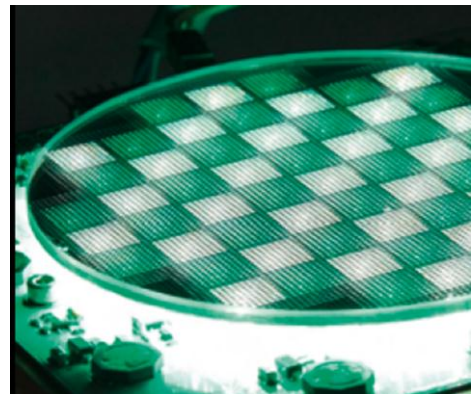


<b>Projekt:</b>	<b>Monolithische elektrooptische Co-Integration zur Realisierung von High End Sampler ASICs - MOSAIC</b>
Koordinator:	Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG Gerhard Kahmen Mühldorfstrasse 15 81671 München Tel.: +49 (0) 89 4129 11429 e-Mail: gerhard.kahmen@rohde-schwarz.com
Projektvolumen:	3,4 Mio € (ca. 63 % Förderanteil durch das BMBWF)
Projektlaufzeit:	01.10.2012 bis 30.06.2016
Projektpartner:	➔ IHP GmbH, Frankfurt/Oder ➔ TU Berlin ➔ Universität Stuttgart ➔ JCMwave, Berlin ➔ A.L.S. GmbH, Berlin

### **Photonik fit für die Zukunft: integrierte Mikrophotonic**

Seit der Erfindung der Elektrizität hat kaum eine Technologie so umfangreich Einzug in den menschlichen Alltag gehalten wie der integrierte elektronische Schaltkreis. Diesen Erfolg verdankt die Siliziumelektronik einer beispiellosen Miniaturisierung und Automatisierung. Der Photonik stand eine entsprechende Plattformtechnologie bislang nicht zur Verfügung. Zahlreiche unterschiedliche Materialien zur Erzeugung, Manipulation und Detektion von Licht sowie hohe Anforderungen an die Justierung erschwerten sowohl eine zur Siliziumelektronik analoge Miniaturisierung als auch eine vergleichbare Automatisierung der Herstellung. Dennoch werden seit geraumer Zeit auch in der Photonik erhebliche Anstrengungen unternommen, die systemischen Vorteile der Mikrointegration so weit wie möglich zu übernehmen. Die Anwendungen sind vielfältig: Von der Telekommunikation über die Konsumelektronik bis zur Anlagensteuerung stellt die Möglichkeit, ein optisches System zu miniaturisieren, die notwendige Bedingung für die Realisierung innovativer Produkte dar. Deutsche Unternehmen partizipieren auf vielfältige Weise und überaus erfolgreich am Weltmarkt für mikrooptische Systeme. Für den sich abzeichnenden Wandel hin zur mikrooptischen Integration befinden sie sich in einer sehr guten Ausgangsposition. Vom Design über Mikrostrukturierung und Materialintegration bis zur Aufbau- und Verbindungstechnik zielt die Fördermaßnahme „Integrierte Mikrophotonic“ darauf ab, das erforderliche Know-How für die optische Mikrointegration in Verbundprojekten zu erarbeiten und für eine breite Verwendung verfügbar zu machen. Das BMBWF stellt für die Partner dieser Förderinitiative in zwölf Verbundprojekten etwa 40 Mio. Euro bereit.



**Bild 1: 2D-Array aus 9100 Mikroprojektoren auf einem 4"-Wafer, Dicke 3 mm.  
(Quelle: Fraunhofer IOF)**

## **Integrierter elektro-optischer Siliziumchip für die Messtechnik**

Monolithisch integrierte elektro-optische Chips gelten als die Technologie mit dem höchsten Innovationspotenzial für zukünftige I&K-Anwendungen. Ein integrierter optischer Datenbus hat gegenüber der elektronischen Datenübertragung Vorteile hinsichtlich der Übertragungsgeschwindigkeit, des Leistungsverbrauchs und des Platzbedarfs. Dennoch gibt es eine Reihe von Problemen, die einen Einsatz in Computersystemen derzeit verhindern. So gibt es keine hinreichend leistungsfähige Lichtquelle auf Basis des Chipmaterials Silizium. Eine integrierte Lichtquelle müsste daher mit anderen Materialien realisiert werden, den Verbindungshalbleitern, was den Herstellungsprozess spürbar verteuert. Daher werden solche Prozessoren derzeit fast ausschließlich für die Anwendung in Supercomputern konzipiert, wo der Nachteil der höheren Herstellkosten vertretbar erscheint.

Neben dem Einsatz in der I&K sind solche Systeme jedoch auch für andere Anwendungen interessant. Gegenstand des vorliegenden Verbundprojekts ist die Verwendung eines integrierten elektro-optischen Chips für die Höchsthfrequenzmesstechnik.

### **Licht statt Elektronen für eine maximale Signalqualität bei höchsten Frequenzen**

Eine Messung bedarf grundsätzlich einer Referenz, also eines Bezugs, mit dem das zu vermessende Objekt oder Phänomen verglichen wird. Im Falle dynamischer Vorgänge ist der wichtigste Bezug die Uhr. Deren periodische Bewegung definiert eine Zeitskala, die an den zu vermessenden Vorgang angelegt wird und die eine Quantifizierung der Abläufe erlaubt.

Möchte man nun sehr schnelle Phänomene untersuchen, benötigt man entsprechend schnell oszillierende Uhren. Man kann sich dies analog zu einem Hundertmeterlauf vorstellen, den man nicht mit dem Stunden- oder Minutenzeiger einer normalen Uhr abstoppen kann, sondern für den man eine Genauigkeit von einer hundertstel Sekunde benötigt. Entsprechend schnell muss die Schwingung sein, die die Uhr treibt.

Im Bereich der Hochfrequenzmesstechnik hat man es mit Schwingungen im Bereich bis zu 100 Gigahertz zu tun, d.h. pro Sekunde finden 100 Milliarden Oszillationen statt. Soll eine solche schnelle Schwingung präzise abgetastet werden, muss der Taktgeber nochmals wesentlich schneller, als das zu vermessende Signal und diese Referenzoszillation von guter Qualität sein, um ein hochwertiges Messsignal zu erhalten.

Bisher verwendete, rein elektronische Systeme stoßen bei solchen Anforderungen an ihre Grenzen. Mit Lichtpulsen lassen sich jedoch Signale mit einer um den Faktor Hundert besseren Signalqualität erzeugen. Als Taktgeber dient ein sogenannter Pikosekundenlaser, der Lichtpulse von etwa einer tausendstel Nanosekunde Dauer und mit einer Wiederholrate von 10GHz erzeugt. Dieses optische Abtastsignal muss nun für die Auswertung in ein digitales elektronisches Signal umgewandelt werden, um elektronisch ausgewertet werden zu können. Hieraus resultiert der Bedarf an einem elektro-optischen Schaltkreis, der eben diese Aufgabe übernimmt. Das im Chip verarbeitete Licht wird also extern vom Pikosekundenlaser

erzeugt. Für eine I&K-Anwendung wäre eine so aufwendige externe Lichtquelle natürlich unwirtschaftlich, hier ist sie jedoch Bestandteil des Messprinzips.

Der Einsatz eines monolithisch integrierten, photonischen Schaltkreises ist für solche Anwendungen, die nicht dem Kostendruck des I&K-Massenmarktes unterliegen, bereits heute lohnend, bis dato jedoch noch nicht erfolgreich verwirklicht worden.