

Niedersächsisches Kultusministerium

Rahmenrichtlinien
für die Unterrichtsfächer

- Mathematik
- Physik
- Chemie

des Allgemeinen Lernbereichs
in der Klasse 12 der Fachoberschule

Fachrichtungen:

- Wirtschaft
- Verwaltung und Rechtspflege
- Technik
- Agrarwirtschaft
- Sozialwesen
- Gestaltung
- Seefahrt
- Ernährung und Hauswirtschaft

Stand: Oktober 1992

Herausgegeben vom Niedersächsischen Kultusministerium
Schiffgraben 12, 30159 Hannover

Hannover, Oktober 1992

Nachdruck zulässig

Bezugsquelle: www.bbs.nibis.de

Durch Richtlinien werden die von der Kultusministerkonferenz (KMK) erarbeiteten Rahmenlehrpläne auf niedersächsische Erfordernisse umgesetzt. Dabei müssen die bundeseinheitlich festgelegten Lerninhalte und Lernziele der in Niedersachsen üblichen und mit anderen Bildungsgängen abgestimmten Fächerstruktur zugeordnet sowie die Zeitangaben für die einzelnen Lerngebiete entsprechend angepaßt werden. Die dafür eingerichteten Kommissionen setzen sich aus Lehrkräften des berufsbildenden Schulwesens sowie Vertreterinnen und Vertretern der Arbeitgeber- und Arbeitnehmerorganisationen zusammen.

Für die Bildungsgänge und Fächer, für die im allgemeinen keine KMK-Vorgaben bestehen, werden Rahmenrichtlinien erarbeitet. In die hierfür eingesetzten Kommissionen werden außer Lehrkräften des berufsbildenden Schulwesens Vertreterinnen und Vertreter des Landesschulbeirates berufen.

Richtlinien und Rahmenrichtlinien schreiben die Lerninhalte und Lernziele für den Unterricht verbindlich vor.

Zeitangaben innerhalb des durch die Stundentafel festgelegten Rahmens, Aussagen über Voraussetzungen bei Schülerinnen und Schülern, methodische Hilfen, Hinweise zu Lernkontrollen und Leistungsbewertung sowie Arbeitsmitteln stellen Empfehlungen dar.

Vorläufige Richtlinien und Rahmenrichtlinien zeigen den Erprobungs- und Übergangscharakter an, schränken jedoch die Verbindlichkeit nicht ein.

Materialien sind unverbindliche Beispiele als Angebot für die Unterrichtsgestaltung der Lehrkraft nach den Vorgaben der Rahmenrichtlinien und Richtlinien.

Diese Rahmenrichtlinien wurden nachträglich digitalisiert. Hieraus können sich optische Abweichungen gegenüber dem Original in der ursprünglichen Druckfassung ergeben.

Bei der Erstellung dieser Rahmenrichtlinien haben folgende Lehrkräfte des berufsbildenden Schulwesens sowie Vertreter des Landesschulbeirates mitgewirkt:

für das Unterrichtsfach Mathematik:

Seume, Gerd, StD, Stade (Leiter)
Alvermann, Wolfgang, OStR, Emden
Damek, Georg, StR, Hannover
Lampen, Otto, OStR, Nordhorn (Landesschulbeirat)
Rank, Gerhard, OStR, Braunschweig

für das Unterrichtsfach Physik:

Draeger, Dieter, StD, Hannover (Leiter)
Geffers, Willi, StD, Celle
Hoppen, Jan-H., StR, Meppen
Stöcker, Fritz, OStD, Hannover (Landesschulbeirat)
Zechendorf, Matthias, StR, Göttingen

für das Unterrichtsfach Chemie:

Schwanke, Jürgen, StD, Braunschweig (Leiter)
Fastert, Gerhard, OStR, Stade
Hoffmann, Dietrich, OStR, Neustadt
Loleit, Meinhard, OStR, Osnabrück
Schmidtchen, Klaus-Walter, Lehrer, Hannover (Landesschulbeirat)

Betreuung der Kommissionen:

Niedersächsisches Landesinstitut für Lehrerfortbildung,
Lehrerweiterbildung und Unterrichtsforschung (NLI)
- Ständige Arbeitsgruppe für die Entwicklung und Erprobung beruflicher Curricula und
Materialien (STAG für CUM) -

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Allgemeine Vorbemerkungen	1
Mathematik	3
Physik	16
Chemie	28

Allgemeine Vorbemerkungen

An der Fachoberschule erwerben die Schülerinnen und Schüler die Fachhochschulreife. Die Fachoberschule ermöglicht eine fachliche Schwerpunktbildung, die die Schülerinnen und Schüler befähigt, ihren Bildungsweg an einer Fachhochschule fortzusetzen. Neben der fachlichen Qualifikation ist im Unterricht auch eine fundierte Sinn- und Wertorientierung zu vermitteln.

Grundlage dieser Rahmenrichtlinien sind die "Rahmenrichtlinien für die allgemeinbildenden Fächer der Fachoberschule" (Beschlüsse der Kultusministerkonferenz vom 20.11.1975 und 05.02.1976).

Die vorliegenden Rahmenrichtlinien bauen auf den Rahmenrichtlinien für den Sekundarbereich I auf. Hierbei ist zu beachten, daß die Schülerinnen und Schüler vor ihrem Eintritt in die Fachoberschule häufig unterschiedliche Bildungsgänge durchlaufen haben. Neben den entsprechend heterogenen Abschlußprofilen sind Unterschiede in der Berufsausbildung, der Verweildauer im Beruf und somit Lernpausen und Altersunterschiede zu berücksichtigen.

In der Regel sind die Schülerinnen und Schüler volljährig und verfügen bereits über eine größere Lebenserfahrung und -reife als beispielsweise Schülerinnen und Schüler im Fachgymnasium und in der gymnasialen Oberstufe. Deshalb sind hinsichtlich der Didaktik und Methodik u. a. auch Grundsätze der Erwachsenenpädagogik anzuwenden.

Durch die berufliche Vorbildung haben die Schülerinnen und Schüler berufsbezogene Fähigkeiten, Kenntnisse und Erfahrungen erworben, dagegen sind theoretische Grundkenntnisse häufig nicht mehr in vollem Maße vorhanden. Diese Kenntnisdefizite müssen bei der Unterrichtsgestaltung aufgearbeitet werden, um die Unterrichtsziele zu erreichen.

Sofern die Schülerinnen und Schüler die Klasse 11 der Fachoberschule besucht haben, konnte dort der Ausgleich unterschiedlicher Voraussetzungen geleistet werden.

Die Reihenfolge der Lerninhalte und Lernziele bedeutet weder eine Gewichtung noch eine verbindliche Abfolge.

Zeitrichtwerte werden als Bruttozeitwerte angegeben und entsprechen den in der jeweiligen Stundentafel vorgegebenen Unterrichtsstunden. Sie enthalten in einem angemessenen Umfang auch Zeiten für Lernkontrollen und Leistungsbewertung, Wiederholungen, Vertiefungen, Erweiterungen und Aktualisierungen sowie für die freie inhaltliche Gestaltung im Rahmen der Aufgaben des einzelnen Unterrichtsfaches. Dadurch wird auch eine Teilnahme an fachspezifischen und fächerübergreifenden Veranstaltungen möglich.

Im Unterricht sind alle Anlässe zur Entwicklung der Phantasie und der Kreativität zu nutzen, um so zur Identitätsentwicklung der Schülerinnen und Schüler beizutragen. Projektorientierte Unterrichtseinheiten müßten dabei verstärkt fächerübergreifend durchgeführt werden. Dabei bieten sich zur Zusammenarbeit vor allem die gesellschaftswissenschaftlichen Fächer an, damit auch politische, soziale und religiöse Positionen sowie weltanschauliche Wertvorstellungen einbezogen und die Formen kreativen Arbeitens unterstützt werden können.

Auch jene Probleme, die die gegenwärtige Gesellschaft besonders bewegen, sollten fächerübergreifend behandelt werden: die der Umwelterhaltung, der Gleichstellung der Geschlechter und der interkulturellen Aufgaben.

Formen des offenen Unterrichts, die Schülerinnen und Schüler in die Entscheidungsprozesse einbeziehen und außerschulische Lernmöglichkeiten nutzen, müssen vor allem auch in der Fachoberschule zunehmend Berücksichtigung finden.

Schließlich ist auch dem Sachverhalt Rechnung zu tragen, daß am Unterricht Schülerinnen und Schüler unterschiedlicher kultureller Herkunft und anderer Muttersprachen teilnehmen. Für viele dieser Schülerinnen und Schüler ist die Schulzeit mit zusätzlichen sozialen und psychologischen Belastungen verbunden. Auch hier ist es Aufgabe des Unterrichts, die Identitätsbildung zu unterstützen. Diese Aufgabe erfordert in hohem Maße Sensibilität und Takt auf seiten der Lehrerinnen und Lehrer. Sie müssen sich mit den nationalen und biographischen Voraussetzungen dieser Schülerinnen und Schüler vertraut machen.

Fachoberschule
Mathematik
Zeit:

Klasse 12
160 Stunden

MATHEMATIK

- o **Die Schülerinnen und Schüler sollen zur Lösung von Problemen bekannte Sachverhalte selbständig auswählen und geübte Arbeitstechniken anwenden:**
 - mathematische Probleme beschreiben und in die Fachsprache übertragen können
 - bekannte Aussagen an Beispielen erklären und veranschaulichen
 - Begriffe und Verfahren in neuen Aufgaben verwenden
 - Rechenverfahren, Konstruktionen, Überschlagsrechnungen und evtl. Lösungskontrollen ausführen können

- o **Die Schülerinnen und Schüler sollen das Gelernte selbständig auf neue Situationen übertragen können:**
 - bekannte Fragestellungen erkennen und Lösungen ausführen können
 - erarbeitete Begriffe, Lehrsätze und Verfahren einsetzen können
 - umfangreiche Fragestellungen in einzelne einfachere Fragestellungen zerlegen können
 - neue Aussagen gewinnen können
 - Vergleiche zwischen Ergebnissen und bekannten Aussagen durchführen können

Bei jeder Anwendung der Mathematik sollte auch bedacht werden, unter welchen Bedingungen mathematische Lösungen möglich sind; die Voraussetzungen und die Grenzen der Nutzbarkeit der Mathematik sollten stets kritisch gesehen werden.

Lerninhalte und Lernziele

Lerngebiet: **ANALYSIS**

Einführung in die Analysis

Zeitrictwert: 60 Stunden

Lerninhalte:

Lineare Funktionen

Quadratische Funktionen

Umkehrfunktionen, Relationen

Ganzrationale Funktionen vom Grad $n > 2$

Einfache gebrochenrationale Funktionen

Nichtrationale Funktionen

Folgen

Grenzwerte und Grenzwertsätze

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen ... können.

- lineare Funktionen darstellen
- Eigenschaften linearer Funktionen untersuchen
- aus vorgegebenen Bedingungen Funktionsgleichungen bestimmen
- quadratische Funktionen darstellen
- Eigenschaften quadratischer Funktionen untersuchen
- Funktionen im Hinblick auf Umkehrbarkeit untersuchen
- rationale Funktionen darstellen
- Eigenschaften rationaler Funktionen untersuchen
- nichtrationale Funktionen zur Lösung fachrichtungsspezifischer Probleme anwenden
- Folgen als Funktionen beschreiben
- Bildungsgesetze arithmetischer und geometrischer Folgen unterscheiden
- Grenzwerte von Folgen ermitteln
- Grenzwerte von Funktionen ermitteln
- Grenzwertsätze anwenden

Differentialrechnung

Zeitrichtwert: 40 Stunden

Lerninhalte:

Steigungsverhalten von Funktionsgraphen

Ableitungsregeln

Monotonie, Krümmung

Untersuchung von Funktionen und ihren Graphen

Bestimmung von Funktionen aus vorgegebenen Eigenschaften

Extremwertprobleme

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen ... können.

- den Differenzen- und den Differentialquotienten erklären
- Steigungen von Graphen ganzrationaler Funktionen an einer beliebigen Stelle berechnen
- Ableitungsfunktionen mit Hilfe des Differentialquotienten bilden
- die Herleitung der notwendigen Ableitungsregeln nachvollziehen
- ausgewählte Funktionen ableiten
- Zusammenhänge zwischen Funktions- und Ableitungsgraphen erklären
- Funktionen und ihre Graphen im Hinblick auf besondere Eigenschaften untersuchen
- Gleichungen von Funktionen und deren Ableitungen in allgemeiner Form darstellen
- Bedingungen zur Ermittlung von Funktionsgleichungen analysieren
- einfache lineare Gleichungssysteme lösen
- die Hauptbedingung (Zielfunktion) und Nebenbedingung(en) aus Textaufgaben herausfinden
- Extremwertprobleme aus fachrichtungsspezifischen Sachverhalten lösen

Integralrechnung

Zeitrichtwert: 20 Stunden

Lerninhalte:

Flächeninhaltsfunktionen

Stammfunktionen

Das bestimmte Integral

Integralfunktionen

Anwendungen der Integralrechnung

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen ... können.

- zu linearen Randfunktionen die Flächeninhaltsfunktionen aufstellen
- zu vorgegebenen Funktionen die Stammfunktionen angeben
- den Begriff des bestimmten Integrals erläutern
- das bestimmte Integral auf ganzrationale Funktionen anwenden
- Eigenschaften des bestimmten Integrals, wie z. B. Linearität und Additivität, angeben
- den Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung an Beispielen erklären
- die Integralrechnung an Beispielen, wie der Maßzahl von Flächen zwischen zwei Graphen oder der Maßzahl des Volumens von Rotationskörpern, anwenden

Lerngebiet: **LINEARE ALGEBRA / ANALYTISCHE GEOMETRIE**

Zeitrichtwert: 40 Stunden

Lerninhalte:

Der Begriff des Vektors

Rechenoperationen mit Vektoren

Lineare Abhängigkeit von Vektoren

Das Skalarprodukt von Vektoren

Lineare Gleichungssysteme

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen ... können.

- Vektoren in ebenen und räumlichen Koordinatensystemen darstellen und erfassen
- Skalare und Vektoren unterscheiden
- die Addition und Subtraktion von Vektoren geometrisch und algebraisch durchführen
- die Multiplikation von Vektoren mit einem Skalar durchführen
- Gleichheit, Kollinearität und Komplanarität von Vektoren untersuchen
- Teilverhältnisse in ebenen und räumlichen Figuren untersuchen
- den Betrag eines Vektors bestimmen
- das Skalarprodukt im Koordinatensystem erklären
- das Skalarprodukt anwenden
- homogene und inhomogene Gleichungssysteme lösen
- Gleichungssysteme im Hinblick auf ihre Lösbarkeit untersuchen
- lineare Abhängigkeit von Vektoren mit Hilfe von linearen Gleichungssystemen untersuchen

Lerngebiet: **STOCHASTIK**

Zeitrichtwert: 40 Stunden

Lerninhalte:

Zufallsversuche

Beschreibende Statistik

Wahrscheinlichkeitsrechnung

Kombinatorik

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen ... können.

- Zufallsversuche, Ereignisse, Ergebnisse, Ereignismenge und Ergebnismenge an Beispielen angeben
- absolute und relative Häufigkeiten bestimmen
- Stabdiagramm und Histogramm von Häufigkeiten zeichnen
- Kennzahlen von Stichproben berechnen und anwenden
- Wahrscheinlichkeiten nach Laplace berechnen
- den Zusammenhang zwischen relativen Häufigkeiten und Wahrscheinlichkeiten mehrstufiger Zufallsversuche (Baumdiagramm) bestimmen
- bedingte Wahrscheinlichkeiten berechnen
- Ereignisse auf Abhängigkeit und Unabhängigkeit nachprüfen
- Produktregel anwenden
- Anzahl der geordneten Stichproben mit und ohne Zurücklegen berechnen
- Anzahl der ungeordneten Stichproben ohne Zurücklegen berechnen
- Gesetze der Kombinatorik zur Berechnung von Laplace-Wahrscheinlichkeiten anwenden

Methodische Hinweise

Um die Lernziele bei unterschiedlichen Lernvoraussetzungen zu erreichen, bedarf es einer sorgfältigen methodischen Planung des Mathematikunterrichts. Alle Maßnahmen müssen mit dem Leistungsvermögen der Lerngruppe abgestimmt werden; es gilt die Bereitwilligkeit der Schülerinnen und Schüler zu fördern, sich möglichst selbständig mit mathematischen Lerninhalten auseinanderzusetzen.

Mathematikunterricht sollte daher

- problemorientiert angelegt sein.

Ein wesentliches Element des Unterrichts im Fach Mathematik besteht in der Anwendung des erworbenen Wissens auf Aufgabenstellungen außerhalb der Mathematik. Es ist daher sinnvoll, aus dem privaten, dem beruflichen und dem gesellschaftlichen Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler Probleme zu formulieren, deren Lösung mathematisches Tun bedingt und die Auseinandersetzung mit mathematischen Lerninhalten als sinnvoll und nützlich erscheinen läßt. Probleme lassen sich im weiteren aus mathematisch-strukturierten Modellen zu Inhalten anderer Unterrichtsfächer stellen; ein fächerübergreifendes Arbeiten mit Kolleginnen und Kollegen, die in diesen Fächern die Lerngruppe betreuen, sollte angestrebt werden. Problemstellungen sollten aber auch aus innermathematischen Gehalten entwickelt und bearbeitet werden.

- Lernprozesse lerngruppengerecht gliedern.

Erfahrungsgemäß ist bei der Erschließung neuer mathematischer Lerninhalte dem induktiven Vorgehen der Vorzug zu geben. In einzelnen Situationen kann aber auch der Weg der Deduktion beschriftet werden.

Bei der Planung neu zu erarbeitender mathematischer Lerninhalte sollte auf eine lerngruppengerechte Fassung einzelner Lernschritte besonders geachtet werden. Eine zu feine Gliederung des Lernprozesses in Einzelschritte birgt den Nachteil der Unterforderung; eine zu weite Fassung einzelner Lernschritte könnte die Schülerinnen und Schüler der Fachoberschule auch zum Resignieren verleiten.

- Freiräume zur Entfaltung von Schüleraktivitäten schaffen.

In Phasen der Erarbeitung neuer mathematischer Lerninhalte, aber auch in Phasen der Lernerfolgssicherung, ist durch die Wahl geeigneter Aktions- und Sozialformen jener Freiraum zu schaffen, welcher zur eigentätigen Auseinandersetzung mit mathematischen Problemstellungen erforderlich ist.

In verstärktem Maße sollten lernprozeßfördernde Arbeitsaufträge an die Schülerinnen und Schüler herangetragen werden, die innerhalb von Lerngruppen oder in Partnerarbeit oder in Stillarbeit durch alle Schülerinnen und Schüler der Klasse die Auseinandersetzung mit den anstehenden mathematischen Lerninhalten bewirken.

- nachhaltige Sicherung des Lernerfolges bewirken.

Lernziele können erst dann als erreicht gewertet werden, wenn die Verankerung des Neuen im Langzeitgedächtnis der Schülerinnen und Schüler vollzogen ist. Dieser Vorgang bedingt zumeist eine zeitaufwendige Übungsphase, die wegen der knappen Unterrichtszeit zum Teil in den Bereich häuslicher Aktivitäten verlagert werden muß. Übungsaufgaben sollten so lange auf gleicher Niveaustufe und mit unverändertem Komplexitätsgrad bearbeitet werden, bis der beabsichtigte Lernerfolg eingetreten ist.

Das unterschiedliche Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler legt gerade während dieser Phase Differenzierungsmaßnahmen nahe: Schülerinnen und Schüler, bei denen der Lernerfolg gesichert ist, sollten nicht monoton beschäftigt, sondern leistungsgemäß gefordert werden.

- Lernprozesse durch sinnvollen Medieneinsatz und geeignete technische Hilfsmittel unterstützen.

Bei vielen numerischen Operationen ist der Einsatz nichtprogrammierbarer Taschenrechner heute unumstritten. Lassen sich Berechnungen schnell und sicher auch ohne den Taschenrechner durchführen, sollten die Schülerinnen und Schüler gezielt dazu angehalten werden, auf dieses Hilfsmittel zu verzichten und ihre Rechenfertigkeiten zu schulen.

Die zunehmende Verbreitung von programmierbaren Taschenrechnern und Computern legt es nahe, methodische Konsequenzen für den Mathematikunterricht zu ziehen. Bei der Erarbeitung neuer Lerninhalte bietet es sich an, mathematische Sachverhalte durch Algorithmen bzw. algorithmenartige Handlungsanweisungen zu beschreiben und dann in Form von Programmablaufplänen zu erfassen, die zu Programmierungen herangezogen werden könnten. Ferner ließen sich auch mathematische Gehalte und Verfahren ergründen, die in fertigen Programmen angeboten werden. Abzulehnen ist jedoch eine unreflektierte, mechanische Nutzung fertiger Programme zur Mathematik.

- o durch sorgfältige Darstellungen mathematischer Gehalte Lernprozesse fördern.

Axiome, Definitionen, Sätze, Beweise, Situationsbeschreibungen, Lösungsansätze, Lösungsschritte, Nebenrechnungen, Ergebnisse, Merksätze, algorithmenartige Notationen, Zeichnungen, Planskizzen usw. sind im Unterricht meist mit Hilfe von Medien darzustellen und von den Schülerinnen und Schülern in die eigenen Unterlagen zu übernehmen. Hierbei sollte auf sorgfältige und übersichtliche Repräsentation und auf eine demgemäße Erfassung durch die Schülerinnen und Schüler besonders geachtet werden.

Für die Behandlung der Differentialrechnung im Rahmen des Lerngebietes "Analysis" werden folgende Hinweise gegeben:

Auf der Grundlage ganzrationaler Funktionen sind zunächst Funktionen und ihre Graphen zu untersuchen. Im weiteren sollen auch jene Funktionstypen berücksichtigt werden, die für anwendungsbezogene Problemstellungen der jeweiligen Fachrichtung von besonderer Bedeutung sind; die Ableitungsregeln sind dementsprechend zu erweitern.

Bei der Behandlung der Differentialrechnung bieten sich graphische Darstellungen und geometrische Deutungen in besonderem Maße an. Stets ist darauf zu achten, daß solche Darstellungsweisen nicht zu unzulässigen Identifikationen führen. Deutlich werden muß vor allem die Unterscheidung zwischen Betrachtungen an Funktionsgraphen und Untersuchungen von Funktionen.

Lernkontrollen und Leistungsbewertung

Inwieweit das Bemühen der Schülerinnen und Schüler, die Lernziele zu erreichen, erfolgreich war bzw. noch erfolgreich verläuft, äußert sich in vielfacher Art und Weise:

Die Schülerinnen und Schüler

- referieren über ein mathematisches Thema
- protokollieren Beiträge in Unterrichtsphasen
- bearbeiten Aufgaben während einer Stillbeschäftigung
- tragen positiv zur Bewältigung mathematischer Probleme in Phasen der Partner- bzw. Gruppenarbeit bei
- beteiligen sich mündlich bei der Klärung von Problemstellungen und Problemlösungsschritten
- stellen eigene Lösungen zu Aufgaben vor
- unterziehen sich individuellen mündlichen Lernkontrollen
- nehmen an Tests und Klausurarbeiten teil.

Lernkontrollen sollten beständig erfolgen, damit didaktische und methodische Maßnahmen sach- und zielgruppengerecht ergriffen werden und die Schülerinnen und Schüler sowie andere Personen mit berechtigtem Interesse über den Bildungs- und Leistungsstand alle notwendigen Informationen erhalten können.

Lernkontrollen sollten direkt mit einer Note beurteilt werden; den Schülerinnen und Schülern sollen die Modalitäten dieses Teils der Leistungsbewertung am Schuljahresbeginn mitgeteilt werden.

Zu rechtzeitig vorher festgesetzten Terminen erfolgen Lernkontrollen als Klausurarbeiten. Eine der Klausurarbeiten sollte unter den Bedingungen geschrieben werden, die in der schriftlichen Abschlußprüfung gelten.

Das Verhältnis der Gewichtung von Klausurarbeiten und Mitarbeit im Unterricht muß in Fachkonferenzen geklärt und soll den Schülerinnen und Schülern zu Beginn des Schuljahres mitgeteilt werden.

Fachoberschule
Physik
Zeit:

Klasse 12
160 Stunden

PHYSIK

Vorbemerkungen

Aufgabe des Physikunterrichts in der Klasse 12 der Fachoberschule ist es, die Schülerinnen und Schüler mit dem ambivalenten Verhältnis zwischen den Naturwissenschaften und der Industriegesellschaft vertraut zu machen: Einerseits werden Forderungen an die Naturwissenschaften gestellt, andererseits wird die naturwissenschaftliche, auf Technik gestützte Forschung und die nicht immer hinreichend kontrollierte Nutzung ihrer Ergebnisse kritisiert.

Es gilt nicht nur, den Schülerinnen und Schülern das physikalisch-technische Grundwissen zu vermitteln, sondern es müssen auch Verflechtungen von Wissenschaft, Technik, Ökonomie, Ökologie und Politik transparent gemacht werden, und zwar in der Vielfalt der divergierenden Interessen und Bewertungen.

Die Problematik der Umweltbelastungen bei der Energieversorgung sowie die Veränderungen infolge der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien sind besonders wichtige Bereiche, die auch die Schülerinnen und Schüler betreffen. Im Unterricht sind ihnen Probleme und Veränderungen in ihrer Umwelt zu verdeutlichen, die einen verantwortungsbewußten Umgang mit Energie und Rohstoffen verlangen.

Eine weitere wesentliche Aufgabe des Physikunterrichts bildet die handlungsorientierte Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte. Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, zielgerecht und selbständig zu arbeiten.

Im Unterrichtsfach Physik in der Klasse 12 der Fachoberschule sind die Lerninhalte und Lernziele in den nachstehenden sechs Lerngebieten zusammengefaßt:

- Kinematik
- Dynamik
- Elektrizitätslehre
- Wärmelehre
- Schwingungen und Wellen
- Atomphysik

Von diesen sechs Lerngebieten sind **vier Lerngebiete** verbindlich im Unterricht zu behandeln. Aufgabe der Fachkonferenz ist es, eine entsprechende fachrichtungsspezifische Auswahl zu treffen.

Lerngebietsübergreifend sind bei der Durchführung des Unterrichts die folgenden Punkte zu beachten:

- die exakte Einhaltung der SI-Einheiten sowie der zugehörigen Gesetze und Vorschriften
- die Eigenschaft einer physikalischen Größe, Vektor oder Skalar zu sein
- die Ermittlung der Einheit abgeleiteter Größen mittels der Basiseinheiten
- die Unterscheidung qualitativer und quantitativer Darstellungen
- die konsequente Anwendung physikalischer Vorgehensweisen (Problemdarstellung - Messung am Versuch - Graph - Funktion - Lehrsatz)
- die Benutzung von Modellvorstellungen zum besseren Verständnis.

Lerninhalte und Lernziele

Lerngebiet: **Kinematik**

Zeitrichtwert: 20 Stunden

Lerninhalte:

Geradlinige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit

Geradlinige Bewegung mit konstanter Beschleunigung

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen ... können.

- geradlinige Bewegungen beschreiben
- Versuchsreihen meßtechnisch aufnehmen und zeichnerisch darstellen
- die Geschwindigkeit als Quotienten $\Delta s / \Delta t$ definieren
- die Beschleunigung als Quotienten $\Delta v / \Delta t$ definieren
- den mathematisch-physikalischen Zusammenhang zwischen Weg-Zeit-, Geschwindigkeit-Zeit- und Beschleunigung-Zeit-Diagramm erläutern
- die Gesetze auf den freien Fall übertragen
- zusammengesetzte Bewegungen darstellen

Lerngebiet: **Dynamik**

Zeitrictwert: 20 Stunden

Lerninhalte:

Grundgesetz der Dynamik

Arbeit

Energie

Leistung

Wirkungsgrad

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen ... können.

- anhand von Versuchen das Newtonsche Trägheitsprinzip beschreiben
- aus einem Versuch das Grundgesetz der Dynamik ableiten
- das Newtonsche Wechselwirkungsprinzip beschreiben
- die Definition der mechanischen Arbeit als skalare Größe erläutern
- die Gleichungen für Hub-, Spann-, Beschleunigungs- und Reibungsarbeit herleiten
- zwischen Arbeit und Energie unterscheiden
- die Definition für die potentielle und die kinetische Energie erläutern
- den Energieerhaltungssatz der Mechanik anwenden
- die Problematik von Energieumwandlung und Umwelt kritisch würdigen
- die Definition der Leistung als Arbeit pro Zeit nennen
- den Begriff des Wirkungsgrades mit Hilfe der Leistung oder der Arbeit herleiten und erläutern

Lerngebiet: **Elektrizitätslehre**

Zeitrictwert: 20 Stunden

Lerninhalte:

Elektrische Größen

Elektrisches Feld

Magnetisches Feld

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen ... können.

- den Zusammenhang zwischen den Größen Ladung, Spannung, Strom und Widerstand erklären
- die Kirchhoffschen Gesetze auf gemischte Schaltungen anwenden
- die Größen elektrische Arbeit und elektrische Leistung definieren
- einzelne elektrische Felder mit Hilfe eines Feldlinienbildes beschreiben
- die Begriffe Feldstärke, Kapazität und Dielektrikum erklären
- ein homogenes Feld beschreiben
- das Feld einer punktförmigen Ladung beschreiben
- das Coulombsche Gesetz erläutern
- die Entstehung und die Form magnetischer Felder stromdurchflossener Leiter erläutern
- das Feld eines Stabmagneten mit dem einer stromdurchflossenen Spule vergleichen
- durch Versuch und mit Feldlinienbildern die Kraftwirkung auf einen Leiter entwickeln
- die Größen magnetische Induktion und magnetische Feldstärke definieren
- die Induktion der Bewegung anhand eines Versuches erläutern

Lerngebiet: **Wärmelehre**

Zeitrichtwert: 20 Stunden

Lerninhalte:

Temperatur und Wärmedehnung

Aggregatzustände

Wärmekapazität

Gasgesetze

Erster Hauptsatz der Wärmelehre

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen ... können.

- den Zusammenhang von Temperaturangaben in Kelvin und Grad Celsius erklären
- Temperaturmessungen mit Ausdehnungsthermometern beschreiben
- Längen- und Volumenausdehnungen berechnen
- Vorgänge bei Änderungen der Aggregatzustände beschreiben
- Berechnungen zur Wärmekapazität durchführen
- isotherme, isobare und isochore Zustandsänderungen unterscheiden
- das allgemeine Gasgesetz für ideale Gase anwenden
- den ersten Hauptsatz der Wärmelehre am Beispiel erklären

Lerngebiet: **Schwingungen und Wellen**

Zeitrictwert: 20 Stunden

Lerninhalte:

Gleichmäßige Kreisbewegung

Schwingungen

Wellen

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen ... können.

- Bahn- und Winkelgeschwindigkeit unterscheiden
- die auf einen Massepunkt angreifenden physikalischen Größen (Bahngeschwindigkeit, Zentripetalbeschleunigung, Zentrifugal- und Zentripetalkraft) erklären und graphisch darstellen
- periodische Prozesse erkennen
- die harmonische Schwingung als Sonderfall herleiten
- eine Welle als Energieübertragung in einem System von gekoppelten Schwingern erklären
- das Huygensche Prinzip beschreiben
- den Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit erklären
- exemplarisch an einer Welle Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz beschreiben

Lerngebiet: **Atomphysik**

Zeitrichtwert: 20 Stunden

Lerninhalte:

Radioaktivität

Nutzung von Kernenergie

Strahlenschutz und Umweltrisiken

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen ... können.

- das Grundprinzip der Nutzung der Kernenergie erklären
- natürliche und künstliche Radioaktivität unterscheiden
- Verfahren zum Nachweis von Radioaktivität beschreiben
- die Größen Aktivität, Dosis und Dosisleistung erläutern
- Alpha-, Beta-, Gamma-Strahlen in ihrer Wirkung unterscheiden
- die Halbwertszeit im Zusammenhang mit dem Zerfallsgesetz beschreiben
- das Reaktorprinzip erläutern
- Anwendungsgebiete der Kernenergie kritisch betrachten
- die Wirkung der radioaktiven Strahlung auf den Menschen erkennen und einschätzen
- Werkstoffe in ihrer Wirkung gegen Strahlung beurteilen

Methodische Hinweise

Die Realisierung der Konzepte naturwissenschaftlicher Bildung erfordert schulisches Lernen, das sich über Aneignung und Wiedergabe von Inhalten hinaus durch Bewußtmachung und Ordnung von Wahrnehmungen, Analyse und Bewertung von Folgen eigener Handlungen und gesellschaftlicher Entwicklungen auszeichnet.

Durch problemorientierte Unterrichtsverfahren lassen sich Interessen von Schülerinnen und Schülern aufnehmen und wecken. Diese Verfahren zeichnen sich durch entdeckende, dialogische, methodenkritische und selbstreflexive Unterrichtsanteile aus.

Auch offene Unterrichtsformen sollten im naturwissenschaftlichen Unterricht gewählt werden, da sie die Bildung individueller Lernschwerpunkte, Eigenverantwortlichkeit und selbständiges Arbeiten fördern.

Im Vordergrund des Physikunterrichts in der Klasse 12 der Fachoberschule steht die Vermittlung physikalischer Arbeits- und Forschungsmethoden, so daß diese Kenntnisse auf andere Lerninhalte transferiert werden können. Die Verwendung verschiedener Arbeitsmethoden zeigt den Schülerinnen und Schülern die unterschiedlichen Vorgehensweisen in der Physik zielorientiert auf, ermöglicht einen Methodenvergleich und fördert die Fähigkeit, eigenständig weitere Sachverhalte zu entwickeln und zu analysieren.

Die Lernziele sind so formuliert, daß in allen Lerngebieten ein breites Grundlagenwissen vermittelt wird. Soweit in einzelnen Fachrichtungen der Fachoberschule artverwandte Fächer vorgesehen sind, können hier zusätzliche Vertiefungen und Anwendungsbezüge erfolgen. Über die schulischen Lehrpläne ist eine Abstimmung insbesondere zwischen den Fächern Mathematik, Chemie, Physik sowie den entsprechenden fachrichtungsbezogenen Fächern vorzunehmen.

Dem Experiment ist als Zentrum der Verdeutlichung der Sachzusammenhänge ein hoher Stellenwert beizumessen. Die Erstellung eines Verlaufsprotokolls gehört zur exakten Dokumentation von Versuchsergebnissen. Darüber hinaus sind auf Schülerinnen und Schüler bezogene Lernweisen, wie z. B. Planen, Durchführen und Auswerten von Versuchen in Gruppen, vermehrt einzubeziehen, da sie geeignet sind, Änderungen bestehender Wissensstrukturen zu ermöglichen und die Fähigkeit zur Kommunikation weiterzuentwickeln.

Die einschlägigen Vorschriften zur Unfallverhütung sind bei allen Experimenten und Versuchen unbedingt einzuhalten und den Schülerinnen und Schülern zu erläutern. Das gleiche gilt für die einschlägigen Bestimmungen der Strahlenschutzverordnung.

Zur Vertiefung und Simulation idealer und realer physikalischer Versuche sollten Personal Computer (PC) genutzt werden.

Der Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler ist insbesondere bei der Gestaltung der Einstiegsphase und der Auswahl der Aufgaben zu den einzelnen Lerninhalten zu berücksichtigen.

Lernkontrollen und Leistungsbewertung

Die Note im Fach Physik umfaßt die Leistung in den Klausurarbeiten und die Mitarbeit im Unterricht. Die Mitarbeit im Unterricht kann durch schriftliche, mündliche und experimentelle Leistungen erbracht werden.

Kriterien für die Bewertung schriftlicher Leistungen sind

- Versuchsprotokolle
- Ausarbeitungen (z. B. Ergebnisse von Gruppenarbeiten)
- kurze Tests.

Mündliche Leistungsnachweise der Mitarbeit im Unterricht sind

- kreative Beiträge im Unterricht (z. B. Beschreiben eigener Lösungsideen, Finden von Hypothesen, Einbringen weiterführender Fragen und Probleme)
- strukturierte Zusammenfassung und Darstellung von im Unterricht erarbeiteten Sachverhalten
- logische Durchdringung und Absicherung der behandelten Sachverhalte (z. B. durch Verknüpfung mit dem bisher erworbenen Wissen)
- sachgerechte Beschreibung von Beobachtungen
- Vortrag eines ausgearbeiteten Referates.

Als experimentelle Leistungen sind anzusehen

- Herstellen von Versuchsaufbauten
- Umgehen mit Experimentiergeräten
- Genauigkeit im Beobachten und im Erfassen von Ergebnissen
- Erkennen von experimentellen Varianten oder Fehlerquellen
- Wählen passender Geräte, Meßbereiche oder Parameterwerte.

Das Verhältnis der Gewichtung von Klausurarbeiten und Mitarbeit im Unterricht muß in Fachkonferenzen geklärt und soll den Schülerinnen und Schülern zu Beginn des Schuljahres mitgeteilt werden. Während des Schuljahres sollte die Einschätzung der Mitarbeit mehrmals besprochen werden.

Fachoberschule
Chemie
Zeit:

Klasse 12

80 Stunden

CHEMIE

Vorbemerkungen

Aufgabe des Chemieunterrichts in der Klasse 12 der Fachoberschule ist es, den Schülerinnen und Schülern nicht nur das chemische Grundwissen zu vermitteln, sondern es müssen auch Verflechtungen von Wissenschaft, Technik, Ökonomie, Ökologie und Politik transparent gemacht werden, und zwar in der Vielfalt der divergierenden Interessen und Bewertungen.

Die Anwendung und ständige Weiterentwicklung von Modellvorstellungen sowie die zentrale Bedeutung der Energetik chemischer Vorgänge stellen Leitlinien für den Chemieunterricht dar. Die Schülerinnen und Schüler sollen die Bedeutung der Chemie für Gesellschaft und Umwelt erkennen und bewerten.

Die Chemie steht im Mittelpunkt aller Umweltdiskussionen. Zwar trägt die Wirtschaftskraft der chemischen Industrie wesentlich zu unserem gegenwärtigen Lebensstandard bei, doch stehen bei der Durchdringung aller Lebensbereiche durch die moderne Chemie offensichtliche, oft irreparable Schäden gegenüber. Die Gefahr, daß die Lebensgrundlagen zerstört werden, ist oftmals chemischen Ursprungs. Allerdings sind es die Erkenntnisse der Chemie, mit denen Schäden nachgewiesen und wenn möglich behoben werden können. Es ist deshalb ein übergeordnetes Ziel des Chemieunterrichts, den Schülerinnen und Schülern diese Zusammenhänge offenzulegen. Sie sollen so zu einem verantwortungsbewußten Umgang mit der Chemie befähigt werden.

Im Unterrichtsfach Chemie in der Klasse 12 der Fachoberschule soll durch die Auswahl der verbindlichen Lerngebiete exemplarisches Lernen gefördert und die Schülerinnen und Schüler befähigt werden, neue Inhalte selbständig und eigenverantwortlich zu erarbeiten. Insbesondere soll bei den Schülerinnen und Schülern die Fähigkeit entwickelt werden, die im Einzelfall erhaltenen Ergebnisse zu systematisieren und zu generalisieren.

Im Unterrichtsfach Chemie in der Klasse 12 der Fachoberschule sind die Lerninhalte und Lernziele in den nachstehenden fünf Lerngebieten zusammengefaßt:

- Stoffsysteme
- Atommodelle
- Periodensystem der Elemente
- Chemische Bindungen
- Arten und Verlauf chemischer Reaktionen

Diese fünf Lerngebiete sind verbindlich im Unterricht zu behandeln.

Lerninhalte und Lernziele

Lerngebiet: **Stoffsysteme**

Zeitrichtwert: 6 Stunden

Lerninhalte:

Stoffsysteme

Aggregatzustände

Reaktionsenthalpie

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen ... können.

- Stoffsysteme nach ihren Eigenschaften ordnen
- Merkmale chemischer Reaktionen ableiten
- die Abhängigkeit der Aggregatzustände und der Phasenübergänge von Druck und Temperatur mit Hilfe des Teilchenmodells erläutern
- exotherme und endotherme Reaktionen in Gleichungen und Diagrammen darstellen

Lerngebiet: **Atommodelle**

Zeitrictwert: 12 Stunden

Lerninhalte:

Modellcharakter
Atommodelle

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen ... können.

- Merkmale von Modellvorstellungen erläutern
- Grenzen der Anwendung von Atommodellen erklären
- ein Kern-Hülle-Modell aus dem Streuversuch von Rutherford ableiten
- Kernreaktionen erläutern
- die Atomhülle mit Elektronenschalen und Aufenthaltswahrscheinlichkeitsräumen strukturieren
- Energieniveaus der Atomhülle mit Hilfe der Zellenschreibweise nach Pauling erläutern

Lerngebiet: **Periodensystem der Elemente**

Zeitrictwert: 10 Stunden

Lerninhalte:

Periodensystem der Elemente

Stöchiometrie

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen ... können.

- Ordnungskriterien des Periodensystems aus dem Atombau ableiten
- die chemischen Eigenschaften der Elemente aus der Stellung im Periodensystem begründen
- Tendenzen im Periodensystem mit dem Aufbau der Atome begründen
- Reaktionsgleichungen mit Hilfe des Periodensystems formulieren
- chemische Reaktionen an einfachen Beispielen berechnen

Lerngebiet: **Chemische Bindungen**

Zeitrictwert: 24 Stunden

Lerninhalte:

Ionenbindung

Atombindung

Polare Atombindung

Zwischenmolekulare Bindungskräfte

Metallbindung

Elektrolytische Dissoziation

Fällungsreaktionen

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen ... können.

- die chemische Bindungsart von Verbindungen mit der Elektronegativitätsdifferenz begründen
- Eigenschaften von Ionenverbindungen mit der Gitterstruktur begründen
- Struktur und Eigenschaften von unpolaren Stoffen mit der Atombindung begründen
- Struktur und Eigenschaften von polaren Stoffen mit der polaren Atombindung begründen
- Van-der-Waals- und Dipol-Kräfte unterscheiden
- Aufbau und Eigenschaften von Metallen erklären
- die elektrolytische Dissoziation mit Hilfe der Bindungsart der beteiligten Stoffe erläutern
- die Reaktionsenthalpie von Dissoziationsvorgängen bestimmen und berechnen
- Ionen durch Fällungsreaktionen nachweisen
- Abwasserreinigung, z. B. durch Fällungsreaktionen beschreiben

Lerngebiet: **Arten und Verlauf chemischer Reaktionen**

Zeitrictwert: 28 Stunden

Lerninhalte:

Redoxreaktionen

Redoxpotentiale

Erzwungene und freiwillig ablaufende elektrochemische Reaktionen

Protolysereaktionen

Protolyse in wäßrigen Lösungen

Umweltbelastung durch saure Niederschläge

Reaktionsgeschwindigkeit

Chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler sollen ... können.

- Redoxreaktionen mit Hilfe korrespondierender Redoxpaare formulieren
- Redoxreaktionen mit Hilfe der Redoxpotentiale erklären
- Elektrolysereaktionen erklären
- Aufbau und Reaktionen galvanischer Elemente erklären
- Protolysereaktionen mit Hilfe korrespondierender Säure-Base-Paare formulieren
- den pH-Wert erklären
- pH-Werte bestimmen
- die Belastung der Umwelt durch saure Niederschläge beschreiben
- die Reaktionsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von den Reaktionsbedingungen erläutern
- Gleichgewichtszustände beschreiben
- die Abhängigkeit der Gleichgewichtslage von den Reaktionsbedingungen ableiten
- das Massenwirkungsgesetz anwenden

Methodische Hinweise

Die Realisierung der Konzepte naturwissenschaftlicher Bildung erfordert schulisches Lernen, das sich über Aneignung und Wiedergabe von Inhalten hinaus durch Bewußtmachung und Ordnung von Wahrnehmungen, Analyse und Bewertung von Folgen eigener Handlungen und gesellschaftlicher Entwicklungen auszeichnet.

Durch problemorientierte Unterrichtsverfahren lassen sich Interessen von Schülerinnen und Schülern aufnehmen und wecken. Diese Verfahren zeichnen sich durch entdeckende, dialogische, methodenkritische und selbstreflexive Unterrichtsanteile aus.

Auch offene Unterrichtsformen sollten im naturwissenschaftlichen Unterricht gewählt werden, da sie die Bildung individueller Lernschwerpunkte, Eigenverantwortlichkeit und selbständiges Arbeiten fördern.

Bei der Gestaltung des Chemieunterrichts in der Klasse 12 der Fachoberschule sollen Experimente und deren Auswertung im Mittelpunkt stehen. Zur Förderung des selbständigen Arbeitens und Lernens sind Schülerexperimente insbesondere bei der Behandlung der Lerngebiete "Stoffsysteme" und "Arten und Verlauf chemischer Reaktionen" vorzusehen. Die Methode des Experiments trägt auch in besonderer Weise den Interessen der Schülerinnen Rechnung.

Darüber hinaus sind auf Schülerinnen und Schüler bezogene Lernweisen, wie z. B. Planen, Durchführen und Auswerten von Versuchen in Gruppen, vermehrt einzubeziehen, da sie geeignet sind, Änderungen bestehender Wissensstrukturen zu ermöglichen und die Fähigkeit zur Kommunikation weiterzuentwickeln.

Die Gefahrstoffverordnung und die einschlägigen Vorschriften zur Unfallverhütung sind bei allen Experimenten und Versuchen unbedingt einzuhalten und den Schülerinnen und Schülern zu erläutern. Sie tragen dazu bei, ökologische und gesundheitliche Schäden zu vermeiden.

Über die schulischen Lehrpläne ist eine Abstimmung zwischen den Fächern Mathematik, Physik, Chemie sowie den entsprechenden fachrichtungsbezogenen Fächern vorzunehmen.

Darüber hinaus ermöglicht der Einsatz neuer Technologien in besonderem Maße problemorientierten und fächerübergreifenden Unterricht.

Die Lerninhalte und Lernziele sollten an fachrichtungsbezogenen Beispielen vertieft werden:

<u>Beispiel:</u>	Lerninhalt	"REDOXREAKTIONEN"
<u>Fachrichtung:</u>		<u>Vertiefung:</u>
Technik		Korrosion, Elektrolyse, galvanische Elemente
Agrarwirtschaft		Nitrifikation
Gestaltung		Photochemische Prozesse

Lernkontrollen und Leistungsbewertung

Die Note im Unterrichtsfach Chemie umfaßt die Leistung in den Klausurarbeiten und die Mitarbeit im Unterricht. Die Mitarbeit im Unterricht kann durch mündliche, schriftliche und experimentelle Leistungen erbracht werden.

Kriterien für die Bewertung mündlicher Leistungen sind

- Erkennen von Problemen und Zusammenhängen
- strukturiertes Zusammenfassen und Darstellen von im Unterricht erarbeiteten Sachverhalten
- präzises Formulieren von Sachverhalten in der Fachsprache
- Beobachten und Beschreiben von Versuchen
- kreative Beiträge im Unterricht (z. B. Finden von weiterführenden Fragen und Gesichtspunkten)
- Vortragen eines ausgearbeiteten Referates.

Schriftliche Leistungsnachweise der Mitarbeit im Unterricht sind

- Protokolle über Experimente
- Ausarbeitungen (z. B. Ergebnisse von Einzel- Partner- oder Gruppenarbeiten)
- kurze Tests.

Als experimentelle Leistungen sind anzusehen

- Handhabung der Experimentiergeräte und Umgang mit Chemikalien
- Herstellung von Versuchsaufbauten
- funktionsgerechte Zusammenstellung von Apparaturen zur Durchführung eines Versuchs nach eigenen Vorstellungen
- Exaktheit beim Experimentieren.

Das Verhältnis der Gewichtung von Klausurarbeiten und Mitarbeit im Unterricht muß in Fachkonferenzen geklärt und soll den Schülerinnen und Schülern zu Beginn des Schuljahres mitgeteilt werden. Während des Schuljahres sollte die Einschätzung der Mitarbeit mehrmals besprochen werden.