

GESCHWISTER SCHOLL GYMNASIUM FREIBERG

# Werkstoffwissenschaft und Silizium

---

Fachübergreifender Grundkurs 11/12

Schuljahr 2008/2009

.....  
Datum, Unterschrift

M. Albrecht  
Schulleiter

.....  
Datum, Unterschrift

I. Pezold  
Fachleiter Naturwissenschaften

**Inhaltsverzeichnis**

	Seite
Vorbemerkungen	3
Beitrag zur allgemeinen Bildung	4
Allgemeine Ziele des Kurses	5
Didaktische Grundsätze	6
Übersicht über die Lernbereiche und Zeitrichtwerte	7
Klasse 11	8
Klasse 12	14

### Vorbemerkungen

Dieses Lehrplankonzept wurde von Lehrern des Geschwister-Scholl-Gymnasiums Freiberg und Mitarbeitern der TU Bergakademie Freiberg (Prof. Dr.-Ing. habil. Horst Biermann; Frau Dr.-Ing. Gisela Naether „Fakultät für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie“; Prof. Dr.-Ing. Heiko Hessenkemper; Dipl.-Ing. Kathrin Häußler „Institut für Glas, Keramik und Baustofftechnik“ erarbeitet.

Wichtig für die Umsetzung des Konzeptes des fachübergreifenden Grundkurses ist neben dem Unterricht in der Schule die Nutzung von außerschulischen Lernorten.

Durch unsere Kooperationspartner ist garantiert, dass ganze Lernbereiche an die Hochschule (z.B. LB 4 Klasse 11, LB 1 und 2 Klasse 12 und v.a. die Praktika) verlagert bzw. verschiedene Exkursionen ermöglicht werden.

**Beitrag zur allgemeinen Bildung**

Im Schulgesetz des Freistaates Sachsen steht, dass das Gymnasium den Schülern eine vertiefte allgemeine Bildung vermitteln soll. Ebenso muss die Arbeit in der Schule sich dem gesellschaftlichen Wandel anpassen. Vor dem Hintergrund der Oberstufenreform, die u.a. dem Ziel einer Stärkung der naturwissenschaftlichen Bildung entspringt, wurde dieser Grundkurs konzipiert.

Zur Realisierung kommt dem fachübergreifenden Verstehen und Erkennen große Bedeutung zu. Zwischen den Naturwissenschaften bestehen besonders enge Verbindungen. Diese sind in der Bildungs- und Erziehungsarbeit zu nutzen. Sowohl das Element Silizium im Einzelnen als auch die Werkstoffwissenschaften im Allgemeinen ermöglichen eine gute Verknüpfung der Fächer Chemie und Physik.

Aus der Feststellung heraus, dass in den Lehrplänen darauf wenig Bezug genommen wird, ergibt sich über den fachübergreifenden Kurs eine sehr gute Erweiterungsmöglichkeit. Die Thematik bietet viele Potenzen, den Schülern den Weg von der theoretischen Grundlagenforschung bis zur praxisbezogenen Anwendung aufzuzeigen. Durch Exkursionen in die Wirtschaft werden dabei auch ökonomische Probleme bei der Umsetzung verdeutlicht.

Der enge logische Zusammenhang zwischen Strukturbetrachtungen, Eigenschaften und Anwendungen der Werkstoffe kann sowohl durch chemische als auch festkörperphysikalische Betrachtungen und Untersuchungen hergestellt werden. Die vielfältige Nutzung eines reichlich vorhandenen Rohstoffes (Silizium) mit weiteren großen Perspektiven soll den Schülern nahegebracht werden. Dabei geht es auch um die Würdigung wissenschaftlicher Leistungen und der Schöpferkraft der Menschen.

Die Schüler lernen ebenso einige der wichtigsten Betriebe der Region kennen.

## Allgemeine Ziele des Kurses

Der Unterricht wird erteilt von Fachlehrern des Geschwister-Scholl-Gymnasiums und von Wissenschaftlern der TU Bergakademie Freiberg, ergänzt durch Fachleute aus der Wirtschaft (z.B. Siltronic AG Freiberg).

Die gute Vernetzung unseres Gymnasiums mit der TU Bergakademie Freiberg (z.B.: Kooperationsvertrag, vielfältige Unterstützung beim Aufbau und der Betreuung des Schülerlabors) bildet die Grundlage für die vielfältigen Bildungs- und Erziehungsziele des Kurses.

Folgende allgemeine Ziele werden für die wissenschaftsorientierte Grundlagenbildung abgeleitet:

- Erwerb von intelligenten und anwendungsfähigen Wissens
  - Gewinnung von Informationen über verschiedene Methoden (Experiment, Modelle, Quellenstudium u.a.)
  - Anwendung der Kenntnisse in neuen Zusammenhängen
  - Bewertung von Kenntnissen
  - Abhängigkeit Wissen-Methode
  
- Erwerb, Erweiterung und Anwendung fachspezifischer Kompetenzen
  - Schüler können Experimente selbstständig planen
  - konsequente Anwendung der Fachsprache (mündlich und schriftlich)
  - Erlernen neuer Arbeitstechniken (z.B. Erstellen einer wissenschaftlichen Arbeit)
  - Anwendung und Vertiefung der Problemlösestrategien (induktiv und deduktiv)
  - sicherer Umgang mit Computertechnik (z.B. bei Messwerterfassung und –auswertung)
  - Kennenlernen und anwenden von verschiedenen neuer Arbeitsmethoden (z.B. Werkstoffprüfung)
  - gewinnen Einblick in die Übertragung von Forschungsergebnissen in die Wirtschaft (z.B. Aufbau der großtechnischen Produktionsanlage für Leuchtstoffröhren NARVA Brand-Erbisdorf)
  - üben von interdisziplinärem Arbeiten
  
- Erwerb, Erweiterung und Anwendung nichtfachspezifischer Kompetenzen
  - effizienter Umgang mit Zeit und Ressourcen
  - kritisches Hinterfragen von erhaltenen Informationen
  - Weiterentwicklung von Fantasie und Kreativität
  - Entwicklung von Teamfähigkeit, Toleranz und entsprechender Sozialkompetenz (z.B. bei Praktika und Gruppenarbeiten)
  - Entwicklung von Selbstmotivation und Frustrationsintoleranz
  - Erwerb der Fähigkeit selbstorganisiert und selbstverantwortet zu lernen
  
- Entwicklung von individuellen Wert- und Normvorstellungen
  - können eigene Meinung begründet vertreten
  - Akzeptanz von anderen Meinungen

- erkennen die Möglichkeiten der Wissenschaft für die Entwicklung der Gesellschaft
- hinterfragen die Verantwortung der Wissenschaft bei Lösungsstrategien für die Gestaltung der Zukunft (z.B. Rolle von Silizium bei der Lösung zukünftiger Energieprobleme)

### Didaktische Grundsätze

Der Lehrplan enthält Grundlagen und vertieftes Spezialwissen der Chemie, Physik und Technik wobei auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Theorie und Praxis Wert zu legen ist. Die curriculare Eigenständigkeit des Kurses wird durch die Anordnung der Lernbereich determiniert. Diese werden, in der jeweiligen Reihenfolge behandelt, die Grundlagen für die entsprechenden vertiefenden Erkenntnisse. Dem Konzept liegt die Methode zugrunde, ausgehend von den Eigenschaften der Stoffe und ihren einfachen Bausteinen bis zu höheren Strukturen vorzudringen.

Bei der Gewinnung von Gesetzen (v.a. im LB2 Klasse 11 „Festkörperphysikalische Grundlagen“) ist neben der Verallgemeinerung von Beobachtungen aufgrund von Experimenten gelegentlich auch die gedankliche Herleitung und anschließende experimentelle Überprüfung von Lösungsansätzen (Hypothesen) anzuwenden. An geeigneten Beispielen ist die Leistungsfähigkeit mathematischer Methoden für die Physik zu zeigen.

Praktische, dem Alter der Schüler entsprechende Beispiele sollen die theoretischen Grundlagen verdeutlichen. Bei der Veranschaulichung helfen Experimente (Demonstrations- und Schülerexperimente), Modelle, Computersimulationen, audio-visuelle Medien, Tabellen und Diagramme. Zur Vertiefung der Praxisbezogenheit sollen Exkursionen durchgeführt werden. Speziell bei den Schülerexperimenten ist Wert auf möglichst selbstständiges Untersuchen, Entdecken und Forschen zu legen. Altersgemäße Denkweisen und Deutungsversuche der Schülerinnen und Schüler sind zu berücksichtigen.

Gruppenarbeit fördert das Interesse und die Selbstständigkeit beim Durchführen von Experimenten. Die Diskussion über die Ergebnisse einer Gruppenarbeit wird dabei die Entwicklung eigenständiger Gedankengänge und Lösungsmöglichkeiten positiv beeinflussen. Durch Verwendung der jeweiligen Fachsprache wird die Ausdrucksweise inhaltlich und sprachlich geformt.

Schülerinnen und Schüler entwickeln besonders leicht und schnell einen Bezug zu den Unterrichtsthemen und den Unterrichtsgegenständen, wenn deren Einordnung in den alltäglichen Erfahrungshorizont möglich ist. Dies ist ein weiterer zentraler Grundsatz des fachübergreifenden Grundkurses „Werkstoffwissenschaft und Silizium“. Eine originale Begegnung mit Stoffen und Reaktionen im Kontext ihrer Anwendung oder Erscheinungsform in der Umwelt soll im Vordergrund stehen. Dadurch wird das Begreifen solcher Inhalte beim Schüler gefördert.

Verstärkt wird dieser Prozess dann, wenn die Benutzung solcher Stoffe mit Folgen verbunden ist, die das Individuum, die Gesellschaft oder die globale Existenz betreffen. Sowohl die Lehrplaninhalte als auch die örtlichen Gegebenheiten in Freiberg bieten dafür einen geeigneten Rahmen.

**Übersicht über die Lernbereiche und Zeitrichtwerte****Klassenstufe 11 (60 Ustd.)**

Lernbereich 1:	Grundlagen aus chemischer Sicht	04 Ustd.
Lernbereich 2:	Festkörperphysikalische Grundlagen	14 Ustd.
Lernbereich 3:	Vom Rohstoff Sand zum Silizium - Einkristall	06 Ustd.
Lernbereich 4:	Siliziumverbindungen	20 Ustd.
Lernbereich 5:	Praktikum im Schülerlabor	10 Ustd.
Klausuren und Überprüfung		06 Ustd.

**Klassenstufe 12 (52 Ustd.)**

Lernbereich 1:	Gewinnung von Rohstoffen	04 Ustd.
Lernbereich 2:	Erzeugung und Verarbeitung von Werkstoffen	16 Ustd.
Lernbereich 3:	Struktur und Eigenschaften von Werkstoffen	28 Ustd.
Klausuren und Überprüfung		04 Ustd.

**Lernbereich 1: Einführung - Grundlagen aus chemischer Sicht****(04 Ustd.)**

Die Schüler erkennen nach der Wiederholung der Kenntnisse über das Element Kohlenstoff viele Gemeinsamkeiten mit dem Element Silizium. Durch vergleichende Betrachtungen werden ebenso die Unterschiede hervorgehoben.

Durch eine geeignete Methode wird die Vielfalt der Verbindungen mit dem Element Silizium systematisiert.

Lernziele und Inhalte	Bemerkungen
Wiederholung/Kennen Kohlenstoff Element der 4.Hauptgruppe	→LP CH9 LB2 Stellung im PSE, Atombau, Modifikationen, Eigenschaften, Verwendung
Übertragen von Wissen auf Silizium - Element der 4. Hauptgruppe	Vergleich mit Kohlenstoff
Einblick gewinnen in Verbindungen mit dem Element Silizium	systematischer Überblick
Gestalten einer Übersicht	Methodenbewusstsein (Gruppenarbeit) Präsentation der Ergebnisse (z.B. Mind Map)

Durch die Vermittlung festkörperphysikalischer Grundbegriffe werden die Schüler befähigt, Zusammenhänge zwischen den atomaren Strukturen und den makroskopischen Eigenschaften von Festkörpern zu erkennen.

An Hand von Modellen werden kristalline und amorphe Festkörper beschrieben und klassifiziert.

Die Röntgenstrukturuntersuchung wird als eine Methode verstanden, die es ermöglicht, unter Anwendung physikalischer Gesetze Messungen an mikroskopischen Strukturen durchzuführen.

Lernziele und Inhalte	Bemerkungen
Kennen von festkörperphysikalischen Grundbegriffen	Kristall, Einkristall, Minerale, Gesteine →LP Geo11 LB1 Nahordnung – Fernordnung Beispiele: Quarzkristall und Quarzglas, Diamant und Graphit SE Kristallzüchtung
Beherrschen von Methoden zur Kristallbeschreibung	Beschreibung Netzebenen im Koordinatensystem (Miller'sche Indizes) Entwicklung des räumlichen Vorstellungsvermögens;
Anwendung mathematischer Kenntnisse	Koordinatengeometrie Elementarzelle, Gitterkonstante, Netzebenen (Beschreibung im Koordinatensystem)
Überblick über die wichtigsten Kristalltypen	Entwickeln von geistigen Fähigkeiten, wie Klassifizieren und Abstrahieren (Übertragung gewonnener Erkenntnisse aus der Arbeit mit Modellen)
Symmetrieelemente, Zähligkeit von Drehachsen, Bravais-Gitter: primitiv monoklin, kubisch-flächenzentriert und kubisch-raumzentriert, hexagonal, dichteste Kugelpackung	Erkennen einfacher Symmetrieelemente, Beschreibung der Struktur, Nennen von Beispielen von Verbindungen, (z.B. Diamantstruktur, Cs-Cl-Struktur)
Kennen eines Verfahrens zur Röntgenfeinstrukturuntersuchung	Theoretische Grundlagen →LP PH10 LB3 SE Bragg-Verfahren, Laue-Verfahren, Debye-Scherrer-Verfahren Berechnungen mit der Bragg-Gleichung

Im Mittelpunkt dieses Lernbereiches stehen die chemischen und physikalischen Veränderungen in einem technologischen Verfahren vom einfachen Rohstoff zu einem wirtschaftlich bedeutsamen High-Tech-Material. Ziel ist es, die fachlichen Grundlagen mit der großtechnischen Umsetzung vor Ort zu verknüpfen. Mitarbeiter der Siltronic AG stellen dies am Beispiel der Wafer-Produktion in Freiberg dar. Am Beispiel der Siltronic AG Freiberg lernen sie einen weltweit agierenden Konzern der Halbleitertechnik kennen. Dabei werden auch ökonomische und ökologische Probleme bei der Herstellung von Einkristallen diskutiert.

Am Beispiel der physikalischen Hochreinigung wird der Zusammenhang zwischen wissenschaftlicher Forschung und technischer Anwendung verdeutlicht.

Die Schüler werden in die Lage versetzt sich zu Problemen einer nachhaltigen Energiepolitik mittels Fotovoltaik zu positionieren.

Lernziele und Inhalte	Bemerkungen
Wiederholung Kristallisation	→ Klasse11 LB2 z.B. Phasendiagramme
Überblick Vom Sand zum Reinstsilizium	z.B. Verfahren nach Bridgman, Czochralski und Verneuil
Kennen der Verfahrenstechnik	Exkursion Siltronic AG Freiberg chemisches Verfahren der Reinstsiliziumproduktion, Einkristallzüchtung und Dotierung
Demonstration der Verwendungsmöglichkeiten von Reinstsilizium	Exkursion Siltronic AG Freiberg und Solar World z.B. Herstellung von Siliziumscheiben (Wafer) für die Mikroelektronik

An der TU Bergakademie Freiberg (Institut für Keramik, Glas- und Baustofftechnik) werden im Lernbereich 4 die Schüler mit den wichtigsten Siliziumverbindungen vertraut gemacht. Großer Wert wird dabei auf die Verknüpfung zwischen wissenschaftlicher Forschung und praktischer Umsetzung gelegt. An konkreten Beispielen aus der Region Freiberg (z.B.: NARVA Brand-Erbisdorf) kann dies der Schüler selbst nachvollziehen.

Ein Kennenlernen der Arbeitsmethoden des Studiums wird durch den Mix aus Vorlesung, Übung und Praktikum gewährleistet.

Lernziele und Inhalte	Bemerkungen
Einblick gewinnen in die Geschichte und allgemeine Grundlagen der Silikatechnik	Genese der Silikate natürliche Silikate (Verbreitung, Silikatische Mineral- und Gesteinsbildungen der Erdkruste, Bildung von Lagerstätten)→LP Geo11 LB1 synthetische Silikate
Keramik Kennen wesentliche Merkmale und Praktikum	Kennen des $\text{SiO}_4$ – Tetraeders als grundlegendes Strukturelement der Silikate  Überblick über Zustandsformen der Silikate (grob- und feindisperse)  Einteilung verschiedener keramischer Erzeugnisse Rohstoffe der Keramik Technologie der Keramikdarstellung  SE – Beherrschung von Prüfmethode (Prüfungen an Rohstoffen, Massen und Erzeugnissen)
Glas Kennen der Strukturen und Eigenschaften der Gläser	Strukturmodelle des Glases Eigenschaften (z.B.: Viskosität, Relaxation, Dichte, Wärmedehnung, Oberflächenspannung)
Beherrschen von Berechnungen und Abhängigkeiten der Eigenschaftswerte	SE zu den Abhängigkeitswerten (TU)
Einblick in die großtechnische Glasherstellung	Exkursion NARVA Überblick über sonstige Verwendungsmöglichkeiten von Glas

Überblick über die wichtigsten hydraulischen und hydrothermalen Bindebaustoffe	Rohstoffe, Herstellung, Bedeutung und Verwendung (z.B. Kalksandstein, Porenbeton, Wärmedämmstoffe)
Kennenlernen und Anwendung von Prüfmethoden im Praktikum	SE Herstellung von Porenbeton Prüfung von Baustoffen

**Lernbereich 5: Praktikum im Schülerlabor**

**(10 Ustd.)**

Im Schülerlabor „Science meets school – Werkstoffe und Technologien in Freiberg“ können die Schüler durch eigenes Experimentieren sowohl die technologischen Prozessschritte der Werkstoffherzeugung und -verarbeitung als auch die mechanischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften der Werkstoffe begreifen.

Am Ende des ersten Teils des fachübergreifenden Wahlgrundkurses werden v.a. solche Experimente durchgeführt, welche den Stoff der 11. Klasse systematisieren und wiederholen.

Die Schüler lernen neue wissenschaftlichen Arbeitsmethoden kennen bzw. wenden schon bekannte im neuen Kontext an. Sie erfassen und beurteilen selbstständig die Messwerte und stellen die Ergebnisse in geeigneten Protokollen dar

Lernziele und Inhalte	Bemerkungen
Erfassen mechanischer Werkstoffkennwerte	SE z.B.: Zugversuch an verschiedenen Materialien, Kerbschlagbiegeversuch,
Fotovoltaische Energieerzeugung	SE Leistung einer Solarzelle in Abhängigkeit verschiedener Parameter
Leitfähigkeit	SE elektrische Leitfähigkeit verschiedener Reinstmetalle und Legierungen,
metallographische Untersuchungen	SE verschiedene Präparationsversuche und mikroskopische Untersuchungen

Die schriftliche Bewertung der Schülerleistungen setzt sich aus einer Klausur (02 Ustd.) und einer Kontrollarbeit (01 Ustd.) je Halbjahr zusammen.

Ergänzt werden die schriftlichen Noten durch verschiedene andere Bewertungen. Diese reichen von der einfachen mündlichen Leistungskontrolle über Kurzvorträge hin zu Präsentationen.

Im Praktikum erhält der Schüler eine prozessbezogene Bewertung. Hierbei werden die verschiedenen Kompetenzen (Sachkompetenz, Methodenkompetenz, Sozialkompetenz, Selbstkompetenz) vordergründig bewertet.

Desweiteren kann der Schüler eine Klausur (der Klassenstufe 11 oder 12) durch eine komplexe Lernleistung (z.B. Facharbeit) ersetzen

**Lernbereich 1: Gewinnung von Rohstoffen****(04 Ustd.)**

Ziel des Lernbereiches ist die Darstellung verschiedener Rohstoffgewinnungsmethoden. Dabei werden sowohl historisch bedeutende als auch moderne Verfahren thematisiert. Spezialisten vom „Institut für Bergbau und Spezialtiefbau“ geben einen kurzen Überblick über die vielschichtigen Aufgabenfelder des heutigen Bergbaus.

Der Schüler lernt Einsatzmöglichkeiten modernster Technik (z.B.: Computer) im modernen Bergbau kennen.

Lernziele und Inhalte	Bemerkungen
<p>Einblick gewinnen in metallische Rohstoffvorkommen und Abbaumethoden Positionierung zu Rohstoffverbrauch</p> <p>Kennen von Nutzungsmöglichkeiten des Computers im modernen Bergbau</p>	<p>historischer Überblick Lagerstätten gediegene Vorkommen, Erze</p> <p>z.B. „Computer Aided Engineering“ bei der Planung im Bergbau, Visualisierungen</p> <p>Vorstellung von Spezialsoftware aus Bergbau und Geotechnik (z.B. Itasca FLAC, UDEC)</p>

Der Lernbereich 2 stellt die Erzeugung und Verarbeitung metallischer Werkstoffe in den Vordergrund. Durch einen Mix aus Vorlesung, Übung und Praktikum gelingt es dem Schüler die Thematik ganzheitlich zu begreifen.

Stahl, als einer der bekanntesten Werkstoffe, wird wiederholt. Das Praktikum „Härten von Stahl“ verknüpft dabei Bekanntes mit Neuem.

Die große Bedeutung der Nichteisenmetalle kann durch eine Exkursion ins „FNE Forschungsinstitut für Nichteisen-Metalle Freiberg“ hervorgehoben werden.

Lernziele und Inhalte	Bemerkungen
Einblick gewinnen in Gewinnungsverfahren für Nichteisenmetalle	ausgewählte, bedeutsame NE-Metalle (z.B. Aluminium, Kupfer, Nickel, Cobalt, Titan)
Kennen eines Verfahrens	Gewinnungsverfahren (z.B. Hall-Heroult-Prozess zur Aluminium Gewinnung)
Beherrschen eines Verfahrens zur Stahlgewinnung	Demonstration eines ausgewählten Verfahrens im Institut für NE-Metalle Freiberg
Kennen von Veredlungsverfahren	Bezug zum CH-LP – Hochofenprozess
Kennen der Verarbeitungsmöglichkeiten von Werkstoffen mittels Urformtechnik	Stahlerzeugung (z.B. Sauerstoff-Aufblaskonverter, Elektro-Lichtbogenofen)
Einblick gewinnen in Verfahren der Umformtechnik	SE - Härten von Stahl – Schülerlabor der TU Bergakademie Freiberg
	Galvanoplastik, Pulvermetallurgie und Gießereitechnik
	SE Gießen verschiedener Werkstoffe – Institut für Gießereitechnik
	Überblick
	(z.B. Druckumformen, Zugdruckumformen, Zugumformen, Biegeumformen, Schubumformen)

Die Schüler lernen, dass das Wissen um die Struktur und Eigenschaften der Werkstoffe, die Voraussetzung zum Bau von Maschinen, Anlagen und Apparaten darstellt.

Es wird hierbei verdeutlicht, dass die vorwiegend empirisch gewonnenen Erkenntnisse der Werkstoffkunde die Entwicklung neuer, moderner, von der Industrie geforderter Werkstoffe ermöglichen. Die Schüler lernen die wichtigsten Werkstoffeigenschaften kennen und können diese in Experimenten bestimmen bzw. unterscheiden.

Ein wesentlicher Teilbereich der Werkstoffkunde ist die Werkstoffprüfung. Dabei werden auch die wichtigsten Maßnahmen zum Schutz der Werkstoffe vorgestellt. Für die praktische Durchführung von Werkstoffprüfungen wird das Schülerlabor der TU Bergakademie Freiberg genutzt.

Lernziele und Inhalte	Bemerkungen
Wiederholung des Aufbaus von Stoffen	Bezug zu LB2 Kl. 11 „Festkörperphysik“  Störungen des atomaren Aufbaus (Versetzungen) und Diffusion von Atomen in Festkörpern
Beherrschen der mechanische Eigenschaften und Prüfverfahren von Werkstoffen	Festigkeit Zugversuch – Spannungs-Dehnungs-Kurve Biegeversuch Schlagprüfung ableitbare Materialeigenschaften  SE verschiedene Eigenschaftsprüfungen im Schülerlabor
Kennen weitere Eigenschaften	Elektrische Eigenschaften z.B.: Supraleitung (DE/SE Supraleitung) Form-Gedächtnis-Legierungen Wärmeleitfähigkeit optische Eigenschaften (Wechselwirkungen zwischen Licht und Festkörpern)
Anwendung der Methoden zur Werkstoffprüfung auf Materialversagen – Ursachen, Nachweis und Vorbeugung	Versagen von Metallen (z.B. Duktilbruch, Sprödbruch, Ermüdungsbruch) Ursachen (z.B. Konstruktion, Materialauswahl, Verarbeitung, Einsatzbedingungen) SE zerstörungsfreie Materialprüfverfahren

Die schriftliche Bewertung der Schülerleistungen setzt sich aus einer Klausur (01 Ustd.) und einer Kontrollarbeit (01 Ustd.) je Halbjahr zusammen.

Ergänzt werden die schriftlichen Noten durch verschiedene andere Bewertungen. Diese reichen von der einfachen mündlichen Leistungskontrolle über Kurzvorträge hin zu Präsentationen.

Im Praktikum erhält der Schüler eine prozessbezogene Bewertung. Hierbei werden die verschiedenen Kompetenzen (Sachkompetenz, Methodenkompetenz, Sozialkompetenz, Selbstkompetenz) vordergründig bewertet.

Desweiteren kann der Schüler eine Klausur (der Klassenstufe 11 oder 12) durch eine komplexe Lernleistung ersetzen