

Erprobungslehrplan

**Freistaat Sachsen
Sächsisches Staatsministerium für Kultus**

**Lehrpläne für die
Berufsschule**

Mikrotechnologie/Mikrotechnologin

Fachtheoretischer Bereich

**Klassenstufen
1 bis 3**

August 1999

Der Lehrplan ist ab 1. August 1998 bis zu seiner endgültigen Inkraftsetzung zur Erprobung freigegeben.

Impressum

Der Lehrplan basiert auf dem Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mikrotechnologe/Mikrotechnologin (Beschluß der Kultusministerkonferenz vom 1998) und der Verordnung zur Berufsausbildung zur Mikrotechnologe/ zum Mikrotechnologin (BGBl I 1998, S.).

Der Lehrplan wurde unter Leitung des

Sächsischen Staatsinstituts für Bildung und Schulentwicklung
Comenius-Institut
Dresdner Straße 78 c
01445 Radebeul

unter Mitwirkung von

Jörg Döhler	Leipzig
Gunter Sandrock	Dresden

erarbeitet.

HERAUSGEBER

Sächsisches Staatsministerium für Kultus
Carolaplatz 1
01097 Dresden

HERSTELLUNG UND VERTRIEB

Stoba-Druck GmbH
Am Mart 16
01561 Lampertswalde

Best.-Nr.: 98/L 3 01 135

Der Lehrplan wurde auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Inhaltsverzeichnis	Seite
Vorbemerkungen	4
Kurzcharakteristik des Bildungsganges	5
Studentafel	6
Aufbau und Verbindlichkeit der Lehrpläne	7
Einzellehrpläne	8
Fertigungsbegleitende Prozesse	8
Kurzcharakteristik	8
Übersicht über die Lehrplaneinheiten und Zeitrichtwerte	8
Fertigungsprozesse	13
Kurzcharakteristik	13
Übersicht über die Lehrplaneinheiten und Zeitrichtwerte	13

Vorbemerkungen

Die Verfassung des Freistaates Sachsen fordert in Artikel 101 für das gesamte Bildungswesen:

"(1) Die Jugend ist zur Ehrfurcht vor allem Lebendigen, zur Nächstenliebe, zum Frieden und zur Erhaltung der Umwelt, zur Heimatliebe, zu sittlichem und politischem Verantwortungsbewußtsein, zu Gerechtigkeit und zur Achtung vor der Überzeugung des anderen, zu beruflichem Können, zu sozialem Handeln und zu freiheitlicher demokratischer Haltung zu erziehen."

Das Schulgesetz für den Freistaat Sachsen legt in § 1 fest:

"(1) Der Erziehungs- und Bildungsauftrag der Schule wird bestimmt durch das Recht eines jeden jungen Menschen auf eine seinen Fähigkeiten und Neigungen entsprechende Erziehung und Bildung ohne Rücksicht auf Herkunft oder wirtschaftliche Lage.

(2) Die schulische Bildung soll zur Entfaltung der Persönlichkeit der Schüler in der Gemeinschaft beitragen. Diesen Auftrag erfüllt die Schule, indem sie Kenntnisse, Fähigkeiten und Werthaltungen vermittelt, um so die Erziehungs- und Bildungsziele zu erreichen und Freude am Lernen zu wecken. Das Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland und die Verfassung des Freistaates Sachsen bilden hierfür die Grundlage."

Für die Berufsschule gilt § 8 des Schulgesetzes:

"(1) Die Berufsschule hat die Aufgabe, im Rahmen der Berufsausbildung oder Berufsausübung vor allem fachtheoretische Kenntnisse zu vermitteln und die allgemeine Bildung zu vertiefen und zu erweitern. Sie ist hierbei gleichberechtigter Partner der betrieblichen Ausbildung und führt gemeinsam mit Berufsausbildung oder Berufsausübung zu berufsqualifizierenden Abschlüssen."

...

"(4) Der qualifizierte berufliche Bildungsabschluß wird zuerkannt, wenn der Berufsabschluß mit gutem Ergebnis nachgewiesen werden kann und entweder der qualifizierende Hauptschulabschluß erworben oder die Berufsschule mit gutem Ergebnis abgeschlossen wurde. Damit wird ein mittlerer Bildungsabschluß verliehen."

Neben diesen landesspezifischen gesetzlichen Grundlagen sind die in der „Rahmenvereinbarung über die Berufsschule“ (Beschluß der Kultusministerkonferenz vom 15.3.1991) festgeschriebenen Ziele umzusetzen.

Kurzcharakteristik des Bildungsganges

Der Ausbildungsberuf Mikrotechnologe/Mikrotechnologin orientiert sich bezüglich der berufsübergreifenden und berufsspezifischen Qualifikation und Bildungsziele an der Fertigung von mikrotechnischen Produkten der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik, sowie den dazu erforderlichen, die Produktion begleitenden Prozesse.

Im Bildungsgang Mikrotechnologe/Mikrotechnologin werden die Grundlagen zu folgenden Bildungselementen vermittelt:

- planen, organisieren und dokumentieren der Arbeitsabläufe,
- beachten und anwenden einschlägiger Normungen, Bestimmungen und Vorschriften beim Umgang mit Chemikalien im Fertigungsprozess, einschließlich dem Umweltschutz bei der Entsorgung dieser,
- entwickeln von Qualitätsbewusstsein zur Einhaltung von Reinraumbedingungen, zum Aufzeigen kostengünstiger Lösungen und zur Sicherung der Ausbeute,
- einsetzen begründeter Methoden zur Fehlersuche und Störungsbehebung, sowie ableiten von Folgerungen für die Fehlerbehebung aus der Fehlerdiagnose,
- kooperieren und kommunizieren mit den Mitarbeitern des Unternehmens im Rahmen beruflichen Handelns.

Die berufsspezifischen Qualifikations- und Bildungsziele sind in den Handlungsbereichen "Fertigungsbegleitende Prozesse" und "Fertigungsprozesse" enthalten.

Eine Kurzcharakteristik konkretisiert den jeweiligen Handlungsbereich. Die Handlungsbereiche beziehen sich auf die im Rahmenlehrplan der KMK enthaltenen Lernfelder. Die Inhalte der Lehrplaneinheiten sind so allgemein gefasst, dass sie für technische Neuerungen und Weiterentwicklungen offen sind.

Im Handlungsbereich "Fertigungsprozesse" ist zeitlich der Logik des fertigungstechnischen Ablaufes zu folgen.

Die Vermittlung der Qualifikations- und Bildungsziele erfolgt handlungs- und projektorientiert an berufsbezogenen Aufgabenstellungen, wobei die Systematisierung des erworbenen Wissens ein integrierter Bestandteil der Ausbildung sein muss.

Die berufsbezogene mathematisch-naturwissenschaftliche Durchdringung der technischen und technologischen Sachverhalte ist bei der Sicherung gefestigter Grundlagenkenntnisse ein wichtiger Bestandteil des Unterrichts.

Bei den, die Handlungsbereiche übergreifenden Projekten können Teile einzelner Lehrplaneinheiten inhaltsbedingt mehrfach in unterschiedlicher Breite und Tiefe aufgerufen werden.

Zur Bearbeitung der berufsbezogenen Aufgabenstellungen ist der Praktikumsstätigkeit besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Im anwendungsorientierten, gerätestützten Theorieunterricht kann eine Gruppenteilung im Umfang von bis zu 25 % der Unterrichtsstunden des fachtheoretischen Unterrichts in jeder Klassenstufe erfolgen.

Die Vermittlung von fremdsprachlichen Qualifikationen ist in die Lehrplaneinheiten integriert. Bezogen auf den gesamten Bildungsgang soll der Anteil mindestens den Umfang von 40 Unterrichtsstunden entsprechen.

Stundentafel

	Wochenstunden in den Klassenstufen		
	1	2	3
Pflichtbereich	13	13	13
Allgemeiner Bereich	5	5	5
Deutsch	1	1	1
Sozialkunde	1	1	1
Wirtschaftskunde	1	1	1
Religion/Ethik	1	1	1
Sport	1	1	1
Fachtheoretischer Bereich	8	8	8
Fertigungsbegleitende Prozesse	4	4	3
Fertigungsprozesse	4	4	5

Bei Blockunterricht gilt die Stundentafel der Berufsschule, die in der Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums für Kultus über die Stundentafeln, Rahmenstundentafeln und Lehrpläne für berufsbildende Schulen im Freistaat Sachsen (VwV Stundentafeln) vom 23. April 1996 (abgedruckt im Amtsblatt des Sächsischen Staatsministeriums für Kultus Nr. 7/1996, S. 141 ff.) veröffentlicht wurde.

Bei Umsetzung des Leitkonzeptes des wöchentlichen Teilzeitunterrichtes an der Berufsschule (Organisationsmodell 2-2-1) gilt die Stundentafel der Berufsschule, die in der Ersten Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums für Kultus zur Änderung der Verwaltungsvorschrift über die Stundentafeln, Rahmenstundentafeln und Lehrpläne für berufsbildende Schulen im Freistaat Sachsen (1. Änderungsverwaltungsvorschrift Stundentafeln) vom 04. August 1997 (abgedruckt im Amtsblatt des Sächsischen Staatsministeriums für Kultus Nr. 11/1997, S. 293 ff.) veröffentlicht wurde.

Aufbau und Verbindlichkeit der Einzellehrpläne

Jeder Einzellehrplan enthält eine Kurzcharakteristik sowie eine Darstellung der Lehrplaneinheiten (LPE) mit Zeitrichtwerten in Unterrichtsstunden (Ustd.), Zielen, Inhalten und Hinweisen zum Unterricht.

Die **Ziele** bilden die entscheidende Grundlage für die didaktisch begründete Gestaltung des Lehrens und Lernens an den berufsbildenden Schulen. Sie geben verbindliche Orientierungen über die Qualität der Leistungs- und Verhaltensentwicklung der Schülerinnen und Schüler und sind damit eine wichtige Voraussetzung für die eigenverantwortliche Vorbereitung des Unterrichts durch die Lehrkräfte.

Es werden drei wesentliche Dimensionen von Zielen berücksichtigt:

- Kenntnisse (Wissen),
- Fähigkeiten und Fertigkeiten (intellektuelles und praktisches Können),
- Verhaltensdispositionen und Wertorientierungen (Wollen).

Diese drei Dimensionen sind stets miteinander verknüpft und bedingen sich gegenseitig. Ihre analytische Unterscheidung im Lehrplan ist insbesondere mit Blick auf die Unterrichtsplanung sinnvoll, um die Intentionen von Lehr- und Lernprozessen genauer zu akzentuieren.

Die **Inhalte** werden in Form von stofflichen Schwerpunkten festgelegt und in der Regel nach berufssystematischen und/oder fachsystematischen Prinzipien geordnet. Zusammenhänge innerhalb einer Lehrplaneinheit und Verbindungen zu anderen Lehrplaneinheiten werden ausgewiesen.

Die **Hinweise zum Unterricht** umfassen methodische Vorschläge wie bevorzugte Unterrichtsverfahren und Sozialformen, Beispiele für exemplarisches Lernen, wünschenswerte Schüler- und Lehrerhandlungen sowie Hinweise auf geeignete Unterrichtshilfen (Medien). Des Weiteren werden unterrichtspraktische Erfahrungen in Form kurzer didaktischer Kommentare wissenschaftlich reflektiert weitergegeben.

Die Ziele und Inhalte sind verbindlich. **Zeitrichtwerte** der einzelnen Lehrplaneinheiten sind Empfehlungen und können, soweit das Erreichen der Ziele gewährleistet ist, variiert werden. **Hinweise zum Unterricht** haben gleichfalls Empfehlungscharakter. Im Rahmen dieser Bindung und unter Berücksichtigung des sozialen Bedingungsgefüges schulischer Bildungs- und Erziehungsprozesse bestimmen die Lehrkräfte die Themen des Unterrichts und treffen ihre didaktischen Entscheidungen in freier pädagogischer Verantwortung.

Für die Gestaltung der Lehrplaneinheiten wird folgende Form gewählt:

Lehrplaneinheit

Zeitrichtwert: Ustd.

Ziele

Inhalte

Hinweise zum Unterricht

Einzellehrpläne**Fertigungsbegleitende Prozesse****Kurzcharakteristik**

Der Handlungsbereich "Fertigungsbegleitende Prozesse" schafft für den Handlungsbereich "Fertigungsprozesse" die Rahmenbedingungen.

Die Schülerinnen und Schüler beurteilen, auf Grund der vermittelten Inhalte, exemplarisch elektrische Systeme der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik hinsichtlich des Aufbaus, der Funktion und deren Qualität.

Sie wählen elektrische Systeme begründet aus und untersuchen diese unter Einhaltung einschlägiger Vorschriften. Durch einen praktikumsintensiven Unterricht sind Sie zur Analyse und Synthese dieser Systeme befähigt. Daraus gewonnene Informationen werden von ihnen mittels moderner computergestützter Arbeitstechniken und Methoden erfasst und verarbeitet. Zu deren Auswertung wenden Sie als eine Beschreibungsmethode mathematische Berechnungsmodelle gezielt an.

Die statistische Prozessregelung wird von den Schülerinnen und Schülern als wesentliches Mittel zur Qualitätskontrolle der Fertigung elektrischer Systeme der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik verstanden und befähigt Sie, mittels der Steuerungs- und Regelungstechnik auf Fehlerquellen aktiv Einfluss zu nehmen.

Im Handlungsbereich "Fertigungsbegleitende Prozesse" werden die theoretischen Grundlagen für einzelne elektrische Systeme der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik in, den Handlungsbereich, übergreifenden Projekten vertieft. Der Teamarbeit kommt dabei besondere Bedeutung zu.

Erforderliche englischsprachige Anleitungen, Handreichungen und Datenblätter bereiten Sie sachgerecht zur Informationsgewinnung auf.

Übersicht über die Lehrplaneinheiten und Zeitrichtwerte**Klassenstufe 1****Zeitrichtwert: 160 Ustd.**

- | | |
|---|----------|
| 1 Erfassen und Darstellen von Signalverarbeitungsvorgängen und elektrischen Grundgrößen | 70 Ustd. |
| 2 Anwendung von Standardsoftware | 50 Ustd. |
| Zeit für Vertiefungen, Wiederholungen und Leistungsnachweise | 40 Ustd. |

Klassenstufe 2**Zeitrichtwert: 160 Ustd.**

- | | |
|---|-----------|
| 3 Vergleich von Funktionseinheiten diskreter und integrierter Schaltungen | 120 Ustd. |
| Zeit für Vertiefungen, Wiederholungen und Leistungsnachweise | 40 Ustd. |

Klassenstufe 3**Zeitrichtwert: 120 Ustd.**

4	Einhaltung von Qualitätsstandards	38 Ustd.
5	Beschreibung von Mikrosystemen	52 Ustd.
	Zeit für Vertiefungen, Wiederholungen und Leistungsnachweise	30 Ustd.

Klassenstufe 1**1 Erfassen und Darstellen von Signalverarbeitungsvorgängen und elektrischen Grundgrößen****Zeitrichtwert: 70 Ustd.**

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, die Zusammenhänge zwischen den Grundgrößen der Elektrotechnik zu untersuchen und diese auf elektrische Grundschaltungen anzuwenden. Sie können zwischen analogen und digitalen Signalen unterscheiden und diese den unterschiedlichen Einsatzgebieten zuordnen. Sie beherrschen die einschlägigen Verfahren zur Messung von elektrischen Größen und werten die gewonnenen Ergebnisse aus. Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Fertigkeiten, das Verhalten von passiven Bauelementen im Gleich- und im Wechselstromkreis zu untersuchen. Sie besitzen die erforderlichen Kenntnisse zum Einhalten der einschlägigen Vorschriften.

Elektrische Größen, deren Zusammenhänge und Darstellungsmöglichkeiten
 Analoge und digitale Signale
 Messmethoden zur Erfassung elektrischer Größen
 Funktion und Aufbau passiver Bauelemente
 Schutzbestimmungen, Schutzmaßnahmen, Sicherheitsregeln

2 Anwendung von Standardsoftware**Zeitrichtwert: 50 Ustd.**

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, die entsprechenden Peripheriegeräte zu handhaben und grundlegende Funktionen des installierten Betriebssystems anzuwenden. Sie besitzen Sicherheit in der Gestaltung von Texten, Tabellen und graphischen Darstellungen mit Hilfe von Standardsoftware, in der Verwaltung von Dokumenten sowie in der Verwendung diverser Softwarefunktionen. Die Schülerinnen und Schüler sind sicher bei der Beschreibung und Handhabung zeitgemäßer Datenschutz- und Datensicherungskonzepte. Sie verstehen Erläuterungen in deutscher und englischer Sprache und beherrschen ausgewählte englischsprachige Befehle in Wort und Schrift.

Peripherie eines Computersystems
 Aufgaben eines Betriebssystems
 Einsatz kommerzieller Software
 Verwaltung von Daten
 Backup-Methoden
 Handreichungen, englischsprachiger Anleitungen

Klassenstufe 2
**3 Vergleich von Funktionseinheiten diskreter
und integrierter Schaltungen**
Zeitrichtwert: 120 Ustd.

Die Schülerinnen und Schüler beherrschen die Untersuchung der elektrischen Wirkung von Schaltelementen diskreter und integrierter Schaltungen. Sie wenden dazu Datenblätter in deutscher und englischer Sprache sicher an. Sie können einfache Schaltungen der Analog- und Digitaltechnik aufbauen und deren Funktion erklären. Sie sind in der Lage, die elektrischen Kenngrößen von Bauelementen und Schaltungen, wie sie zur Prüfung von Wafer verwendet werden (Teststrukturen), zu messen und zu dokumentieren. Sie besitzen Kenntnis über den Aufbau und die Struktur der Schaltelemente sowie deren Einfluss auf die elektrischen Eigenschaften. Sie können die erforderlichen Technologien beschreiben, die beim Zusammenschalten einzelner Schaltelemente zum IC angewandt werden.

Aufbau, Wirkungsweise und Eigenschaften aktiver Schaltelemente

Bipolare und unipolare Technik

Grundsaltungen der Verstärkertechnik
logische Grundsaltungen, Speicherzellen

Messung von Widerstand, Sperrstrom, Stromverstärkung, Steilheit, Schaltzeit und Grenzfrequenz

Verfahren zum Isolieren und Verbinden der Schaltelemente von IC's

Datenblätter in deutscher und englischer Sprache

Klassenstufe 3
4 Einhaltung von Qualitätsstandards
Zeitrichtwert: 38 Ustd.

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, die Bedeutung des Qualitätsmanagement zu begründen. Sie können das Qualitätsmanagement eines (ihres) Betriebes darstellen. Wichtige Kennwerte und Parameter der statistischen Prozessregelung werden durch sie umfassend berechnet und erläutert. Aus den Ergebnissen der statistischen Prozessregelung können Sie notwendige Änderungsmaßnahmen für den Fertigungsprozess ableiten.

Kriterien zur Festlegung von Qualitätsstandards Kundenorientierung Maßnahmen zum Qualitätsmanagement Anforderungen an Mitarbeiter Statistische Kennwerte Statistische Prozessregelung	Normalverteilung, Mittelwert, Standardabweichung
--	--

5 Beschreibung von Mikrosystemen
Zeitrichtwert: 52 Ustd.

Die Schülerinnen und Schüler beherrschen das Erfassen und Beschreiben grundlegende Funktionen von Mikrosystemen und erkennen Sensoren, Aktoren, Signalaufbereitung und Schnittstellen als deren wesentliche Bestandteile. Sie können den Zusammenhang zwischen Aufbau, Funktionsprinzipien, Eigenschaften und Anwendungsbereichen ausgewählter Sensoren und Aktoren beschreiben.

Einsatz von Mikrosystemen Sensoren zur Erfassung von Temperatur, Durchflussenge, Druck und Beschleunigung Sensoren mit magnetempfindlichen und optoelektronischen Schaltelementen Aktoren Schnittstellen zum makroskopischen Umfeld	z. B. Airbag z. B. für Drehzahl- und Füllstandsmessungen z. B. Mikromotoren
---	---

Fertigungsprozesse

Kurzcharakteristik

Im Handlungsbereich "Fertigungsprozesse" werden die theoretischen Kenntnisse für die Produktion von elektrischen Systemen der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik vermittelt. In praktikumsintensiver Gruppenarbeit analysieren, planen und organisieren die Schülerinnen und Schüler die Arbeitsabläufe und dokumentieren diese. Sie untersuchen die unterschiedlichen Umgebungsbedingungen für die Fertigung von elektrischen Systemen der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik als einen entscheidenden Beitrag zur Sicherung der Ausbeute.

Die Schülerinnen und Schüler verstehen die Fertigung der elektrischen Systeme der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik als einen ganzheitlichen Prozess mit seinen Prozessschritten und erkennen deren gegenseitige Beeinflussung.

Sie setzen sich mit den physikalisch/chemischen Prinzipien der zur Anwendung kommenden Verfahren, den Anlagen sowie verwendeten Werkstoffen und Medien auseinander.

Der technisch begründete Einsatz von Chemikalien fordert von den Schülerinnen und Schülern die konsequente Einhaltung von Sicherheits- und Arbeitsschutzvorschriften sowie des Umweltschutzes. Sie erfassen den Einfluss aggressiver Chemikalien auf das Halbleitermaterial sowie die Fertigungsanlagen. Ablaufende chemische Reaktionen werden mittels mathematischer Modelle dargestellt.

Sie setzen die auf die Prozessschritte abgestimmten Qualitätssicherungsmaßnahmen gezielt ein und dokumentieren die gewonnenen Ergebnisse rechnergestützt.

Die Schülerinnen und Schüler ziehen aus den Untersuchungsergebnissen Schlussfolgerungen für die weitere Bearbeitung der Halbleitersysteme und mikrotechnischen Systeme.

In handlungsbereichsübergreifenden Projekten werden die theoretischen Grundlagen der Fertigung elektrischer Systeme der Halbleiter- und der Mikrosystemtechnik vertieft, wobei der Teamarbeit besondere Bedeutung zukommt.

Erforderliche englischsprachige Anleitungen, Handreichungen und Datenblätter bereiten sie sachgerecht zur Informationsgewinnung auf und setzen diese zur Ausführung berufsbezogener Arbeiten ein.

Übersicht über die Lehrplaneinheiten und Zeitrichtwerte

Klassenstufe 1

Zeitrichtwert: 160 Ustd.

1 Beurteilung von chemischen Zusammenhängen für die Halbleiterherstellung	72 Ustd.
2 Funktionsanalyse ausgewählter Halbleiterwerkstoffe	33 Ustd.
3 Einhaltung von Reinraumbedingungen	15 Ustd.
Zeit für Vertiefungen, Wiederholungen und Leistungsnachweise	40 Ustd.

Klassenstufe 2**Zeitrichtwerte: 160 Ustd.**

4 Anwendung fototechnischer Verfahren in der Mikrotechnologie	50 Ustd.
5 Erstellung von Schichten und deren Strukturierung	70 Ustd.
Zeit für Vertiefungen, Wiederholungen und Leistungsnachweise	40 Ustd.

Klassenstufe 3**Zeitrichtwerte: 200 Ustd.**

6 Veränderung der Leitfähigkeit durch Dotieren	35 Ustd.
7 Fertigstellung der mikrotechnischen Produkte	65 Ustd.
8 Einstellung, Prüfung und Optimierung verfahrenstechnischer Anlagen	50 Ustd.
Zeit für Vertiefungen, Wiederholungen und Leistungsnachweise	50 Ustd.

Klassenstufe 1**1 Beurteilung von chemischen Zusammenhängen
für die Halbleiterherstellung****Zeitrichtwert: 72 Ustd.**

Die Schülerinnen und Schüler besitzen Kenntnis über die Handhabung, die Reaktionsweise und das Gefahrenpotential von chemischen Stoffen. Sie beherrschen das Aufstellen einfacher Reaktionsgleichungen das Durchführen von Konzentrationsberechnungen und das Bestimmen des pH-Wertes. Sie sind in der Lage, die Wirkung ausgewählter Chemikalien zu untersuchen und daraus resultierende Anforderungen an die in der Halbleitertechnik verwendeten Materialien abzuleiten. Sie können wichtige Verbindungen der organischen Chemie erklären und Schlussfolgerungen für die umweltgerechte Entsorgung chemischer Abfallstoffe unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften ziehen.

Vorschriften der Gefahrstoffverordnung
hinsichtlich Kennzeichnung und
Handhabung von Chemikalien

Säuren, Laugen, pH-Wert

Kohlenstoffverbindungen, alkohole
Lösemittel

Reaktive Gase und deren Spaltprodukte

Gewinnung von Reinstwasser und
Wiederaufbereitung von Abwasser

Anforderungen an Rohre und Armaturen

2 Funktionsanalyse ausgewählter Halbleiterwerkstoffe Zeitrichtwert: 33 Ustd.

Die Schülerinnen und Schüler können die verschiedenen Leitungsmechanismen ausgewählter Werkstoffe unterscheiden und die grundlegenden Merkmale elementarer Halbleiter anhand des Periodensystems der Elemente einordnen. Darauf aufbauend können sie Halbleiterwerkstoffe unterscheiden und besitzen Kenntnis über deren Herstellung. Sie erkennen den Einfluss von Fremdatomen auf die elektrischen Eigenschaften von Halbleitern. Sie beherrschen Methoden zur Untersuchung des Verhaltens von Dioden in Abhängigkeit von der äußeren Spannung und können auf die Vorgänge in der Sperrschicht schließen.

Leitungsvorgänge in Metallen, Halbleitern und Nichtleitern

Polykristalline und einkristalline Halbleiter

Leitungsvorgänge in gestörten Halbleitern

PN-Übergang

3 Einhaltung von Reinraumbedingungen Zeitrichtwert: 15 Ustd.

Die Schülerinnen und Schüler erkennen den Zusammenhang zwischen Luftreinhaltung und Produktionsausbeute. Sie sind in der Lage, die geforderten Reinraumbedingungen einzuhalten und zu überwachen.

Reinraumklassifizierung

Ursachen, Arten und Auswirkungen von Verunreinigungen

Partikelmessung

Reinraumgerechtes Verhalten

Physikalische Anforderungen an die Belüftung

Technische Maßnahmen zur Luftreinhaltung

Überwachungssysteme und Kontrollmessungen

Durchsatz, Strömung, Druck, Temperatur, Feuchtigkeit

Klassenstufe 2**4 Anwendung fototechnischer Verfahren in der Mikrotechnologie****Zeitrictwert: 50 Ustd.**

Die Schülerinnen und Schüler besitzen Kenntnis über das fototechnische Verfahren als wesentliche Voraussetzung zur Strukturierung von Masken und Scheiben. Sie können das Justieren der Masken, Belichten, Entwickeln und Entfernen von Fotolacken beschreiben. Sie sind in der Lage, den fototechnischen Prozess anhand von Proben zu beurteilen und das Gesamtergebnis zu bewerten. Sie können die Prinzipien foto-technischer Verfahren mit weiteren lithografischen Verfahren vergleichen. Im Umgang mit Gefahrstoffen und der Entsorgung der Arbeitsstoffe halten sie die Bestimmungen des Gesundheits- und Umweltschutzes ein. Sie beherrschen die Informationsentnahme aus Beschreibungen in englischer Sprache.

Physikalische und chemische Eigenschaften von Fotolacken	
Belackungstechnik	
Belichtungsverfahren	
Entwicklungsverfahren	
Reinigungsverfahren Prüfverfahren	
Beschreibungen in englischer Sprache	

5 Erstellung von Schichten und deren Strukturierung**Zeitrictwert: 70 Ustd.**

Die Schülerinnen und Schüler besitzen Kenntnis über die Verfahren zur Herstellung verschiedener Schichten sowie zu deren Strukturierung. Sie können dazu die chemischen Reaktionsgleichungen formulieren. Zur Herstellung und Strukturierung von Schichten wählen sie sicher die Medien aus und wenden diese praxisgerecht an. Sie sind in der Lage, das Ergebnis der Schichtherstellung und Strukturierung anhand von Mess- oder Prüfergebnissen zu beurteilen und daraus Schlüsse für die weitere Bearbeitung zu ziehen. Sie verfügen aus den Unfallverhütungsvorschriften über die erforderlichen Kenntnisse im Umgang mit den Maschinen und Geräten. Beim Einsatz von Gefahrstoffen setzen sie die Vorschriften für den Umgang und die Entsorgung dieser konsequent um. Die Schülerinnen und Schüler beherrschen die Informationsentnahme aus englischsprachigen technischen Anleitungen.

Erstellung von Schichten und deren Strukturierung

Verfahren zur Erzeugung von Oxyd-, Nitrid-, Polysilicium-, Metall- und Epitaxie-schichten

Strukturierung durch Nassätzen und Trockenätzen

Einfluss des Vakuums auf die Prozess-schritte

Mess- und Prüfverfahren zur Schicht-kontrolle

Bedienungsanleitung in Deutsch und Englisch

Klassenstufe 3
6 Veränderung der Leitfähigkeit durch Dotieren
Zeitrictwert: 35 Ustd.

Die Schülerinnen und die Schüler erkennen die Wirkung des Dotierstoffes auf die elektrische Leitfähigkeit. Sie sind in der Lage, die Auswahl dieser Dotierstoffe zu begründen und die unterschiedlichen Verfahren des Dotierens erläutern. Sie können die Prozessparameter beurteilen und deren Einfluss auf den Dotiervorgang beschreiben.

Eigenschaften und Auswahl der Dotierstoffe

Diffusionsverfahren, Diffusionsanlagen

Ionenimplantationsverfahren, Implantationsanlagen

Wertigkeit, Diffusionskonstante, Löslichkeit

7 Fertigstellung der mikrotechnischen Produkte
Zeitrictwert: 65 Ustd.

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kenntnisse für die notwendigen Verfahren und deren physikalischen und chemischen Prinzipien zur abschließenden Bearbeitung der Scheiben bis zum funktionsfähigen Endprodukt. Sie können Werkstoffe, Werkzeuge und Anlagen dazu auswählen. Sie sind in der Lage, die elektrischen und mechanischen Eigenschaften zu kontrollieren und zu dokumentieren. Sie beherrschen Methoden zur Fehleranalyse und zu deren Beseitigung.

Rückseitenprozesse

Trennen der Scheibe

Chipmontage, Bestücken

Kontaktieren

Häusen

Funktionsprüfung

8 Einstellung, Prüfung und Optimierung verfahrenstechnischer Anlagen**Zeitrichtwert: 50 Ustd.**

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, die Wirkungsweise von Steuerungen und Regelungen an Beispielen verfahrenstechnischer Anlagen aus dem Fertigungsprozess zu untersuchen. Sie beherrschen die Programme zur Simulation und Darstellung von Steuer- und Regelprozessen. Sie können das Zeitverhalten von Reglern und Regelstrecken sowie deren Zusammenwirken im Regelkreis analysieren. Sie setzen Sensoren gezielt zur Messung prozessrelevanter Daten ein. Sie beherrschen verschiedene Methoden zur Datenübertragung, der Messwerterfassung, Darstellung und Auswertung mit Hilfe der Computertechnik. Sie sind in der Lage, den Einfluss von Störgrößen auf den Fertigungsprozess zu erfassen, Fehler zu erkennen und ihr eigenes Handeln darauf einzurichten.

Steuerungen	Ablaufsteuerung
Regelstrecken mit und ohne Ausgleich	
Stetige Regler, unstetige Regler	
Analoge und digitale Übertragung von Messdaten	
Zusammenwirken von Regelstrecke und Regler	Temperaturregelung im Oxidationsofen, Durchflussmengenregelung von Gasen, Regelung des pH-Wertes
PC-gestützte Steuer- und Regelungstechnik	
Fließbilder	
Messprotokolle	
Fehlerdiagnose	

Hinweise zur Veränderung des Lehrplanes richten Sie bitte an das

Sächsische Staatsinstitut für Bildung und Schulentwicklung
Comenius-Institut
Dresdner Straße 78 c
01445 Radebeul

Notizen: