

# PRESSEMITTEILUNG

-----  
PRESSEMITTEILUNG11.09.2019 | Seite 1 von 4  
-----

## L3MATRIX – großformatige Silizium-Photonik-Matrix für Low-Power- und Low-Cost-Rechenzentren

**Das Forschungs- und Innovationsprojekt L3MATRIX (Large Scale Silicon Photonics Matrix für Low-Power- und Low-Cost-Rechenzentren), kofinanziert vom Rahmenprogramm Horizon 2020 der Europäischen Union – „ICT-27-2015 - Photonics KET“, hat seine Aktivitäten erfolgreich abgeschlossen. Das L3MATRIX-Projekt lieferte eine Lösung für die Herausforderungen im Zusammenhang mit Skalierung, Latenz und optischer Reichweite und ermöglichte einen reibungslosen Übergang zu kostengünstigen und stromsparenden Pb/s-Scale-Netzwerken.**

Das Horizon-2020-Rahmenprogrammprojekt L3MATRIX der Europäischen Union lieferte eine neue Methode zum Bau von Schaltelementen für Rechenzentren, die eine hohe Radix-Konnektivitätsarchitektur mit einer erweiterten Bandbreite von 25 Gb/s in Singlemode-Fasern und Wellenleitern mit geringer Latenz kombiniert. Das Ergebnis dieses Ansatzes ist, dass große Netzwerke im Pb/s-Bereich als ein einstufiges, nicht blockierendes Netzwerk eingerichtet werden können.

Die ständig wachsende Zunahme des globalen Internetverkehrs stellt Rechenzentrumsbetreiber und Gerätehersteller vor große Herausforderungen. Ein fast exponentielles Wachstum ist sowohl für den Intra- als auch für den Inter-Rechenzentrums-Verkehr zu verzeichnen, das auf das kontinuierliche Wachstum von Cloud-basierten Anwendungen, Social Media und Big Data Analytics zurückzuführen ist. Moderne Rechenzentren nutzen Hunderttausende von Servern in mehreren Hierarchiestufen, die ein effizientes, kostengünstiges und energieeffizientes Verbindungsnetz erfordern. Darüber hinaus müssen die Switching-Plattformen die hohe Bandbreite unterstützen, die für großflächige, nichtblockierende Topologien erforderlich ist. Diese strengen Anforderungen sind mit herkömmlichen elektronischen Paket-Switching- und kupferbasierten Verbindungstechnologien schwer zu erfüllen, wobei die Haupteinschränkungen durch hohen Stromverbrauch, begrenzte Reichweite und steigende Latenzzeiten entstehen. Die Einführung photonischer Technologien im Rechenzentrum in den letzten Jahren führte zu einer deutlichen Leistungssteigerung. Die Anforderungen bezüglich des zunehmenden Traffics überstiegen jedoch die technologischen Möglichkeiten und es wurden neue Ansätze benötigt. Das inzwischen erfolgreich

---

**Presse**

**Georg Weigelt** | Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Telefon +49 30 46403-279 | Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | [www.izm.fraunhofer.de](http://www.izm.fraunhofer.de) | [georg.weigelt@izm.fraunhofer.de](mailto:georg.weigelt@izm.fraunhofer.de)

**FRAUNHOFER INSTITUT FÜR ZUVERLÄSSIGKEIT UND MIKROINTEGRATION IZM**

abgeschlossene EU-Projekt „L3MATRIX“ hat genau diese Herausforderungen angenommen und Lösungen zur Kostensenkung, Effizienz und Leistung entwickelt.

---

**PRESSEMITTEILUNG**11.09.2019 | Seite 2 von 4

---

Das Projekt L3MATRIX lieferte neue technologische Innovationen in den Bereichen Silizium-Photonik (SiPh) und 3D-Geräteintegration. Das Potenzial für eine Netzwerkskalierung auf den Pb/s-Bereich wird durch das Co-Packaging der optischen Verbindungen mit dem Switching-ASIC demonstriert, wodurch die Chip-Radix erhöht wird. Letztere ist die Hauptbeschränkung der Bandbreitenskalierung. Die optische Verbindung wird als große, zweidimensionale SiP-Matrix implementiert, die sowohl die erforderliche Datendichte, basierend auf dem parallelen Layout des Geräts, als auch eine große Reichweite als optische Single-Mode-Lösung bietet. Paket-Parsing und -Switching ist dem ASIC zugeordnet. Diese Lösung ist sowohl kostengünstig als auch stromsparend durch die vertikale Integration der optischen Matrix und des CMOS-Logikchips. Die Montage des optischen Verbindungs-Tranceivers auf dem Chip ist ein logischer Entwicklungsschritt in der optischen Verbindungsindustrie.

Das Ergebnis dieser weitreichenden photonisch-digitalen Integration ist die Schaffung grundlegender neuer System- und Netzwerkarchitekturen, die eine Skalierung des Netzwerks auf Pb/s-Skala mit einem Bruchteil der sonst benötigten Geräte ermöglichen. Das Ergebnis ist eine 10-fache Reduzierung des Stromverbrauchs, da die Anzahl der Schaltgeräte im Vergleich zur herkömmlichen Technologie geringer ist. Die Latenzzeit wird deutlich auf den Bereich von 10-20 ns reduziert, weil die Anzahl der Hops, die ein Paket ausführen muss, geringer ist, da weniger Switching-Layer im Netzwerk eingesetzt werden.

Über einen Zeitraum von 42 Monaten brachte das L3MATRIX-Projekt führende europäische Unternehmen, Universitäten und Forschungseinrichtungen mit großem Fachwissen und Erfahrungsschatz in den Bereichen Silizium-Photonik, III-V-Materialien und 3D-Geräteintegration zusammen. Das Konsortium wurde vom Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM als Projektkoordinator und von Dust Photonics (Israel) als Technologiemanager geleitet. Weitere Partner waren die ams AG (Österreich), die IBM Research GmbH (Schweiz), Aristotelio Panepistimio Thessalonikis (Griechenland), die University Politecnica de Valencia (Spanien), Bright Photonics BV (Niederlande) und das University College London (Großbritannien). Der neuartige Ansatz konzentrierte sich auf die Einbettung von III-V-Quellen auf dem SOI-Substrat, wodurch die Verwendung einer externen Lichtquelle für die Modulatoren und deren Co-Integration mit dem Switching-ASIC entfällt. L3MATRIX lieferte eine neue

---

**Projektleitung**

**Tolga Tekin** | Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Telefon +49 30 46403- 639 |  
Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | [www.izm.fraunhofer.de](http://www.izm.fraunhofer.de) | [tolga.tekin@izm.fraunhofer.de](mailto:tolga.tekin@izm.fraunhofer.de) |

Methode zum Bau von Schaltelementen, die sowohl hohe Radixwerte als auch eine erweiterte Bandbreite von 25 Gb/s bei Singlemode-Fasern und Wellenleitern mit geringer Latenz aufweisen. Der Stromverbrauch von Rechenzentrumsnetzwerken, die mit diesen Geräten ausgestattet wurden, ist im Vergleich zur herkömmlichen Technologie zehnmal niedriger. Für den Bereich Forschung und Entwicklung belief sich das Gesamtbudget des Projekts auf 3,8 Mio. EUR, wobei 3,1 Mio. EUR aus EU-Mitteln stammten, was einen Aufwand von mehr als 420 Personenmonaten für die Dauer des Projekts ermöglichte. Im Mai 2019 wurde das Projekt erfolgreich abgeschlossen und bahnbrechende Entwicklungen des gesamten L3MATRIX-Konsortiums realisiert. Das Ergebnis des L3MATRIX-Projekts war die Demonstration der grundlegenden Bausteine eines optischen Systems mit Co-Packaging. In der Fabrik wurden zweidimensionale Silizium-Photonik-Arrays mit 64 Modulatoren hergestellt. Es wurden neuartige, auf langsamer Lichtmodulation basierende Modulationsverfahren entwickelt, um die effiziente Leistung des Moduls zu unterstützen. Die Integration von DFB-Laserquellen in jede Zelle der Matrix wurde unter Verwendung von Wafer-Bonding zwischen InP- und SOI-Wafern ebenfalls konstruiert. Das Packaging dieser 2D-Photonik-Arrays in eine Chipllet-Konfiguration wurde unter Verwendung eines vertikalen Integrationsansatzes demonstriert, bei dem die optische Verbindungsmatrix auf einem CMOS-Mimic-Chip mit vertikaler 2D-Vertikalfaserkopplung flipchip-montiert wurde. Das optische Chipllet wurde außerdem auf einem Substrat angebracht, um die Integration des Multi-Chip-Moduls des gemeinsam montierten Systems mit einem von mehreren derartigen optischen Chipllets umgebenen Schalter zu ermöglichen.

---

**PRESSEMITTEILUNG**11.09.2019 | Seite 3 von 4

---

Eine proaktive Strategie zur Verwaltung der Rechte an geistigem Eigentum wurde erfolgreich umgesetzt, so dass grundlegende L3MATRIX Innovationen in 6 Patenten erfasst wurden.

Im Hinblick auf die Verbreitung von L3MATRIX-Grundlagenwissen an die wissenschaftliche Gemeinschaft wurden während der Projektlaufzeit mehr als 45 Veröffentlichungen in Fachzeitschriften und mehr als 50 „andere Verbreitungsmaßnahmen“ erstellt, die eingeladene Vorträge zu prestigeträchtigen Konferenzen im Bereich Photonik, Workshop-Präsentationen usw. umfassten. Darüber hinaus organisierte L3MATRIX 3 erfolgreiche Symposien über optische Verbindungen mit mehr als 150 Teilnehmern pro Veranstaltung.

Die wichtigsten Projektergebnisse und -technologien stehen nun kleinen und mittleren Unternehmen zur Weiterentwicklung, zur detaillierten

---

**Projektleitung**

**Tolga Tekin** | Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Telefon +49 30 46403- 639 |  
Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | [www.izm.fraunhofer.de](http://www.izm.fraunhofer.de) | [tolga.tekin@izm.fraunhofer.de](mailto:tolga.tekin@izm.fraunhofer.de) |

**FRAUNHOFER INSTITUT FÜR ZUVERLÄSSIGKEIT UND MIKROINTEGRATION IZM**

Charakterisierung von systemintegrierten photonischen Verbindungen und zur Validierung in Rechenzentrumsumgebungen im Rahmen von 'PhoxLab - European Photonics Innovation Hub for Optical Interconnects' am Fraunhofer IZM in Berlin zur Verfügung.

-----  
**PRESSEMITTEILUNG**

11.09.2019 | Seite 4 von 4  
-----

**Partner im L3MATRIX-Konsortium:**

- Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration, Deutschland (Fraunhofer IZM)
- ams AG, Österreich (AMS)
- IBM Research GmbH, Schweiz (IBM)
- Aristotelio Panepistimio Thessaloniki, Griechenland (AUTH)
- Universitat Politecnica de Valencia, Spanien (UPV)
- Bright Photonics BV, Niederlande (BP)
- University College London, Großbritannien (UCL)
- DustPhotonics Ltd, Israel (DPH)

Weitere Informationen zu den Projektzielen und Highlights finden Sie auf der Website [www.l3matrix.eu](http://www.l3matrix.eu).

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an uns: Dr.-Ing. Tolga Tekin, Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Gustav-Meyer-Allee 25, 13355 Berlin, Deutschland, E-Mail: [tolga.tekin@izm.fraunhofer.de](mailto:tolga.tekin@izm.fraunhofer.de)

Das L3MATRIX-Projekt wird durch das Horizon-2020-Rahmenprogramm der Europäischen Union mit der Fördervereinbarungsnummer 688544 kofinanziert. <https://cordis.europa.eu/project/rcn/199186/factsheet/en>

Das L3MATRIX-Projekt ist eine Initiative der **Photonics Public Private Partnership** [www.photonics21.org](http://www.photonics21.org)

---

**Projektleitung**

**Tolga Tekin** | Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Telefon +49 30 46403- 639 | Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | [www.izm.fraunhofer.de](http://www.izm.fraunhofer.de) | [tolga.tekin@izm.fraunhofer.de](mailto:tolga.tekin@izm.fraunhofer.de) |