

**Richtlinien und Lehrpläne
für die Sekundarstufe II – Gymnasium/Gesamtschule
in Nordrhein-Westfalen**

Technik

Ungültig

ISBN 3-89314-629-6

Heft 4726

Herausgegeben vom
Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen
Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf

Copyright by Ritterbach Verlag GmbH, Frechen

Druck und Verlag: Ritterbach Verlag
Rudolf-Diesel-Straße 5-7, 50226 Frechen
Telefon (0 22 34) 18 66-0, Fax (0 22 34) 18 66 90
www.ritterbach.de

1. Auflage 1999

Vorwort

Die bisher vorliegenden Richtlinien und Lehrpläne für die gymnasiale Oberstufe sind im Jahre 1981 erlassen worden. Sie haben die Arbeit in der gymnasialen Oberstufe geprägt, sie haben die fachlichen Standards für neue Fächer erstmalig formuliert und so die Grundlage für die Vergleichbarkeit der Abituranforderungen gesichert.

Die Überarbeitung und Weiterentwicklung muss bewährte Grundorientierungen der gymnasialen Oberstufe sichern und zugleich Antworten auf die Fragen geben, die sich in der Diskussion der Kultusministerkonferenz seit 1994 im Dialog mit der Hochschulrektorenkonferenz und in der Diskussion der Schulen und der pädagogisch interessierten Öffentlichkeit herausgebildet haben und aus deren Beantwortung sich die Leitlinien der Weiterentwicklung ergeben.

Hierbei sind folgende Gesichtspunkte wesentlich:

- Eine vertiefte allgemeine Bildung, wissenschaftspropädeutische Grundbildung und soziale Kompetenzen, die in der gymnasialen Oberstufe erworben bzw. weiterentwickelt werden, sind Voraussetzungen für die Zuerkennung der allgemeinen Hochschulreife; sie befähigen in besonderer Weise zur Aufnahme eines Hochschulstudiums oder zum Erlernen eines Berufes.
- Besondere Bedeutung kommt dabei grundlegenden Kompetenzen zu, die notwendige Voraussetzung für Studium und Beruf sind. Diese Kompetenzen – sprachliche Ausdrucksfähigkeit, fremdsprachliche Kommunikationsfähigkeit, Umgang mit mathematischen Systemen, Verfahren und Modellen – werden nicht nur in den Fächern Deutsch, Mathematik, Fremdsprache erworben.
- Lernprozesse, die nicht nur auf kurzfristige Lernergebnisse zielen, sondern die dauerhafte Lernkompetenzen aufbauen, müssen gestärkt werden. Es sollten deutlicher Lehr- und Lernsituationen vorgesehen werden, die selbstständiges Lernen und Lernen in der Gruppe begünstigen und die die Selbststeuerung des Lernens verbessern.
- Zum Wesen des Lernens in der gymnasialen Oberstufe gehört das Denken und Arbeiten in übergreifenden Zusammenhängen und komplexen Strukturen. Unverzichtbar dafür ist neben dem fachbezogenen ein fachübergreifend und fächerverbindend angelegter Unterricht.

Lernen in diesem Sinne setzt eine deutliche Obligatorik und den klaren Ausweis von Anforderungen, aber auch Gestaltungsspielräumen für die Schulen voraus. Die Richtlinien und Lehrpläne sollen die Arbeit in der gymnasialen Oberstufe steuern und entwickeln. Sie sichern durch die Festlegung von Verbindlichkeiten einen Bestand an gemeinsamen Lernerfahrungen und eröffnen Freiräume für Schulen, Lehrkräfte und Lerngruppen.

Die Richtlinien und Lehrpläne bilden eine Grundlage für die Entwicklung und Sicherung der Qualität schulischer Arbeit. Sie verdeutlichen, welche Ansprüche von Eltern, Schülerinnen und Schülern an die Schule gestellt werden können und welche Anforderungen die Schule an Schülerinnen und Schüler stellen kann. Sie sind Bezugspunkt für die Schulprogrammarbeit und die regelmäßige Überprüfung der eigenen Arbeit.

Allen, die an der Entwicklung der Richtlinien und Lehrpläne mitgearbeitet haben, danke ich für ihre engagierten Beiträge.

Gabriele Behler

(Gabriele Behler)

Ministerin für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen

**Auszug aus dem Amtsblatt
des Ministeriums für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen
Teil 1 Nr. 4/99**

**Sekundarstufe II –
Gymnasiale Oberstufe des Gymnasiums und der Gesamtschule;
Richtlinien und Lehrpläne**

RdErl. d. Ministeriums
für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung
v. 17. 3. 1999 – 732.36–20/0–277/99

Für die gymnasiale Oberstufe des Gymnasiums und der Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen werden hiermit Richtlinien und Lehrpläne für die einzelnen Fächer gemäß § 1 SchVG (BASS 1 – 2) festgesetzt.

Sie treten am 1. August 1999, beginnend mit der Jahrgangsstufe 11, in Kraft. Die in den Lehrplänen vorgesehenen schulinternen Abstimmungen zur Umsetzung der Lehrpläne können im Laufe des Schuljahres 1999/2000 erfolgen.

Die Veröffentlichung erfolgt in der Schriftenreihe „Schule in NRW“.

Die vom Verlag übersandten Hefte sind in die Schulbibliothek einzustellen und dort u. a. für die Mitwirkungsberechtigten zur Einsichtnahme bzw. zur Ausleihe verfügbar zu halten.

Die bisherigen Richtlinien und Materialien zur Leistungsbewertung treten zum 1. August 2001 außer Kraft. Die Runderlasse

vom 16. 6.1981, vom 27.10.1982 und
vom 27. 6.1989 (BASS 15 – 31 Nr. 01, 1 bis 29),
vom 15. 7.1981 (BASS 15 – 31 Nr. 30),
vom 30. 6.1991 (BASS 15 – 31 Nr. 31),
vom 9.11.1993 (BASS 15 – 31 Nr. 32) und
vom 21.12.1983 (BASS 15 – 31 Nr. 02 bis 30.1)

werden zum 1. August 2001 aufgehoben.

Ungültig

Gesamtinhalt

	Seite
Richtlinien	
1 Aufgaben und Ziele der gymnasialen Oberstufe	XI
2 Rahmenbedingungen	XV
3 Prinzipien des Lernens und Lehrens in der gymnasialen Oberstufe	XVII
4 Aufbau und Gliederung der gymnasialen Oberstufe	XX
5 Schulprogramm	XXI
Lehrplan Technik	
1 Aufgaben und Ziele des Faches	5
2 Bereiche, Themen, Gegenstände	11
3 Unterrichtsgestaltung/Lernorganisation	42
4 Lernerfolgsüberprüfungen	75
5 Die Abiturprüfung	85
6 Hinweise zur Arbeit mit dem Lehrplan	107

Ungültig

Richtlinien

Ungültig

„(1) Ehrfurcht vor Gott, Achtung vor der Würde des Menschen und Bereitschaft zum sozialen Handeln zu wecken, ist vornehmstes Ziel der Erziehung.

(2) Die Jugend soll erzogen werden im Geiste der Menschlichkeit, der Demokratie und der Freiheit, zur Duldsamkeit und zur Achtung vor der Überzeugung des anderen, zur Verantwortung für die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen, in Liebe zu Volk und Heimat, zur Völkergemeinschaft und Friedensgesinnung.“

(Artikel 7 der Verfassung für das Land Nordrhein-Westfalen)

1 Aufgaben und Ziele der gymnasialen Oberstufe

1.1 Grundlagen

Die gymnasiale Oberstufe setzt die Erziehungs- und Unterrichtsarbeit der Sekundarstufe I fort. Wie in den Bildungsgängen der Sekundarstufe I vollziehen sich Erziehung und Unterricht auch in der gymnasialen Oberstufe im Rahmen der Grundsätze, die in Artikel 7 der Verfassung für das Land Nordrhein-Westfalen und in § 1 des Schulordnungsgesetzes festgelegt sind.

Die gymnasiale Oberstufe beginnt mit der Jahrgangsstufe 11 und nimmt auch Schülerinnen und Schüler aus anderen Schulformen auf, die die Berechtigung zum Besuch der gymnasialen Oberstufe besitzen. Sie vermittelt im Laufe der Jahrgangsstufen 11 bis 13 die Studierfähigkeit und führt zur allgemeinen Hochschulreife. Die allgemeine Hochschulreife ermöglicht die Aufnahme eines Studiums und eröffnet gleichermaßen den Weg in eine berufliche Ausbildung.

1.2 Auftrag

Die gymnasiale Oberstufe fördert den Bildungsprozess der Schülerinnen und Schüler in seiner personalen, sozialen und fachlichen Dimension. Bildung wird dabei als Lern- und Entwicklungsprozess verstanden, der sich auf das Individuum bezieht und in dem kognitives und emotionales, fachliches und fachübergreifendes Lernen, individuelle und soziale Erfahrungen, Theorie und Praxis miteinander verknüpft und ethische Kategorien vermittelt und angeeignet werden.

Erziehung und Unterricht in der gymnasialen Oberstufe sollen

- **zu einer wissenschaftspropädeutischen Ausbildung führen und**
- **Hilfen geben zur persönlichen Entfaltung in sozialer Verantwortlichkeit.**

Die genannten Aufgaben sind aufeinander bezogen. Die Schülerinnen und Schüler sollen zunehmend befähigt werden, für ihr Lernen selbst verantwortlich zu sein, in der Bewältigung anspruchsvoller Lernaufgaben ihre Kompetenzen zu erweitern, mit eigenen Fähigkeiten produktiv umzugehen, um so dauerhafte Lernkompetenzen aufzubauen. Ein solches Bildungsverständnis zielt nicht nur auf Selbstständigkeit und Selbsttätigkeit, sondern auch auf die Entwicklung von Kooperationsbereitschaft und Teamfähigkeit.

Voraussetzung für das Gelingen dieses Bildungsprozesses ist die Festigung „einer **vertieften allgemeinen Bildung** mit einem gemeinsamen Grundbestand von Kenntnissen und Fähigkeiten, die nicht erst in der gymnasialen Oberstufe erworben werden sollen“¹⁾. Die Schülerinnen und Schüler sollen durch die Auseinandersetzung mit einem Gefüge von Aufgabenfeldern, fachlichen und überfachlichen Themen, Gegenständen, Arbeitsweisen und Lernformen studierfähig werden.

¹⁾ KMK-Beschluss vom 25.2.1994 „Sicherung der Qualität der allgemeinen Hochschulreife als schulische Abschlussqualifikation und Gewährleistung der Studierfähigkeit“.

1.3 Erziehung und Unterricht in der gymnasialen Oberstufe

1.3.1 Wissenschaftspropädeutik

Wissenschaftspropädeutisches Lernen ist ein besonders akzentuiertes wissenschaftsorientiertes Lernen, das durch Systematisierung, Methodenbewusstsein, Problematisierung und Distanz gekennzeichnet ist und das die kognitiven und affektiven Verhaltensweisen umfasst, die Merkmale wissenschaftlichen Arbeitens sind. Wissenschaftspropädeutisches Lernen setzt Wissen voraus.

Ansätze wissenschaftspropädeutischen Arbeitens finden sich bereits in der Sekundarstufe I. Das Lernen in der gymnasialen Oberstufe baut darauf auf.

Wissenschaftspropädeutisches Lernen umfasst systematisches und methodisches Arbeiten sowohl in den einzelnen Fächern als auch in fachübergreifenden und fächerverbindenden Vorhaben.

Im Einzelnen lassen sich folgende Elemente wissenschaftspropädeutischen Lernens unterscheiden:

Grundlagenwissen

Wissenschaftspropädeutisches Lernen setzt ein jederzeit verfügbares, gut vernetztes fachliches Grundlagenwissen voraus, das eine Orientierung im Hinblick auf die relevanten Inhalte, Fragestellungen, Kategorien und Methoden der jeweiligen Fachbereiche ermöglicht und fachübergreifende Fragestellungen einschließt. Wissenschaftspropädeutisches Lernen baut daher auf einer vertieften Allgemeinbildung auf, die sich auf ein breites Spektrum von Fachbereichen und Fächern bezieht, und trägt umgekehrt zu ihr bei (vgl. Kapitel 2.3 und 2.4).

Selbstständiges Lernen und Arbeiten

Wissenschaftspropädeutisches Lernen ist methodisches Lernen. Es zielt darauf hin, dass die Schülerinnen und Schüler grundlegende wissenschaftliche Erkenntnis- und Verfahrensweisen systematisch erarbeiten.

Der Unterricht muss daher so gestaltet werden, dass die Schülerinnen und Schüler lernen, eine Aufgabenstellung selbstständig zu strukturieren, die erforderlichen Arbeitsmethoden problemangemessen und zeitökonomisch auszuführen, Hypothesen zu bilden und zu prüfen und die Arbeitsergebnisse angemessen darzustellen.

Reflexions- und Urteilsfähigkeit

Wissenschaftspropädeutisches Arbeiten erfordert problem- und prozessbezogenes Denken und Denken in Zusammenhängen. Die Schülerinnen und Schüler sollen sachgemäß argumentieren lernen, Meinungen von Tatsachen, Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden, Prinzipien und Regeln verstehen, anwenden und übertragen können. Sie sollen die Grenzen und Geschichtlichkeit wissenschaftlicher Aussagen erkennen und den Zusammenhang und das Zusammenwirken von Wissenschaften kennen lernen. Schließlich geht es um das Verständnis für grundlegende wissenschaftstheoretische und philosophische Fragestellungen, Deutun-

gen der Wirklichkeit, um ethische Grundüberlegungen und um die Reflexion des eigenen Denkens und Handelns.

Grundlegende Einstellungen und Verhaltensweisen für wissenschaftliches Arbeiten

Es gilt, Verhaltensweisen zu entwickeln und zu pflegen, mit denen wissenschaftliches Arbeiten als ein spezifischer Zugriff auf Wirklichkeit erlebt und begriffen werden kann. Wissenschaft soll auch als soziale Praxis erfahrbar werden, die auf spezifische Weise eine Verständigung über unterschiedliche Positionen und Sichtweisen hinweg ermöglicht. Dazu ist Kommunikations- und Kooperationsbereitschaft erforderlich. Voraussetzung für wissenschaftspropädeutisches Arbeiten sind Verhaltensweisen wie Konzentrationsfähigkeit, Geduld und Ausdauer, das Aushalten von Frustrationen, die Offenheit für andere Sichtweisen und Zuverlässigkeit.

1.3.2 Persönliche Entfaltung und soziale Verantwortlichkeit

Persönliche Entfaltung und soziale Verantwortlichkeit bestimmen den Erziehungsauftrag der gymnasialen Oberstufe. Erziehung findet in erster Linie im Unterricht statt; das Schulleben insgesamt muss aber ebenso Ansatzpunkte bieten, um den Erziehungsprozess zu fördern und die Schülerinnen und Schüler in die Arbeit und die Entscheidungsprozesse der Schule einzubeziehen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen ihre individuellen Fähigkeiten weiter entfalten und nutzen.

Schülerinnen und Schüler sollen sich ihrer Möglichkeiten und Grenzen bewusst werden. Dieser Prozess wird dadurch unterstützt, dass durch ein Spektrum unterschiedlicher Angebote und Wahlmöglichkeiten, Anforderungen und Aufgabenstellungen sowie durch Methoden, die die Selbstständigkeit fördern, Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben wird, ihre Fähigkeiten zu entdecken, zu erproben und ihre Urteils- und Handlungsfähigkeit zu entwickeln. Hierbei soll auch den Grundsätzen einer reflexiven Koedukation Rechnung getragen werden, die die unterschiedlichen Erfahrungen, Verhaltensweisen und Einstellungen von Jungen und Mädchen berücksichtigen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen sich mit Werten, Wertsystemen und Orientierungsmustern auseinander setzen können, um tragfähige Antworten auf die Fragen nach dem Sinn des eigenen Lebens zu finden.

Die in Grundgesetz und Landesverfassung festgeschriebene Verpflichtung zur Achtung der Würde eines jeden Menschen, die darin zum Ausdruck kommenden allgemeinen Grund- und Menschenrechte sowie die Prinzipien des demokratisch und sozial verfassten Rechtsstaates bilden die Grundlage des Erziehungsauftrages der Schule. Die Schule muss den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit geben, sich mit den Grundwerten des Gemeinwesens auseinander zu setzen und auf dieser Grundlage ihre Wertpositionen zu entwickeln.

Die Auseinandersetzung mit existentiellen Fragen, mit der eigenen Religion und mit anderen Religionen und religiösen Erfahrungen und Orientierungen, ihrer jeweiligen Wirkungsgeschichte und der von ihnen mitgeprägten gesellschaftlichen Wirklichkeit, sollen auch dazu beitragen, Antworten auf die Fragen nach dem Sinn der eigenen Existenz zu finden.

Die Schülerinnen und Schüler sollen ihre sozialen Kompetenzen entwickeln und in der aktiven Mitwirkung am Leben in einem demokratisch verfassten Gemeinwesen unterstützt werden.

Die Schülerinnen und Schüler müssen ihre Bereitschaft und Fähigkeit weiterentwickeln können, sich mit anderen zu verständigen und mit ihnen zu kooperieren. Dies ist sowohl für das Leben in der Schule als auch in einer demokratischen Gesellschaft und in der Staaten- und Völkergemeinschaft von Bedeutung. Es geht um eine kritische und konstruktive Auseinandersetzung mit gesellschaftlich und politisch begründeten, religiösen und kulturell gebundenen, ökonomisch geprägten und ökologisch orientierten Einstellungen und Verhaltensweisen sowie um die Entwicklung von Toleranz, Solidarität und interkultureller Akzeptanz.

Dabei ist auch ein Verhalten zu fördern, das auf Gleichberechtigung und Chancengleichheit von Frau und Mann und auf die Veränderung überkommener geschlechtsspezifischer Rollen zielt.

Der Unterricht thematisiert hierzu Geschichte und Struktur unserer Gesellschaft, ihre grundlegenden Werte und Normen, ihre sozialen, ökonomischen und ökologischen Probleme. Er vermittelt Einblicke in politische Entscheidungsprozesse und leitet dazu an, Entscheidungs- und Einflussmöglichkeiten wahrzunehmen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen auf ein Leben in einem zusammenwachsenden Europa und in einer international verflochtenen Welt vorbereitet werden.

Die Welt, in der die Schülerinnen und Schüler leben werden, ist in hohem Maße durch politische, wirtschaftliche und soziale Verflechtungen bestimmt. Ein Leben in dieser Welt erfordert Kenntnisse und Einblicke in die historischen, politischen, sozialen und ökonomischen Zusammenhänge. Es benötigt Verständnis für die eigene Kultur und für andere Kulturen, für interkulturelle Zusammenhänge, setzt Fremdsprachenkompetenz, Medienkompetenz, Erfahrungen im Ausland und die Bereitschaft, in einer internationalen Friedensordnung zu leben, voraus.

Die Schülerinnen und Schüler sollen bei ihrer Studien- und Berufswahl unterstützt werden.

Die gymnasiale Oberstufe soll Qualifikationen fördern, die sowohl für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife als auch für die Studien- und Berufswahl von Bedeutung sind, wie beispielsweise die folgenden Fähigkeiten: Ein breites Verständnis für sozial-kulturelle, ökonomische, ökologische, politische, naturwissenschaftliche und technische Zusammenhänge; die Fähigkeit, die modernen Informations- und Kommunikationstechnologien nutzen zu können; ein Denken in übergreifen-

den, komplexen Strukturen; die Fähigkeit, Wissen in unterschiedlichen Kontexten anzuwenden; die Fähigkeit zur Selbststeuerung des Lernens und der Informationsbeschaffung; Kommunikations- und Teamfähigkeit, Entscheidungsfähigkeit.

In der gymnasialen Oberstufe muss darüber hinaus eine Auseinandersetzung mit der gesellschaftlichen Bedeutung der Arbeit, eine Orientierung über Berufsfelder und mögliche neue Berufe, die systematische Information über Strukturen und Entwicklungsgesetzmäßigkeiten des Arbeitsmarktes ermöglicht werden. Dies kann durch Angebote von Betriebspraktika sowie Betriebserkundungen und -besichtigungen, durch studienkundliche Veranstaltungen und die Einrichtung von Fachpraxiskursen geschehen. Dabei arbeiten die Schulen mit den Hochschulen, den Arbeitsämtern und freien Trägern aus Wirtschaft und Gesellschaft zusammen.

2 Rahmenbedingungen

Voraussetzung für die Verwirklichung des oben dargestellten Auftrags ist zunächst die Organisationsstruktur der gymnasialen Oberstufe. Deren Merkmale sind:

- die prinzipielle Gleichwertigkeit der Fächer,
- die Gliederung des Kurssystems in Grund- und Leistungskurse,
- die Zuordnung der Fächer (außer Religionslehre und Sport) zu Aufgabenfeldern,
- die Festlegung von Pflicht-, Wahlpflicht- und Wahlfächern.

2.1 Gleichwertigkeit der Fächer

Gleichwertigkeit der Fächer bedeutet nicht, dass die Fächer gleichartig sind. Die prinzipielle Gleichwertigkeit der Fächer ist darin begründet, dass jedes Fach Gleiches oder Ähnliches sowohl zum wissenschaftspropädeutischen Lernen als auch zur persönlichen Entfaltung in sozialer Verantwortlichkeit beitragen kann.

2.2 Kursarten

In der Jahrgangsstufe 11 ist der Unterricht in Grundkursen organisiert, in den Jahrgangsstufen 12 und 13 wird das System der Grund- und Leistungskurse entfaltet.

Die Grundkurse repräsentieren das Lernniveau der gymnasialen Oberstufe unter dem Aspekt einer grundlegenden wissenschaftspropädeutischen Ausbildung.

Die Leistungskurse repräsentieren das Lernniveau der gymnasialen Oberstufe unter dem Aspekt einer exemplarisch vertieften wissenschaftspropädeutischen Ausbildung. Eine differenzierte Unterscheidung zwischen Grund- und Leistungskursen findet sich in den Lehrplänen.

Nicht die Stoffhäufung ist das Ziel der Leistungskurse, vielmehr muss auf der Grundlage gesicherter Kenntnisse das methodische Lernen im Vordergrund stehen.

2.3 Aufgabenfelder

Aufgabenfelder bündeln und steuern das Unterrichtsangebot der gymnasialen Oberstufe.

Die Unterscheidung der folgenden drei Aufgabenfelder ist das Ergebnis bildungstheoretischer, didaktischer und pragmatischer Überlegungen. Die Aufgabenfelder werden bezeichnet als

- das sprachlich-literarisch-künstlerische Aufgabenfeld
- das gesellschaftswissenschaftliche Aufgabenfeld
- das mathematisch-naturwissenschaftlich-technische Aufgabenfeld.

Die eher theoretischen Begründungen orientieren sich an den Bemühungen, bildungstheoretisch relevante Sach- und Problembereiche und wissenschaftstheoretische Schwerpunktsetzungen zu unterscheiden sowie bildungsgeschichtliche Traditionen aufzugreifen und modifiziert fortzuführen.

Die Aufgabenfelder sind durch folgende Gegenstandsbestimmungen gekennzeichnet:

- Gegenstand der Fächer im **sprachlich-literarisch-künstlerischen Aufgabenfeld (I)** sind sprachliche, musikalische und bildnerische Gestaltungen (als Darstellung, Deutung, Kritik, Entwurf etc.), in denen Wirklichkeit als konstruierte und vermittelte Wirklichkeit erscheint, sowie die Verfahrens- und Erkenntnisweisen, die der Auseinandersetzung mit diesen Gestaltungen dienen.
- Hier geht es darum, Mittel und Möglichkeiten der Kommunikation zu thematisieren und zu problematisieren in einer Welt, die wesentlich durch Vermittlungssysteme und Medien geprägt und gesteuert wird. In den im Aufgabenfeld I zusammengefassten Fächern spielen eigenständige Produktion und Gestaltung im Sinne kultureller Teilhabe eine wichtige Rolle.
- Den Fächern im **gesellschaftswissenschaftlichen Aufgabenfeld (II)** kommt in besonderer Weise die Aufgabe der politischen Bildung zu, die in Artikel 11 der Landesverfassung von Nordrhein-Westfalen festgelegt ist. Diese Fächer befassen sich mit Fragen nach den Möglichkeiten und Grenzen menschlichen Denkens und Handelns insbesondere im Blick auf ihre jeweiligen individuellen, gesellschaftlichen, zeit- und raumbezogenen Voraussetzungen, Bedingungen und Auswirkungen sowie mit den Verfahrens- und Erkenntnisweisen, die der Klärung dieser Fragen dienen.
- Gegenstand der Fächer im **mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld (III)** sind die empirisch erfassbare, die in formalen Strukturen beschreibbare und die durch Technik gestaltbare Wirklichkeit sowie die Verfahrens- und Erkenntnisweisen, die ihrer Erschließung und Gestaltung dienen.
- Außerhalb dieser Aufgabenfelder stehen die Fächer **Sport** und **Religionslehre**.

Das Fach **Sport** trägt, ausgehend von der körperlich-sinnlichen Dimension des Menschen, zu einer ganzheitlichen Bildung und Erziehung bei. Auf der Basis unmittelbar erlebter sportlicher Handlungssituationen soll der Sportunterricht

zur aktiven Teilhabe an der Bewegungs-, Spiel- und Sportkultur und zur kritischen Auseinandersetzung mit ihr befähigen.

In **Religionslehre** geht es um Lernerfahrungen, die auf der Basis des christlichen Glaubens oder anderer tradierter bzw. heute wirksamer Religionen und Weltanschauungen Erkenntnis-, Urteils- und Handlungsmöglichkeiten eröffnen und Einsichten in Sinn- und Wertfragen des Lebens in Dialog und Auseinandersetzung mit anderen Religionen und Weltanschauungen fördern.

Die Aufgabenfelder können die Abstimmungen und Kooperation in der Schule erleichtern, wenn es darum geht,

- wie Fachlehrpläne zu gestalten sind, damit sie als exemplarisch für das jeweilige Aufgabenfeld begriffen werden können
- wie die Lehrpläne der Fächer innerhalb eines Aufgabenfeldes für thematische Entwicklungen offen gehalten werden können
- wie im Aufgabenfeld und über das Aufgabenfeld hinaus fachübergreifend und fächerverbindend konzipierter Unterricht entwickelt und erprobt werden kann.

Die drei Aufgabenfelder sind ein Steuerungsinstrument, weil mit Hilfe einer Zusammenfassung verschiedener Unterrichtsfächer zu Fächergruppen Wahlfachregelungen getroffen werden können, die einer zu einseitigen Fächerwahl entgegenwirken. Jedes der drei Aufgabenfelder muss von den Schülerinnen und Schülern durchgehend bis zur Abiturprüfung belegt werden. Keines ist austauschbar.

2.4 Fachspezifische Bindungen

Neben den Festlegungen der Wahlmöglichkeiten in den Aufgabenfeldern gibt es fachspezifische Belegverpflichtungen, die jeweils einen bestimmten Lernzusammenhang konstituieren:

- Deutsch, eine Fremdsprache, ein künstlerisches Fach, ein gesellschaftswissenschaftliches Fach, in jedem Fall zwei Kurse in Geschichte und in Sozialwissenschaften, Mathematik, eine Naturwissenschaft
- sowie Religionslehre und Sport.

Schülerinnen und Schüler, die vom Religionsunterricht befreit sind, müssen Philosophie belegen.

3 Prinzipien des Lernens und Lehrens in der gymnasialen Oberstufe

3.1 Fachspezifisches Lernen

Der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe ist in erster Linie durch den Fachbezug geprägt. Indem in der fachgebundenen Ausbildung Fachwissen, fachliche Theorien und Methoden vermittelt werden, ermöglichen die Schulfächer eine strukturierte Sicht auf komplexe Phänomene der Wirklichkeit. Sie eröffnen so einen je spezifischen Zugang zur Welt. Fachliches Lernen soll geordnetes, systematisches

Lernen fördern. In wissenschaftspropädeutischer Hinsicht verknüpft sich im fachlichen Lernen gegenständliches Wissen mit ausgewählten Theorien und Methoden der Referenzdisziplinen sowie mit Grundaussagen der Wissenschaftstheorie und Methodologie.

3.2 Fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen

So wichtig es ist, durch systematische fachliche Arbeit fachliche Kompetenzen zu fördern, so bedeutsam ist es, die Fachperspektive zu überschreiten. Durch fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen wird eine mehrperspektivische Betrachtung der Wirklichkeit gefördert, und es werden damit auch übergreifende Einsichten, Fähigkeiten, Arbeitsmethoden und Lernstrategien entwickelt, die unterschiedliche fachliche Perspektiven für gemeinsame Klärungen und Problemlösungsstrategien verbinden und so zur Kenntnis der komplexen und interdependenten Probleme der Gegenwart beitragen. Deshalb gehört das Überschreiten der Fächergrenzen, das Einüben in die Verständigung über Differenzen und über Differenzen hinweg neben dem Fachunterricht zu den tragenden Prinzipien der gymnasialen Oberstufe.

Wissenschaftspropädeutisches Lernen erfordert beides: das fachliche Arbeiten, seine Reflexion und das Denken und Handeln in fachübergreifenden Zusammenhängen.

3.3 Gestaltungsprinzipien des Unterrichts

Lernen ist ein individueller, aktiver und konstruktiver Aufbau von Wissen, der maßgeblich durch das verfügbare Vorwissen und den entsprechenden Verständnishorizont beeinflusst wird. Lernen heißt auch: Fähigkeiten und Fertigkeiten, Neigungen und Interessen, Einstellungen und Werthaltungen zu entwickeln. Umfang, Organisation, langfristige Verfügbarkeit machen die Qualität des Wissensbestandes aus. Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler tragen für den Aufbau eines solchen Wissens eine gemeinsame Verantwortung. Eine aufgabenorientierte Strukturierung des Unterrichts durch die Lehrkräfte ist genau so wichtig wie das Schaffen offener Lern- und Arbeitssituationen. Dabei ist zu bedenken, dass übermäßige Engführung eines Frontalunterrichts den sachbezogenen Handlungsspielraum der Schülerinnen und Schüler ebenso einengt, wie völlig offener Unterricht mit einer Fiktion vom "autonomen Lernen" überfordert.

Der Unterricht soll folgenden Prinzipien folgen:

- Er soll **fachliche Grundlagen vermitteln**, die Lerninhalte in sinnvolle Kontexte einbinden, ihre Verfügbarkeit und eine anspruchsvolle Lernprogression sichern.
- Der Unterricht soll **schülerorientiert** sein. Die Lernenden müssen ihre eigenen Fragestellungen und Probleme ernst genommen finden. Sie müssen die Möglichkeit haben, an ihren individuellen Erfahrungs- und Lernstand anzuschließen und ihre eigenen Lernwege zu entwickeln. Dies gilt besonders für die unterschiedlichen Ausgangsdispositionen von Jungen und Mädchen. Die individuellen Dispositionen und Leistungsmöglichkeiten sollen so genutzt werden, dass

die Lernprozesse für die Einzelnen und die Gruppe möglichst erfolgreich verlaufen können.

- Lernprozesse sollen sich am **Leitbild aktiven und selbstständigen Arbeitens** orientieren. Wenn Lernende sich aktiv mit den Lerngegenständen auseinandersetzen, werden ihr Wissenserwerb und ihre Methodenkompetenz gefestigt und erweitert. Das heißt für den Unterricht, Aufgaben zu stellen, die die Schülerinnen und Schüler vor die Notwendigkeit stellen, auf erworbenes Vorwissen und Können Bezug zu nehmen. Sie müssen Inhalte und Methoden wiederholen, im neuen Zusammenhang anwenden und ihre Lernprozesse reflektieren können, um fachliche und überfachliche Lernstrategien langfristig aufzubauen. In der methodologischen Reflexion werden Lernen und Erkenntniserwerb selbst zum Lerngegenstand.
- Lernprozesse sollen Gelegenheit für **kooperative Arbeitsformen** geben. Je mehr die Notwendigkeit besteht, eigene Lernerfahrungen und -ergebnisse mit den Problemlösungen anderer zu vergleichen, zu erörtern, sie dabei zu überprüfen und zu verbessern, desto nachhaltiger ist das Lernen.
- Teamfähigkeit herauszubilden heißt für den Unterricht, arbeitsteilige und kooperative Arbeitsformen zu initiieren und dabei zu einer Verständigung über die Zusammenarbeit und die Methoden zu kommen, Arbeitsergebnisse abgestimmt zu präsentieren und gemeinsam zu verantworten.
- Lernprozesse sollen durch **komplexe Aufgabenstellungen** geleitet werden. Solche Aufgaben bedingen multiperspektivische und mehrdimensionale Sichtweisen, sie tragen zur Methodenreflexion bei und erfordern die Erstellung von Produkten, die individuelle oder gemeinsame Lernergebnisse repräsentieren und einer Selbst- und Fremdbewertung unterzogen werden. Referate, Facharbeiten, Ausstellungen, Aufführungen etc. können herausragende Ergebnisse solcher Aufgabenstellungen sein.
- Der Unterricht soll auf **Anwendung und Transfer** der zu erwerbenden Fähigkeiten und Kenntnisse zielen. Transfer ist zu erwarten, wenn die Lerngegenstände mit vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten und authentischen Handlungssituationen verbunden sowie unabhängig von bekannten Kontexten beherrscht werden. Das heißt für den Unterricht, solche Probleme und Fragestellungen zum Gegenstand zu machen, die Zugriffe aus unterschiedlichen fachlichen Perspektiven erfordern. Die jeweiligen Sichtweisen können relativiert und in Bezug auf ihren spezifischen Beitrag zur Problemlösung beurteilt werden. So werden Möglichkeiten und Grenzen der Übertragbarkeit von Erkenntnissen und Verfahren deutlich. Anwendung und Transfer werden auch in Projekten und in Vorhaben zur Gestaltung und Öffnung von Schule und in Zusammenarbeit mit außerschulischen Partnern gefördert.
- Der Unterricht darf nicht ausschließlich linear erfolgen, sondern muss die **Vernetzung** eines Problems innerhalb des Faches, aber auch über das Fach hinaus sichtbar machen. Es wird darauf ankommen, Formen der Organisation von Lernsituationen, die sich an fachlicher Systematik orientieren, durch solche Arrangements zu ergänzen, die dialogisches und problembezogenes Lernen ermöglichen. Insbesondere sollen die Schülerinnen und Schüler in diesem

Zusammenhang mit Themen und Arbeitsmethoden des fachübergreifenden und fächerverbindenden Arbeitens vertraut gemacht werden.

4 Aufbau und Gliederung der gymnasialen Oberstufe

Der Bildungsgang in der gymnasialen Oberstufe gliedert sich in die Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11) und die Qualifikationsphase (Jahrgangsstufen 12 und 13). Er schließt mit der Abiturprüfung ab, die am Ende des 2. Halbjahres der Jahrgangsstufe 13 stattfindet.

Um die allgemeine Hochschulreife und die Studierfähigkeit zu gewährleisten, ist es wichtig, das fachliche Lernen, das fachübergreifende und fächerverbindende Arbeiten, die Beherrschung wissenschaftspropädeutischer Arbeitsformen und eine Studien- und Berufswahlvorbereitung für jeden individuellen Bildungsgang sicherzustellen²⁾.

Der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe folgt von der Jahrgangsstufe 11 bis zur Jahrgangsstufe 13 einem aufbauenden Sequenzprinzip, das den Lernzuwachs sichert.

Die Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11)

Die Jahrgangsstufe 11 ist als eine Einheit konzipiert, die aus aufeinander aufbauenden Grundkursen besteht. Die Leistungskurse beginnen mit der Jahrgangsstufe 12. Der Unterricht folgt dem Prinzip der fachlichen Progression, die die Jahrgangsstufen 11 bis 13 umfasst.

Das zentrale Ziel der Einführungsphase ist es, die Schülerinnen und Schüler systematisch mit inhaltlichen und methodischen Grundlagen der von ihnen belegten Fächer vertraut zu machen, sie auf die Wahl der Leistungskurse zu Beginn der Jahrgangsstufe 12 vorzubereiten und zu den ausgeprägteren Formen wissenschaftspropädeutischen Arbeitens hinzuführen. Für Schülerinnen und Schüler aus anderen Schulformen bieten die Schulen fachliche Angleichungsmaßnahmen an.

Schulen, die Fächerkoppelungen anstreben, legen diese vor Beginn der Jahrgangsstufe 11 fest, damit die Schülerinnen und Schüler die sich daraus ergebenden Möglichkeiten und Bindungen in die Planung ihres individuellen Bildungsganges einbeziehen können.

Die Qualifikationsphase (Jahrgangsstufen 12 und 13)

Mit Beginn der Qualifikationsphase wird das Kurssystem in Grund- und Leistungskurse entfaltet. Die in der Qualifikationsphase erbrachten Leistungen gehen in die Gesamtqualifikation ein, die die in den Jahrgangsstufen 12 und 13 erbrachten Leistungen zusammenfasst.

²⁾ vgl. hierzu die Schrift "Studien- und Berufswahlvorbereitung am Gymnasium", hg. vom Landesinstitut für Schule und Weiterbildung, Soest und vom Landesarbeitsamt Nordrhein-Westfalen, Bönen 1995. Hierin sind auch Konzepte zur Studien- und Berufswahlvorbereitung in der gymnasialen Oberstufe enthalten.

Es ist das Ziel der Qualifikationsphase, fachliches, methodisches und fachübergreifendes Lernen so zu ermöglichen und abzusichern, dass Studierfähigkeit erbracht wird.

Zur Intensivierung des selbstständigen Arbeitens soll jede Schülerin und jeder Schüler in der Jahrgangsstufe 12 anstelle einer Klausur eine Facharbeit schreiben.

Fachübergreifende Einsichten können innerhalb der einzelnen Fächer vermittelt werden. Darüber hinaus werden an der Schule Veranstaltungen angeboten, in denen geplant fachübergreifend und fächerverbindend, z. B. an Projekttagen in Projektphasen oder einer Projektveranstaltung gearbeitet wird.

Alle Schülerinnen und Schüler sollen in der gymnasialen Oberstufe an einer umfassenderen Projektveranstaltung teilnehmen, die im Fachunterricht vorbereitet worden ist. Eine solche Veranstaltung wird in der Regel jahrgangsbezogen angeboten.

Die Schülerinnen und Schüler können im Rahmen der für die Abiturprüfung vorgesehenen Gesamtpunktzahl wahlweise mit maximal 60 Punkten eine besondere Lernleistung in der Abiturprüfung sich anrechnen lassen, die im Rahmen oder Umfang eines mindestens zwei Halbjahre umfassenden Kurses erbracht wird. Hierbei kann es sich zum Beispiel um die Arbeit aus einem Wettbewerb handeln, aber auch um eine umfassende Jahresarbeit (z. B. in einer weiteren Fremdsprache, in Informatik, Technik oder einer weiteren Naturwissenschaft) oder um eine Arbeit über ein umfassendes Projekt.

5 Schulprogramm

Schulprogrammarbeit und das Schulprogramm dienen der Schulentwicklung und damit der Entwicklung und Sicherung der Qualität schulischer Arbeit.

Ein Schulprogramm ist das grundlegende Konzept, das über die pädagogischen Zielvorstellungen und die Entwicklungsplanung einer Schule Auskunft gibt.

- Es konkretisiert die verbindlichen Vorgaben der Ausbildungsordnungen, Richtlinien und Lehrpläne im Hinblick auf die spezifischen Bedingungen der einzelnen Schule.
- Es bestimmt die Ziele und Handlungskonzepte für die Weiterentwicklung der schulischen Arbeit.
- Es legt die Formen und Verfahren der Überprüfung der schulischen Arbeit insbesondere hinsichtlich ihrer Ergebnisse fest.

Typische Elemente eines Schulprogramms sind:

- (1) Beschreibung der schulischen Arbeit als Ergebnis einer Bestandsaufnahme, Skizze der bisherigen Entwicklungsarbeit**
- (2) Leitbild einer Schule, pädagogische Grundorientierung, Erziehungskonsens**

(3) schulinterne Konzepte und Beschlüsse für schulische Arbeitsfelder

- Schulinterne Lehrpläne
Hier geht es um Aussagen zur Abstimmung von schuleigenen Lehrplänen, von obligatorischen Inhalten und Unterrichtsmethoden, die bei der Unterrichtsplanung Berücksichtigung finden sollen.
- Konzepte für fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen
Hierunter sind die fachübergreifenden Projekte, Veranstaltungen, Querschnittsaufgaben zu verstehen, die von den Schülerinnen und Schülern im Rahmen ihres Bildungsganges erfüllt werden können oder erfüllt werden sollen. Gemeint sind aber auch Fächerkoppelungen.
- Konzepte zum Bereich „Lernen des Lernens“
Hier sind Aussagen zur Vermittlung von Lern- und Arbeitstechniken zu machen, die für die Aufnahme eines Studiums oder einer beruflichen Ausbildung außerhalb der Hochschule erforderlich sind und die im Rahmen des Schulprogramms besonders vertieft werden.

Entsprechende schülerorientierte Unterrichtsformen wie wissenschaftspropädeutische Arbeits- und Darstellungsformen sind sicherzustellen, damit die Schülerinnen und Schüler die geforderten Methoden, Einstellungen, Verhaltensweisen und Arbeitshaltungen erwerben können.
- Vereinbarungen zur Leistungsbewertung
Hierbei geht es um die systematische Einführung der in den Lehrplänen vorgesehenen Formen der Leistungsbewertung, um gemeinsame Bewertungskriterien und Korrekturverfahren. Es geht ebenso um Vereinbarungen zu Parallelarbeiten und die Verwendung von Aufgabenbeispielen.
- Konzepte für die Erziehungs- und Beratungsarbeit in der gymnasialen Oberstufe
Hier sind zum Beispiel die Gestaltung des Übergangs in die gymnasiale Oberstufe und die Studien- und Berufswahlvorbereitung zu nennen.
- Konzepte für das Schulleben
Dazu gehören zum Beispiel Schwerpunktsetzungen im Bereich der Umwelt-erziehung, der interkulturellen Arbeit, Akzente zur Öffnung der Schule, zusätzliche Angebote im Chor, Orchester, Theater, außerunterrichtlicher Schulsport, Studienfahrten und ihre Verflechtung mit dem Unterricht, Schulgottesdienste und religiöse Freizeiten.
- Aussagen zu besonderen Ausprägungen des Bildungsgangs
Hierzu zählen zum Beispiel die Sprachenfolgen, bilinguale Angebote, naturwissenschaftliche, technische, sportliche, künstlerische oder gesellschaftliche Schwerpunkte der Profile, die Einbeziehung von Wettbewerben, das Angebot besonderer Lernleistungen in die Abiturprüfung einzubringen o. ä..

(4) Schulinterne Arbeitsstrukturen und -verfahren

(Geschäftsverteilungsplan, Konferenzarbeit)

(5) Mittelfristige Ziele für die schulische Arbeit

(6) Arbeitsplan für das jeweilige Schuljahr

(7) Fortbildungsplanung

(8) Planung zur Evaluation

Hier geht es um Aussagen zu Verfahren der Entwicklung und Evaluation des Schulprogramms, die sicherstellen, dass die Schule sich selbst auch Rechenschaft über die Ergebnisse ihrer Unterrichts- und Erziehungsarbeit gibt.

Bestandteile der Evaluation sind Aussagen und Verfahren zur Sicherung der Standards und zur Vergleichbarkeit der Anforderungen in den Schulen.

Schulprogramme spiegeln die Besonderheit einer Schule und zugleich auch ihre Entwicklungsprozesse wider. Sie können und werden daher unterschiedlich aussehen. Unverzichtbar sind jedoch die Programmpunkte, die sich auf den Unterricht und die Erziehungsarbeit der Schule beziehen.

Ungültig

Lehrplan Technik

Ungültig

Ungültig

Inhalt

	Seite
1 Aufgaben und Ziele des Faches	5
1.1 Didaktische Konzeption und fachliche Anforderungen	7
1.2 Zusammenarbeit mit anderen Fächern	10
2 Bereiche, Themen, Gegenstände	11
2.1 Bereiche: Herleitung und didaktische Funktion	11
2.2 Zuordnung der Themen und Gegenstände zu den Bereichen des Faches	20
2.3 Obligatorik und Freiraum	39
3 Unterrichtsgestaltung/Lernorganisation	42
3.1 Grundsätze der Unterrichtsgestaltung	42
3.2 Gestaltung der Lernprozesse	43
3.2.1 Kriterien für die Auswahl von Unterrichtsinhalten	43
3.2.2 Lern- und Arbeitsorganisation im Fach	46
3.2.3 Fachübergreifende, fächerverbindende und projektorientierte Lern- und Arbeitsorganisation	60
3.2.4 Die besondere Lernleistung	64
3.3 Grund- und Leistungskurse	65
3.4 Sequenzbildung	66
4 Lernerfolgsüberprüfungen	75
4.1 Grundsätze	75
4.2 Beurteilungsbereich „Klausuren“	76
4.2.1 Allgemeine Hinweise	76
4.2.2 Fachspezifische Hinweise zur Aufgabenstellung, Korrektur und Bewertung von Klausuren	76
4.2.3 Fachspezifische Hinweise zur Aufgabenstellung, Korrektur und Bewertung von Facharbeiten	77
4.3 Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“	78
4.3.1 Allgemeine Hinweise	78
4.3.2 Anforderungen und Kriterien zur Beurteilung der Leistungen im Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“	79

5	Die Abiturprüfung	85
5.1	Allgemeine Hinweise	85
5.2	Beschreibung der Anforderungsbereiche	86
5.3	Die schriftliche Abiturprüfung	87
5.3.1	Aufgabenarten der schriftlichen Abiturprüfung	88
5.3.2	Einreichen von Prüfungsvorschlägen	89
5.3.3	Bewertung der schriftlichen Prüfungsleistungen	89
5.3.4	Beispiele für Prüfungsaufgaben in der schriftlichen Abiturprüfung	90
5.4	Die mündliche Abiturprüfung	101
5.4.1	Aufgabenstellung für die mündliche Prüfung	102
5.4.2	Bewertung der mündlichen Prüfungsleistungen	103
5.4.3	Beispiele für Prüfungsaufgaben in der mündlichen Abiturprüfung	103
5.5	Bewertung der besonderen Lernleistung	106
6	Hinweise zur Arbeit mit dem Lehrplan	107

1 Aufgaben und Ziele des Faches

Durch tief greifende Veränderungen haben technische Entwicklungen zunehmend alle Bereiche des individuellen und gesellschaftlichen Lebens erreicht. Technik trägt heute nicht nur entscheidend zur Schaffung materieller Güter und zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse bei, sondern schafft auch durch neue Kommunikationstechniken weitere Möglichkeiten zur Gestaltung des geistigen und kulturellen Lebens. Technik ist daher zu einer beherrschenden kulturellen Erscheinung unserer Epoche geworden. Sie ist ein Mittel bei der Lösung von Problemen menschlichen Lebens und damit wesentlicher Bestandteil menschlichen Denkens und Handelns, sie ist Inhalt und Ergebnis kulturellen Schaffens.

Durch die zunehmende Technisierung entstehen aber auch zunehmend neue Gefährdungen für den Menschen und das ihn umgebende Ökosystem. Technik darf daher nicht isoliert, sondern muss im Zusammenhang mit den Bedürfnissen der Menschen und den natürlichen Umweltbedingungen betrachtet werden. Aus diesem Grund ist es unverzichtbar, dass jeder Mensch über Kompetenzen verfügt, die ihm das Erkennen und Beurteilen technischer Zusammenhänge ermöglichen.

Angesichts dieser Sachverhalte und ihrer erkennbaren Entwicklungstendenzen ist die verantwortliche, praktische und intellektuelle Auseinandersetzung mit der Technik und ihren Voraussetzungen und Folgen Aufgabe des Unterrichts aller allgemein bildenden Schulen.

Bei der Erfüllung dieser Aufgabe orientiert sich das Fach Technik an den Bestimmungsmerkmalen heutiger Technik und einem Technikbegriff, der sich wie folgt skizzieren lässt:

- Technik umfasst die zielorientierten Veränderungen der Umwelt des Menschen – und damit seiner individuellen und gesellschaftlichen Lebensbedingungen – durch den Menschen.
- Technik macht vorhandene Stoffe, Energien und Informationen für Individuen und Gesellschaft durch Wandlung, Transport und Speicherung nutzbar.
- Technik wird realisiert in Form von technischen Produkten und Verfahren.
- Technik nimmt während ihrer Entwicklung, Anwendung und Entsorgung eine ständige Bewertung der Voraussetzungen und Folgen vor.
- Technik vollzieht sich als individuelles und kollektives Handeln. Technische Systeme erweisen sich dabei in der Herstellung als Ziele, in der Nutzung als Mittel personalen und sozialen Handelns.

Die Entwicklung und die Erweiterung technischer Handlungskompetenz ist ein herausragendes Ziel des Technikunterrichts. Technische Handlungskompetenz hat sich zu erweisen in der Konzipierung technischer Prozesse zur Umsetzung von Stoffen, Energien und Informationen und darüber hinaus in der Realisierung dieser Prozesse in Apparaten, Maschinen und Geräten, in der Handhabung und letztlich auch in der Entsorgung dieser Systeme. Hierbei umschließt Handlungskompetenz auch die Verantwortung für eine sozialverträgliche Technikgestaltung. Der Erwerb dieser Fähigkeiten an Beispielen aus den Umweltschutztechnologien ist besonders geeignet, weil dabei zum einen zukunftsweisende Technologien beispielhaft für

den Unterricht herangezogen werden. Zum anderen wird die Interessenlage der Schülerinnen und Schüler besonders berücksichtigt. Jugendliche zeigen nach den Ergebnissen verschiedener Jugenduntersuchungen besonderes Interesse für Beispiele aus der Umweltschutztechnik.

Mit technischer Handlungskompetenz ist die Fähigkeit und die Bereitschaft eines Menschen gemeint, in durch Technik mitbestimmten Situationen sach- und fachgerecht, persönlich durchdacht und in gesellschaftlicher Verantwortung zu handeln. Schülerinnen und Schüler sollten auch über den Unterricht hinaus in der Lage sein, anstehende Probleme zielorientiert auf der Basis angeeigneter Handlungsschemata zu lösen, die gefundenen Lösungen zu bewerten und das Repertoire ihrer Handlungsschemata weiterzuentwickeln. Dabei konkretisiert sich die Handlungskompetenz im Fach Technik durch folgende Kompetenzen:

- die Fähigkeit und Bereitschaft, Problemstellungen selbstständig, fachlich adäquat zu bearbeiten und das Handlungsergebnis kritisch zu beurteilen
- die Fähigkeit und Bereitschaft, Entwicklungschancen und Einschränkungen im eigenen Umfeld (Beruf, Familie, öffentliches Leben) zu reflektieren und zu beurteilen, eigene Begabungen zu erkennen und zu entfalten, Lebenspläne zu schmieden und aufgrund veränderter Bedingungen zu revidieren bzw. weiterzuentwickeln
- die Fähigkeit und Bereitschaft, soziale Bindungen und Konflikte zu erfassen und zu verstehen sowie mit anderen vernünftig und verantwortungsbewusst zu kommunizieren. Sozialkompetenz schließt auch ein, solidarisch mit Partnerinnen und Partnern die Lebensumwelt lebenswert zu gestalten.

Dabei sind die Methoden-, die Lern- und die Sprachkompetenz integrierter Bestandteil aller drei Komponenten der beschriebenen Handlungskompetenz.

Zur Entwicklung und Erweiterung dieser Kompetenzen im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld der gymnasialen Oberstufe hat das Unterrichtsfach Technik daher die folgenden, im Zusammenhang stehenden Aufgaben zu erfüllen:

- exemplarische Sachzusammenhänge und Sachverhalte, die Bereiche menschlichen Denkens und Handelns in einer technisierten und industrialisierten Umwelt beeinflussen, technikwissenschaftlich fundiert aufzuklären
- in die wissenschaftstheoretische Reflexion der eigenen Erkenntnisprozesse vor allem in Bezug auf deren Voraussetzungen, Aussagen und Gültigkeitsgrenzen einzuführen
- sich mit der formalen Struktur exakter Wissenschaften auseinander zu setzen
- die besondere Verantwortung des Menschen für die Gestaltung seiner Lebensumwelt durch Technik zu verdeutlichen und verantwortungsbewusste Urteils-, Entscheidungs- und damit Handlungsfähigkeit in Situationen anzubahnen, die durch Technik mitbestimmt sind
- fachliche und fachübergreifende Arbeitsmethoden auf der Grundlage mathematischer, naturwissenschaftlicher und technikwissenschaftlicher Begriffssysteme, Modelle und Methoden einzuüben.

Durch die Bearbeitung authentischer Themenstellungen im Technikunterricht werden sehr oft die Grenzen des eigenen Aufgabenfeldes überschritten. Die dabei notwendig werdende Berücksichtigung geisteswissenschaftlicher, gesellschaftlicher, geschichtlicher, wirtschaftlicher, ökologischer, politischer und ethischer Aspekte bei technischen Entscheidungen fördert daher besonders das vernetzte Denken.

1.1 Didaktische Konzeption und fachliche Anforderungen

Die **didaktische Konzeption** des Faches Technik gründet sich auf drei Determinanten. Durch die wechselseitige Verflechtung der Forderungen dieser drei Determinanten lassen sich sowohl inhaltliche als auch intentionale Lehrplanentscheidungen plausibel beschreiben. Die drei Determinanten sind:

Die **Schülerinnen und Schüler** mit ihren aktuellen und zukünftigen Bedürfnissen und Interessen werden besonders berücksichtigt, wenn der Technikunterricht Alltagserfahrungen mit dem Ziel aufgreift, über das Detailwissen hinausgehende Kenntnisse in Bezug auf technische Gegenstände und Verfahren zu vermitteln und die Auswirkung auf die Lebenswirklichkeit des Einzelnen und der Gesellschaft zu verdeutlichen.

Bei der Berücksichtigung der aktuellen und zukünftigen Bedürfnisse wird es darauf ankommen, was die Schülerinnen und Schüler in einer bestimmten individuellen und sozialen Situation lernen wollen und können. Dabei sollte ihnen die Möglichkeit gegeben werden, individuelle Fertigkeiten und Fähigkeiten zu erkennen, zu erproben, weiterzuentwickeln und kritisch zu reflektieren.

Die **Gesellschaft** mit ihren Normen und ihrem Rechtsgefüge, ihren ökonomischen, sozialen und politischen Verhältnissen gibt für die allgemeine technische Bildung Rahmenbedingungen vor. Diese Determinante orientiert sich an den Anforderungen der gegenwärtigen Gesellschaft und insbesondere an denen der Berufswelt, sie ist aber auch auf die Verbesserung der bestehenden Verhältnisse und damit auf die Entwicklung des Individuums gerichtet. Dazu sind die Schülerinnen und Schüler an eine bewusste Teilhabe an der technischen Entwicklung und an deren verantwortungsbewusste Fortentwicklung heranzuführen. Es muss verdeutlicht werden, dass jede Techniknutzung ein hohes Maß an Verantwortung impliziert und Technik nur unter Berücksichtigung zukünftiger Folgen entwickelt und genutzt werden darf. Diese bewertende Auseinandersetzung mit Technik und die Vermittlung eines umfassenden Technikverständnisses schließt daher auch immer die Berücksichtigung von Disziplinen ein, die über den Fächerkanon der gymnasialen Oberstufe hinausgehen, wie z. B. Wirtschaftswissenschaften, Jura und Medizin.

Da ein großer Teil der in unserer Gesellschaft ausgeübten Berufe Elemente des technischen Handelns enthalten, kommt dem Fach Technik unter dem Aspekt der Berufsorientierung eine besondere Stellung zu.

Den **Wissenschaften** kommt bei der Erstellung von Lehrplänen zum einen die Aufgabe zu, ihre Interessen zur Geltung zu bringen und andererseits Inhalte und Methoden daraufhin zu überprüfen, ob sie wissenschaftlich vertretbar sind.

Die allgemeine Technologie wird für das Unterrichtsfach Technik zur Bezugswissenschaft, da sie im Vergleich zu den Ingenieurwissenschaften über die Gegenstände technischer Entwicklungen hinausgeht, und sowohl die Arbeitshandlungen als auch die soziokulturellen Prozesse der Entstehung, Verwendung und Entsorgung technischer Systeme mit einbezieht. Sie trägt damit dem Umstand Rechnung, dass Technik nicht nur als Mittel sondern auch als Ergebnis menschlicher Arbeit zu verstehen ist.

Kernstück der allgemeinen Technologie ist das soziotechnische Handlungssystem. Der finale Aspekt technischen Handelns, die konstitutive Mitwirkung des Menschen und die ökonomischen und ökologischen Implikationen machen das Wesen eines soziotechnischen Handlungssystems aus. Es wird geprägt durch den technischen Gegenstand, der entstehen, verwendet oder entsorgt werden soll, durch das technische Handeln in einem soziotechnischen Handlungssystem und die vielschichtigen Beziehungen dieser Handlungseinheit zu ihrer Umgebung.

Ein soziotechnisches Handlungssystem konstituiert sich, wenn ein Mensch aufgrund eines zuvor festgestellten Mangels den Entschluss fasst, seine Umgebung gezielt zu verändern. Diese Umgebungsänderung wird in einem nächsten Schritt geplant, dann realisiert, dann hinsichtlich der Zielstellung gewertet und schließlich wird entschieden, dass die Umgebungsveränderung mit Blick auf die technische Machbarkeit, die wirtschaftliche Vertretbarkeit und die gesellschaftliche Wünschbarkeit optimal erfolgt und der Mangel behoben ist. Wenn die Entscheidung anders ausfällt, wiederholt sich dieser Vorgang.

Die wesentlichen Gegenstandsbereiche der allgemeinen Technologie sind daher:

- die technischen Sachsysteme mit ihren Funktions- und Strukturprinzipien
- die Methoden technischer Entwicklungen mit ihren Voraussetzungen und Folgen
- die soziotechnischen Beziehungen durch die ökonomischen, ökologischen, individuell-humanen, gesellschaftlichen, politischen und kulturellen Dimensionen der Technik.

Auf der Grundlage dieser didaktischen Konzeption und den Vorgaben der Richtlinien hinsichtlich der Erziehung und des Unterrichts in der gymnasialen Oberstufe werden die Anforderungen des Unterrichtsfaches Technik im Hinblick auf die wissenschaftspropädeutische Ausbildung und die Hilfen zur persönlichen Entfaltung in sozialer Verantwortlichkeit wie folgt beschrieben.

Die Lernenden sollen die Fähigkeit erwerben,

- technische Aufgabenstellungen und Probleme zu verstehen, zu gliedern, nach fachlichen Grundsätzen und Regeln methodengeleitet zu bearbeiten sowie eigene Vorschläge und Ideen – auch in der Gruppe – zu vertreten

- technikspezifische Verfahren der Planung, Konstruktion und Produktion, Distribution, Nutzung und Beseitigung unter Beachtung normenabhängiger und prozessoptimierender Gesichtspunkte darzustellen, auszuwählen und anzuwenden und dabei Eigenschaften von Werkstoffen und Funktionen von Bauteilen und Produktionsmitteln zu berücksichtigen
- grundlegende technische Prozesse und Verfahren hinsichtlich ihrer Realisierung sowie ihrer Entwicklungsgeschichte und ihrer Bedeutung zu verstehen und fachspezifisch anzuwenden
- die systemorientierte Betrachtungsweise zur Strukturierung technischer Gegenstände und Verfahren zur Reduktion der Komplexität technischer Systeme zu verwenden und reflektieren
- technisches Denken und Handeln des Menschen vor dem Hintergrund seiner historischen Entwicklung zu begreifen, um die jeweils erreichten individuellen und gesellschaftlichen Lebensbedingungen zu verbessern
- zur Lösung technischer Problemstellungen technische Systeme entwerfen, testen und optimieren und die zugrunde gelegten Optimierungskriterien in Bezug auf ihre individuell-humane und gesellschaftliche Dimension in komplexen technischen Optimierungsprozessen reflektieren und beurteilen zu können
- naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten als Voraussetzung technischer Entwicklungen zu erkennen und Kenntnisse aus den Naturwissenschaften und der Mathematik bei der Bearbeitung technischer Systeme anzuwenden
- an ausgewählten technischen Problemen die Verknüpfung wirtschaftlicher und gesellschaftlicher und technischer Aspekte zu erkennen und deren Auswirkungen zu reflektieren
- im Technikunterricht zur Realisierung von Problemlösungen Handlungspläne zu entwerfen, Alternativen zu diskutieren, Entscheidungen zu treffen und diese in der Gruppe umzusetzen; dies fordert und fördert Teamfähigkeit
- die Grenzen der Technik an exemplarischen Problemlösungsprozessen darzulegen sowie die Notwendigkeit und die Möglichkeiten disziplinübergreifender Kooperation zu thematisieren
- arbeitswissenschaftliche, soziale und ökonomische Prinzipien für die Gestaltung und Organisation von Produktionsprozessen zu verstehen sowie bei der Planung von Arbeitsprozessen im Sinne menschengerechter Arbeitsgestaltung mitzuwirken
- Umweltbelastungen zu erkennen und Maßnahmen zu ihrer Vermeidung bzw. Verminderung zu verstehen; sich für die Einhaltung von Auflagen des Umweltschutzes und für deren Weiterentwicklung einzusetzen
- Entwicklungen der Technologie und der Technikanwendung zu beobachten, technologische, ökonomische, politische Einflussfaktoren zu erkennen, Alternativen zu erkunden und somit Bewertungskriterien für eine durchdachte Einschätzung zu gewinnen.

1.2 Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Die Erkenntnis, dass eine erfolgreiche Lösung von komplexen Aufgaben und Problemen der heutigen Welt nur noch durch Interdisziplinarität gewährleistet werden kann, hat mittlerweile auch Konsequenzen für den Unterricht in der gymnasialen Oberstufe.

Für fachübergreifendes Lernen im Technikunterricht bieten sich prinzipiell zwei unterschiedliche Schwerpunkte bei der Organisation an:

Zum einen werden im Fachunterricht verstärkt Perspektiven angesprochen, die die Grenzen des eigenen Faches deutlich überschreiten. Damit ist nicht nur eine Kooperation mit Fächern in der gymnasialen Oberstufe gemeint, sondern auch mit Fachdisziplinen, die nicht fester Bestandteil des Fächerkanons sind (z. B. Medizin, Jura).

Zum anderen sind für die Entwicklung von fachübergreifenden Lernprozessen die Organisationsformen ergiebiger, die in einem fest vorgegebenen Rahmen eine Bearbeitung von Themen ermöglichen, die die Fachgrenzen überschreiten, wie z. B.:

- Koppelkurse
- Projektwochen
- längerfristige Fächerkopplungen
- thematisch übergreifende Kurse
- außerschulische Praktika.

Konkrete Hinweise zur Zusammenarbeit mit anderen Fächern sind im Abschnitt 3.2.3 zu finden.

2 Bereiche, Themen, Gegenstände

2.1 Bereiche: Herleitung und didaktische Funktion

Um die Themen und Gegenstände des Faches Technik angemessen strukturieren zu können aber auch, um den besonderen Anspruch des Lehrplans im Hinblick auf Art und Umfang der Umsetzung im Unterricht zu verdeutlichen, werden für die Arbeit im Unterricht der Fächer des Aufgabenfeldes III drei Bereiche festgelegt:

Bereich I: Fachliche Inhalte

Bereich II: Lernen im Kontext

Bereich III: Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens

Die fachlichen Inhalte und Methoden des Faches Technik (Bereich I) werden hier auf drei Ebenen beschrieben. Dazu gehören die technischen Systeme und Verfahren ebenso wie die Methoden der Technik und die Wechselbeziehungen technischer Systeme mit der Natur und der Gesellschaft.

Das Lernen in Zusammenhängen (Bereich II) weitet den Blick, stiftet den zum Lernen notwendigen Sinn und festigt die Kenntnisse, die man über die Inhalte des Faches gewonnen hat. Hierdurch werden auch Anwendung und Transfer der zu erwerbenden Fähigkeiten und Kenntnisse ermöglicht.

Über die Inhalte und Methoden des Faches Technik hinaus wird es notwendig sein, Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens (Bereich III) im Unterricht anzubahnen. Dabei sollen Fähigkeiten und Fertigkeiten erworben werden, damit es den Schülerinnen und Schülern zunehmend besser gelingt, Aufgaben selbstständig zu strukturieren, Probleme aufzubereiten und auch die entsprechenden Darstellungsformen selbstständigen Lernens wie Referate und Facharbeiten erfolgreich zu nutzen.

Im Einzelnen werden die drei o. g. Bereiche für das Unterrichtsfach Technik wie folgt näher beschrieben:

Bereich I: Fachliche Inhalte

Dieser Bereich weist die fachlichen Inhalte und damit auch diejenigen fachlichen Methoden aus, die vermittelt werden müssen, um das fachliche Grundlagenwissen zu schaffen, das als Voraussetzung für wissenschaftspropädeutisches Lernen in der gymnasialen Oberstufe verfügbar sein sollte.

Da eine allgemeine technische Bildung Sinnzusammenhänge zu erschließen hat, darf sie nicht wie die speziellen Technologien auf die Artefakte ausgerichtet sein, sondern muss die unterschiedlichen Erkenntnisperspektiven natürlicher, humaner und sozialer Dimension mit einbeziehen, die der Entstehung, Verwendung und Entsorgung technischer Gegenstände und Verfahren zugrunde liegen.

Die grundlegenden Inhalte des Faches Technik lassen sich auf drei von einander abgrenzbaren Ebenen beschreiben:

- Wechselbeziehungen soziotechnischer Handlungssysteme mit Natur und Gesellschaft
- Methoden der Technik im Werdegang eines technischen Systems
- Sachsystem und Verfahren mit ihrer Struktur und Funktion.

Ebene 1: Wechselbeziehungen soziotechnischer Handlungssysteme mit Natur und Gesellschaft

Der Handlungsablauf in einem soziotechnischen Handlungssystem weist in seiner hierarchischen Betrachtungsweise Wechselbeziehungen sowohl zu seinen Teilsystemen als auch zu seiner Umgebung aus. Diese Wechselbeziehungen werden vor allem hinsichtlich der Teilsysteme vornehmlich technischer Natur sein, aber mit zunehmender hierarchischer Ordnung vor allem durch humane oder sozioökonomische Beziehungen bedingt sein.

Dimension	Betrachtungsperspektive
natural	naturwissenschaftlich, ingenieurwissenschaftlich, ökologisch
human	anthropologisch, physiologisch, psychologisch, ästhetisch
sozial	ökonomisch, soziologisch, politologisch, historisch

Bild 1: Dimensionen der Technik und Perspektiven der Wechselbeziehung von Technik mit Natur und Gesellschaft

So ist der Handlungsspielraum des soziotechnischen Handlungssystems einer elektrischen Energieversorgungsanlage durch die sozial/politologischen Wechselbeziehungen des Energiewirtschaftsgesetzes begrenzt. Die Rauchgasreinigungsanlage erweitert das technisch auch vorher funktionsfähige soziotechnische Handlungssystem um ein Teilsystem, das vor allem zur Lösung natural/ökologischer Problemaspekte beitragen soll.

Die ausdrückliche Berücksichtigung der humanen und der sozialen Dimension der Technik in den Wechselbeziehungen soziotechnischer Systeme soll eine disziplinäre Einseitigkeit der Unterrichtsgestaltung verhindern helfen.

Ebene 2: Methoden der Technik im Werdegang technischer Systeme

In den Technikwissenschaften sind es die vom Menschen geschaffenen Systeme und Verfahren, die es mit wissenschaftlichen Methoden zu erfassen, systematisch zu ordnen und rational zu erklären gilt. Dies erfordert die Gewinnung empirisch prüfbarer und quantifizierbarer Erkenntnisse über Phänomene in der vom Menschen geschaffenen künstlichen Umgebung. Darüber hinaus stellen die Technik-

wissenschaften auf der Basis gesicherter Erkenntnisse Methoden bereit, die für die Entstehung und Verwendung neuer Systeme und Verfahren erforderlich sind.

Zu den technikspezifischen Methoden gehören z. B. Parameteruntersuchung, Fehlersuche, analytische Tests, konstruktive Tests, Systemanalyse, Produktanalyse, Konstruktion, Fertigung, Optimierung, Theoriebildung und Modellbildung (siehe Kapitel 3.2.2).

Über die umfassende Kenntnis, die sichere Anwendung und die angemessene Beurteilung technikspezifischer Methoden hinaus wird technisches Denken und Handeln von der kompetenten Beherrschung der Vorgänge in soziotechnischen Handlungssystemen bestimmt. Neben dem Zugewinn an Erkenntnis steht in dem final orientierten Fach Technik immer auch die Erzeugung, Nutzung und Beseitigung von Systemen und Verfahren im Vordergrund, die zur Deckung eines individuell oder gesellschaftlich festgestellten Bedarfs benötigt werden. Die dazu erforderlichen Denk- und Handlungsweisen werden in besonderer Weise geschult, wenn man an einem exemplarischen Beispiel die Entstehungs-, Verwendungs- und Entsorgungsprozesse entweder nachvollzieht oder besser noch selbstständig in der schulischen Umgebung ausführt.

Ein solcher Prozess beginnt mit der Festlegung eines Ziels hinsichtlich der beabsichtigten Umgebungsveränderung und endet mit der Bewertung des erzielten Erfolgs. Da die soziotechnischen Handlungssysteme, in denen sich diese Prozesse vollziehen, von unterschiedlicher Komplexität und hierarchischem Rang sein können, kann die beabsichtigte Umgebungsveränderung einerseits unter Zuhilfenahme eines Werkzeuges zu erreichen sein, andererseits kann aber auch ein ganzer Betrieb mit Kundschaft und Entsorgungsabteilung beteiligt sein.

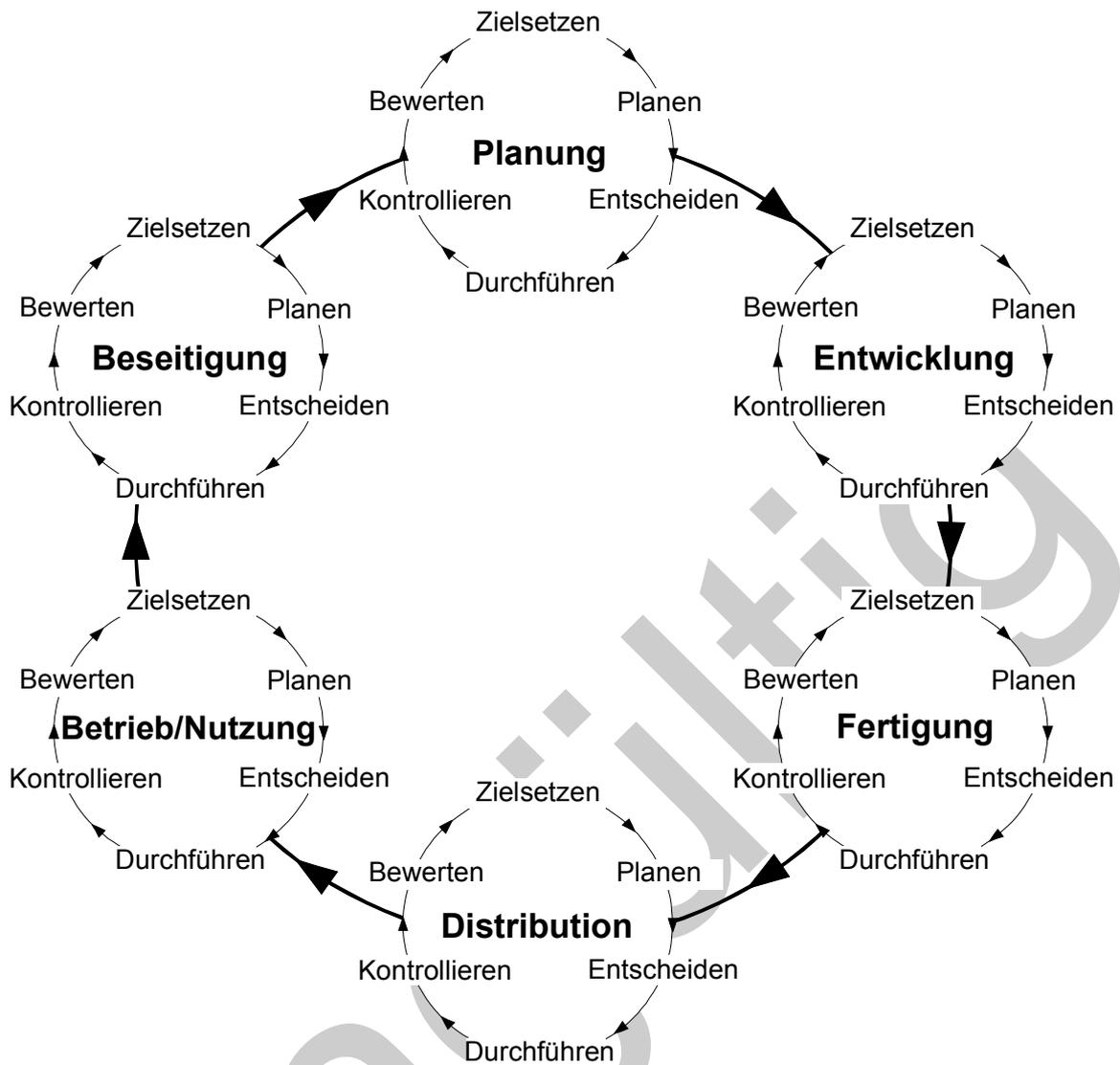


Bild 2: Werdegang eines technischen Systems

Daher soll im Unterricht von der Planung über die Entwicklung und die Herstellung ebenso auch der Betrieb und die Nutzung eines Produkts, Systems oder Verfahrens behandelt werden. Die Rückführung der materiellen Bestandteile in neue Herstellungsprozesse oder in die Natur am Ende der betrieblichen Lebensdauer schließt auch die Bearbeitung im Unterricht ab. Dabei haben in jeder Phase dieses Werdegangs die technikspezifischen Methoden in unterschiedlicher Abfolge auch eine unterschiedliche Relevanz. In der Planungsphase z. B. haben antizipierende Methoden eine hohe Bedeutung, bei der Herstellung eher realisierende Methoden.

Die Bearbeitung des Werdegangs eines technischen Systems oder Verfahrens im Unterricht hat den Vorteil, dass durch die Phasenfolge der unterrichtliche Ablauf einen festgelegten Verlauf erfährt. Es sollte aber auch bedacht werden, dass bei einem solchen Vorgehen zu Beginn der Unterrichtseinheit in den Phasen der Zielsetzung und Planung, aber auch in der Konstruktionsphase sehr hohe Anforderungen an die Abstraktionsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler gestellt werden, weil in diesen Phasen vorausgedacht werden muss, was hinterher entstehen soll.

Planung	Analyse des technischen Aufbaus realer Anlagen zur Mülltrennung (Magnetabscheider, Windsichter, Fließbänder, Herstellung eines Mustermüllgemisches) Konstruktionskriterien für Bänder, Windsichter, Magnetabscheider
Entwicklung	Konstruktion oder Identifikation nutzbarer Teilsysteme für <ul style="list-style-type: none"> • Fließband: Gestell, Band, Antrieb (Materialwahl, Statik, Festigkeit, Elektromotoren, Getriebe) • Magnetabscheider: Elektromagnet (variable Feldstärke, Kraftwirkung, Anordnung für optimale Anziehung/Abwurf) • Windsichter: Lüfter, Falleinrichtung (räumliche Anordnung, Variation der Windgeschwindigkeit, Trennwirkung) • Erstellung von Fertigungsunterlagen für die Teilsysteme und Montageanleitungen für das Gesamtsystem
Fertigung	Materialbeschaffung, Werkzeugwahl und -bereitstellung, Fertigungsverfahren
Distribution	Montage der Komplettanlage
Betrieb/Nutzung	Betriebsanalyse und Optimierung im Hinblick auf das Mustermüllgemisch
Beseitigung	Analyse der Wiederverwertbarkeit der benutzten Bauelemente

Bild 3: Beispiel für die unterrichtliche Gestaltung des Werdegangs eines technischen Systems

Ebene 3: Sachsysteme und Verfahren mit ihrer Struktur und ihrer Funktion

Die Zusammenstellung und die exemplarische Auswahl von Gegenständen auf der Ebene technischer Sachsysteme und Verfahren vereinfacht sich durch den systemtheoretischen Ansatz innerhalb der Allgemeinen Technologie. Durch die Kategorien Stoff, Energie und Information und die Funktionen Umwandlung, Transport und Speicherung lässt sich eine Matrix aufstellen, in die sich alle technischen Hervorbringungen einordnen lassen.

Der Übersicht halber ist in der nachstehenden Abbildung diese Matrix mit einigen Sachsystemen, Verfahren und Produkten beispielhaft angefüllt worden:

Funktion Attribute	Wandlung	Transport	Speicherung
Stoff	Biogasanlage Thermische Trennverfahren Hochofenprozess	Pipeline, Tanker Güterfernverkehr Fördersysteme	Hochregallager Mülldeponie Wasserstoffspeicher
Energie	Thermisches Kraftwerk Photovoltaik Elektrolyse	Stromverbundnetz Fernwärmeverbundnetz	Pumpspeicherwerk Akkumulatoren Speicherheizung
Information	Codiersysteme Telefon Robotik	Funkverkehr Lichtwellenleiter Datenfernübertragung Internet/ Intranet	Festplatte, CD Magnetband SPS

Bild 4: Beispiel konkreter technische Sachsysteme

Unter Berücksichtigung der Lebensbereiche der Schülerinnen und Schüler gemäß der didaktischen Konzeption lassen sich aus dieser Sammlung von Sachsystemen und Verfahren exemplarische Unterrichtsgegenstände auswählen und durch Verknüpfung mit entsprechenden intentionalen Absichten Unterrichtsthemen formulieren. Die Sachebene umfasst die Aneignung von grundlegendem, übertragbarem, bedeutsamem und zeitinvariantem Wissen über technische Gegenstände, Verfahren und Sachverhalte. Sie schließt das Kennenlernen von Funktion, Wirkungsweise und Nutzung verbreiteter technischer Repräsentanten ebenso ein, wie Fähigkeiten und Fertigkeiten zum Gebrauch der Technik und das Darstellen technischer Sachverhalte.

Bereich II: Lernen im Kontext

Immer dann, wenn im Unterricht über die Bearbeitung eines Sachthemas hinaus Aspekte aus anderen Lebens- und Erfahrungsbereichen der Schülerinnen und Schüler thematisiert werden, findet Lernen im Kontext statt. Durch die Bearbeitung von Themen in einem größeren Zusammenhang wird der Blick der Schülerinnen und Schüler über die Grenzen des eigenen Faches hinaus geschärft. Neben der somit stattfindenden persönlichen Entfaltung in sozialer Verantwortlichkeit wird besonders das wissenschaftspropädeutische Arbeiten gefördert, da beim Lernen im Kontext stets problem- und prozessbezogenes Denken und das Denken in Zusammenhängen erforderlich ist.

Die allgemeine Technologie, die das einzelne technische Sachsystem oder Produkt immer im Zusammenhang mit seiner Entstehung und Verwendung sieht, eignet sich besonders als Basis für einen kontextorientierten Technikunterricht.

Für die Auswahl von Anwendungsfeldern eines kontextorientierten Technikunterrichts werden neben dem inhaltlich wie methodisch Lernbaren aus der allgemeinen Technologie auch Aspekte berücksichtigt, die für die Lebensbewältigung, die Lebensgestaltung und die Lebensbedingungen der Schülerinnen und Schüler in der Gegenwart und in der Zukunft eine wesentliche Bedeutung haben.

Die folgenden Anwendungsfelder der Technik, die eine umfassende Beschäftigung mit den fachlichen Inhalten und Methoden aus dem Bereich I ermöglichen, bilden die Grundlage für die Auswahl der Unterrichtsthemen und -gegenstände:

- **Versorgung und Entsorgung**
- **Transport und Verkehr**
- **Information und Kommunikation**
- **Automation.**

Diese vier Anwendungsfelder erfassen einerseits die Handlungsbereiche, in denen sich die Schülerinnen und Schüler in und nach ihrer Schulzeit bewegen sollen. Andererseits umschließen die vier Anwendungsfelder die Inhalte und Methoden des Faches vollständig und nahezu überschneidungsfrei.

Den drei ersten inhaltlich orientierten Anwendungsfelder lassen sich Unterrichtsthemen zuordnen, die man der Sachsystemmatrix in Bild 4 entnehmen kann. Im Vergleich dazu wird aus der Darstellung in Bild 5 ersichtlich, dass diese drei Anwendungsfelder die Menge der denkbaren technischen Sachsysteme vollständig abdeckt.

Funktion ⇒ Attribute	Wandlung	Transport	Speicherung
Stoff	Versorgung und Entsorgung	Transport und Verkehr	
Energie			
Information	Information und Kommunikation		

Bild 5: Zuordnung der Anwendungsfelder zu den Kategorien technischer Systeme

Der Informationsumsatz ist vollständig im Anwendungsbereich „Information und Kommunikation“ aufgegangen. Deutlicher als dies in der Sachsystemmatrix werden kann, umfasst dieses Anwendungsfeld durch die Betonung der Kommunikation auch die inhaltlichen Bereiche, die über die Bearbeitung der genannten Sachsysteme hinausgehen.

Den Anwendungsfeldern „Versorgung und Entsorgung“ und „Transport und Verkehr“ werden die Bereiche des Stoff- und Energieumsatzes zugeordnet. Die Gegenstände, die in diesen beiden Anwendungsfeldern bearbeitet werden, entstammen vollständig den entsprechenden Bereichen der Sachsystemebene. Auch hier

wird durch die Wahl dieser Anwendungsfelder die angestrebte Kontextorientierung deutlich, weil eben die Zunahme von Handlungskompetenz z. B. im Bereich der Müllentsorgung mehr erfordert, als die unterrichtliche Behandlung einer Müllverbrennungsanlage.

Dem Anwendungsfeld **Automation** werden die technikspezifischen Methoden der „Fertigung“ und „Optimierung“ zugeordnet.

Bereich III: Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens

Wissenschaftspropädeutisches Lernen in der gymnasialen Oberstufe zielt darauf ab, die Schülerinnen und Schüler mit den Methoden und Formen **selbstständigen** Arbeitens vertraut zu machen. Voraussetzung hierfür sind einerseits grundlegende Kenntnisse fachlicher Inhalte und Methoden und andererseits die Möglichkeit, diese Kenntnisse in größeren Zusammenhängen anwenden zu können.

Der Unterricht leitet die Schülerinnen und Schüler dazu an,

- ein Thema/eine Aufgabe **selbstständig** zu wählen und zu planen
- Methoden und Techniken der Informationsbeschaffung zeitökonomisch, gegenstands- und problemangemessen einzusetzen
- Informationen und Materialien ziel- und sachangemessen zu ordnen und zu gliedern
- bei der Überprüfung unterschiedlicher Lösungsmöglichkeiten sowie der Darstellung und Begründung von Arbeitsergebnissen planvoll und zielstrebig zu arbeiten
- zu einer sprachlich angemessenen, schriftlichen und mündlichen Darstellung zu gelangen
- Medien planvoll einzusetzen
- die Ergebnisse in einem freien Vortrag darzustellen

Durch die fachlich notwendige Handlungsorientierung des Unterrichts realisiert das Fach Technik in besonderer Weise dieses Prinzip wissenschaftspropädeutischen Lernens, denn technische Handlungsfähigkeit bezeichnet die durch Erfahrung, Einsicht und Motivation gesteuerte **selbstständige** Bewältigungsfähigkeit von Bedürfnislagen, die in ganzheitlichen Situationen des privaten, beruflichen und gesellschaftlichen Lebens auftreten und die zielgerichtete Verwendung von Produkten, Systemen und Verfahren einbeziehen.

Durch die beiden folgenden technikspezifischen Methoden gelingt es in besonderer Weise, das **selbstständige** Arbeiten zu fördern.

• **Konstruktionsaufgabe**

Diese Aufgabe ist vom zweckorientierten Planen, Entwerfen und Konstruieren geprägt. Sie wird als Projekt oder innerhalb eines Projekts gestellt und in Kleingruppen bearbeitet. Daher ist das Maß der Eigenständigkeit bei der Bearbeitung hier besonders hoch. Dies betrifft nicht nur die gegenstands- und problemange-

messene Informationsbeschaffung sondern auch die Überprüfung der verschiedenen Lösungsmöglichkeiten bei der Ausarbeitung der Konstruktion.

- **Fertigungsaufgabe**

Das Fertigen und Produzieren von Systemen und Verfahren nach eigenen, unter Umständen auch nach fremden Entwürfen ist fester Bestandteil des Technikunterrichts, wobei der Schwerpunkt auf der Konzeption des Fertigungsablaufs liegt. Diese Aufgabe wird innerhalb eines Projekts in kleinen Gruppen selbstständig bearbeitet. Die zeitökonomische und problemangemessene Auswahl von Material und Werkzeug ist hierbei ebenso von Bedeutung, wie die Darstellung und Begründung von Arbeitsergebnissen.

Darüber hinaus tragen die beiden folgenden Unterrichtsverfahren, die auch im Technikunterricht einen besonderen Stellenwert haben, zum Einüben selbstständiger Arbeitsformen bei:

- **Projekt**

Im Rahmen eines handlungsorientierten Technikunterrichts ist das Projekt als Unterrichtsverfahren von ganz besonderer Bedeutung. Es nimmt durch seine Produktorientierung und seinen Verlauf den finalen Charakter der Technik einerseits und die Genese technischer Systeme und Verfahren andererseits besonders gut auf. Darüber hinaus lassen sich in einem Projekt die ökonomischen, ökologischen, sozialen und gesellschaftlichen Implikationen technischen Handelns erfahrbar machen. Bei der Durchführung eines Projekts bieten sich vielfältige Möglichkeiten Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens einzuüben. Dies beginnt mit der Informations- und Materialbeschaffung, setzt sich über die Entscheidung bei verschiedenen Lösungsmöglichkeiten fort und schließt eine angemessene Dokumentation der Arbeitsergebnisse ein.

- **Fallstudie**

Als vorwiegend analytisches Verfahren lässt die Fallstudie im Technikunterricht Zusammenhänge und Strategien der industriellen Produktion und Konsumption erfahrbar werden. Zur Vorbereitung einer Fallstudie ist es notwendig, eine Vielzahl von Informationen und Materialien ziel- und sachangemessen zu ordnen und zu gliedern und für den Vortrag in eine sprachlich angemessene Form zu bringen. Dies fördert die Fähigkeit, Entscheidungen zu entwickeln, Entscheidungsalternativen zu diskutieren und Denkprozesse sprachlich korrekt darzustellen.

Dabei erfüllt vor allem der projektorientierte Unterricht die gestellten Anforderungen; er ist die zentrale Unterrichtsmethode des Faches. Die entscheidende Leistungsfähigkeit dieser Methode liegt in der Förderung des selbstbestimmten Lernens und in der Entwicklung sozialer Verhaltensweisen.

Ergänzt werden diese Methoden durch Unterrichtsformen, die die spezielle Absicht der Förderung von selbstständigem Arbeiten verstärken. Hier sind neben anderen zu nennen:

- **Facharbeit** als selbstständig anzufertigende Arbeit zu einem gestellten Thema, die je nach Festlegung der Schule entweder eine Klausur ersetzen kann oder als selbstständige Schülerarbeit zur Beurteilung der „Sonstigen Mitarbeit“ eingesetzt wird
- **Referat** als eigenständige Ausarbeitung und Vortrag eines selbstgewählten Themas
- **Recherche** als eigenständige Sammlung, Ordnung, Bewertung und Dokumentation von Informationen zu einem festgelegten Thema aus der Literatur oder elektronischen Medien wie CD-ROM und Internet

2.2 Zuordnung der Themen und Gegenstände zu den Bereichen des Faches

Ein Thema, das unterrichtliches Geschehen umschreiben soll, greift einen konkreten technischen Gegenstand auf, der mit einer bestimmten Zielsetzung und durch den Einsatz von Unterrichtsmethoden und Medien im Unterricht bearbeitet wird.

Die Gegenstände für den Technikunterricht ergeben sich aus dem Bereich I als Sachsysteme, Verfahren oder Produkte einerseits oder als grundlegende Methoden der Technik oder als Systeme, in denen sich die Wechselbeziehungen technischer Systeme mit Natur und Gesellschaft realisieren lassen, andererseits. Der unterschiedliche hierarchische Rang der Gegenstände bedingt, dass die Sachsysteme mehr oder weniger viele Subsysteme und Relationen enthalten können. Für den Unterricht bedeutet dies eine sehr unterschiedliche Ergiebigkeit sowohl hinsichtlich der zur Bearbeitung erforderlichen Zeit als auch in Bezug auf das angestrebte Niveau.

Das aus Gegenstand und intentionaler Absicht gebildete Thema lässt sich einem der Anwendungsfelder der Technik aus dem Bereich II zuordnen, da die Gegenstands- und die Anwendungsfelder einen unmittelbaren Bezug zueinander haben (siehe Bild 5 und Bild 6). Diese Zuordnung stellt sicher, dass der ausgewählte Gegenstand im Unterricht in einem umfassenden Zusammenhang bearbeitet wird. Eine technizistisch verengte Sicht auf die Sachsysteme der Technik im Unterricht wird so ausgeschlossen.

Bei der Ausarbeitung des Themas für den Unterricht wird deutlich, dass eine oder mehrere der im Bereich III genannten Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens für den Unterricht eine wesentliche Rolle spielt. Der Nachweis dieser Phasen erscheint umso bedeutungsvoller, als gerade die Selbstständigkeit bei der Informationsbeschaffung, ihrer Bearbeitung und der abschließenden Darstellung für wissenschaftspropädeutisches Lernen immer unverzichtbarer werden.

Im Folgenden werden an einigen konkreten Themen Hinweise zur inhaltlichen Gestaltung gegeben. Die Beschreibungen geben keine zeitliche Abfolge in der Unter-

richtsgestaltung wieder. Sie sollen vielmehr beispielhaft Inhalte aus den drei Bereichen des Faches Technik aufzeigen, die bei der Gestaltung der eigenen Unterrichtseinheiten herangezogen werden können. Auch kann nicht erwartet werden, dass immer alle aufgeführten Inhalte und Methoden in einem Kurs unterrichtlich realisiert werden. Sie haben Vorschlagscharakter.

	Thema
1	Mülltrennung
2	Solar-Wasserstoff-Wirtschaft
3	Versorgung mit elektrischer Energie
4	Herstellung von Vergaserkraftstoff aus Rohöl
5	Versorgung einer Region mit Fernwärme
6	Rapsöl als alternativer Kraftstoff
7	Photovoltaik
8	Strom im Verbund
9	Logistik in der Fertigung
10	Die Eisenbahn – ein schienengebundenes Transportsystem
11	Spannungs- und frequenzgeregelte Elektrizitätsversorgung
12	Sicherheits- und Alarmtechnik
13	Telemetrie
14	Vernetzung von Computern
15	Fahrerloses Transportfahrzeug
16	Roboter
17	Automatisierung der Telefonvermittlung

Bild 6: Zusammenstellung von Beispieltiteln

Thema 1: Mülltrennung

Lernen im Kontext	
Versorgung und Entsorgung	Zusammenhang Wohlstand und Müllproduktion Siedlungsabfälle und Industriemüll (Entstehung und Zusammensetzung, Müllmengenentwicklung, Deponiekapazitäten) Müllbehandlungsarten (Trennen, Wiederverwenden/Kompostieren, thermische Verwertung, Deponierung, Pyrolyse) Umweltverschmutzung und Umweltschutz in Entsorgungsanlagen Struktur der Entsorgungswirtschaft (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, Duales System Deutschland, Kostenstruktur der Müllentsorgung, Lokale Struktur der Abfallbeseitigung)
Fachliche Inhalte	
Ebene: Methoden der Technik im Werdegang technischer Systeme	
Systemanalyse	Analyse des technischen Aufbaus realer Anlagen zur Mülltrennung (Magnetabscheider, Windsichter, Fließbänder, Herstellung eines Mustermüllgemisches) Konstruktionskriterien für Bänder, Windsichter, Magnetabscheider
Konstruktion	Konstruktion von Teilsystemen für Fließbänder: Gestell, Band, Antrieb (Materialwahl, Statik, Festigkeit, Elektromotoren, Getriebe)
Analytische Tests	Magnetabscheider: Elektromagnet (variable Feldstärke, Kraftwirkung, Anordnung für optimale Anziehung/Abwurf)
Parameteruntersuchungen	Windsichter: Lüfter, Falleinrichtung (räumliche Anordnung, Variation der Windgeschwindigkeit, Trennwirkung)
Fertigen	Materialbeschaffung, Werkzeugwahl und -bereitstellung, Fertigungsverfahren
Optimieren	Betriebsanalyse und Optimierung im Hinblick auf das Mustermüllgemisch
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Konstruktionsaufgaben	Konstruktion der Modellanlagen
Fertigungsaufgaben	Fertigung der Modellanlagen
Projekt	Realisierung einer Müllsortieranlage und Optimierung des Betriebsverhaltens
Referat	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz und Duales System (DSD) Struktur der lokalen Müllentsorgung Anlagenteile (Getriebe, Motor, Elektromagnet, ...)

Thema 2: Solar-Wasserstoff-Wirtschaft

Lernen im Kontext	
Versorgung und Entsorgung	Energiebedarf (global, regional, lokal, individuell) Regenerative und nichtregenerative Energieträger und ihr Anteil an der Bedarfsdeckung Technische, wirtschaftliche und ökologische Aspekte bei der Nutzung photovoltaischer Systeme zur ressourcenschonenden und umweltverträglichen Energiebedarfsdeckung
Fachliche Inhalte	
Ebene: Sachsysteme und Verfahren mit ihrer Struktur und Funktion	
Energieumwandlung	Solarzellen (physikalische Funktionsweise, technischer Betrieb, Ökobilanz Herstellung/Nutzung) Elektrolyseapparate, Brennstoffzellen (elektrochemische Funktion, technischer Betrieb, Wirkungsgrade)
Stoffumwandlung	Elektrolyseapparate, Brennstoffzellen (chemie-/verfahrenstechnische Prinzipien, Konstruktions- und Betriebskriterien unter stofflichen Aspekten, Kosten) Pipelines, Tankschiffe, Tankwaggons, Tankwagen zum Transport von Wasserstoff Speichersysteme zur Aufnahme von Sauerstoff und Wasserstoff
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Konstruktionsaufgaben	Konstruktion von Solarmodulen zur Elektrolyse (Parallel- und Reihenschaltung, Bypass- und Überbrückung, Aufständigung und Nachführung)
Projekt	Erstellung einer solarbetriebenen Elektrolyseanlage (Elektrolysevorrichtung, Auffangbehälter, Elektrodenmaterial)
Referat	Wasserelektrolyse Kommentierte Darstellung von Internetquellen zur Solar-Wasserstoff-Wirtschaft

Thema 3: Versorgung mit elektrischer Energie

Lernen im Kontext	
Versorgung und Entsorgung	Bedeutung der Versorgung mit elektrischer Energie aus fossilen Brennstoffen Begrenztheit der Ressource fossiler Brennstoffe Kraftwerk und Umwelt (TA Luft, GFAV) Energiewirtschaftsgesetz Strategien für eine zukünftige Versorgung (Energieeinsparen, regenerative Energien, Fusionsenergie)
Fachliche Inhalte	
Ebene: Sachsysteme und Verfahren mit ihrer Struktur und Funktion	
Energieumwandlung	Feuerung und Turbine (Brennstoff-, Rauchgasumlauf, Brennstoffeigenschaften, Wärmetausch, Wärmediagramm, thermischer Wirkungsgrad) Generator (Induktion, Drehstrom, Leerlauf- und Lastverhalten) Energietransport: Transformator, Freileitung/Kabel (Kosten, Strombelastung, Wartung, Isolation) Verbundnetz (Netzplan, Netzformen, Leitungsauslegung, Spannungsgirlande, Schaltsysteme)
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Projekt	Konstruktion, Betrieb und Betriebsoptimierung eines Verbundnetzmodells (Netzplan, Leitungsauslegung, Netzform, Analyse des Netzes durch Messen und Rechnen, Optimieren hinsichtlich der Spannungshaltung)
Planspiel	Verlegung einer neuen Hochspannungsleitung in schulnaher Umgebung (Nachweis der Notwendigkeit, Alternativen zur Verlegung, ökonomische und ökologische Folgen der Verlegung)
Referat	Grundlagen des Energietransports (Freileitung oder Kabel)

Thema 4: Herstellung von Vergaserkraftstoff aus Rohöl

Lernen im Kontext	
Versorgung und Entsorgung	<p>Allgemeine Energiesituation (Energieressourcen, regenerative Energien, saubere Energien, ...)</p> <p>Einflüsse auf den Mineralölmarkt (Angebot, Nachfrage, Preisentwicklung, ...)</p> <p>Das CO₂ und die fossilen Brennstoffe</p> <p>Erdölchemie und Erdölprodukte (natürliche, technische und wirtschaftliche Aspekte)</p> <p>Mobilität und Individualverkehr (Moped, Motorrad, Auto, ...)</p> <p>Umweltverschmutzung und Umweltschutz beim Transport und Umgang mit Erdöl und Erdölprodukten</p>
Fachliche Inhalte	
Ebene: Sachsysteme und Verfahren mit ihrer Struktur und Funktion	
Stoffumwandlung	<p>Rohöl ein Mehrstoffgemisch (Dichtebestimmung, Viskositätsbestimmung, Schwefelgehalt)</p> <p>Trennung von Rohöl in Fraktionen (Zusammensetzung von Rohöl; Verdampfen, Sieden und Kondensieren; Siedetemperatur, Siedebereich, Siedetemperatur und Dampftemperatur; Verdampfungsenergie und Kondensationsenergie; Dampfdruck)</p> <p>Gesetzliche Bestimmungen zur Betriebssicherheit und zur Gefährdung, z. B. durch Benzol bei der Herstellung von Rohbenzin aus Erdöl</p> <p>Anpassung des Rohbensins an Vergaserkraftstoffe (Produktoptimierung)</p> <p>Stofftransport (physikalische und technische Verfahren zum Aufsuchen, Erschließen und Gewinnen von Erdöl, ökologische, sicherheitstechnische und physikalische Anforderungen beim Transport des Erdöls von den Lagerstätten zu den Raffinerien, Distribution der Erdölprodukte zu den Verbrauchern)</p> <p>Stoffspeicherung (Speicherung des Bensins in Raffinerien und an Tankstellen, Sicherheits- und Umweltschutzmaßnahmen beim Speichern von Rohöl und Benzin)</p>
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Konstruktionsaufgabe	Bau einer Rektifizieranlage aus verschiedenen Anlagekomponenten
Projekt	Herstellung von Rohbenzin aus Erdöl Produktoptimierung von Rohbenzin zu einem Vergaserkraftstoff
Referat	Ökologische und wirtschaftliche Gesichtspunkte beim Transport von Rohöl

Thema 5: Versorgung einer Region mit Fernwärme

Lernen im Kontext	
Versorgung und Entsorgung	Die Begrenztheit der fossilen Energiereserven Energieeinsparung als Beitrag zum Umweltschutz Versorgungsabhängigkeiten der Gesellschaft Geschichte der Fernwärmenutzung
Fachliche Inhalte	
Ebene: Sachsysteme und Verfahren mit ihrer Struktur und Funktion	
Energieumwandlung	Verschiedene Fernwärmekraftwerke mit allen Subsystemen Die Feuerung in Fernwärmekraftwerken Die besondere Rolle der Turbine in Fernwärmekraftwerken Energietransport (Aufbau und Struktur von Fernwärmenetzen, Energietransport mit flüssigen Medien, Verlustberechnungen, Dimensionierung von Wärmetauschern) Energiespeicherung (Speicherverfahren für thermische Energie, Dimensionierung der Wärmedämmung des Speichers)
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Fertigungsaufgabe	Planung und Fertigung eines Wärmetauschers
Konstruktionsaufgabe	Modell eines Fernwärmenetzes
Projekt	Konstruktion, Betrieb und Betriebsoptimierung eines Fernwärmenetzmodells
Referat	Der Fernwärmeprozess im Kreisdiagramm Blockheizkraftwerke mit Diesel- und Gasmotoren Energiebilanzen bei Verbrennungsvorgängen Verluste beim Wärmetransport durch Rohre
Recherche	Geothermisch gespeiste Fernwärmesysteme

Thema 6: Rapsöl als alternativer Kraftstoff

Lernen im Kontext	
Versorgung und Entsorgung	Allgemeine Energiesituation Intensive Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Flächen mit nachwachsenden Energierohstoffen
Fachliche Inhalte Ebene: Wechselbeziehungen soziotechnischer Handlungssysteme mit Natur und Gesellschaft	
Natural	Pflanzenarten Landwirtschaftliche Rahmenbedingungen CO ₂ -Bilanz Energiedichte von nachwachsenden Rohstoffen Verfahren zur Nutzung nachwachsender Energierohstoffe Probleme der Nutzung nachwachsender Energierohstoffe Anpassung von Bio-Kraftstoffen an die Motortechnik Anpassung der Motortechnik an Bio-Kraftstoffe Wirkungsgradbetrachtungen Abgaszusammensetzung, Katalysatortechnik
Human	Versorgungssicherheit Reduzierung von Gefahrstoffen in der Atmosphäre
Sozial	Landwirtschaftliche Arbeitsplatzbedingungen Infrastrukturanforderungen Akzeptanzprobleme
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Fertigungsaufgabe	Schneckenförderer für Schüttgut
Konstruktionsaufgabe	Kontinuierliche Beschickungsanlage für eine Ölpresse
Projekt	Vom Saatgut zum Bio-Kraftstoff
Referat	Nutzung von Bio-Kraftstoffen zu Raumheizungszwecken
Recherche	Rapsölverwendung weltweit

Thema 7: Photovoltaik

Lernen im Kontext	
Versorgung und Entsorgung	Begrenztheit fossiler Primärenergieträger Argumentationshilfen in Diskussionen über die zukünftige Energieversorgung CO ₂ -Einsparung durch die Nutzung regenerativer Energiequellen
Fachliche Inhalte Ebene: Wechselbeziehungen soziotechnischer Handlungssystemen mit Natur und Gesellschaft	
Natural	Physik der Solarzelle (Halbleiter, Sperrschicht, Photostrom, Kennlinie einer Solarzelle) Optimale Anpassung von Photovoltaikmodul und Verbraucher durch Spannungswandler und MPP-tracking Das Photovoltaikmodul als alternative oder additive Energiequelle
Human	Unabhängigkeit der individuellen Energieversorgung von der öffentlichen Stromversorgung durch Photovoltaikanlagen Gestaltung von Photovoltaikmodulen in der Landschaft
Sozial	Wirtschaftlichkeitsberechnungen bei der Versorgung mit Photovoltaikmodulen Historische Entwicklung der Photovoltaik Öffentliche Förderung als Maß für den Stellenwert der Photovoltaik in der Politik
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Fertigungsaufgaben	Solar-Akku-Lader; Wechselrichter
Konstruktionsaufgaben	Auslegung und Konstruktion eines gesicherten Photovoltaikmoduls zur Versorgung einer Wetterstation mit Telemetrieanlage
Fallstudie	Errichtung einer aus verschiedenen Quellen geförderten Photovoltaikanlage auf einem Privathaus
Referat	Nach wie viel Betriebsstunden hat sich eine Photovoltaikanlage energetisch und wirtschaftlich amortisiert?

Thema 8: Strom im Verbund

Lernen im Kontext	
Transport und Verkehr	Energiewirtschaftsgesetz und seine Folgen Sicherung des ständigen Ausgleichs von Angebot und Nachfrage nach elektrischer Energie, Energiekosten und Wirtschaftsstandort Deutschland
Fachliche Inhalte	
Ebene: Wechselbeziehungen soziotechnischer Handlungssysteme mit Natur und Gesellschaft	
Natural	Physikalische Prinzipien (Kirchhoffsche Regeln, Strahl- und Maschennetze, Spannungsabfall, Leistung, Wirkungsgrad, Drehstromübertragung, Transformatoren, Spannungsebenen) Ingenieurwissenschaftliche Erkenntnisse/Methoden bei der Planung, Entwicklung Fertigung und Betrieb realer Netze/unterrichtlicher Netzmodelle (Subsysteme der Hochspannungsverteilung, Leitungsmaterial/-aufbau, Freileitung/Kabel, thermisch zulässiger Dauerstrom, Schaltanlagen, Parallelschaltung von Generatoren, Blitzschutz) Trassenplanung
Human	Versorgungssicherheit, Qualitätssicherung (n-1-Prinzip, Spannungshaltung) Schutzmaßnahmen (Arbeitsschutz, Schutzleiter, physiologische Wirkung von Stromschlägen)
Sozial	Kostenstruktur (Energiewirtschaftsgesetz, EG-Binnenmarkt, Stromerzeugungs-/verteilungskosten) Geschichtliche Entwicklung der Stromversorgung im Verbund
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Konstruktionsaufgaben	Konstruktion eines Parallelschaltgerätes einer Wechselspannungsquelle und eines bestehenden Netzes (Messung von Spannungs-, Frequenz-, Phasendifferenz; Auswertung der Messung und Erzeugung eines Zuschaltimpulses)
Fertigungsaufgaben	Fertigung eines Verbundnetzmodells im Bereich der örtlichen Stromversorgung (Erstellen eines Netzplans, Auswahl der Versorgungsleitung, Aufbau und Analyse des Netzmodells, Testen der verschiedenen Optimierungsmöglichkeiten)
Projekt	Entwicklung, Fertigung und Betriebsoptimierung eines Verbundnetzmodells im Bereich der örtlichen Stromversorgung
Referat	Physiologische Wirkung von Stromschlägen Einsatzkriterien verschiedener Kraftwerkstypen im Verbund
Recherche	Kennwerte und Einsatzmöglichkeiten für Kabel und Freileitungen VDE-Richtlinien Hauptschaltleitung der örtlichen Verbundversorgung

Thema 9: Logistik in der Fertigung

Lernen im Kontext	
Transport und Verkehr	Transportanlage in Produktionsbereichen (Material, Werkzeug, Produkte) Optimierung des Materialflusses Integration von Produktion und Transport („Just in time“-Produktion)
Fachliche Inhalte	
Ebene: Sachsysteme und Verfahren mit ihrer Struktur und Funktion	
Stofftransport	Fahrzeug (Schlepper) Be- und Entladevorrichtung Leiteinrichtung
Stoffspeicherung	Material- und Werkzeuglager Zwischenlager im Fertigungsbereich Fertigproduktlager
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Konstruktionsaufgaben	Schnittstelle zur Fahrzeugsteuerung
Fertigungsaufgaben	Betriebsfertiges Fahrzeug
Projekt	Steuerungsprogramm für ein führerloses Transportsystem
Recherche	Aufbau, Funktion und Verwendung von Schrittmotoren

Thema 10: Die Eisenbahn – ein schienengebundenes Transportmittel

Lernen im Kontext	
Transport und Verkehr	Gibt es einen Zusammenhang zwischen Mobilität und Wohlstand? Wirtschaftlichkeit des schienengebundenen Güter- und Personenverkehrs Umweltbelastungen durch den Individualverkehr, Verkehrsinfarkt
Fachliche Inhalte	
Ebene: Sachsysteme und Verfahren mit ihrer Struktur und Funktion	
Stofftransport	Struktur des Güter- und Personenverkehrs (Preise, Infrastruktur, Zuverlässigkeit) Aufbau, Struktur und Betrieb von Streckennetzen Antriebssysteme für schienengebundene Fahrzeuge Stoffspeicherung (Aufbau, Struktur und Betrieb eines Containerbahnhofs, „Just in time“-Lieferung im Güterverkehr)
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Fertigungsaufgabe	Weichensteuerung beim Rangierbahnhofmodell
Konstruktionsaufgabe	Zusammenführen von Teilsystemen zu einem Rangierbahnhofmodell
Projekt	Betriebsoptimierung eines Rangierbahnhofmodells
Referat	Funktionsweise von Dampflokomotiven Technik der Magnetschwebbahnen am Beispiel des Transrapid Energiebilanzen verschiedener Antriebskonzepte
Recherche	Die Rolle der Eisenbahn im geschichtlichen Rahmen

Thema 11: Spannungs- und frequenzkonstante Elektrizitätsversorgung

Lernen im Kontext	
Information und Kommunikation	Qualitätsoptimierung des Produkts Elektrizität Leistungs- und Frequenzregelung im Verbund
Fachliche Inhalte	
Ebene: Methoden der Technik im Werdegang eines technischen Systems	
Parameteruntersuchung	Spannungsregelkreis (Regelverstärkung, Belastung, Sollwert als Parameter und Istwert und Stellwert als Variable)
Produktanalyse	Analyse der zur Verwendung kommenden Drehzahlsensoren
Systemanalyse	Operationsverstärker (Aufbau, Differenzverstärkereingang, Gegentaktausgang, Funktionsgleichung für U_e und U_a)
Fertigung	Bau eines spannungsstabilisierten Netzgerätes Bau einer Drehzahlregelung für ein Modellkraftwerk
Konstruktiver Test	Test der Regelkreisschaltung Test der Laststufe
Optimierung	Auslegung der Kühlvorrichtung für die Leitungstransistoren Last- und temperaturabhängige Spannungsstabilisierung in Netzgeräten
Modellbildung	Modell einer Drehzahlregelung Schaltungstest mit einem Simulationsprogramm am Rechner
Theoriebildung	Gesetze des Regelkreises
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Projekt	Erstellung eines ausgangsspannungsgeregelten Netzgerätes (Querregelung, Längsregelung, Transistor und Operationsverstärker als Regler, Schaltregler)
Referat	Aufbau und Wirkungsweise eines Schaltreglers

Thema 12: Sicherheits- und Alarmtechnik

Lernen im Kontext	
Information und Kommunikation	Private und industrielle Sicherheitsdienste und Sicherheitstechniken Sicherheitstechnik in den Medien (Zeitungsartikel, Kriminalstatistiken, Versicherungsstatistiken, ...) Zusammenhang zwischen gesellschaftlicher Entwicklung, privatem Wohlstand und steigendem Sicherheitsbedürfnis Bedarf an privaten Haussicherungsanlagen Kosten für private Sicherheit
Fachliche Inhalte	
Ebene: Methoden der Technik im Werdegang technischer Systeme	
Konstruktion	Funktionen und Strukturen der geplanten Haussicherungsanlage Entwicklung von Teilsystemen für eine Zugangsüberwachung (Sensoren, Signalspeicherung, Alarmausgabe) unter Berücksichtigung physikalischer Funktionen, technischer Betriebsbedingungen und wirtschaftlicher Aspekte Stücklisten, Platinenentwurf und Bestückungspläne
Fertigung	Bereitstellen der erforderlichen Materialien und Werkzeuge Herstellung und Test der Teilsysteme für eine Zugangsüberwachung Vergleich unterrichtlicher mit industriellen Fertigungsmethoden Herstellung gedruckter Schaltungen für eine Zugangsüberwachung
Parameteruntersuchungen	Betriebskennwerte diverser Sensoren Parametrisierte Untersuchung der Signalverstärkung am Transistor
Konstruktiver Test	Montage und Test der Sensoren und Aktoren in einem Modellhaus oder dem Schulraum Qualitäts- und Funktionsprüfung des Modells
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Konstruktionsaufgabe	Ausbau der Zugangsüberwachung zu einer computergestützten Alarmanlage Entwicklung einer Lichtschranke
Projekt	Computergestützte Alarmanlage für ein Modellhaus oder einen Modellraum (Technik/Schulraum)
Exkursion	Kriminalkommissariat Vorbeugung (KKV)

Thema 13: Telemetrie

Lernen im Kontext	
Information und Kommunikation	Informationsbedarf von Mensch und Gesellschaft Fernüberwachung und Fernsteuerung, Chancen und Risiken der Informations- und Kommunikationstechnologie
Fachliche Inhalte	
Ebene: Methoden der Technik im Werdegang eines technischen Systems	
Systemanalyse	Analyse von Systemen der drahtlosen Datenfernübertragung Reduzierung auf die Ebene einer Telemetrieanlage Analyse der Wiederverwertbarkeit der benutzten Elemente
Konstruktion	Konstruktion der Teilsysteme für die Messwernerfassung, die Messwertübertragung, und die Messwertauswertung
Fertigung	Materialbeschaffung und Bau der Teilsysteme im Einzel- und im Fließbandverfahren
Konstruktiver Test	Entwickeln einer Testprozedur der Teilsysteme im Verlauf der Fertigung
Optimierung	Optimierung der Anlage im Hinblick auf ständige Erfassung und Auswertung von Daten, z. B. bei der Überwachung und Auswertung von Daten einer Wetterstation
Modellbildung	Bau einer fernmessenden Anlage zur Wetterbeobachtung
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Fertigungsaufgabe	Fertigung einer Telemetrieanlage zur ständigen Überwachung und Auswertung von Daten einer Wetterstation
Konstruktionsaufgabe	Konstruktion von Teilsystemen einer Telemetrieanlage, z. B. Module für Messwernerfassung, Messwertübertragung, Konfiguration von Schnittstellen
Projekt	Realisierung einer Gesamtanlage und Optimierung des Betriebsverhaltens
Exkursion	Besuch von Institutionen mit Telemetrieanlagen
Referat	Aufbau und Funktionsweise eines Spannungsmoduls Möglichkeiten des Einsatzes von Telemetrieanlagen
Recherche	Internetrecherche über Telemetrieanlagen

Thema 14: Vernetzung von Computern

Lernen im Kontext	
Information und Kommunikation	Bedeutung weltweiter Kommunikation Verfügbarkeit von Informationsquellen für alle Informationsflut Urheberrecht, Datenschutz Datensicherheit
Fachliche Inhalte	
Ebene: Sachsysteme und Verfahren mit ihrer Struktur und Funktion	
Informationsumwandlung	Informationseingabesysteme (z. B. Tastatur, Spracherkennung) Informationsausgabesysteme (z. B. Flachbildschirm, Drucker, Plotter) Umwandlung von Textdokumenten in Internetdokumente Datenkomprimierungsverfahren
Informationstransport	Koaxialkabel Lichtwellenleiter Funkverbindungen Übertragungsprotokolle
Informationsspeicherung	Platten, Bänder, Client-Server RAM, ROM, EPROM Wiederbeschreibbare CD
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Konstruktionsaufgabe	Serielle Verbindung mit Nullmodemkabel und Übertragungsprotokoll
Projekt	Erstellung einer technischen Präsentation im HTML-Format
Referat	Informationstransport über Lichtwellenleiter
Recherche	Entwicklung des Internets

Thema 15: Fahrerloses Transportfahrzeug

Lernen im Kontext	
Automation	Aufgabe von Modellen für die Herstellung von Fahrzeugen (Optimierung, Steuerung) Umfang und Ablauf von Fertigungen im Modellbereich Werdegang eines technischen Systems Transportanlagen in Produktionsbereichen (optimaler Materialfluss)
Fachliche Inhalte	
Ebene: Methoden der Technik im Werdegang technischer Systeme	
Konstruktion	Entwicklung von Chassis und Antrieb, technische Zeichnung der Fertigungskomponenten
Fertigung	Vorbereitung der Fertigungskomponenten, Montage, Betriebstest
Optimierung	Fahren auf Sicht, elementarelektronische Steuerung, computergestützte Steuerung
Modellbildung	Optimierungsmodelle hinsichtlich des computergestützten Betriebs im Modell einer Fertigungshalle
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Konstruktionsaufgaben	Fahrzeugchassis und -antrieb (Analyse verschiedener Antriebe, Dimensionierung von Antrieb und Wegmesseinrichtung, technische Zeichnung der Fertigungsdetails)
Fertigungsaufgaben	Betriebsfertiges Modellfahrzeug (Vorbereitung der Fertigungskomponenten, Montage des Fahrzeugs, Betriebstest und -beurteilung)
Projekt	Vollständiger Werdegang eines fahrerlosen Transportsystems
Recherche	Aufbau, Funktion und Verwendung von Schrittmotoren

Thema 16: Roboter

Lernen im Kontext	
Automation	Der Robotereinsatz im CIM-Betrieb als flexible Automatisierungsmittel im Bereich von Fertigung Veränderung der Arbeitsplatzstrukturen im Rahmen einer starren und flexiblen Automatisierung Technische, wirtschaftliche und humanitäre Gründe Sozialverträglichkeit und Akzeptanzbedingungen
Fachliche Inhalte	
Ebene: Methoden der Technik im Werdegang eines technischen Systems	
Analytischer Test	Untersuchung von Schrittmotoren und speziellen Sensoren
Systemanalyse	Analyse des Aufbaus eines Roboters und der prinzipiellen Wirkungszusammenhänge seiner Elemente Analyse der Arbeitsumgebung des Roboters Analyse des betriebsfertigen Robotermodells Analyse der Wiederverwertbarkeit der benutzten Elemente
Konstruktion	Konstruktion der Teilsysteme des Roboters: 1. mechanischer Aufbau: Achsen/Freiheitsgrade, Antriebssysteme 2. Sensoren: licht-, berührungs-, temperatur-, strahlungsempfindliche Messfühler 3. Messsysteme: digitale und analoge, absolute und inkrementale Messsysteme 4. Steuerungen: diverse Typen von Robotersteuerungen 5. Programmierung: Handsteuerung, halb- und vollautomatische Steuerungen
Fertigung	Materialbeschaffung und arbeitsteiliger Bau der entsprechenden Teilsysteme
Konstruktiver Test	Test der Subsysteme vor dem Zusammenbau
Optimierung	Optimierung im Hinblick auf den Einsatzbereich des Roboters (z. B. Werkzeugwechsel, Fahrwegoptimierung)
Modellbildung	Aufbau eines Robotermodells zur Handhabung von Werkzeugen
Theoriebildung	Punktsteuerungen, Bahnsteuerungen; Teach-in-Programmierung
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Technisches Experiment	Optimierung von Funktionseigenschaften von Antrieb und Steuerung
Systemanalyse	Analyse eines Robotermodells
Fertigungsaufgabe	Fertigung einer Modellanlage
Konstruktionsaufgabe	Konstruktion von Teilsystemen zum Modellroboter (z. B. Sensorik, Hardwaresteuerung, Software)
Projekt	Realisierung einer Robotersteuerung und Optimierung des Betriebsverhaltens
Exkursion	Besuch einer Fabrik mit integrierter Montage und Fertigung
Referat	Mensch und Automation Der Roboter – Akzeptanz und Technikfolgenabschätzung Fabrik der Zukunft
Recherche	Historische Entwicklung der Automatisierung

Thema 17: Automatisierung einer Telefonvermittlung

Lernen im Kontext	
Automation	Kommunikation Mensch – Maschine Substitution menschlicher Handlungsfunktionen durch Technisierung von der Handvermittlung zur computergestützten Vermittlung Auswirkungen neuer Dienste im Bereich „Telekommunikation“
Fachliche Inhalte	
Ebene: Methoden der Technik im Werdegang technischer Systeme	
Fertigung	Herstellen einer Platine für die Handvermittlung
Optimierung	Optimieren der Anzahl der Schaltfunktionen für die Vermittlung mittels eines elektronischen Bausteinsystems
Modellbildung	3 Modelle: <ul style="list-style-type: none"> ● Handvermittlung ● elementarelektronische Vermittlung ● rechnergesteuerte Vermittlung
Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	
Konstruktionsaufgaben	Konstruktion eines elektronischen Bausteins für die Computervermittlung (Analyse der Schnittstelle, Festlegung der Bausteineigenschaften, Entwerfen einer Schaltung, Test der Schaltung am Rechner, Dokumentation der Konstruktionsunterlagen)
Fertigungsaufgaben	Platinen für die Handvermittlung (Zusammenstellung von Bausteinschaltung und Baustein, spezifische Entwicklung eines Layouts, Vorbereiten und Testen der photochemischen Fertigung von Platinen, Herstellen der Platine (belichten, ätzen, bohren, bestücken), Testen und Bewerten des Bausteins)

2.3 Obligatorik und Freiraum

Zur Sicherung der Vergleichbarkeit der in Kapitel 1 festgelegten Anforderungen des Faches in der gymnasialen Oberstufe sind folgende Bestimmungen zur Obligatorik verbindlich. Diese Bestimmungen gelten auch für die Kombinationen in Koppelkursen mit den Fächern Biologie, Chemie oder Physik. Dies ist möglich durch die besondere Gestaltung des Unterrichts in solchen Koppelkursen.

Ein Thema umfasst mindestens ein Quartal.

JAHRGANGSSTUFE 11

Für die Jahrgangsstufe 11 wird folgende Obligatorik festgelegt:

Bereich I: Fachliche Inhalte

Durch ein Thema sind die Methoden der Technik aus dem Werdegang (Ebene 2) eines technischen Systems von der Planung bis zur Beseitigung zu vermitteln.

Bereich II: Lernen im Kontext

Die Anwendungsfelder

- Versorgung und Entsorgung
- Information und Kommunikation

sind jeweils an mindestens einem Thema zu behandeln.

Bereich III: Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens

Im Verlauf der Jahrgangsstufe 11 sind die beiden technikspezifischen Unterrichtsmethoden einzusetzen:

- Konstruktionsaufgabe
- Fertigungsaufgabe, sowie mindestens einmal die Unterrichtsform
- Projekt.

JAHRGANGSSTUFEN 12 UND 13

Für jeden Kursdurchgang 12 bis 13 legt die Fachlehrerin/der Fachlehrer in Absprache mit der Fachkonferenz eine Sequenz fest, in der eine Progression der Arbeit im Fach Technik (siehe Kapitel 3.2.1) deutlich wird. Folgende Regelungen sind für die Sequenzbildung verbindlich:

Bereich I: Fachliche Inhalte

Für die Ausgestaltung des Unterrichts sind folgende fachliche Inhalte verbindlich:

Ebene 1: Wechselbeziehungen soziotechnischer Handlungssysteme mit Natur und Gesellschaft

- Betrachtung der verschiedenen Dimensionen der Technik (natural, human, sozial)
- Zugänge über verschiedene Erkenntnisperspektiven bei der Ausgestaltung der Themen (historisch, ökologisch, ökonomisch, anthropologisch).

Ebene 2: Methoden der Technik im Werdegang eines technischen Systems

Im Werdegang eines technischen Systems mit den Phasen Planung, Entwicklung, Fertigung, Distribution, Betrieb/Nutzung, Beseitigung sollen grundlegende technikspezifische Methoden erarbeitet werden.

Ebene 3: Sachsysteme und Verfahren mit ihrer Struktur und ihrer Funktion

Jeweils ein System des Stoff-, Energie- und Informationsumsatzes muss bearbeitet werden. Die Matrix in Bild 5 gibt Hinweise darauf, welche Anwendungsfelder besonders geeignet sind, stoff-, energie- bzw. informationsumsetzende Systeme im Unterricht zu repräsentieren.

Bereich II: Lernen im Kontext

Die Anwendungsfelder

- Versorgung und Entsorgung
- Transport und Verkehr
- Information und Kommunikation
- Automation.

sind jeweils an mindestens einem Thema zu behandeln.

Bereich III: Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens

Hier sind die Methoden

- Konstruktion und
 - Fertigung
- einzusetzen.

Bei der Gestaltung des Unterrichts sind mindestens jeweils die Unterrichtsformen

- Projekt
 - Exkursion
- anzuwenden.

Jede Schülerin und jeder Schüler muss mindestens eine Facharbeit anfertigen, entweder im Sinne der APO-GOST oder als gleichartige Arbeit im Rahmen der „Sonstigen Mitarbeit“.

Eine tabellarische Darstellung der Regelungen zur Obligatorik und Beispiele für mögliche Sequenzbildungen befinden sich in Kapitel 3.4.

Ungültig

3 Unterrichtsgestaltung/Lernorganisation

3.1 Grundsätze der Unterrichtsgestaltung

Es ist Aufgabe des Unterrichts, das im Bildungsauftrag genannte Hauptziel der gymnasialen Oberstufe realisieren zu helfen, auf Studium und Beruf vorzubereiten. Die Unterrichtsorganisation soll dazu beitragen, dass die Schülerinnen und Schüler auf der Grundlage einer vertieften allgemeinen Bildung

- eine wissenschaftspropädeutische Ausbildung erwerben und
 - Hilfen zur persönlichen Entfaltung in sozialer Verantwortung erhalten
- (vgl. Kapitel 1 der Richtlinien „Aufgaben und Ziele der gymnasialen Oberstufe“).

Wesentliche Bezugspunkte sind die Dimensionen einer wissenschaftspropädeutischen Ausbildung, die in den Richtlinien mit

- dem Erwerb wissenschaftspropädeutischen Grundlagenwissens
 - der Entwicklung von Prinzipien und Formen selbstständigen Arbeitens
 - der Entwicklung von wissenschaftlichen Verhaltensweisen
 - der Ausbildung von Reflexions- und Urteilsfähigkeit
- umschrieben werden.

Der Unterricht ist also so anzulegen, dass diese Ziele erreicht werden können.

Die Prinzipien, denen hierbei gefolgt werden soll, sind im Kapitel 3 der Richtlinien „Prinzipien des Lernens und Lehrens in der gymnasialen Oberstufe“ beschrieben. Hierbei ist sicherzustellen, dass auf der einen Seite eine gut organisierte fachliche Wissensbasis erreicht wird. Dazu gehören Theorien, Fakten, Methoden- und Prozesswissen. Auf der anderen Seite muss eine Balance zwischen fachlichem Lernen und Lernen in sinnstiftendem Kontext hergestellt werden.

Zusammengefasst soll sich die Unterrichtsorganisation daran ausrichten, dass

- die individuelle Schülerpersönlichkeit mit ihren Vorerfahrungen, Möglichkeiten und Leistungsdispositionen im Blick ist
- Schülerinnen und Schüler aktiv lernen
- Schülerinnen und Schüler kooperativ lernen
- Vorwissen abgesichert, aufgegriffen und Lernfortschritt ermöglicht wird
- die Aufgabenstellungen komplex sind
- die Aufgabenstellungen auch auf Anwendung und Transfer ausgerichtet sind.

Fachliche Systematik, verbunden mit dialogischen, problembezogenen und fachübergreifenden Lernarrangements, sind die inhaltlichen Bezugspunkte für die Lernorganisation (vgl. Kapitel 3 „Prinzipien des Lernens und Lehrens in der gymnasialen Oberstufe“).

3.2 Gestaltung der Lernprozesse

Der Unterricht folgt einer Gesamtplanung, die schüler-, gegenstands- und methodenorientiert ist. Eine zu enge Steuerung des Lernprozesses ist ebenso zu vermeiden wie eine unstrukturierte Offenheit.

Schülerorientierung bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, im Unterricht an ihren eigenen Erfahrungs- und Lernstand anzuschließen und dem Leitbild des aktiven und selbstständigen Arbeitens zu folgen.

Gegenstandsorientierung bedeutet, dass die vorgesehenen Unterrichtsinhalte in einem breiten Wissens- und Anwendungsbereich (vgl. Bereiche des Faches) in einer über die drei Jahre der gymnasialen Oberstufe laufenden Sequenz aufgebaut werden, dass Wissenszuwachs entsteht und vernetztes Wissen möglich wird.

Methodenorientierung bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler sich im Medium der Unterrichtsinhalte die geforderten fachlichen und fachübergreifenden Methoden und die notwendigen Arbeitshaltungen und -dispositionen aneignen.

Der Begriff **Unterrichtsmethode** umfasst die Summe der Unterrichtsschritte, Arbeitsformen, Lehr- und Lernformen, mit deren Hilfe der Unterricht strukturiert wird. Die Unterrichtsmethoden und -organisationsformen sollen durch die in Kapitel 3.1 dargestellten Grundsätze geprägt sein.

Auf gängige Unterrichtsmethoden (z. B. Lehrervortrag, Unterrichtsgespräch) wird an dieser Stelle nicht eingegangen. Nachfolgend werden die Verknüpfung von Zielen, Inhalten und Unterrichtsmethoden, d. h. die Lernarrangements beschrieben, die geeignet sind, dem Leitbild des aktiven und selbstständigen Lernens zu dienen und eine Vernetzung des Wissens zu ermöglichen. Die Formen eigenverantwortlichen Lernens und Arbeitens, die die Schülerinnen und Schüler aktiv tätig sein lassen, sind hier von besonderer Bedeutung.

3.2.1 Kriterien für die Auswahl von Unterrichtsinhalten

Der Unterricht in den Jahrgangsstufen 11 bis 13 wird sequentiell aufgebaut. Die fachlichen, fachübergreifenden und methodischen Ziele des Faches sollen am Ende der Jahrgangsstufe 13 erreicht sein.

Folgende Kriterien können bei der Inhaltsauswahl hilfreich sein:

- Der Aufbau der fachlichen Inhalte darf nicht zu einer Stoffhäufung führen. Es gilt das Prinzip des Exemplarischen, das sich auf wesentliche, repräsentative und bedeutsame Fachinhalte beschränkt, die geeignet sind, übertragbare Kenntnisse und Fertigkeiten zu vermitteln.
- Die Auswahl der Unterrichtsinhalte soll so erfolgen, dass Vorwissen aktiviert werden kann. Lernzuwachs und Progression müssen deutlich werden.

- Die ausgewählten Inhalte sollen in fachlicher und fachübergreifender Hinsicht methodisch selbstständiges Arbeiten ermöglichen und entsprechende Kompetenzen progressiv aufbauen und sichern.

Bei der Ausgestaltung der Themen sind für die konkreten Unterrichtsinhalte daher Kriterien erforderlich, die die Vergleichbarkeit des Technikunterrichts auch bei unterschiedlicher inhaltlicher Ausgestaltung sichert.

Die in der Obligatorik geforderte **Progression** der Arbeit im Fach Technik wird eingelöst durch steigende Komplexität der fachlichen Inhalte und durch umfassendere und vertiefte Bearbeitung im Verlauf des Unterrichts in der gymnasialen Oberstufe.

Die **Komplexität der fachlichen Inhalte** ergeben sich aus den drei Ebenen des Bereichs I (siehe auch Kapitel 2).

Ist der zu vermittelnde fachliche Inhalt den „Wechselbeziehungen soziotechnischer Handlungssysteme mit Natur und Gesellschaft“ zuzuordnen, dann ergibt sich die Komplexität ganz wesentlich durch den Umfang der den Unterricht tragenden Erkenntnisperspektiven. So bietet das Thema „Solar-Wasserstoff-Wirtschaft“ mit seinen ausgeprägten physikalischen, chemischen und chemietechnischen Grundlagen sowie der unmittelbaren Verknüpfung mit den gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Fragen der Energieversorgung sicherlich in einem größeren Umfang Zugriff auf Aspekte der drei Dimensionen von Technik als das Thema „Sicherheits- und Alarmtechnik“.

Gehört der fachliche Inhalt eher zu den „Methoden der Technik im Werdegang eines technischen Systems“, dann wird die Komplexität bestimmt durch den Umfang der relevanten Methoden im Werdegang des technischen Systems und durch das Maß der Erfahrbarkeit der Vorgänge in den entsprechenden Handlungskreisen.

Wenn der fachliche Inhalt aus der Vielzahl der „Sachsysteme und Verfahren mit ihrer Struktur und ihrer Funktion“ ausgewählt wird, ergibt sich die Komplexität hinsichtlich ihrer Struktur und Funktion durch die Anzahl der Relationen bzw. durch die Anzahl der Subsysteme und durch die hierarchische Ranghöhe, der das Sachsystem zuzuordnen ist.

Auf den Grad der Komplexität eines ausgewählten fachlichen Inhalts hat auch die **Art und der Umfang der Bearbeitung** im Unterricht einen ganz wesentlichen Einfluss. Hierzu tragen bei:

- der Umfang des experimentellen Unterrichtsanteils mit überwiegend zentralen Experimenten in deutlicher Abgrenzung von eher randständigen Experimenten
- der Umfang der Quantifizierbarkeit der unterrichtlichen Argumentation im Verhältnis zu qualitativen Betrachtungen
- der Umfang, in dem im Unterricht authentische Handlungssituationen ermöglicht werden
- der Grad der Theoriereflexion, mit dem die Inhalte in ihrem wissenschaftlichen Hintergrund unterrichtlich dargestellt werden.

Die Unterrichtsinhalte müssen zeitgemäße und zukunftsweisende Technologien repräsentieren, ganzheitliche Betrachtungsweisen von Technik zulassen, an konkreten technischen Objekten orientiert sein, eine immanente Wiederholung allgemeintechnologischer Methoden zulassen und Mädchen und Jungen gleichermaßen einen Zugang zur Technik ermöglichen.

Die behandelten Gegenstände müssen schwerpunktmäßig **zeitgemäße** und **zukunftsweisende** Technologien und Anwendungsbereiche repräsentieren, z. B. die Energieversorgung mit regenerativen Energieträgern oder den Wandel der Kommunikation durch das Internet. Dabei wird in einzelnen Phasen des Unterrichts natürlich eine historische Betrachtung von Technik und ihrer Entwicklung ausdrücklich gefordert.

Die inhaltliche Ausgestaltung der Themen muss eine **ganzheitliche Betrachtungsweise** von Technik zulassen. Die naturalen, humanen und sozialen Dimensionen von Technik sind ausgewogen zu berücksichtigen. So entspricht die rein physikalisch Betrachtung der Photovoltaik nicht den in Kapitel 2 getroffenen Festlegungen, wenn nicht Inhalte aus den anderen Dimensionen (z. B. Problematik der Energieversorgung, Endlichkeit nichtregenerativer Energieträger) in angemessener Weise behandelt werden.

Im Mittelpunkt des Technikunterrichts steht die Arbeit an **modellhaften** oder **real-technischen konkreten Objekten**, die im Verlauf der Oberstufe immer komplexer werdende quantifizierbare experimentelle Ergebnisse liefern und damit das Erlernen der wesentlichen Methoden der Technik, der Bewertung und Optimierung, zulassen. So ist zum Beispiel in der Jahrgangsstufe 11 die Behandlung der grundsätzlichen Funktionsweisen elektronischer Bauelemente ausreichend, in der Jahrgangsstufen 12/13 ist die quantitative Einbeziehung von Kennwerten zur Lösung eines technischen Problems unumgänglich. Wünschenswert ist es, den Schülerinnen und Schülern an einem geeigneten Beispiel die Realisierung eines technischen Objekts zu ermöglichen, dabei auch gestalterische Aspekte und die Probleme der Nutzung und Entsorgung des Produktes einzubeziehen.

Die Auswahl und Anordnung der Unterrichtsthemen und der Unterrichtsinhalte muss eine **immanente Wiederholung** allgemeintechnologischer Methoden zulassen, die es den Schülerinnen und Schülern ermöglicht, im Verlauf der Oberstufe bei der Bearbeitung der Inhalte auf bereits Erlerntes zurückzugreifen und in neuen Zusammenhängen zu festigen. Hier kann es sinnvoll sein, im Sinne eines kumulativen Lernens auch gleiches technisches Sachwissen wiederholt zur Lösung technischer Probleme einzusetzen. So kann bei einer Abfolge der Themen "Elektrische Energieversorgung" sicher in großem Maße elektrotechnisches Fachwissen vorausgesetzt und selbstständig von den Schülerinnen und Schülern bei der anschließenden Behandlung des Themas "Strom im Verbund" eingesetzt werden.

Der Technikunterricht hat auch zu berücksichtigen, dass **Jungen** und **Mädchen** sich in Ihrem Zugang zu naturwissenschaftlich-technischen Inhalten unterscheiden. Einschlägige Untersuchungen haben auch gezeigt, dass Lehrkräfte Schülerinnen und Schüler im Unterricht verschieden wahrnehmen, sie anders behandeln, unter-

schiedliche Verhaltensweisen verstärken und sogar Unterschiede bei der Vergabe der Noten machen.

Im Technikunterricht kommt hinzu, dass sich durch die geschlechtsspezifische Sozialisation bereits deutliche Interessensunterschiede bei den Jungen und Mädchen ausgeprägt haben. Während Jungen häufig bereits die naturale Dimension der Technik als Motivation genügt, ist bei Mädchen das Interesse an der humanen und der sozialen Dimension der Technik stärker ausgeprägt. Eine starke Anbindung des Unterrichts an den Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler und die Einsicht in die Alltagstauglichkeit der gewonnenen Kenntnisse und Fertigkeiten erleichtert den Mädchen die Mitarbeit im Unterricht ganz wesentlich.

Der Lehrplan Technik eröffnet den Unterrichtenden in besonderer Weise Möglichkeiten, den unterschiedlichen Zugang von Jungen und Mädchen auszugleichen und Lernarrangements zu initiieren, die den Erwartungen beider Geschlechter entsprechen.

Im Bereich I wird auf der **Ebene 1** "Wechselbeziehungen soziotechnischer Handlungssysteme mit Natur und Gesellschaft" zwangsläufig eine umfassende Betrachtung der naturalen, sozialen und humanen Dimension innerhalb eines Unterrichtsthemas gefordert.

Im Bereich II können in den verschiedenen Anwendungsfeldern der Technik Unterrichtsthemen so formuliert werden, dass sie einen deutlichen Bezug zu den privaten, beruflichen und öffentlichen Lebensbereichen von Schülerinnen und Schülern erkennen lassen.

Im Bereich III lassen sich verstärkt Unterrichtsmethoden anwenden, die das kooperative und soziale Lernen gezielt fördern.

Durch einen die Mädchen stärker in das Blickfeld nehmenden Technikunterricht können tradierte Muster im privaten, gesellschaftlichen und beruflichen Verhalten von Jugendlichen aufgebrochen und damit ein wichtiger Beitrag zur Erweiterung der Lebensperspektiven von Schülerinnen und Schülern geleistet werden.

3.2.2 Lern- und Arbeitsorganisation im Fach

Methodensystem des Technikunterrichts

Das Methodensystem der Technikwissenschaften basiert zum einen auf dem empirisch-analytischen Wissenschaftsverständnis der Naturwissenschaften und weiter Bereiche der Technikwissenschaften und zum anderen auf dem Wissenschaftsverständnis der Ingenieurwissenschaften, die sich an der wissenschaftlich angeleiteten Gestaltung, Nutzung und Beseitigung von Systemen auf der Basis gesicherter Erkenntnisse orientieren.

Empirisch-analytische Wissenschaften gewinnen ihre Erkenntnisse durch experimentelle und theoriebildende Methoden. Für die finalorientierten Ingenieurwissen-

schaften stehen realisierende und antizipierende Methoden und die Methoden der Modellbildung im Vordergrund. Mit antizipierenden Methoden sind die Verfahren gemeint, die vor allem im Bereich von Planung und Konstruktion benötigt werden (z. B. Auswählen und Überprüfen von Naturgesetzmäßigkeiten, Vorwegnahme der realen Lösung durch Zeichnung, Überprüfen der Funktionsfähigkeit durch ein Modell).

Die techniktypischen Methoden lassen sich nun einerseits in Bezug auf die Darbietung des Wissensbereiches der Technikwissenschaften in experimentierende/realisierende, in antizipierende und in modell-/theoriebildende Methoden einteilen. Andererseits sind die Methoden aufzuteilen in analytisch akzentuierte und synthetisch akzentuierte Methoden. Zu den analytisch akzentuierten Methoden zählen alle die Methoden, die typisch für den empirisch-analytischen Teil der Technikwissenschaften sind und die synthetisch akzentuierten Methoden fassen die Methoden zusammen, die spezifisch für den konstruktiv/kreativen Teil der Technikwissenschaften sind. Eine Zusammenstellung techniktypischer Methoden zeigt das nachstehende Bild:

Methodischer Akzent ⇒ Darbietung	Analytisch akzentuierte Methoden	Synthetisch akzentuierte Methoden
Methoden der Theorie- und Modellbildung	Theoriebildung	Modellbildung
Antizipierende Methoden	Systemanalyse Produktanalyse	Konstruktion Planung
Experimentelle Methoden Realisierende Methoden	Parameteruntersuchung Fehlersuche analytische Tests	Fertigung Optimierung konstruktive Tests

Bild 7: Methodensystem der Technik

Von besonderer Bedeutung für den Unterricht im Fach Technik sind die experimentellen Methoden, die technologische Teilerkenntnisse sichern und die sind wiederum die Voraussetzung für die Realisierung einer konkreten Umgebungsänderung.

In einem komplexen technischen Entwicklungsprozess wird das Experiment in verschiedenen Phasen zur Klärung von bestimmten Funktionen technischer Systeme eingesetzt. Der formale Ablauf eines Experiments enthält in der Regel folgende Einzelschritte:

- Beobachten eines Phänomens
- Formulieren einer Frage bzw. Hypothese
- Planung einer Versuchsanordnung, d. h. Schaffen einer künstlichen technischen Wirklichkeit unter Beachtung bestimmter Randbedingungen
- Durchführung des Experiments (Beobachten, Messen, Protokollieren, Auswerten)

- Formulieren einer Aussage (eines Ergebnisses) bzw. Verifizieren, Falsifizieren der Ausgangshypothese unter Berücksichtigung der Randbedingungen und der Messgenauigkeit
- Einordnen der Teilaussagen in eine umfassende Theorie
- Reflexion über Konsequenzen der Aussagen und über Anwendungsmöglichkeiten.

In der experimentellen Tätigkeit erwerben die Schülerinnen und Schüler technologische Kenntnisse und Einsichten durch selbsttätiges Forschen. Ein solcher Lernprozess ist durch Phasen konsistenten Denkens auf der einen und Widersprüche entdeckenden und auflösenden Denkens auf der anderen Seite gekennzeichnet. Auf das Experiment bezogen, bedeutet dies z. B., dass die Schülerinnen und Schüler versuchen, von ihnen selbst klar definierte Probleme zu lösen; im Verlauf des Experiments zeigt sich jedoch, dass sie das Problem noch zu ungenau erkannt haben und die entsprechenden Grundlagen nochmals überdacht werden müssen. So gesehen vermittelt die experimentelle Tätigkeit Einsichten und Verhaltensdispositionen, die für die Orientierung in einer technisch-wissenschaftlich geprägten Industriegesellschaft von grundlegender Bedeutung ist.

Im Einzelnen werden im Nachstehenden die folgenden **technikspezifischen Methoden** näher beschrieben:

- Analytischer und konstruktiver Test
- Parameteruntersuchung
- Optimierungsexperiment
- System- und Produktanalyse
- Konstruktionsaufgabe
- Fertigungsaufgabe
- Modellbildung
- Theoriebildung.

Analytischer und konstruktiver Test

Tests haben den Zweck, das Verhalten eines technischen Systems oder das seiner Subsysteme zu überprüfen. Dieses Verhalten kann aufgrund vorhandener Erkenntnisse voraussagbar sein; das Experiment dient dann der empirischen Überprüfung. In vielen Fällen jedoch sind technische Systeme zu komplex, dass ihr Gesamtverhalten nicht hinreichend exakt vorausgesagt werden kann und deshalb experimentell ermittelt werden muss. Die dabei zu untersuchenden Prozesse werden durch technische Systeme im Anwendungsmaßstab realisiert oder mit Hilfe von Modellen, die den realen Prozess über Ähnlichkeitsbeziehungen nachbilden. Spezielle Formen solcher Funktionstests sind der Simulationstest und der Haltbarkeitstest. Das Hauptproblem beim Simulationstest besteht darin, das Verhalten komplexer technischer oder auch sozio-technischer Systeme im Anwendungsfall zu simulieren (z. B. Simulation von Verkehrsunfällen, Test künstlicher Satelliten in Raumsimulationskammern). In Haltbarkeitstests wird das Verhalten technischer Systeme auf bestimmte Eigenschaften hin untersucht (z. B. Temperaturbeständigkeit, Korrosionsbeständigkeit, Schwingungsverhalten).

Parameteruntersuchung

Parameteruntersuchungen werden an solchen technischen Systemen vorgenommen, deren Wirkungsweise rechnerisch nicht mit hinreichender Präzision bestimmbar ist. Diese Schwierigkeit liegt immer dann vor, wenn die Berechnungen sich auf idealisierte Modelle beziehen, in denen die Randbedingungen eines konkreten technischen Anwendungsfalles nicht erfasst sind. Bei diesen Untersuchungen werden die funktionsbestimmenden Parameter systematisch an Modellen oder Systemen im Anwendungsmaßstab untersucht (z. B. Untersuchung der Energieübertragung bei Turbinen; Untersuchung der Strömungsverhältnisse an Tragflügelprofilen).

Optimierungsexperiment

Optimierungsexperimente werden eingesetzt, um ein technisches System seinem Zweck optimal anzupassen. In einem solchen Optimierungsprozess werden vorgegebene Kriterien miteinander in Beziehung gesetzt, deren Wechselwirkungen rein theoretisch nicht zu erfassen sind (z. B. Sicherheit, Haltbarkeit). Wirtschaftliche, rechtliche, ethische u. ä. Aspekte fließen bei der Entscheidung über die Rangfolge der Kriterien ein. In manchen Fällen kann bei der Optimierung auch auf die Ergebnisse von Parameteruntersuchungen zurückgegriffen werden, häufig aber sind die speziellen Nebenbedingungen in diesen nicht berücksichtigt. Ein Beispiel hierfür ist die aerodynamische Formgebung von Flugzeugen. Trotz vieler bekannter experimenteller Ergebnisse über strömungstechnische Einzelprobleme muss jeder Flugzeugtyp als komplexes aerodynamisches System optimiert werden, weil spezielle Anforderungen (wie Flughöhe, Fluggeschwindigkeit, Reichweite, Nutzlast) bestimmte aerodynamisch wichtige Parameter (wie Tragflächenprofile, Gewichtsverteilung) beeinflussen.

System- und Produktanalyse

Um technische Prozesse durchschaubar zu machen, bedarf es einer didaktisch begründeten Reduktion ihrer Komplexität. Unterrichtserfahrungen zeigen, dass die Analyse komplexer technischer Zusammenhänge mit Hilfe des Systemmodells und der entsprechenden Begriffe einen wissenschaftlich fundierten Zugang zu Einzelheiten technischer Abläufe erschließt, ohne dass der Blick auf das gesamte technisch-wirtschaftlich-gesellschaftliche Beziehungsgefüge verloren geht.

Eine solche Analyse lässt sich sinnvoll gliedern, indem die Bestimmungsfaktoren eines Systems herausgearbeitet und aufeinander bezogen werden, d. h.:

- Ermitteln des Systemzwecks und der ggf. übergeordneten Ziele
- Festlegen der Grenzen des Systems
- Ermitteln der Eingangs-, Ausgangs- und Zustandsgrößen des Systems
- Ermitteln der funktionalen Zusammenhänge zwischen diesen Größen
- Ermitteln der Bestandteile des Systems, d. h. der Subsysteme
- Ermitteln der Struktur des Systems, d. h. seines Anordnungs- und Beziehungsgefüges.

Bezogen auf die Gesamtstruktur technischen Denkens und Handelns, erfüllt die Systemanalyse die Funktion, Informationen über komplexe Teilaspekte zusammenzutragen. Insofern kann sie als grundlegende Komponente technischen Denkens und Handelns angesehen werden.

Konstruktionsaufgabe

Die Konstruktionsaufgabe soll die Schülerinnen und Schüler anregen, technisches Denken und Handeln an einer für sie überschaubaren Aufgabenstellung zu entwickeln. In Ergänzung zum mehr analytisch akzentuierten Experiment wird hierdurch die konstruktive Komponente des Denkens stärker herausgefordert. Die Konstruktionsaufgabe führt über einen Erfindungsprozess zu einem funktionstüchtigen Modell. Hierbei soll nicht die Nachahmung eines technischen Gegenstandes, sondern die Auseinandersetzung mit dem technischen Problem und der damit verbundenen Lösung im Vordergrund stehen. So werden nicht nur technisch-funktionale, sondern auch technisch-konstruktive Fähigkeiten entwickelt. Neben den fachspezifischen Zielen müssen immer gesellschaftliche Zielperspektiven wie die Umweltverträglichkeit und Bedarf in den Lösungsprozess miteinbezogen werden. Im Rahmen einer Konstruktionsaufgabe kann das Experiment eingesetzt werden, um Teilprobleme zu lösen und die Funktionstüchtigkeit der entwickelten Konstruktion zu prüfen.

Die mit einer Konstruktionsaufgabe angestrebten Ziele verbieten es, den Problemlösungsprozess vorzustrukturieren. Deshalb lässt sich keine bestimmte Folge von Lösungsschritten festschreiben; in unterschiedlichen Ausprägungen wird der Lösungsweg aber die folgenden Stationen durchlaufen:

- Erkennen des Problemzusammenhangs, Formulieren der konkreten Aufgabenstellung, Festlegung der Gesamtfunktion des zu entwickelnden Systems
- Abschätzen der Realisierungsmöglichkeiten
- Auflösen der Gesamtfunktion in Teilfunktionen
- Ermitteln bekannter Subsysteme zur Realisierung solcher Teilfunktionen bzw. Entwickeln nicht bekannter Subsysteme zur Realisierung solcher Teilfunktionen (Erfindungsprozess)
- Testen der Funktion(en) des Subsystems im Hinblick auf die gestellten Anforderungen
- Entwurf des Gesamtsystems
- Konstruktion des Gesamtsystems (einschließlich Arbeitsplanung und Herstellung)
- Testen der Funktion(en) des Gesamtsystems
- Bewerten des Gesamtsystems (einschließlich der Auswirkungen des Modells auf übergeordnete Systeme).

Fertigungsaufgabe

In einer Fertigungsaufgabe sollen Schülerinnen und Schüler ein schon in einer Konstruktionsaufgabe entwickeltes technisches System herstellen, d. h. die sach-

gerechte Einzelherstellung oder Produktion in Serie stehen hier im Mittelpunkt des Unterrichts. Dabei kann der unterrichtliche Schwerpunkt in der Planung eines Fertigungsablaufs oder in der praktischen Ausführung der Fertigung liegen.

Steht im Unterricht der planerische Aktionsschwerpunkt im Vordergrund, so vermittelt die Fertigungsaufgabe den Schülerinnen und Schülern Einsichten und Kenntnisse in das Planen von Fertigungsprozessen, d. h. die Schülerinnen und Schüler sind gefordert, den Einsatz von Werkstoffen, Werkzeugen, Maschinen, Hilfsmitteln und Fertigungsverfahren zeitlich durchdacht aufeinander abzustimmen. Ist die Fertigungsaufgabe aber praktisch ausgerichtet, dann werden die operativen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler ausgebildet. Sie gelangen so durch den sachgemäßen Gebrauch von Werkzeugen, Geräten und Maschinen zum praktischen Beherrschen technischer Verfahren.

Die Fertigungsaufgabe lässt sich sinnvoll durch folgende Verlaufsstruktur gliedern:

- Festlegen eines Fertigungsauftrages
- Klären des Auftrags
- Planen der Fertigung
- Vorbereiten der Fertigung
- Durchführen der Fertigung
- Bewertung der Fertigung.

Modellbildung

Modelle dienen zur Deutung und Erklärung von Vorgängen, die mit den Modellen unserem Denken erst zugänglich gemacht werden. Dazu wird das Modell auf der Grundlage einer Struktur-, Funktions- oder Verhaltensanalogie zu einem existierenden oder noch zu schaffenden Original mit bestimmten Materialien (materielle Modelle) oder bestimmten Zeichen (ideelle Modelle) realisiert.

Von Originalsystemen in Natur und Technik werden Modelle als **Abbildungen** oder Repräsentationen geschaffen, weil das Original für die notwendigen Untersuchungen nicht unmittelbar zugänglich ist. Die bekanntesten Modelle aus diesem Bereich sind die Modelle von Atom, Molekül und Elektron oder auch die Modelle von der chemischen Bindung und vom Licht.

Bei der Konzeption der Modelle wird eine **Verkürzung** der Attribute angestrebt. Dies wird entweder notwendig, weil man die Vielzahl der Originalattribute nicht beherrscht, oder man nimmt die Verkürzung bewusst vor, weil das Modell anschaulicher oder mit einfacheren Mitteln berechenbar werden soll oder weil es nur hinsichtlich qualitativer Aussagen untersucht werden soll (Globus, WassermodeLL des elektrischen Stroms).

Die Bedeutung eines Modells hängt auch von seiner **Anwendung** ab, die es im Erkenntnisprozess spielt. Dabei kann ein Modell der Veranschaulichung dienen, indem es durch Analogien aus dem Bereich der Mechanik über reale Handlungen und verinnerlichte Handlungen zu Denkopoperationen in Bereichen führt, die uns

sonst unzugänglich sind. Es können aber auch für ein Original verschiedene Modelle entstehen, je nachdem welches Attribut man untersuchen möchte (z. B. Welle-, Teilchenmodell, Ersatzschaltbild, technisch-grafische Kommunikation, Schaltungstest am Rechner, Spannungsgirlande, fahrerloses Transportfahrzeug, Netzmodell).

Bei der Modellbildung lassen sich verschiedene Stufen unterscheiden:

- Schaffung eines, wenn auch manchmal sehr „grobem“ Ausgangsmodells (heuristische Stufe)
- Prüfung des Ausgangsmodells hinsichtlich seiner logischen bzw. mathematisch-technikwissenschaftlichen Konsequenzen (kognitive Stufe)
- Vergleich des Modellverhaltens mit dem Verhalten des Untersuchungsgegenstands mit Hilfe von Experimenten (pragmatische Stufe)
- Einordnung des Modells in allgemeinere Vorstellungen oder Theorien der Technikwissenschaft.

Die Modellbildung ist getragen von einem Wechselspiel zwischen Analyse und Synthese. Die Bildung eines Modells bzw. die Suche nach ihm erfordert stets zunächst die Analyse der durch Beobachtung oder Experiment erhaltenen Daten und ihre Systematisierung im Modell. Das verlangt eine gewisse Synthese, da bereits erkannte Momente des Wesens eines (ideellen oder materiellen) Untersuchungsgegenstandes ebenso wie neue Daten im Modell berücksichtigt werden müssen.

Theoriebildung

Theorien sind innerhalb ihres Gültigkeitsbereichs die Grundlagen aller wissenschaftlichen Methoden, die zur Erklärung und Voraussage von Sachverhalten im Bereich des jeweiligen Untersuchungsgegenstandes führen.

Dabei können experimentell gewonnene Aussagen entweder die Schlussfolgerungen bereits erarbeiteter Theorien bestätigen bzw. widerlegen oder Hinweise auf mögliche theoretische Ansätze liefern (z. B. Carnot-Prozess, Induktion, Thiele-McCabe, Raoul/Dalton, Stöchiometrie der Verbrennung).

Die Theoriebildung wird bestimmt durch mathematische Methoden, deduktive Methoden und induktive Methoden.

Die mathematische Methode naturwissenschaftlicher und technischer Forschung besteht darin, die in Experiment und Beobachtung festgestellten Zusammenhänge durch mathematische Strukturen idealisiert abzubilden. Der zunehmende Mathematisierungsgrad naturwissenschaftlich-technischer Theorien führt zu einer immer engeren Verflechtung experimenteller und mathematischer Methoden.

Die deduktive Methoden gehen von allgemeinen Sachverhalten aus und leiten daraus Regeln oder Gesetze ab. Die Zielsetzung dieser Methode kann die Anwendung oder Überprüfung eines Gesetzes sein, wobei ein allgemein formuliertes Gesetz in einem bestimmten speziellen Fall geprüft wird. Sie kann aber auch zur

Herleitung neuer Gesetze eingesetzt werden, wenn mit mathematischen und logischen Hilfsmitteln neue Gesetze aus bekannten Gesetzen gewonnen werden.

Die induktive Methode ist die Hauptmethode aller Erfahrungswissenschaften. Bei dieser Methode wird durch Verallgemeinerung der Ergebnisse von Einzelbeobachtungen auf eine Gesetzmäßigkeit geschlossen. Zur vollständigen Darstellung dieser Methode der Erkenntnisgewinnung gehört aber, dass aus dem erschlossenen Gesetz deduktiv Folgerungen gezogen werden, die wiederum experimentell zur Überprüfung des Gesetzes herangezogen werden.

Theorien werden weder durch Deduktion noch durch Induktion aus den experimentellen Befunden gewonnen. Sie sind immer das Resultat eines Wechselspiels beider Methoden. Zusammen mit den experimentellen Methoden gehört diese Vorgehensweise zu den tragenden Säulen des naturwissenschaftlich-technischen Denkens und Handelns, um in den Naturwissenschaften und in den Technikwissenschaften Erkenntnisse zu gewinnen.

Die technikspezifischen Methoden beschreiben den Weg technischer Erkenntnisse. In den nun folgenden Unterrichtsverfahren wird an einigen ausgewählten Beispielen das Vorgehen in einem handlungsorientierten Technikunterricht beschrieben. Es versteht sich von selbst, dass die Vorstehenden technikspezifischen Methoden bei den nun zu beschreibenden **Unterrichtsverfahren** ihren Einsatz finden.

Ausgewählt und näher beschrieben werden:

- Projekt
- Exkursion
- Fallstudie
- Planspiel.

Projekt

Unter Projekt wird eine Unterrichtsform verstanden, bei der ganzheitliche Arbeitsvorhaben oder unterrichtliche Gesamthemen konkretisiert werden. In einem Projekt führt die Bearbeitung einer Problemstellung durch planvolles Handeln zu einem vorweisbaren Ergebnis. Dieses kann in einem realen technischen System oder auch in einer theoretischen überprüfbaren Lösung bestehen. In einem Projekt werden neben fachspezifischen Inhalten und Erkenntnissen auch fachübergreifende Einsichten vermittelt, die die humanen und sozialen Dimensionen der Technik berücksichtigen.

Die Initiative für ein Projekt kann vom Lehrplan, von den Schülerinnen und Schülern oder von der Lehrkraft ausgehen. In jedem Fall kommt es darauf an, die Schülerinnen und Schüler dahingehend zu motivieren, dass sie das Projekt selbstständig tragen.

Der Ablauf eines Projekts ähnelt dem einer Konstruktionsaufgabe. Von der Konstruktionsaufgabe unterscheidet sich das Projekt vor allem durch einen höheren

Grad an Komplexität der Problemstellung und damit auch durch einen größeren Anteil wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Aspekte an der Problemlösung.

Die Problemorientierung eines Projekts und die Verlagerung der Aktivität und der Verantwortung auf die Schülerinnen und Schüler fördern in besonderem Maße kreative Fähigkeiten, Initiativen, produktives Denken, Entscheidungsbereitschaft, kooperatives Handeln, soziales Verhalten und Verantwortung und nehmen somit Grundzüge technischen Denkens und Handelns auf. Wegen der damit verbundenen hohen Anforderungen an Lehrende und Lernende werden Projekte nur nach gründlicher Vorbereitung und mit Stützung durch andere Unterrichtsverfahren durchführbar sein.

Obwohl das Projekt durch eine weitgehend offene Ausgangssituation und Ausführung der geplanten Arbeiten gekennzeichnet ist, lässt sich dennoch folgendes Grundmuster feststellen:

- Entscheidungsphase
Ermittlung von Schülerinteressen und Fixierung des Vorhabens als Projektskizze, in der ein Rahmen für die Auseinandersetzung mit der Projektinitiative abgesteckt wird und Zeitlimit sowie Handlungsregeln festgelegt werden
- Planungsphase
Entwicklung eines Projektplans und -ablaufs, indem Aktionen und Arbeitsgruppen festgelegt werden
- Durchführungsphase
Informationsbeschaffung und -auswertung, konkrete Umsetzung des Projektplanes, in der planende, steuernde, ausführende oder kontrollierende Tätigkeiten in arbeitsteiliger Einzelarbeit oder in Gruppenarbeit organisiert werden
- Abschluss und Auswertung des Projekts
Herstellung und Veröffentlichung des Handlungsprodukts, kritische Rückbesinnung auf Projektverlauf und -erfolg, Rückkopplung zur Projektinitiative.

Exkursion

Eine Exkursion soll den Bezug zwischen dem Unterricht und dem zu erschließenden Anwendungsfeld veranschaulichen, ergänzen und vertiefen. In diesem Sinne kann die Exkursion eingesetzt werden, um die vorher im Unterricht gewonnenen Einsichten und Erkenntnisse an den tatsächlichen Gegebenheiten z. B. eines Industriebetriebes zu überprüfen; sie kann aber auch eine Unterrichtssequenz einleiten, indem sie auf reale Probleme aufmerksam macht und zu ihrer theoretischen Aufarbeitung im Unterricht anregt.

Im Gegensatz zum Projekt, das in einem fachübergreifenden Zusammenhang steht und produktiv angelegt ist, bezieht sich die Exkursion auf ein komplexes Situationsfeld, wie es ein Betrieb oder eine real-technische Anlage darstellt, und ist daher analytisch bestimmt.

Um der Gefahr zu begegnen, dass die Schülerinnen und Schüler – vornehmlich beim Besuch von Großbetrieben – durch die Flut der auf sie einströmenden Eindrücke technische und sozio-technische Strukturen kaum erkennen können, muss

eine Exkursion mit den Schülerinnen und Schülern sorgfältig vor- und nachbereitet werden. Dabei sind etwa folgende Arbeitsschritte denkbar:

- Planungsphase
Formulieren des Exkursionszwecks im Hinblick auf Fragestellungen des Unterrichts; Auswahl des Exkursionsziels, Absprachen über Erkundungsstationen sowie Gesprächspartnerinnen und Gesprächspartner; Formulieren von Beobachtungsaufgaben und Fragekatalogen, Gruppeneinteilung
- Durchführung
 - Information über sicherheitstechnische Vorkehrungen
 - Ausführung der Erkundungsaufträge
- Auswertung und Beurteilung der Exkursion
Ausarbeitung der erhaltenen Informationen und Zusammenfassung der Erkundungsergebnisse, Vorbereitung einer Ausstellung, Reflexion im Hinblick auf die gestellten Ziele.

Fallstudie

Fallstudien sind geeignet, auf analytischem Wege Einsichten in Entscheidungsprozessen zu gewinnen, und zwar insbesondere in solche, die durch technisch-wirtschaftlich-gesellschaftliche Wechselwirkungen beeinflusst werden. In einer Fallstudie geht man von einer vorgegebenen Problemsituation aus und versucht durch Zuhilfenahme und Auswertung zusätzlicher Informationen eine Entscheidung oder Klärung des Problems zu finden. Fallstudien fördern daher die Fähigkeit, Entscheidungen zu entwickeln, Entscheidungsalternativen zu diskutieren und die Versprachlichung von Denkprozessen zu üben.

Der zu untersuchende Fall muss

- realistisch, d. h. der Wirklichkeit entnommen sein
- für die Schülerin bzw. den Schüler überschaubar sein
- deutliches Konflikt- und Problempotential enthalten und
- unterschiedliche Lösungen zulassen.

Die zur Beurteilung des Falles erforderlichen Informationen werden von den Schülerinnen und Schülern zusammengetragen und/oder von der Lehrkraft gegeben. Der Unterrichtsverlauf lässt sich grob durch folgende Schritte gliedern:

- Konfrontation mit einem Fall
- Bestimmen des Rahmenproblems und einzelner Fragen
- Bereitstellen und/oder Beschaffen der erforderlichen Informationen über den Fall und dessen Umfeld
- Auswerten aller Informationen, Entwickeln von Entscheidungsmöglichkeiten
- Auswählen und Begründen einer Entscheidung, Vortragen, Diskutieren und Verteidigen der Entscheidung
- Vergleichen der Entscheidung mit der in dem vorliegenden Fall tatsächlich erfolgten Entscheidung und evtl. Aufnahme weiterer Sachdiskussionen.

In der Gesamtstruktur technischen Denkens und Handelns haben Fallstudien insbesondere die Funktion, das wirtschaftlich-technisch-gesellschaftliche Umfeld

technischer Entscheidungsprozesse zu durchleuchten und zu diskutieren. Als Themen sind z. B. denkbar: Probleme der Automatisierung, Industrialisierungsprobleme einer Gemeinde oder Region, Probleme bei der Genehmigung von Kraftwerken, Bedarf an Informationen und Forderung nach Datenschutz.

Planspiel

Das Planspiel simuliert gesellschaftliche Konfliktsituationen und ist daher sehr stark gesellschaftspolitisch geprägt, da die von den Auswirkungen technischer Systeme betroffenen Personen und Interessensgruppen direkt in den Entscheidungsprozess eingreifen können.

In der unterrichtlichen Durchführung können die Entscheidungsprozesse und deren Konsequenzen nur in einer bewusst reduzierten Wirklichkeit simuliert werden. Die Reduktion besteht in der Annahme einer begrenzten Zahl von Variablen. Deren Beziehungen werden durchgespielt, dargestellt und einer Analyse zugänglich gemacht.

An einem Planspiel wirken verschiedene Spielgruppen mit, die die Interessensgruppen darstellen, ein Spielleiter und/oder ein Schiedsrichter. Spielleiter bzw. Schiedsrichter leiten den Fortgang des Spiels; bestimmend für den Verlauf sind jedoch die Entscheidungen der Spielgruppen.

In der Regel durchläuft ein Planspiel folgende Stufen:

- Darstellen der Entscheidungssituation und ihres technisch/wirtschaftlich/gesellschaftlichen Umfelds
- Festlegung der Spielregeln
- Sammeln, Ordnen, Analysieren von Informationen, Erkennen und Isolieren von Einzelproblemen, Entwickeln und Abwägen von Entscheidungsalternativen, Festlegen auf einer Entscheidung
- Durchführen der Spielhandlung
- Beurteilen der Entscheidungsergebnisse, Reflexion des Entscheidungsprozesses und evtl. Aufnahme weiterer Spielhandlungen
- Analysieren des gesamten Planspiels.

In der Gesamtstruktur technischen Denkens und Handelns können Planspiele die Funktion erfüllen, Informationen über mögliche Folgen von Einzelentscheidungen in technisch-wirtschaftlichen-gesellschaftlichen Problemzusammenhänge zu gewinnen. Somit können sie als eine spezielle Methode zur Entscheidungsfindung und Entscheidungsbegründung angesehen werden. Planspiele regen zum Nachdenken über Entscheidungsprozesse und zugrunde liegende Entscheidungskriterien an, fordern eine kritische Position heraus, fördern die Suche nach Entscheidungsalternativen und zwingen zur Rechtfertigung der vertretenen Auffassungen.

Arbeitsformen im Technikunterricht

Referat

Das Referat bezieht sich auf einen zusammenhängenden, klar begrenzten Gegenstandsbereich. Es kann z. B. zur Einführung in einen neuen Unterrichtsabschnitt dienen oder aus dem Unterricht erwachsene Fragen ergänzend oder vertiefend behandeln.

Der sinnvolle Einsatz von Referaten im Unterricht bedarf einer weit vorausschauenden Planung durch die Fachlehrerin bzw. den Fachlehrer.

Dabei sind besonders folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- Auswahl des Zeitpunktes für den Einsatz im Hinblick auf den Kenntnisstand der Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer
- klare Umgrenzung der Aufgabenstellung
- Beschreibung der Anspruchshöhe, z. B. durch Vorgabe bestimmter Fachliteratur
- Festlegung der Vorbereitungszeit (2 bis 3 Wochen) und der Vortragsdauer (10 bis 15 Minuten)
- Berücksichtigung der der Referentin bzw. dem Referenten bei zumutbarem Aufwand erreichbaren Informationsquellen.

Referate können von den Schülerinnen und Schülern aufgrund freiwilliger Meldung übernommen oder von der Fachlehrerin bzw. vom Fachlehrer verteilt werden. Anfangs wird u.U. bei Anlage und Ausarbeitung des Referates eine stärkere Hilfe durch die Fachlehrerin bzw. den Fachlehrer erforderlich sein. Im Verlauf der Kurssequenz sollten Anspruchshöhe und Selbstständigkeit der Bearbeitung zunehmen.

Protokoll

Das Anfertigen von Protokollen ist Bestandteil technikwissenschaftlichen Arbeitens und hat darüber hinaus auch studienvorbereitenden Charakter. Das Anfertigen von Protokollen erfordert von den Schülerinnen und Schülern:

- konzentriertes Zuhören und Beobachten
- Erfassen und Ordnen der wesentlichen Beiträge und/oder experimentellen Abläufe
- Zusammenfassen und verkürztes schriftliches sowie fachsprachlich genaues Wiedergeben von Ergebnissen aus Diskussionen und/oder Experimenten.

Protokolle können sich auf alle Phasen der verschiedenen Unterrichtsverfahren des Faches Technik beziehen und erhalten von daher ihre spezifische Ausprägung. So kann ein Protokoll die tabellarische Erfassung von Messergebnissen bei technischen Experimenten sowie die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse, die strukturierte Wiedergabe einer Diskussion um Optimierungskriterien bei einer Konstruktionsaufgabe oder einem Planspiel, den Bericht über eine Exkursion enthalten.

Bezüglich des Einsatzes im Unterricht ist zu beachten:

- Im Allgemeinen wird für die einzelne Unterrichtseinheit nur eine Schülerin bzw. ein Schüler mit der entsprechenden Aufgabe betraut. Wegen der hohen Anforderungen, die u.U. die Protokollführung an die Schülerin bzw. den Schüler stellt, kann jedoch eine Arbeitsteilung – z. B. bezüglich des Protokolls einer Doppelstunde – sinnvoll sein. Die Protokollführerin bzw. der Protokollführer muss vor Beginn des Unterrichts mit dieser Aufgabe betraut werden. Eine nachträgliche Beauftragung widerspricht dem Sinn der Aufgabe.
- Die Art des erwarteten Protokolls (z. B. Verlaufsprotokoll, Ergebnisprotokoll einer Diskussion und/oder eines Experiments) muss benannt werden.
- Verlesung und Besprechung des Protokolls sollen in möglichst engem zeitlichen Zusammenhang mit dem protokollierten Geschehen stehen, z. B. die Verlesung und Besprechung eines Stundenprotokolls möglichst in der folgenden Unterrichtsstunde.
- Es ist sinnvoll, das – ggf. überarbeitete – Protokoll allen Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmern zugänglich zu machen.
- Die Einübung in das Anfertigen von Protokollen sollte bereits in der Jahrgangsstufe 11 beginnen. Von der Jahrgangsstufe 12 an sollte jede Kursteilnehmerin und jeder Kursteilnehmer je Kurshalbjahr mindestens einmal die Aufgabe übernehmen, ein Protokoll anzufertigen.

Facharbeit

Wissenschaftspropädeutisches Lernen zielt darauf ab, die Schülerinnen und Schüler mit den Prinzipien und Formen selbstständigen Lernens vertraut zu machen. Facharbeiten sind hierzu besonders geeignet. Jede Schülerin bzw. jeder Schüler soll im Verlauf der Schullaufbahn eine Facharbeit anfertigen.

Facharbeiten ersetzen in der Jahrgangsstufe 12 nach Festlegung durch die Schule je eine Klausur für den ganzen Kurs oder für einzelne Schülerinnen und Schüler. Eine Facharbeit hat den Schwierigkeitsgrad einer Klausur; sie soll einen Schriftumfang von 8 bis 12 Seiten (Maschinenschrift) nicht überschreiten. Gleichartige Arbeiten gehören zum Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“.

Die methodischen Anforderungen an eine Facharbeit sind im Unterricht vorzubereiten. Unter Umständen ist es zweckmäßig, wenn diese Aufgabe nach Absprache in der Schule vom Fach Deutsch übernommen wird.

Für das Fach Technik bieten sich folgende Themen für Facharbeiten an:

- Stromversorgung einer Stadt
- experimentelle Analyse eines Motor/Generator-Satzes
- Konstruktion eines Fahrzeugchassis für Schrittmotoren für ein Transportfahrzeug
- Alarmsicherung des Technikraumes einer Schule
- Entwicklung eines Steuerprogramms für die Grundbewegung eines Kleinroboters oder eines Transportfahrzeuges

- Bestimmung des spezifischen Heizwertes von Biodiesel und Biogas mit Hilfe eines Kalorimeters
- Geräuschbelastung durch verschiedene Transportsysteme (Schiene, Straße) im eigenen Wohnfeld auf experimenteller Basis
- telemetrische Erfassung und Überwachung abiotischer Faktoren des Schulteichs

Medien im Technikunterricht

Um die Aufgaben und Ziele des Technikunterricht erfüllen zu können, ist der Einsatz verschiedenster Medien notwendig. Dazu zählen demontierbare Geräte, Funktionsmodelle, Baukästen, offene Experimentiersysteme, die für Gruppenarbeit einsetzbar sind, ebenso wie Diagramme, Fließbilder, Prinzipskizzen, Diareihen und Filme.

Die Medien im Technikunterricht

- dienen der Veranschaulichung
- ermöglichen eine Reduktion der Komplexität und
- unterstützen das Denken in Modellen.

Bei der Gestaltung von Lernprozessen ist die Verknüpfung von Zielen, Inhalten, und Unterrichtsmethoden mit der Medienwahl von großer Bedeutung. Die Medienwahl strukturiert nicht nur durch ihre Präsentation den Technikunterricht, sie macht oft auch erst intentionale und thematische Entscheidungen möglich. So macht erst die Nutzung geeigneter Experimentiersysteme die Auswahl bestimmter Lerninhalte und Themen möglich, um so komplexe technische Funktionszusammenhänge erarbeiten zu können.

Im Technikunterricht haben Medien, wie Funktions-, Schnitt-, Struktur- und Demontagemodelle die Aufgabe die komplizierte und nicht immer durchschaubaren Funktionszusammenhänge industrieller Technik sinnvoll und geeignet für den Lernprozess zu strukturieren. Dabei spielen Analyse und Entwicklung von Modellvorstellungen eine immer größer werdende Bedeutung. Da der Technikunterricht in seine Betrachtungsweise immer auch wirtschaftliche Gegebenheiten und ökologische Auswirkungen kritisch mit einbezieht, ist der Einsatz von Bildern, Zeitungsausschnitten, aktuellen Daten und Filmen u. a. unumgänglich.

Von besonderer Bedeutung für den Technikunterricht sind folgende Medientypen:

- Originale (z. B. eine Lichtmaschine/Generator als Demonstrationsobjekt, Versuchsobjekt und als Demontageobjekt)
- Modelle und Experimentiersysteme (z. B. Stadtnetz als Funktionsmodell für elektrische Verbundnetze, Motor/Generatorsatz oder Rektifizieranlage als Montagemodell zur Erschließung technischer Funktionszusammenhänge, speziell aufeinander abgestimmte Experimentiersysteme als Montagemodelle zur Realisierung maschinentechnischer, regelungstechnischer, elektrotechnischer und elektronischer Aufgabenstellungen)

- visuelle und auditive Medien (Folien, Dias, Wandtafeln, Filme, Video- und Audiokassetten, Schulfunk und Telekolleg, technische Zeichnungen, Computersimulationen und Internet, Explosionszeichnungen und Diagramme)
- Werkstoffe als Montagematerial für Konstruktions- und Fertigungsaufgaben (Aluminiumprofile, Zahnräder, elektronische Bauteile zur Herstellung gedruckter Schaltungen).

3.2.3 Fachübergreifende, fächerverbindende und projektorientierte Lern- und Arbeitsorganisation

Fachübergreifender Unterricht findet zunächst im Fach selbst statt; er besteht aus dem „Blick über den Tellerrand“ in Gestalt von Exkursen oder der Reflexion der fachlichen Fragestellung und ihrer Plausibilität und Grenzen.

Das Fach Technik liefert von seiner Grundkonzeption her eine Vielzahl von Möglichkeiten für fachübergreifendes Arbeiten aus dem eigenen Fach heraus. An Unterrichtsinhalten aus dem Thema "Versorgung einer Region mit Fernwärme" wird beispielhaft aufgezeigt, welche Themenstellungen den Technikunterricht um interessante Perspektiven aus Bezugsdisziplinen, die nicht unbedingt zum Fächerkanon der gymnasialen Oberstufe gehören müssen, bereichern können:

- die Begrenztheit der fossilen Energiereserven
- Energieeinsparung als Beitrag zum Umweltschutz
- Versorgungsabhängigkeiten der Gesellschaft
- die Feuerungsvarianten in Fernwärmekraftwerken
- die besondere Rolle der Turbine in Fernwärmekraftwerken
- Energietransport mit flüssigen Medien, Verlustberechnungen
- Dimensionierung von Wärmetauschern mit verschiedenen Transportmedien
- Rauchgasreinigungsverfahren in Fernwärmekraftwerken
- der Fernwärmeprozess im Wärmediagramm
- geothermisch gespeiste Fernwärmesysteme
- Modell eines Fernwärmenetzes
- wirtschaftliche Betrachtungen von Belastungsdiagrammen.

Für das Einbringen der fachübergreifenden Aspekte in den Unterricht bieten sich besonders Referate, Hausaufgaben, Facharbeiten, Lehrervorträge, Internetrecherchen und audiovisuelle Medien an.

Fächerverbindender Unterricht besteht in der themen- oder problembezogenen Kooperation zweier oder mehrerer Fächer, wenn es gilt, „quer liegende“ Themenstellungen unter verschiedenen Fachperspektiven und -kategorien zu betrachten und dabei mehr als nur die Summe von Teilen zu erkennen. Fächerverbindender Unterricht ist organisatorisch und planerisch aufwendig. Er kann in den Schwerpunkten eines Schulprofils entwickelt werden. Da die Schülerinnen und Schüler in der gymnasialen Oberstufe an **einer** übergreifenden Veranstaltung teilnehmen sollen, müssen die Schulen, sofern sie keine Schulprofile (Fächerkopplungen) aufweisen, entsprechend langfristig planen.

Bei der Kopplung des Faches Technik mit einem anderen Fach aus dem Aufgabenfeld III über einen kürzeren bzw. längeren Zeitraum werden überwiegend Kompetenzen fachlicher Art gefördert. Dabei wird insbesondere nach affinen Fachinhalten gesucht, die sich möglichst in beiden Fächern thematisieren lassen. Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei den fachspezifischen Methoden der einzelnen Fächer werden den Schülerinnen und Schülern dabei besonders deutlich.

Bei einer aufgabenfeldübergreifenden Kooperation, wie z. B. der Fächer Sozialwissenschaften/Technik, bearbeiten die beiden Fächer eher kontrastiv und dialogisch gemeinsame Themen. Fachspezifische Besonderheiten der beteiligten Fächer treten hier besonders hervor und die Grenzen der beteiligten Fächer werden deutlich überschritten.

Beispiele:

- Die zeitgleiche Bearbeitung des Physikthemas: "Bereitstellung, Wandlung und Verteilung elektrischer Energie" und des Technikthemas: "Versorgung mit elektrischer Energie"
Die fachlichen Inhalte des Physikkurses stellen das naturwissenschaftliche Grundlagenwissen für eine technikspezifische Bearbeitung der beiden technischen Subsysteme Generator und Transformator eines thermischen Kraftwerks dar. Inhalte des Physik-Kurses können sich so im Technikkurs widerspiegeln
- Die zeitgleiche Bearbeitung des Chemiethemas: "Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie" und des Technikthemas: "Solar-Wasserstoff-Wirtschaft"
Die fachlichen Inhalte des Chemiekurses stellen das naturwissenschaftliche Grundlagenwissen für eine technikspezifische Bearbeitung der beiden Subsysteme Elektrolyse und Brennstoffzelle dar
- Die zeitgleiche Bearbeitung des Chemiethemas: „Typische Reaktionswege zur Herstellung von Stoffen in der organischen Chemie“ und des Technikthemas „Herstellung von Vergaserkraftstoff aus Rohöl“.

Fachübergreifender projektorientierter Technikunterricht

Projektorientierter Unterricht ist anwendungsbezogen, kurzphasig, kompakt, produktorientiert. Er muss in der Themenstellung erkennbar „besonders“ und machbar sein. Er kann im Fach selbst oder fächerverbindend stattfinden.

Fächerverbindender Projektunterricht findet in **übergreifenden Projektveranstaltungen** statt. Diese Veranstaltungsform soll den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit geben, erlernte Arbeitsmethoden aus unterschiedlichen Fachbereichen selbstständig auf ein komplexes Problem zu beziehen und ein Problem aus der Perspektive mehrerer Fächer zu sehen. Projektveranstaltungen bieten auch die Gelegenheit zur Teamarbeit. Diese Veranstaltungen sind unter bestimmten vorher festgelegten Leitfragen langfristig aus dem Fachunterricht heraus zu entwickeln. Die von den Schülerinnen und Schülern erbrachten Leistungen werden im Rahmen der „Sonstigen Mitarbeit“ beurteilt.

Da solche Projektveranstaltungen stufenspezifische Ziele verfolgen, sind sie im Hinblick auf die Teilnehmerinnen und Teilnehmer auf eine Jahrgangsstufe oder auf die gymnasiale Oberstufe zu beschränken.

Das Fach Technik kann mit folgenden Fragestellungen dazu beitragen: In einem technischen Projekt, das fachintern, fächerverbindend oder als übergreifende Projektveranstaltung durchgeführt werden kann, wird die Frage „Kann der Energiebedarf unserer Stadt durch elektrische Energie aus Sonnenlicht gedeckt werden?“ bearbeitet.

Die denkbaren Teilthemen und ihre fachübergreifenden Bezüge können der folgenden Zusammenstellung entnommen werden.

Projektthema: Elektrische Energie aus Sonnenlicht für den Energiebedarf unserer Stadt

- Probleme der zukünftigen Energieversorgung (Ressourcen, Bevölkerungswachstum)
- Strahlungsenergieangebot der Sonne
- Funktionsweise von Solarzellen, Kennlinienanalyse
- unterschiedliche Bauarten von Solarzellen
- Optimierung der Betriebsbedingungen von Solarzellen
- Erstellung eines Wechselrichters (Leiterplatte)
- Ansteuerung des Wechselrichters mit einem Computer
- Speicherung der Energie (Elektrolyse, Brennstoffzelle, Akkumulatoren)
- Analyse von Flächen zum Aufstellen von Solaranlagen
- Abschätzung der Kosten bei einer großtechnischen Realisation
- Umweltaspekte (Schadstoffersparnis, Klimaaspekte, Zukunftsprognosen, CO₂-Problematik, Arbeitsplätze).

Entwicklung von Leit- und Schlüsselthemen für gemeinsames Arbeiten

Bei fächerverbindendem Projektunterricht werden einzelne Kursabschnitte (Halbjahre, Quartale) mit einer gemeinsamen Überschrift unter Fachaspekten, die auch aufgabenfeldübergreifend sein können, bearbeitet. Durch die Mehrperspektivität der Betrachtung werden den Schülerinnen und Schülern die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der beteiligten Fächer besonders deutlich. So könnten z. B. dem nachstehenden Schlüsselthema die folgenden Unterthemen zugeordnet werden.

Thema: „Wie können zukünftige Generationen menschenwürdig leben?“

Unterthemen:

- Wachstum ohne Grenzen
- Kein Leben ohne Energie
- Wider die einfachen Lösungen: Das Leben ist hochvernetzt
- Informationen bestimmen das Leben
- Und unsere Zukunft? Wohin geht die Entwicklung?

Organisationsformen für gemeinsames Arbeiten und Lernen

- **Themenbezogene Studientage und Projekttag**

Für einen begrenzten Zeitraum können die Schülerinnen und Schüler zu einem möglichst frei gewählten Thema selbstständig arbeiten. Dabei können sie die unterschiedlichen Zugriffsmöglichkeiten der fachspezifischen Methoden auf ein Thema erfahren und anwenden. Die Arbeit an einem solchen Projekt muss gut vorbereitet sein, wobei durchaus nicht unbedingt die Lehrkraft die Projektleitung zu übernehmen braucht. In Projekttagen und Studientagen können auch die Kursgrenzen aufgelöst werden, wodurch sich neue soziale Erfahrungsräume öffnen.

Die spezifischen Eigenarten von fachübergreifenden Studien- und Projekttagen vermitteln den Schülerinnen und Schülern Primärerfahrung und exemplarisches Wissen, sie verlangen von ihnen Aktivität und Informiertheit, sie fordern die ganze Person und geben ihnen das Gefühl, über Fach- und evtl. Schulgrenzen hinweg etwas leisten zu können, das für das Leben anderer wirklich Bedeutung hat

- **Facharbeiten zu fachübergreifenden Fragestellungen**

Bei der fachübergreifenden Facharbeit steht die Bearbeitung einer möglichst authentischen, fachübergreifenden Fragestellung im Mittelpunkt, die den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit für fachliches Lernen in Verbindung mit dem Erwerb fachübergreifender Methoden ermöglicht.

Das Thema sollte der laufenden Unterrichtsarbeit entstammen und in Einzelgesprächen entwickelt und abgesprochen werden. Die starke Identifikation der Schülerinnen und Schüler mit ihrer Facharbeit wirkt sehr motivierend. Die Erfahrung, sich für etwas Schwieriges ganz besonders anzustrengen, es dann auch erfolgreich zu schaffen, stärkt ihr Selbstbewusstsein. Das hohe Interesse am Fach verbessert auch das Lernklima insgesamt

- **Praktika**

Betriebspraktika und Betriebserkundungen z. B. in das Technikum einer Raffinerie oder in den Braunkohletagebau kann ein fachübergreifendes Angebot zusammen mit den Fächern Chemie oder Erdkunde sein. Aber auch die Organisation von Fachpraxiskursen in Zusammenarbeit mit den Hochschulen stellen Möglichkeiten zur Verbesserung der Studien- und Berufswahlentscheidung dar.

- **Projekte mit ausländischen Schulen**

Wie das Fach Technik eine tragende Rolle in der Zusammenarbeit mit ausländischen Schulen erlangen kann, zeigt ein Beispiel, bei dem Eltern, Lehrerinnen, Lehrer, Schülerinnen und Schüler einer Schule einen Verein gegründet haben, der zwei Partnerschulen in Sambia unterstützt. Nach Besuchen in Sambia wurde deutlich, dass den Schulen durch die Bereitstellung von elektrischen Pressen zur Herstellung von Speiseöl aus Sonnenblumenkernen ein großer Schritt in Richtung Selbstversorgung ermöglicht würde.

Die dazu vom Verein angeschafften Ölpresen wurden vom Grundkurs Technik für den Betrieb in Sambia vorbereitet. Unter dem Rahmenthema „Nachwachsende Rohstoffe“ wurden die Ölpresen als technisches System analysiert, getestet und ihr Einsatz koordiniert. Durch dieses Projekt konnte eine interessante

Verknüpfung von fachlichem, fremdsprachlichem und interkulturellem Lernen erreicht werden

Die Auflistung der möglichen Organisationsformen erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Eine Realisierung fachübergreifender Lernarrangements in einer gymnasialen Oberstufe ist von einer Fülle an Rahmenbedingungen abhängig. Die Schulen werden daher weiterhin Organisationsformen erproben, damit fachgrenzenüberschreitende Kompetenzen aller beteiligten Personen angespornt und ausgeprägt werden. In diesem Sinne eröffnet sich den Schulen – und besonders dem Unterrichtsfach Technik – ein interessantes Aufgabenfeld.

3.2.4 Die besondere Lernleistung

Mit der besonderen Lernleistung sollen herausgehobene Leistungen, die Schülerinnen und Schüler zusätzlich erbracht haben, im Rahmen der für die Abiturprüfung vorgesehenen Punktzahlen auch zusätzlich honoriert werden. Es muss sich um eine herausragende Leistung handeln. Dies hat auch in Art und Umfang der Darstellung bzw. der Dokumentation seinen Niederschlag zu finden. Die Kultusministerkonferenz hat als äußerliche Anhaltspunkte für die Wertigkeit den Rahmen bzw. den Umfang eines mindestens zweisemestrigen Kurses – dieses entspricht dem Äquivalent von maximal 60 Punkten – genannt.

Besondere Lernleistung kann z. B. sein: Ein umfassender Beitrag aus einem von den Ländern geförderten Wettbewerb, es kann das Ergebnis eines über mindestens ein Jahr laufenden fachlichen oder fachübergreifenden Projektes sein. Es kann sich auch um eine größere Arbeit handeln, die sich aus dem Fachunterricht ergeben hat. Die besondere Lernleistung muss in Qualität und Umfang eine Facharbeit deutlich überschreiten. Sie soll außer- und innerschulische Möglichkeiten außerhalb der Unterrichtsvorhaben erschließen, etwa in Feldarbeit und Experiment, in der Arbeit in Archiven oder Bibliotheken. Das Vorhaben soll eine klare Aufgabenstellung haben, eine nachvollziehbare Ausführungsebene (z. B. Produkt, Recherche, Versuch, Auswertung bzw. Reflexion).

Folgende Themen geben einen Überblick über die Bandbreite der im Technikunterricht möglichen besonderen Lernleistungen:

- Fachlich orientierte Themen:
 - Sonnennachgeführte Solaranlage auf einem Boot
 - Computergesteuerte Fernrohrnachführung
 - Elektronische Zündzeitpunktverstellung bei Ottomotoren
 - Automatische Geschwindigkeitsbegrenzung bei Kraftfahrzeugen
 - Kühlung von Solarzellenanlagen
 - Computergestützte Haussicherungsanlagen
- Fachübergreifende Themen:
 - Energiebedarfsdeckung der Deutschen Bahn aus Solarzellen
 - Das Null-Energie-Haus
 - Energieeinsparung bei Ottomotoren.

3.3 Grund- und Leistungskurse

Grund- und Leistungskurse tragen gleichermaßen dazu bei, das Ziel der Studierfähigkeit zu erreichen.

Grundkurse repräsentieren das Lernniveau der gymnasialen Oberstufe unter dem Aspekt einer grundlegenden wissenschaftspropädeutischen Ausbildung. Sie sollen

- in grundlegende Fragestellungen, Sachverhalte, Problemkomplexe, Strukturen und Darstellungsformen eines Faches einführen
- wesentliche Arbeitsmethoden des Faches vermitteln, bewusst und erfahrbar machen
- Zusammenhänge im Fach und über dessen Grenzen hinaus in exemplarischer Form erkennbar werden lassen.

Leistungskurse repräsentieren das Lernniveau der gymnasialen Oberstufe unter dem Aspekt einer exemplarisch vertieften wissenschaftspropädeutischen Ausbildung. Sie sind gerichtet

- auf eine systematische Beschäftigung mit wesentlichen, die Komplexität und den Aspektreichtum des Faches verdeutlichenden Inhalten, Theorien und Modellen
- auf eine vertiefte Beherrschung der fachlichen Arbeitsmittel und -methoden, ihre selbstständige Anwendung und theoretische Reflexion
- auf eine reflektierte Standortbestimmung des Faches im Rahmen einer breit angelegten Allgemeinbildung und im fachübergreifenden Zusammenhang.

Beide Kursarten basieren unverzichtbar auf dem Grundkursunterricht der Jahrgangsstufe 11.

Die Vermittlung fachspezifischer Kenntnisse, die Einführung in Methoden und in eine Methodenreflexion ist Aufgabe sowohl von Grund- als auch von Leistungskursen. Dabei sind in Leistungskursen vertieft Erkenntnismethoden der Technikwissenschaften, Methoden der Technik und deren Bewertung anzuwenden und deren Bedeutung innerhalb der Anwendungsfelder bewusst zu machen.

Hinsichtlich fachspezifischer Theorien und wissenschaftlicher Ansätze besteht ein enges gegenseitiges Bedingungs- und Beziehungsgefüge bis hin zu Gemeinsamkeiten zwischen dem Fach Technik, den naturwissenschaftlichen Fächern, der Mathematik aber auch den Fächern im Angebot der gymnasialen Oberstufe, die die weiteren Erkenntnisperspektiven der Technik repräsentieren.

Diese Bezüge und Gemeinsamkeiten der Fächer werden in den Grund- und Leistungskursen dadurch eingebracht, dass bei der Planung technischer Sachverhalte und bei der Lösung technischer Probleme auf naturwissenschaftliche Grundlagen zurückgegriffen wird, natur- und ingenieurwissenschaftliche Arbeitsweisen praktiziert, mathematische Operationen durchgeführt und der Einfluss der weiteren Erkenntnisperspektiven hinsichtlich Gestaltung und Bewertung von Technik verdeutlicht werden.

Bei Leistungskursen wird dabei mathematisch-naturwissenschaftliches Wissen in stärkerem Maße angewendet und der Zugriff auf die Methoden der weiteren Erkenntnisperspektiven verstärkt.

Leistungskurse ermöglichen häufiger längerfristig angelegte Unterrichts- und Arbeitsmethoden, wie z. B. projektorientierte Arbeit. Eine häufigere „offener“ Unterrichtssituationen ist hierbei sinnvoll. Gegenüber den Grundkursen wird ein höherer Grad selbstständiger Schülerarbeit, z. B. bei der Beschaffung von Literatur und anderen Arbeitsmaterialien gefordert.

Sowohl längerfristig angelegte Unterrichts- und Arbeitsmethoden als auch selbstständige Schülerarbeit bedingen eine verstärkte Präsentation der Arbeitsergebnisse durch die Schülerinnen und Schüler.

3.4 Sequenzbildung

Für die Reihenfolge der Themen, die im Technikunterricht nach Absprache in der Fachkonferenz einer Schule bearbeitet werden sollen, müssen die Regelungen beachtet werden, die hierfür in der Obligatorik für das Fach Technik im Kapitel 2.3 festgelegt sind.

Jahrgangsstufe 11	
Bereich	Obligatorische Festlegungen
I: Fachliche Inhalte	
Ebene 1: Wechselbeziehungen	—
Ebene 2: Methoden der Technik	Thematisierung der Methoden der Technik im Werdegang eines technischen Systems
Ebene 3: Sachsysteme	—
II: Lernen im Kontext	Je ein Thema aus den Anwendungsfeldern: <ul style="list-style-type: none"> ● Versorgung und Entsorgung ● Information und Kommunikation
III: Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	<ul style="list-style-type: none"> ● eine Konstruktionsaufgabe ● eine Fertigungsaufgabe ● ein Projekt

Über die Festlegungen durch die Obligatorik hinaus sind bei der Erstellung einer Sequenz die besonderen Bedingungen in der Jahrgangsstufe 11 zu berücksichtigen.

Die curriculare Aufgabe der Jahrgangsstufe 11

Die Aufgabe der Jahrgangsstufe 11 in ihrer allgemeinen Funktion ist im Kapitel 4 der Richtlinien beschrieben.

Die Schülerinnen und Schüler belegen in der Jahrgangsstufe 11 i. d. R. durchgehend 10 bis 11 Grundkurse (30 bis 33 Wochenstunden).

Der Unterricht folgt für die Jahrgangsstufen 11 bis 13 insgesamt einem Sequenzialitätsprinzip. Dabei ergibt sich für die Jahrgangsstufe 11, dass sie die wissenschaftspropädeutische Vorbereitung für die Qualifikationsphase inhaltlich und methodisch übernehmen muss, d. h. dass gesorgt werden muss

- für eine breite fachliche Grundlegung
- für eine systematische Methodenschulung in fachlicher, fachübergreifender und kooperativer Hinsicht
- für Einblicke in die Anforderungen von Leistungskursen
- für Angebote zur Angleichung der Kenntnisse.

Für das Fach Technik sind durchaus unterschiedliche Eingangsvoraussetzungen in der Kenntnis technischen Sachwissens und technischer Methoden zu erwarten, je nach dem, ob und in welchem Umfang Technikunterricht in der Sekundarstufe I erteilt wurde. Diese unterschiedlichen Eingangsvoraussetzungen dürfen nicht zu einer heterogenen Kursgestaltung führen, sondern sollten durch aktives Einbinden von Schülerinnen und Schülern mit technischer Vorbildung in die Unterrichtsgestaltung, z. B. in Gruppenarbeitsphasen oder durch Referate, herangezogen werden, um in der Jahrgangsstufe 11 einheitliche Voraussetzungen für die weitere Arbeit in der gymnasialen Oberstufe zu schaffen.

Aus dem Unterricht der Sekundarstufe I in anderen Fächern kann im Wesentlichen zurückgegriffen werden auf die Ausbildung der Fähigkeit zu kausalanalytischem Denken, der Entwicklung von Experimentierfähigkeit in den naturwissenschaftlichen Fächern, der Fähigkeit Zusammenhänge zu mathematisieren sowie Grundformen der Dokumentation und Präsentation von Ergebnissen zu beherrschen.

Jahrgangsstufen 12/13	
Bereich	Obligatorische Festlegungen
I: Fachliche Inhalte	
Ebene 1: Wechselbeziehungen	Themengestaltung grundsätzlich unter Berücksichtigung der naturalen, humanen und sozialen Dimensionen mit unterschiedlichen Erkenntnisperspektiven
Ebene 2: Methoden der Technik	Thematisierung der Methoden der Technik im Werdegang eines technischen Systems
Ebene 3: Sachsysteme	Thematisieren je eines Themas zu Systemen des <ul style="list-style-type: none"> ● Stoffumsatzes ● Energieumsatzes ● Informationsumsatzes
II: Lernen im Kontext	Je ein Thema aus den Anwendungsfeldern: <ul style="list-style-type: none"> ● Versorgung und Entsorgung ● Information und Kommunikation ● Transport und Verkehr ● Automation
III: Methoden und Formen selbstständigen Arbeitens	<ul style="list-style-type: none"> ● Konstruktionsaufgaben ● Fertigungsaufgaben ● ein Projekt ● eine Exkursion ● eine Facharbeit

Über diese obligatorischen Festlegungen hinaus wird bei der schulinternen Sequenzbildung ein hinsichtlich der Jahrgangsstufen ansteigendes Anspruchsniveau verlangt. Um nun schulintern eine Sequenz mit ansteigendem Anspruchsniveau planen zu können, soll die Ermittlung des Anspruchsniveaus am Beispiel des Themas „Logistik in der Fertigung“ (siehe Beispiele in 2.2) durchgeführt werden.

Der fachliche Inhalt für diese Unterrichtseinheit wird im Bereich I der Ebene „Sachsysteme und Verfahren“ entnommen und ist somit hinsichtlich der Komplexität von Struktur, Funktion und Hierarchie zu bewerten. Zum Gesamtsystem gehören neben dem Flurförderfahrzeug noch die Be- und Entladevorrichtungen und die Leiteinrichtung, die durch eine einfache zentrale Systemstruktur miteinander verknüpft sind. Die Funktion dieses Systems ist einfach durch den Stofftransport in einer Fertigungshalle zu beschreiben und der Zustand durch die Größen Zeit, Raum, Stoff und Information (Befehle und Daten). Hierarchisch gesehen ist das Transportsystem Teil eines Mesosystems mit einem eher geringen Grad der Aggregation.

Die unterrichtliche Bearbeitung des Themas „Logistik in der Fertigung“ wird bestimmt durch die Entwicklung einer Steuerungsstrategie, die den sich schrittweise entwickelnden Anforderungen an das System gerecht werden soll. Dies vollzieht sich in drei Schritten: Sicherung der Betriebsfunktion (Einhaltung des Transportwe-

ges, Erkennen von Steuersignale entlang des Transportweges), Optimierung des Betriebsablaufs (Erledigung des Transportauftrages, Transportwegoptimierung) und Sicherung des Betriebsablaufs (bei Störungen durch Hindernisse, beim Betrieb von mehreren Fahrzeugen in einer Halle). Wenn man die Arbeit im Unterricht mit der Erledigung eines einfachen Transportauftrages beschließt, ist das Anspruchsniveau eher klein. Bearbeitet man den vollen Durchgang durch alle drei Ebenen in einem Projekt, ist das Anspruchsniveau recht hoch. Der experimentelle Anteil reduziert sich auf den Betrieb in einer Modellfertigungshalle und ist daher vergleichsweise eher gering. Eine Quantifizierbarkeit der experimentellen Erkenntnisse ist nicht gegeben.

Zusammengenommen ist die Komplexität des fachlichen Inhalts bei diesem Beispiel mittel bis gering einzuschätzen, das Anforderungsniveau der unterrichtlichen Durchführung mittel bis hoch.

Folgende drei **Beispielsequenzen** sollen die Umsetzung der Obligatorik beispielhaft darstellen. Dabei wird anhand der ersten Sequenz die Umsetzung der Vorgaben zur inhaltlichen und methodischen Gestaltung ausführlicher erläutert. Die beiden weiteren Beispielsequenzen werden dann unkommentiert angefügt.

Sequenz 1

Jg.	Thema	Bereich I: Ebenen	Bereich II: Anwendungsfelder	Bereich III: Methoden
Einführungsphase				
11	Sicherheits- und Alarmtechnik	Methoden der Technik/Informationsumsatz	Information und Kommunikation	Konstruktionsaufgaben Fertigungsaufgaben Projekt
	Herstellung von Vergaserkraftstoff	Sachsysteme/Stoffumsatz	Versorgung und Entsorgung	Projekt Referat
Qualifikationsphase				
12	Mülltrennung	Methoden der Technik/Stoffumsatz	Versorgung und Entsorgung	Fertigungsaufgaben Exkursion
12	Telemetrie	Methoden der Technik/Informationsumsatz	Information und Kommunikation	Konstruktionsaufgaben
12	Strom im Verbund	Wechselwirkungen/Energieumsatz	Transport und Verkehr	Referat Projekt
13	Solar-Wasserstoff-Wirtschaft	Wechselwirkungen/Stoffumsatz	Versorgung und Entsorgung	Facharbeit in „Sonstige Mitarbeit“
13	Der Roboter – ein Ersatz für den Menschen	Methoden der Technik/Informationsumsatz	Automation	Projekt

In der **Einführungsphase** wird die Entwicklung einer Alarmanlage projektartig durchgeführt. Die Schülerinnen und Schüler durchlaufen an diesem Beispiel, das

einen relativ einfachen Zugang zu gesellschaftlichen Hintergründen bietet, alle Phasen im Werdegang eines technischen Systems und lernen so die grundlegenden Methoden der Technik kennen. Der konstruktive Anteil ist hoch, ebenso der Umfang der Fertigungsaufgaben.

Bei der Herstellung und Produktoptimierung von Vergaserkraftstoffen werden schwerpunktmäßig Systemanalysen durchgeführt und die optimale Betriebsführung eines technischen Systems behandelt.

In der **Qualifikationsphase** stehen der selbstständigere Einsatz der technischen Methoden und die umfassendere Behandlung sowohl der technischen Sachinhalte als auch der Wechselwirkungen soziotechnischer Handlungssysteme im Mittelpunkt bei der Auswahl der jeweiligen Kursinhalte. Dabei werden so weit möglich Sachkenntnisse und Methodenkompetenz aus vorangegangenen Kursen gezielt eingesetzt.

So wird am Beispiel der Mülltrennung, das im Rahmen eines Quartalsthemas auf fertige Modellanlagen zurückgreift, ein Systemvergleich des in 11 behandelten stoffumsetzenden Systems "Raffinerie" mit den Trennverfahren bei festen Stoffen im Thema Mülltrennung durchgeführt und Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausgearbeitet. Die Müllproblematik mit ihren sozialen und humanen Bezügen bildet bei diesem Thema den Ausgangspunkt der Betrachtungen.

Die Analyse und der Einsatz professioneller Telemetrieanlagen sowie deren Verknüpfung mit selbstentwickelten Sensoren ermöglichen im Kurs Telemetrie auf grundsätzliche elektronische Kenntnisse aus dem Kurs "Sicherheits- und Alarmtechnik" zurückzugreifen und die dort erlernten Methoden zur Systemanalyse und Konstruktion selbstständiger weiterzuführen und ihre Beherrschung zu sichern. Das Anspruchsniveau wächst mit der zunehmenden quantitativen Betrachtungsweise, dem Rückgriff auf technische Funktionsweisen und naturwissenschaftliche Grundlagen, sowie der erheblichen größeren Komplexität des behandelten Systems.

Der Halbjahreskurs „Strom im Verbund“ greift im Bereich technischen und naturwissenschaftlichen Sachwissens Kenntnisse über elektrotechnische Grundlagen auf. Darüber hinaus bietet die Energieproblematik einen Zugriff auf quantitative Betrachtungen im sozialen, humanen und naturalen (z. B. ökologisch, ökonomisch, naturwissenschaftlich und technisch) Bereich.

Der Kurs „Solar-Wasserstoff-Wirtschaft“ greift die Energieproblematik auf und stellt mit der Verknüpfung von energieumsetzenden Systemen und stoffumsetzenden Systemen einen deutlichen Anspruch bezogen auf die Komplexität. Die naturale Komponente mit ihren Grundlagen aus den Naturwissenschaften (physikalische Prinzipien der Photovoltaik, chemische Zusammenhänge der Wasserelektrolyse) und Technikwissenschaften (chemietechnische Umsetzung realer Elektrolyseeinrichtungen, Konstruktion und Optimierung geeigneter Solaranlagen) ist ebenso komplex wie die ökologischen und ökonomischen Inhalte aus dem sozialen Bereich bezüglich der gegenwärtigen und zukünftigen Energieversorgung.

Der CIM-Betrieb mit dem Kernelement "Roboter" bietet anhand der im Verlauf dieser Sequenz erlernten methodischen und sachlichen Aspekte die Möglichkeit, ein umfassendes Projekt weitgehend selbstständig abzuwickeln.

Sequenz 2

Jg.	Thema	Bereich I: Ebenen	Bereich II: Anwendungsfelder	Bereich III: Methoden
Einführungsphase				
11	Mülltrennung	Methoden der Technik/Stoffumsatz	Versorgung und Entsorgung	Konstruktionsaufgaben Fertigungsaufgaben
	Computernetze (Quartal)	Sachsysteme/Informationsumsatz	Information und Kommunikation	Projekt
	Rapsöl (Quartal)	Wechselwirkungen/Stoffumsatz	Versorgung und Entsorgung	Konstruktionsaufgaben Referat
Qualifikationsphase				
12	Photovoltaik	Wechselwirkungen/Energieumsatz	Versorgung und Entsorgung	Referat Fallstudie
12	Solar-Wasserstoff-Wirtschaft (Quartal)	Sachsysteme/Stoffumsatz	Versorgung und Entsorgung	Konstruktionsaufgaben
12	Automatisierung der Telefonvermittlung (Quartal)	Sachsysteme/Informationsumsatz	Automation	Fertigungsaufgaben
13	Telemetrie	Methoden der Technik/Informationsumsatz	Information und Kommunikation	Konstruktionsaufgaben Facharbeit in „Sonstige Mitarbeit“
13	Strom im Verbund	Wechselwirkungen/Energieumsatz	Transport und Verkehr	Projekt Exkursion

Sequenz 3

Jg.	Thema	Bereich I: Ebenen	Bereich II: Anwendungsfelder	Bereich III: Methoden
Einführungsphase				
11	Sicherheits- und Alarmtechnik (Quartal)	Methoden der Technik/Informationsumsatz	Information und Kommunikation	Konstruktionsaufgaben Fertigungsaufgaben
	Eisenbahn (Quartal)	Sachsysteme/Stoffumsatz	Transport und Verkehr	Projekt
	Elektrische Energieversorgung	Sachsysteme/Energieumsatz	Versorgung und Entsorgung	Konstruktionsaufgaben
Qualifikationsphase				
12	Strom im Verbund	Wechselwirkungen/Energieumsatz	Transport und Verkehr	Facharbeit Exkursion
12	Vergaserkraftstoff	Sachsysteme/Stoffumsatz	Versorgung und Entsorgung	Konstruktionsaufgaben
13	Computernetze	Sachsysteme/Informationsumsatz	Information und Kommunikation	Fertigungsaufgaben Referat
13	Roboter	Methoden der Technik/Informationsumsatz	Automation	Projekt

Koppelkurse mit den Fächern Biologie, Chemie oder Physik

Die für die Fächer in den einzelnen Lehrplänen ausgewiesene Obligatorik behält auch für die Koppelkurse mit jeweils zweistündigen Grundkursen ihre Gültigkeit. Allerdings ist es aufgrund der Anlage des Lehrplans Technik verhältnismäßig leicht möglich, in den Koppelkursen mit dem jeweils beteiligten Fach gemeinsame Themenstellungen zu finden, die deutliche Synergieeffekte aufweisen. Die konkreten Unterrichtsgegenstände und -themen sind im Fach Technik auch in ihrer zeitlichen Abfolge frei wählbar, sie können also auf die Bedürfnisse und Möglichkeiten der anderen Fächer abgestimmt werden.

Bei allen Curricula für die Koppelangebote ist es zwingend erforderlich, dass die Schülerinnen und Schüler die Bedeutung der naturwissenschaftlichen Grundlagen für konkrete technische Entwicklungen kennen lernen, ihnen aber in gleichem Maße bewusst wird, wie die Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften zunehmend von der Verwendung technischer Systeme abhängt.

Bei der Entwicklung der Curricula für die Koppelkurse in den Fachkonferenzen ist zu beachten, dass nicht zwingend zeitgleich an gemeinsamen Themenstellungen gearbeitet werden muss. Dies wird auch aus schulorganisatorischen Gründen selten effektiv möglich sein.

So ist es z. B. in einem Koppelkurs Technik/Physik möglich, in der Jahrgangsstufe 11 im Technikkurs Apparaturen zur elektronischen Messung der Bewegung beim freien Fall und auf der schiefen Ebene zu realisieren, die dann gegen Ende von 11/I im Fach Physik eingesetzt werden. In der Jahrgangsstufe 11/II kann dann im Fach Technik das Thema Mülltrennung vertieft bearbeitet werden, in dem auf die im ersten Halbjahr im Fach Physik erarbeiteten Grundlagen bei der Konstruktion von Trennanlagen (z. B. Windsichtern und Fließbändern mit unterschiedlichen Abwurfweiten) zurückgegriffen wird.

In einem Koppelkurs mit Chemie können im Fach Technik Dosiereinrichtungen (z. B. Kolbenprober mit Schrittmotorantrieb) und computergestützte Auswertungsanlagen (z. B. Neutralisation) entwickelt werden. Nach Behandlung der Redoxvorgänge im Fach Chemie können im Fach Technik beim Thema Solar-Wasserstoff-Wirtschaft effizient – auf der Basis gemeinsamer naturwissenschaftlicher Grundkenntnisse aller Schülerinnen und Schüler – Anlagen zur photovoltaischen Wasserelektrolyse und Wasserstoffverstromung in Brennstoffzellen bearbeitet werden.

Die folgende Tabelle enthält Themengegenüberstellungen für einen Koppelkurs Technik/Biologie, in dem die Obligatorik beider Fächer erfüllt werden kann. Die weitere Ausgestaltung der Themen ist entsprechend den Sequenzvorschlägen auf den vorherigen Seiten vorzunehmen.

Technik/Themen	Biologie/Themenfelder
Jahrgangsstufe 11	
Information und Kommunikation Logistik in der Fertigung (Systemanalysen, Wegoptimierung, „Just in time“-Lieferung)	Physiologie: Struktur, Funktion, Wechselwirkung Zelle, Gewebe, Organismus Molekulare Grundlagen, Kompartimentierung, Transport
Versorgung und Entsorgung Solar-Wasserstoff-Wirtschaft (Photovoltaik, Elektrolyse, Brennstoffzelle)	Biokatalyse Betriebsstoffwechsel und dessen Regulation Nutzung der Lichtenergie zum Stoffaufbau
Jahrgangsstufen 12 und 13	
Information und Kommunikation Kodierung von Informationen	Genetische und entwicklungsbiologische Grundlagen von Lebensprozessen Fortpflanzung und Keimesentwicklung Molekulare Grundlagen der Vererbung und Entwicklungssteuerung Aspekte der klassischen Genetik mit humanbiologischem Bezug Angewandte Genetik
Versorgung und Entsorgung Umweltschutztechnologien: Mülltrennung (Müllproblematik, Biogasanlagen, Kompostierung)	Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung Wechselbeziehungen zwischen Organismus und Umweltfaktoren Wechselbeziehungen zwischen Populationen, Populationsdynamik
Transport und Verkehr Strom im Verbund (Versorgungssicherheit, Trassenbau unter technischen und ökologischen Aspekten)	Verflechtungen in Lebensgemeinschaften Nachhaltige Nutzung und Erhaltung von Ökosystemen durch den Menschen
Information und Kommunikation Telemetrie (Messen, Aufzeichnen und Auswerten von Umweltdaten)	Ökologische Untersuchungen in einem Lebensraum der Schulregion
Automation Der Roboter	Evolution der Vielfalt des Lebens in Struktur und Verhalten Grundlagen evolutiver Veränderung Verhalten, Fitness, Anpassung Art und Artbildung Evolutionshinweise und Evolutionstheorien Transspezifische Evolution der Primaten Steuerung und Regulationsmechanismen im Organismus und deren molekulare Ursachen am Beispiel von „Neuronale Informationsverarbeitung, Sinne und Wahrnehmung“ Molekulare und cytologische Grundlagen Neuronale Verschaltungen und Sinne Wahrnehmung, Gedächtnis, Bewusstsein

4 Lernerfolgsüberprüfungen

4.1 Grundsätze

Die Grundsätze der Leistungsbewertung ergeben sich aus den entsprechenden Bestimmungen der Allgemeinen Schulordnung (§§ 21 bis 23). Für das Verfahren der Leistungsbewertung gelten die §§ 13 bis 17 der Verordnung über den Bildungsgang und die Abiturprüfung in der gymnasialen Oberstufe (APO-GOST).

Die Leistungsbewertung ist Grundlage für die weitere Förderung der Schülerinnen und Schüler, für ihre Beratung und die Beratung der Erziehungsberechtigten sowie für Schullaufbahnentscheidungen.

Folgende Grundsätze der Leistungsbewertung sind festzuhalten:

- Leistungsbewertungen sind ein kontinuierlicher Prozess. Bewertet werden alle von Schülerinnen und Schülern im Zusammenhang mit dem Unterricht erbrachten Leistungen (vgl. Kapitel 4.2 und 4.3).
- Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Unterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Die Unterrichtsziele, -gegenstände und die methodischen Verfahren, die von den Schülerinnen und Schülern erreicht bzw. beherrscht werden sollen, sind in den Kapiteln 1 bis 3 dargestellt.

Leistungsbewertung setzt voraus, dass die Schülerinnen und Schüler im Unterricht Gelegenheit hatten, die entsprechenden Anforderungen in Umfang und Anspruch kennen zu lernen und sich auf diese vorzubereiten. Die Lehrerin bzw. der Lehrer muss ihnen hinreichend Gelegenheit geben, die geforderten Leistungen auch zu erbringen.

- Bewertet werden der Umfang der Kenntnisse, die methodische Selbstständigkeit in ihrer Anwendung sowie die sachgemäße schriftliche und mündliche Darstellung. Bei der schriftlichen und mündlichen Darstellung ist in allen Fächern auf sachliche und sprachliche Richtigkeit, auf fachsprachliche Korrektheit, auf gedankliche Klarheit und auf eine der Aufgabenstellung angemessene Ausdrucksweise zu achten. Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit in der deutschen Sprache werden nach § 13 (6) APO-GOST bewertet. Bei Gruppenarbeiten muss die jeweils individuelle Schülerleistung bewertbar sein.
- Die Bewertung ihrer Leistungen muss den Schülerinnen und Schülern auch im Vergleich mit den Mitschülerinnen und Mitschülern transparent sein.
- Im Sinne der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung sollen die Fachlehrerinnen und Fachlehrer ihre Bewertungsmaßstäbe untereinander offen legen, exemplarisch korrigierte Arbeiten besprechen und gemeinsam abgestimmte Klausur- und Abituraufgaben stellen.
- Die Anforderungen orientieren sich an den im Kapitel 5 genannten Anforderungsbereichen.

4.2 Beurteilungsbereich „Klausuren“

4.2.1 Allgemeine Hinweise

Klausuren dienen der schriftlichen Überprüfung der Lernergebnisse in einem Kursabschnitt. Klausuren sollen darüber Aufschluss geben, inwieweit im laufenden Kursabschnitt gesetzte Ziele erreicht worden sind. Sie bereiten auf die komplexen Anforderungen in der Abiturprüfung vor.

Wird statt einer Klausur eine Facharbeit geschrieben, wird die Note für die Facharbeit wie eine Klausurnote gewertet.

Zahl und Dauer der in der gymnasialen Oberstufe zu schreibenden Klausuren gehen aus der APO-GOST hervor.

4.2.2 Fachspezifische Hinweise zur Aufgabenstellung, Korrektur und Bewertung von Klausuren

- 1) Da die fachliche und fachsprachliche Kompetenz der Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer im Verlauf der Jahrgangsstufen 11 bis 13 erst zu entwickeln ist, müssen die Anforderungen in den Klausuren von der Jahrgangsstufe 11 an schrittweise in Bezug auf Schwierigkeitsgrad und Umfang gesteigert werden.
- 2) In der Qualifikationsphase sind nur solche Aufgaben zugelassen, die gebunden sind an
 - konkrete vorgelegte Materialien und/oder
 - technische Experimente (Lehrer- oder Schülerexperiment)Schließt die Aufgabenstellung ein Schülerexperiment ein, so ist darauf zu achten, dass alle Schülerinnen und Schüler gleiche Arbeitsmöglichkeiten haben; die Eigenständigkeit der Leistung im experimentellen Bereich muss nachprüfbar sein und das Ergebnis festgestellt werden.
- 3) Bei der – im Allgemeinen vorzunehmenden – Gliederung einer Aufgabe in Teilaufgaben sollen diese unabhängig voneinander lösbar sein; evtl. sind Zwischenergebnisse oder neue Eingangsdaten mitzuteilen.
- 4) Aufgabentexte und zugehörige Materialien werden der Schülerin bzw. dem Schüler schriftlich vorgelegt; auf einwandfreie Lesbarkeit ist zu achten.

Es wird notwendig sein, in der Jahrgangsstufe 11 die Klausuraufgabe(n) zunächst auf leicht überschaubare technische Systeme zu beziehen und erst im Verlauf der Kurssequenz zu komplexeren Systemen überzugehen. Auch kann es sinnvoll sein, abweichend von der für die Abiturprüfung gültigen Regelung – in einer Klausur mehr als zwei Aufgaben – deren Umfang dann natürlich enger begrenzt sein muss – zu stellen. Es ist – auch in der Anfangsphase des Technikunterrichts – nicht zulässig, bei Klausuren Einzelfragen zusammenhanglos aneinander zu reihen.

Zur Einübung in technikspezifische Denk-, und Arbeitsweisen und zur Entwicklung sprachlicher und fachsprachlicher Kompetenz soll bereits in der Jahrgangsstufe 11 besonderer Wert auf selbstständiges Arbeiten gelegt werden.

Die Aufgaben sollten gebunden sein an

- die Darstellung eines im Unterricht behandelten technischen Verfahrens
- die Beschreibung und Erklärung einer überschaubaren technischen Apparatur
- die Erläuterung einer technischen Zeichnung
- die Erörterung grundlegender technischer Begriffe
- die Diskussion von Versuchsergebnissen u. Ä.

Korrektur und Bewertung von Klausuren

Die Korrektur der Klausur soll neben der Feststellung der Fehler und ihrer Kennzeichnung nach Art und Schwere durch Korrekturbemerkungen der Schülerin bzw. dem Schüler in fachlicher und methodischer Hinsicht Hilfen geben.

Wesentliche Bewertungskriterien betreffen die

- sachliche Richtigkeit
- Vollständigkeit der Bearbeitung
- Selbstständigkeit der Lösung
- Beherrschung fachspezifischer Methoden
- schlüssige Gedankenführung
- klare, sinnvoll gegliederte Darstellung
- richtige Verwendung der Fachsprache
- angemessene äußere Form
- exakte grafische Darstellung u. a.

Die Bewertung der Klausuren muss im Verlauf des Unterrichts zunehmend den Maßstäben für die Bewertung der schriftlichen Abiturprüfungsarbeit angeglichen werden.

4.2.3 Fachspezifische Hinweise zur Aufgabenstellung, Korrektur und Bewertung von Facharbeiten

Bei der Aufgabenstellung für Facharbeiten, die im Fach Technik geschrieben werden, soll der Zusammenhang mit dem Unterricht gewährleisten, dass individuelle und keine austauschbaren „Fertigprodukte“ vorgelegt werden. Die Lehrkräfte beraten die Schülerinnen und Schüler bei der Suche nach eigenen Themen, die Aspekte des Unterrichts aufgreifen, und schlagen ggf. geeignete Themen vor. Dabei ist darauf zu achten, dass die übernommene Aufgabe abgegrenzt und überschaubar ist. Die Erarbeitung von befriedigenden Ergebnissen muss für die Schülerin bzw. den Schüler auf dem Hintergrund des bisherigen Unterrichts möglich sein.

Die Lehrerinnen und Lehrer besprechen formale Gesichtspunkte und Kriterien der Bewertung von Facharbeiten rechtzeitig vor dem Beginn der Erarbeitung mit ihren Schülerinnen und Schülern.

Bei der Bewertung sind insbesondere die folgenden Aspekte einzubeziehen:

- Form und Aufbau
äußere Form und sprachliche Korrektheit, richtiges Zitieren, Gliederung und gedankliche Strukturierung
- inhaltliches Verständnis
Erfassen der Aufgabenstellung, Entwicklung einer Lösungsstrategie, Darlegung des Lösungsweges, Formulierung, Diskussion und Bewertung der Ergebnisse
- methodisches Verständnis
Gestaltung des Arbeitsprozesses, Nutzung der Fachsprache, fachliche Methodenwahl und Methodenbewusstsein, Nutzung von Darstellungsmöglichkeiten und Medien.

Die Lehrkraft korrigiert die Facharbeit, bewertet sie in einem kurzen Gutachten, das die verschiedenen Aspekte würdigt, erteilt eine Leistungsnote, gibt die Arbeit zurück und erläutert ihre Bewertung.

4.3 Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“

4.3.1 Allgemeine Hinweise

Dem Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“ kommt der gleiche Stellenwert zu wie dem Beurteilungsbereich Klausuren. Im Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“ sind alle Leistungen zu werten, die eine Schülerin bzw. ein Schüler im Zusammenhang mit dem Unterricht mit Ausnahme der Klausuren und der Facharbeit erbringt.

Dazu gehören Beiträge zum Unterrichtsgespräch, die Leistungen in Hausaufgaben, Referaten, Protokollen, sonstigen Präsentationsleistungen, die Mitarbeit in Projekten und Arbeitsbeiträge, die in Kapitel 3.2.2 beschrieben sind.

Eine Form der „Sonstigen Mitarbeit“ ist die schriftliche Übung, die benotet wird. Die Aufgabenstellung muss sich unmittelbar aus dem Unterricht ergeben. Sie muss so begrenzt sein, dass für ihre Bearbeitung in der Regel 30 Minuten, höchstens 45 Minuten erforderlich sind.

Die Schülerinnen und Schüler sollen im Bereich der „Sonstigen Mitarbeit“ auf die mündliche Prüfung und deren Anforderungen vorbereitet werden.

4.3.2 Anforderungen und Kriterien zur Beurteilung der Leistungen im Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“

Die Arbeitsformen im Bereich „Sonstige Mitarbeit“ erfahren ihre fachspezifische Ausprägung durch die spezifischen Inhalte sowie durch die Unterrichtsverfahren des Faches Technik. Es spielen jedoch auch Rahmenbedingungen der einzelnen Schule, wie Einrichtung des Unterrichtsraumes, Umfang der experimentellen Ausstattung, Standort u. Ä. eine Rolle.

Zu den Formen „sonstiger Mitarbeit“ gehören

- Beiträge zum Unterrichtsgespräch
- Vorträge von Hausaufgaben
- Referate
- Protokolle
- Mitarbeit in Projekten
- Experimentelle Mitarbeit
- Facharbeiten.

Beiträge zum Unterrichtsgespräch

Die mündlichen Unterrichtsbeiträge sind für den Fortgang des Unterrichts unverzichtbar. Sie geben der Schülerin bzw. dem Schüler insbesondere Gelegenheit:

- technisches Grundlagenwissen (Fakten- und Methodenkenntnis) darzulegen, anzuwenden und zu festigen
- Lösungsansätze für technische Probleme darzulegen und zu diskutieren
- komplexe Zusammenhänge zu erfassen und problembezogen zu durchdenken
- fachsprachliche Kompetenz nachzuweisen und zu erweitern
- sowohl einer Argumentationskette zu folgen als auch einen Gedankengang aufzubauen.

Dies geschieht durch Beiträge zum laufenden Unterrichtsgespräch, wie

- allgemeine mündliche Beteiligung am Unterrichtsgeschehen, Erläuterung von Tabellen
- grafischen Darstellungen und technischen Zeichnungen
- Beschreibung von technischen Versuchsaufbauten und -abläufen sowie von technischen Anlagen und Verfahren
- Bericht über Ergebnisse technischer Experimente, Zusammenfassung der Ergebnisse aus Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit
- Koordinierung der Arbeitsergebnisse verschiedener Gruppen, wiederholende Zusammenfassung von Inhalten und Ergebnissen vorangegangenen Unterrichts
- konstruktive Vorschläge zur Behandlung der anstehenden Fragestellungen.

Vorträge von Hausaufgaben

Hausaufgaben ergänzen die Arbeit im Unterricht. Sie dienen zur Festigung und Sicherung des im Unterricht Erarbeiteten, zur Vorbereitung des Unterrichts und zur

Heranführung der Schülerinnen und Schüler an eine eigenverantwortliche Gestaltung von eigenen Lernprozessen.

Die Festigung und Sicherung des im Unterricht Erarbeiteten kann in der Hausaufgabe methodisch erfolgen durch

- Wiederholung anhand eigener Aufzeichnungen, anhand von Protokollen oder durch Arbeit mit fachbezogenem Schrifttum
- schriftliche Bearbeitung einer im Unterricht behandelten Frage
- Lösung einer konkreten Problemstellung
- zusammenfassende Wiederholung der Inhalte eines längeren Unterrichtsabschnittes unter bestimmten Aspekten.

Der Vorbereitungsfunktion der Hausaufgabe und damit der Hinführung zu selbstständigen Arbeitstechniken kommt in der gymnasialen Oberstufe besondere Bedeutung zu. Als unterrichtsvorbereitende Formen der Hausaufgabe kommen in Frage:

- die Auswertung von Versuchsprotokollen
- die Planung eines technischen Experiments
- der Vergleich unterschiedlicher Lösungsansätze für ein technisches Problem
- Überlegungen zur Optimierung eines im Unterricht behandelten technischen Verfahrens
- die Auseinandersetzung mit einem technischen Sachverhalt anhand vorgelegter Unterlagen
- die selbstständige Beschaffung von Informationsmaterial zu einem technischen Sachverhalt.

Kontrolle von Hausaufgaben

Hausaufgaben können in der gymnasialen Oberstufe benotet werden. Eine regelmäßige Kontrolle ist notwendig. Sie dient der Berichtigung von Fehlern, der Bestätigung konkreter Lösungen sowie der gebührenden Anerkennung eigenständiger Leistungen.

Referat

Das Referat ist besonders geeignet zum Erlernen studienvorbereitender Arbeitstechniken und planender Arbeitsvorhaben und stellt ein individualisierendes Element in der Unterrichtsplanung und -durchführung dar.

Das Referat trägt ferner zur Vorbereitung auf die in der mündlichen Abiturprüfung geforderte Qualifikation des zusammenhängenden Vortrags einer selbstständig gelösten Aufgabe bei.

Bei der Erstellung und dem Vortrag des Referats werden folgende Arbeitstechniken erlernt und geübt:

- Organisation des Arbeitsvorhabens und Methodenreflexion
- Beschaffen, Zusammenstellen, Ordnen, Auswerten von themenbezogenem Informationsmaterial
- Planung eines gegliederten Aufbaus des Referats
- Techniken des Referierens, Vortrag mit Hilfe einer stichwortartigen Gliederung, adressatenbezogenes Sprechen und Diskutieren unter Verwendung der Fachsprache
- korrektes Zitieren
- Berücksichtigung des Zeitfaktors (bei der Vorbereitung und dem Vortrag des Referats).

Im Anschluss an das Referat soll eine Aussprache erfolgen. Sie dient einerseits der Auseinandersetzung der Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer mit dem Dargebotenen, sodass ein Lerngewinn durch das Referat nicht nur für die Referentin bzw. den Referenten, sondern auch für die übrigen Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer gewährleistet ist. Sie gibt andererseits der Referentin bzw. dem Referenten die Möglichkeit, ihre/seine Ausführungen zu verdeutlichen und aus der Kritik der Zuhörerinnen und Zuhörer zu lernen.

Im Hinblick auf die Unterrichtsgegenstände kann das Referat sowohl vorbereitenden als auch erweiternden Charakter haben. Es kann Hintergrund- und Zusatzinformationen bereitstellen. Technische Spezialthemen, die von einzelnen Schülerinnen und Schülern außerhalb des Unterrichts erarbeitet worden sind und die dem Fortgang des Unterrichts und dem Lernfortschritt der Gruppe nicht oder nur unwesentlich dienen, sind als Themen für Referate nicht geeignet.

Das Thema muss eindeutig formuliert und so begrenzt sein, dass es in der vorgesehenen Vorbereitungs- und Vortragszeit bewältigt werden kann. Im Verlauf der Kurssequenz sollten Anspruchshöhe und Selbstständigkeit der Bearbeitung zunehmen. Für die Anfertigung des Referats sollte ein Zeitraum von höchstens zwei Wochen ausreichend sein. Die Vortragszeit sollte in der Regel nicht mehr als 10 Minuten betragen.

Protokoll

Für den Unterricht kommen folgende Arten von Protokollen in Betracht:

- Verlaufsprotokoll
- Protokoll der Diskussionsprofils
- Ergebnisprotokoll.

Das Anfertigen von Protokollen einer Stunde gehört zum Erlernen studienvorbereitender Arbeitstechniken. Dazu gehört besonders das Einüben in konzentriertes Zuhören und das Erfassen von fachspezifischen Ausführungen.

Das Verlaufsprotokoll soll den Gang der Unterrichtsstunde in den wesentlichen Zügen wiedergeben.

Das Protokoll des Diskussionsprofils nimmt aus dem Gang der Unterrichtsstunde diejenigen Beiträge heraus, die die Diskussion entscheidend bestimmt haben. Es macht die unterschiedlichen Standpunkte und ihre Begründung deutlich.

Das Ergebnisprotokoll verzichtet auf die Wiedergabe des Unterrichtsverlaufs und auf die Darstellung des Diskussionsprofils und hält stattdessen genau die Unterrichtsergebnisse fest.

Der Schwerpunkt des Erlernens der für Protokolle erforderlichen Arbeitstechniken soll in der Jahrgangsstufe 11 liegen.

Mitarbeit in Projekten

Die Mitarbeit in Projekten ist in besonderer Weise dazu geeignet, Lernprozesse selbstständig zu planen, zu organisieren und zu steuern. Um die daraus erwachsenden Prozesssteuerungskompetenzen beurteilen zu können, ist es notwendig, vor dem Projektbeginn gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern Beurteilungsmöglichkeiten zu finden und festzulegen. Dabei sind besonders zwei Aspekte zu berücksichtigen:

Leistungen in technischen Projekten lassen sich in erster Linie am Handlungsprodukt und am Ablauf des Arbeitsprozesses erkennen. Das Handlungsprodukt kann sich aus mehreren Einzelprodukten (Subsystemen) zusammensetzen, die eine Zuordnung zu einzelnen Personen ermöglichen. Darüber hinaus werden innerhalb des Projekts auch Unterrichtsverfahren wie Referate, Konstruktionsaufgaben oder Unterrichtsgespräche in Plenumsphasen zum tragen kommen, die ebenfalls eine individuelle Leistungsbeurteilung ermöglichen.

Die Beurteilung technischer Handlungsprodukte wird man in erster Linie durch den Sachbezug vornehmen können. Dazu gehören:

- der Informationsgehalt einer Dokumentation über ein technisches Verfahren
- die Funktionstüchtigkeit eines optimierten technischen Systems
- die sorgfältige Ausführung handwerklicher Tätigkeiten bei der Lösung von Konstruktionsaufgaben.

Neben der Produkteigenschaft ist die Vermittlungsqualität bei der Beurteilung des Projektergebnisses besonders zu berücksichtigen. Dazu kann gehören:

- die Verständlichkeit der Darstellung im Hinblick auf die Zielgruppe
- die Übersichtlichkeit einer digitaltechnischen Problemlösung
- die Ästhetik eines technischen Exponates.

Zur Beurteilung des Arbeitsprozesses bietet sich besonders die Anfertigung von Arbeitsprozessberichten an, die vom Lehrenden und von jedem Lernenden erstellt werden sollten. Die Berichte der Lernenden sind Ausdruck der Fähigkeit, einen

technischen Problemlösungsprozess kriterienorientiert zu reflektieren. Als Kriterien für die Beurteilung eignen sich:

- Sach- und Methodenaspekte
Sachaspekte werden deutlich, wenn der Lernprozess von der Entwicklung der technischen Aufgabenstellung über die verschiedenen Lösungsversuche bis zum fertigen Handlungsprodukt sachlich und fachsprachlich einwandfrei dargestellt und reflektiert wird. Arbeitsmethodische Aspekte werden deutlich, wenn der Planungsprozess, die Methoden der Informationsbeschaffung, die Methoden der Informationsaufbereitung und die Folge der Arbeitsschritte zur Produktherstellung dargestellt und reflektiert werden.
- Soziale Aspekte
Soziale Aspekte werden deutlich, wenn über die Probleme und Erfolge der gemeinsamen Arbeit berichtet und reflektiert wird. Hierzu kann neben der Einschätzung des individuellen Beitrags zur gemeinsamen Arbeit auch eine Einschätzung der individuellen und gemeinschaftlichen Lernfortschritte gehören.
- Humane Aspekte
Humane Aspekte werden deutlich, wenn über persönliche Erfahrungen während der Gruppenarbeit berichtet und reflektiert wird. Dazu eignen sich Aussagen zu: Entfaltungsmöglichkeiten für eigene Begabungen, Schwierigkeiten im Hinblick auf das Durchhaltevermögen und die Kreativität bei der Problemlösung.

Durch solche gemeinsam getroffenen differenzierten Vereinbarungen wird die Verantwortung bei Beurteilung der Mitarbeit in technischen Projekten zu einem Teil den Lernenden übertragen. Es wird deutlich, dass hier Leistung nicht mehr nur im Sinne von Falsch und Richtig definiert wird, sondern auch unter der Perspektive, dass aus Fehlern gelernt werden kann.

Experimentelle Mitarbeit

Technische Experimente sind wegen ihrer Bedeutung in technischen Entstehungs- und Verwendungszusammenhängen in der gymnasialen Oberstufe konstitutiv für den Unterricht.

Durch eigene Erfahrung wird die für die Technik charakteristische Methode des technischen Experimentierens den Schülerinnen und Schülern in besonderem Maße bewusst.

Daher müssen technische Experimente möglichst auch von Schülerinnen und Schülern selbst geplant, durchgeführt und ausgewertet werden.

Die individuellen Schülerleistungen in technischen Experimenten werden insbesondere beurteilt:

- hinsichtlich der nachgewiesenen technischen, naturwissenschaftlichen und mathematischen Kenntnisse
- im Hinblick auf den Grad der Komplexität des Versuchsaufbaus
- im Hinblick auf die fachgerechte Handhabung der verwendeten Experimentiersysteme
- hinsichtlich der Komplexität der Auswertung.

Diese Beurteilungskriterien müssen bei technischen Experimenten, die im Rahmen von Konstruktionsaufgaben oder Projekten durchgeführt werden, durch weitere Aspekte ergänzt werden:

- Eigenständigkeit der Lösung
- Fähigkeit, Alternativen zu den im Unterricht behandelten Lösungen zu entwickeln
- Fähigkeit, ansatzweise abzuschätzen, unter welchen Bedingungen die eigene Lösung reelle Chancen der Realisierung hätte, indem z. B. wirtschaftliche und/oder gesellschaftliche Kriterien berücksichtigt werden
- Fähigkeit, die Grenzen des angewandten Verfahrens in Bezug auf die konkrete Aufgabenstellung zu erkennen
- Fähigkeit einzuschätzen, inwieweit die Lösung verallgemeinerungsfähig ist.

Für den Einsatz technischer Experimente im Zusammenhang mit Konstruktionsaufgaben und Projekten im Unterricht sollten die folgenden Hinweise berücksichtigt werden:

Konstruktionsaufgaben und Projekte sind bezüglich ihrer Lösung weitgehend offen. Dies entspricht einerseits der technischen Wirklichkeit, andererseits stützen derartige Aufgaben bzw. Projekte diejenigen Ziele des Faches, die das selbstständige Problemlösen vorrangig beinhalten. Deshalb sollten technische Experimente insbesondere im Rahmen von Konstruktionsaufgaben und Projekten, die weitgehend durch derartige offene Lernsituationen gekennzeichnet sind, im Unterricht eingeplant werden. Dabei können die Experimente sowohl in Einzel- als auch in Gruppenarbeit durchgeführt werden. In geeigneten Fällen können in den einzelnen Gruppen auch jeweils verschiedene Teilsysteme eines geplanten komplexeren Systems bearbeitet werden.

Facharbeit

Im Rahmen der „Sonstigen Mitarbeit“ können auch selbstständige schriftliche Arbeiten, die Facharbeiten vergleichbar sind, beurteilt werden. Die bereits im Kapitel 4.3 gegebenen Hinweise zur Korrektur und Bewertung von Facharbeiten sind auch hier zu berücksichtigen.

5 Die Abiturprüfung

5.1 Allgemeine Hinweise

Es ist spezifische Aufgabe der folgenden Regelungen, das Anforderungsniveau für die Prüfungen im Fach zu beschreiben, die Aufgabenstellung zu strukturieren und eine Beurteilung der Prüfungsleistungen nach verständlichen, einsehbaren und vergleichbaren Kriterien zu ermöglichen.

Entscheidend für die Vergleichbarkeit der Anforderungen ist die Konstruktion der Prüfungsaufgaben, die durch Beschluss der KMK¹⁾ in allen Bundesländern nach vereinbarten Grundsätzen erfolgen soll. Diese Grundsätze helfen zugleich, die Beurteilung der Prüfungsbedingungen transparent zu machen.

Zu diesen vereinbarten Grundsätzen gehört die Feststellung, dass den Bedingungen einer schulischen Prüfung zur allgemeinen Hochschulreife die bloße Wiedergabe gelerntem Wissen ebenso wenig entspricht wie eine Überforderung durch Problemfragen, die von der Schülerin bzw. vom Schüler in der Prüfungssituation nicht angemessen bearbeitet werden kann. Die Schwerpunkte der Anforderungen liegen in der Abiturprüfung in Bereichen, die mit selbstständigem Aussagen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte sowie Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen beschrieben werden können.

Die Abiturprüfungsanforderungen sollen deshalb in allen Fächern durch drei Anforderungsbereiche strukturiert werden. Es sind dies:

- Anforderungsbereich I (z. B. Wiedergabe von Kenntnissen)
- Anforderungsbereich II (z. B. Anwenden von Kenntnissen)
- Anforderungsbereich III (z. B. Problemlösen und Werten).

Die Anforderungsbereiche sind für die Lehrerinnen und Lehrer als Hilfsmittel für die Aufgabenkonstruktion gedacht.

Sie sollen

- den Lehrerinnen und Lehrern unter Berücksichtigung der Unterrichtsinhalte und ihrer Vermittlung eine ausgewogene Aufgabenstellung erleichtern
- den Schülerinnen und Schülern Verständnis für die Aufgabenstellungen im mündlichen und schriftlichen Bereich erleichtern und ihnen Bewertungen durchschaubar machen
- die Herstellung eines Konsenses zwischen den Fachlehrerinnen und Fachlehrern und damit eine größere Vergleichbarkeit der Anforderungen ermöglichen.

¹⁾ Vereinbarung über die einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 1. Juli 1979 i. d. F. vom 1. Dezember 1989

5.2 Beschreibung der Anforderungsbereiche

In der Abiturprüfung sollen die Kenntnisse und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler möglichst differenziert erfasst werden. Hierbei sind die mit den Aufgaben verbundenen Erwartungen drei Anforderungsbereichen bzw. Leistungsniveaus zuzuordnen, die im Folgenden beschrieben sind.

Anforderungsbereich I

Der Anforderungsbereich I umfasst

- die Wiedergabe von Sachverhalten aus einem abgegrenzten Gebiet im gelerten Zusammenhang
- die Beschreibung und Verwendung gelernter und geübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang.

Dazu kann gehören:

- ein technisches System mit Ein- und Ausgangsgrößen beschreiben
- technische Prozesse mit Hilfe von Wirkungsketten beschreiben
- das Zusammenwirken von Bauelementen mit Hilfe von Blockschaltbildern erläutern
- technische Normen und Vorschriften anwenden
- Eigenschaften und Einsatzbereiche von Werkstoffen beschreiben
- elementare Messverfahren erklären und zugehörige Messgeräte einsetzen
- einfache technische Berechnungen durchführen
- technische Zeichnungen lesen und normgerecht anfertigen.

Anforderungsbereich II

Der Anforderungsbereich II umfasst

- selbstständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang
- selbstständiges Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen, wobei es entweder um veränderte Fragestellungen oder um veränderte Sachzusammenhänge oder um abgewandelte Verfahrensweisen gehen kann.

Dazu kann gehören:

- technische Zusammenhänge analysieren und erklären
- den Energie-, Material- und Informationsfluss in technischen Systemen erläutern
- ausgehend von einem technischen Problem einen Berechnungsgang oder ein erforderliches Experiment konzipieren
- mit Hilfe von Experimenten Kenngrößen ermitteln oder bekannte Funktionszusammenhänge nachweisen
- Messfehler abschätzen und bewerten
- Verfahren zur Prüfung von Bauteilen begründet auswählen Funktionszusammenhänge mathematisch herleiten und charakteristische Größen bestimmen

- aus technischen Gesamt- oder Gruppendarstellungen Einzelteile herausziehen und das Zusammenwirken der Elemente erläutern
- technische Zeichnungen unter Berücksichtigung funktions- und produktionstechnischer Gesichtspunkte anfertigen
- Auswirkungen der Informations- und Kommunikationstechnologien auf die Arbeitswelt, die Gesellschaft und das Individuum erörtern.

Anforderungsbereich III

Der Anforderungsbereich III umfasst planmäßiges Verarbeiten komplexer Gegebenheiten mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Begründungen, Wertungen zu gelangen. Dabei werden aus den gelernten Methoden oder Lösungsverfahren die zur Bewältigung der Aufgabe geeigneten selbstständig ausgewählt oder einer neuen Problemstellung angepasst.

Dazu kann gehören:

- methodische Schritte zur Lösung technischer Problemstellungen erörtern und den Lösungsweg bewerten
- die Funktionsfähigkeit eines Bauteils oder eines Systems experimentell nachweisen
- Bauelemente und deren Werkstoffe bzw. Bauform im Hinblick auf den Verwendungszweck und auf die Kosten auswählen
- ein Bauteil entwerfen, dimensionieren und dabei getroffene Entscheidungen begründen
- Bauteile oder komplexe Systeme aufgrund vorgegebener Kriterien optimieren
- Beziehungen oder Gesetzmäßigkeiten aus Messungen und Experimenten erkennen und formulieren
- Prüfanforderungen festlegen, Prüfeinrichtungen entwerfen, aufbauen und erproben
- bei wiederkehrenden Arbeitsabläufen den Einfluss der betriebstechnischen Lösung auf den Menschen am Arbeitsplatz erörtern
- am Beispiel die Beziehungen zwischen Funktionalität, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit beurteilen
- alternative Lösungsvorschläge für ein technisches Problem entwickeln und bewerten
- die aus einer Problemlösung entstehenden neuen Fragestellungen erkennen und formulieren.

5.3 Die schriftliche Abiturprüfung

Zur Art der Aufgabenstellung, zur Vorlage der Aufgabenvorschläge bei der oberen Schulaufsichtsbehörde, zur Korrektur und Bewertung der schriftlichen Arbeiten gelten grundsätzlich die §§ 32 bis 34 der APO-GOST und die entsprechenden Verwaltungsvorschriften. Die Aufgabenstellung für Leistungskurse muss den Anforderungen gerecht werden, die sich aus der Definition der Leistungskurse (Kapitel 3.3) ergeben. Die Fragestellung muss eine systematische und komplexe Auseinander-

setzung mit einer Aufgabe ermöglichen, den Nachweis einer vertieften Beherrschung der fachlichen Methoden sowie eine reflektierte Einordnung der Fragestellung in größere Zusammenhänge des Faches erfordern.

5.3.1 Aufgabenarten der schriftlichen Abiturprüfung

Für die schriftliche Abiturprüfung im Fach Technik sind nur Aufgabenarten zulässig, die an

- konkret vorgelegte Materialien und/oder
 - technische Experimente
- gebunden sind.

Ausgangspunkt für die Aufgabenstellung muss immer ein reales sozio-technisches System, ein technisches Modell, ein technisches Experiment, ein Schadensfall oder eine gutachterliche Analyse sein.

Mit der Prüfungsaufgabe bzw. den Prüfungsaufgaben soll durch die Vorlage von Texten, technischen Zeichnungen, technischen Skizzen, Diagrammen, Messreihen und/oder die Durchführung eines technischen Experiments durch die Lehrerin bzw. den Lehrer oder die Schülerin bzw. den Schüler eine soziotechnische Ausgangs- und Zielsituation geschaffen werden. In den Prüfungsaufgaben können historische, ethische, philosophische und wissenschaftstheoretische Fragestellungen der Technik enthalten sein.

Die Lösung der Aufgabe muss insbesondere die Anwendung technikspezifischer Methoden (vgl. Kapitel 2.2) erfordern. Vorschläge, die eine ausschließlich verbale oder ausschließlich rechnerische Lösung erfordern, sind nicht zulässig.

Die Prüfungsaufgaben müssen dem Prüfling die Möglichkeit geben nachzuweisen, dass er grundlegende Kenntnisse und Einsichten im Fach Technik erworben hat und Denkweisen und Methoden der Technik selbstständig anwenden kann.

Wichtig für die Auswahl der Aufgaben ist einerseits, dass in ihnen inhaltliche Schwerpunkte des Technikunterrichts akzentuiert erscheinen können, andererseits alle Bereiche des Faches Technik angesprochen werden. Die beschriebenen Aufgabenarten entsprechen typischen Situationen der Wirklichkeit, in der sich technische Probleme aus konkreten Situationen ergeben.

Technische Experimente, die Arbeit mit technischen Tabellen und Diagrammen, die Auswertung von Messreihen usw. sind für die Technikwissenschaften konstitutiv. Die Bindung der Aufgabenstellungen an solche Arbeitsweisen ist damit fachspezifisch begründet.

5.3.2 Einreichen von Prüfungsvorschlägen

- 1) Die Fachlehrerin bzw. der Fachlehrer legt 2 Prüfungsvorschläge mit jeweils einer oder zwei Teilaufgaben einschließlich der Genehmigungsunterlagen vor, von denen die obere Schulaufsicht einen Vorschlag auswählt. Zur Aufgabenstellung der schriftlichen Abiturprüfung ist § 33 Abs. 1 APO-GOST zu beachten. Die Aufgabenvorschläge in der schriftlichen Abiturprüfung müssen aus dem Unterricht in der Qualifikationsphase erwachsen sein. Die der Schulaufsicht vorzulegenden Vorschläge müssen sich in ihrer Breite insgesamt auf die Ziele, Problemstellungen, Inhalte und Methoden der vier Halbjahre der Qualifikationsphase beziehen und unterschiedliche Sachgebiete umfassen. Der zu bearbeitende Prüfungsvorschlag muss sich in der Breite der Ziele, Problemstellungen, Inhalte und Methoden mindestens auf zwei Halbjahre der Qualifikationsphase beziehen.
- 2) Dem Prüfungsvorschlag sind beizufügen
 - eine kurz gefasste konkrete Beschreibung der erwarteten Schülerleistung (Erwartungshorizont) unter Hinweis auf die konkreten unterrichtlichen Voraussetzungen
In dem Erwartungshorizont sind die konkreten Kriterien (siehe Kapitel 4.2.2) zu benennen, die der Bewertung zugrunde liegen. Ebenso sind die Anforderungsbereiche den Arbeitsaufträgen zuzuordnen.
 - eine hinreichend detaillierte Angabe über die Lerninhalte der Halbjahreskurse
 - die Erklärung der Fachlehrerin bzw. des Fachlehrers, dass das Notwendige für die Geheimhaltung veranlasst wurde.
- 3) Die vorgesehenen Hilfsmittel sind am Schluss eines jeden Vorschlags aufzuführen.

5.3.3 Bewertung der schriftlichen Prüfungsleistungen

Bei der Korrektur und Bewertung der schriftlichen Arbeiten ist folgendes Verfahren anzuwenden:

- Die schriftliche Prüfungsarbeit wird von der zuständigen Fachlehrkraft korrigiert, begutachtet und abschließend mit einer Note bewertet (§ 34 Abs. 1 APO-GOST). Das Gutachten muss
 - Bezug nehmen auf die im Erwartungshorizont beschriebenen Kriterien, d. h., es muss zu den erwarteten Teilleistungen deutliche Aussagen machen
 - neben den inhaltlichen auch die methodischen Leistungen und den Grad der Selbstständigkeit bewerten
 - Aussagen zum Anforderungs-/Leistungsniveau machen (Anforderungsbereiche I bis III)
 - Aussagen zur Sprachrichtigkeit enthalten (§ 13 Abs. 6 APO-GOST)
- Die Zweitkorrektorin bzw. der Zweitkorrektor korrigiert die Arbeit ebenfalls (§ 34 Abs. 2 APO-GOST) und schließt sich der Bewertung begründet an oder fügt eine eigene Beurteilung und Bewertung an.

Bei der Begründung bzw. Beurteilung und Bewertung muss in knappen Aussagen auf die Beurteilungskriterien Bezug genommen werden.

- Grundsätzlich gelten die in Kapitel 4.2.2 getroffenen fachspezifischen Aussagen zur Korrektur und Bewertung von Klausuren.
- Zur Orientierung für die Notenfindung werden für die Noten „gut“ und „ausreichend“ folgende Hinweise gegeben:
 - Die Note „gut“ soll erteilt werden, wenn mindestens drei Viertel der erwarteten Leistung erbracht worden ist. Die gesamte Darstellung der Klausur muss in ihrer Gliederung, Gedankenführung, Anwendung fachmethodischer Verfahren sowie in der fachsprachlichen Artikulation den Anforderungen voll entsprechen. Die Aufgabenlösungen müssen alle wesentlichen Elemente des Anforderungsbereichs III enthalten, um den für die Note „gut“ erforderlichen Transfer des erworbenen Wissens nachzuweisen.
 - Die Note „ausreichend“ soll erteilt werden, wenn die Leistung zwar Mängel aufweist, aber im Ganzen den Anforderungen entspricht. Im Umfang müssen annähernd die Hälfte (mindestens vier Zehntel) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden sein. In jedem Fall müssen auch Leistungen des Anforderungsbereichs II nachgewiesen werden. Oberhalb und unterhalb dieser Schwelle sollen die Anteile der erwarteten Gesamtleistung den einzelnen Notenstufen jeweils ungefähr linear zugeordnet werden, um zu sichern, dass mit der Bewertung die gesamte Breite der Skala ausgeschöpft werden kann.

5.3.4 Beispiele für Prüfungsaufgaben in der schriftlichen Abiturprüfung

Beispiel 1: Vorschlag mit einer Aufgabe für einen Grundkurs

Thema: Thermisches Kraftwerk mit Fernwärmeauskopplung

Die Elektrizitätsversorgung in der Bundesrepublik Deutschland wird überwiegend durch thermische Kraftwerke gesichert, in deren Feuerung die chemisch gebundene Energie des Brennstoffs in elektrische Energie umgewandelt wird.

In dieser Umwandlung kommt dem Umlauf des Arbeitsmediums Wasser eine besondere Bedeutung zu, weil durch ihn der schlechte Wirkungsgrad des Gesamtsystems wesentlich mitbestimmt wird. Eine Möglichkeit zur besseren Ausnutzung der eingesetzten Brennstoffe ist die Auskopplung von Fernwärme.

- 1) Zeichnen Sie mit Hilfe der beigefügten Wärmewerttabelle (Anlage 1) und der Zeichenvorlage (Anlage 2) ein Wärmediagramm des Wasser/Dampfkreislaufs eines typischen thermischen Kraftwerks und ordnen Sie die Zustandsänderungen des Arbeitsmediums Wasser den einzelnen Teilsystemen des Kraftwerks zu.
- 2) Bestimmen Sie die Energie (in kJ/kg), die dem Arbeitsmedium Wasser in den einzelnen Teilsystemen des Kraftwerks entzogen bzw. zugeführt wird und ermitteln Sie den Wirkungsgrad dieses Teilsystems des Kraftwerks. Nehmen Sie zu der Größenordnung des Wirkungsgrades Stellung.

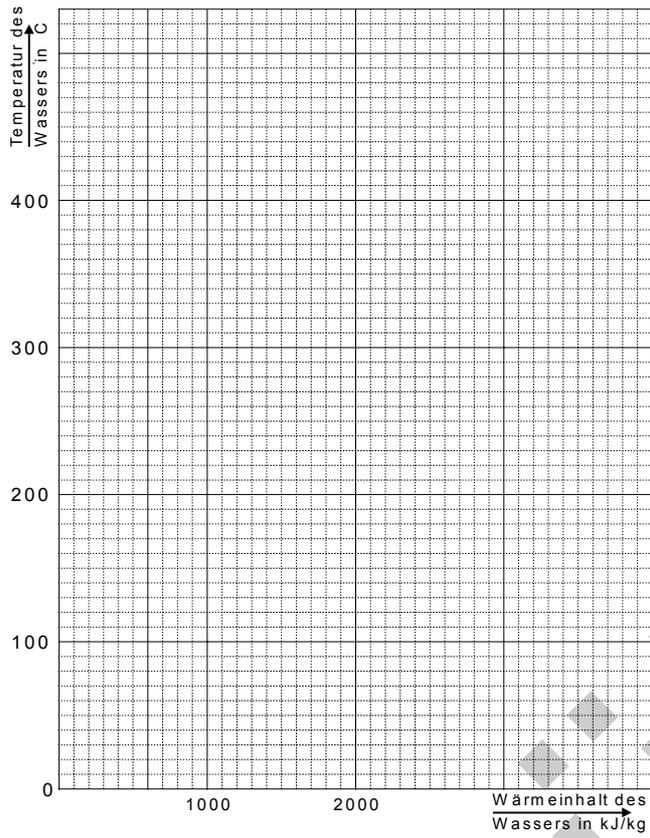
- 3) Begründen Sie, warum die Auskopplung von Fernwärme als Beitrag zum Umweltschutz angesehen werden kann. Belegen Sie Ihre Aussagen mit Hilfe des in Aufgabe 1 erstellten Wärmediagramms.
- 4) Die Anlage 3 zeigt zwei typische Tagesbelastungskurven eines bestehenden Fernwärmenetzes. Erläutern Sie, welche Größen den Verlauf einer Tagesbelastungskurve entscheidend beeinflussen.
- 5) Erstellen Sie aus der Ganglinie vom 15.12. eine geordnete Tagesdauerlinie. Bestimmen Sie für diesen Tag die benötigte Wärmeenergie (Q), die Nutzungsdauer (T_b). Die maximal mögliche Leistungsabgabe (Wärmeengpassleistung) des für die Versorgung des Netzes installierten Kraftwerks beträgt $Q_E = 13,95$ MW.
- 6) Erläutern Sie den Einfluss der Benutzungsdauer (T_b) auf die Erzeugungskosten der Fernwärme.
- 7) Diskutieren Sie den Verlauf der geordneten Tagesdauerlinie der Aufgabe 5, indem Sie einen Vergleich mit einer für den Fernwärmeanbieter idealen Tagesdauerlinie durchführen.

Arbeitsmaterial

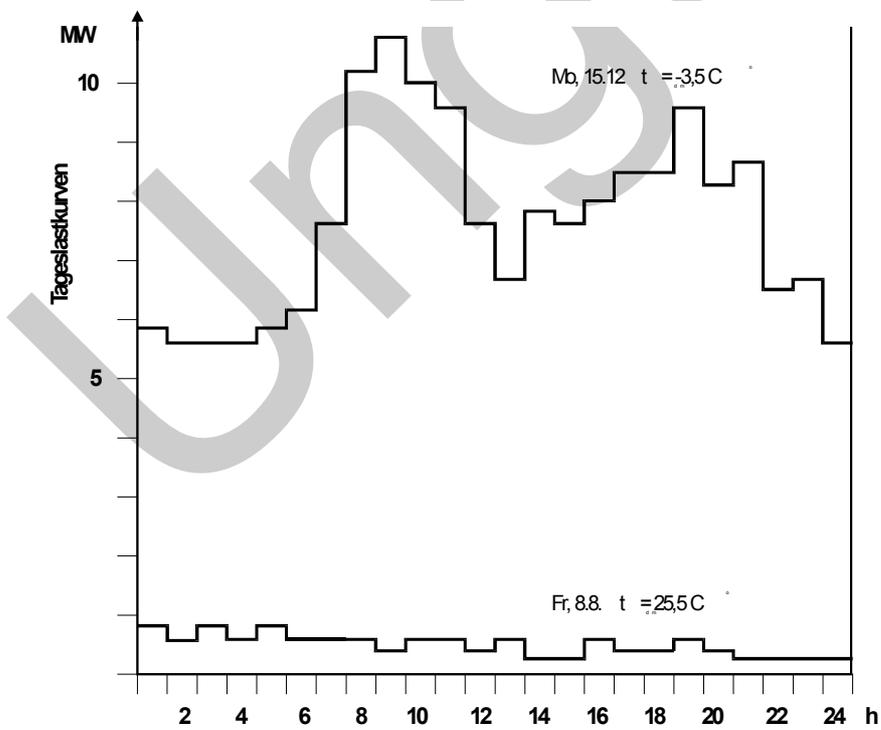
p bar	t _s °C	Flüssigkeit	Sattdampf	Heissdampf
		h' kJ/kg	h'' kJ/kg	h _h kJ/kg
0,01	6,98	29,34	2514,4	-
0,05	32,90	137,77	2561,6	3489,2
0,50	81,35	340,56	2646,0	3488,7
1,0	99,63	417,51	2675,4	3488,1
5,0	151,84	640,12	2747,5	3483,8
10,0	179,88	762,61	2776,2	3478,7
50,0	263,91	1154,50	2794,2	3433,7
100,0	310,96	1408,00	2727,7	3374,6
150,0	342,13	1611,00	2615,0	3310,6
200,0	365,7	1826,50	2418,4	3241,1

- t_s Siedetemperatur
- h' Wärmeinhalt bei Erreichen des Siedepunkts
- h'' Wärmeinhalt nach Sieden und Verdampfen
- h_h Wärmeinhalt nach Erwärmen des Dampfes auf 500°C

Anlage 1: Wärmetabelle



Anlage 2: Eine leere Zeichenvorlage für das Wärmediagramm



Anlage 3: Fernwärmebelastungsdiagramm

Unterrichtliche Voraussetzungen

Die gestellten Aufgaben beziehen sich auf Gegenstände aus den beiden Themenbereichen "Versorgung mit elektrischer Energie" und "Versorgung einer Region mit Fernwärme" aus dem Unterricht der Jahrgangsstufen 12/I und 12/II.

Die Voraussetzungen zur Lösung der Aufgaben 1 und 2 wurde bei der Analyse des Umlaufs des Arbeitsmediums Wasser durch das thermische Kraftwerk geschaffen. Dabei wurde dieser Umlauf sowohl im Hinblick auf die Zustandsänderungen des Wassers als auch im Hinblick auf die Änderung der Energieform untersucht. Es wurden die einzelnen Energieanteile bilanziert und der thermische Wirkungsgrad berechnet, sodass die Lösung der gestellten Aufgabe die selbstständige Darstellung bekannter Sachverhalte erfordert. Die Voraussetzungen zur Bearbeitung der verbleibenden Aufgabenteile wurden bei der Analyse eines Fernwärmekraftwerks geschaffen. Die Auswirkungen der Auskopplung auf das Wärmediagramm sowie die betriebswirtschaftliche Beurteilung der Fernwärmeauskopplung waren Schwerpunkte des Unterrichts.

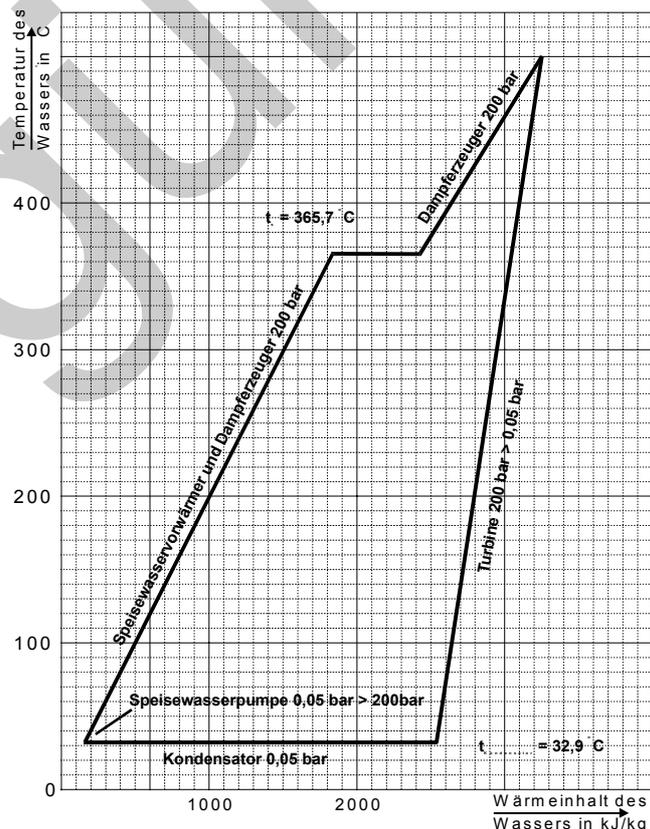
Konkrete Beschreibung der erwarteten Schülerleistung

zu 1) Hier wird das folgende Wärmediagramm erwartet, in dem den einzelnen Zustandsänderungen die Kraftwerkssubsysteme (Dampferezeuger, Turbine, Kondensator, Speisewasserpumpe) zuzuordnen sind. (Anforderungsbereich I)

zu 2) Die Auswahl der Zahlenwerte soll für ein typisches Kraftwerk erfolgen ($p_{\text{Kond.}} = 0,05 \text{ bar}$ oder $0,5 \text{ bar}$, $p_{\text{Überh.}} = 150 \text{ bar}$ oder 200 bar).

Für die Energiezufuhr bei der Erwärmung, Verdampfung und Überhitzung des Wassers bei $p_{\text{Überh.}} = 200 \text{ bar}$ ergibt sich aus der Wärmewerttabelle eine Enthalpie von $h_n = 3241,1 \text{ kJ/kg}$. Für die Energieabgabe ergibt

sich bei der Kondensation des Dampfes bei $p_{\text{Kond.}} = 0,5 \text{ bar}$ eine Energie von $h'' = 2646 \text{ kJ/kg}$. Damit verbleibt für die Abgabe in der Turbine eine Energie von $\Delta h = h_n - h'' = 595,1 \text{ kJ/kg}$. Daraus folgt ein Wirkungsgrad von $\eta = \Delta h/h_n = 18,36\%$. Der Wirkungsgrad ist für ein großtechnisches System, das schon



über so lange Zeit entwickelt wurde, ungewöhnlich niedrig. Der Grund dafür liegt auch nicht in einem Mangel an technischer Optimierung, sondern in den naturgesetzlichen Grundlagen des allgemeinen thermischen Wirkungsgrades von Wärmekraftmaschinen.

Dieser Carnotsche Wirkungsgrad ist abhängig von den beiden Extremtemperaturen, die in diesem Fall $\vartheta_2 = 500^\circ\text{C}$, $T_2 = 773\text{ K}$ an der oberen Grenze und $\vartheta_1 = 33^\circ\text{C}$, $T_1 = 303\text{ K}$ an der unteren Grenze betragen.

Er beträgt hier $\eta = (T_2 - T_1)/T_2 = 1 - (T_1/T_2) = 0,608$. Die im Kondensator anfallende riesige Abwärmemenge ist wegen der geringen Temperatur nicht weiter verwendbar und muss als „Wärmemüll“ im Kühlturm aus dem System entfernt werden. (Anforderungsbereich II)

zu 3) Eine Möglichkeit zur Reduzierung des „Wärmemülls“ ist die Fernwärmeauskopplung. Dabei wird der Kraftwerksprozess bei einem Temperaturniveau von ca. 120°C beendet und die im Dampf enthaltene Wärmeenergie über Wärmetauscher an das Fernwärmenetz übertragen. Mit der erwarteten Darstellung dieses Vorgangs im Wärmediagramm soll verdeutlicht werden, dass zwar der Wirkungsgrad des thermischen Kraftwerksteils reduziert wird, jedoch die Nutzung der Restwärme zu Heizzwecken die Ausnutzung des eingesetzten Brennstoffs erhöht. (Anforderungsbereich III)

zu 4) Hier wird erwartet, dass Aspekte wie z. B.: Typisches Kundenverhalten im Tagesablauf, Außentemperatur, Werktage, Sonn- und Feiertage, Ferienzeit den Verlauf der Tagesdauerlinie erheblich beeinflussen. (Anforderungsbereich I)

zu 5) Aus der durch Ordnung der Stundenwerte entstandenen Tagesdauerlinie sollen die betriebswirtschaftlich relevanten Größen bestimmt werden:
Benötigte Wärmeenergie (Q_d): Berechnung der Fläche unterhalb der Dauerlinie

Benutzungsdauer (T_b):
$$T_b = \frac{Q_d}{Q_E} \cdot 24\text{h}$$

(Anforderungsbereich II)

zu 6) Die Gesamtkosten je erzeugte Wärmeeinheit setzen sich additiv aus den anlagebedingten (festen) Kosten und betriebsabhängigen (variablen) Kosten zusammen: $k_L = k_f + k_v$

Es soll benannt werden, dass

- ein proportionaler Zusammenhang zwischen den variablen Kosten und den Brennstoffkosten besteht
- ein antiproportionaler Zusammenhang zwischen den festen Kosten und der Benutzungsdauer T_b besteht

D. h., je größer die Benutzungsdauer, desto geringer sind die festen Kosten je erzeugter Wärmeeinheit. (Anforderungsbereich I)

zu 7) Aus den zuvor dargelegten Zusammenhängen ergibt sich als unrealistischer Wunsch der Fernwärmeanbieter eine möglichst waagrechte Dauerlinie auf einem Leistungsniveau in der Nähe der Wärmeengpassleistung. Aus betriebswirtschaftlichen Gründen decken Fernwärmeanbieter kurzfristig auftretende Lastspitzen mit konventionellen Feuerungsanlagen, um die Nutzungsdauer der reinen Kraft-Wärme-Anlage zu vergrößern. (Anforderungsbereich III)

Korrekturmaßstab

Die Aufgabenteile 1), 4) und 6) sind dem Anforderungsbereich I zuzuordnen, da zur Bearbeitung die Wiedergabe von Kenntnissen erforderlich ist. Eine Bearbeitung der Aufgabenteile 2) und 5) setzt die korrekte Anwendung fachlicher Kenntnisse bei einer konkret vorgelegten technischen Situation voraus (Anforderungsbereich II). Im Aufgabenteil 3) wird durch die zielgerichtete Interpretation der Darstellung der Fernwärmeauskopplung im Wärmediagramm und im Aufgabenteil 7) durch die Bewertung der gewonnenen Kennlinie der Anforderungsbereich III erreicht.

Bei der Bewertung der Abiturklausur sind die Leistungen aus den verschiedenen Anforderungsbereichen angemessen zu berücksichtigen. Der für die Bearbeitung der Aufgaben 1) und 5) notwendige Zeitaufwand ist durch die Erstellung der Kennlinien deutlich erhöht und ist bei der Wichtung zu berücksichtigen.

Beispiel 2: Vorschlag mit 2 Teilaufgaben für einen Grundkurs

Teilaufgabe 1

Thema: Planung einer Photovoltaikanlage

Als technische Mitarbeiterin bzw. technischer Mitarbeiter ihrer Heimatstadt sollen Sie prüfen, ob alle im Stadtgebiet vorhandenen Parkscheinautomaten, die bisher durch das öffentliche Netz mit elektrischer Energie versorgt wurden, durch den Einsatz von Solargeneratoren netzunabhängig und umweltfreundlich betrieben werden können. Von der Stadt erhalten Sie für Ihre Arbeit u. a. die technischen Daten der vorhandenen Parkscheinautomaten:

Einsatzbereitschaft: Montag bis Freitag von 9:00 Uhr bis 17:00 Uhr

Betriebsspannung: mindestens 5 Volt, höchstens 12 Volt

Leistungsaufnahme: 7 Watt

Innenwiderstand: 7 Ohm

Als ersten Arbeitsschritt haben Sie von drei Solarzellenherstellern je einen Solar-generator zu Testzwecken angefordert. Unter Laborbedingungen wurden für die Solargeneratoren 1 und 2 Messreihen aufgenommen. Dabei wurden zur Simulation der Lichtverhältnisse eines bedeckten Tages Halogenlampen 150W im Abstand von 50cm als Strahlungsquelle verwendet.

Solargenerator 1 Preis DM 730,--		Solargenerator 2 Preis DM 480,--		Solargenerator 3 Preis DM 350,--	
U/V	I/A	U/V	I/A	U/V	I/A
0	1,23	0	1,51		
1	1,22	0	1,5		
2	1,21	2	1,49		
3	1,19	3	1,46		
4	1,17	4	1,42		
5	1,13	5	1,35		
6	1,09	6	1,25		
7	1,04	7	1,05		
8	0,97	8	0,60		
9	0,88	9	0,00		
10	0,75	10	0,00		
11	0,57				
12	0,00				

- Zeichnen Sie eine Schaltskizze, die veranschaulicht, wie die obigen Messwerte gewonnen wurden. Benennen Sie alle Einzelteile Ihrer Schaltskizze.
- Für welchen Solargenerator entscheiden Sie sich unter Berücksichtigung technischer und wirtschaftlicher Aspekte? Führen Sie dazu für den fehlenden dritten Solargenerator eine Belastungsmessung durch, um die fehlenden Messwerte zu erhalten. Begründen Sie Ihre Entscheidung auch mit Hilfe von Leistungs-Widerstands-Diagrammen.
- In der nächsten Ratssitzung soll über die Anschaffung der Solargeneratoren diskutiert werden. Mit welchen Argumenten der Befürworter und Gegner der Umrüstung der Parkscheinautomaten rechnen Sie?

Information: Wegen des Experimentalanteils ist eine Stunde Arbeitszeitverlängerung angemessen.

Teilaufgabe 2

Thema: Dimensionierung und Kostenoptimierung einer schwimmenden Nordseewindkraftanlage zur Wasserstoffherzeugung

Konzeptbeschreibung

Sie sind als neuer Projektleiter für die Planung und Realisierung einer Nordseewindkraftanlage zur Produktion von Wasserstoff zuständig.

Nach der bisherigen Planung soll die elektrische Energie der Windräder in Wasserelektrolyseuren zur Wasserstoffherzeugung genutzt werden.

Der erzeugte Wasserstoff wird in den Schwimmern der Wasserstoffinsel gespeichert, dies entspricht einer Untertagespeicherung an Land (keine Erwärmung durch Sonneneinstrahlung, konstante Temperatur, Medium Wasser als Speicherisolation). Der Transport an Land wird mittels einem Unterwasserpipelinesystem realisiert (keine Erwärmung durch Sonneneinstrahlung, geringe Verluste durch zusätzliche Isolation).

Dies entspricht der für die getroffenen Randbedingungen kostengünstigsten Variante. Auf der Insel werden 3 Windgeneratoren installiert.

Die einzelnen Subsysteme haben folgende Kenndaten:

Windgenerator	
Nennleistung eines Windgenerators $P_{\text{Nenn}} = 170 \text{ kW}$	
Kenndaten des alkalischen Wasserelektrolyseurs	
Energiebedarf (4,3 kWh/m ³ H ₂)	Elektrolyt 25% KOH
geringe Zellspannung (1,75 V)	Stromausbeute > 98%
Arbeitsdruck = Normaldruck	Arbeitstemperatur ca. 80° C
H ₂ -Reinheit 98,8...99,9%	O ₂ -Reinheit 99,3...99,7%
Verluste der Subsysteme bei Wasserstoffproduktion (bezogen auf verfügbare Gesamtwindenergie)	
auf der Insel	an Land
Elektrolyseur (Verluste 10%)	Unterwasserkabel (Verluste 35%)
Entsalzung (Verluste 3%)	Elektrolyseur (Verluste 10%)
Eigenbedarf (Verluste 2%)	Eigenbedarf (Verluste 2%)
Wasserstoff	
Heizwert H _u =	11 MJ/m ³
Heizwert H _o =	13 MJ/m ³
Dichte ρ =	0,0899 g/dm ³

Aufgabenstellung

- Stellen Sie den Verbund der beteiligten Teilsysteme an der schwimmenden Nordseewindkraftanlage zur Wasserstofferzeugung grafisch dar. Welche Vorteile bietet dieses System gegenüber der direkten Stromerzeugung mit Windenergie?
- Welche maximale Jahresenergiemenge E_{max} (in GWh) und welche theoretische Masse an Wasserstoff pro Jahr (in Tonnen) ist bei den vorgegebenen Daten möglich? Begründen Sie, warum die tatsächlich zu erwartende Energie- bzw. Wasserstoffausbeute wesentlich niedriger liegen wird.
- Diskutieren Sie die Entscheidung, die Wasserstoffproduktion nicht an Land sondern direkt auf den Windinseln vorzunehmen, obwohl die Investitionskosten für die Inselproduktion wesentlich höher sind.

Unterrichtliche Voraussetzungen

Zur erfolgreichen Bearbeitung der Beispielklausur ist die Vermittlung folgender Inhalte aus dem Thema: „Photovoltaik“ (Kurs 12/I) notwendig:

- Perspektiven für die zukünftige Energieversorgung der Weltbevölkerung
- die Solarzelle als energieumsetzendes System (Funktionsweise, Messung elektrischer Größen)
- Experimente zur Aufnahme von Kennlinien, Diskussion von Kennlinien
- Optimierung der Betriebsbedingungen für Solarzellen
- Leistungsanpassung
- Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen.

Das Thema „Solar-Wasserstoff-Wirtschaft“ ist in der Jahrgangsstufe 12/II aufbauend auf das Thema „Photovoltaik“ in der Jahrgangsstufe 12/I mit folgenden Inhalten behandelt worden:

- Einordnung in die Energieversorgung
- experimentelle Untersuchung von Elektrolysezellen unter naturwissenschaftlichen und verfahrenstechnischen Gesichtspunkten
- Berechnungen zum Stoff- und Energieumsatz derartiger Zellen.

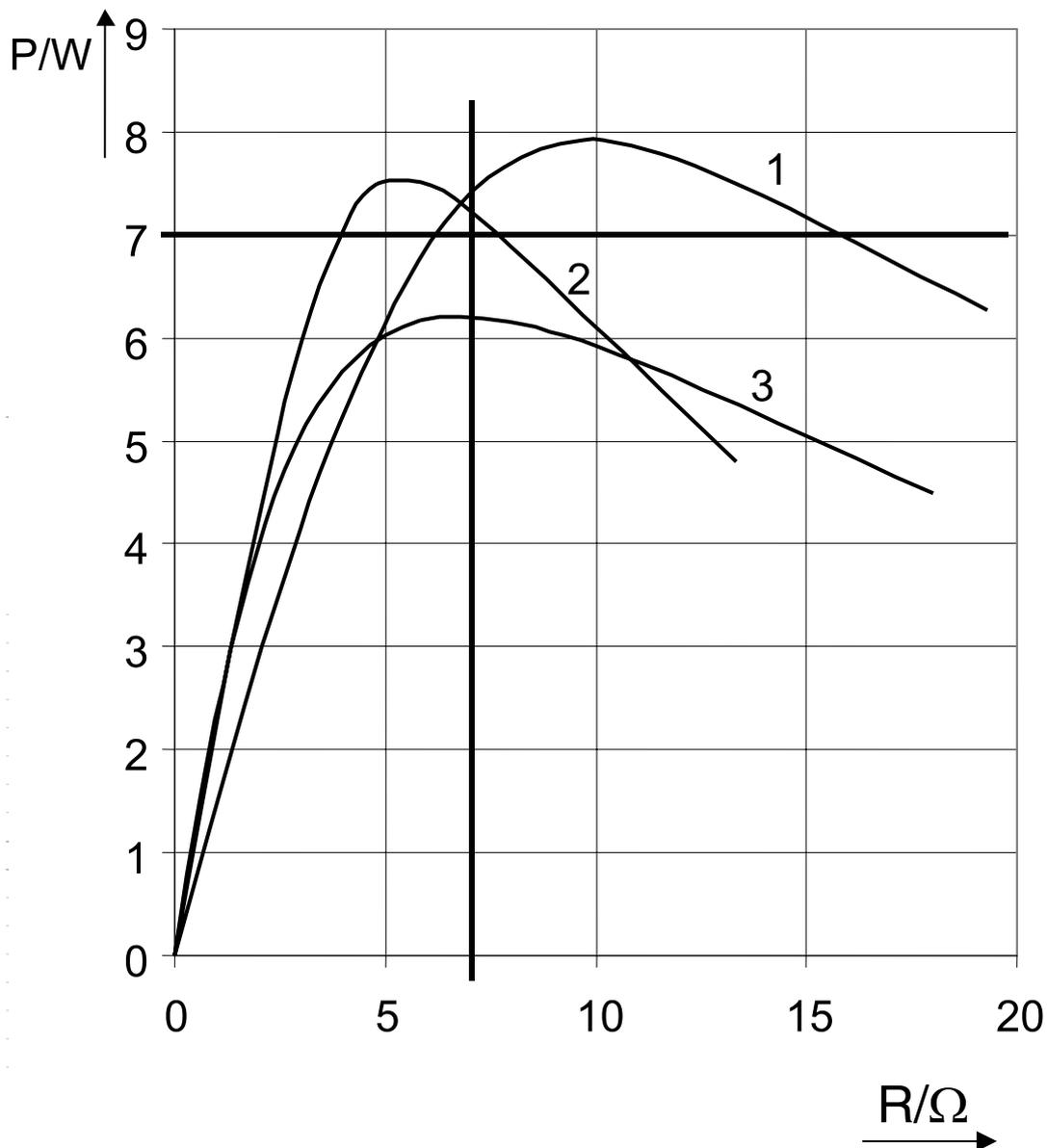
Das Thema Windenergie wurde nicht behandelt.

Konkrete Beschreibung der erwarteten Schülerleistung

zu Teilaufgabe 1

Im Aufgabenteil a) soll unter Verwendung genormter Schaltzeichen eine Schaltkizze gezeichnet werden. Alle eingezeichneten Einzelteile der Schaltung sollen benannt werden. (Anforderungsbereich I)

Im Aufgabenteil b) sollen zunächst mit Hilfe der aus dem Unterricht bekannten Messanordnungen die Messreihe für den dritten Generator ermittelt werden. Aus den drei Messreihen sollen der elektrische Widerstand und die abgegebene Leistung berechnet werden. Unter günstiger Wahl der Achseneinteilung müssen die Werte zunächst in einem Leistungs-Spannungsdiagramm dargestellt werden (siehe Abbildung). (Anforderungsbereiche I, III)



Anschließend sollen die technischen Daten des Parkscheinautomaten mit den Aussagen des P-R-Diagramms verglichen werden. Bei diesem Vergleich wird deutlich, dass nur die Solargeneratoren 1 und 2 die Anforderung hinsichtlich der Leistungsabgabe bei einem Außenwiderstand von 7Ω erfüllen. Aus Wirtschaftlichkeitsgründen sollte der Solargenerator 2 zur Versorgung der Parkscheinautomaten ausgewählt werden, da er 250,- DM preiswerter ist.

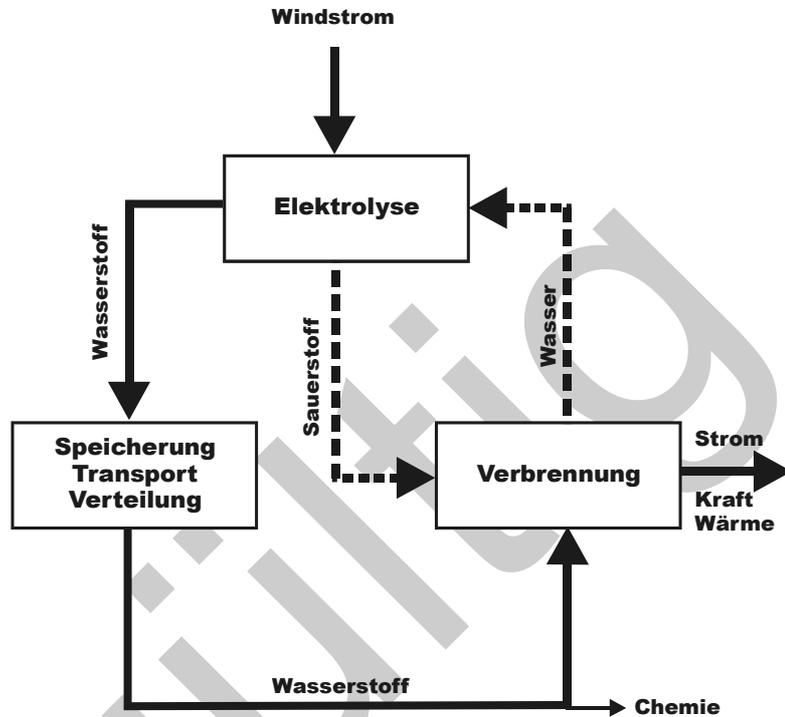
Im abschließenden Aufgabenteil c) sollen in einem zusammenhängenden Text Argumente für bzw. gegen die Umrüstung benannt werden. Wichtige Argumente können z. B. sein: Entlastung der Umwelt durch Energieeinsparung, Amortisationszeit der Investitionskosten, Betriebszuverlässigkeit, Einfluss auf das städtebauliche Erscheinungsbild, Förderung innovativer Energietechniken. (AFB II)

zu Teilaufgabe 2

zu a)

Erwartet wird eine Grafik ähnlich unten stehender Abbildung.

In einer Windkraft-Wasserstoff-Anlage wird die Gewinnung von Windenergie und ihre Speicherung in Form von Wasserstoff durchgeführt. Der gespeicherte Wasserstoff kann dann in windärmere Gebiete transportiert werden und mit Hilfe von Brennstoffzellen wieder in elektrische Energie gewandelt werden. Wasserstoff gilt als möglicher Energieträger der Zukunft. Er eignet sich als Speichermedium, das den Nachteil der Windenergie – das unregelmäßige, ungesteuerte



und nicht überall nutzbare Angebot – ausgleichen kann. Wasserstoff steht als vielseitig verwendbarer Brennstoff zur Verfügung, der umweltfreundlich zu Wasser verbrennt. Mit Brennstoffzellen kann in einer „kalten“ Verbrennung Strom erzeugt werden. (Anforderungsbereich I)

zu b)

Theoretische Jahresenergie aus den Windgeneratoren:

$$P_{\text{Theoretisch}} = 3 \cdot 170 \text{ kW} = 510 \text{ kW}$$

$$W_{\text{a, theo}} = P_{\text{Theoretisch}} \cdot T_{\text{max}} \text{ mit } T_{\text{max}} = 360 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d} = 8640 \text{ h/a}$$

$$W_{\text{a, theo}} = 510 \text{ kW} \cdot 8640 \text{ h/a} = 4,4064 \cdot 10^6 \text{ kWh/a} = 4,4064 \text{ GWh/a}$$

Wasserstoffproduktion:

$$\text{Gesamtwirkungsgrad: } \eta = 0,85$$

Direkt zur Wasserstoffproduktion nutzbar:

$$W_{\text{a, (H}_2)} = \eta \cdot W_{\text{a, theo}} = 0,85 \cdot 4,4064 \text{ GWh/a} = 3,745 \text{ GWh/a}$$

Volumen an Wasserstoff

$$V(\text{H}_2) = W_{\text{a, theo}} / W_{\text{Elektrolyse}} = 3,745 \text{ GWh/a} / 4,3 \cdot 10^{-6} \text{ GWh/m}^3 = 870930 \text{ m}^3/\text{a}$$

$$m(\text{H}_2) = V(\text{H}_2) \cdot \rho(\text{H}_2) = 870930 \text{ m}^3/\text{a} \cdot 0,0899 \text{ kg/m}^3 = 78296,63 \text{ kg/a} = 78,3 \text{ t/a}$$

Die tatsächliche Wasserstoffmenge wird wesentlich niedriger ausfallen, da die Windgeneratoren sicher nicht an 360 Tagen im Jahr mit Nennleistung betrieben

werden können. Das Windangebot weist Zeiten mit zu niedriger und zu hoher Windgeschwindigkeit auf, zu denen die Windgeneratoren nicht mit Nennlast fahren oder nicht betrieben werden können.
(Anforderungsbereiche II, III)

zu c)

Wegen der hohen Stromtransportverluste (35%) wird die erzeugte Wasserstoffmenge bei gleicher Windleistung erheblich geringer.

Der Wirkungsgrad liegt nicht mehr bei 85% sondern nur noch bei 53%.

Die Wasserstoffmenge berechnet sich dann zu 48,8 t/a. (Anforderungsbereiche II, III)

Korrekturmaßstab

Bei der Korrektur der ersten Teilaufgabe ist zu berücksichtigen, dass für die Ermittlung der Kennwerte, die Berechnung der Leistungs- und Widerstandswerte und deren grafischer Darstellung ein erheblicher Zeitaufwand notwendig ist. Bei den Aufgaben a) und b) ist bei der Korrektur auf die Verwendung der elektrotechnischen Fachbegriffe besonders zu achten. Bei der Bewertung der Aufgabe c) sollte die Vielfalt der Argumente besonders berücksichtigt werden.

Bei der zweiten Teilaufgabe ist im Aufgabenteil a die Übertragung der im Thema Solar-Wasserstoff-Wirtschaft behandelten Aussagen auf Windenergie erforderlich. In Aufgabe b ist auf eine strukturierte formelmäßige Darstellung der Berechnungsgänge unter Verwendung der Einheiten zu achten.

5.4 Die mündliche Abiturprüfung

Für die mündliche Prüfung gelten im Grundsatz die gleichen Anforderungen wie für die schriftliche Prüfung.

Die Prüfung ist insgesamt so anzulegen, dass die Prüflinge

- sicheres geordnetes Wissen
- Vertrautheit mit der Arbeitsweise des Faches
- Verständnis und Urteilsfähigkeit
- selbstständiges Denken
- Sinn für Zusammenhänge des Fachbereichs
- Darstellungsvermögen

beweisen kann.

Die Prüflinge sollen in einem ersten Teil selbstständig die vorbereitete Aufgabe in zusammenhängendem Vortrag zu lösen versuchen. In einem zweiten Teil sollen vor allem größere fachliche und fachübergreifende Zusammenhänge in einem Prüfungsgespräch angesprochen werden.

5.4.1 Aufgabenstellung für die mündliche Prüfung

Für jede Prüfung ist dem Prüfling eine für ihn neue, begrenzte Aufgabe zu stellen. Eine ausschließlich oder vorrangig auf Reproduktion ausgerichtete Aufgabe entspricht nicht den Prüfungsanforderungen.

Die Aufgabenarten stimmen mit den in 5.3.1 für die schriftliche Prüfung genannten überein. Doch ist bei der Aufgabenstellung die zeitliche Begrenzung durch die Dauer der Vorbereitungszeit zu beachten. Sie beträgt im Fach Technik in der Regel dreißig Minuten. Der erste Prüfungsteil sollte zehn bis fünfzehn Minuten nicht überschreiten.

Die Aufgabe für den ersten Teil der Prüfung wird daher Material von geringerem Umfang und ggf. weniger komplexe Arbeitsanweisungen enthalten als die Aufgaben für die schriftliche Prüfung.

Bei einer gegliederten Aufgabenstellung ist darauf zu achten, dass der Bezug der Teilaufgaben zum Gesamtthema deutlich gegeben ist, damit der Prüfling nicht den Eindruck gewinnt, er habe mehrere Aufgaben zu bearbeiten.

Die Durchführung von Berechnungen, die Anfertigung von Diagrammen, technischen Zeichnungen u. Ä. darf nicht den wesentlichen Teil der in der Vorbereitungszeit zu bearbeitenden Aufgabe ausmachen. Vielmehr muss der Prüfling Gelegenheit haben, durch Interpretation der Berechnungsergebnisse, Diagramme, technischen Zeichnungen etc. nachzuweisen, dass er Einsicht in technische Zusammenhänge besitzt und in der Lage ist, diese Einsichten in der Fachsprache darzulegen.

Bei Aufgaben mit experimentellem Anteil kann die Vorbereitungszeit angemessen, aber höchstens bis zu einer Stunde, verlängert werden. Bei derartigen Aufgaben darf der apparative Aufwand nicht zu groß sein. Bei richtigem Vorgehen muss das Gelingen der Experimente gegeben sein. Die Versuchsergebnisse sollten insbesondere auch unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen diskutiert werden.

Die Aufgabe (einschließlich des Materials) wird der Schülerin bzw. dem Schüler schriftlich vorgelegt. Gehörte Texte können nicht Gegenstand des ersten Teils der mündlichen Prüfung sein. Es ist nicht zulässig, dem Prüfling gleichzeitig zwei oder mehrere voneinander abweichende Aufgaben zu stellen oder ihn zwischen mehreren Aufgaben wählen zu lassen.

Der zweite Teil der Prüfung besteht aus einem Prüfungsgespräch, das vor allem größere fachliche und fachübergreifende Zusammenhänge überprüfen soll. Es würde dem Sinn des zweiten Prüfungsteils widersprechen, wenn der Prüfende den Prüfling unter starker Führung die Lösung der Aufgabe aus dem ersten Prüfungsteil noch einmal versuchen ließe. Es ist nicht zulässig, zusammenhanglose Einzelfragen aneinander zu reihen.

Wenn mehreren Prüflingen für den ersten Teil der Prüfung dieselbe Aufgabe gestellt worden ist, hat der Fachprüfer die Möglichkeit, auch im zweiten Teil der Prü-

fung für alle übereinstimmende Fragen zu stellen, sofern das Ergebnis des ersten Teiles dies gestattet.

Der zweite Teil der Prüfung sollte etwa die Hälfte der Gesamtprüfungszeit in Anspruch nehmen.

5.4.2 Bewertung der mündlichen Prüfungsleistungen

Für die Bewertung der Prüfungsleistungen gelten in der mündlichen Prüfung die gleichen Grundsätze wie für die schriftliche Prüfung (siehe dazu Kapitel 5.3.3). Die der Struktur der Prüfungsaufgabe zugrunde liegenden Anforderungsbereiche sind dabei zu beachten (siehe dazu 5.2).

Die nachfolgende Auflistung nennt verdeutlichend ohne Anspruch auf Vollständigkeit wichtige Gesichtspunkte für die Bewertung der Prüfungsleistung:

- Erfassung technischer Problemstellungen
- technikgerechte, eigenständige Bearbeitung
- richtige und vollständige Lösung (theoretisch-experimentell) der vorbereiteten Aufgabe
- geordnete klare Darstellung technischer Zusammenhänge
- Veranschaulichung durch technische Zeichnungen, Diagramme etc.
- richtige Anwendung der Fachsprache
- Fähigkeit, technische Sachverhalte und Methoden zu reflektieren
- Fähigkeit, zwischen Sachverhalten und Werturteilen zu unterscheiden.

Außerdem ergeben sich für das Prüfungsgespräch im zweiten Teil ergänzende Bewertungskriterien wie z. B.:

- richtiges Erfassen von Fachfragen
- sach- und adressatengerechtes Antworten
- Erkennen und Erläutern von Schwierigkeiten, die im Gespräch auftreten
- Einbringen und Verarbeiten weiterführender Fragestellungen im Verlauf des Prüfungsgesprächs.

5.4.3 Beispiele für Prüfungsaufgaben in der mündlichen Abiturprüfung

Erster Prüfungsteil

Aufgabenstellung

- 1) Erläutern Sie, welche Bedeutung die Nutzung privater Kleinwasserkraftwerke für die Stromwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland hat. Berechnen Sie dazu die Jahresarbeit der Kleinwasserkraftanlagen in kWh. Vergleichen Sie diese mit den Daten der Stromerzeugung insgesamt und bezogen auf den Anteil an Wasserkraft (Prozentualer Vergleich!).
- 2) Berechnen Sie aus den im Text angegeben durchschnittlichen Daten die zur Verfügung stehende Leistung des Wassers, das durch die Turbine in Egloffstein strömt. Berechnen Sie den Wirkungsgrad der Turbinenanlage bezogen auf die

- im Text angegebene durchschnittliche Nutzleistung. Woher stammen die Verluste? ($g = 10 \text{ m/s}^2$, $\rho = 1 \text{ kg/dm}^3$)
- 3) Berechnen Sie die jährliche Energieerzeugung in kWh und damit den Jahresumsatz bei einer Vergütung nach dem Stromeinspeisungsgesetz von 1991. (Jahresstundenzahl 8760h/a)
 - 4) Stellen Sie die Kostenstruktur eines Kraftwerks vor (ohne Berechnungsformeln!) und erläutern Sie, warum Laufwasserkraftwerke im Grundlastbereich eingesetzt werden, Pumpspeicherkraftwerke dagegen zur Spitzenlastdeckung.

Arbeitsmaterial

Privates Wasserkraftwerk in Egloffstein

Auch heute noch werden in Bayern etwa vierzehn Prozent des Stroms mit Wasserturbinen erzeugt, an dieser umweltschonenden Energiegewinnung haben ca. viertausend private Kleinwasserkraftanlagen einen wesentlichen Anteil. Mit einer Kapazität von insgesamt durchschnittlich 160 Megawatt ersparen sie der Umwelt jedes Jahr 2,5 Millionen Tonnen des „Treibhausgases“ Kohlendioxid.

Als Beispiel für diese privaten kleinen Wasserturbinen sei hier die Egloffsteiner Mühle genannt. Schon seit dem Mittelalter ist auf dem heutigen Standort an der Trubach ein Wasserrecht nachgewiesen; über Wasserrad und Transmission wurden die Mühlsteine dieser Getreidemühle angetrieben. Erst 1914 wurden die Mahlanlagen durch einen Gleichstromgenerator ersetzt. Jetzt gab es Strom in der Mühle, und bald darauf im ganzen Dorf. In den zwanziger Jahren reichte der Strom nicht mehr; das Mahlen wurde eingestellt.

1929 kam frischer Wind in das Anwesen; der Müllergeselle Peter Wirth ersteinerte die Mühle, es wurde wieder Mehl gemahlen und Strom für den Eigenbedarf erzeugt. 1968 stellte sein Sohn Erich Wirth auf Drehstromtechnik um und lieferte auch Strom ins öffentliche Netz. Der Fortbestand der Wasserkraft war somit gesichert – allerdings bei viel zu geringer Vergütung für den Strom.

Mit dem Stromeinspeisegesetz (StrEG) wurde 1991 für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen erstmals eine gesetzliche Grundlage geschaffen; im Falle der „Kleinwasserkraft“ wurde eine Einspeisevergütung ins öffentliche Stromnetz von nunmehr 14,50 Pfennig pro Kilowattstunde festgelegt. Das ist eine verlässliche Grundlage für die Wiederinbetriebnahme von privaten Wasserturbinen – sechstausend Anlagen waren in den letzten dreißig Jahren z.T. wegen mangelnder Rentabilität stillgelegt worden.

Die Turbine in Egloffstein hat eine Fallhöhe von 2,7 Metern und einem durchschnittlichen Wasserangebot von 800 Litern in der Sekunde eine Leistung von 15 Kilowatt. Das ergibt eine Erzeugung von jährlich über hunderttausend Kilowattstunden und reicht aus um den Strombedarf von dreißig Haushalten zu decken.

Quelle: Internetangebot des Solarenergie-, Informations- und Demonstrationszentrums – SOLID – <http://www.solid.de>

Netto-Stromerzeugung in kWh	1994
Öffentliche Versorgung insgesamt	$422335 \cdot 10^6$
- Wasser (öffentlich und privat)	$19610 \cdot 10^6$
- Wärme	$402725 \cdot 10^6$

Quelle: Internetangebot der Hauptberatungsstelle für Elektrizitätsanwendung – HEA – e. V.
<http://www.hea.de>

Unterrichtliche Voraussetzungen

Im Kurs 13/I „Elektrische Energieversorgung“ wurden Wasserkraftwerke, schwerpunktmäßig Pumpspeicherkraftwerke, mit ihren naturwissenschaftlichen und technischen Grundlagen behandelt. Laufwasserkraftwerke wurden nicht berechnet. Im Kurs 13/I „Strom im Verbund“ wurden die wirtschaftlichen Grundlagen der elektrischen Energieversorgung bearbeitet.

Konkrete Beschreibung der erwarteten Schülerleistung

- 1) $W_a = 160000 \text{ kW} \cdot 8760 \text{ h/a} = 1401,6 \cdot 10^6 \text{ kWh/a}$
Dies sind ca. 0,3% der gesamten erzeugten elektrischen Energie und ca. 7% der mit Wasserkraft erzeugten elektrischen Energie.
Ökonomische und ökologische Bedeutung gering, dennoch ist Betrieb sinnvoll, da Nutzung regenerativer Energiequellen zukünftig immer bedeutender werden wird. (Anforderungsbereich II)
- 2) $P = 2,7 \text{ m} \cdot 0,800 \text{ m}^3 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 21,6 \text{ kW}$
Der Wirkungsgrad beträgt $\eta = 15 \text{ kW}/21,6 \text{ kW} = 0,694$.
Die Verluste sind zurückzuführen auf Reibungsverluste in Turbine und Generator sowie auf Spaltverluste in der Turbine. (Anforderungsbereiche II, III)
- 3) Jährliche Erzeugung $W_a = 15000 \text{ kW} \cdot 8760 \text{ h/a} = 131,4 \cdot 10^3 \text{ kWh/a}$
Vergütung: 19.053 DM
- 4) Fixkosten und variable Kosten:
 - Fixkosten: Abschreibung für Anlagekosten, Personal, Versicherungen, Wartung/Instandhaltung
 - Variable Kosten: Brennstoffkosten, Reparaturkosten (Anforderungsbereich I)
Beim Laufwasserkraftwerk fallen keine Brennstoffkosten an, Rentabilität bei Dauernutzung im Grundlastbereich am höchsten.
Pumpspeicherkraftwerke haben hohe Betriebskosten, da das Staubecken immer wieder mit Maschinenkraft gefüllt wird. Überhaupt nicht rentabel als einzelne Anlage, im Verbundnetz zur Spitzenlastabdeckung aber rentabel, da damit Vorhaltekosten für „normale“ Kraftwerke geringer. (Anforderungsbereich III)

Zweiter Prüfungsteil

Unterrichtliche Voraussetzungen

Im Kurs 13/I „Strom im Verbund“ wurde ein Parallelschaltgerät realisiert, das die betriebssichere Zuschaltung von Netz- und Generatorspannung sichert.

Überleitung aus dem ersten Prüfungsteil:

Um den Generator des Laufwasserkraftwerks oder einen beliebigen anderen Kraftwerksgenerator betriebssicher an das Verbundnetz zuschalten zu können, ist ein Überwachungsgerät (Parallelschaltgerät) erforderlich, das bei Einhaltung bestimmter Kriterien die Zuschaltung des Generators freigibt.

Mögliche Aufgabenstellungen

- Erläutern Sie die Schaltbedingungen, um die Generatorwechselspannung an eine Netzspannung von $U_{\text{Netz}} = 20000\text{V}$ und $f_{\text{Netz}} = 50\text{Hz}$ zuschalten zu dürfen.
Erwartung: Amplituden-, Frequenz- und Phasenübereinstimmung in bestimmten Toleranzgrenzen, Tafelskizze mit Verlauf der Wechselspannungen
- Stellen Sie im Blockschaltbild den grundsätzlichen Aufbau eines „Parallelschaltgerätes“ dar.
Erwartung: Amplituden-, Phasen-, Frequenzüberwachung; TTL-kompatible Signale zur Darstellung der Übereinstimmungszustände, UND-Gatter als Vergleicher, der bei Übereinstimmung den Zuschaltbefehl als 1-Signal absetzt
- Erläutern Sie die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der im Unterricht realisierten Frequenz- und Amplitudenüberwachung.
Erwartung: Strukturelle Gemeinsamkeit – Messsystem – Vergleicher – TTL-Ausgabe; Unterschiede im Messsystem, daher auch in der konkreten Auslegung der Operationsverstärkerschaltung im Vergleicher

5.5 Bewertung der besonderen Lernleistung

Die Absicht, eine besondere Lernleistung zu erbringen, muss spätestens am Ende der Jahrgangsstufe 12 bei der Schule bzw. bei der Schulleiterin oder beim Schulleiter angezeigt werden. Die Schulleitung entscheidet in Abstimmung mit der Lehrkraft, die als Korrektor vorgesehen ist, ob die beantragte Arbeit als besondere Lernleistung zugelassen werden kann. Die Arbeit ist nach den Maßstäben und dem Verfahren für die Abiturprüfung zu korrigieren und zu bewerten. In einem Kolloquium, das im Zusammenhang mit der Abiturprüfung nach Festlegung durch die Schule stattfindet, stellen die Prüflinge vor einem Fachprüfungsausschuss die Ergebnisse der besonderen Lernleistung dar, erläutern sie und antworten auf Fragen. Die Endnote wird aufgrund der insgesamt in der besonderen Lernleistung und im Kolloquium erbrachten Leistungen gebildet, eine Gewichtung der Teilleistungen findet nicht statt. Bei Arbeiten, an denen mehrere Schülerinnen und Schüler beteiligt waren, muss die individuelle Schülerleistung erkennbar und bewertbar sein.

6 Hinweise zur Arbeit mit dem Lehrplan

Aufgaben der Fachkonferenzen

Nach § 7 Abs. 3 Nr. 1 des Schulmitwirkungsgesetzes entscheidet die Fachkonferenz über

- Grundsätze zur fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit sowie über
- Grundsätze zur Leistungsbewertung.

Die Beschlüsse der Fachkonferenz gehen von den im vorstehenden Lehrplan festgelegten obligatorischen Regelungen aus und sollen die Vergleichbarkeit der Anforderungen sicherstellen. Hierbei ist zu beachten, dass die Freiheit und Verantwortung der Lehrerinnen und Lehrer bei der Gestaltung des Unterrichts und der Erziehung durch Konferenzbeschlüsse nicht unzumutbar eingeschränkt werden dürfen (§ 3 Abs. 2 SchMG).

Die Fachkonferenz berät und entscheidet z. B. in den folgenden Bereichen.:

- Präzisierung der fachlichen Obligatorik und Maßnahmen zur Sicherung der Grundlagenkenntnisse
- Absprachen zu den fachspezifischen Grundlagen der Jahrgangsstufe 11
- Absprachen über die konkreten fachspezifischen Methoden und die konkreten Formen selbstständigen Arbeitens
- Absprachen über den Rahmen von Unterrichtssequenzen
- Absprachen über die Formen fachübergreifenden Arbeitens und den Beitrag des Faches zu fächerverbindendem Unterricht
- Koordination des Einsatzes von Facharbeiten
- Absprachen zur besonderen Lernleistung.

Grundsätze zur Leistungsbewertung

Grundsätze und Formen der Lernerfolgsüberprüfung sind in Kapitel 4 behandelt worden. Es ist die Aufgabe der Fachkonferenz diese Grundsätze nach einheitlichen Kriterien umzusetzen.

Beschlüsse beziehen sich

- auf den breiten Einsatz von Aufgabentypen
- auf das Offenlegen und die Diskussion der Bewertungsmaßstäbe
- auf gemeinsam gestellte Klausurthemen/Abituraufgaben
- auf die beispielhafte Besprechung korrigierter Arbeiten.

Beiträge der Fachkonferenzen zur Schulprogrammentwicklung und zur Evaluation schulischer Arbeit

Aussagen zum fachbezogenen und fachübergreifenden Unterricht sind Bestandteil des Schulprogramms. Die Evaluation schulischer Arbeit bezieht sich zentral auf den Unterricht und seine Ergebnisse. Die Fachkonferenz spielt deshalb eine wich-

tige Rolle in der Schulprogrammarbeit und bei der Evaluation des Unterrichts. Dabei sind Prozess und Ergebnisse des Unterrichts zu berücksichtigen. Die Fachkonferenz definiert die Evaluationsaufgaben, gibt Hinweise zur Lösung und leistet insoweit ihren Beitrag zur schulinternen Evaluation.

Register

- Abituraufgabe 75, 88, 90, 103
- Abiturprüfung 75, 85, 86, 89, 106
 - mündliche 101, 102, 103
 - schriftliche 87, 88, 89, 90
- Abiturvorschlag 89
- Anforderungsbereiche 85, 86, 87, 89
- APO-GOST 75, 76, 87, 89
- Arbeiten
 - fachübergreifendes 60, 107
- Aufgabenfeld 6
- Aufgabenvorschlag 87, 89

- Betrachtung
 - ganzheitliche 45
- Beurteilung 76, 78, 79, 82, 83, 85, 89
- Bewertungsmaßstab 75, 107
- Bildung
 - allgemeine 42
 - technische 7, 11
- Biologie
 - Kooperation mit dem Fach Biologie 39, 72-74

- Chemie
 - Kooperation mit dem Fach Chemie 39, 61, 63, 72, 73
- Computer 21, 35, 62

- Denken
 - technisches 9, 50, 54, 56

- Einführungsphase 69, 71, 72
- Erkenntnisgewinnung 53, 72
- Erwartungshorizont 89
- Exkursion 33, 34, 37, 40, 54, 57, 68, 69, 71, 72
- Experiment 37, 44, 47, 48, 49, 50, 52, 57, 64, 76, 79, 80, 83, 84, 86, 88, 98, 102

- Facharbeit 11, 20, 41, 58, 60, 63, 64, 68, 69, 71, 72, 76, 79, 84, 107
- Fachkonferenz 39, 66, 72, 107
- Festlegung
 - obligatorische 66, 68

- Grundkurs 65, 67, 72, 95
- Grundlage 8, 17, 42, 75, 107
- Grundlagenwissen
 - wissenschaftspropädeutisches 42
- Gruppenarbeit 54, 59, 83, 84

- Handeln
 - soziales 5
 - technisches 7, 8, 19

- Handlungskompetenz
 - technische 5, 6
- Handlungsorientierung 18
- Handlungssystem
 - soziotechnisches 8, 12, 27, 28, 29, 40, 44, 46, 70
- Hausaufgabe 60, 78, 79, 80

- Inhalte
 - fachliche 11, 17, 18, 40, 43, 44, 53, 61
- Internet 16, 20, 45, 60

- Kenntnisse 7, 9, 11, 18, 43, 48, 51, 65, 67, 75, 83, 86, 88, 95
- Klausur 58, 75, 76, 77, 78
- Kompetenzen 6, 8, 18
- Konzeption
 - didaktische 7, 8
- Korrektur 76, 77, 89, 101
- Kraftstoff
 - alternativer 21, 27
- Kraftwerk
 - thermisches 61, 90, 94

- Leistungsbewertung 75, 107
- Leistungskurs 65, 66, 67
- Lernerfolgsüberprüfung 107
- Lernleistung
 - besondere 64, 106, 107

- Medien 20, 60
- Methoden der Technik 6, 8, 11, 12, 22, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 46, 47, 48, 66-68
- Methoden des Lernens 11, 18, 22-38, 39, 40, 44, 66-68
- Methodenschulung
 - systematische 67

- Naturwissenschaften 6, 9, 46, 72

- Obligatorik 39, 44, 66, 68, 69, 71, 72, 107

- Progression 39, 44
- Projekt 19, 22-27, 29-37, 40, 53, 62, 63, 64, 66, 68, 69, 71, 72, 78, 79, 82
- Projektunterricht 61
- Protokoll 57, 78, 79, 81

- Qualifikationsphase 67, 69, 70, 71, 72, 76, 89

- Referat 20, 22-29, 31, 32, 34, 35, 37, 57, 69, 71, 72, 78, 80

- Schülerorientierung 43

Sequenz 69, 71, 72
Sequenzbildung 39, 66
System
 technisches 8, 11, 12, 14, 15, 17, 20, 22,
 32-34, 36-40, 66, 68, 72, 76, 82, 86
Teamarbeit 61
Übung
 schriftliche 78
Unterricht
 fächerverbindender 107
 fachübergreifender 107

Unterrichtsgespräch 43, 78, 79
Unterrichtsgestaltung 42, 67
Unterrichtsmethode 19, 39, 43, 59
Werdegang technischer Systeme 12, 14, 22,
 32-34, 36-38, 40, 66, 68
Zeichnung
 technische 36, 60, 79, 86, 87, 88, 102,
 103