



Universität Stuttgart
Institut für Großflächige Mikroelektronik



Jahresbericht 2023

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

April 2024

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 und Preise.....	15
5	Projekte und Forschungsaktivitäten.....	19
	5.1 WAGNER-Projekt	19
	5.2 Graduiertenkolleg (GRK2642): Quantensensor.....	20
	5.3 Industrieprojekt Fotosensoren	21
	5.4 BAMBAM-Projekt.....	21
	5.5 6G-LICRIS-Projekt.....	22
6	Vorträge und Konferenzbeiträge.....	22
7	Publikationen	23
8	Mitarbeit in Organisationen.....	24
9	Der Reinraum	25
10	IGM-Aktivitäten	30
	10.1 6G-LICRIS Workshop	30
	10.2 Girls' Day	31
	10.3 Tag der Wissenschaft	32
	10.4 Institutsausflug.....	33
	10.5 Weihnachtsfeier	33
11	Anfahrt und Lageplan	34
12	Kontakt	36

1 Vorwort

Liebe Freundinnen und Freunde des Instituts für Großflächige Mikroelektronik,

wir freuen uns, unseren wissenschaftlichen Kooperationspartnern, Ehemaligen und sonstigen Freunden die Aktivitäten und Neuigkeiten des Jahres 2023 präsentieren zu können.

Im Jahr 2023 konnte der gesamte Lehrveranstaltungsplan des Instituts ohne jegliche Einschränkungen angeboten werden. Im Rahmen verstärkter Anstrengungen des Fachbereichs zur Internationalisierung, wird derzeit auch eine Verstärkung des englischsprachigen Lehrangebots des Instituts vorbereitet. Im Zentrum steht dabei zunächst die Übersetzung des Moduls Grundlagen der Elektrotechnik I/II.

Im Jahr 2023 konnten die bereits im letzten Jahresbericht genannten Forschungsverbände mit IGM Beteiligung erfolgreich weitergeführt werden. Neben einem in Zusammenarbeit mit einem Institut des KIT (Karlsruher Institut für Technology) durchgeführten Landesprojekt zur Demonstration einer auf dem UPD Drucker basierenden additiven Aufbautechnik 140 GHz Radars für Automobile, sind dies ein EU gefördertes Konsortium zur Realisierung von Mikro LED Bildschirmen sowie ein BMBF Konsortium zur Realisierung von flüssigkristallbasierten, rekonfigurierbaren, intelligenten Oberflächen für zukünftige 6G Mobilfunksysteme. Darüber hinaus werden die bereits laufenden Arbeiten zur Entwicklung von quantenbasierten Gassensoren im Rahmen der Graduiertenschule „Photonic Quantum Engineers“ (GRK2642) weitergeführt.

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 Mitarbeiterinnen und 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 April 2024



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 Frühauf	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	Marco Dettling , M.Sc.	marco.dettling	66932
	Florian Kleber , M.Sc.	florian.kleber	69321
	Hanghang Li , M.Sc.	hanghang.li	69306
	Martin Römhild , M.Sc.	martin.roemhild	66930
	Dr.-Ing. Patrick Schalberger	patrick.schalberger	69320
	Yannick Schellander , M.Sc.	yannick.schellander	66929
	Annika Schmekal , M.Sc.	annika.schmekal	66925
	Kai Waldner , M.Sc.	kai.waldner	66931
	Markus Widmaier , M.Sc.	markus.widmaier	69307
	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 1

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 2

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 1 und 2 – Vortragsübungen

Ansprechpartner: Dr.-Ing. Patrick Schalberger

Winter- und Sommersemester, 2 Semester, Bachelorstudiengang

Grundlagen der Elektrotechnik 1 und 2 – 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

Filtersynthese Übungen

Ansprechpartner: Marco Dettling, M.Sc.

Wintersemester, 1 Semester, Masterstudiengang

Thin Film Technology Exercises (auf Englisch)

Ansprechpartnerin: Hanghang Li, M.Sc.

Wintersemester, 1 Semester, Masterstudiengang

Flachbildschirme Übungen

Ansprechpartner: Kai Waldner, M.Sc.

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

Optical Signal Processing Exercises (auf Englisch)

Ansprechpartner: Yannick Schellander, M.Sc.

Sommersemester, 1 Semester, Masterstudiengang

4.3 Praktika

Grundlagenpraktikum „Grundlagen der Elektrotechnik“

Das Grundlagenpraktikum ist ein institutsübergreifendes Praktikum und findet im zweiten Semester (Sommersemester) statt. 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 Sieben-segmentanzeige 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 Sieben-segmentanzeige anzuschließen. Nach dem Praktikum verbleibt die fertiggestellte 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 und Preise

Folgende Bachelor-, Forschungs- und Masterarbeiten wurden im Jahr 2022
erfolgreich am IGM abgeschlossen:

Bachelorarbeiten

Daniel Rüdt

Alternative Drain-/Source-Kontaktierung für IGZO Transistoren

André Glaser

Untersuchung von Ansteuerkonzepten für grossflächige Sensorarrays

Forschungsarbeiten

Nishika Agrawal

Kompatibilität von a-Si-Photodioden mit IGZO-Dünnschichttransistoren

Nora Lösch

Optimierung von Sinter- und Ultrapräzisionsdruckprozessen von Hochleit-
fähigen Nanomaterialien

Anant Mantha

Untersuchung von Dielektrika in MEMS Bauelementen

Nishitha Palan

Investigation of Photoresist Stacking for Hybrid Capillary-Based 3D
Microelectronic Devices

Forschungsarbeiten

Arpan Biswas

Automatisierte Parameterextraktion von TFT-Parametern für die Simulation

Shreya Pervaje

Entwicklung und Herstellung von UV-Photosensoren und Photostromdetektion mit a-IGZO

Masterarbeiten

Markus Widmaier

Untersuchung Plasmaabgeschiedener Dünnschichten für MEMS Bauelemente

Yunyi Ouyang

Untersuchung von IGZO-TFTs mit kleiner Weite/Länge

Xiaoge Bai

Untersuchung des Verhaltens von IGZO-TFTs bei separat angeschlossenen Top- und Bottom-Gates

Nishika Agrawal

Analog-Digital-Wandlerschaltungen mit Indium-Gallium-Zink-Oxid Dünnschichttransistoren

Leo Burger

Robuste IGZO Analogschaltungen

Maurice Schamber

Anwendung von IGZO-Halbleitern für die UV-Photodetektion

Die Masterarbeit wurde zusammen mit Herrn Prof. Dr. Tilmann Pfau, Institutsleiter des 5. Physikalischen Instituts, betreut.

Preisverleihung

SID Distinguished Student Paper Award

Yannick Schellander, Doktorand am IGM, hielt am 25. Mai 2023 auf der SID Display Week 2023 einen Vortrag mit dem Titel "Ultraviolet Photodetectors and Readout Based on a-IGZO Semiconductor Technology" und erhielt zusammen mit Marius Winter, Maurice Schamber, Fabian Munkes, Patrick Schalberger, Harald Kübler, Tilman Pfau und Norbert Frühauf den "Distinguished Student Paper Award".

Das Internationale Symposium fand vom 21. bis zum 26. Mai 2023 in Los Angeles, USA statt. Eine erweiterte Version der Publikation wurde im „Journal of the Society for Information Display“ veröffentlicht.

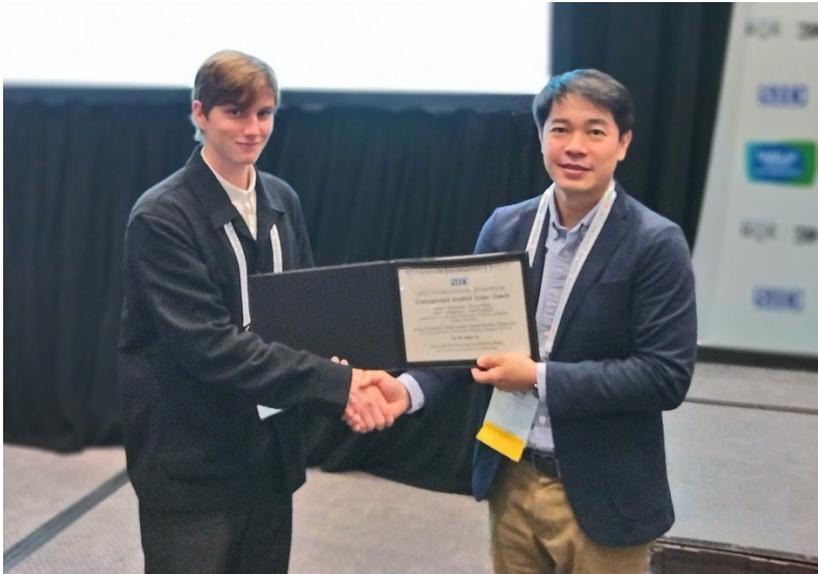


Abbildung 1: Yannick Schellander erhält den "SID Distinguished Student Paper Award"

Auszeichnung

Prof. Norbert Frühauf und Dr. Patrick Schalberger erhielten für ihre herausragende Leistung als General Chair und Program Chair der Eurodisplay 2022 in Stuttgart die Auszeichnung "Certificate of Commendation". Beide Auszeichnungen wurden Prof. Norbert Frühauf auf der SID Display Week 2023 in Los Angeles, USA überreicht.



Abbildung 2: Achin Bhowmik, SID Präsident, übergibt die Auszeichnung an Norbert Frühauf

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.

Das IGM arbeitet zurzeit an folgenden Projekten:

5.1 WAGNER-Projekt

Das WAGNER-Projekt, gefördert vom MWK Baden-Württemberg, hat sich zum Ziel gesetzt, den von XTPL entwickelten Ultra-Precise Deposition (UPD) Hochpräzisionsdruck für die Aufbau- und Verbindungstechnik von automobilen Radarsystemen im D-Band (110-170 GHz) speziell bei 140 GHz einzusetzen. Die Drucktechnik ist ein Extrusionsverfahren für hochviskose Tinten, bei der sich eine sehr feine Nadel im Kontakt mit dem Substrat befindet. Das Verfahren zeigt eine herausragende Präzision und Auflösung für ein additives Fertigungsverfahren. Damit eignet es sich besonders für den Druck von Wellenleitern, die im sub-THz-Bereich für eine funktionierende Chipkontaktierung erforderlich sind. Im Rahmen des InnovationsCampus Mobilität der Zukunft (ICM) hat das WAGNER-Projekt zudem zu einer intensiven Vernetzung mit vielen Forschungsinstituten der Universität Stuttgart und des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) geführt.

5.2 Graduiertenkolleg (GRK2642): Quantensensor

Neue Konzepte für die elektrische Auslesung eines optogalvanischen Stickstoffmonoxid Spurengassensors

Ein Spurengassensor, der auf der optogalvanischen Detektion von Rydberg-Zuständen basiert, sollte den Nachweis von Stickstoffmonoxid (NO) im niedrigen ppb-Bereich in einem Hintergrundgas bei Atmosphärendruck ermöglichen. Die in einer Gaszelle befindlichen NO-Moleküle werden durch Lasereinstrahlung in Rydberg-Zuständen angeregt und anschließend thermisch ionisiert. Die entstehenden Ladungen werden durch eine angelegte Spannung zu Elektroden geleitet und anschließend durch eine Strommessung nachgewiesen. Die elektrische Auslesung besitzt im Vergleich zur optischen Detektion eine höhere Empfindlichkeit und eine bessere Integrationszeit. Mit Hilfe der Dünnschichttechnologie kann die elektrische Auslesung (Elektrode + Transimpedanzverstärker) auf der Zellenwand realisiert werden.

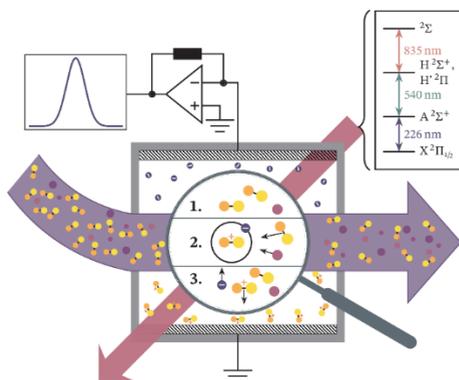


Abbildung 3: Schematische Darstellung des Funktionsprinzips eines auf Anregung in den Rydberg-Zustand basierenden Spurengassensors

5.3 Industrieprojekt Fotosensoren

Im Auftrag eines japanischen Start-up Unternehmens entwickelt das IGM ein großflächiges Fotosensorarray. Besondere Herausforderungen entstehen in diesem Projekt durch die geforderte Fläche des Sensorarrays von mehr als 100 cm² sowie die Zielvorgabe, das Array weitestgehend transparent zu gestalten. Weiterhin soll die Herstellung des Arrays auf etablierten Methoden der großflächigen Mikroelektronik erfolgen, so dass eine kostengünstige Massenfertigung in Fabrikationsanlagen für Flachbildschirmpanels möglich ist.

5.4 BAMBAM-Projekt

Das zum 01.09.2022 gestartete EU Projekt „BAMBAM“ (Building Active MicroLED displays By Additive Manufacturing) erforscht innovative Fertigungsmethoden zur Herstellung von Mikro LED basierten Displays für eine zukünftige, nachhaltige Bildschirmfertigung in Europa. Dafür kooperiert ein EU weites Konsortium aus den Firmen Aledia (Frankreich), Xdisplay und X-Celeprint (Irland), BARCO und QustomDot (Belgien), XTPL (Polen) und das Institut für Großflächige Mikroelektronik der Universität Stuttgart (Deutschland). Schwerpunkte der Forschungsarbeiten des IGM für das Projekt sind die elektrische Kontaktierung von Mikro LEDs und Treiberchips mithilfe eines neuartigen, hochauflösenden Druckverfahrens (Ultra-Precise Deposition) der Firma XTPL sowie die Herstellung weiterer funktioneller Strukturen im Display.

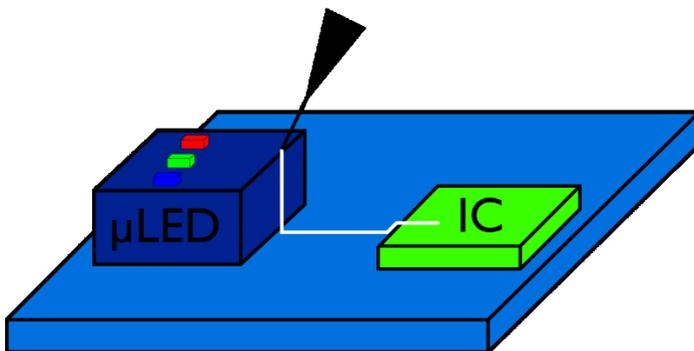


Abbildung 4: Kontaktierung von Mikro LED und Treiber IC auf Pixel Ebene mittels UPD Druck

5.5 6G-LICRIS-Projekt

Im Oktober 2022 konnte das BMBF geförderte Verbundprojekt 6G-LICRIS (Liquid Cystal Reconfigurable Intelligent Surfaces for 6G Mobile Networks) gestartet werden. Das Konsortium besteht aus den Partnern Rohde & Schwarz, Ericsson, Merck, IMST, brown-iposs, Fraunhofer HHI, der TU Berlin und dem IGM der Universität Stuttgart. Forschungsthema ist die Integration von auf Flüssigkristall Zellen basierenden intelligenten, rekonfigurierbaren, reflektiven Oberflächen in zukünftige 6G-Mobilfunk Netzwerke. Die RIS (Reconfigurable Intelligent Surfaces) sollen durch gezielt steuerbare Reflektion der Funkwellen (ähnlich einer zweidimensionalen Phasen Array Antenne, bei der die Phasenverschiebung der Einzelelemente durch die lokale Ausrichtung der Flüssigkristallmoleküle beeinflusst wird) die Netzabdeckung erhöhen und im Vergleich zum Einsatz von Repeatern den Energieverbrauch reduzieren. Aufgaben des IGM hierbei sind erst die Entwicklung und Optimierung von Fertigungsprozessen für flüssigkristallbasierte RIS Elemente und deren Integration mit einer angepassten (Aktiv-) Matrix Technologie. Darauf folgt die Entwicklung der Ansteuerung für die Matrizen und abschließend die Realisierung von RIS Modulen am IGM für die Charakterisierung und die Integration in Netzwerk Demonstratoren bei den Projektpartnern.

6 Vorträge und Konferenzbeiträge

25.05.2023: Vortrag auf der SID Display Week 2023 in Los Angeles, USA

Yannick Schellander, Doktorand am IGM, hielt am 25. Mai 2023 auf der SID Display Week 2023 einen Vortrag mit dem Titel "Ultraviolet Photodetectors and Readout Based on a-IGZO Semiconductor Technology" und erhielt zusammen mit Marius Winter, Maurice Schamber, Fabian Munkes, Patrick Schalberger, Harald Kübler, Tilman Pfau und Norbert Frühauf den "Distinguished Student Paper Award". Das Internationale Symposium fand vom 21. bis zum 26. Mai 2023 in Los Angeles, USA statt. Eine erweiterte Version der Publikation wurde im „Journal of the Society for Information Display“ veröffentlicht.

23.08.2023: Eingeladener Vortrag auf der IMID 2023 in Busan, Korea

Am 23. August 2023 hielt Prof. Frühauf einen eingeladenen Vortrag mit dem Titel "Process and Circuit Designs for Co-Fabricated Enhancement and Depletion IGZO Thin Film Transistors" auf der Konferenz "International Meeting on Information Display (IMID)", die vom 22. bis 25. August 2023 in Busan, Korea stattfand. Der Vortrag entstand in Zusammenarbeit mit den Co-Autoren Yannick Schellander, Hanghang Li und Florian Kleber.

06.12.2023: Eingeladener Vortrag auf der IDW '23 in Niigata, Japan

Am 6. Dezember 2023 hielt Yannick Schellander, Doktorand am IGM, einen eingeladenen Vortrag mit dem Titel "Ultraviolet Photodetectors and their Readout Realization for Future Active Matrix Sensing" auf der Konferenz "International Display Workshop (IDW)", die vom 6. bis 8. Dezember 2023 in Niigata, Japan stattfand. Der Vortrag entstand in Zusammenarbeit mit den Co-Autoren Maurice Schamber, Fabian Munkes, Robert Löw, Patrick Schalberger, Harald Kübler, Tilman Pfau, Norbert Frühauf.

7 Publikationen

Ultraviolet photodetectors and readout based on a-IGZO semiconductor technology

Schellander, Y., Winter, M., Schamber, M., Munkes, F., Schalberger, P., Kuebler, H., Pfau, T., Fruehauf, N.

Journal of the Society for Information Display, 2023, Vol. 31, Issue 5, pp. 363-372 <https://doi.org/10.1002/jsid.1202>

High-performance MEMS shutter display with metal-oxide thin-film transistors and optimized MEMS element

Nusayer, S.A.A., Schalberger, P., Baur, H., Kleber, F., Fruehauf, N.

Journal of the Society for Information Display, 2023, Vol. 31, Issue 9, pp. 535-547 <https://doi.org/10.1002/jsid.1252>

Ultraprecise Printing of D-Band Transmission Lines

Roemhild, M., Gramlich, G., Baur, H., Zwick, T., Fruehauf, N.)

IEEE Microwave and Wireless Technology Letters, 2023, Vol. 33, Issue 10, pp. 1419-1422 <https://doi.org/10.1109/LMWT.2023.3300569>

A Diamond Quantum Magnetometer Based on a Chip-Integrated 4-way Transmitter in 130-nm SiGe BiCMOS

Lotfi, H., Kern, M., Striegler, N., Uden, T., Scharpf, J., Schalberger, P., Schwartz, I., Neumann, P., Anders, J.
2023 IEEE Radio Frequency Integrated Circuits Symposium (RFIC), pp. 253-256 <https://doi.org/10.1109/RFIC54547.2023.10186184>

Ultra-Precise Deposition (UPD) Printing for Millimeter Wave Interconnects in D-Band

Gramlich, G., Römhild, M., Baur, H., Bhutani, A., Lemmer, U., Fruehauf, N., Zwick, T.
2023 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC). pp. 1-3 (2023)
<https://doi.org/10.1109/APMC57107.2023.10439807>

8 Mitarbeit in Organisationen

- Vorsitzender des Kuratoriums der Eduard-Rhein-Stiftung, Deutschland
- Mitglied des Kuratoriums des Instituts für Mikroelektronik Stuttgart (IMS), Deutschland
- Regional Vice President Europe, 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. Mit dem XTPL DELTA Ultra-Precise Deposition (UPD) Drucksystem steht zudem ein System zur Verfügung, das es ermöglicht, hochpräzise Strukturen mit Linienbreiten $<5\mu\text{m}$ bei gleichzeitig hohen Schichtdicken von mehreren hundert Nanometern digital zu drucken. Dies eröffnet viele neue Anwendungen im Bereich der gedruckten Elektronik, der Aufbau- und Verbindungstechnik oder für die Defekt Reparatur in Dünnschichtschaltungen.

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-Aktivitäten

10.1 6G-LICRIS Workshop

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundprojekts 6G-LICRIS (Liquid Crystal Reconfigurable Intelligent Surfaces for 6G Mobile Networks) veranstaltete das IGM am 28.04.2023 einen Workshop zum Thema „Flüssigkristall Technologie für Hochfrequenzanwendungen“.

Ziel war es, sowohl den Projektpartnern als auch Externen aus dem Bereich der 6G-Plattform Aufbau und Funktion einer Flüssigkristallzelle zu erläutern. Das IGM und die Firma Merck hielten Vorträge zu den Themen „Grundlagen der Flüssigkristalle“, „Ansteuerung von Flüssigkristallen“ und „Besonderheiten für Hochfrequenzanwendungen“. Zum Abschluss fand eine Führung am IGM statt, die den Teilnehmer*innen einen interessanten Einblick in das 480 m² große Reinraumlabor gab.



Abbildung 5: Teilnehmer*innen des 6G-LICRIS Workshops

10.2 Girls' Day

Nach dem Motto „Wir wollen euch zeigen, dass Experimentieren, Forschen und Bauen nicht nur was für Jungs sind!“ beteiligte sich das IGM mit dem Thema „Handy, Laptop & Co, wie funktioniert eigentlich ein Display“ am Girls' Day der Universität Stuttgart, der am 27.04.2023 stattfand.

Den Schülerinnen wurde erklärt wie ein Display funktioniert: vom Lichtstrahl an über die Physik bis hin zur Ansteuerung. Dabei wurde jedes Element durch einen kleinen praktischen Versuch veranschaulicht. Einige der Versuche konnten die Teilnehmerinnen selbst durchführen, wie zum Beispiel den Bau eines eigenen Touchpad-Prototypens.

Alle Beteiligten hatten großen Spaß und das IGM konnte sich über positive Rückmeldungen freuen!

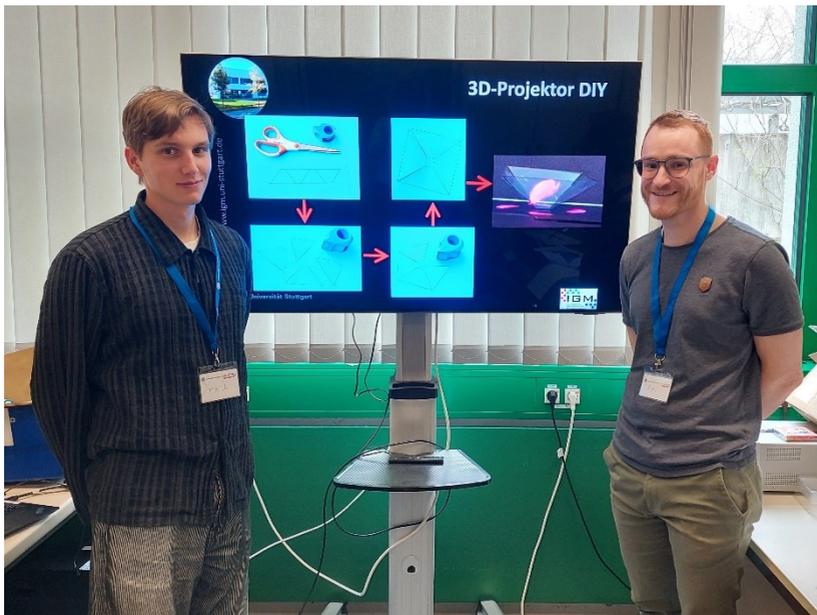


Abbildung 6: Yannick Schellander und Kai Waldner erklären den Bau eines 3D Projektors

10.3 Tag der Wissenschaft

Einmal im Jahr öffnet die Universität Stuttgart ihre Labortüren und lädt zu einem Tag voller Entdeckungen und Einblicke in die Welt der Wissenschaft ein.

Auch in diesem Jahr beteiligte sich das IGM am Tag der Wissenschaft am 13.05.2023 und konnte auf seinem Stand anhand von Exponaten und Vorführungen einen Einblick in die großflächige Mikroelektronik, speziell in den Anwendungsbereichen der Display- und Sensortechnik, aber auch in der aktuellen Forschung im Mobilfunk vermitteln. Darüber hinaus fanden Führungen am IGM statt, die auf reges Interesse stießen und den Teilnehmer*innen einen spannenden Einblick in die mehr als 500 m² große Reinraumfläche gaben.

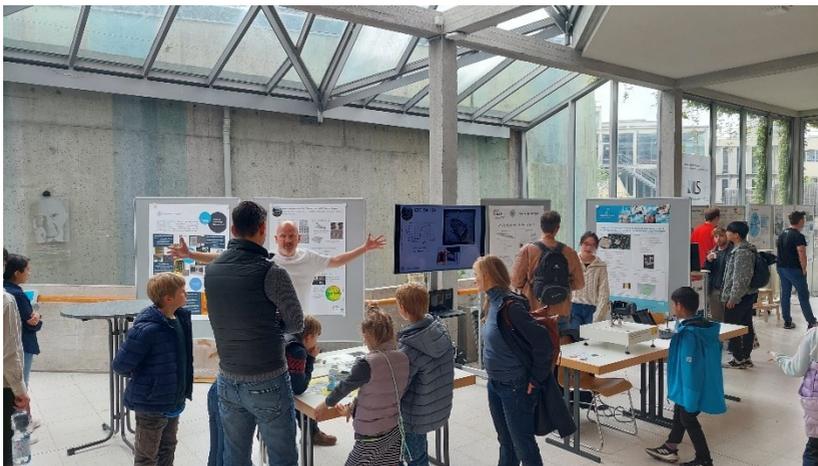


Abbildung 7: Großes Interesse am IGM Stand

10.4 Institutsausflug

Nach längerer Pause konnte am 19. Juli 2023 endlich wieder ein Institutsausflug stattfinden. Am Vormittag besuchten wir die sehr interessante Banksy-Ausstellung und stärkten uns anschließend in den Königsbau-Passagen. Dann fuhren wir mit der Stadtbahn nach Stuttgart-Feuerbach, wo uns ein schöner Wanderweg zu den Mammutbäumen und zur historischen Burgruine Dischingen führte. Bei herrlichem Wetter und bester Stimmung ließen wir den schönen Tag auf der Terrasse des Gasthauses Grünewald bei Speis und Trank ausklingen.



Abbildung 8: IGM Mitarbeiter*innen und Studierende beim Institutsausflug

10.5 Weihnachtsfeier

Das IGM freute sich, „seine“ Studierenden und ehemaligen Mitarbeiter*innen zur Weihnachtsfeier am 18.12.2023 in die Räumlichkeiten des Instituts einladen zu können. Bei Kaffee und Kuchen fand in gemütlicher Atmosphäre ein reger Austausch statt.

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.

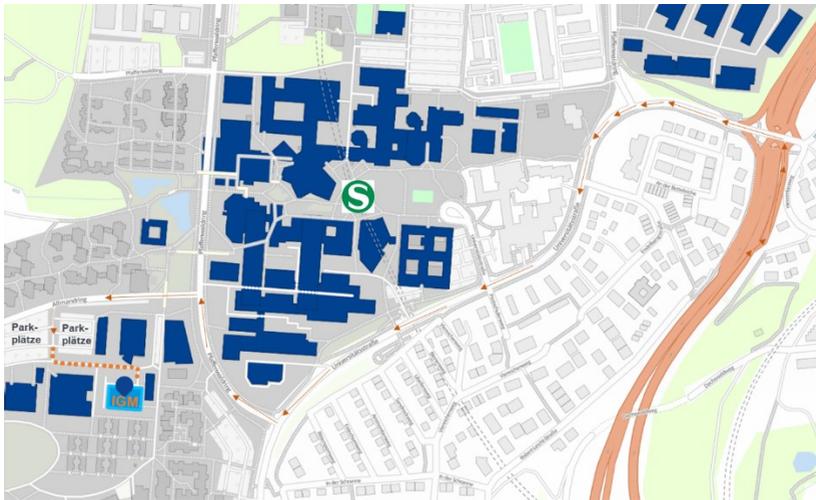


Abbildung 9: Mit dem Auto zum IGM

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.](#)

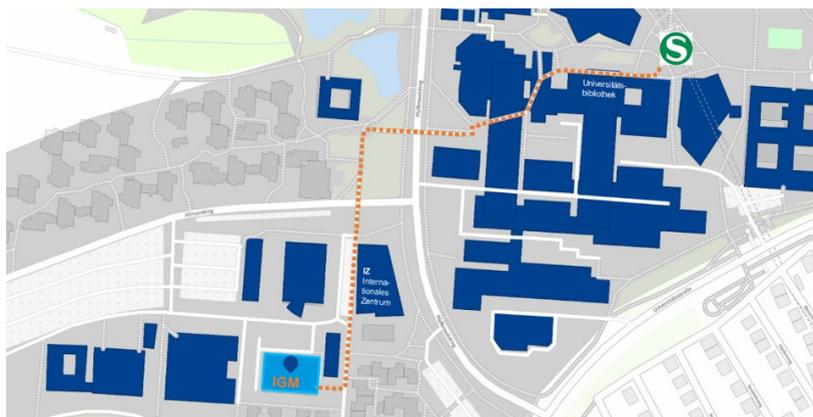


Abbildung 10: Fußweg von der S-Bahn Haltestelle Universität zum IGM

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