



Lehrplan für die Berufsschule

Mikrotechnologe Mikrotechnologin

1998/2011/2020

Der Lehrplan ist ab 1. August 2020 freigegeben.

I m p r e s s u m

Der Lehrplan basiert auf dem Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mikrotechnologe/Mikrotechnologin (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 30. Januar 1998) und der Verordnung zur Berufsausbildung zum Mikrotechnologen/zur Mikrotechnologin vom 6. März 1998 (BGBl I Nr. 15).

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

1998 erarbeitet und durch das Sächsische Bildungsinstitut 2011 redaktionell überarbeitet.

Eine teilweise Überarbeitung des Lehrplans erfolgte 2020 durch das

Landesamt für Schule und Bildung
Standort Radebeul
Dresdner Straße 78 c
01445 Radebeul

<https://www.lasub.smk.sachsen.de/>

HERAUSGEBER

Sächsisches Staatsministerium für Kultus
Carolaplatz 1
01097 Dresden

<https://www.smk.sachsen.de/>

Download:

<https://www.schulportal.sachsen.de/lplandb/>

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Vorbemerkungen	4
2 Kurzcharakteristik des Bildungsganges	5
3 Stundentafel	7
4 Hinweise zur Umsetzung	8
5 Aufbau und Verbindlichkeit der Einzellehrpläne	9
6 Einzellehrpläne	10
Fertigungsbegleitende Prozesse	10
Kurzcharakteristik	10
Übersicht über die Lehrplaneinheiten und Zeitrichtwerte	10
Fertigungsprozesse	15
Kurzcharakteristik	15
Übersicht über die Lehrplaneinheiten und Zeitrichtwerte	15

1 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 Sächsische Schulgesetz legt in § 1 fest:

„(2) 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.

(3) Die schulische Bildung soll zur Entfaltung der Persönlichkeit der Schüler in der Gemeinschaft beitragen. ...

Für die Berufsschule gilt gemäß § 8 Abs. 1 des Sächsischen Schulgesetzes:

„Die Berufsschule hat die Aufgabe, im Rahmen der Berufsvorbereitung, der Berufsausbildung oder Berufsausübung vor allem berufsbezogene Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten zu vermitteln und die allgemeine Bildung zu vertiefen und zu erweitern. Sie führt als gleichberechtigter Partner gemeinsam mit den Ausbildungsbetrieben und anderen an der Berufsausbildung Beteiligten zu berufsqualifizierenden Abschlüssen.“

Neben diesen landesspezifischen gesetzlichen Grundlagen sind die in der „Rahmenvereinbarung über die Berufsschule“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12. März 2015 in der jeweils geltenden Fassung) festgeschriebenen Ziele umzusetzen.

2 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 Prozessen.

Im Bildungsgang Mikrotechnologe/Mikrotechnologin werden folgende berufliche Qualifikationen erworben:

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

Die berufsspezifischen Qualifikations- und Bildungsziele sind in den Handlungsbereichen „Fertigungs begleitende 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.

Der berufsbezogene Unterricht knüpft an das Alltagswissen und an die Erfahrungen des Lebensumfeldes an und bezieht die Aspekte der Medienbildung, der Bildung für nachhaltige Entwicklung sowie der politischen Bildung ein. Die Lernfelder bieten umfassende Möglichkeiten, den sicheren, sachgerechten, kritischen und verantwortungsvollen Umgang mit traditionellen und digitalen Medien zu thematisieren. Sie beinhalten vielfältige, unmittelbare Möglichkeiten zur Auseinandersetzung mit globalen, gesellschaftlichen und politischen Themen, deren sozialen, ökonomischen und ökologischen Aspekten sowie Bezüge zur eigenen Lebens- und Arbeitswelt. Die Umsetzung der Lernsituationen unter Einbeziehung dieser Perspektiven trägt aktiv zur weiteren Lebensorientierung, zur Entwicklung der Mündigkeit der Schülerinnen und Schüler, zum selbstbestimmten Handeln und damit zur Stärkung der Zivilgesellschaft bei.

Bei Inhalten mit politischem Gehalt werden auch die damit in Verbindung stehenden fachspezifischen Arbeitsmethoden der politischen Bildung eingesetzt. Dafür eignen sich u. a. Rollen- und Planspiele, Streitgespräche, Pro- und Kontradebatten, Podiumsdiskussionen oder kriterienorientierte Fall-, Konflikt- und Problemanalysen.

Bei Inhalten mit Anknüpfungspunkten zur Bildung für nachhaltige Entwicklung eignen sich insbesondere die didaktischen Prinzipien der Visionsorientierung, des Vernetzens des Lernens sowie der Partizipation. Vernetztes Denken bedeutet hier die Verbindung von Gegenwart und Zukunft einerseits und ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimensionen des eigenen Handelns andererseits.

Die Digitalisierung und der mit ihr verbundene gesellschaftliche Wandel erfordern eine Vertiefung der informatischen Bildung. Ausgehend von den spezifischen Erfordernissen des Bildungsganges und unter Beachtung digitaler Arbeits- und Geschäftsprozesse ergibt sich die Notwendigkeit einer angemessenen Hard- und Softwareausstattung und entsprechender schulorganisatorischer Regelungen.

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

Bei den handlungsbereichsübergreifenden 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, gerätegestützten Theorieunterricht kann eine Gruppenteilung im Umfang von bis zu 25 % der Unterrichtsstunden des berufsbezogenen Unterrichts in jedem Ausbildungsjahr erfolgen.

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

3 Stundentafel

Unterrichtsfächer und Handlungsbereiche	Wochenstunden in den Klassenstufen		
	1	2	3
Pflichtbereich	12	12	12
Berufsübergreifender Bereich	4 ¹	5	5
Deutsch/Kommunikation	1	1	1
Englisch	1	-	-
Gemeinschaftskunde	1	1	1
Wirtschaftskunde	1	1	1
Evangelische Religion, Katholische Religion oder Ethik	1	1	1
Sport	-	1	1
Berufsbezogener Bereich	8	7	7
Fertigungsbegleitende Prozesse	4	3,5	3
Fertigungsprozesse	4	3,5	4
Wahlbereich²	2	2	2

¹ Es obliegt den Schulen im Rahmen ihrer Eigenverantwortung, in welchem Fach des berufsübergreifenden Bereiches in der Klassenstufe 1 unter Beachtung der personellen und sächlichen Ressourcen Unterricht um eine Wochenstunde gekürzt wird. In Abhängigkeit von der vorgenommenen Kürzung verringert sich die Anzahl der Gesamtausbildungsstunden nach Dauer der Ausbildung in dem jeweiligen Fach. In der Summe der Ausbildungsstunden aller Fächer im berufsübergreifenden Bereich ist dies bereits berücksichtigt. Eine Reduzierung in den Fächern Englisch und Gemeinschaftskunde soll nicht erfolgen. Des Weiteren ist sicherzustellen, dass die zum Bestehen der Abschlussprüfung Wirtschafts- und Sozialkunde notwendigen Inhalte im Unterricht vermittelt werden.

² Der Wahlbereich steht den Schulen im Rahmen ihrer Eigenverantwortung zur Vertiefung der berufsbezogenen Inhalte sowie zur weiteren Spezialisierung und Förderung zur Verfügung. Die Möglichkeit, das Fach Sport im Wahlbereich der Klassenstufe 1 anzubieten, ist ebenso gegeben.

4 Hinweise zur Umsetzung

In diesem Kontext wird auf die Handreichung „Umsetzung lernfeldstrukturierter Lehrpläne“ (vgl. LaSuB 2022) verwiesen.

Diese Handreichung bezieht sich auf die Umsetzung des Lernfeldkonzeptes in den Schularten Berufsschule, Berufsfachschule und Fachschule und enthält u. a. Ausführungen

1. zum Lernfeldkonzept,
2. zu Aufgaben der Schulleitung bei der Umsetzung des Lernfeldkonzeptes, wie
 - Information der Lehrkräfte über das Lernfeldkonzept und über die Ausbildungsdokumente,
 - Bildung von Lehrerteams,
 - Gestaltung der schulorganisatorischen Rahmenbedingungen,
3. zu Anforderungen an die Gestaltung des Unterrichts, insbesondere zur
 - kompetenzorientierten Planung des Unterrichts,
 - Auswahl der Unterrichtsmethoden und Sozialformen

sowie das Glossar.

5 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	

6 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 handlungsbereichsübergreifenden 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 Zeitrictwerte

1. Ausbildungsjahr Zeitrictwert: 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. |

2. Ausbildungsjahr Zeitrictwert: 140 Ustd.

- | | |
|---|-----------|
| 3 Vergleich von Funktionseinheiten diskreter und integrierter Schaltungen | 110 Ustd. |
| Zeit für Vertiefungen, Wiederholungen und Leistungsnachweise | 30 Ustd. |

3. Ausbildungsjahr**Zeitrichtwert: 120 Ustd.**

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

1. Ausbildungsjahr**1 Erfassen und Darstellen von Signalverarbeitungsvorgängen und elektrischen Grundgrößen****Zeitrictwert: 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**Zeitrictwert: 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 grafischen 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	
--	--

2. Ausbildungsjahr

3 Vergleich von Funktionseinheiten diskreter und integrierter Schaltungen

Zeitrichtwert: 110 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 Wafern 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	
---	--

3. Ausbildungsjahr**4 Einhaltung von Qualitätsstandards****Zeitrichtwert: 38 Ustd.**

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, die Bedeutung des Qualitätsmanagements 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	Normalverteilung, Mittelwert, Standardabweichung
Statistische Prozessregelung	

5 Beschreibung von Mikrosystemen**Zeitrichtwert: 52 Ustd.**

Die Schülerinnen und Schüler beherrschen das Erfassen und Beschreiben grundlegender 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	Airbag
Sensoren zur Erfassung von Temperatur, Durchflussmenge, Druck und Beschleunigung	
Sensoren mit magnetempfindlichen und optoelektronischen Schaltelementen	für Drehzahl- und Füllstandsmessungen
Aktoren	Mikromotoren
Schnittstellen zum makroskopischen Umfeld	

Fertigungsprozesse

Kurzcharakteristik

Im Handlungsbereich „Fertigungsprozesse“ werden die theoretischen Kenntnisse für die Produktion von elektrischen Systemen der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik vermittelt.

In praxiskontextueller 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 einerseits die Fertigung der elektrischen Systeme der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik als einen ganzheitlichen Prozess mit seinen Prozessschritten und erkennen andererseits deren gegenseitige Beeinflussung.

Sie setzen sich mit den physikalisch/chemischen Prinzipien der zur Anwendung kommenden Verfahren, mit den Anlagen sowie den 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

1. Ausbildungsjahr

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.

2. Ausbildungsjahr**Zeitrichtwerte: 140 Ustd.**

4 Anwendung fototechnischer Verfahren in der Mikrotechnologie	44 Ustd.
5 Erstellung von Schichten und deren Strukturierung	63 Ustd.
Zeit für Vertiefungen, Wiederholungen und Leistungsnachweise	33 Ustd.

3. Ausbildungsjahr**Zeitrichtwerte: 160 Ustd.**

6 Veränderung der Leitfähigkeit durch Dotieren	35 Ustd.
7 Fertigstellung der mikrotechnischen Produkte	50 Ustd.
8 Einstellung, Prüfung und Optimierung verfahrenstechnischer Anlagen	40 Ustd.
Zeit für Vertiefungen, Wiederholungen und Leistungsnachweise	35 Ustd.

1. Ausbildungsjahr**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 Löse- mittel 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 Luft- reinhaltung Überwachungssysteme und Kontroll- messungen	Durchsatz, Strömung, Druck, Temperatur, Feuchtigkeit
---	---

2. Ausbildungsjahr**4 Anwendung fototechnischer Verfahren in der Mikrotechnologie****Zeitrictwert: 44 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 fototechnischer 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: 63 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.

Verfahren zur Erzeugung von Oxyd-, Nitrid-, Polysilicium-, Metall- und Epitaxieschichten	
Strukturierung durch Nassätzen und Trockenätzen	
Einfluss des Vakuums auf die Prozessschritte	

Mess- und Prüfverfahren zur Schicht- kontrolle Bedienungsanleitung in Deutsch und Englisch	
---	--

3. Ausbildungsjahr**6 Veränderung der Leitfähigkeit durch Dotieren****Zeitrichtwert: 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 zu 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**Zeitrichtwert: 50 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: 40 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

Regelstrecken mit und ohne Ausgleich

Stetige Regler, unstetige Regler

Analoge und digitale Übertragung von
MessdatenZusammenwirken von Regelstrecke und
Regler

PC-gestützte Steuer- und Reglungstechnik

Fließbilder

Messprotokolle

Fehlerdiagnose

Ablaufsteuerung

Temperaturregelung im Oxidationsofen,
Durchflussmengenregelung von Gasen,
Regelung des pH-Wertes

Hinweise zur Veränderung des Lehrplanes richten Sie bitte an das

Landesamt für Schule und Bildung
Standort Radebeul
Dresdner Straße 78 c
01445 Radebeul

Notizen:

Die für den Unterricht an berufsbildenden Schulen zugelassenen Lehrpläne und Arbeitsmaterialien sind in der Landesliste der Lehrpläne für die berufsbildenden Schulen im Freistaat Sachsen in ihrer jeweils geltenden Fassung enthalten.

Die freigegebenen Lehrpläne und Arbeitsmaterialien finden Sie als Download unter <https://www.schulportal.sachsen.de/lplandb/>.

Das Angebot wird durch das Landesamt für Schule und Bildung, Standort Radebeul, ständig erweitert und aktualisiert.