



# Rahmenlehrplan

Fachoberschule  
Berufsoberschule

Jahrgangsstufen 12 und 13



## Versorgungstechnik

## **IMPRESSUM**

### **Erarbeitung**

Dieser Rahmenlehrplan wurde vom Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM) erarbeitet.

### **Herausgeberin**

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie, Berlin

### **Gültigkeit des Rahmenlehrplans**

Gültig ab 1. August 2021



Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie, Berlin 2021  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Bildung und Erziehung in der Fachoberschule und der Berufsoberschule</b>	<b>5</b>
1.1	Grundsätze	5
1.2	Lernen und Unterricht	8
1.3	Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung	10
<b>2</b>	<b>Beitrag des Faches Versorgungstechnik zum Kompetenzerwerb</b>	<b>11</b>
2.1	Fachprofil	11
2.2	Fachbezogene Kompetenzen	11
<b>3</b>	<b>Eingangsvoraussetzungen und abschlussorientierte Standards</b>	<b>14</b>
3.1	Eingangsvoraussetzungen	14
3.2	Abschlussorientierte Standards	14
<b>4</b>	<b>Themenfelder, Kompetenzen und Inhalte</b>	<b>16</b>
4.1	Vorbemerkungen zu den Themenfeldern	16
4.2	Übersicht zu Pflicht- und Wahlthemenfeldern	17
4.2.1	Fachoberschule/Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 12	18
4.2.2	Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 13	32



# 1 Bildung und Erziehung in der Fachoberschule und der Berufsoberschule

## 1.1 Grundsätze

In der Berufsoberschule und in der Fachoberschule vertiefen und erweitern die Schülerinnen und Schüler ihre bis dahin erworbenen Kompetenzen mit dem Ziel, sich auf die Anforderungen eines Studiums vorzubereiten. Sie übernehmen Verantwortung für sich und ihre Mitmenschen, für die Gleichberechtigung der Menschen ungeachtet des Geschlechts, der Abstammung, der Sprache, der Herkunft, einer Behinderung, der religiösen und politischen Anschauungen, der sexuellen Identität und der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Stellung. Im Dialog zwischen den Generationen nehmen die Schülerinnen und Schüler eine aktive Rolle ein. Sie setzen sich mit wissenschaftlichen, technischen, rechtlichen, politischen, sozialen und ökonomischen Entwicklungen auseinander, nutzen deren Möglichkeiten und schätzen Handlungsspielräume, Perspektiven und Folgen zunehmend sachgerecht ein. Sie gestalten Meinungsbildungsprozesse und Entscheidungen mit und eröffnen sich somit vielfältige Handlungsalternativen.

Die Fachoberschule vermittelt die für das Studium an einer Fachhochschule erforderliche Bildung und wird mit dem Erwerb der Fachhochschulreife abgeschlossen. Je nachdem, welche Voraussetzungen die Schülerinnen und Schüler mitbringen, wird die Fachhochschulreife in ein oder zwei Schuljahren erworben.<sup>1</sup>

Die Berufsoberschule vermittelt in einem zweijährigen Bildungsgang in Vollzeitform nach der Berufsausbildung unter Einbeziehung der beruflichen Qualifikationen eine allgemeine und fachtheoretische Bildung. Sie führt zur fachgebundenen Hochschulreife und, bei Nachweis einer entsprechenden Stundenzahl in der zweiten Fremdsprache, zur Allgemeinen Hochschulreife.<sup>2</sup>

In der Fachoberschule und in der Berufsoberschule finden zentrale Abschlussprüfungen in den Fächern Mathematik, Deutsch und Englisch sowie in dem jeweiligen fachrichtungsbezogenen Prüfungsfach statt. Beide Schularten können auch berufsbegleitend in Teilzeitform mit entsprechend längerer Dauer besucht werden.

Die einjährigen Bildungsgänge der Fachoberschule und der Berufsoberschule, die eine Berufsausbildung bzw. eine längere Berufstätigkeit voraussetzen, zeichnen sich durch eine hohe Durchlässigkeit aus: Es ist einerseits möglich, am Ende des ersten Schuljahres in der Berufsoberschule die Fachhochschulreife zu erwerben, andererseits ist der Übergang in die Jahrgangsstufe 13 der Berufsoberschule mit erworbener Fachhochschulreife möglich. Daraus ergibt sich für die Rahmenlehrplangestaltung:

- Die Inhalte des Rahmenlehrplans sind für die einjährige Fachoberschule und das erste Jahr der Berufsoberschule (BOS 12) identisch.
- Nach dem ersten Schuljahr in der Berufsoberschule (Jahrgangsstufe 12) muss die Fachhochschulreife erreicht werden können.
- Für die Jahrgangsstufe 11 der zweijährigen Fachoberschule sind schulinterne Curricula zu erarbeiten.

Zielsetzung der Fachoberschule und der Berufsoberschule sind die Vermittlung erweiterter und vertiefter beruflicher Kompetenzen und die Erlangung der Studierfähigkeit. Berufliche und studienqualifizierende Kompetenzen zu entwickeln zielt darauf ab, exemplarische Handlungssituationen in Arbeitsprozessen sicher zu beherrschen und die in den verschiedenen Fächern erworbenen Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten verantwortungsbewusst und selbstständig in Studium und Beruf nutzen zu können. Für die Fachoberschule und die Berufsoberschule

<sup>1</sup> Schulgesetz für das Land Berlin v. 26.01.2004, zuletzt geändert durch Gesetz v. 04.03.2021, § 31, Verfügbar unter: [https://gesetze.berlin.de/perma?a=SchulG\\_BE](https://gesetze.berlin.de/perma?a=SchulG_BE), Zugriff am: 07.06.2021

<sup>2</sup> Schulgesetz für das Land Berlin v. 26.01.2004, zuletzt geändert durch Gesetz v. 04.03.2021, § 32, Verfügbar unter: [https://gesetze.berlin.de/perma?a=SchulG\\_BE](https://gesetze.berlin.de/perma?a=SchulG_BE), Zugriff am: 07.06.2021

ist es daher von wesentlicher Bedeutung, dass im Rahmenlehrplan und im Unterricht die Prinzipien der Beruflichkeit, der Fachlichkeit und der Studierfähigkeit beachtet werden.

### **Prinzip der Beruflichkeit**

Alle Schülerinnen und Schüler der Berufsoberschule und im einjährigen Bildungsgang der Fachoberschule haben eine abgeschlossene Berufsausbildung und verfügen somit über vielfältige, konkrete berufliche Erfahrungen. Diese beruflichen Erfahrungen und Kompetenzen sind je nach Berufsfeld in Art und Ausmaß unterschiedlich ausgeprägt. Der einjährige Bildungsgang der Fachoberschule und die Berufsoberschule gehen von einer breit gefächerten beruflichen Erfahrung aus.

Die Schülerinnen und Schüler sind durch ihre Berufsfähigkeit und ihre berufliche Flexibilität geprägt und bereit, in ihrem Berufsfeld weiter zu lernen. Werden Unterrichtsprozesse in der Fachoberschule bzw. in der Berufsoberschule gestaltet, so gilt es, diese konkreten beruflichen Erfahrungen zu nutzen. Sie sind Ausgangspunkt für die Gestaltung der Lehr- und Lernprozesse der jeweiligen Unterrichtsfächer und die Voraussetzung für die Weiterentwicklung und Vertiefung der Kompetenzen.

Das Prinzip der Beruflichkeit gilt eingeschränkt auch für den zweijährigen Bildungsgang der Fachoberschule, die direkt nach dem Erwerb des Mittleren Schulabschlusses (MSA) beginnt. Die Schülerinnen und Schüler absolvieren im Rahmen ihres Fachoberschulbesuches eine fachpraktische Ausbildung (Praktikum) in Betrieben, Behörden und sonstigen Einrichtungen des jeweiligen Berufsfeldes im Umfang von mindestens 800 Zeitstunden. Die am Praktikum Teilnehmenden sollen die im Unterricht erworbenen Kompetenzen und Einsichten durch Erfahrungen im Rahmen von Tätigkeiten während des Praktikums vertiefen und gegebenenfalls erweitern.

Die Beruflichkeit ist aber nicht das Ziel des Unterrichtsprozesses, sondern der Ausgangspunkt und das didaktische Grundprinzip für die Gestaltung der Lehr- und Lernprozesse in der Fachoberschule und der Berufsoberschule. Der Rahmenlehrplan berücksichtigt bei Auswahl, Differenzierung und Anordnung der anzustrebenden Kompetenzen diese vielfältigen beruflichen Erfahrungen, um so das im Prinzip der Beruflichkeit enthaltene didaktische Potenzial inhaltlich und methodisch ausschöpfen zu können.

### **Prinzip der Fachlichkeit**

Das Prinzip der Fachlichkeit zeigt sich an der Fähigkeit, unabhängig von den konkreten individuellen Erfahrungen zu objektivierten Erkenntnissen zu gelangen. Mit dem Prinzip der Fachlichkeit soll die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler gestärkt werden, ihre individuellen beruflichen Erfahrungen zu reflektieren, um so zu allgemeingültigen Regeln, Prinzipien und Erkenntnissen in einem Fach zu gelangen. Fachlichkeit ist somit eine entscheidende Voraussetzung für den Erwerb der Studierfähigkeit. Dieses Verständnis von Fachlichkeit muss in der Fachoberschule und in der Berufsoberschule unterschiedslos für alle Fächer gelten. Sowohl die fachrichtungsbezogenen als auch die allgemeinbildenden Fächer knüpfen gleichermaßen an die in der Berufs- und Arbeitswelt gewonnenen Erfahrungen an und tragen mithilfe der „berufsbezogenen Fachlichkeit“ dazu bei, Studierfähigkeit zu entwickeln.

### **Prinzip der Studierfähigkeit**

Das wissenschaftsorientierte Lernen in der Fachoberschule und in der Berufsoberschule basiert einerseits mit seinen Inhalten, Fragestellungen und Methoden auf dem aktuellen Stand der Forschung; andererseits bezieht es die konkreten beruflichen Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler ein. Damit die Einordnung, Relativierung und Kritik des berufsbezogenen Denkens und Handelns gelingen kann, sind die Orientierung an der Wissenschaftlichkeit und die Reflexion der Berufserfahrungen und -inhalte wesentliche Bestandteile der Lehr- und Lernprozesse.

Schülerinnen und Schülern Studierfähigkeit zu vermitteln umfasst:

- die Beherrschung von Grundsätzen und Formen selbstständigen Arbeitens. Dazu gehören u. a. die Fähigkeit, komplexe Problemstellungen selbstständig zu erfassen, Methoden und Techniken der Informationsbeschaffung anzuwenden, die Problem-lösung zielorientiert anzugehen und die Bereitschaft, das Ergebnis kritisch zu reflektieren und zu bewerten.
- das Einüben und die systematische Anwendung grundlegender wissenschaftlicher Verfahrens- und Erkenntnisweisen. Dazu gehört die Einsicht in die Strukturen und Methoden von Wissenschaft, ihre Zusammenhänge und ihre Grenzen sowie die Fähigkeit, wissenschaftliche Erkenntnisse anzuwenden und sprachlich darzustellen.
- die Fähigkeit, die gesellschaftlichen Bezüge von wissenschaftlicher Theorie und beruflicher Praxis zu erkennen und zu bewerten.

Für die Kompetenzentwicklung sind zentrale Themenfelder und Inhalte bedeutsam, die sich auf die Kernbereiche der jeweiligen Fächer konzentrieren und sowohl fachspezifische als auch überfachliche Zielsetzungen deutlich werden lassen. So erhalten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit, exemplarisch zu lernen und sich eine vertiefte und erweiterte allgemeine sowie wissenschaftspropädeutische Bildung anzueignen. Dabei wird stets der Bezug zur Erfahrungswelt der Lernenden und zu den Herausforderungen der heutigen und zukünftigen Gesellschaft hergestellt.

Schülerinnen und Schüler übertragen die in einem Lernprozess erworbenen Kompetenzen auf neue Lernbereiche und machen sie für eigene Ziele und Anforderungen in Schule, Studium, Beruf und Alltag nutzbar. Auf diese Weise entfalten sie ihr anschlussfähiges und vernetztes Denken und Handeln als Grundlage für lebenslanges Lernen.

Diesen Erfordernissen trägt der Rahmenlehrplan durch die Auswahl der Themenfelder und Inhalte Rechnung, mit der auch die Systematik des Faches und der Beitrag zum Kompetenzerwerb berücksichtigt werden.

„Die Rahmenlehrpläne für Unterricht und Erziehung bestimmen die Grundprinzipien des Lernens sowie die verbindlichen allgemeinen und fachlichen Kompetenzen und Qualifikationsziele. Sie bestimmen ferner die leitenden Ideen und die Standards der Unterrichtsfächer, Lernbereiche und Aufgabengebiete oder Lernfelder sowie die verbindlichen Unterrichtsinhalte, soweit sie zum Erreichen der Kompetenz- und Qualifikationsziele sowie der Standards der Unterrichtsfächer, Lernbereiche und Aufgabengebiete oder Lernfelder erforderlich sind.

Die Rahmenlehrpläne sind so gestaltet, dass jede Schule einen hinreichend großen Entscheidungsspielraum für die aktive Gestaltung ihres Schulprogramms erhält und den unterschiedlichen Fähigkeiten, Leistungen und Neigungen der Schülerinnen und Schüler sowie der pädagogischen Verantwortung der Lehrkräfte entsprochen werden kann.“<sup>3</sup>

„Im Schulprogramm legt die einzelne Schule fest, wie die Rahmenlehrplanvorgaben mithilfe eines schuleigenen pädagogischen Handlungskonzepts (schulinternes Curriculum) umgesetzt werden sollen.“<sup>4</sup> Die Kooperation innerhalb der einzelnen Fachbereiche ist dabei von ebenso großer Bedeutung wie fachübergreifende Absprachen und Vereinbarungen. Beim Erstellen des schulinternen Curriculums werden zudem regionale und schulspezifische Besonderheiten sowie die Neigungen und Interessenlagen der Lernenden einbezogen. Dabei arbeiten alle an der Schule Beteiligten zusammen und nutzen auch die Anregungen und Kooperationsangebote externer Partnerinnen und Partner. Zusammen mit dem Rahmenlehrplan nutzt die Schule das schulinterne Curriculum als ein prozessorientiertes Steuerungsinstrument im Rahmen von

<sup>3</sup> Schulgesetz für das Land Berlin v. 26.01.2004, zuletzt geändert durch Gesetz v. 04.03.2021, § 10, Abs. 1 und 2, Verfügbar unter: [https://gesetze.berlin.de/perma?a=SchulG\\_BE](https://gesetze.berlin.de/perma?a=SchulG_BE), Zugriff am: 07.06.2021

<sup>4</sup> Schulgesetz für das Land Berlin v. 26.01.2004, zuletzt geändert durch Gesetz v. 04.03.2021, § 8, Verfügbar unter: [https://gesetze.berlin.de/perma?a=SchulG\\_BE](https://gesetze.berlin.de/perma?a=SchulG_BE), Zugriff am: 07.06.2021

Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung. Im schulinternen Curriculum werden überprüfbare Ziele formuliert, die die Grundlage für eine effektive Evaluation des Lernens und des Unterrichts in der Qualifikationsphase bilden.

## 1.2 Lernen und Unterricht

Lernen und Lehren in der Fachoberschule bzw. Berufsoberschule müssen dem besonderen Entwicklungs- und Lebensabschnitt Rechnung tragen, in dem junge Erwachsene die Studierfähigkeit anstreben. Dies geschieht vor allem, indem die Lernenden Verantwortung für den Lernprozess und den Lernerfolg übernehmen und sowohl den Unterricht als auch das eigene Lernen selbst aktiv gestalten.

Beim Lernen konstruiert jede/jeder Einzelne ein für sich selbst bedeutsames Abbild der Wirklichkeit auf der Grundlage ihres/seines individuellen Wissens und Könnens sowie ihrer/seiner Erfahrungen und Einstellungen.

Dieser Tatsache wird durch eine Lernkultur Rechnung getragen, in der sich die Schülerinnen und Schüler ihrer eigenen Lernwege bewusst werden, diese weiterentwickeln, unterschiedliche Lösungen reflektieren und selbstständig Entscheidungen treffen. So wird lebenslanges Lernen angebahnt, es werden aber auch die Grundlagen für motiviertes, durch Neugier und Interesse geprägtes Handeln gelegt. Fehler und Umwege werden dabei als bedeutsame Bestandteile von Erfahrungs- und Lernprozessen angesehen. Neben der Auseinandersetzung mit dem Neuen sind Phasen, in denen angewendet, geübt, systematisiert, vertieft und gefestigt wird, von großer Bedeutung. Solche Lernphasen ermöglichen auch die gemeinsame Suche nach Anwendungen für neu erworbenes Wissen und verlangen nach einer variantenreichen Gestaltung von Übungssituationen, in denen vielfältige Methoden und Medien eingesetzt werden.

Lernumgebungen werden so gestaltet, dass sie das selbst gesteuerte Lernen der Schülerinnen und Schüler fördern. Sie ermöglichen es den Lernenden, eigene Lern- und Arbeitsziele zu formulieren und zu verwirklichen sowie eigene Arbeitsergebnisse auszuwerten und zu nutzen. Durch den Einsatz von Medien und zeitgemäßer Kommunikations- und Informationstechnik werden die Differenzierung individueller Lernprozesse und das kooperative Lernen gefördert.

Durch fachübergreifendes Lernen werden Inhalte und Themenfelder in größerem Kontext erfasst, außerfachliche Bezüge hergestellt und gesellschaftlich relevante Aufgaben verdeutlicht. Fächerverbindende Unterrichtsvorhaben und Projekte vorzubereiten und zu gestalten unterstützt die Zusammenarbeit der Lehrkräfte und ermöglicht allen Beteiligten eine multiperspektivische Wahrnehmung.

Im Rahmen von Projekten, an deren Planung und Organisation sich die Schülerinnen und Schüler aktiv beteiligen, werden über Fächergrenzen hinaus Lernprozesse durchlaufen und Lernprodukte hergestellt. Dabei nutzen Lernende überfachliche Fähigkeiten und Fertigkeiten auch, um zu dokumentieren und zu präsentieren. Auf diese Weise bereiten sie sich auf das Studium und ihre spätere Berufstätigkeit vor.

Bereits während der Berufstätigkeit oder in Praktika gesammelte Erfahrungen und erworbene Kenntnisse und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler werden in die Unterrichtsarbeit einbezogen. Zur Vermittlung zusätzlicher Erfahrungen werden Angebote an außerschulischen Lernorten genutzt. Die Teilnahme an Projekten und Wettbewerben, an Auslandsaufenthalten und internationalen Begegnungen erweitert den Erfahrungshorizont der Schülerinnen und Schüler und trägt dazu bei, ihre interkulturelle Handlungsfähigkeit zu stärken.

**Kompetenzen** stellen die entscheidende Grundlage für die didaktisch begründete Gestaltung des Lehrens und Lernens an den berufsbildenden Schulen dar. Sie geben verbindlich Orientierung über die Qualität der Leistungs- und Verhaltensentwicklung der Schülerinnen und Schüler und sind damit eine wichtige Voraussetzung für die Vorbereitung des Unterrichts durch die Lehrkräfte. Sie beschreiben die Fähigkeiten und Fertigkeiten, die mit diesem Themenfeld

und seinen Inhalten bei den Schülerinnen und Schülern gefördert werden sollen, und bilden die Grundlage für Lernerfolgskontrollen und Prüfungen.

Die **Inhalte** sind auf einem mittleren Abstraktionsniveau formuliert und nach fachsystematischen und/oder handlungssystematischen Prinzipien geordnet.

Die **Hinweise zum Unterricht** umfassen Vorschläge für Lernaufgaben, Lernsituationen und Projekte, die Nutzung von Laborräumen und geeignete Unterrichtshilfen (Medien).

Unter **Vernetzungen** werden Möglichkeiten für fachübergreifenden oder fächerverbindenden Unterricht beschrieben.

Die **Kompetenzen** und **Inhalte** der Pflichtthemenfelder sind verbindlich. Die angegebenen **Gesamtstundenumfänge** sind Richtwerte. Der Stundenumfang für die Pflichtthemenfelder umfasst ca. 50 % und für die schulspezifischen Wahlthemenfelder ca. 25 % des jeweiligen Gesamtstundenumfanges. Damit hat jede Schule einen hinreichend großen Entscheidungsspielraum, um die im Schulprogramm vorgesehenen schulspezifischen Themen zu vermitteln. Die verbleibenden ca. 25 % des Gesamtstundenumfanges sind für Lernerfolgskontrollen und Exkursionen sowie zur Berücksichtigung individueller Rahmensetzungen und pädagogischer Erfordernisse der Schule zu nutzen.

Die Lehrkräfte treffen ihre didaktischen Entscheidungen in pädagogischer Verantwortung gemäß § 67 Absatz 2 des Schulgesetzes für das Land Berlin.

Für die **Jahrgangsstufe 11 des zweijährigen Bildungsgangs der Fachoberschule** sind schulinterne Curricula zu erarbeiten, die folgenden Anforderungen gerecht werden:

- Die Schülerinnen und Schüler vertiefen und erweitern die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen. Der Unterricht dient insbesondere dazu, die Heterogenität der Klasse auszugleichen und Unterschiede im Kompetenzniveau abzubauen. Spätestens am Ende der Jahrgangsstufe 11 erreichen die Schülerinnen und Schüler die für ein erfolgreiches Lernen in der Jahrgangsstufe 12 notwendigen Voraussetzungen.
- Die Schülerinnen und Schüler erhalten in der Jahrgangsstufe 11 die Möglichkeit, Stärken weiterzuentwickeln und Defizite auszugleichen. Sie vertiefen bzw. erwerben fachbezogene und fachübergreifende Grundlagen und bewältigen zunehmend komplexere Aufgabenstellungen. Dabei wenden sie fachliche und methodische Kenntnisse und Fertigkeiten mit wachsender Sicherheit selbstständig an. Praktische Erfahrungen sammeln die Schülerinnen und Schüler während der fachpraktischen Ausbildung (Praktikum) im Umfang von mindestens 800 Zeitstunden in Betrieben, Behörden oder sonstigen Einrichtungen.

Je nach Interessen und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler werden fachspezifische Verfahren, Techniken und Strategien im Hinblick auf die Anforderungen der Jahrgangsstufe 12 vertieft, indem z. B. binnendifferenziert gearbeitet und das selbst gesteuerte Lernen gefördert wird. Dabei kommt der Kompetenzentwicklung eine zentrale Bedeutung zu. Insbesondere sollen die Schülerinnen und Schüler ...

- auf vorhandenes Wissen zurückgreifen können,
- Fertigkeiten besitzen, um sich erforderliche Kenntnisse anzueignen,
- zentrale Zusammenhänge des jeweiligen Sach- bzw. Handlungsbereichs verstehen und
- verfügbare Fertigkeiten einsetzen, wenn Handlungen vorgenommen werden sollen.

Die Vermittlung dieser Kompetenzen ist nur sichergestellt, wenn grundsätzlich alle dafür geeigneten Fächer der Fachoberschule und der Berufsoberschule diese Grundsätze beachten und im Unterricht umsetzen. Dies ist gewährleistet, wenn die schulinternen Curricula entsprechend gestaltet sind.

### **1.3 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung**

Wichtig für die persönliche Entwicklung der Schülerinnen und Schüler ist eine individuelle Bewertung, die ihre Stärken aufgreift und Lernergebnisse nutzt, um Lernfortschritte nachvollziehbaren Anforderungs- und Bewertungskriterien folgend zu beschreiben und zu fördern. So gelingt es den Schülerinnen und Schülern, ihre eigenen Stärken und Schwächen sowie die Qualität ihrer Leistungen realistisch einzuschätzen und kritische Rückmeldungen und Beratung als Chance für die persönliche Weiterentwicklung anzunehmen. Sie lernen außerdem, anderen Menschen faires und sachliches Feedback zu geben, das für eine produktive Zusammenarbeit und ein erfolgreiches Handeln unerlässlich ist.

Die Anforderungen in den Aufgabenstellungen orientieren sich im Verlauf des Unterrichts zunehmend an der Vertiefung und Erweiterung von Kompetenzen und den im Rahmenlehrplan beschriebenen abschlussorientierten Standards sowie an den Aufgabenformaten und der Dauer der Abschlussprüfung. Die Aufgabenstellungen sind dabei so offen, dass sie eine eigene Gestaltungsleistung verlangen. Diese richtet sich auf lebens- und arbeitsweltbezogene Textformate und Aufgabenstellungen, die dazu beitragen, die Lernenden auf ihr Studium und ihre spätere berufliche Tätigkeit vorzubereiten.

Umfangreichere schriftliche Arbeiten fördern in besonderer Weise bewusstes methodisches Vorgehen und motivieren dazu, eigenständig zu lernen und Probleme zu lösen.

Mit mündlichen Leistungen, einzeln und in Gruppen, beweisen die Schülerinnen und Schüler, dass sie zum reflektierten, sachlichen Diskurs und Vortrag in der Lage sind und Ergebnisse mediengestützt präsentieren können.

Praktische Leistungen können in allen Fächern eigenständig oder im Zusammenhang mit mündlichen oder schriftlichen Leistungen erbracht werden. Schülerinnen und Schülern bietet sich damit die Chance, Lernprodukte selbstständig und in Gruppen herzustellen und wertvolle Erfahrungen für ein Studium und die spätere berufliche Tätigkeit zu sammeln.

## 2 Beitrag des Faches Versorgungstechnik zum Kompetenzerwerb

### 2.1 Fachprofil

Die Bereiche der Versorgungstechnik befinden sich in einem Spannungsfeld zwischen wachsenden Ansprüchen an Komfort, schwindenden Ressourcen, den Anforderungen des Umweltschutzes und Problemen, die sich aus immer komplexeren technischen Anlagen ergeben. Beispiele hierfür sind Hygieneprobleme, z. B. im Trinkwasser oder in raumluftechnischen Anlagen. Komplexe versorgungstechnische Anlagen halten noch weitere Herausforderungen bereit. Diese bestehen unter anderem in einer wachsenden Schnittmenge zu anderen Bereichen, wie der Elektrotechnik (Gebäudeautomation, Datensicherheit), einer ständig steigenden Anzahl verfügbarer Produkte oder den Ansprüchen, die aus einer immer umfassenderen Gesetzgebung und Normung resultieren.

Das Fach Versorgungstechnik gibt Einblick in seine unterschiedlichen Teilgebiete, vermittelt den Schülerinnen und Schülern belastbares Grundwissen und stellt Vernetzungen zu anderen Bereichen der Gebäudetechnik her. Teil des Unterrichtskonzepts ist der Grundgedanke, dass nur eine aufeinander abgestimmte Planung aller Teilbereiche zu einem sinnvollen Gebäudekonzept führt, das auch noch in Jahrzehnten den gestellten Anforderungen gerecht werden kann. Um diese Langlebigkeit erreichen zu können, wird insbesondere den Themen Umwelt und Energiebedarf/Energieeinsparung in der Ausbildung Raum gegeben. Die Schülerinnen und Schüler setzen sich mit unterschiedlichen Anlagenkonzepten auseinander, bewerten sie kritisch und eignen sich so die Fähigkeit an, in ihrem späteren Berufsleben schnell und zielgerichtet sinnvolle Lösungen für gestellte Aufgaben zu erreichen.

### 2.2 Fachbezogene Kompetenzen

Kompetenzen werden im Verlauf von Bildungsprozessen erworben und befähigen dazu, unterschiedliche wissenschaftliche, berufspraktische und gesellschaftliche Problemstellungen zu bewältigen.

Zentrales Ziel ist es, die Entwicklung umfassender Handlungskompetenz zu fördern.

Handlungskompetenz entfaltet sich in den Dimensionen von Fachkompetenz, Selbstkompetenz und Sozialkompetenz.<sup>5</sup>

#### Fachkompetenz

Fachkompetenz ist die Bereitschaft und Fähigkeit, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbstständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen.

Zur Fachkompetenz gehört:

- versorgungstechnische Problemstellungen zu beobachten, zu analysieren und zu erfassen wie auch Erkenntnisse in geeignete fachwissenschaftliche Modelle und Darstellungen zu übertragen,
- versorgungstechnische Wirkungszusammenhänge zu ermitteln und zu formulieren sowie die Wirksamkeit und Gültigkeit zu überprüfen,
- versorgungstechnische Problemstellungen zu lösen, indem allgemeine physikalische Gesetzmäßigkeiten beachtet und mathematische Gesetzmäßigkeiten berücksichtigt werden,

<sup>5</sup> Sekretariat der Kultusministerkonferenz, Referat Berufliche Bildung, Weiterbildung und Sport, 2018, Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe, S. 15, Verfügbar unter: [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2011/2011\\_09\\_23-GEP-Handreichung.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2011/2011_09_23-GEP-Handreichung.pdf), Zugriff am: 07.06.2021

- Lösungen der Aufgaben unter humanen, ökonomischen und ökologischen Aspekten zu bewerten,
- versorgungstechnische Sachverhalte unter Beachtung ihres Geltungsbereichs auf entsprechende Grundmodelle zu reduzieren,
- versorgungstechnische Fachliteratur auf Lösungsvarianten hin zu untersuchen und auszuwerten.

### **Selbstkompetenz<sup>6</sup>**

Selbstkompetenz ist die Bereitschaft und Fähigkeit, als individuelle Persönlichkeit die Entwicklungschancen, Anforderungen und Einschränkungen in Familie, Beruf und öffentlichem Leben zu durchdenken und zu beurteilen, eigene Begabungen zu entfalten und Lebenspläne zu fassen und fortzuentwickeln. Sie umfasst Eigenschaften wie Selbstständigkeit, Kritikfähigkeit, Selbstvertrauen, Zuverlässigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewusstsein. Zu ihr gehört insbesondere, durchdachte Wertvorstellungen zu entwickeln und sich selbstbestimmt an Werte zu binden.

Selbstkompetenz schließt ein:

- sich selbstständig mit technischen Zusammenhängen auseinanderzusetzen,
- versorgungstechnische Arbeitsaufgaben analysieren und Lösungsstrategien zu entwickeln,
- selbstorganisiert und eigenverantwortlich über notwendige Lernhandlungen zu entscheiden,
- eigene und fremde Arbeitsergebnisse kritisch zu beurteilen,
- leistungsbereit und sorgfältig bei der Bearbeitung von Aufgaben und Projekten vorzugehen,
- flexibel auf geänderte Aufgaben und Rahmenbedingungen zu reagieren.

### **Sozialkompetenz**

Sozialkompetenz ist die Bereitschaft und Fähigkeit, soziale Beziehungen zu leben und zu gestalten, Zuwendungen und Spannungen zu erfassen und zu verstehen, sich mit anderen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen. Hierzu gehört insbesondere auch die Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität.

Sozialkompetenz zuzurechnen ist:

- Verantwortung bei Teamarbeiten zu übernehmen,
- in Partner- und Gruppenarbeit zu kooperieren und zu kommunizieren,
- andere Sichtweisen und Interessen bei der Lösung von Aufgaben zu berücksichtigen
- die Fähigkeit zu entwickeln, konstruktive Kritik zu üben, Förderung anzubieten und Unterstützung zu erbitten,
- Strategien zu entwickeln, die zwischenmenschliche Konflikte vermeiden und schlichten.

Methodenkompetenz, kommunikative Kompetenz und Lernkompetenz sind immanenter Bestandteil von Fachkompetenz, Selbstkompetenz und Sozialkompetenz.

---

<sup>6</sup> Der Begriff Selbstkompetenz ersetzt den bisher verwendeten Begriff Humankompetenz. Er berücksichtigt stärker den spezifischen Bildungsauftrag und greift die Systematisierung des Deutschen Qualifikationsrahmens für lebenslanges Lernen (DQR) auf.

### **Methodenkompetenz**

Methodenkompetenz ist die Bereitschaft und Fähigkeit zu zielgerichtetem, planmäßigem Vorgehen bei der Bearbeitung von Aufgaben und Problemen (zum Beispiel bei der Planung der Arbeitsschritte).

Zur Methodenkompetenz gehört:

- selbstständig in verschiedenen informationstechnischen Medien zu recherchieren, Informationen auszuwerten, zu verarbeiten und zu präsentieren,
- nach den anerkannten Regeln der Versorgungstechnik zu planen und zu konstruieren,
- versorgungstechnische Modelle zu entwickeln, darzustellen und zu variieren,
- technische Berechnungsverfahren anzuwenden,
- Berechnungsergebnisse mittels technischer Kommunikationsmittel darzustellen,
- technische Experimente zu beschreiben und zu analysieren, um daraus Modellvorstellungen zu entwickeln.

### **Kommunikative Kompetenz**

Kommunikative Kompetenz ist die Bereitschaft und Fähigkeit, kommunikative Situationen zu verstehen und zu gestalten. Hierzu gehört es, eigene Absichten und Bedürfnisse sowie die der anderen Kommunizierenden wahrzunehmen, zu verstehen und darzustellen.

### **Lernkompetenz**

Lernkompetenz ist die Bereitschaft und Fähigkeit, Informationen über Sachverhalte und Zusammenhänge selbstständig und gemeinsam mit anderen zu verstehen, auszuwerten und in gedankliche Strukturen einzuordnen. Zur Lernkompetenz gehören insbesondere auch die Fähigkeit und Bereitschaft, im Beruf und über den Berufsbereich hinaus Lerntechniken und Lernstrategien zu entwickeln und diese für lebenslanges Lernen zu nutzen.

## **3 Eingangsvoraussetzungen und abschlussorientierte Standards**

### **3.1 Eingangsvoraussetzungen**

Voraussetzung für den Besuch der Berufsoberschule (BOS) oder der einjährigen Fachoberschule (FOS) sind der Mittlere Schulabschluss (MSA) und zusätzlich eine abgeschlossene Berufsausbildung oder eine mindestens fünfjährige einschlägige Berufstätigkeit.

Eine Eingangsvoraussetzung ist also die berufliche Erfahrung. Die beruflich erworbenen Handlungskompetenzen unterscheiden sich jedoch, bedingt durch die unterschiedlichen Arbeitsbereiche (Berufsfelder) und die Dauer der beruflichen Erfahrung (Ausbildung und/oder mehrjährige Berufserfahrung).

Die Schülerinnen und Schüler sind durch ihre Berufstätigkeit gewohnt, selbstständig und effizient zu handeln. Dieses Handeln ist weniger prozess- als ergebnisorientiert.

Neben diesen beruflichen Voraussetzungen haben alle Schülerinnen und Schüler die mit dem Mittleren Bildungsabschluss (MSA) verbundenen prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen erworben, die die Bundesländer in den Bildungsstandards festgelegt haben.

Zwischen Mittlerem Bildungsabschluss (MSA) und dem Eintritt in die Fachoberschule beziehungsweise Berufsoberschule liegt in der Regel die Zeit der Berufsausbildung oder eine längere Berufstätigkeit. Daher ist zu berücksichtigen, dass bei den Schülerinnen und Schülern Kenntnisse und Kompetenzen nicht mehr aktiv verfügbar sein können. Haben sie zudem an unterschiedlichen Schulen den Mittleren Bildungsabschluss (MSA) erreicht und verschiedene Berufsausbildungen durchlaufen, sind auch unterschiedliche Vorkenntnisse in der Lerngruppe zu erwarten.

Es handelt sich um erwachsene Schülerinnen und Schüler mit meist klaren Zielvorstellungen, mit der Bereitschaft zur Fort- und Weiterbildung und mit hoher Motivation.

Die Schülerinnen und Schüler der zweijährigen Fachoberschule, die sich direkt an den Erwerb des Mittleren Schulabschlusses (MSA) anschließt, haben eingeschränkte berufliche Kompetenzen. Im Rahmen der Jahrgangsstufe 11 absolvieren sie eine mindestens 800-stündige fachpraktische Ausbildung (Praktikum) in Betrieben, Behörden oder sonstigen Einrichtungen des jeweiligen Berufsfeldes und erwerben dort erste praktische Erfahrungen mit der Arbeitswelt.

### **3.2 Abschlussorientierte Standards**

Aufbauend auf den Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten ihrer beruflichen Qualifikation erwerben die Schülerinnen und Schüler eine erweiterte allgemeine und vertiefte fachtheoretische Bildung mit dem Ziel der Studierfähigkeit.

Dies umfasst folgende Aspekte:

- Grundsätze und Formen selbstständigen Arbeitens zu beherrschen,
- Methoden wissenschaftlichen Arbeitens systematisch anzuwenden,
- die Fähigkeit, wissenschaftliche Theorien und berufliche Praxis kritisch zu bewerten und unter gesellschaftlichen Gesichtspunkten einzuordnen,
- die Bereitschaft zu Kommunikation und Kooperation.

### **Abschlussorientierte Standards für die FOS, BOS Jahrgangsstufe 12:**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren Möglichkeiten hygienegerechter Trinkwasserinstallationen, die die Trinkwasserqualität sichern,
- dimensionieren Trinkwasseranlagen, beziehen dabei vorgegebene Volumenströme ein und berechnen anlagenspezifische Druckverluste,
- erklären die hydraulischen Zusammenhänge in Abwasserleitungen,
- berechnen die Nennweiten von Abwasser- und zugehörigen Lüftungsleitungen einfacher Abwasseranlagen,
- bestimmen die Größe einzelner Komponenten thermischer Solaranlagen,
- erläutern technische Vorgänge in Bestandteilen thermischer Solaranlagen,
- vergleichen lüftungstechnische Bauteile oder Systeme hinsichtlich ihrer Funktion, ihres thermodynamischen Einflusses auf RLT-Anlagen und ihrer Hygiene,
- beurteilen Bauteile lüftungstechnischer Anlagen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit.

### **Abschlussorientierte Standards für die BOS, Jahrgangsstufe 13:**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern Maßnahmen zum hydraulischen Abgleich von Heizungsanlagen und begründen deren Notwendigkeit,
- dimensionieren Bestandteile von Heizungsanlagen unter Einbeziehung der Heizlast,
- analysieren den Kreisprozess von Kälteanlagen oder Wärmepumpen anhand des log p-h Diagramms und berechnen Kennwerte (z.B. COP, EER, JAZ),
- charakterisieren thermodynamische Grundgrößen und wenden den 1. und den 2. Hauptsatz der Wärmelehre an,
- erklären die Funktionsweise von Anlagen zur Nutzung regenerativer Energiequellen und entwickeln Lösungsvorschläge für deren Einsatz in Ein- oder Zweifamilienhäusern,
- beurteilen, wie sich die Reduzierung des Energieverbrauchs innerhalb versorgungstechnischer Anlagen auf den Gesamtenergiebedarf eines Hauses auswirkt,
- vergleichen die Funktionsweise unterschiedlicher Arten von Reglern,
- erläutern Möglichkeiten der Energieeinsparung bzw. der Bevorzugung regenerativer Energie bei bivalenten Systemen durch Regelungstechnik.

Die Schülerinnen und Schüler der Berufsoberschule (BOS) erhalten mit der allgemeinen Hochschulreife einen Abschluss, der ihnen Studierfähigkeit bescheinigt. Um die Gleichwertigkeit von Abschlüssen sicherzustellen, die auf unterschiedlichem Wege erreicht werden, ist bei den Aufgaben, die für die Abschlussprüfungen erstellt werden, ein Niveau einzuhalten, das sich an der EPA Technik<sup>7</sup> orientiert. In Anlehnung an Kapitel 2 bis 4 der EPA Technik in der Fassung vom 16.11.2006 sind die zur Gestaltung der Abiturprüfung festgelegten fachlichen Inhalte und Qualifikationen sowie die Zuordnung zu den drei Anforderungsbereichen angemessen zu berücksichtigen.

Für die inhaltliche und organisatorische Durchführung der Abschlussprüfungen der Fachoberschule (FOS) und der Berufsoberschule (BOS) gelten die Ausführungsvorschriften über schulische Prüfungen (AV Prüfungen), die Ausbildungs- und Prüfungsverordnung für die Fachoberschule (APO-FOS) bzw. die Ausbildungs- und Prüfungsverordnung für die Berufsoberschule (APO-BOS) in der jeweils gültigen Fassung.

<sup>7</sup> Kultusministerkonferenz, 1989, in der Fassung vom 16.11.2006, Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Technik, Kapitel 2 bis 4, Verfügbar unter: [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/1989/1989\\_12\\_01-EPA-Technik.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Technik.pdf), Zugriff am: 07.06.2021

## 4 Themenfelder, Kompetenzen und Inhalte

### 4.1 Vorbemerkungen zu den Themenfeldern

Das Fach Versorgungstechnik wird in den Jahrgangsstufen 12 und 13 jeweils mit 6 Unterrichtsstunden pro Woche unterrichtet.<sup>8</sup> Das entspricht einem Umfang von jährlich 240 Stunden. Davon bleiben ca. 25 % bzw. 60 Stunden pro Schuljahr nicht verplant. Dieses Zeitbudget dient vor allem der Schulung der Methodenkompetenz und der Schwerpunktsetzung jeder Schule entsprechend ihrem beruflichen Profil, aber auch dem Zeitausgleich für Klassenarbeiten.

Die Zeitvorgaben sind als Richtwerte zu verstehen, aus denen die Gewichtung der einzelnen Themenfelder zu entnehmen ist. Modifikationen, den Ansprüchen der jeweiligen Schule entsprechend, sind sinnvoll. So können beispielsweise die grundlegenden Arbeitstechniken in der Jahrgangsstufe 12 in andere Themenfelder integriert werden.

Die Themenfelder gliedern sich jeweils in Pflicht- und Wahlthemenfelder.

Der Rahmenlehrplan der Jahrgangsstufe 12 gilt sowohl für die Fachoberschule (FOS) als auch für die Berufsoberschule (BOS). Damit alle Schülerinnen und Schüler an der Prüfung zur Fachhochschulreife teilnehmen können, ist es unerlässlich, die Pflichtthemenfelder vor den Wahlthemenfeldern zu behandeln.

Auch in der Jahrgangsstufe 13 der Berufsoberschule (BOS) ist es notwendig, zunächst die Pflichtthemenfelder zu behandeln, da diese Gegenstand der zentralen Abschlussprüfung sein können. Die Wahlthemenfelder sind dagegen für die mündliche Prüfung von Bedeutung.

	6 Unterrichtsstunden pro Woche FOS/BOS 12	6 Unterrichtsstunden pro Woche BOS 13
Unterrichtsstunden pro Schuljahr	240 Stunden	240 Stunden
Pflichtthemenfelder (50 %)	120 Stunden	120 Stunden
Wahlthemenfelder (25 %)	60 Stunden	60 Stunden
nicht verplant (25 %)	60 Stunden	60 Stunden

<sup>8</sup> Land Berlin, Ausbildungs- und Prüfungsverordnung für die Fachoberschule (APO-FOS), 2006, zuletzt geändert: 01.09.2020, Anlage 1, Verfügbar unter: <http://gesetze.berlin.de/jportal/?quelle=jlink&query=FOSchulAPrV+BE&psml=bsbeprod.psml&max=true&aiz=true>;  
Land Berlin, Ausbildungs- und Prüfungsverordnung für die Berufsoberschule (APO-BOS), 2005, zuletzt geändert: 01.09.2020, Anlage 1, Verfügbar unter: <http://gesetze.berlin.de/jportal/?quelle=jlink&query=BOSchulAPrV+BE&psml=bsbeprod.psml&max=true&aiz=true>,  
Zugriff am 07.06.2021

## 4.2 Übersicht zu Pflicht- und Wahlthemenfeldern

<b>Fachoberschule/Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 12</b>	<b>Unterrichtsstunden</b>
<b>Pflichtthemenfelder</b>	<b>120</b>
1. Trinkwasserhygiene	35
2. Abwasserhydraulik	25
3. Thermische Solaranlagen	30
4. Lüftungsanlagen	30
<b>Wahlthemenfelder</b>	<b>60</b>
1. Brandschutz/Schallschutz	30
2. Regenwassernutzung/Dachentwässerung	30
3. Instandhaltung	30
<b>Zeitausgleich (nicht verplant)</b>	<b>60</b>
<b>Summe</b>	<b>240</b>

<b>Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 13</b>	<b>Unterrichtsstunden</b>
<b>Pflichtthemenfelder</b>	<b>120</b>
1. Heizungstechnik	35
2. Kältetechnik	30
3. Ressourcenschonende Energiekonzepte	30
4. Steuerungs- und Regelungstechnik	25
<b>Wahlthemenfelder</b>	<b>60</b>
1. Strömungslehre	30
2. Klimaanlage	30
3. Elektrotechnik	30
<b>Zeitausgleich (nicht verplant)</b>	<b>60</b>
<b>Summe</b>	<b>240</b>

## 4.2.1 Fachoberschule/Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 12

### Fachoberschule/Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 12

**Pflichtthemenfeld 1: Trinkwasserhygiene**

**Zeitrichtwert: 35 Unterrichtsstunden**

#### Kompetenzerwerb

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern die Anforderungen an die Trinkwasserqualität in Trinkwasserinstallationen, insbesondere die mikrobiologischen Parameter,
- analysieren die Einflussfaktoren auf die Trinkwasserqualität hinsichtlich der Betriebsbedingungen und der Konstruktion der Trinkwasserinstallationen innerhalb von Gebäuden,
- erklären allgemeine Grundsätze zum Verlegen von Trinkwasserinstallationen,
- ermitteln Verlegeregeln und geeignete Nutzungskriterien, um schädliche Einflüsse auf die Trinkwasserqualität zu reduzieren,
- erläutern Druckarten und untersuchen experimentell deren Zusammenhänge,
- berechnen die Nennweiten von Trinkwasseranlagen nach vorgegebenen Kriterien,
- stellen den Zusammenhang zwischen der Rohrdimensionierung, dem Anlagenaufbau und der Trinkwasserhygiene dar und
- wenden ihre Erkenntnisse bei der Planung kleiner Trinkwasseranlagen an und stellen Trinkwasseranlagen (TW-Anlagen) zeichnerisch dar.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Trinkwasserqualität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anforderungen an Trinkwasser</li> <li>- Gefährdungspotential der Trinkwasserqualität in Kalt- und Warmwasser- sowie Zirkulationsleitungen in Abhängigkeit der Betriebsbedingungen</li> </ul>	<p>computergestützte Recherchen Trinkwasserverordnung</p>
<p><b>Aufbau von Trinkwasseranlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bauteile von TW-Anlagen</li> <li>- allgemeine Grundsätze der Verlegung von Trinkwasserinstallationen</li> <li>- hygienegerechte Leitungsführung</li> <li>- Hygienespülung</li> <li>- Schutz vor Rücksaugen/Rückdrücken</li> </ul>	<p>DIN-Stand Trinkwasserinstallation Projektarbeit zur hygienegerechten Installation</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Grundlagen der Strömungslehre bei Flüssigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hydrostatischer Druck</li> <li>- Ruhedruck, Fließdruck</li> <li>- Kontinuitätsgesetz</li> <li>- dynamischer Druck, statischer Druck und Gesamtdruck</li> <li>- Gesetz von Bernoulli (Energieerhaltungssatz)</li> </ul>	<p>Durchführung von Versuchen zu den genannten Druckarten und zum Kontinuitätsgesetz</p>
<p><b>Druckverluste in Trinkwasseranlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Druckverlust <ul style="list-style-type: none"> <li>• in geraden Rohrstrecken</li> <li>• durch geodätischen Höhenunterschied</li> <li>• durch Einzelwiderstände und durch Apparate</li> </ul> </li> </ul>	<p>Berechnung mit Hilfe von Herstellerunterlagen, mit Normwerten und Software</p>
<p><b>Dimensionierung von Trinkwasserleitungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berechnungsvolumenstrom von Einzelarmaturen</li> <li>- Summen- und Spitzenvolumenstrom</li> <li>- verfügbares Rohrreibungsdrukgefälle</li> <li>- Rohrweitenberechnung</li> </ul>	<p>Projektaufgaben zur Rohrnetzberechnung</p>

**Vernetzung mit Chemie**

**Fachoberschule/Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 12**

**Pflichtthemenfeld 2: Abwasserhydraulik**

**Zeitrichtwert: 25 Unterrichtsstunden**

**Kompetenzerwerb**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben Grundsätze zum Verlegen von Abwasserleitungen,
- erklären die Zusammenhänge zwischen Gefälle, Füllungsgrad, Belüftung und Selbstreinigung,
- erläutern die Aufgaben von Lüftungsleitungen in Abwasserinstallationen,
- analysieren die Auswirkungen der einzelnen Lüftungssysteme und leiten daraus Einsatzgebiete ab,
- dimensionieren, den jeweiligen Rahmenbedingungen entsprechend, Abwasser- und Lüftungsleitungen,
- wenden ihre Kenntnisse bei der Untersuchung fehlerhafter Abwassersysteme an, präsentieren Lösungsmöglichkeiten und
- entwerfen einfache Abwasseranlagen und stellen sie zeichnerisch dar.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Aufbau von Abwasseranlagen</b> Grundsätze für das Verlegen von Abwasserleitungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leitungsteile</li> <li>- Füllungsgrad und Schwemmwirkung</li> <li>- Gefälle</li> </ul>	Inhalte mit Hilfe des Versuchsstandes Abwasser erarbeiten
<p><b>Lüftung von Abwasserleitungen</b> Lüftungsarten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umlüftung</li> <li>- direkte und indirekte Nebenlüftung</li> <li>- Belüftungsventile</li> </ul>	Kennwerte bei unterschiedlichen Lüftungsarten ermitteln
<p><b>Dimensionierung von Abwasserleitungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- design unit</li> <li>- Abflusskennzahl</li> <li>- Schmutzwasserabfluss</li> <li>- Anwendungsgrenzen</li> </ul>	Projekt: Dimensionierung von Abwasserleitungen mit Hilfe von Herstellerunterlagen und normativen Vorgaben

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Störungen in Abwasserleitungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fehleranalyse</li> <li>- Fehlerbehebung</li> </ul>	<p>projektorientierte Gestaltung des Unterrichts am Versuchsstand Abwasser</p>

**Vernetzung mit Pflichtthemenfeld 1**

**Fachoberschule/Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 12**

**Pflichtthemenfeld 3: Thermische Solaranlagen**

**Zeitrichtwert: 30 Unterrichtsstunden**

**Kompetenzerwerb**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben den Aufbau thermischer Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung,
- stellen thermische Solaranlagen sinnbildlich dar,
- berechnen die Größe der Komponenten thermischer Solaranlagen,
- beurteilen, wie sich eine fehlerhafte Dimensionierung der einzelnen Komponenten auswirken kann,
- analysieren Komponenten thermischer Solaranlagen, z. B. hinsichtlich Energieertrag, Wirkungsgrad, Energieverbrauch und Schnelligkeit der Bereitstellung von Wärme, und bewerten die Ergebnisse aus ökonomischer und ökologischer Sicht,
- untersuchen die Auswirkungen der Frostschutzmittel auf Viskosität und Wärmekapazität der Solarflüssigkeit und
- bewerten den Einsatz von Frostschutzmitteln / Drain-Back-Systemen nach ökologischen und ökonomischen Kriterien.

<b>Inhalte</b>	<b>Hinweise zum Unterricht</b>
<p><b>Aufbau thermischer Solaranlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Komponenten einfacher Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und zur Heizungsunterstützung</li> <li>- Energiefluss/Schwerkraftbremse</li> <li>- Sicherheitstechnik</li> </ul>	<p>digitale Recherche und Nutzung thermischer Solaranlagen der Schule</p>
<p><b>Dimensionierung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bedarfsermittlung</li> <li>- Berechnung der Größe von Bauteilen anhand konkreter Projektdaten</li> <li>- Dimensionierung Membran-Ausdehnungsgefäß (MAG), Vorschaltgefäß</li> <li>- Auswirkungen von Dimensionierungsfehlern</li> </ul>	<p>mit Nomogrammen, Herstellerunterlagen und Software</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Optimierung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Speicher (z. B. Schichtenladespeicher)</li> <li>- Kollektoren (z. B. Heat-Pipe Röhren)</li> <li>- Frischwasserstation</li> <li>- Tichelmann-System</li> <li>- Regelungskonzepte</li> <li>- Kollektorhydraulik</li> </ul>	<p>Gegenüberstellung unterschiedlicher Systeme und rechnerischer Nachweis mit Hilfe von Software</p>
<p><b>Frostschutzsysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Frostschutzmittel</li> <li>- Spezifische Wärmekapazität und Viskosität von Solarflüssigkeit</li> <li>- Systeme ohne Frostschutzmittel (Drain-Back-System)</li> <li>- Instandhaltung</li> </ul>	<p>Test unterschiedlicher Frostschutzmittel und mathematische Analyse der physikalischen Parameter</p>

**Vernetzung** mit Chemie, Pflichtthemenfeld 1 und 4

**Fachoberschule/Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 12**

**Pflichtthemenfeld 4: Lüftungsanlagen**

**Zeitrichtwert: 30 Unterrichtsstunden**

**Kompetenzerwerb**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern die physikalischen Grundlagen der Lüftungstechnik,
- analysieren die Zustandsänderungen feuchter Luft mit Hilfe des h-x-Diagramms,
- analysieren die unterschiedlichen Bemessungsgrundlagen lüftungstechnischer Anlagen und beurteilen je nach Anwendungsfall deren Einsetzbarkeit,
- erläutern Einflussgrößen auf die Behaglichkeit und leiten daraus Kriterien ab, die die Konzeption lüftungstechnischer Anlagen bestimmen,
- analysieren Komponenten lüftungstechnischer Anlagen und bewerten Herstellerlösungen hinsichtlich ihres Einflusses auf die Behaglichkeit, Energieeffizienz und technischer Sinnhaftigkeit,
- untersuchen messtechnisch Eigenschaften von Komponenten lüftungstechnischer Anlagen, stellen die Messergebnisse grafisch dar, leiten daraus Einsatzbereiche der Komponenten ab und
- projektieren eine lüftungstechnische Anlage, dokumentieren ihre Ergebnisse und bewerten sie nach ökologischen und ökonomischen Kriterien, insbesondere hinsichtlich der Energieeinsparung.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Physikalische Grundlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relative und absolute Luftfeuchte</li> <li>- Latente und sensible Wärme</li> <li>- Enthalpie</li> </ul>	Anwendung im h-x-Diagramm, Messungen der Luftfeuchte
<p><b>Bemessungsgrundlagen lüftungstechnischer Anlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Luftwechselzahl</li> <li>- Außenluftrate</li> <li>- Arbeitsplatzgrenzwerte</li> <li>- Behaglichkeit</li> </ul>	Berechnungsbeispiele
<p><b>Komponenten von Lüftungsanlagen, z. B.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ventilatoren</li> <li>- Filter</li> <li>- Erhitzer</li> <li>- Wärmerückgewinner</li> </ul>	Aufnahme von Ventilator Kennlinien und von Messwerten, um die Rückwärmezahl zu ermitteln

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Lüftungsanlagen projektieren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planungskriterien festlegen</li> <li>- Anlagenkomponenten auswählen</li> <li>- Anlage dimensionieren</li> </ul>	<p>Eine Versuchsanlage einregulieren</p>

**Vernetzung** mit Pflichtthemenfeld 1

**Fachoberschule/Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 12**

**Wahlthemenfeld 1: Brandschutz/Schallschutz**

**Zeitrichtwert: 30 Unterrichtsstunden**

**Kompetenzerwerb**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern die rechtlichen und normativen Grundlagen des Brandschutzes,
- untersuchen unterschiedliche Arten von Rohrabstottungen und treffen, in Kenntnis der jeweiligen Rahmenbedingungen, eine zielgerichtete Auswahl,
- konzipieren in Gruppenarbeit nach vorgegebenen Rahmenbedingungen Brandschutzlösungen, dokumentieren sie und präsentieren ihre Ergebnisse,
- analysieren Systeme des abwehrenden Brandschutzes und bedenken dabei insbesondere, die Trinkwassergüte zu sichern,
- stellen Zusammenhänge zwischen Gebäudecharakteristik, Brandschutzkonzept, gewähltem System, Wasserbevorratung und Druckhaltung dar,
- erläutern die Grundlagen des Schallschutzes,
- analysieren die Wechselwirkungen zwischen dem Baukörper und versorgungstechnischen Anlagen bzgl. Der Schallentstehung und Schallausbreitung,
- untersuchen Möglichkeiten, wie sich Schallentstehung und Schallausbreitung reduzieren lassen, beurteilen deren Wirksamkeit und
- beurteilen die Bedeutung des Schall- und Brandschutzes für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Gebäudenutzer.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Grundlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baustoffklassifizierung</li> <li>- Feuerwiderstandsklasse</li> <li>- Gebäudeklasse</li> <li>- Bauordnung</li> <li>- Brandschutzkonzept</li> </ul>	<p>computergestützte Recherchen</p>
<p><b>Anlagentechnischer Brandschutz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eingangsvoraussetzungen: Baustoffe, Leitungswerkstoffe, Verlegesituation</li> <li>- Arten von Rohrabstottungen</li> <li>- Prüfzeugnis, bauaufsichtliche Zulassung</li> <li>- Brandschutzlösungen</li> </ul>	<p>Gruppenarbeit zur Projektierung verschiedener Brandschutzlösungen bei unterschiedlichen Rahmenbedingungen</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Abwehrender Brandschutz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sprinkleranlagen</li> <li>- Löschwasserleitungen nass/trocken</li> <li>- Trinkwassertrennstation</li> <li>- Wasserbevorratung</li> <li>- Druckhaltung</li> </ul>	<p>Vergleich von Systemlösungen bezüglich unterschiedlicher Anforderungen anhand realer Planungsunterlagen</p>
<p><b>Grundlagen Schallschutz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundbegriffe der Akustik                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schallwellen</li> <li>• Schalldruck</li> <li>• Schallarten</li> </ul> </li> <li>- Regeln der Schallmessung</li> <li>- Schallausbreitung in Baustoffen</li> <li>- Anforderungen an Betriebs- und Betätigungsgeräusche</li> </ul>	<p>Schallmessungen in der Praxis</p>
<p><b>Schallschutzmaßnahmen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bauakustisch günstige Grundrisse</li> <li>- Armaturengruppe</li> <li>- akustische Entkopplung</li> <li>- Leitungswerkstoff/Leitungsverlegung</li> <li>- Anlagendrücke</li> </ul>	<p>messtechnischer Nachweis ausgewählter Schallschutzmaßnahmen</p>

**Vernetzung** mit Pflichtthemenfeld 1, 2, 3 und 4

**Fachoberschule/Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 12**

**Wahlthemenfeld 2: Regenwassernutzung/Dachentwässerung**

**Zeitrichtwert: 30 Unterrichtsstunden**

**Kompetenzerwerb**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren Einsparpotenziale bei Trinkwasser durch Regenwassernutzung,
- beschreiben die Einflussfaktoren auf die Regenwasserqualität und leiten daraus Einsatzfelder ab, in denen Regenwasser genutzt werden kann,
- erläutern die Wechselwirkungen zwischen Flächenversiegelung, Grundwasserspiegel und Abwasserentsorgung und analysieren Möglichkeiten zur Reduktion der Folgen,
- ermitteln normativen Vorgaben folgend den Regenwasserertrag von Gebäuden und versiegelten Flächen,
- erläutern Bauarten von Komponenten in Regenwassernutzungsanlagen, entscheiden sachgerecht über deren Einsatz und
- wenden ihre Erkenntnisse beim Entwurf einer Regenwassernutzungsanlage an und beurteilen ihre Lösung nach ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Regenwasser als Ressource</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schonung der Trinkwasserreserven</li> <li>- Regenwasserqualität</li> <li>- Arten der Regenwassernutzung</li> <li>- Versickern des Regenwassers</li> </ul>	chemische Wasseranalysen und computergestützte Recherchen
<p><b>Regenwasserertrag</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regenspende</li> <li>- wirksame Dachfläche</li> <li>- Regenwasserabfluss</li> </ul>	anhand ausgewählter Gebäude und versiegelter Flächen berechnen
<p><b>Aufbau einer Regenwassernutzungsanlage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Filter</li> <li>- Speicher</li> <li>- Pumpe</li> <li>- Nachspeisung</li> <li>- Einbindung in die Hausinstallation</li> </ul>	Projektarbeit: Regenwassernutzungsanlage eines öffentlichen Gebäudes

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Dachentwässerung</b>                      Aufbau und Dimensionierung von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regenrinnen</li> <li>- Regenfalleleitungen</li> <li>- Dachabläufen</li> </ul>	<p>Berechnungsmodell für unterschiedliche Dachparameter</p>

**Vernetzung** mit Pflichtthemenfeld 1 und 2 und Chemie

**Fachoberschule/Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 12**

**Wahlthemenfeld 3:        Instandhaltung**

**Zeitrichtwert:            30 Unterrichtsstunden**

**Kompetenzerwerb**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern die Grundbegriffe der Instandhaltung,
- analysieren das Gefährdungspotenzial eines Mangels an bestehenden Anlagen und teilen Komponenten von Trinkwasseranlagen in Instandhaltungsklassen ein,
- untersuchen den Einsatz von Messverfahren zur zentralen Erfassung des Anlagenzustandes,
- wenden ihre Erkenntnisse an, um Maßnahmen zur Verbesserung der Anlage zu konzipieren und präsentieren diese,
- erläutern die Wechselwirkungen zwischen Anlagenplanung, Instandhaltung, Betriebssicherheit und Gesundheitsgefährdung bei Anlagen der Versorgungstechnik,
- führen beispielhaft Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten durch, wählen notwendige Ersatzteile aus und erstellen Prüf- und Wartungsprotokolle und
- untersuchen den Verantwortungsbereich des Betreibers und grenzen ihn von der Verantwortung der Installations- oder Wartungsfirmen ab.

<b>Inhalte</b>	<b>Hinweise zum Unterricht</b>
<p><b>Grundbegriffe der Instandhaltung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wartung</li> <li>- Inspektion</li> <li>- Instandsetzung</li> <li>- Verbesserung</li> </ul>	<p>Auf versorgungstechnische Anlagen anwenden</p>
<p><b>Instandhaltung von Trinkwasserinstallatio- nen / Thermischen Solaranlagen / Lüftungsanlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gefährdungspotenzial eines Mangels</li> <li>- Instandhaltungsklassen</li> <li>- Instandhaltungsplan</li> <li>- Betriebsbuch</li> <li>- Hygieneplan</li> <li>- Probenentnahme</li> <li>- Messungen</li> <li>- Maßnahmen zur Verbesserung der Anlage</li> </ul>	<p>Projektarbeit: Komponenten einer Installation Instandhaltungsklassen zuordnen / einen Instandhaltungsplan aufstellen;</p> <p>Messungen: Raumklimamessung, Dichtheitsprüfung;</p> <p>an ausgewählten Anlagen Maßnahmen zur Verbesserung planen, z. B. Rückbau, Einrichtungen zur Parametrierung, Sicherungseinrichtungen, Leitungsführung optimieren</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Betreiber</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Betreiberpflichten</li> <li>- Betreiberhaftung</li> <li>- Wartungsverträge</li> </ul>	<p>Internetrecherche zu rechtlichen Rahmenbedingungen</p>

**Vernetzung** mit Pflichtthemenfeld 1 und 4

## 4.2.2 Berufsoberschule (BOS), Jahrgangsstufe 13

### Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 13

**Pflichtthemenfeld 1: Heizungstechnik**

**Zeitrichtwert: 35 Unterrichtsstunden**

#### Kompetenzerwerb

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren Bestandteile der sicherheitstechnischen Ausrüstung geschlossener Warmwasser-Heizungsanlagen,
- erläutern Funktionszusammenhänge bei der Arbeitsweise von Elementen der sicherheitstechnischen Ausrüstung (z. B. Temperaturregler und Sicherheitstemperaturbegrenzer),
- berechnen das Mindestnennvolumen von Membran-Ausdehnungsgefäßen (MAGs),
- leiten die Formel zur Berechnung des Mindestnennvolumens von MAGs aus der allgemeinen Gasgleichung her,
- erläutern die Pumpenanpassung an die Anlagenbedingungen,
- begründen die Notwendigkeit eines hydraulischen Abgleiches,
- vergleichen Einrichtungen für den hydraulischen Abgleich,
- bewerten Versuche zum hydraulischen Abgleich,
- begründen den Einsatz von Raumheizkörpern oder Flächenheizungen,
- interpretieren Zeichnungen der Rohrleitungssysteme von Heizungsanlagen in verschiedenen Ansichten (Strangschema, Isometrie) und
- führen Berechnungen zur Dimensionierung eines Heizungssystems durch.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Sicherheitstechnische Ausrüstung von Warmwasser-Heizungsanlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse der sicherheitstechnischen Ausrüstung</li> <li>- Einfluss der Anlagengröße auf die sicherheitstechnische Ausrüstung</li> <li>- Zusammenhänge von Regelungs- und Sicherheitstechnik erörtern</li> <li>- Größe des Ausdehnungsgefäßes ausführlich berechnen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherheit gegen Temperatur- und Drucküberschreitung sowie gegen Wassermangel</li> <li>- zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen bei Wärmeleistung &gt; 300 kW</li> <li>- Temperatur- und Druckregelung sowie Maßnahmen bei Ausfall oder Versagen der Regelung (STB/SV)</li> <li>- Formel zur Berechnung der Größe des Ausdehnungsgefäßes aus der allgemeinen Gasgleichung herleiten</li> <li>- Mängel bei zu klein ausgelegten Ausdehnungsgefäßen</li> </ul>
<p><b>Pumpen und Druckverhältnisse in Warmwasser-Heizungsanlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- energetischer Pumpenvergleich</li> <li>- Hydraulischer Abgleich einer Heizungsanlage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergleich der Wirkungsgradlinien verschiedener Pumpentypen (z.B. Drehzahl-Stufenschaltung; stufenlose Drehzahlregelung; Hocheffizienzpumpe)</li> <li>- Hydraulischer Abgleich, z.B. mit voreinstellbaren Thermostatventilen und Heizkörper-Rücklaufverschraubungen; Ventilautorität</li> <li>- Versuche mit der WIL0-Brain-Box</li> </ul>
<p><b>Wärmeverteilungssysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse vorgegebener Heizungssysteme</li> <li>- Einflussgrößen auf die Heizlast eines Gebäudes / Grundlagen der Heizlastberechnung</li> <li>- Eine Heizungsanlage für ein Einfamilienhaus projektieren</li> <li>- Vor- und Nachteile von Heizkörpern und Flächenheizsystemen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zeichnungen von Heizungsanlagen interpretieren</li> <li>- Möglichkeiten, Wärmeverluste zu reduzieren</li> <li>- Wärmeübertragungsarten</li> <li>- U-Wert der Gebäudehülle, Luftwechsel, Speichermasse, Wärmebrücken</li> <li>- Transmissionswärmeverlust</li> <li>- Energieeinsparverordnung</li> <li>- Arten der Wärmeübertragung</li> <li>- Heizkörperauslegung</li> <li>- Auslegung von Fußbodenheizungen</li> </ul>

**Vernetzung** mit Physik (Gasgesetze/Wärmelehre) und Pflichtthemenfeld 3 und 4

**Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 13**

**Pflichtthemenfeld 2: Kältetechnik**

**Zeitrichtwert: 30 Unterrichtsstunden**

**Kompetenzerwerb**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- wenden die beiden Hauptsätze der Thermodynamik an,
- interpretieren mechanische und thermodynamische Grundgrößen,
- benennen Bauteile einer Kälteanlage und erläutern die Funktion der Bauteile sowie grundlegende Wirkzusammenhänge,
- vergleichen Wärmepumpe und Kälteanlage hinsichtlich Aufbau und Nutzen,
- analysieren den Kreisprozess einer Wärmepumpe/Kälteanlage mit Hilfe des  $\log(p)$ -h Diagramms,
- ermitteln Leistungs- und Arbeitszahlen von Wärmepumpen und Kältemaschinen,
- erläutern die Wichtigkeit der Änderung der Aggregatzustände während des Kreisprozesses und
- erörtern den Einsatz unterschiedlicher Kältemittel unter umwelttechnischen Gesichtspunkten sowie unter Beachtung einschlägiger Vorschriften.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Grundlagen der Thermodynamik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1. und 2. Hauptsatz der Wärmelehre</li> <li>- thermodynamische Grundgrößen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umwandlung von Wärme in Arbeit (z. B. Wärmekraftmaschinen) und Umwandlung von Arbeit in Wärme (z. B. Wirkungsgradverluste durch Reibung)</li> <li>- sensible und latente Wärme</li> <li>- intensive Zustandsgrößen (z.B. Druck/Temperatur) und extensive Zustandsgrößen (z.B. innere Energie/Entropie/Volumen)</li> </ul>
<p><b>Kälteanlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau und Funktionsweise von Wärmepumpen und Kälteanlagen</li> <li>- <math>\log p</math>-h Diagramm</li> <li>- Leistungs- und Arbeitszahl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsatz von Kälteanlagen</li> <li>- Kältekreislauf im <math>\log p</math>-h Diagramm</li> <li>- Vergleich und Berechnung der Leistungszahlen von Wärmepumpe und Kälteanlage</li> <li>- Synergieeffekte bei gleichzeitiger Nutzung von Wärme- und Kälteanlagen</li> </ul>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Kältemittel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anforderungen an Kältemittel</li> <li>- Auswahl von Kältemitteln</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ozonabbaupotenzial (ODP)</li> <li>- Treibhauspotenzial (GWP)</li> <li>- Einfluss des Kältemittels auf die Leistungszahl der Kältemaschine</li> <li>- Verordnungen und Vorschriften</li> </ul>

**Vernetzung** mit Physik (Thermodynamik) und Pflichtthemenfeld 3 und 4

**Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 13**

**Pflichtthemenfeld 3: Ressourcenschonende Energiekonzepte**

**Zeitrichtwert: 30 Unterrichtsstunden**

**Kompetenzerwerb**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren grundsätzliche Möglichkeiten, den Einsatz fossiler Energiequellen in der Versorgungstechnik zu reduzieren,
- erläutern konkrete Beispiele, wie Wärmeverluste verringert werden können,
- berechnen Einsparpotenziale durch Wirkungsgraderhöhung,
- erklären die Funktionsweise von Anlagen, die regenerative Energiequellen nutzen,
- beurteilen die Chancen von Zukunftstechnologien, mit denen sich fossile Energieträger einsparen und substituieren lassen,
- überprüfen die Effizienz vorgegebener Anlagenkonzepte und
- entwickeln ganzheitliche Energiekonzepte für Ein- und Zweifamilienhäuser.

<b>Inhalte</b>	<b>Hinweise zum Unterricht</b>
<p><b>Reduzierung des Energieverbrauchs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduzierung von Wärmeverlusten</li> <li>- Wirkungsgrad erhöhen</li> <li>- Möglichkeiten, den Warmwasserverbrauch zu reduzieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wärmedämmung, U-Wert, kontrollierte Wohnraumlüftung</li> <li>- Brennwerttechnik, Einsatz von Hoch-effizienzpumpen, Kraft-Wärme-Kopplung</li> <li>- wassersparende Armaturen und Geräte</li> <li>- Einfluss des Nutzerverhaltens</li> </ul>
<p><b>Regenerative Energiequellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau und Funktionsweise von Anlagen, die regenerative Energiequellen nutzen</li> <li>- Substitution fossiler Energieträger</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Photovoltaik, Solarthermie, Wärmepumpe</li> <li>- Wasserstofftechnologie (Elektrolyse, Brennstoffzelle, Speicherung, Transport)</li> <li>- Versuch: Elektrolyseur/Brennstoffzelle</li> <li>- Biomasse, Wasserstoff</li> </ul>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Ressourcenschonende Energiekonzepte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ganzheitliche Energiekonzepte</li> <li>- Einfluss von Systemtemperaturen auf die Effizienz von Anlagen</li> <li>- Hybrid-Systeme</li> <li>- Anpassung an wechselnde Energiebedarfe (Tag/Nacht; Winter/Sommer)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- z. B. den Wirkungsgrad bei Wärmepumpe oder Brennwerttechnik durch Fußboden- oder Wandflächenheizung erhöhen</li> <li>- Versuch, um die Wirkungsgrade von Heizwertgeräten und Brennwertgeräten zu vergleichen</li> <li>- z. B. Kombination von Brennwertgeräten mit Solarthermie oder Wärmepumpe, Einsatz von Strom zum Erwärmen und Heizen</li> <li>- Betriebsweisen hybrider Systeme, Bivalenzpunkt</li> </ul>

**Vernetzung** mit Pflichtthemenfeld 1, 2 und 4

**Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 13**

**Pflichtthemenfeld 4: Steuerungs- und Regelungstechnik**

**Zeitrichtwert: 30 Unterrichtsstunden**

**Kompetenzerwerb**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern die Unterschiede von Steuerungs- und Regelungstechnik,
- definieren die wesentlichen Begriffe der Regelungstechnik,
- untersuchen den Aufbau verschiedener Arten von Reglern,
- erklären das Regelverhalten unterschiedlicher Regler,
- werten Versuche zu stetigen und unstetigen Reglern aus,
- vergleichen analoge und digitale Signalverarbeitung,
- erläutern Möglichkeiten der Einsparung von Energie bzw. Bevorzugung regenerativer Energie bei bivalenten Systemen durch Regelungstechnik und
- wenden bisherige Kenntnisse der Regelungstechnik beim praktischen Einsatz von Reglern in der Versorgungstechnik an.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Grundbegriffe der Regelungstechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur eines einfachen Regelkreises</li> <li>- Unterschiede Steuerung und Regelung</li> <li>- Größen und Funktionseinheiten im Regelkreis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Steuerung und Regelung am Beispiel von Trinkwasserarmaturen (Einhebelmischer / Thermostatarmatur)</li> <li>- Vertiefung der Grundbegriffe z.B. anhand einer Raumtemperatur-Regelung oder eines Durchfluss-Wassererwärmers</li> </ul>
<p><b>Arten von Reglern</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einteilung von Reglern</li> <li>- Regelverhalten von Reglern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- unstetige und stetige Regler</li> <li>- analoge und digitale Regler</li> <li>- P-Regler, I-Regler, D-Regler und Kombinationen</li> <li>- Sprungantwort</li> </ul>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Einsatz von Reglern</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regler in versorgungstechnischen Anlagen</li> <li>- Optimierung von Reglern</li> <li>- Komfort versus Einsparung fossiler Energie bzw. Vorrang regenerativer Energien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- praktische Beispiele für Regelungen (z. B. Druckregelung, witterungsgeführte Vorlauf temperaturregelung, Drehzahlregelung von Speicherladepumpen bei High Flow / Low Flow / Matched Flow Solarsystem)</li> <li>- Regelung bivalenter Wärmeerzeugungssysteme (z. B. Solarkollektor/Brennwertkessel, Wärmepumpe/Strom, Brennstoffzelle/Brennwerttechnik)</li> </ul>

**Vernetzung** mit Pflichtthemenfeld 1, 2 und 3

**Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 13**

**Wahlthemenfeld 1: Strömungslehre**

**Zeitrichtwert: 30 Unterrichtsstunden**

**Kompetenzerwerb**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erklären unterschiedliche Druckarten,
- wenden Druckmessgeräte richtig an und interpretieren Messergebnisse,
- definieren Druckeinheiten und rechnen verschiedene Einheiten um,
- bestimmen Volumenströme und Strömungsgeschwindigkeiten mit Hilfe des Kontinuitätsgesetzes,
- leiten das Gesetz von Bernoulli aus dem Energieerhaltungssatz her,
- erläutern unterschiedliche Strömungsarten (laminar/turbulent),
- berechnen die Reynoldszahl und erklären die Zusammenhänge von Reynoldszahl und Strömungsart,
- analysieren die Abhängigkeiten zwischen Viskosität, innerer Reibung und Druckverlusten in Rohrleitungen,
- erläutern die Auswirkungen von Kavitation und
- wenden ihre erworbenen Grundkenntnisse bei konkreten versorgungstechnischen Problemstellungen an.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Grundlagen der Strömungslehre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Druckarten</li> <li>- Druckmessung, Druckeinheiten</li> <li>- Volumen- und Massenstrom</li> <li>- Kontinuitätsgesetz für inkompressible und kompressible Medien</li> <li>- Gesetz von Bernoulli</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ruhedruck und Fließdruck z. B. am Pumpenprüfstand messen</li> <li>- statischen und dynamischen Druck z. B. mit Prandtl-Rohr und U-Rohr-Manometer messen; Pitot-Rohr und statische Sonde</li> <li>- Druckeinheiten umrechnen</li> <li>- Kontinuitätsgesetz z. B. durch Messungen an einer Venturidüse überprüfen</li> <li>- Strömungsgeschwindigkeiten und Drücke an der Venturidüse berechnen</li> <li>- Gesetz von Bernoulli mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes herleiten</li> </ul>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Strömungsarten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- laminare und turbulente Strömung</li> <li>- Reynoldszahl</li> <li>- Viskosität und Reibung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswirkungen der Strömungsart auf Druckverluste in Rohrleitungen</li> <li>- stationäre laminare Strömung und Gesetz von Hagen-Poiseuille</li> <li>- Auswirkung der Verringerung des Innendurchmessers von Rohrleitungen auf den Volumenstrom</li> <li>- kinematische und dynamische Viskosität</li> </ul>
<p><b>Anwendungen in der Versorgungstechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Druckverluste in Rohrleitungen</li> <li>- Pumpendruck</li> <li>- Kavitation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- z. B. Druckverluste in Rohrleitungen in Abhängigkeit von der Reynoldszahl berechnen</li> <li>- Mindestzulaufhöhe und max. zulässige Saughöhe bei Pumpen, um Kavitation zu verhindern</li> <li>- Druckverluste in Solaranlagen in Abhängigkeit des Anteils an Frostschutzmittel / der Viskosität</li> </ul>

**Vernetzung** mit Pflichtthemenfeld 1 und Physik

**Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 13**

**Wahlthemenfeld 2:       Klimaanlagen**

**Zeitrichtwert:         30 Unterrichtsstunden**

**Kompetenzerwerb**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern den Begriff der Behaglichkeit,
- interpretieren das h-x-Diagramm von Mollier und wenden es an,
- ordnen die verschiedenen Bauteile einer klimatechnischen Anlage dem thermodynamischen Verlauf im h-x-Diagramm zu,
- bewerten mit Hilfe des h-x-Diagramms die Luftzustände im Sommerbetrieb und im Winterbetrieb,
- berechnen Luftzustände, den Energieverbrauch von Lufterwärmern sowie den Befeuchtungsbedarf,
- erläutern die Auswahl eines Verfahrens zur Befeuchtung,
- begründen ihre Entscheidung für eine Anlagenkonzeption,
- analysieren Zeichnungen einfacher Klimaanlagen,
- berechnen Druckverluste in Lüftungs- und Klimaanlagen,
- dimensionieren Leitungen in Klima- und Lüftungsanlagen und
- bestimmen Ventilator-Kenngrößen mit Hilfe von Ventilator diagrammen.

<b>Inhalte</b>	<b>Hinweise zum Unterricht</b>
<p><b>Grundlagen der Klimatechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Behaglichkeitskriterien</li> <li>- Luftwechsel</li> <li>- Luftfilter</li> <li>- Zustandsgrößen der Luft</li> <li>- h-x-Diagramm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messung der Luftfeuchte</li> <li>- Berechnungen zu Luftwechsel, absoluter und relativer Luftfeuchte</li> <li>- Filterklassen</li> <li>- thermodynamische Luftbehandlung (Winter- und Sommerfall) im h-x Diagramm darstellen</li> </ul>
<p><b>Thermodynamische Behandlungsfunktionen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teilklimaanlagen und Klimaanlagen</li> <li>- Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berechnungen zu Zustandsänderungen feuchter Luft</li> <li>- Enthalpie, latente und sensible Wärme</li> </ul>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Anlagenkonzeptionen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektierung einer Anlage zur Teilklimatisierung von Räumen</li> <li>- Auslegung von Anlagenkomponenten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Druckverluste in Klimaanlage</li> <li>- Ventilatorauslegung mit Hilfe von Ventilator diagrammen</li> <li>- die Rückwärmezahl berechnen</li> </ul>

**Vernetzung** mit Pflichtthemenfeld 2 und 3

**Berufsoberschule, Jahrgangsstufe 13**

**Wahlthemenfeld 3: Elektrotechnik**

**Zeitrichtwert: 30 Unterrichtsstunden**

**Kompetenzerwerb**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erklären, berechnen und messen elektrische Größen,
- dimensionieren die Querschnitte elektrischer Leitungen,
- erläutern das Anschließen und Überprüfen elektrischer Geräte,
- erklären den Einsatz und die Handhabung eines Metratesters,
- analysieren Stromlaufpläne und Schaltpläne,
- untersuchen Schaltungen an praktischen Beispielen,
- vergleichen den Anschluss einer Einphasenpumpe mit dem einer Drehstrompumpe und
- erklären den Aufbau und die Funktionsweise elektrischer Geräte und Bauteile.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Grundlagen der Elektrotechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektrische Grundgrößen</li> <li>- Aufbau und Funktionsweise von Schutzeinrichtungen</li> <li>- Geräte prüfen</li> <li>- Stromlaufpläne</li> <li>- Schaltpläne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messungen und Berechnungen zu Strom, Widerstand, Gleichspannung und Wechselspannung, Arbeit und Leistung</li> <li>- Dimensionierung von Leitungen (Querschnitt/Stromaufnahme)</li> <li>- z. B.: Schutzerdung, Schutzbereiche, FI-Schalter, Schutzkontakt, Sicherheitsregeln der Elektroinstallation</li> <li>- Einsatz des Metratesters, Messung von Schutzleiterwiderstand, Isolationswiderstand und Ersatz-Ableitstrom</li> <li>- z. B.: Analyse von Stromlaufplänen für Elektro-Speicher-Wassererwärmer oder Durchlauferhitzer</li> <li>- z. B. Schaltpläne von Reglern, Verdrahtungspläne von Gasgeräten</li> </ul>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Elektrische Bauteile und Geräte in der Versorgungstechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anschlussarten</li> <li>- Aufbau und Funktionsweise elektrischer Bauteile und Geräte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wechsel- und Drehstromanschluss, Stern- und Dreieckschaltung; Anschluss elektrischer Geräte, z.B. Heizungs-pumpen 230 V / 400 V, Mischer, Regler</li> <li>- Magnetventil, Schütz, Relais, Transformator, Elektromotor</li> <li>- praktische Übungen zur Relaischaltung</li> </ul>

**Vernetzung** mit Physik (Elektrotechnik)





