
Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mikrotechnologe/Mikrotechnologin (Beschluß der Kultusministerkonferenz vom 30. Januar 1998)

Teil I: Vorbemerkungen

Dieser Rahmenlehrplan für den berufsbezogenen Unterricht der Berufsschule ist durch die Ständige Konferenz der Kultusminister und -senatoren der Länder (KMK) beschlossen worden.

Der Rahmenlehrplan ist mit der entsprechenden Ausbildungsordnung des Bundes (erlassen vom Bundesministerium für Wirtschaft oder dem sonst zuständigen Fachministerium im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) abgestimmt. Das Abstimmungsverfahren ist durch das „Gemeinsame Ergebnisprotokoll vom 30. Mai 1972“ geregelt. Der Rahmenlehrplan baut grundsätzlich auf dem Hauptschulabschluß auf und beschreibt Mindestanforderungen.

Der Rahmenlehrplan ist bei zugeordneten Berufen in eine berufsfeldbreite Grundbildung und eine darauf aufbauende Fachbildung gegliedert. Auf der Grundlage der Ausbildungsordnung und des Rahmenlehrplans, die Ziele und Inhalte der Berufsausbildung regeln, werden die Abschlußqualifikation in einem anerkannten Ausbildungsberuf sowie – in Verbindung mit Unterricht in weiteren Fächern – der Abschluß der Berufsschule vermittelt. Damit werden wesentliche Voraussetzungen für eine qualifizierte Beschäftigung sowie für den Eintritt in schulische und berufliche Fort- und Weiterbildungsgänge geschaffen.

Der Rahmenlehrplan enthält keine methodischen Festlegungen für den Unterricht. Selbständiges und verantwortungsbewußtes Denken und Handeln als übergreifendes Ziel der Ausbildung wird vorzugsweise in solchen Unterrichtsformen vermittelt, in denen es Teil des methodischen Gesamtkonzeptes ist. Dabei kann grundsätzlich jedes methodische Vorgehen zur Erreichung dieses Zieles beitragen; Methoden, welche die Handlungskompetenz unmittelbar fördern, sind besonders geeignet und sollten deshalb in der Unterrichtsgestaltung angemessen berücksichtigt werden.

Die Länder übernehmen den Rahmenlehrplan unmittelbar oder setzen ihn in eigene Lehrpläne um. Im zweiten Fall achten sie darauf, daß das im Rahmenlehrplan berücksichtigte Ergebnis der fachlichen und zeitlichen Abstimmung mit der jeweiligen Ausbildungsordnung erhalten bleibt.

Teil II: Bildungsauftrag der Berufsschule

Die Berufsschule und die Ausbildungsbetriebe erfüllen in der dualen Berufsausbildung einen gemeinsamen Bildungsauftrag.

Die Berufsschule ist dabei ein eigenständiger Lernort. Sie arbeitet als gleichberechtigter Partner mit den anderen an der Berufsausbildung Beteiligten zusammen. Sie hat die Aufgabe, den Schülerinnen und Schülern berufliche und allgemeine Lerninhalte unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen der Berufsausbildung zu vermitteln.

Die Berufsschule hat eine berufliche Grund- und Fachbildung zum Ziel und erweitert die vorher erworbene allgemeine Bildung. Damit will sie zur Erfüllung der Aufgaben im Beruf sowie zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer und ökologischer Verantwortung befähigen. Sie richtet sich dabei nach den für diese Schularart geltenden Regelungen der Schulgesetze der Länder. Insbesondere der berufsbezogene Unterricht orientiert sich außerdem an den für jeden einzelnen staatlich anerkannten Ausbildungsberuf bundeseinheitlich erlassenen Berufsordnungsmitteln:

- Rahmenlehrplan der Ständigen Konferenz der Kultusminister und -senatoren der Länder (KMK)
- Ausbildungsordnungen des Bundes für die betriebliche Ausbildung.

Nach der Rahmenvereinbarung über die Berufsschule (Beschluß der KMK vom 15. März 1991) hat die Berufsschule zum Ziel,

- „- eine Berufsfähigkeit zu vermitteln, die Fachkompetenz mit allgemeinen Fähigkeiten humaner und sozialer Art verbindet;
- berufliche Flexibilität zur Bewältigung der sich wandelnden Anforderungen in Arbeitswelt und Gesellschaft auch im Hinblick auf das Zusammenwachsen Europas zu entwickeln;
- die Bereitschaft zur beruflichen Fort- und Weiterbildung zu wecken;
- die Fähigkeit und Bereitschaft zu fördern, bei der individuellen Lebensgestaltung und im öffentlichen Leben verantwortungsbewußt zu handeln.“

Zur Erreichung dieser Ziele muß die Berufsschule

- den Unterricht an einer für ihre Aufgabe spezifischen Pädagogik ausrichten, die Handlungsorientierung betont;
- unter Berücksichtigung notwendiger beruflicher Spezialisierung berufs- und berufsfeldübergreifende Qualifikationen vermitteln;
- ein differenziertes und flexibles Bildungsangebot gewährleisten, um unterschiedlichen Fähigkeiten und Begabungen sowie den jeweiligen Erfordernissen der Arbeitswelt und Gesellschaft gerecht zu werden;
- im Rahmen ihrer Möglichkeiten Behinderte und Benachteiligte umfassend zu stützen und fördern;
- auf die mit Berufsausübung und privater Lebensführung verbundenen Umweltbedrohungen und Unfallgefahren hinweisen und Möglichkeiten zu ihrer Vermeidung bzw. Verminderung aufzeigen.

Die Berufsschule soll darüber hinaus im allgemeinen Unterricht und soweit es im Rahmen berufsbezogenen Unterrichts möglich ist, auf Kernprobleme unserer Zeit wie z. B.

- Arbeit und Arbeitslosigkeit,



- friedliches Zusammenleben von Menschen, Völkern und Kulturen in einer Welt unter Wahrung kultureller Identität,
 - Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlage sowie
 - Gewährleistung der Menschenrechte
- eingehen.

Die aufgeführten Ziele sind auf die Entwicklung von Handlungskompetenz gerichtet. Diese wird hier verstanden als die Bereitschaft und Fähigkeit des einzelnen, sich in gesellschaftlichen, beruflichen und privaten Situationen sachgerecht, durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten.

Handlungskompetenz entfaltet sich in den Dimensionen von Fachkompetenz, Humankompetenz (Personalkompetenz) und Sozialkompetenz.

Fachkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen.

Humankompetenz (Personalkompetenz) bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, als individuelle Persönlichkeit die Entwicklungschancen, Anforderungen und Einschränkungen in Familie, Beruf und öffentlichem Leben zu klären, zu durchdenken und zu beurteilen, eigene Begabungen zu entfalten sowie Lebenspläne zu fassen und fortzuentwickeln. Sie umfaßt personale Eigenschaften wie Selbständigkeit, Kritikfähigkeit, Selbstvertrauen, Zuverlässigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewußtsein. Zu ihr gehören insbesondere auch die Entwicklung durchdachter Wertvorstellungen und die selbstbestimmte Bindung an Werte.

Sozialkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, soziale Beziehungen zu leben und zu gestalten, Zuwendungen und Spannungen zu erfassen, zu verstehen sowie sich mit anderen rational und verantwortungsbewußt auseinanderzusetzen und zu verständigen. Hierzu gehört insbesondere auch die Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität.

Methoden- und Lernkompetenz erwachsen aus einer ausgewogenen Entwicklung dieser drei Dimensionen.

Kompetenz bezeichnet den Lernerfolg in bezug auf den einzelnen Lernenden und seine Befähigung zu eigenverantwortlichem Handeln in privaten, beruflichen und gesellschaftlichen Situationen. Demgegenüber wird unter Qualifikation der Lernerfolg in bezug auf die Verwertbarkeit, d. h. aus der Sicht der Nachfrage in privaten, beruflichen und gesellschaftlichen Situationen, verstanden (vgl. Deutscher Bildungsrat, Empfehlungen der Bildungskommission zur Neuordnung der Sekundarstufe II).

Teil III: Didaktische Grundsätze

Die Zielsetzung der Berufsausbildung erfordert es, den Unterricht an einer auf die Aufgaben der Berufsschule zugeschnittenen Pädagogik auszurichten, die Handlungsorientierung betont und junge Menschen zu selbständigem Planen, Durchführen und Beurteilen von Arbeitsaufgaben im Rahmen ihrer Berufstätigkeit befähigt.

Lernen in der Berufsschule vollzieht sich grundsätzlich in Beziehung auf konkretes, berufliches Handeln sowie in vielfältigen gedanklichen Operationen, auch gedanklichem Nachvollziehen von Handlungen anderer. Dieses Lernen ist vor allem an die Reflexion der Vollzüge des Handelns (des Handlungsplans, des Ablaufs, der Ergebnisse) gebunden. Mit dieser gedanklichen Durchdringung beruflicher Arbeit werden die Voraussetzungen geschaffen für das Lernen in und aus der Arbeit. Dies bedeutet für den Rahmenlehrplan, daß die Beschreibung der Ziele und die Auswahl der Inhalte berufsbezogen erfolgt.

Auf der Grundlage lerntheoretischer und didaktischer Erkenntnisse werden in einem pragmatischen Ansatz für die Gestaltung handlungsorientierten Unterrichts folgende Orientierungspunkte genannt:

- Didaktische Bezugspunkte sind Situationen, die für die Berufsausübung bedeutsam sind (Lernen für Handeln).
- Den Ausgangspunkt der Lernens bilden Handlungen, möglichst selbst ausgeführt oder aber gedanklich nachvollzogen (Lernen durch Handeln).
- Handlungen müssen von den Lernenden möglichst selbständig geplant, durchgeführt, überprüft, ggf. korrigiert und schließlich bewertet werden.
- Handlungen sollten ein ganzheitliches Erfassen der beruflichen Wirklichkeit fördern, z. B. technische, sicherheitstechnische, ökonomische, rechtliche, ökologische, soziale Aspekte einbeziehen.
- Handlungen müssen in die Erfahrungen der Lernenden integriert und in bezug auf ihre gesellschaftlichen Auswirkungen reflektiert werden.
- Handlungen sollen auch soziale Prozesse, z. B. der Interessenerklärung oder der Konfliktbewältigung, einbeziehen.

Handlungsorientierter Unterricht ist ein didaktisches Konzept, das fach- und handlungssystematische Strukturen miteinander verschränkt. Es läßt sich durch unterschiedliche Unterrichtsmethoden verwirklichen.

Das Unterrichtsangebot der Berufsschule richtet sich an Jugendliche und Erwachsene, die sich nach Vorbildung, kulturellem Hintergrund und Erfahrungen aus den Ausbildungsbetrieben unterscheiden. Die Berufsschule kann ihren Bildungsauftrag nur erfüllen, wenn sie diese Unterschiede beachtet und Schülerinnen und Schüler – auch benachteiligte oder besonders begabte – ihren individuellen Möglichkeiten entsprechend fördert.

Teil IV: Berufsbezogene Vorbemerkungen

Der vorliegende Rahmenlehrplan für die Berufsausbildung zum Mikrotechnologen/zur Mikrotechnologin ist mit der Verordnung über die Berufsausbildung zum Mikrotechnologen/zur Mikrotechnologin vom 6. März 1998 (BGBl. I S. 477) abgestimmt.

Für den Prüfungsbereich Wirtschafts- und Sozialkunde wesentlicher Lehrstoff der Berufsschule wird auf der Grundlage der „Elemente für den Unterricht der Berufsschule im Bereich Wirtschafts- und Sozialkunde gewerblich/technischer Ausbildungsberufe“ (Beschluss der KMK vom 18. Mai 1984) vermittelt.

Der vorliegende Rahmenlehrplan geht von folgenden schulischen Zielen aus:

Die Schülerinnen und Schüler

- sind in der Lage, grundlegende Berechnungen durchzuführen und die Bedeutung der Ergebnisse für den Produktionsprozeß zu werten.
- beachten einschlägige Normungen, Bestimmungen und Vorschriften beim Umgang mit Chemikalien und wenden diese bei Arbeiten an Geräten und Anlagen an.
- setzen für die Fehlersuche und Behebung von Störungen begründete Methoden ein und leiten aus Fehlerdiagnosen Folgerungen für die Fehlerbehebung ab.
- entwickeln ein Qualitätsbewußtsein, das sie befähigt, Reinraumbedingungen einzuhalten, kostengünstige Lösungen aufzuzeigen und die Qualität sicherzustellen.
- sind in der Lage, die Auswirkungen auf die Umwelt bei der Entsorgung von Chemikalien und Werkstoffen einzuschätzen und die Umweltvorschriften zu beachten.
- kooperieren und kommunizieren im Rahmen beruflicher Handlungen mit den Mitarbeitern des Betriebs.
- verstehen englischsprachige Beschreibungen, Anleitungen und Datenblätter und setzen diese zur Ausführung berufsbezogener Arbeiten ein.

Teil V: Lernfelder

Übersicht über die Lernfelder für den Ausbildungsberuf Mikrotechnologe/Mikrotechnologin

Nr.	Lernfelder	Zeitrichtwerte in Stunden		
		1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr
1	Erfassung und Darstellung von Signalverarbeitungsvorgängen und elektrischen Grundgrößen	80		
2	Beurteilung von chemischen Zusammenhängen für die Halbleiterherstellung	80		
3	Funktionsanalyse ausgewählter Halbleiterwerkstoffe	40		
4	Einhaltung von Reinraumbedingungen	20		
5	Anwendung von Standardsoftware	60		
6	Vergleich von Funktionseinheiten diskreter und integrierter Schaltungen		140	
7	Anwendung fototechnischer Verfahren in der Mikrotechnologie		60	
8	Erstellung von Schichten und deren Strukturierung		80	
9	Veränderung der Leitfähigkeit durch Dotierungsverfahren			40
10	Fertigstellung mikrotechnischer Produkte			80
11	Einhaltung von Qualitätsstandards			40
12	Beschreibung von Mikrosystemen			60
13	Einstellung, Prüfung und Optimierung verfahrenstechnischer Anlagen			60
	Summe	280	280	280

Lernfeld 1: Erfassung und Darstellung von Signalverarbeitungsvorgängen und elektrischen Grundgrößen	1. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 80 Stunden
Zielformulierung Die Schülerinnen und Schüler untersuchen und bestimmen die Zusammenhänge zwischen den Grundgrößen der Elektrotechnik und wenden diese auf elektrische Grundschaltungen an. Sie unterscheiden zwischen analogen und digitalen Signalen und ordnen diese den unterschiedlichen Einsatzgebieten zu. Sie beherrschen die einschlägigen Verfahren zur Messung von elektrischen Größen und werten die gewonnenen Ergebnisse. Sie untersuchen das Verhalten von passiven Bauelementen im Gleich- und im Wechselstromkreis. Sie halten die einschlägigen Vorschriften ein.	
Inhalte elektrische Größen, deren Zusammenhänge und Darstellungsmöglichkeiten analoge und digitale Signale Meßmethoden zur Erfassung elektrischer Größen Funktion und Aufbau passiver Bauelemente Schutzbestimmungen, Schutzmaßnahmen, Sicherheitsregeln	
Lernfeld 2: Beurteilung von chemischen Zusammenhängen für die Halbleiterherstellung	1. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 80 Stunden
Zielformulierung Die Schülerinnen und Schüler erklären die Handhabung, Reaktionsweise und das Gefahrenpotential von chemischen Stoffen. Sie beachten Sicherheitsvorschriften und entsorgen chemische Abfallstoffe umweltgerecht. Sie stellen einfache Reaktionsgleichungen auf. Sie führen Konzentrationsberechnungen durch und bestimmen den pH-Wert. Sie untersuchen die Wirkung ausgewählter Chemikalien und die daraus resultierenden Anforderungen an die in der Halbleitertechnik verwendeten Materialien. Sie erklären wichtige Verbindungen der organischen Chemie.	
Inhalte Vorschriften der Gefahrstoffverordnung hinsichtlich Kennzeichnung und Handhabung von Chemikalien Periodensystem Säuren, Laugen, pH-Wert Kohlenstoffverbindungen, Alkohole Lösemittel reaktive Gase und deren Spaltprodukte Gewinnung von Reinstwasser und Wiederaufbereitung von Abwasser Anforderungen an Rohre und Armaturen	
Lernfeld 3: Funktionsanalyse ausgewählter Halbleiterwerkstoffe	1. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 40 Stunden
Zielformulierung Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden zwischen den verschiedenen Leitungsmechanismen ausgewählter Werkstoffe. Sie können die grundlegenden Merkmale elementarer Halbleiter anhand des Periodensystems der Elemente einordnen. Sie unterscheiden Halbleiterwerkstoffe und beschreiben deren Herstellung. Sie erklären den Einfluß von Fremdatomen auf die elektrischen Eigenschaften von Halbleitern. Sie untersuchen das Verhalten von Dioden in Abhängigkeit von der äußeren Spannung und schließen daraus auf die Vorgänge in der Sperrschicht.	
Inhalte Leitungsvorgänge in Metallen, Halbleitern und Nichtleitern polykristalline und einkristalline Halbleiter Leitungsvorgänge in gestörten Halbleitern PN-Übergang	

Lernfeld 4: Einhaltung von Reinraumbedingungen	1. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 20 Stunden
Zielformulierung Die Schülerinnen und Schüler erklären den Zusammenhang zwischen Luftreinhaltung und Produktionsausbeute. Sie sind in der Lage, die Reinraumbedingungen zu überwachen.	
Inhalte Reinraumklassifizierung Ursachen, Arten und Auswirkungen von Verunreinigungen Partikelmessung physikalische Anforderungen an die Belüftung (Durchsatz, Strömung, Druck, Temperatur, Feuchtigkeit) technische Maßnahmen zur Luftreinhaltung Kontrollmessungen	
Lernfeld 5: Anwendung von Standardsoftware	1. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 60 Stunden
Zielformulierung Die Schülerinnen und Schüler beschreiben ausgewählte Systemvoraussetzungen für den Einsatz von Standardsoftware und Peripheriegeräten. Sie wenden grundlegende Funktionen des installierten Betriebssystems an. Sie gestalten mit Hilfe von Standardsoftware Texte, Tabellen und graphische Darstellungen und verwenden diverse Softwarefunktionen zur Verwaltung von Dokumenten. Die Schüler beschreiben und handhaben zeitgemäße Datenschutz- und Datensicherungskonzepte. Sie verstehen Erläuterungen in deutscher und englischer Sprache und beherrschen ausgewählte englischsprachige Befehle in Wort und Schrift.	
Inhalte Aufgaben eines Betriebssystems Einsatz kommerzieller Software Verwaltung von Daten Backup-Methoden Handreichungen, englischsprachige Anleitungen	
Lernfeld 6: Vergleich von Funktionseinheiten diskreter und integrierter Schaltungen	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 140 Stunden
Zielformulierung Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die elektrische Wirkung von Schaltelementen diskreter und integrierter Schaltungen. Sie verwenden dazu Datenblätter in deutscher und englischer Sprache. Sie bauen einfache Schaltungen der Analog- und Digitaltechnik auf und erklären deren Funktion. Sie messen und dokumentieren die elektrischen Kenngrößen von Schaltelementen und Schaltungen, wie sie zur Prüfung von Wafern verwendet werden (Teststrukturen). Sie erklären den geometrischen und physikalischen Aufbau sowie dessen Einfluß auf die Eigenschaften der Schaltelemente. Sie bewerten die Stabilität der Schaltelemente. Sie beschreiben die erforderlichen Technologien, die beim Zusammenschalten einzelner Schaltelemente zum IC angewandt werden.	
Inhalte Aufbau, Wirkungsweise und Eigenschaften passiver und aktiver Schaltelemente bipolare und unipolare Technik Grundsaltungen der Verstärkertechnik logische Grundsaltungen, Speicherzellen Bestimmung von Widerstand, Kapazität, Sperrstrom, Stromverstärkung, Steilheit, Schaltzeiten und Grenzfrequenz Empfindlichkeit gegenüber physikalischen und chemischen Einflüssen (ESD, EMV) Verfahren zum Isolieren und Verbinden der Schaltelemente des IC's Datenblätter in deutscher und englischer Sprache	

Lernfeld 7: Anwendung fototechnischer Verfahren in der Mikrotechnologie	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 60 Stunden
Zielformulierung	
<p>Die Schülerinnen und Schüler beschreiben das fototechnische Verfahren als wesentliche Voraussetzung zur Strukturierung von Masken und Scheiben.</p> <p>Sie beschreiben das Justieren der Masken, Belichten, Entwickeln und Entfernen von Fotolacken.</p> <p>Außerdem beurteilen sie den fototechnischen Prozeß anhand von Proben und bewerten das Gesamtergebnis.</p> <p>Sie vergleichen die Prinzipien fototechnischer Verfahren mit weiteren lithografischen Verfahren.</p> <p>Im Umgang mit Gefahrstoffen und der Entsorgung der Arbeitsstoffe halten sie die Bestimmungen des Gesundheits- und Umweltschutzes ein.</p> <p>Sie entnehmen Informationen aus Beschreibungen in englischer Sprache.</p>	
Inhalte	
<p>Physikalische und chemische Eigenschaften von Fotolacken</p> <p>Belackungstechnik</p> <p>Belichtungsverfahren</p> <p>Entwicklungsverfahren</p> <p>Reinigungsverfahren</p> <p>Prüfverfahren</p> <p>Beschreibungen in englischer Sprache</p>	

Lernfeld 8: Erstellung von Schichten und deren Strukturierung	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 80 Stunden
Zielformulierung	
<p>Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die Verfahren zur Herstellung verschiedener Schichten sowie zu deren Strukturierung. Sie formulieren dazu die chemischen Reaktionsgleichungen.</p> <p>Zur Herstellung und Strukturierung von Schichten wählen sie die erforderlichen Medien aus.</p> <p>Sie beurteilen das Ergebnis der Schichtherstellung und Strukturierung anhand von Meß- oder Prüfergebnissen und ziehen daraus Schlüsse für die weitere Bearbeitung.</p> <p>Sie erklären die Herstellung und Prüfung des Vakuums.</p> <p>Im Umgang mit den Maschinen und Geräten beachten sie die Unfallverhütungsvorschriften.</p> <p>Beim Einsatz von Gefahrstoffen beachten sie die Vorschriften für den Umgang und die Entsorgung.</p> <p>Die Schüler entnehmen Informationen aus englischsprachigen technischen Anleitungen.</p>	
Inhalte	
<p>Verfahren zur Erzeugung von Oxidschichten, Nitridschichten, Polysiliciumschichten, Metallschichten, Epitaxieschichten und Widerstandsschichten</p> <p>Strukturierung durch Naßätzen und Trockenätzen</p> <p>Einfluß des Vakuums auf den Prozeß</p> <p>Meß- und Prüfverfahren zur Schichtkontrolle</p> <p>Bedienungsanleitungen in Deutsch und Englisch</p>	

Lernfeld 9: Veränderung der Leitfähigkeit durch Dotierungsverfahren	3. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 40 Stunden
Zielformulierung	
<p>Die Schülerinnen und Schüler erklären die Wirkung des Dotierens auf die elektrische Leitfähigkeit.</p> <p>Sie begründen die Auswahl der Dotierstoffe.</p> <p>Sie erläutern die unterschiedlichen Verfahren des Dotierens.</p> <p>Sie beurteilen Prozeßparameter und beschreiben deren Einfluß auf den Dotiervorgang.</p>	
Inhalte	
<p>Eigenschaften und Auswahl der Dotierstoffe (Wertigkeit, Diffusionskonstante, Löslichkeit)</p> <p>Diffusionsverfahren, Diffusionsanlagen</p> <p>Ionenimplantationsverfahren, Implantationsanlagen</p> <p>Reaktionsgleichungen</p> <p>Einfluß des Vakuums</p>	

Lernfeld 10: Fertigstellung mikrotechnischer Produkte	3. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 80 Stunden
Zielformulierung	
Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die notwendigen Verfahren und erklären deren physikalische und chemische Prinzipien zur abschließenden Bearbeitung der Scheiben bis zum funktionsfähigen Endprodukt. Sie wählen Werkstoffen, Werkzeuge und Anlagen dazu aus. Sie kontrollieren und dokumentieren elektrische und mechanische Eigenschaften. Sie analysieren Fehler und beschreiben die Möglichkeiten zu deren Beseitigung.	
Inhalte	
Rückseitenprozesse Trennen der Scheibe Chipmontage, Bestückung Kontaktierung Häusen Funktionsprüfung	

Lernfeld 11: Einhaltung von Qualitätsstandards	3. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 40 Stunden
Zielformulierung	
Die Schülerinnen und Schüler begründen die Bedeutung des Qualitätsmanagements. Sie stellen das Qualitätsmanagement eines (ihres) Betriebes dar. Sie berechnen und erläutern wichtige Kennwerte und Parameter der statistischen Prozeßregelung. Sie leiten aus den Ergebnissen der statistischen Prozeßregelung notwendige Änderungsmaßnahmen für den Fertigungsprozeß ab.	
Inhalte	
Kriterien zur Festlegung von Qualitätsstandards Kundenorientierung Maßnahmen des Qualitätsmanagements Anforderungen an Mitarbeiter statistische Kenngrößen (Normalverteilung, Mittelwert, Standardabweichung) statistische Prozeßregelung	

Lernfeld 12: Beschreibung von Mikrosystemen	3. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 60 Stunden
Zielformulierung	
Die Schülerinnen und Schüler beschreiben grundlegende Funktionen von Mikrosystemen und erkennen Sensoren, Aktoren, Signalaufbereitung und Schnittstellen als deren wesentliche Bestandteile. Sie beschreiben den Aufbau, die verschiedenen Funktionsprinzipien, Eigenschaften und Anwendungsbereiche ausgewählter Sensoren und Aktoren.	
Inhalte	
Einsatz von Mikrosystemen (z. B. Airbag) Sensoren zur Erfassung von Temperatur, Durchflußmenge, Druck, Beschleunigung Sensoren mit magnetempfindlichen und optoelektronischen Schaltelementen (z. B. für Drehzahl- und Füllstandsmessungen) Aktoren (z. B. Mikromotor) Schnittstellen zum makroskopischen Umfeld	

**Lernfeld 13: Einstellung, Prüfung und Optimierung
verfahrenstechnischer Anlagen**

**3. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 60 Stunden**

Zielformulierung

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Wirkungsweise von Steuerungen und Regelungen an Beispielen verfahrenstechnischer Anlagen aus dem Fertigungsprozeß.

Sie nutzen Programme zur Simulation und Darstellung von Steuer- und Regelprozessen.

Sie analysieren das Zeitverhalten von Reglern und Regelstrecken sowie deren Zusammenwirken im Regelkreis.

Sie setzen Sensoren gezielt zur Messung prozeßrelevanter Daten ein.

Sie wenden verschiedene Methoden zur Datenübertragung an.

Die erfaßten Meßwerte werden von ihnen mit Hilfe der Computertechnik dargestellt und ausgewertet.

Sie sind in der Lage, den Einfluß von Störgrößen auf den Fertigungsprozeß zu erfassen, Fehler zu erkennen und ihr eigenes Handeln darauf einzurichten.

Inhalte

Steuerungen (z. B. Ablaufsteuerung)

Regelstrecken mit und ohne Ausgleich

stetige Regler, unetetige Regler

analoge und digitale Übertragung von Meßdaten

Zusammenwirken von Regelstrecke und Regler (z. B. Temperaturregelung im Oxidationsofen, Durchflußmengenregelung von Gasen, Regelung des pH-Wertes)

PC-gestützte Steuer- und Regelungstechnik

Fließbilder

Meßprotokoll

Fehlerdiagnose