



Universität Stuttgart
Institut für Großflächige Mikroelektronik



Jahresbericht 2020

Herausgeber

Universität Stuttgart
Institut für Großflächige Mikroelektronik (IGM)
Allmandring 3 B
70569 Stuttgart

T +49 (0)711 685-66922
igm@igm.uni-stuttgart.de
www.igm.uni-stuttgart.de

Februar 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	4
2	Das Institut.....	6
3	Personelle Besetzung des Instituts.....	7
4	Lehre	8
	4.1 Vorlesungen.....	8
	4.2 Übungen	13
	4.3 Praktika.....	14
	4.4 Studentische Arbeiten.....	15
5	Projekte und Forschungsaktivitäten.....	16
6	Vorträge und Konferenzbeiträge.....	16
7	Publikationen	17
8	Mitarbeit in Organisationen.....	17
9	Der Reinraum	18
10	IGM-Aktionen.....	23
	10.1 Eurodisplay 2020.....	23
	10.2 Messebesuche.....	23
	10.3 Girls' Day	24
	10.4 Tag der Wissenschaft	24
	10.5 Institutsausflug.....	24
	10.6 Weihnachtsfeier	24
11	Anfahrt und Lageplan	25
12	Kontakt	27

1 Vorwort

Liebe Freundinnen und Freunde des Instituts für Großflächige Mikroelektronik,

herzlich willkommen zur Premiere unseres Jahresberichts. Damit wird eine neue, mehr strukturierte Basis für eine regelmäßige Präsentation unserer Aktivitäten gegenüber unseren wissenschaftlichen Kooperationspartnern, Ehemaligen und sonstigen Freunden etabliert.

Weltweit dominierte die Corona Pandemie und die damit verbundenen neuartigen Herausforderungen und Einschränkungen das Geschehen. In der Universität Stuttgart musste die gesamte Lehre zu Beginn des Sommersemesters 2020 innerhalb weniger Wochen auf Online-Formate umgestellt werden. Glücklicherweise hatten wir bereits vor einigen Jahren begonnen, Vorlesungen und Übungen aufzuzeichnen und den Studierenden über die Lernplattform ILIAS zur Verfügung zu stellen. Damit waren zumindest die technischen Voraussetzungen bereits vorhanden und erprobt, sodass wir sowohl im Sommersemester als auch im Wintersemester den üblichen Lehrveranstaltungsplan anbieten konnten. Lediglich das Grundlagenpraktikum musste, wie im gesamten Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik, verschoben werden. Aufgrund der andauernden Corona Situation wurde der entsprechende Versuch inzwischen in ein Online-Format überführt, so dass die letztjährige Studiengruppe dieses Praktikum nun voraussichtlich im Sommersemester 2021 absolvieren wird. Da die Reinraumumgebung mit gesonderter Reinraumbekleidung, Mundschutz, Handschuhen und Luftumwälzung mit Partikelfiltern die Einhaltung aller Hygienevorschriften sicherstellt, konnte sowohl das turnusmäßig am Ende des Sommersemesters stattfindende Fachpraktikum „Flachbildschirme“ als auch studentische Arbeiten und die Forschungsarbeiten dank des äußerst disziplinierten und engagierten Einsatzes aller Mitarbeiter und Studierenden weitgehend normal ablaufen.

Leider galt das nicht für die vom Institut Ende September geplante Eurodisplay Konferenz, die aufgrund der Pandemie zunächst um ein Jahr verschoben werden musste. In Anbetracht der aktuellen Corona Lage ist zu erwarten, dass wir auch den zunächst für Ende September 2021 geplanten neuen Termin nochmals verschieben müssen. Da die Eurodisplay in besonderer Weise von einem direkten persönlichen Austausch der

Teilnehmer profitiert ist eine solche Verschiebung einer reinen Online-Konferenz vorzuziehen.

Die aktuellen Forschungsarbeiten befassen sich mit der Weiterentwicklung von integrierten Prozessen zur Herstellung von mikromechanischen elektrischen Systemen und Dünnschichttransistoren, der Realisierung von Aktiv Matrix Mikro-LED und hochaufgelösten aktiv angesteuerten LC Modulatoren für 3-D Anwendungen. Darüber hinaus ist das Institut an der Ende des Jahres von der DFG genehmigten neuen Graduiertenschule „Photonic Quantum Engineers“ mit einer Doktorandenstelle in einem Projekt zur Entwicklung von quantenbasierten Gassensoren beteiligt.

Im vergangenen Jahr konnte die nach vielen Jahren mehr als überfällige Ertüchtigung der zweiten Inline Sputteranlage erfolgreich abgeschlossen werden, sodass die für unsere Forschungsarbeiten so zentralen Anlagen zuverlässig weiterbetrieben werden können.

Zu Beginn des Jahres hat Frau Birgit Schuder ihre Stelle im Sekretariat des Instituts angetreten und mit großem Elan zahlreiche neue Aktivitäten, wie zum Beispiel auch diesen Jahresbericht, auf den Weg gebracht.

Allen Freundinnen und Freunden des Instituts möchte ich für die Unterstützung und Anregungen danken und Ihnen allen weiterhin gute Gesundheit wünschen.

Ein besonderer Dank geht an alle Mitarbeiter, die mit ihrem unermüdlichen engagierten Einsatz täglich die erfolgreiche Arbeit des Instituts ermöglichen. Auch Ihnen und Ihren Familien wünsche ich von ganzem Herzen Gesundheit, Glück und alles Gute.

Stuttgart, im Februar 2021



Prof. Dr.-Ing. Norbert Frühauf

2 Das Institut

Das Institut für Großflächige Mikroelektronik (IGM) ist ein Forschungs- und Lehrinstitut mit dem Fokus auf anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung neuartiger Prozesse und Materialien für die Bildschirmtechnik.

Das IGM betreibt mit seiner mehr als 500 m² Reinraumfläche für Bildschirmtechnik eines der führenden unabhängigen Labore zur Erforschung und Entwicklung von Dünnschichtelektronik und Dünnschichttechnologie (TFTs) und entsprechender Anwendungsfelder wie z. B.:

- Flachbildschirme (LCD, OLED)
- Smart Glass
- Optische Signalverarbeitung
- Mikroelektromechanische Systeme (MEMS)

Bei der Konzeption des Labors stand von Anfang an eine anwendungsorientierte Forschung und die Übertragbarkeit auf industrielle Prozesse im Vordergrund. Das Reinraumlabor besitzt daher die vollständige Ausstattung, um auf Glassubstraten mit Seitenlängen von bis zu 16 Zoll (406 mm) Aktiv Matrix LCDs zu bauen. Die Möglichkeit, auf solchen großen Substratgrößen (für Forschungsmaßstäbe) vollständige Flachbildschirme bauen zu können, macht das Labor im Institut für Großflächige Mikroelektronik zu einer in ganz Europa einzigartigen Forschungseinrichtung.

Neben den umfangreichen Forschungsarbeiten des Instituts spielt auch die universitäre Lehre eine wichtige Rolle. In der Lehre vertritt das Institut sowohl die Grundlagen der Elektrotechnik als auch die Bildschirm- und Dünnschichttechnik.

3 Personelle Besetzung des Instituts

Funktion	Name	E-Mail @igm.uni-stuttgart.de	Telefon 0711/ 685-
Institutsleiter	Prof. Dr.-Ing. Norbert Frühau	norbert.fruehauf	66922
Stellv. Institutsleiter/ Laborleiter	Dipl.-Ing. Lothar Rau	lothar.rau	66927
Stellv. Laborleiter	Dipl.-Ing. Holger Baur	holger.baur	66926
Sekretariat	Birgit Schuder	birgit.schuder	66922
Haustechnik und Verwaltung	Jörg Bachofer	joerg.bachofer	66933
Akademische Mitarbeiter*innen	Florian Kleber , M.Sc.	florian.kleber	69321
	Sheikh Abdullah Al Nusayer , M.Sc.	sheikh.nusayer	66931
	Dipl.-Ing. Christiane Reinert-Weiss	christiane.reinert-weiss	66930
	Dr.-Ing. Patrick Schalberger	patrick.schalberger	69320
	Simon Schimpf , M.Sc	simon.schimpf	66932
	Annika Schmekal , M.Sc.	annika.schmekal	66925
	Dipl.-Phys. Marc Wilke	marc.wilke	66904
Technische Mitarbeiterinnen	Daniela Schalberger , B.Sc. CTA	daniela.schalberger	69305
	Elisabeth Schuler	elisabeth.schuler	66908
Lehrbeauftragter	Dr. Hagen Klauk Max-Planck-Institut	hagen.klauk@ fkf.mpg.de	0711/689- 1401

4 Lehre

Professor Frühauf hält Vorlesungen auf den Gebieten der Grundlagen der Elektrotechnik, Filtersynthese, optischer Signalverarbeitung und im Bereich der Dünnschicht- und Bildschirmtechnik. In verschiedenen Praktika wird den Studierenden zudem auch praktische Erfahrung vermittelt.

4.1 Vorlesungen

Alle Vorlesungen werden aufgezeichnet und anschließend online auf ILIAS den Studierenden zur Verfügung gestellt.

Grundlagen der Elektrotechnik I

Dozent: Prof. Dr.-Ing. Norbert Frühauf

Wintersemester, 1 Semester, 1. Semester Bachelorstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik, Mechatronik und Erneuerbare Energien

- Einleitung und Überblick
- Elektrische Spannung und elektrischer Strom
- Ohm'sches Gesetz
- Elektrische Leistung
- Kirchhoff'sche Gesetze
- Netzwerkanalyse
- Das elektrische Feld
- Kapazitäten
- Das magnetische Feld
- Induktionsgesetz

Grundlagen der Elektrotechnik II

Dozent: Prof. Dr.-Ing. Norbert Frühauf

Sommersemester, 1 Semester, 2. Semester Bachelorstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik, Mechatronik und Erneuerbare Energien

- Induktivitäten
- Sinusförmige Wechselgrößen
- Wechselstromkreise
- Allgemeine Zweipole
- Abhängige Quellen
- Schwingkreise

Zur zweisemestrigen Veranstaltung „Grundlagen der Elektrotechnik“ gehören:

- Wöchentliche Vorlesungen
- Zweiwöchentliche Vortragsübungen
- Zweiwöchentliche Gruppenübungen (B.Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik und B.Sc. Erneuerbare Energien: Wintersemester Pflicht, B.Sc. Mechatronik: Wintersemester **und** Sommersemester Pflicht)
- Grundlagenpraktikum (Pflichtveranstaltung)

Wichtiger Hinweis:

Die Modulprüfung „Grundlagen der Elektrotechnik“ ist eine Orientierungsprüfung des B.Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik. Der Prüfungsanspruch erlischt, falls die Orientierungsprüfung (einschließlich einem schriftlichen Wiederholungsversuch) nicht bis zum Beginn des 4. Semesters bestanden ist.

Filtersynthese

Dozent: Prof. Dr.-Ing. Norbert Frühauf

Wintersemester, 1 Semester, Masterstudiengang

- Einleitung
- Mathematische Grundlagen
- RLC-Zweipole
- Realisierung von Filterstrukturen
- Transformation von RLC-Schaltungen in RC-aktive Schaltungen
- Synthese von Reaktanzvierpole
- RC-aktive Grundsaltungen
- Synthese von Kettenschaltungen von Vierpolen maximal zweiten Grades
- Empfindlichkeitstheorie
- Optimierung von Kettenschaltungen
- Switched Capacitor Filter

Thin Film Technology

Dozent: Prof. Dr.-Ing. Norbert Frühauf

Wintersemester, 1 Semester, Masterstudiengang. Die Vorlesung wird nur in Englisch angeboten.

- Einleitung und Überblick
- Vakuum-Dünnschichttechnik:
Vakuumtechnik, Aufdampfen, Kathodenzerstäubung, Plasmabeschichtung, Wachstum und Eigenschaften dünner Schichten
- Vakuumfreie Abscheideverfahren:
Aufschleudern, Drucktechniken, Chemische Verfahren
- Substratmaterialien und Oberflächenvorbehandlung
- Strukturierung dünner Schichten
- Messtechnik

Flachbildschirme

Dozent: Prof. Dr.-Ing. Norbert Frühauf

Sommersemester, 1 Semester, Bachelorstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik/Masterstudiengang Photonic Engineering

- Überblick: Kathodenstrahlröhre, Flachbildschirmtechnik, aktuelle Technologien
- Physiologie des Sehens: Farbtheorie, Normvalenzen nach CIE 1931, Farbfilter
- Grundlagen der Flüssigkristalltechnik: Elektromechanische Eigenschaften, Variation der potentiellen Energie, nichtverdrillte und verdrillte Zelltypen
- Lichtausbreitung in optisch anisotropen uniaxialen Medien: Jones-Vektoren, Jones-Matrix
- Flüssigkristalltechnologien: Optische Transmission durch Fréedericksz Zelle, Vertically Aligned Zelle und verdrillte nematische Zellen, Oberflächenstabilisierte Ferroelektrische Flüssigkristalle
- Ansteuerung von Flüssigkristallzellen: Direkte Ansteuerung, Passiv Matrix, Aktiv Matrix

Optical Signal Processing

Dozent: Prof. Dr.-Ing. Norbert Frühauf

Sommersemester, 1 Semester, Masterstudiengang. Die Vorlesung wird nur in Englisch angeboten.

- Mathematische Beschreibung optischer Signale und Systeme
- Analoge optische Signalverarbeitung: Fourier-Transformation der optischen Signale, optische Filter
- Optische Speicherung: CD, DVD, Blu-ray Disc, Holographie
- Optische Sensoren
- Digitale optische Signalverarbeitung

Organische Transistoren

Dozent: Dr. Hagen Klauk

Wintersemester, 1 Semester

- Überblick: mögliche Anwendungen organischer Transistoren, ökonomische Überlegungen, Realisierung und allgemeine Eigenschaften organischer Transistoren
- Elektronische Eigenschaften konjugierter Kohlenwasserstoffe: lokalisierte und delokalisierte Molekülorbitale, Orbitalenergien
- Elektronische Eigenschaften organischer Festkörper: Kristallstruktur, Dispersion, Ladungstransport in teilkristallinen Schichten
- Aufbau und Herstellung organischer Transistoren: Materialauswahl, Schichtaufbau, Verfahrenstechnik
- Funktionsweise organischer Transistoren: Ladungsträgerkanal, Ladungsinjektion, Bändermodell, analytische Beschreibung der Kennlinien
- Frequenzverhalten organischer Transistoren: Analyse und Optimierung der Grenzfrequenz organischer Transistoren
- Anwendungen organischer Transistoren: Flachbildschirme, integrierte Schaltungen

4.2 Übungen

Grundlagen der Elektrotechnik I und II – Vortragsübungen

Ansprechpartner: Dr. Ing. Patrick Schalberger

Winter- und Sommersemester, 2 Semester, Bachelorstudiengang

Grundlagen der Elektrotechnik I und II – Gruppenübungen

Ansprechpartner: Dr. Ing. Patrick Schalberger

Winter- und Sommersemester, 1 bis 2 Semester, Bachelorstudiengang

B.Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik und B.Sc. Erneuerbare

Energien: Wintersemester Pflicht

B.Sc. Mechatronik: Wintersemester **und** Sommersemester Pflicht

Flachbildschirme Übungen

Ansprechpartnerin: Annika Schmekal, M.Sc.

Sommersemester, 1 Semester, Bachelorstudiengang Elektrotechnik und

Informationstechnik/Masterstudiengang Photonic Engineering

Filtersynthese Übungen

Ansprechpartnerin: Dipl.-Ing. Christiane Reinert-Weiss

Wintersemester, 1 Semester, Masterstudiengang

Thin Film Technology Exercises (auf Englisch)

Ansprechpartner: Florian Kleber, M.Sc.

Wintersemester, 1 Semester, Masterstudiengang

Optical Signal Processing Exercises (auf Englisch)

Ansprechpartner: Dipl.-Phys. Marc Wilke

Sommersemester, 1 Semester, Masterstudiengang

4.3 Praktika

Grundlagenpraktikum „Grundlagen der Elektrotechnik“

Das Grundlagenpraktikum ist ein institutsübergreifendes Praktikum im zweiten Semester (Sommersemester), das Corona-bedingt allerdings verschoben werden musste. Es handelt sich um eine Pflichtveranstaltung des Bachelorstudiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik und Erneuerbare Energien.

Der Grundlagenpraktikumsversuch „Verstärkerschaltung mit Transistoren“ soll neben einigen theoretischen Grundlagen der Elektrotechnik wie zum Beispiel "Kondensator als Gleichspannungssperre", "Transistorgrundschaltungen" und "Widerstand als Spannungsteiler" vor allem praktische Erfahrungen durch den Aufbau und das Vermessen einer Verstärkerschaltung mit Bipolartransistoren vermitteln. Die Studierenden lernen dabei eine einfache Schaltung schrittweise aufzubauen und durch geeignete Messungen zu überprüfen. Die einfache Verstärkerschaltung kann mit einem Fototransistor zu einem Infrarotempfänger erweitert werden. Zusammen mit einer während dem Versuch vorhandenen Senderschaltung kann so zum Beispiel ein Audiosignal drahtlos übertragen werden.

Fachpraktikum „Flachbildschirme“

Das Praktikum ist Teil des Masterstudiengangs und findet als einwöchige Blockveranstaltung in der ersten vorlesungsfreien Woche nach dem Sommersemester statt.

Das Fachpraktikum „Flachbildschirme“ im Labor beinhaltet den Bau einer digitalen Uhrenanzeige. Diese besteht grundsätzlich aus einer Siebensegmentanzeige mit Flüssigkristall, Polarisatoren und Glassubstraten. Die für den Aufbau benötigten Prozessschritte – beispielsweise Aufstäuben von ITO, Aufschleudern von Photolack und Polyimid, nasschemische Strukturierung, Zellenbau – sind während des Praktikums im Reinraum des Instituts für Großflächige Mikroelektronik durchzuführen. Abschließend ist ein einfacher digitaler Uhren-Treiber IC zusammen mit weiteren peripheren Bauteilen an die Siebensegmentanzeige anzuschließen. Nach dem Praktikum verbleibt die fertigestellte Uhr im Besitz der Teilnehmer.

Fachpraktikum „Optical Signal Processing“

Das Fachpraktikum „Optical Signal Processing“ ist Teil des Masterstudien-
gangs und findet im Wintersemester während der Vorlesungszeit statt. Im
Praktikum sammeln die Studierenden Erfahrungen in den Bereichen:

- Räumliche und zeitliche Kohärenz
- Kollimation (Erzeugung ebener Wellenfronten)
- Bildgebung und Brechung
- Beugung
- Fourieroptik
- Berechnung und Herstellung synthetischer Hologramme

4.4 Studentische Arbeiten

Folgende Bachelor- und Masterarbeiten wurden im Jahr 2020 erfolgreich am
IGM abgeschlossen:

Bachelorarbeiten

Florian Werner

Optimierung der Abscheidungsparameter von IGZO zur Anwendung in TFTs

Linfei Mao

Untersuchung von Verfahren zur gleichzeitigen Herstellung von IGZO-TFTs
und MEMS

Masterarbeit

Zenghui Zuo

Flüssigkristall Fabry Pérot Interferometer

5 Projekte und Forschungsaktivitäten

Die meisten der Forschungsaktivitäten erfolgen im Rahmen von Drittmittel-Projekten. Neben der Förderung durch den Bund oder durch die Europäische Union spielt insbesondere auch die Zusammenarbeit mit zahlreichen industriellen Partnern aus Deutschland und dem übrigen Europa, aber auch aus Nordamerika und Asien eine wichtige Rolle. Gerade für Firmen in Deutschland stellen die umfassenden Forschungsmöglichkeiten am IGM eine attraktive Möglichkeit dar, auf dem Gebiet der flachen Bildschirme eigenes Know-how aufzubauen, da dieser Bereich sonst vor allem von Firmen aus dem asiatischen Raum dominiert wird.

6 Vorträge und Konferenzbeiträge

02.-07.08.2020: SID Display Week, USA

Teilnahme an der SID Display Week, die aufgrund von COVID-19 als virtuelle Konferenz in San José, USA stattfand.

02.09.2020: Online-Plenardiskussion auf der AM-FPD '20, Japan

Prof. Frühauf leitete eine Online-Plenardiskussion zum Thema „Aktuelle Trends bei Automobil-Displays“. Aufgrund von COVID-19 fand die Veranstaltung in Japan vom 1. bis 4. September 2020 als Online-Konferenz statt.

14.10.2020: Online-Vortrag auf der ICDT 2020, China

Prof. Frühauf hielt einen eingeladenen Vortrag auf der ICDT (International Conference on Display Technology) mit dem Titel „Characterization of Co-Fabricated Silicon TFT and MEMS Shutter Display“. Die Veranstaltung fand vom 11. bis 14. Oktober 2020 als virtuelle Konferenz in Wuhan/China statt.

7 Publikationen

Konferenzen

Norbert Frühauf, Sheikh Abdullah Al Nusayer, Patrick Schalberger, Holger Baur, Clemens Jurgschat
"Characterization of Co-Fabricated Silicon TFT and MEMS Shutter Display"
ICDT 2020, China

8 Mitarbeit in Organisationen

- Vorsitzender des Kuratoriums der Eduard-Rhein-Stiftung, Deutschland
- Mitglied des Kuratoriums des Instituts für Mikroelektronik Stuttgart (IMS), Deutschland
- General Chair Eurodisplay 2021, SID Society of Information Display
- Member Active Matrix Committee, SID Society of Information Display
- Associate Editor, Journal of the Society of Information Display (JSID)
- Program Committee Member, AM-FPD, Japan
- Overseas Advisor, International Display Workshop (IDW), Japan

9 Der Reinraum

Das Institut für Großflächige Mikroelektronik (IGM) besitzt einen der weltweit größten universitären Reinräume zur Fertigung von Flachbildschirmen und ähnlichen Systemen.

Insgesamt besitzt das IGM mehr als 500m² Reinraumfläche. Der größte Teil entfällt auf das etwa 480m² Hauptlabor mit einer für einen Forschungsreinraum sehr hohen Reinheitsklasse (ISO5, d.h. < 100 Partikel mit einer Größe von mehr als 0,5 µm pro Kubikfuß Luft; ISO 4, d. h. weniger als 10 Partikel größer 0,5 µm pro Kubikfuß Luft im Lithographiebereich). Am IGM stehen alle Anlagen zur Verfügung, um mit industrienahen Prozessen Flachbildschirme und andere Dünnschichtsysteme fertigen zu können. Durch die industrieartige Ausstattung unseres Labors wird die Adaption der am IGM entwickelten Fertigungsverfahren in bestehenden Fertigungslinien wesentlich erleichtert.

Ein kleinerer Reinraum beherbergt insgesamt drei MBraun Handschuhboxen mit Stickstoffatmosphäre zur Prozessierung von auf Luftsauerstoff und Feuchtigkeit äußerst sensibel reagierenden organischen Halbleitern.

Eine Auswahl der zur Verfügung stehenden Anlagen:

Schichtabscheidung

- **PECVD:** Es stehen mehrere PECVD Reaktoren zur Verfügung, darunter ein Balzers (heute Oerlikon) KAI 1M Reaktor zur Beschichtung von Gläsern bis 16" (400mm) Kantenlänge mit amorphem/mikrokristallinem Silizium (auch dotiert), Siliziumnitrid und Siliziumdioxid
- **Sputtern:** Zur Sputterbeschichtung stehen zwei Leybold ZV6000 Inline-Sputteranlagen mit insgesamt 12 Targetplätzen (davon 9 DC, 3 RF) zur Verfügung. Typische Materialien der Displaytechnik wie Chrom, Aluminium, Molybdänlegierungen aber auch Gold, Nickel, Palladium sowie ITO, AZO, IGZO stehen zur Verfügung. Bei Bedarf verfügt das IGM über eine große Auswahl an Sputtertargets, die kurzfristig Verwendung finden können. Die Sputteranlagen können zur Beschichtung bis 16" (400 mm) Kantenlänge eingesetzt werden.

Nachdem 2017 die erste der beiden ZV6000 Sputteranlagen grundlegend modernisiert wurde, konnte im Jahr 2020 mit der Firma HS-Group GmbH auch die Modernisierung der zweiten Anlage durchgeführt werden. Beide Anlagen sind bezüglich SPS Anlagensteuerung, Benutzerschnittstelle, Gasflussregelung, Druckmessung/-regelung und Substrattransportantrieb auf dem aktuellen Stand der Technik, was neue Optimierungsmöglichkeiten der Beschichtungsprozesse eröffnet und einen langfristigen Weiterbetrieb der Anlagen ermöglicht.

- **Aufdampfen:** Das IGM verfügt über eine Aufdampfanlage vom Typ Lesker Spectros mit zwei Quellen zum thermischen Aufdampfen von Metallen und insgesamt 8 Quellen zum Aufdampfen von organischen Materialien. Da die Anlage vor allem der Herstellung von OTFTs und OLEDs dient, ist sie in unseren Inertgasboxen integriert, so dass eine Beschickung ohne Kontakt mit Luftsauerstoff oder Feuchtigkeit möglich ist. Darüber hinaus stehen zwei ältere Aufdampfanlagen der Firma Balzers zur Verfügung, die neben thermischen Quellen auch mit Elektronenstrahlverdampfern ausgestattet sind. Alle Aufdampfanlagen eignen sich zur Beschichtung von Substraten bis 6" (150 mm) Kantenlänge.
- **Aufschleudern:** Das IGM besitzt mehrere Schleudern zum Aufbringen von Photolacken und anderen flüssig vorliegenden Materialien auf Substrate bis maximal 16" (400 mm) Kantenlänge. Eine Schleuder für Substratgrößen bis 6" (150 mm) befindet sich innerhalb der Inertgasboxen.
- **Drucken:** Zur Direktabscheidung strukturierter Schichten besitzt das IGM verschiedene Drucker. Siebdrucker erlauben die flächige Abscheidung von Materialien mit hohem Durchsatz, benötigen aber ein präpariertes Sieb als Druckmaske. Ein Dimatix Inkjetdrucker, der ebenfalls zur Verfügung steht, kann (fast) beliebige Lösungen und Suspensionen maskenlos nach einer digitalen Vorlage auf das Substrat aufbringen.

Photolithographie

- **Belichtung durch Maske:** Zur Belichtung von Photolacken durch vorgefertigte Masken besitzt das IGM zwei Kontaktbelichter vom Typ Süss MA6. Die maximale Substratgröße, die belichtet werden kann beträgt 6" (150 mm). Es sind kleinste Strukturen von ca. 3 μm realisierbar.
- **Direktbelichtung:** Zur Direktbelichtung besitzt das IGM einen Laserbelichter DWL 400 der Firma Heidelberg Instruments. Dieser kann Substrate bis zu einer Kantenlänge von 16" (400 mm) maskenlos

entsprechend einem in digitaler Form vorliegenden Layout belichten. Es sind kleinste Strukturen von ca. 2 μm realisierbar.

Schichtmodifikation

- **Ionenimplantation:** Zur Ionenimplantation steht ein Ionenimplanter Eaton (heute: Axcelis) NV3206 zur Verfügung. Die serienmäßige Substratschleuse wurde entfernt und durch einen modifizierten Aufbau ersetzt, der die Implantation auch großflächiger Substrate bis 16" (400 mm) Kantenlänge ermöglicht. Implantiert werden können Phosphor-, Bor-, Fluor- sowie Argonionen. Die maximale Beschleunigungsspannung beträgt 200 kV.
- **Excimer-Laser:** Die Rekristallisation von amorphem zu polykristallinem Silizium findet am IGM mit einem Sopra VEL 15 Excimer Laser statt. Dieser XeCl Laser mit einer Wellenlänge von 308 nm kann pro ca. 200 ns langem Laserpuls eine Fläche von 67 mm x 27 mm schmelzen. Weitere Einsatzmöglichkeiten bestehen in der Aktivierung implantierter Dotanden und der Verbesserung der Kristallqualität anderer Halbleiter. Die maximale Substratgröße, die durch schrittweises Verfahren des Substrates behandelt werden kann, beträgt 16" (400 mm).
- **UV-Ozon Behandlung:** Zur Substratreinigung und Verbesserung der Haftung folgender Schichten durch Oberflächenmodifikation besitzt das IGM eine UV-Ozonanlage für Substrate bis 16" (400 mm). Intensives UV-Licht erzeugt aus dem Luftsauerstoff Ozon. Licht und Ozon bewirken eine Reinigung der Substratoberfläche von organischen Verunreinigungen und durch das Aufbrechen von Bindungen eine Aktivierung der Substratoberfläche.

Flüssigkristalltechnologie

- **Reibeanlage:** Das IGM besitzt zur Erzeugung von Orientierungsschichten für Flüssigkristalle eine Hörnell Reibeanlage. In dieser wird die vorher aufgebrauchte Polyimidschicht mit einer rotierenden samtbespannten Walze gerieben und so eine Vorzugsrichtung geschaffen, an der sich die Flüssigkristallmoleküle ausrichten.
- **Spacersprühanlage:** Spacer dienen der Einhaltung eines exakten Zellabstandes zwischen den Glassubstraten einer Flüssigkristallzelle. Für das Aufbringen von 5 μm großen, kugelförmigen Polymerpacern besitzt das IGM eine elektrostatische Spacerspryanlage der Firma Accudyne. Andere Spacergrößen können als Suspensionen aufgesprüht oder aufgeschleudert werden.

- **Kleberoboter:** Ein X-Y-Z Portalroboter der Firma Schiller dient dem reproduzierbaren Aufbringen von Kleberahmen zum Fügen der beiden Substrate einer Flüssigkristallzelle.
- **Füllkammer:** Für das Vakuumfüllen von Flüssigkristallen steht eine Vakuumkammer der Firma Balzers mit beweglichem Substrattisch zur Verfügung.
- **Zellenbau:** Für den Zellenbau stehen verschiedene Hilfsmittel zur mikrometeregenauen Ausrichtung von Grund- und Decks substrat zur Verfügung.

Alle Zellenbauprozesse sind für Substratgrößen bis 16" (400 mm) durchführbar.

Metrologie

- **Waferprober:** Ein Waferprober der Firma Süss erlaubt in Verbindung mit einem Keithley 4100 Halbleitermessgerät die zuverlässige Charakterisierung von TFTs und anderen Halbleiterbauelementen. Darüber hinaus stehen mehrere Picoamperemeter zur schnellen Charakterisierung von Bauelementen im Reinraum, im Klimaschrank sowie unter Inertgasbedingungen zur Verfügung.
- **Kontrastwinkelmessplatz:** Das Eldim EZ Contrast 160 Messgerät dient der Vermessung von Helligkeit, Kontrast und Farbort sowie der Blickwinkelabhängigkeit dieser Größen bei transmissiven, reflektiven und selbstleuchtenden Displays mit hohem Durchsatz.
- **Klimaschrank:** Der Klimaschrank ermöglicht die Einstellung exakter Umweltbedingungen und somit die Evaluierung der Zuverlässigkeit von Systemen unter verschiedenen Klimabedingungen sowie die beschleunigte Alterung durch erhöhte Temperaturen.
- **Optische Mikroskope:** Mehrere optische Mikroskope erlauben die schnelle Inspektion von Substraten. Die optische Mikroskopie ist auf Substraten bis 16" (400 mm) möglich.
- **Rasterelektronenmikroskop:** Für die Anfertigung von Bildern von Strukturen, die der optischen Mikroskopie nicht mehr zugänglich sind, steht ein Rasterelektronenmikroskop JEOL JSM 6100 zur Verfügung. Dieses wurde mit einem System zur digitalen Bildaufnahme nachgerüstet.
- **Rasterkraftmikroskop:** Zur exakten Vermessung von Schichtrauigkeiten und Oberflächentopologien besitzt das IGM ein Rasterkraftmikroskop (AFM) von DME.

Verbindungstechnik

- **TAB Bonder:** Zur Verbindung von als Chip auf Folie (Chip on Foil, COF) vorliegenden Aktiv Matrix Treiberchips mit Glassubstraten mittels anisotrop leitfähiger Klebefilme stehen TAB (Tape Automated Bonding) Maschinen (manuell und halbautomatisch) zur Verfügung.
- **Flip-Chip Bonder:** Lose vorliegende Siliziumtreiberchips können kopfüber (Flip-Chip) auf Displaygläser aufgebondet werden. Diese Technik erlaubt besonders kleine Ränder um das Display herum und bietet sich daher insbesondere für Tablet- und Smartphonedisplays an. Am IGM steht ein Flip Chip Bonder der Firma Süss zur Verfügung.

10 IGM-Aktionen

10.1 Eurodisplay 2020

Die Eurodisplay ist Europas wichtigste wissenschaftliche Konferenz über Informationsdisplays und damit verbundenen Themen, die Wissenschaftler und Ingenieure aus der ganzen Welt anlockt.

Die für September geplante Eurodisplay musste aufgrund von COVID-19 um ein Jahr verschoben werden. Die [Eurodisplay 2021](#) wird vom 22.-24. September 2021 in Stuttgart-Vaihingen auf dem Campus der Universität Stuttgart stattfinden.

10.2 Messebesuche

29.01.2020: Besuch der Messe „Lounges 2020“ in Karlsruhe

Die 200 Aussteller präsentierten unterschiedlichste Themenbereiche, wie z. B. Industrie/Pharma/Reinraum 4.0, Digitalisierung und Automation in Prozessen, Künstliche Intelligenz, neue Guidelines und Normen sowie Nachhaltigkeit. Für den Bereich Reinraum ist die Messe „Lounges“ die größte und wichtigste Veranstaltung, mittlerweile auch international, so dass unsere Mitarbeiter*innen viele neue Informationen mitnehmen konnten.

27.02.2020: Fahrt zur Messe „Embedded World 2020“ in Nürnberg

Einige Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen besuchten die Messe „Embedded World“ in Nürnberg. Trotz Corona-bedingter Absage diverser Aussteller, präsentierten über 900 Unternehmen aus 42 Ländern die gesamte Wertschöpfungskette rund um Embedded-System-Technologien. Wie in der Vergangenheit gab es ein breites Angebot von Soft- und Hardware, über Tools, Dienstleistungen und Systeme bis hin zu System- & Anwendungs-Software. Ein besonderes Augenmerk galt auch Lösungen im Bereich Künstliche Intelligenz.

10.3 Girls‘ Day

Der Girls‘ Day am 26.03.2020 ist aufgrund von COVID-19 ausgefallen.

10.4 Tag der Wissenschaft

Der Tag der Wissenschaft am 16.05.2020 konnte aufgrund von COVID-19 nicht stattfinden.

10.5 Institutsausflug

Der jährliche Institutsausflug musste aufgrund von COVID-19 leider ausfallen.

10.6 Weihnachtsfeier

Die Weihnachtsfeier konnte aufgrund von COVID-19 nicht stattfinden.

11 Anfahrt und Lageplan

Mit dem Auto

Verlassen Sie die Autobahn A8 am Autobahnkreuz Stuttgart-Vaihingen und fahren Sie Richtung Vaihingen auf der A831 bzw. B14. Nach dem Tunnel (Vorsicht Blitzer!) ordnen Sie sich ganz rechts ein und nehmen die Ausfahrt *Universität*. An der Ampel biegen Sie nach links ab. Bleiben Sie auf der *Universitätsstraße* und biegen Sie später rechts ab in den *Pfaffenwaldring*. Anschließend biegen Sie links in den *Allmandring* ein. Bitte nehmen Sie die erste Einfahrt auf der linken Seite und parken Ihr Auto auf dem Universitätsparkplatz. Nun sind es nur noch ein paar Schritte bis zum IGM.

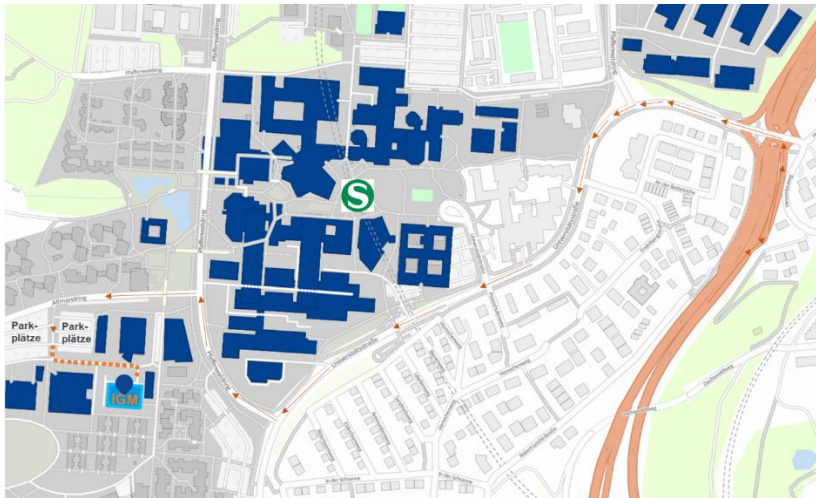


Abbildung 1: Mit dem Auto zum IGM

Mit der Bahn

Angekommen am Hauptbahnhof Stuttgart gehen Sie im Bahnhofsgebäude zum Tiefbahnsteig zur S-Bahn (durch ein großes grünes S gekennzeichnet). Falls Sie Ihre Bahnfahrkarte nicht bis Stuttgart-Vaihingen Universität gelöst haben, müssen Sie sich einen Fahrschein an den roten Fahrscheinautomaten nahe den Rolltreppen zum Tiefbahnsteig kaufen. Sie brauchen einen Fahrschein für 1 Zone. Drücken Sie zuerst das untere rechte Quadrat "Verkehrsverbund VVS" auf dem Touchscreen, dann auf der nächsten Seite "1 Zone". Sie können anschließend wählen zwischen einer einfachen Fahrt oder einer Mehrfahrtenkarte, die für 4 Fahrten gilt. Die Mehrfahrtenkarte muss vor Antritt jeder Fahrt für jeden Passagier in den kleinen orangenen Automaten entwertet werden. Einzelfahrscheine müssen nicht entwertet werden. Anschließend nehmen Sie eine der S-Bahnlinien von Gleis 101:

- S1 Richtung Herrenberg
- S2 Richtung Filderstadt
- S3 Richtung Flughafen

Die S-Bahnen fahren regelmäßig alle 5 bis 10 Minuten. Sie fahren bis zur Haltestelle Universität (Fahrzeit: 10 Minuten) und folgen dem Weg von der S-Bahn zum IGM. [Eine detaillierte Wegbeschreibung finden Sie auf unserer Homepage.](#)

Mit dem Flugzeug

Bei der Ankunft am Flughafen Stuttgart befinden Sie sich auf der Ebene 1 (unterste Ebene) des Flughafengebäudes. Sie gehen zum S-Bahnhof (eine Etage tiefer, Eingang durch ein großes grünes S gekennzeichnet). Bevor Sie in die S-Bahn einsteigen, müssen Sie sich einen Fahrschein an den roten Fahrscheinautomaten nahe den Rolltreppen zum Bahnsteig kaufen. Sie brauchen einen Fahrschein für 2 Zonen. Anschließend nehmen Sie eine der S-Bahnlinien

- S2 Richtung Schorndorf
- S3 Richtung Backnang

und fahren bis zur Haltestelle Universität (Fahrzeit: 17 Minuten).

Von dort aus folgen Sie dem Weg von der S-Bahn zum IGM. [Eine detaillierte Wegbeschreibung finden Sie auf unserer Homepage.](#)

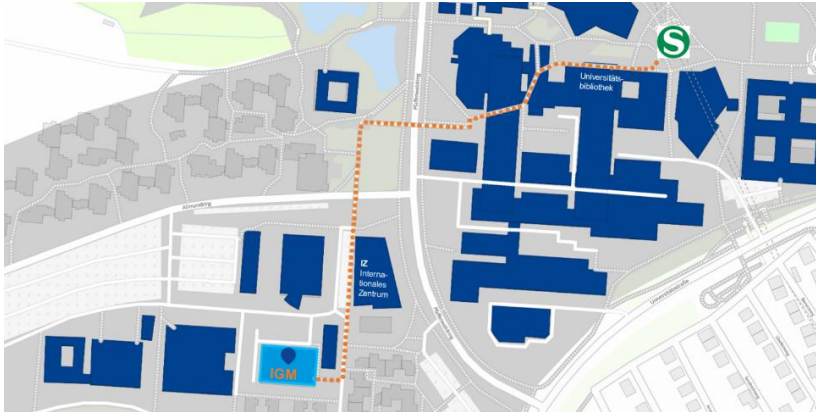


Abbildung 2: Fußweg von der S-Bahn Haltestelle Universität zum IGM

12 Kontakt

Gerne können Sie uns kontaktieren unter:

Universität Stuttgart
Institut für Großflächige Mikroelektronik (IGM)
Allmandring 3 B
70569 Stuttgart

T +49 (0)711 685-66922
igm@igm.uni-stuttgart.de
www.igm.uni-stuttgart.de