

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS MÜNCHEN

Vorläufige Lehrplanrichtlinien für die Berufsschule

Fachklassen Mikrotechnologie/Mikrotechnologin

Unterrichtsfächer: Englisch

Halbleiter- und Mikrosystemtechnik

Fertigungstechnologie

Chemische Prozesse

Jahrgangsstufen 10 bis 12

Entwurf



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINFÜHRUNG	
1 Bildungs- und Erziehungsauftrag der Berufsschule	1
2 Ordnungsmittel und Stundentafel	2
3 Leitgedanken für den Unterricht an Berufsschulen	5
4 Aufbau der vorläufigen Lehrplanrichtlinien, Verbindlichkeit	6
5 Übersicht über die Fächer und Lerngebiete	6
6 Berufsbezogene Vorbemerkungen	8
7 Hinweise zum Lehrplan	
LEHRPLÄNE	
Englisch	9
Halbleiter- und Mikrosystemtechnik	11
Fertigungstechnologie	22
Chemische Prozesse	32
Anlagen:	
Mitglieder der Lehrplankommission	35
Verordnung zur Berufsausbildung	37

EINFÜHRUNG

1 Bildungs- und Erziehungsauftrag der Berufsschule

Die Berufsschule hat gemäß Art. 11 BayEUG die Aufgabe, den Schülerinnen und Schülern berufliche und allgemeine Lerninhalte unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen der Berufsausbildung zu vermitteln. Die Berufsschule und die Ausbildungsbetriebe erfüllen dabei in der dualen Berufsausbildung einen gemeinsamen Bildungsauftrag.

Die Aufgabe der Berufsschule konkretisiert sich in den Zielen,

- 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 der Gesellschaft gerecht zu werden;
- 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 die Kernprobleme unserer Zeit eingehen, wie z. B.

- Arbeit und Arbeitslosigkeit,
- friedliches Zusammenleben von Menschen, Völkern und Kulturen in einer Welt unter Wahrung ihrer jeweiligen kulturellen Identität,
- Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen sowie
- Gewährleistung der Menschenrechte.

2 **Ordnungsmittel und Stundentafel**

Den vorläufigen Lehrplanrichtlinien¹ liegen der Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mikrotechnologe/Mikrotechnologin - Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 30.1.98 - und die Verordnung über die Berufsausbildung für den Ausbildungsberuf Mikrotechnologe/Mikrotechnologin vom 6.3.98 (BGBl I, S. 477) zugrunde.

Der Ausbildungsberuf Mikrotechnologe/Mikrotechnologin ist ein Monoberuf. Die Ausbildungszeit beträgt drei Jahre.

¹Vorläufige Lehrplanrichtlinien unterscheiden sich von herkömmlichen Lehrplänen darin, dass die Formulierungen der Lernziele und Lerninhalte aus den KMK-Rahmenlehrplänen im Wesentlichen unverändert übernommen werden.

Stundentafel

Den vorläufigen Lehrplanrichtlinien liegt die folgende Stundentafel zugrunde:

Pflichtunterricht:¹

Blockunterricht

	Jgst. 10	Jgst. 11	Jgst. 12
Blockwochen	12	12	9

Allgemein bildender Unterricht:

Religionslehre	3	3	3
Deutsch	4	3	3
Sozialkunde	4	3	3
Sport	2	2	2

Fachlicher Unterricht:

Englisch	3	3	3
Halbleiter- und Mikrosystemtechnik	7	9	9
Fertigungstechnologie	10	10	10
Chemische Prozesse	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>6</u>
Zusammen	39	39	39

Wahlunterricht (bis zu 2 Stunden je Fach)²

¹ Welche Lehrpläne für den weiteren Pflichtunterricht und für den Wahlunterricht gelten, geht aus dem Lehrplanverzeichnis des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus in seiner jeweils gültigen Fassung hervor.

² gemäß BSO in der jeweils gültigen Fassung

Pflichtunterricht:¹

Einzeltagunterricht

	Jgst. 10	Jgst. 11	Jgst. 12
Unterrichtswochen	38	38	38

Allgemein bildender Unterricht:

Religionslehre	1	1	1
Deutsch	1	1	1
Sozialkunde	1	1	1
Sport	-	-	-

Fachlicher Unterricht:

Englisch	1	-	1
Halbleiter- und Mikrosystemtechnik	3	2	2
Fertigungstechnologie	4	2	2
Chemische Prozesse	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>1</u>
Zusammen	13	9	9

Wahlunterricht (bis zu 2 Stunden je Fach)²

¹ Welche Lehrpläne für den weiteren Pflichtunterricht und für den Wahlunterricht gelten, geht aus dem Lehrplanverzeichnis des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus in seiner jeweils gültigen Fassung hervor.

² gemäß BSO in der jeweils gültigen Fassung

3 Leitgedanken für den Unterricht an Berufsschulen

Lernen hat die Entwicklung der individuellen Persönlichkeit zum Inhalt und zum Ziel. Geplantes schulisches Lernen erstreckt sich dabei auf vier Bereiche:

- Aneignung von Wissen, was die Bildung eines guten und differenzierten Gedächtnisses einschließt;
- Einüben von manuellen bzw. instrumentellen Fertigkeiten und Anwenden einzelner Arbeitstechniken, aber auch gedanklicher Konzepte;
- produktives Denken und Gestalten, d. h. vor allem selbstständiges Bewältigen berufstypischer Aufgabenstellungen;
- Entwicklung einer Wertorientierung unter besonderer Berücksichtigung berufsethischer Aspekte.

Diese vier Bereiche stellen Schwerpunkte dar, die einen Rahmen für didaktische Entscheidungen, z. B. über Art und Umfang der Inhalte und der geeigneten unterrichtlichen Methoden, geben. Im konkreten Unterricht werden sie oft ineinander fließen.

Die enge Verknüpfung von Theorie und Praxis ist das grundsätzliche didaktische Anliegen der Berufsausbildung. Für die Berufsschule heißt das: Theoretische Grundlagen und Erkenntnisse müssen praxisorientiert vermittelt werden und zum beruflichen Handeln befähigen. Neben der Vermittlung von fachlichen Kenntnissen und der Einübung von Fertigkeiten sind im Unterricht überfachliche Qualifikationen anzubahnen und zu fördern.

Lernen wird erleichtert, wenn der Zusammenhang zur Berufs- und Lebenspraxis immer wieder deutlich zu erkennen ist. Dabei spielen konkrete Handlungssituationen, aber auch in der Vorstellung oder Simulation vollzogene Operationen sowie das gedankliche Nachvollziehen und Bewerten von Handlungen anderer eine wichtige Rolle. Methoden, die Handlungskompetenz unmittelbar fördern, sind besonders geeignet und sollten deshalb in der Unterrichtsplanung angemessen berücksichtigt werden. Handlungskompetenz wird verstanden als die Bereitschaft und Fähigkeit des Einzelnen, sich in gesellschaftlichen, beruflichen und privaten Situationen sachgerecht, durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten.

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

Im Unterricht ist zu achten auf

- eine sorgfältige und rationelle Arbeitsweise,
- Sparsamkeit beim Ressourceneinsatz,
- die gewissenhafte Beachtung aller Maßnahmen, die der Unfallverhütung und dem Umweltschutz dienen,
- sorgfältigen Umgang mit der deutschen Sprache in Wort und Schrift.

Im Hinblick auf die Fähigkeit, Arbeit selbstständig zu planen, durchzuführen und zu kontrollieren, sind vor allem die bewusste didaktische und methodische Planung des Unterrichts, die fortlaufende Absprache der Lehrer für die einzelnen Fächer bis hin zur gemeinsamen Planung fächerübergreifender Unterrichtseinheiten erforderlich. Darüber hinaus ist im Sinne einer bedarfsgerechten Berufsausbildung eine kontinuierliche personelle, organisatorische und didaktisch-methodische Zusammenarbeit mit den anderen Lernorten des dualen Systems sicherzustellen.

4 Aufbau der vorläufigen Lehrplanrichtlinien, Verbindlichkeit

Die Ziele und Inhalte der vorläufigen Lehrplanrichtlinien bilden zusammen mit den Prinzipien des Grundgesetzes für die Bundesrepublik Deutschland, der Verfassung des Freistaates Bayern und des Bayerischen Gesetzes über das Erziehungs- und Unterrichtswesen die verbindliche Grundlage für den Unterricht und die Erziehungsarbeit. Im Rahmen dieser Bindung trifft der Lehrer seine Entscheidungen in pädagogischer Verantwortung.

Die Ziele und Inhalte der vorläufigen Lehrplanrichtlinien werden in der Reihenfolge behandelt, die sich aus der gegenseitigen Absprache der Lehrkräfte zur Abstimmung des Unterrichts ergibt; die in den vorläufigen Lehrplanrichtlinien gegebene Reihenfolge innerhalb einer Jahrgangsstufe ist nicht verbindlich. Die Zeitrichtwerte sind als Anregungen gedacht.

5 Übersicht über die Fächer und Lerngebiete

Die Zahlen in Klammern geben Zeitrichtwerte an, d. h. die für das betreffende Lerngebiet empfohlene Zahl von Unterrichtsstunden.

Jahrgangsstufe 10

Englisch

(36)
36

Halbleiter- und Mikrosystemtechnik

10.1 Erfassung und Darstellung
von Signalverarbeitungsvorgängen und elektrischen Grundgrößen

(84)
84

Fertigungstechnologie

10.1 Funktionsanalyse ausgewählter Halbleiterwerkstoffe
10.2 Einhaltung von Reinraumbedingungen
10.3 Anwendung von Standardsoftware
10.4 Fertigstellung mikrotechnischer Produkte I

(24)
(12)
(48)
(36)
120

Chemische Prozesse

10.1 Beurteilung von chemischen Zusammenhängen für die Halbleiterherstellung

(72)
72

Jahrgangsstufe 11

Englisch

	<u>Halbleiter- und Mikrosystemtechnik</u>	<u>Fertigungstechnologie</u>	<u>Chemische Prozesse</u>
(36) 36	11.1 Vergleich von Funktionseinheiten diskreter und integrierter Schaltungen I	11.1 Anwendung fototechnischer Verfahren in der Mikrotechnologie	11.1 Anwendung fototechnischer Verfahren in der Mikrotechnologie
	(108) 108	(24)	(36)
		11.2 Erstellen von Schichten und deren Strukturierung	11.2 Erstellen von Schichten und deren Strukturierung
		(36)	(36)
		11.3 Einhaltung von Qualitätskontrollen	
		(36)	72
		11.4 Einstellung, Prüfung und Optimierung verfahrenstechnischer Anlagen I	
		(24)	
		120	

Jahrgangsstufe 12

Englisch

	<u>Halbleiter- und Mikrosystemtechnik</u>	<u>Fertigungstechnologie</u>	<u>Chemische Prozesse</u>
(27) 27	12.1 Vergleich von Funktionseinheiten diskreter und integrierter Schaltungen II	12.1 Veränderung der Leitfähigkeit durch Dotierungsverfahren	12.1 Veränderung der Leitfähigkeit durch Dotierungsverfahren
	(27)	(18)	(36)
	12.2 Beschreibung von Mikrosystemen	12.2 Fertigstellung mikrotechnischer Produkte II	12.2 Fertigstellen mikrotechnischer Produkte III
	(54) 81	(27)	(18)
		12.3 Einstellung, Prüfung und Optimierung verfahrenstechnischer Anlagen II	54
		(45)	
		90	

6 Berufsbezogene Vorbemerkungen

"Der Beruf "Mikrotechnologe/Mikrotechnologin" ist der erste duale Ausbildungsberuf für die Chip-Industrie. Die dreijährige Ausbildung erfolgt in den *Schwerpunkten "Halbleitertechnik" und "Mikrosystemtechnik"*. Mikrotechnologen haben ihren Arbeitsplatz in der Produktion und in deren Infrastrukturbereichen sowie in den Forschungs- und Entwicklungslabors von Betrieben, Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Unter Beachtung von logistischen, verfahrenstechnischen und qualitätssichernden Aspekten stellen sie dort Halbleiter und Mikrosysteme nach Fertigungsvorschriften als Prototyp, in Kleinserie oder in Großserien her. Sie planen und organisieren Versuchsreihen, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse. Außerdem installieren sie Anlagen, Geräte und Apparaturen, stellen die Prozessparameter ein und überwachen die Prozesse. Zur Tätigkeit gehören darüber hinaus die Überprüfung der Funktionsfähigkeit von Fertigungsanlagen einschließlich der Mess-, Steuer- und Regelungseinrichtungen sowie die Durchführung von vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen und die Fehlersuche."

Zitat BIB-Berlin, Ausbildungsberufe

Berufsschule

Fachklassen Mikrotechnologe/Mikrotechnologin

ENGLISCH, Jahrgangsstufen 10 - 12

Für das Fach Englisch gilt der Lehrplan für die Berufsschule: Englisch für gewerblich-technische Berufe, Juni 1997.

Dieser Lehrplan enthält neben berufsübergreifenden Lerninhalten (im Teil A des Lehrplans) auch berufsspezifische Lerninhalte, die im Lehrplanteil B ("Berufsspezifische Lerninhalte: Übersichten über Themen, Texte und Schriftstücke") gesondert aufgelistet sind. Diese Lerninhalte sollten - in Absprache mit den Fachlehrkräften - stets in zeitlicher Abstimmung mit entsprechenden Lerninhalten des fachlichen Unterrichts, zusätzlich auch integrativ in den Fächern Halbleiter und Mikrosystem-technik, Fertigungstechnologie und Chemische Prozesse vermittelt werden.

Die folgende Seite stellt die Ergänzungsseite für die Mikrotechnologen/Mikrotechnologinnen zum o. g. Lehrplan dar. Sie sollte herausgetrennt und dem Englischlehrplan angeheftet werden.

Mikrotechnologie/Mikrotechnologin

LG 1: Themen wie	Gestaltung von Texten, Tabellen und Grafiken Datenverwaltung und -sicherung (z. B. Backup-Methoden) Datenschutz Elemente und Funktionen eines Mikrosystems Kenngrößen von Schaltungen und Schaltelementen Isolieren und Verbinden der Schaltelemente eines IC elektrische Prüfverfahren Elemente, Vor- und Nachteile fototechnischer Verfahren Gesundheits- und Umweltschutz, Entsorgung von Gefahrenstoffen Herstellung und Strukturierung von Schichten Planung von Versuchsreihen
LG 2: Texte wie	Datenblätter Beschriftungen auf Chemikalien und technische Anleitungen Bedienungsanleitungen für Maschinen und Geräte Handbücher/"Manuale" ¹ Schaltpläne Ablaufpläne
LG 3: Schriftstücke/ Schreibenanlässe wie	Wartungs- und Fehlerprotokolle Arbeitspläne Tätigkeitsnachweise

In jedem Lernjahr sollten ca. 60 % der Unterrichtszeit auf das LG 1, ca. 30 % auf das LG 2 und ca. 10 % auf das LG 3 verwendet werden.

¹ besonders zu empfehlen: Peter von Zant, *Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing*. Semiconductor Services San Jose, CA, USA, 1984 ISBN 0-9613880-1-3

Berufsschule

Fachklassen Mikrotechnologe/Mikrotechnologin

HALBLEITER- UND MIKROSYSTEMTECHNIK, Jahrgangsstufe 10

Lerngebiet: 10.1 Erfassung und Darstellung von Signalverarbeitungsvorgängen und elektrischen Grundgrößen

84 Std.

84 Std.

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

10.1 Erfassung und Darstellung von Signalverarbeitungsvorgängen und elektrischen Grundgrößen

In diesem Lerngebiet soll die Technische Mathematik besonders berücksichtigt werden.

84 Std.

Die Schüler und Schülerinnen 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

Elektrische Größen, deren Zusammenhänge und Darstellungsmöglichkeiten

Analoge und digitale Signale

Messmethoden zur Erfassung elektrischer Größen

Funktion und Aufbau passiver Bauelemente

beherrschen die einschlägigen
Verfahren zur Messung von
elektrischen Größen und werten
die gewonnenen Ergebnisse. Sie
untersuchen das Verhalten von
passiven Bauelementen im
Gleich- und Wechselstromkreis.
Sie halten die einschlägigen
Vorschriften ein.

Schutzbestimmungen, Schutzmaßnahmen,
Sicherheitsregeln

Berufsschule

Fachklassen Mikrotechnologie/Mikrotechnologin

HALBLEITER- UND MIKROSYSTEMTECHNIK, Jahrgangsstufe 11

Lerngebiet: 11.1 Vergleich von Funktionseinheiten diskreter und integrierter Schaltungen I

108 Std.

108 Std.

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

11.1 Vergleich von Funktionseinheiten diskreter und integrierter Schaltungen I

In Verbindung mit dem LG 12.1
In diesem Lerngebiet soll die Technische Mathematik besonders berücksichtigt werden.

108 Std.

Die Schüler und Schülerinnen 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.

Aufbau, Wirkungsweise und Eigenschaften passiver und aktiver Schaltelemente

Bipolare und unipolare Technik

Grundsaltungen der Verstärkertechnik

Logische Grundsaltungen, Speicherzellen

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.

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

Berufsschule

Fachklassen Mikrotechnologie/Mikrotechnologin

HALBLEITER- UND MIKROSYSTEMTECHNIK, Jahrgangsstufe 12

Lerngebiete:	12.1 Vergleich von Funktionseinheiten diskreter und integrierter Schaltungen II	27 Std.
	12.2 Beschreibung von Mikrosystemen	<u>54 Std.</u>
		81 Std.

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

12.1 Vergleich von Funktionseinheiten diskreter und integrierter Schaltungen II

In Verbindung mit dem LG 11.1
In diesem Lerngebiet soll die Technische Mathematik besonders berücksichtigt werden.

27 Std.

Die Schüler und Schülerinnen untersuchen die elektrische Wirkung von Schaltelementen diskreter und integrierter Schaltungen. Sie verwenden dazu Datenblätter in deutscher und englischer Sprache. Sie bauen einfache Schaltungen der

Aufbau, Wirkungsweise und Eigenschaften passiver und aktiver Schaltelemente

Bipolare und unipolare Technik

Grundsaltungen der Verstärkertechnik

Logische Grundsaltungen, Speicher-

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.

zellen

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

12.2 Beschreibung von Mikrosystemen

Die Schüler und Schülerinnen beschreiben grundlegende Funktionen von Mikrosystemen und erkennen Sensoren, Aktoren, Signalaufbereitung und Schnittstellen als deren wesentliche Bestandteile. Sie beschrei-

Einsatz von Mikrosystemen (z. B. Airbag)

Sensoren zur Erfassung von Temperatur, Durchflussmenge, Druck, Beschleunigung

Sensoren mit magnetempfindlichen und optoelektronischen Schaltelementen (z. B.

54 Std.

ben den Aufbau, die
verschiede-nen
Funktionsprinzipien, Eigen-
schaften und
Anwendungsbereiche
ausgewählter Sensoren und
Aktoren.

für Drehzahl- und Füllstandsmessungen)

Aktoren (z. B. Mikromotor)

Schnittstellen zum makroskopischen Um-
feld

Berufsschule

Fachklassen Mikrotechnologie/Mikrotechnologin

FERTIGUNGSTECHNOLOGIE, Jahrgangsstufe 10

Lerngebiete:	10.1 Funktionsanalyse ausgewählter Halbleiterwerkstoffe	24 Std.
	10.2 Einhaltung von Reinraumbedingungen	12 Std.
	10.3 Anwendung von Standardsoftware	48 Std.
	10.4 Fertigstellung mikrotechnischer Produkte I	<u>36 Std.</u>
		120 Std.

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

10.1 Funktionsanalyse ausgewählter Halbleiterwerkstoffe

24 Std.

Die Schüler und Schülerinnen unterscheiden zwischen den verschiedenen Leitungsmechanismen ausgewählter Werkstoffe. Sie können die grundlegenden Merkmale elementarer

Leitungsvorgänge in Metallen, Halbleitern und Nichtleitern

Polykristalline und einkristalline Halbleiter

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.

Leitungsvorgänge in gestörten Halbleitern

PN-Übergang

10.2 Einhaltung von Reinraumbedingungen

12 Std.

Die Schüler und Schülerinnen erklären den Zusammenhang zwischen Luftreinhalte- und Produktionsausbeute. Sie sind in der Lage, die geforderten Reinraumbedingungen zu überwachen.

Reinraumklassifizierung

Ursachen, Arten und Auswirkungen von Verunreinigungen

Partikelmessung

Physikalische Anforderungen an die Belüftung (Durchsatz, Strömung, Druck, Temperatur, Feuchtigkeit)
Technische Maßnahmen zur Luftreinhaltung
Kontrollmessungen

10.3 Anwendung von Standardsoftware

48 Std.

Die Schüler und Schülerinnen 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 grafische Darstellungen und verwenden diverse Softwarefunktionen zur Verwaltung von Dokumenten. Sie beschreiben und handhaben zeitgemäße Datenschutz- und Datensicherungskonzepte. Sie verstehen Erläuterungen in deutscher und englischer Sprache und beherrschen ausgewählte englischsprachige Befehle in Wort und Schrift.

Aufgaben eines Betriebssystems

Einsatz kommerzieller Software

Verwaltung von Daten

Backup-Methoden

Handreichungen, englischsprachige Anleitungen

10.4 Fertigstellung mikrotechnischer Produkte I

Die Schüler und Schülerinnen beschreiben die notwendigen Verfahren und erklären deren physikalische und chemische Prinzipien zur abschließenden Bearbeitung der Scheiben bis zum funktionsfähigen Endprodukt. Sie wählen Werkstoffe, Werkzeuge und Anlagen dazu aus. Sie kontrollieren und dokumentieren elektrische und mechanische Eigenschaften. Sie analysieren Fehler und beschreiben die Möglichkeiten zu deren Beseitigung.

Rückseitenprozesse

Trennen der Scheibe

Chipmontage, Bestückung

Kontaktierung

Häusen

Funktionsprüfung

In Verbindung mit dem LG 12.2

36 Std.

In dieser Jahrgangsstufe werden im wesentlichen Grundlagen der Metalltechnik behandelt.

Berufsschule

Fachklassen Mikrotechnologe/Mikrotechnologin

FERTIGUNGSTECHNOLOGIE, Jahrgangsstufe 11

Lerngebiete:	11.1 Anwendung fototechnischer Verfahren in der Mikrotechnologie	24 Std.	
	11.2 Erstellen von Schichten und deren Strukturierung		36 Std.
	11.3 Einhaltung von Qualitätsstandards		36 Std.
	11.4 Einstellung, Prüfung und Optimierung verfahrenstechnischer Anlagen I		<u>24 Std.</u>
			120 Std.

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

11.1 Anwendung fototechnischer Verfahren in der Mikrotechnologie

In Verbindung mit dem Unterrichtsfach Chemische Prozesse
24 Std.

Die Schüler und Schülerinnen beschreiben das fototechnische Verfahren als wesentliche Voraussetzung zur Strukturierung von Masken und Scheiben. Sie beschreiben das Justieren der

Physikalische und chemische Eigenschaften von Fotolacken

Belackungstechnik

Belichtungsverfahren

Masken, Belichten, Entwickeln und Entfernen von Fotolacken. Außerdem beurteilen sie den fototechnischen Prozess anhand von Proben und bewerten das Gesamtergebnis. Sie vergleichen die Prinzipien fototechnischer Verfahren mit weiteren lithografischen Verfahren. Im Umgang mit Gefahrstoffen und der Entsorgung der Arbeitsstoffe halten sie die Bestimmungen des Gesundheits- und Umweltschutzes ein. Sie entnehmen Informationen aus Beschreibungen in englischer Sprache.

11.2 Erstellung von Schichten und deren Strukturierung

Die Schüler und Schülerinnen beschreiben die Verfahren zur Herstellung verschiedener Schichten sowie zu deren Strukturierung. Sie formulieren dazu die chemischen Reaktionsgleichungen. Zur Herstellung und Strukturierung von Schichten wählen sie die erforderlichen Medien aus. Sie beurteilen das Ergebnis der

Entwicklungsverfahren

Reinigungsverfahren

Prüfverfahren

Beschreibungen in englischer Sprache

Verfahren zur Erzeugung von Oxydschichten, Nitridschichten, Polysiliziumschichten, Metallschichten, Epitaxialschichten und Widerstandsschichten

Strukturierung durch Nassätzen und Trockenätzen

Einfluss des Vakuums auf den Prozess

Mess- und Prüfverfahren zur Schichtkon

In Verbindung mit dem Unterrichtsfach Chemische Prozesse
36 Std.

Schichtherstellung und Strukturierung anhand von Mess- oder Prüfergebnissen und ziehen daraus Schlüsse für die weitere Bearbeitung. Sie erklären die Herstellung und Prüfung des Vakuums. Im Umgang mit den Maschinen und Geräten beachten sie die Unfallverhütungsvorschriften. Beim Einsatz von Gefahrstoffen beachten sie die Vorschriften für den Umgang und die Entsorgung. Sie entnehmen Informationen aus englischsprachigen technischen Anleitungen.

trolle

Bedienungsanleitungen in Deutsch und Englisch

11.3 Einhaltung von Qualitätsstandards

36 Std.

Die Schüler und Schülerinnen begründen die Bedeutung des Qualitätsmanagements. Sie stellen das Qualitätsmanagement eines (ihres) Betriebs 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.

Kriterien zur Festlegung von Qualitätsstandards

Kundenorientierung

Maßnahmen des Qualitätsmanagements

Anforderungen an Mitarbeiter

Statistische Kenngrößen (Normalverteilung, Mittelwert, Standardabweichung)

Statistische Prozessregelung

In diesem Lerngebiet soll die Technische Mathematik besonders berücksichtigt werden.

11.4 Einstellung, Prüfung und Optimierung verfahrenstechnischer Anlagen I

Die Schüler und Schülerinnen 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

In Verbindung mit dem LG 12.3

24 Std.

Steuerungen (z. B. Ablaufsteuerung)

Regelstrecken mit und ohne Ausgleich

Stetige Regler, unstetige Regler

Analoge und digitale Übertragung von Messdaten

Zusammenwirken von Regelstrecke und Regler (z. B. Temperaturregelung im Oxydationsofen, Durchflussmengenregelung von Gasen, Regelung des pH-Werts)

PC-gestützte Steuer- und Regelungstechnik

Fließbilder

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.

Messprotokoll

Fehlerdiagnose

Berufsschule

Fachklassen Mikrotechnologe/Mikrotechnologin

FERTIGUNGSTECHNOLOGIE, Jahrgangsstufe 12

Lerngebiete:	12.1	Veränderung der Leitfähigkeit durch Dotierungsverfahren	18 Std.
	12.2	Fertigstellung mikrotechnischer Produkte II	27 Std.
	12.3	Einstellung, Prüfung und Optimierung verfahrenstechnischer Anlagen II	<u>45 Std.</u>
			90 Std.

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

12.1 Veränderung der Leitfähigkeit durch Dotierungsverfahren

In Verbindung mit dem Unterrichtsfach Chemische Prozesse

18 Std.

Die Schüler und Schülerinnen erklären die Wirkung des Dotierens auf die elektrische Leitfähigkeit. Sie begründen die Auswahl der Dotierstoffe. Sie erläutern die unterschiedlichen Verfahren des Dotierens. Sie

Eigenschaften und Auswahl der Dotierstoffe (Wertigkeit, Diffusionskonstante, Löslichkeit)

Diffusionsverfahren, Diffusionsanlagen

Ionenimplantationsverfahren, Implanta-

beurteilen Prozessparameter und beschreiben deren Einfluss auf den Dotiervorgang.

tionsanlagen

Reaktionsgleichungen

Einfluss des Vakuums

12.2 Fertigstellung mikrotechnischer Produkte II

In Verbindung mit dem LG 10.4 und dem Unterrichtsfach Chemische Prozesse

27 Std.

Die Schüler und Schülerinnen beschreiben die notwendigen Verfahren und erklären deren physikalische und chemische Prinzipien zur abschließenden Bearbeitung der Scheiben bis zum funktionsfähigen Endprodukt. Sie wählen Werkstoffe, Werkzeuge und Anlagen dazu aus. Sie kontrollieren und dokumentieren elektrische und mechanische Eigenschaften. Sie analysieren Fehler und beschreiben die Möglichkeiten zu deren Beseitigung.

Rückseitenprozesse

Trennen der Scheibe

Chipmontage, Bestückung

Kontaktierung

Häusen

Funktionsprüfung

12.3 Einstellung, Prüfung und Optimierung verfahrenstechnischer Anlagen II

Die Schüler und Schülerinnen 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.

Steuerungen (z. B. Ablaufsteuerung)

Regelstrecken mit und ohne Ausgleich

Stetige Regler, unstetige Regler

Analoge und digitale Übertragung von Messdaten

Zusammenwirken von Regelstrecke und Regler (z. B. Temperaturregelung im Oxydationsofen, Durchflussmengenregelung von Gasen, Regelung des pH-Werts)

PC-gestützte Steuer- und Regelungstechnik

Fließbilder

Messprotokoll

Fehlerdiagnose

In Verbindung mit LG 11.4

45 Std.

In diesem Lerngebiet soll die Technische Mathematik besonders berücksichtigt werden.

Berufsschule

Fachklassen Mikrotechnologe/Mikrotechnologin

CHEMISCHE PROZESSE, Jahrgangsstufe 10

Lerngebiet: 10.1 Beurteilung von chemischen Zusammenhängen für die Halbleiterherstellung

72 Std.

72 Std.

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

10.1 Beurteilung von chemischen Zusammenhängen für die Halbleiterherstellung

72 Std.

Die Schüler und Schülerinnen erklären die Handhabung, Reaktionsweise und das Gefahrenpotential von chemischen Stoffen. Sie beachten Sicherheitsvorschriften und entsorgen chemische Abfallstoffe umweltgerecht. Sie stellen einfache Re-

Vorschriften der Gefahrstoffverordnung hinsichtlich Kennzeichnung und Handhabung von Chemikalien

Periodensystem

Säuren, Laugen, pH-Wert

aktionsgleichungen 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.

Kohlenstoffverbindungen, Alkohole

Lösemittel

Reaktive Gase und deren Spaltprodukte

Gewinnung von Reinstwasser und Wiederaufbereitung von Abwasser

Anforderungen an Rohre und Armaturen

Berufsschule

Fachklassen Mikrotechnologe/Mikrotechnologin

CHEMISCHE PROZESSE, Jahrgangsstufe 11

Lerngebiete:	11.1 Anwendung fototechnischer Verfahren in der Mikrotechnologie	36 Std.
	11.2 Erstellen von Schichten und deren Strukturierung	<u>36 Std.</u>
		72 Std.

LERNZIELE

LERNINHALTE

HINWEISE ZUM UNTERRICHT

11.1 Anwendung fototechnischer Verfahren in der Mikrotechnologie

In Verbindung mit dem Unterrichtsfach Fertigungstechnologie

36 Std

Die Schüler und Schülerinnen beschreiben das fototechnische Verfahren als wesentliche Voraussetzung zur Strukturierung von Masken und Scheiben. Sie beschreiben das Justieren der Masken, Belichten, Entwickeln und Entfernen von Fotolacken. Außerdem

Physikalische und chemische Eigenschaften von Fotolacken

Belackungstechnik

Belichtungsverfahren

Entwicklungsverfahren

beurteilen sie den foto-technischen Prozess anhand von Proben und bewerten das Gesamtergebnis. Sie vergleichen die Prinzipien fototechnischer Verfahren mit weiteren lithografischen Verfahren. Im Umgang mit Gefahrstoffen und der Entsorgung der Arbeitsstoffe halten sie die Bestimmungen des Gesundheits- und Umweltschutzes ein. Sie entnehmen Informationen aus Beschreibungen in englischer Sprache.

Reinigungsverfahren

Prüfverfahren

Beschreibungen in englischer Sprache

11.2 Erstellung von Schichten und deren Strukturierung

Die Schüler und Schülerinnen beschreiben die Verfahren zur Herstellung verschiedener Schichten sowie zu deren Strukturierung. Sie formulieren dazu die chemischen Reaktionsgleichungen. Zur Herstellung und Strukturierung von Schich-

Verfahren zur Erzeugung von Oxydschichten, Nitridschichten, Polysiliziumschichten, Metallschichten, Epitaxieschichten und Widerstandsschichten

Strukturierung durch Nassätzen und Trockenätzen

In Verbindung mit dem Unterrichtsfach Fertigungstechnologie

36 Std.

ten wählen sie die erforderlichen Medien aus. Sie beurteilen das Ergebnis der Schichtherstellung und Strukturierung anhand von Mess- oder Prüfergebnissen und ziehen daraus Schlüsse für die weitere Bearbeitung. Sie erklären die Herstellung und Prüfung des Vakuums. Im Umgang mit den Maschinen und Geräten beachten sie die Unfallverhütungsvorschriften. Beim Einsatz von Gefahrstoffen beachten sie die Vorschriften für den Umgang und die Entsorgung. Sie entnehmen Informationen aus englischsprachigen technischen Anleitungen.

Einfluss des Vakuums auf den Prozess

Mess- und Prüfverfahren zur Schichtkontrolle

Bedienungsanleitungen in Deutsch und Englisch

Berufsschule

Fachklassen Mikrotechnologie/Mikrotechnologin

CHEMISCHE PROZESSE, Jahrgangsstufe 12

Lerngebiete:	12.1 Veränderung der Leitfähigkeit durch Dotierungsverfahren	36 Std.
	12.2 Fertigstellung mikrotechnischer Produkte III	<u>18 Std.</u>
		54 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
12.1 Veränderung der Leitfähigkeit durch Dotierungsverfahren		In Verbindung mit dem Unterrichtsfach Fertigungstechnologie	36 Std.
Die Schüler und Schülerinnen erklären die Wirkung des Dotierens auf die elektrische Leitfähigkeit. Sie begründen die Auswahl der Dotierstoffe. Sie erläutern die unterschiedlichen Verfahren des Dotierens. Sie beurteilen Prozessparameter und beschreiben deren Einfluss auf	Eigenschaften und Auswahl der Dotierstoffe (Wertigkeit, Diffusionskonstante, Löslichkeit) Diffusionsverfahren, Diffusionsanlagen Ionenimplantationsverfahren, Implantationsanlagen		

den Dotiervorgang.

Reaktionsgleichungen

Einfluss des Vakuums

12.2 Fertigstellung mikrotechnischer Produkte III

In Verbindung mit dem Unterrichtsfach
Fertigungstechnologie

18 Std.

Die Schüler und Schülerinnen beschreiben die notwendigen Verfahren und erklären deren physikalische und chemische Prinzipien zur abschließenden Bearbeitung der Scheiben bis zum funktionsfähigen Endprodukt. Sie wählen Werkstoffe, Werkzeuge und Anlagen dazu aus. Sie kontrollieren und dokumentieren elektrische und mechanische Eigenschaften. Sie analysieren Fehler und beschreiben die Möglichkeiten zu deren Beseitigung.

Rückseitenprozesse

Trennen der Scheibe

Chipmontage, Bestückung

Kontaktierung

Häusen

Funktionsprüfung

Anlage

Die Mitglieder der Lehrplankommission waren:

Gerhard Bielesch
Dr. Werner Kusch
Günter Kirchberger

Regensburg
ISB München
Regensburg

Verordnung
Über die Berufsausbildung zum Mikrotechnologen/zur Mikrotechnologin
Vom 06. März 1998

**§1
Staatliche Anerkennung des
Ausbildungsberufes**

Der Ausbildungsberuf Mikrotechnologe / Mikrotechnologin wird staatlich anerkannt.

**§2
Ausbildungsdauer**

Die Ausbildung dauert drei Jahre.

**§3
Ausbildungsberufsbild**

Gegenstand der Berufsausbildung sind mindestens die folgenden Fertigkeiten und Kenntnisse:

1. Berufsbildung, Arbeits- und Tarifrecht,
2. Aufbau und Organisation des Ausbildungsbetriebes,
3. Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit,
4. Umweltschutz,
5. Anwenden technischer Unterlagen,
6. Planen und Organisieren der Arbeit,
7. Dokumentieren der Arbeiten, Bedienen von Datenverarbeitungsanlagen, Datenschutz,
8. Qualitätsmanagement,
9. Bereitstellen und Entsorgen von Arbeitsstoffen,
10. Sichern und Prüfen der Reinraumbedingungen,
11. Umrüsten, Prüfen und vorbeugendes Instandhalten von Produktionseinrichtungen,
12. Einstellen von Prozessparametern,
13. Optimieren des Produktionsprozesses,
14. Herstellungs- und Montageprozesse
15. prozessbegleitende Prüfungen,
16. Durchführen von Endtests,
17. Sichern von Prozessabläufen im Einsatzgebiet

**§ 4
Ausbildungsrahmenplan**

(1) Die Fertigkeiten und Kenntnisse nach § 3 sollen unter Berücksichtigung der Schwerpunkte „Halbleitertechnik“ sowie „Mikrosystemtechnik“ nach der in der Anlage enthaltenen Anleitung zur sachlichen und zeitlichen Gliederung der Berufsausbildung (Ausbildungsrahmenplan) vermittelt werden. Eine von dem Ausbildungsrahmenplan abweichende sachliche und zeitliche Gliederung des Ausbildungsinhaltes ist insbesondere zulässig, soweit betriebspraktische Besonderheiten die Abweichung erfordern.

(2) Die Fertigkeiten und Kenntnisse nach § 3 sind im Schwerpunkt Halbleitertechnik in einem der folgenden Einsatzgebiete anzuwenden und zu vertiefen:

1. diskrete Halbleiter,
2. Leistungshalbleiter,
3. integrierte Halbleiter,
4. kundenspezifische Schaltkreise (ASICs),
5. Opto Halbleiter,
6. optoelektronische Anzeigesysteme.

(3) Die Fertigkeiten und Kenntnisse nach § 3 sind im Schwerpunkt Mikrosystemtechnik in einem der folgenden Einsatzgebiete anzuwenden und zu vertiefen:

1. Dickschichttechnik,
2. Dünnschichttechnik,
3. Hybridtechnik,
4. Montagetechnik oberflächenmontierbarer Bauelemente (SMD),
5. lithografisches Tiefätzen,
6. Galvano- und Abformtechnik.

(4) Das Einsatzgebiet wird vom Ausbildungsbetrieb festgelegt. Es können auch andere Einsatzgebiete zugrunde gelegt werden, wenn die zu vermittelnden Fertigkeiten und Kenntnisse in Breite und Tiefe gleichwertig sind.

(5) Die in dieser Verordnung genannten Fertigkeiten und Kenntnisse sollen so vermittelt

werden, dass der Auszubildende zur Ausübung einer qualifizierten beruflichen Tätigkeit im Sinne des § 1 Abs. 2 des Berufsbildungsgesetzes befähigt wird, die insbesondere selbständiges Planen, Durchführen und Kontrollieren einschließt. Diese Befähigung ist auch in den Prüfungen nach den §§ 7 und 8 nachzuweisen.

§ 5 Ausbildungsplan

Der Auszubildende hat unter Zugrundelegung des Ausbildungsrahmenplans für den Auszubildenden einen Ausbildungsplan zu erstellen.

§ 6 Berichtsheft

Der Auszubildende hat ein Berichtsheft in Form eines Ausbildungsnachweises zu führen. Ihm ist Gelegenheit zu geben, das Berichtsheft während der Ausbildungszeit zu führen. Der Auszubildende hat das Berichtsheft regelmäßig durchzusehen.

§ 7 Zwischenprüfung

(1) Zur Ermittlung des Ausbildungsstandes ist eine Zwischenprüfung durchzuführen. Sie soll in der Mitte des zweiten Ausbildungsjahres stattfinden.

(2) Die Zwischenprüfung erstreckt sich auf die in der Anlage für das erste Ausbildungsjahr aufgeführten Fertigkeiten und Kenntnisse sowie auf den im Berufsschulunterricht entsprechend dem Rahmenlehrplan zu vermittelnden Lehrstoff, soweit er für die Berufsausbildung wesentlich ist.

(4) Der Prüfling soll im praktischen Teil der Prüfung in höchstens vier Stunden eine Arbeitsaufgabe sowie im schriftlichen Teil der Prüfung in insgesamt höchstens 90 Minuten die zur Arbeitsaufgabe gehörende Arbeitsplanung und Dokumentation bearbeiten. Hierfür kommen insbesondere folgende Gebiete in Betracht:

Umrüsten, Prüfen und Instandhalten von Produktionseinrichtungen, insbesondere mechanische Einrichtungen, Einrichtungen der Vakuumtechnik, elektrische Einrichtungen, Einrichtungen zur Ver- und Entsorgung mit Medien; Verhalten im Reinraum; Handhaben von Gasen, Chemikalien und anderen Arbeitsstoffen;

Produktionsorganisation, insbesondere Zusammenhänge von Technik, Arbeitsorganisation, Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit.

§ 8 Abschlussprüfung

(1) Die Abschlussprüfung erstreckt sich auf die in der Anlage aufgeführten Fertigkeiten und Kenntnisse sowie auf den im Berufsschulunterricht vermittelten Lehrstoff, soweit er für die Berufsausbildung wesentlich ist.

(2) Der Prüfling soll **in Teil A der Prüfung** insgesamt höchstens 35 Stunden zwei betriebliche Aufträge bearbeiten und dokumentieren sowie in insgesamt höchstens 30 Minuten darüber ein Fachgespräch führen. Hierfür kommen insbesondere in Betracht:

- a) Inbetriebnahme einer Produktionsanlage und Herstellen der Produktionsfähigkeit einschließlich Arbeitsplanung und
- b) Durchführen eines Prozessschrittes, einschließlich Arbeitsplanung, Feststellen der Prozessfähigkeit der Anlage, Materiallogistik, Ver- und Entsorgung von Arbeitsstoffen, Bedienen und Beschicken der Anlage, prozessbegleitende Prüfungen, Qualitätsmanagement.

Die Ausführung der Aufträge wird mit praxisbezogenen Unterlagen dokumentiert.

Durch die Ausführung der Aufträge und deren Dokumentation soll der Prüfling belegen, dass er Arbeitsabläufe und Teilaufgaben zielorientiert unter Beachtung wirtschaftlicher, technischer, organisatorischer und zeitlicher Vorgaben selbstständig planen und fertigungsgerecht umsetzen sowie Dokumentationen fachgerecht anfertigen, zusammenstellen und modifizieren kann.

Durch das Fachgespräch soll der Prüfling zeigen, dass er fachbezogene Probleme und deren Lösungen darstellen, die für die Aufträge relevanten fachlichen Hintergründe aufzeigen sowie die Vorgehensweisen bei der Ausführung der Aufträge begründen kann.

Dem Prüfungsausschuss ist vor der Durchführung der betrieblichen Aufträge die Aufgabenstellung einschließlich einer Zeitplanung zur Genehmigung vorzulegen. Das Ergebnis der Bearbeitung der Aufträge sowie

das Fachgespräch sollen jeweils mit 50 vom Hundert gewichtet werden.

(3) Der **Prüfungsteil B** besteht aus den drei Prüfungsbereichen Sicherung von Qualitätsstandards, Sicherung verfahrenstechnischer Prozesse sowie Wirtschafts- und Sozialkunde.

(4) Für den **Prüfungsbereich Sicherung von Qualitätsstandards** kommt insbesondere eine der nachfolgenden Aufgaben in Betracht:

1. Beschreiben der Vorgehensweise zur systematischen Eingrenzung eines Fehlers in einer Anlage insbesondere der MSR-Technik, Vakuumtechnik, Reinraumtechnik oder in der Ver- und Entsorgungstechnik für Medien. Dabei soll der Prüfling zeigen, dass er funktionelle Zusammenhänge beurteilen, Signale an Schnittstellen interpretieren, Diagnosesysteme einsetzen sowie auf Fehlerursachen schließen kann;
2. Organisieren und Dokumentieren von Arbeitsvorgängen und Qualitätsmanagementmaßnahmen. Dabei soll der Prüfling zeigen, dass er Standardsoftware anwenden, Sachverhalte schriftlich wiedergeben, Berechnungen durchführen, Grafiken erstellen, Messdaten erfassen, statistisch bearbeiten und auswerten sowie diese zu Protokollen und Dokumentationen zusammenfassen kann;
3. Planen der Ver- und Entsorgung von Produktionsanlagen mit Medien und Werkzeugen. Dabei soll der Prüfling zeigen, dass er unter Beachtung von logistischen sowie Haltbarkeits-, Sicherheits- und Umweltkriterien Maßnahmen zur Lagerung, Prüfung, Bereitstellung von Medien und Werkzeugen sowie der Entsorgung von Reststoffen treffen und die entsprechenden Vorschriften anwenden kann.

Für den **Prüfungsbereich Sicherung verfahrenstechnischer Prozesse** kommt im Schwerpunkt Halbleitertechnik insbesondere eine der nachfolgenden Aufgaben in Betracht:

1. Analysieren der Ergebnisse prozessbegleitender Prüfungen und der Testergebnisse von Halbleiterbauteilen. Dabei soll der Prüfling zeigen, dass er Prozessabläufe analysieren, Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften von Halbleiterbauteilen sowie Prozessparametern, Prozessschritten und Strukturen beurteilen, auf zu verändernde Prozessparameter schließen und Vorschläge für Verbesserungen im Bereich Defektdichte, Durchlaufzeit, Qualität und Ausbeute machen kann;
2. Planen und Organisieren von Prozessabläufen zur Herstellung von Halbleiterbauteilen. Dabei soll der Prüfling zeigen, dass er unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit, Qualität, Arbeitssicherheit und Umweltschutz Vorgaben der Produktionsplanung und Prozessvorschriften auswerten, benötigte Masken, Vorrichtungen, Werkstoffe, Medien und sonstige Prozessmittel bereitstellen, Personaleinsatz koordinieren sowie vorbeugende Instandhaltung, Arbeits- und Testabläufe festlegen kann.

Im **Prüfungsbereich Wirtschafts- und Sozialkunde** kommen Aufgaben, die sich auf praxisbezogene Fälle beziehen sollen, insbesondere aus folgenden Gebieten in Betracht:

allgemeine, wirtschaftliche und gesellschaftliche Zusammenhänge aus der Berufs- und Arbeitswelt.

(5) Für den Prüfungsteil B ist von folgenden zeitlichen Höchstwerten auszugehen:

1. ganzheitliche Aufgabe I
2. ganzheitliche Aufgabe II
3. im Prüfungsbereich Wirtschafts- und Sozialkunde

(6) Innerhalb des Prüfungsteiles B haben die ganzheitlichen Aufgaben I und II gegenüber dem Prüfungsbereich Wirtschafts- und Sozialkunde jeweils das doppelte Gewicht.

(7) Der Prüfungsteil B ist auf Antrag des Prüflings oder nach Ermessen des Prüfungsausschusses in einzelnen Prüfungsbereichen durch eine mündliche Prüfung zu ergänzen, wenn diese für das Bestehen der Prüfung den Ausschlag geben kann. Bei der Ermittlung der Ergebnisse für diesen Prüfungsbereich sind die bisherigen Ergebnisse

und das Ergebnis der mündlichen Ergänzungsprüfung im Verhältnis 2 : 1 zu gewichten.

(8) Die Prüfung ist bestanden, wenn jeweils in den Prüfungsteilen A und B mindestens ausreichende Leistungen erbracht wurden. Werden die Prüfungsleistungen in den betrieblichen Aufträgen einschließlich Dokumentation insgesamt, in dem Fachgespräch oder in einem der drei Prüfungsbereiche mit ungenügend bewertet, so ist die Prüfung nicht bestanden.

§ 9 Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am 1. August 1998 in Kraft.