



Certificate of Advanced Studies

# Nachhaltige Energiesysteme

Der Umbau der Energieversorgung benötigt Fachleute, welche die neuen Technologien verstehen, und zu einem ökologischen und ökonomischen Gesamtsystem verknüpfen und darin handeln können.

Das CAS Nachhaltige Energiesysteme vermittelt Ihnen das passende Wissen, um nachhaltige und erneuerbare Technologien optimal einzusetzen und erfolgreiche Umsetzungsstrategien zu verfolgen. Stromerzeugung, Energiespeicherung, Energienutzung, Umsetzung der Energiewende in Strategie und Technologie sind die Themen in diesem CAS.

# Inhaltsverzeichnis

1	Umfeld	3
2	Zielpublikum	3
3	Ausbildungsziele	3
4	Voraussetzungen	4
5	Unterrichtssprache, Präsenz, Distance Learning	4
6	Durchführungsort	4
7	Kompetenzprofil	5
8	Kursübersicht	6
9	Kursbeschreibungen	6
	9.1 Einführung	6
	9.2 Erzeugung von elektrischer Energie	7
	9.3 Energiespeicherung	7
	9.4 Energienutzung	7
	9.5 Die Umsetzung der Energiewende - Strategie	8
	9.6 Die Umsetzung der Energiewende - Technologie	8
	9.7 Transferarbeit	9
10	Kompetenznachweis	10
11	Lehrmittel	10
12	Dozierende	10
13	Projektpartner	10
14	Organisation	11

Stand: 31.10.2023

# 1 Umfeld

Die Energieversorgung wird in den nächsten Jahrzehnten umgebaut. Energietechnische Anlagen, welche auf fossilen Energieträgern basieren, werden durch effizientere Technologien ersetzt, die nachhaltig die Dekarbonisierung der Energieversorgung unterstützen. Kurz- und mittelfristig steht die regenerative Erzeugung, die effiziente Nutzung der elektrischen Energie und die direkte Speicherung in Batterien im Vordergrund. Langfristig werden wir vermutlich die fluktuierenden Überschüsse durch die Transformation in synthetische Energieträger auf Basis von Wasserstoff auffangen.

Im CAS Nachhaltige Energiesysteme bauen Sie ein fundiertes und anwendungsorientiertes Wissen über die neuen Technologien der Stromerzeugung und der elektrochemischen Umwandlung (Batteriesysteme) sowie des Transports auf. Ihr Weg in diesem CAS startet bei den physikalischen Grundlagen. Sie werden vertraut mit Aufbau, Auslegung, Installation und dem Betrieb der verschiedenen Technologien und Systemen. Der Kurs wird mit dem Thema der Umweltauswirkungen und Nachhaltigkeit der Energiesysteme abgerundet.

Wir zeigen Ihnen, ...

- warum und in welcher Richtung die aktuelle Energieversorgung umgebaut werden muss.
- welche Technologien hierfür zur Verfügung stehen.
- wie diese Technologien funktionieren.
- welche spezifischen Vor- und Nachteile die jeweiligen Technologien besitzen.
- welche Rolle diese Technologien im Gesamtsystem einnehmen können, damit das System aus ökologischer, aber auch ökonomischer Sicht optimiert ist.

Während Praxismodulen werden Sie entweder unterstützt durch Fachpersonen durch realisierte Anlagen geführt oder Sie machen direkte praktische Erfahrungen im Umgang mit diesen Technologien in den Laboratorien der BFH.

## 2 Zielpublikum

Grundsätzlich sind alle Personen aus Unternehmen der Energieversorgung und Umwelttechnik oder Mitarbeitende in entsprechenden Behörden der Kantone oder des Bundes oder aus Unternehmen, welche in die Energiebranche einsteigen möchten, angesprochen:

- R&D Engineers, Production Engineers
- Project Manager
- Wissenschaftliche Mitarbeitende in Fachstellen der öffentlichen Hand
- Mitarbeitende in der Energieberatung
- Business Development Manager
- Product Manager
- Geschäftsführer\*innen

## 3 Ausbildungsziele

- Sie verfügen über fundiertes Grundlagenwissen über Technologien und Materialien im Energiebereich.
- Sie verstehen die Energieversorgung als Gesamtsystem und können Anforderungen und Lösungen dahingehend beurteilen.
- Sie haben Erfahrung im praktischen Umgang mit den Technologien.
- Sie lernen einzuschätzen, wo die Möglichkeiten und Grenzen der jeweiligen Technologien liegen.
- Sie können Investitionen im Energiebereich wirtschaftlich bewerten.
- Sie nutzen und entwickeln Planspiele für die Umsetzung der Energiewende. Sie können Strategien und Geschäftsmodelle entwickeln

## 4 Voraussetzungen

Sie arbeiten entweder direkt in der Energieversorgung bzw. Energietechnik oder sind als Dienstleister mit Fragestellungen zur Versorgung mit Energie konfrontiert oder Sie haben eine Affinität für die Energietechnik.

Mathematische und physikalische Grundlagen können im optionalen Modul 1 aufgefrischt werden.

## 5 Unterrichtssprache, Präsenz, Distance Learning

Das CAS wird vorwiegend in Präsenzform durchgeführt. An einzelnen Tagen kann online via MS Teams teilgenommen werden. Die Unterrichtssprache ist Deutsch, die Unterlagen sind teilweise in Englisch.

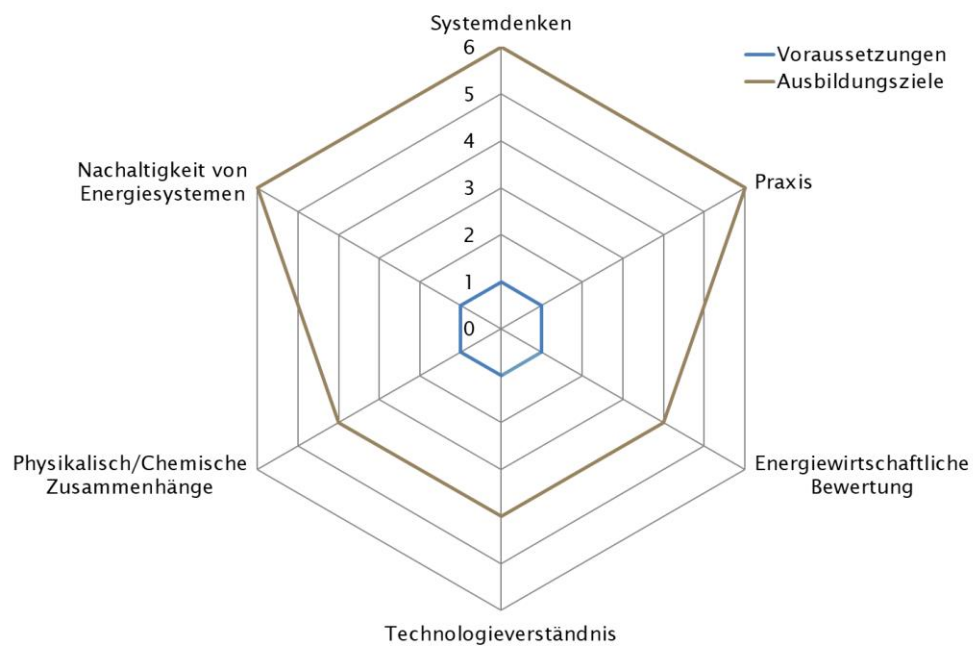
Nebst Gastreferent\*innen aus der Praxis sind Laborübungen und Besichtigungen ein wichtiges Element dieses praxisorientierten CAS.

## 6 Durchführungsort

Berner Fachhochschule, Weiterbildung, Aarbergstrasse 46 (Switzerland Innovation Park Biel/Bienne), 2503 Biel,

Telefon +41 31 848 31 11, E-Mail [weiterbildung.ti@bfh.ch](mailto:weiterbildung.ti@bfh.ch).

## 7 Kompetenzprofil



### Kompetenzstufen

1. Kenntnisse/Wissen
2. Verstehen
3. Anwenden
4. Analyse
5. Synthese
6. Beurteilung

## 8 Kursübersicht

Kurs / Lehreinheit	Lektionen	Stunden
Einführung - Physikalisch-technische Grundlagen (optional)	8	
Einführung - Big picture, Energie heute und morgen: Bedarf, Träger, Wandler	8	
Erzeugung von elektrischer Energie	32	
Energiespeicherung	24	
Energienutzung	24	
Wahlmodul: Die Umsetzung der Energiewende - Strategie	16	
Wahlmodul: Die Umsetzung der Energiewende - Technologie	16	
Fachexkursion I + II	16	
Transferarbeit		90
<b>Total</b>	<b>128</b>	

Das CAS umfasst insgesamt 12 ECTS-Credits. Für die einzelnen Kurse ist entsprechend Zeit für Selbststudium, Prüfungsvorbereitung etc. einzurechnen.

## 9 Kursbeschreibungen

Nachfolgend sind die einzelnen Kurse dieses Studienganges beschrieben.

Der Begriff Kurs schliesst alle Veranstaltungstypen ein, es ist ein zusammenfassender Begriff für verschiedene Veranstaltungstypen wie Vorlesung, Lehrveranstaltung, Fallstudie, Living Case, Fach, Studienreise, Semesterarbeiten usw.

### 9.1 Einführung

Lernziele	Das Grundlagenmodul ist als Einführung in die Thematik zu betrachten. Es dient zur Auffrischung von Zusammenhängen aus Physik und Technik, welche oft benötigt werden. Zudem werden Berechnungsgrundlagen betrachtet, welche für die Auslegung und Bewertung von Energiesystemen wichtig sind und die aktuelle Situation der globalen Energieversorgung aufzeigen. Der erste Tag (Physikalisch-technische Grundlagen) ist optional.
Themen und Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energietechnische Einheiten und Darstellungsarten</li> <li>- Energiearten und -qualitäten</li> <li>- Physikalische Grundzusammenhänge</li> <li>- Energiebedarf</li> <li>- Energieträger - Energieflüsse</li> <li>- Transport und Speicherung von Energie</li> <li>- Energieversorgung CH, EU, Welt heute und morgen</li> <li>- Eckpfeiler der Energiestrategie 2050</li> <li>- Motivation zur Umsetzung der Energiewende</li> </ul>
Lehrmittel	Handout der Dozierenden

## 9.2 Erzeugung von elektrischer Energie

Lernziele	In diesem Modul lernen die Studierenden die vielfältigen Technologien zur Erzeugung von elektrischer Energie kennen. Dabei liegt der Fokus neben dem Verständnis der grundlegenden physikalischen Prozesse auf Kosten, Effizienz, Verfügbarkeit und Beurteilung hinsichtlich Nachhaltigkeit.
Themen und Inhalte	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nutzung der Wasserkraft</li><li>- Windenergie</li><li>- Gaskraftwerke</li><li>- Kern-Reaktoren der 4. Generation / Kernfusion</li><li>- Nutzung von Abfall und Biomasse zur Stromerzeugung</li><li>- Solarzellen</li><li>- System Wechselrichter und Solarpanels</li><li>- Verschiedene PV-Anlagen und deren Produktionsprofil</li><li>- Geothermische Kraftwerke</li></ul>
Lehrmittel	Handout der Dozierenden

## 9.3 Energiespeicherung

Lernziele	Die effiziente und kostengünstige Speicherung von Energie ist ein zentraler Baustein für die Energiewende. Die Studierenden bekommen einen Überblick über die verschiedenen Technologien der Energiespeicherung. Darüber hinaus wird die Lithium-Ionen-Batterie-Technologie sowie die Nutzung von Wasserstoff für die effiziente Energiewandlung und -speicherung vertieft behandelt.
Themen und Inhalte	<ul style="list-style-type: none"><li>- Speichersysteme im Überblick</li><li>- Batterietechnologien</li><li>- Brennstoffzelle/Elektrolyseure</li><li>- Wasserstoffspeicherung</li><li>- Wasserstoffwirtschaft (Methanisierung/Reformierung/Transport)</li><li>- Brennstoffzellensysteme</li><li>- Batteriespeichersysteme</li></ul>
Lehrmittel	Handout der Dozierenden

## 9.4 Energienutzung

Lernziele	Immer mehr (End-)Energieträger wie Heizöl, Erdöltreibstoffe oder Erdgas werden durch elektrische Energie substituiert, welche immer effizienter eingesetzt wird. Als Beispiel ist die Elektrifizierung der Mobilität zu nennen. Die Studierenden lernen die Möglichkeiten der Energienutzung, die Chancen und Probleme des Umbaus der Versorgung mit Endenergie kennen und können die Systeme wirtschaftlich bewerten.
Themen und Inhalte	<ul style="list-style-type: none"><li>- Elektromobilität</li><li>- Sonnenkollektoren</li><li>- Wärmepumpen</li><li>- Kraftwärmekopplung / Wärmenetze</li><li>- Effiziente Beleuchtung mit LED</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geräte in einem typischen Haushalt und ihre Verbrauchsprofile</li> <li>- Synthetische Brenn- und Treibstoffe</li> <li>- Übertragungs- und Verteilnetze / Smart Grids</li> <li>- Effizienter Transport von Energie</li> <li>- Wirtschaftlichkeitsanalyse (Investitionsrechnung, Energiepreise)</li> <li>- ökologische Bewertung von Energiesystemen</li> </ul>
Lehrmittel	Handout der Dozierenden

### 9.5 Die Umsetzung der Energiewende - Strategie

Lernziele	Das Modul vermittelt Methoden und Werkzeuge, welche für die Beantwortung von strategischen Fragen zur Energiewende notwendig sind. Mit diesen können die Studierenden eine Strategie für ihr Unternehmen, ihre Gemeinde oder Liegenschaft entwickeln.
Themen und Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bewertung der Nachhaltigkeit von Energiesystemen</li> <li>- Mobilitätsstrategien</li> <li>- Parlamentarische Diskussion zum Thema Strommarkt</li> <li>- Strommarktöffnung bis zur «letzten Meile»</li> <li>- Unterschiedliche Strategien am Beispiel von China, Deutschland und Saudi-Arabien</li> <li>- Beispiel eines Energiemanagementsystem, ZEV?</li> <li>- Strategien zur Optimierung von Eigenverbrauch und Autarkie</li> <li>- Energiesystem der Zukunft: Konvergenz der Energienetze</li> </ul>
	Handout der Dozierenden

### 9.6 Die Umsetzung der Energiewende - Technologie

Lernziele	Die Studierenden lernen die grundlegenden Zusammenhänge für Auslegung und den Betrieb von neuen Energietechnologien kennen. Sie können den Einfluss von verschiedenen Systemdesigns und Betriebsstrategien auf Leistungsfähigkeit, Effizienz und Lebensdauer beurteilen und werden mit dem Umgang mit diesen Systemen vertraut.
Themen und Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auslegung und Design von energietechnischen Systemen</li> <li>- Systemkomponenten bei Brennstoffzellen und Elektrolyseuren</li> <li>- Aufbau und Funktionalitäten von Testinfrastrukturen</li> <li>- Lebensdauer von elektrochemischen Zellen</li> <li>- PV-Anlagentechnik</li> <li>- Batteriespeicher und Ladestationen</li> <li>- Betrieb von Wärmepumpenanlagen</li> <li>- diverse Praktika mit Systemen im Labor</li> </ul>
Lehrmittel	Handout der Dozierenden



## 9.7 Transferarbeit

Lernziele	<p>Innerhalb der Arbeit wird das Gelernte praktisch umgesetzt.</p> <p>In einer Einzel- oder Gruppenarbeit arbeiten Sie mit Begleitung von Expert*innen einen von Ihnen gewählten, thematischen Schwerpunkt aus. Es steht Ihnen frei, ob Sie in Richtung Produktentwicklung, Systemanalyse, Business-Modelle oder Forschung gehen möchten.</p> <p>Ziel ist die Integration und ganzheitliche Berücksichtigung des Gelernten innerhalb der Transferarbeit. Dafür stehen ausgewählte Expert*innen aus den Kursen für eine bestimmte Zeit in unterstützender Funktion zur Verfügung. Sie bearbeiten eine konkrete Aufgabenstellung mit praktischem Bezug. Die technologischen Möglichkeiten moderner Energietechnologien sollen in dieser Arbeit ausgeschöpft und in die eigene Praxis transferierbar gemacht werden.</p>
Themen und Inhalte	<p>Die Transferarbeit umfasst ca. 90 Stunden Arbeit und beinhaltet folgende Meilensteine (siehe auch Zeitplan):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Thema suchen und mit Vorteil eine Ansprechperson / Betreuer*in in der eigenen Firma definieren</li><li>- Erstellen und Eingabe (Upload Moodle) einer Disposition (Wordvorlage, 1 bis 2 Seiten)<ul style="list-style-type: none"><li>o Titel</li><li>o Umfeld</li><li>o Problemstellung</li><li>o Lösungsansatz (Vorgehen, Methoden)</li><li>o Name und Kontaktadressen der Gruppenmitglieder und der Ansprechperson / Betreuer*in innerhalb der Firma</li><li>o Eventuell Überarbeitung der Projektskizze gemäss Feedback BFH</li></ul></li><li>- Zuordnung Expert*in seitens BFH</li><li>- Durchführung der Arbeit in eigener Terminplanung</li><li>- 2-3 Meetings mit Expert*in (durch Studierende organisiert)</li><li>- Schlusspräsentation vor Klasse, Expert*in und Dozierenden</li><li>- 15' Präsentation, 15' Diskussion</li><li>- Abgabe (Upload Moodle) des Berichtes an Expert*in und die BFH</li></ul>

## 10 Kompetenznachweis

Für die Anrechnung der 12 ECTS-Credits ist das erfolgreiche Bestehen der Qualifikationsnachweise (Prüfungen, Projektarbeiten) erforderlich, gemäss folgender Aufstellung:

Kompetenznachweis	Gewicht	Erfolgsquote Studierende
3 Kurzprüfungen zu Erzeugung, Speicherung, Nutzung, und Umsetzung	3	0 - 100 %
Umsetzung	2	0 - 100 %
Begleitete Transferarbeit in einem der Themengebiete	5	0 - 100 %
Total	10	

Der gewichtete Mittelwert der Erfolgsquoten der einzelnen Kompetenznachweise wird in eine Note zwischen 3 und 6 umgerechnet. Die Note 3 (gemittelte Erfolgsquote weniger als 50%) ist ungenügend. Die Noten 4, 4.5, 5, 5.5 und 6 (gemittelte Erfolgsquote zwischen 50% und 100%) sind genügend.

## 11 Lehrmittel

- Vorlesungen
- Bearbeitung von Fallbeispielen, Gruppenarbeiten und Übungen
- Firmenbesichtigung und Gastreferate
- Persönliche Betreuung der Projektarbeit durch Mentor\*innen
- Freies Selbststudium (Aufarbeitung der Literatur, Erarbeiten der Projektarbeit)

## 12 Dozierende

Vorname Name	Firma	E-Mail
Prof. Michael Höckel	BFH	hkm1@bfh.ch
Ramon Müller	Helion	ramon.mueller@helion.ch
Dr. Priscilla Caliendo	BFH	cdp1@bfh.ch
evtl. weitere Dozierende		

## 13 Projektpartner

Dieses CAS ist ein Kooperationsprojekt von der [Bernern Fachhochschule](#) und [Helion](#).

## 14 Organisation

### Projekt-Team

Arno Schmidhauser, Berner Fachhochschule, [arno.schmidhauser@bfh.ch](mailto:arno.schmidhauser@bfh.ch)

Michael Höckel, Berner Fachhochschule, [hkm1@bfh.ch](mailto:hkm1@bfh.ch)

Ramon Müller, Helion, [ramon.mueller@helion.ch](mailto:ramon.mueller@helion.ch)

### CAS-Leitung:

Michael Höckel

Tel: +41 32 321 64 16

E-Mail: [michael.hoeckel@bfh.ch](mailto:michael.hoeckel@bfh.ch)

### CAS-Administration:

Andrea Moser

Tel: +41 31 848 32 11

E-Mail: [andrea.moser@bfh.ch](mailto:andrea.moser@bfh.ch)

Während der Durchführung des CAS können sich Anpassungen bezüglich Inhalten, Lernzielen, Dozierenden und Kompetenznachweisen ergeben. Es liegt in der Kompetenz der Dozierenden und der Studienleitung, aufgrund der aktuellen Entwicklungen in einem Fachgebiet, der konkreten Vorkenntnisse und Interessenslage der Teilnehmenden, sowie aus didaktischen und organisatorischen Gründen Anpassungen im Ablauf eines CAS vorzunehmen.

### Berner Fachhochschule

Technik und Informatik

Weiterbildung

Aarbergstrasse 46 (Switzerland Innovation Park Biel/Bienne)

2503 Biel

Telefon +41 31 848 31 11

E-Mail: [weiterbildung.ti@bfh.ch](mailto:weiterbildung.ti@bfh.ch)

[bfh.ch/ti/weiterbildung](http://bfh.ch/ti/weiterbildung)

[bhf.ch/cas-nes](http://bhf.ch/cas-nes)