

Lehrplan

Fertigungstechnologie

Fachschule für Technik

Fachrichtung Mikrosystemtechnik

Fachrichtungsbezogener Lernbereich

Ministerium für Bildung, Kultur und Wissenschaft

Hohenzollernstraße 60, 66117 Saarbrücken
Postfach 10 24 52, 66024 Saarbrücken
Telefon (0681) 501-00 Telefax (0681) 501-7549
E-mail: presse@bildung.saarland.de

Saarbrücken 2003

Hinweis:

Der Lehrplan ist online verfügbar unter
www.bildungserver.saarland.de

Einleitende Hinweise

Dem vorliegenden Lehrplan Fertigungstechnologie in der Fachschule für Technik liegt die Verordnung – Schul- und Prüfungsordnung – über die Ausbildung und Prüfung an Fachschulen für Technik (APO-T) vom 01. August 2003 zu Grunde.

Als Schulform folgt die Fachschule für Technik der KMK-Rahmenvereinbarung über Fachschulen, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 7. November 2002.

Im Fach Fertigungstechnologie erwerben die Schüler und Schülerinnen Grundkenntnisse der Reinraum- und der Vakuumtechnik. Der Schwerpunkt dieses Fachs liegt in der Vermittlung von Kenntnissen und Fertigkeiten der Lithographie, Dünnschichttechnologie, Ätztechnik sowie spezieller Verfahren der Mikro-mechanik in Form von Laborversuchen und praktischen Arbeiten.

Auf nachstehende formale Vorgaben wird verwiesen:

- In seinem Aufbau folgt der Lehrplan einer freien Lernzieltaxonomie, wobei die Lernziele als Groblernziele formuliert sind.
- Die Zeitrichtwerte sind als vorgeschlagene zeitliche Empfehlung zu verstehen. Sie sind stets als Jahresstunden ausgewiesen, um Vergleiche mit Schulformen anderer Bundesländer zu ermöglichen.
- Die Lehrplankommission hat Stundenanteile für Wiederholungen und Leistungsüberprüfungen in den ausgewiesenen Gesamtstunden berücksichtigt.

Saarbrücken, April 2003

LERNGEBIETSÜBERSICHT

Lfd. Nr.	Lerngebiet	Zeitrichtwert * Stunden
	Grundstufe und Fachstufe	
1	Einführung in die Mikrosystemtechnik	25
2	Werkstoffe der Mikrosystemtechnik	20
3	Reinraumtechnik	10
4	Vakuumtechnik	15
5	Lithographie	60
6	Dünnschichttechnologie	70
7	Ätztechniken	60
8	LIGA-Verfahren	10
9	Silizium-Volumen-Mikromechanik	10
10	Silizium-Oberflächen-Mikromechanik	15
11	Aufbau- und Verbindungstechniken	10
12	Anwendungen in der Mikromechanik	15
Summe		320

* Zeitrichtwert i. S. eines Vorschlags

Lerngebiet 1: Einführung in die Mikrosystemtechnik		Zeitrichtwert *: 20 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
1.1 Definition der Mikrosystemtechnik und deren Unterteilung in verschiedene Themengebiete kennen	<ul style="list-style-type: none"> - Aufbau von Mikrosystemen - Mikroelektronik - Mikromechanik - Aufbau- und Verbindungstechnik - Systemintegration 	
1.2 Die Begriffe Sensoren, Aktoren, Signalverarbeitung und Schnittstellen erläutern	<ul style="list-style-type: none"> - Sensor- und Aktorprinzip - Mikro- und Makroschnittstellen 	
1.3 Mit verschiedenen Halbleitertechnologien vertraut sein	<ul style="list-style-type: none"> - Planartechnik - Bipolartechnik - Epitaxietechnik - NMOS, PMOS, CMOS - BiCMOS 	
1.4 Mikromechanische Strukturierungstechniken kennen	<ul style="list-style-type: none"> - Dreidimensionale Strukturen - Bulk- und Oberflächen-Mikromechanik 	
1.5 Mit den Grundbegriffen zum Entwurf von Mikrosystemen vertraut sein	<ul style="list-style-type: none"> - Entwurf, Simulation und Test von Mikrosystemen 	

* Zeitrichtwert i. S. eines Vorschlags

Lerngebiet 2: Werkstoffe der Mikrosystemtechnik		Zeitrichtwert *: 20 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
2.1 Herstellung und die besonderen Eigenschaften von Silizium, Quarz und Kunststoffen in der Mikrosystemtechnik beherrschen	<ul style="list-style-type: none"> - Kristallaufbau - Millersche Indizes - Zonenziehverfahren - Tiegelziehverfahren - Grundlagen Kunststoffe 	

* Zeitrichtwert i. S. eines Vorschlags

Lerngebiet 3: Reinraumtechnik		Zeitrichtwert *: 10 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
3.1 Mit dem Aufbau und der Einteilung von Reinräumen vertraut sein	<ul style="list-style-type: none"> - Reinraum - Reinraumklassen - Weißraum - Grauraum - Laminarflow 	Einführung: Reinraum, IBMT

* Zeitrichtwert i. S. eines Vorschlags

Lerngebiet 4: Vakuumtechnik		Zeitrichtwert *: 15 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
4.1 Grundlagen des technischen Vakuums kennen	<ul style="list-style-type: none"> - Mittlere freie Weglänge - Wiederbedeckungszeit - Vakuumklassen 	
4.2 Aufbau, Funktionsweise und Anwendungsbereiche von Vakuumpumpen kennen	<ul style="list-style-type: none"> - Gastransferpumpen - gasbindende Pumpen - Pumpenauslegung 	
4.3 Methoden und Geräte zur Vakuummessung kennen	<ul style="list-style-type: none"> - Druckmessdose - Wärmeleitungsvakuummeter - Ionisationsvakuummeter 	

* Zeitrichtwert i. S. eines Vorschlags

Lerngebiet 5: Lithographie		Zeitrichtwert *: 60 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
5.1 Die Herstellung einer Maske für die Photolithographie beherrschen	<ul style="list-style-type: none"> - Folientechnik - Pattern-Generator - Elektronenstrahlschreiber 	Praktikum Maskenlayout
5.2 Die Lithographieverfahren anwenden können	<ul style="list-style-type: none"> - Kontakt-, Proximity-, Projektionsbelichtung - Röntgenlithographie 	
5.3 Prozessschritte der Photolithographie beherrschen	<ul style="list-style-type: none"> - Reinigen - Haftvermittler - Belacken - Resist - Ausbacken - Belichten - Entwickeln - Strippen 	Laborversuch Lithographie

* Zeitrichtwert i. S. eines Vorschlags

Lerngebiet 6: Dünnschichttechnologie		Zeitrichtwert *: 70 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
6.1 Mit den PVD-Prozessen vertraut sein	<ul style="list-style-type: none"> - Aufdampfen - Sputtern - Ionenplattieren - Clusterstrahl-Technik 	Anlagen am IBMT: Sputter- und Aufdampfanlage
6.2 Mit den CVD-Prozessen vertraut sein	<ul style="list-style-type: none"> - APCVD - LPCVD - PECVD - Laserinduzierte CVD - Epitaxie 	
6.3 Galvanische und stromlose Schichtabscheidung kennen	<ul style="list-style-type: none"> - Elektrolyse - elektrochemische Spannungsreihe 	
6.4 Thermische Oxidation kennen	<ul style="list-style-type: none"> - Trockenoxidation - Feuchtoxidation 	
6.5 Dotierung und Dotierungsverfahren kennen	<ul style="list-style-type: none"> - Diffusion - Ionenimplantation - Channeling-Effect - Epitaxie 	

* Zeitrichtwert i. S. eines Vorschlags

Lerngebiet 7: Ätztechniken		Zeitrichtwert *: 60 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
7.1 Die Nassätztechnik beherrschen	<ul style="list-style-type: none"> - isotropes Ätzen - anisotropes Ätzen - Grundstrukturen beim kristallographischen Ätzen von Silizium 	
7.2 Die plasmaunterstützten Ätzverfahren kennen	<ul style="list-style-type: none"> - IE, IBE, RIE, RIBE, PE, BE 	

* Zeitrichtwert i. S. eines Vorschlags

Lerngebiet 8: LIGA-Verfahren		Zeitrichtwert *: 10 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
8.1 Das Abformen von Mikrostrukturen an Hand der LIGA-Technik kennen	<ul style="list-style-type: none"> - Prozessschritte - Mikrogalvanik - Maskenherstellung - Kunststoffabformung 	

* Zeitrichtwert i. S. eines Vorschlags

Lerngebiet 9: Silizium-Volumen-Mikromechanik		Zeitrichtwert *: 10 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
9.1 Das Herstellen von Elementarstrukturen durch anisotropes Ätzen beherrschen	<ul style="list-style-type: none"> - Gruben, Brücken, Membranen, Zungen, Random-Strukturen - Strukturierung mittels Nass- und Trockenätzverfahren 	

* Zeitrichtwert i. S. eines Vorschlags

Lerngebiet 10: Silizium-Oberflächen-Mikromechanik		Zeitrichtwert *: 15 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
10.1 Die Prozesstechnik der OMM kennen	<ul style="list-style-type: none"> - Additiv-Technik - Opferschicht-Technik - Stiction Effect 	

* Zeitrichtwert i. S. eines Vorschlags

Lerngebiet 11: Aufbau und Verbindungstechniken		Zeitrichtwert *: 10 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
11.1 Die Verbindungstechniken der Mikro-mechanik beherrschen	<ul style="list-style-type: none"> - anodisches Bonden - Direkt-Bonden 	

* Zeitrichtwert i. S. eines Vorschlags

Lerngebiet 12: Anwendungen der Mikromechanik		Zeitrichtwert *: 15 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
12.1 Die Anwendungen der Mikromechanik kennen	<ul style="list-style-type: none"> - Sensoren: Druck, Beschleunigung, Fluss - Aktoren: Mikromotoren, Düsen, Ventil - sonstige Anwendungen 	Praktikum: Anwendung mikro-technischer Fertigungstechnologien an einem ausgewählten Beispiel

* Zeitrichtwert i. S. eines Vorschlags