieren die Studierenden eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht. Sie bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess. Sie berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling. Dabei legen sie besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation.

**Organisatorische Hinweise**

Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.

Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. Die Projekte werden nach den Methoden des Projektmanagements bearbeitet.

Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttage einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und/oder in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.

**Bewertung der Projektarbeit**

Die Bewertung der Projektarbeit erfolgt auf der Grundlage bestehender Rechtsmittel. In die Bewertung gehen Projektverlauf, Dokumentation, Präsentation und Kolloquium ein.