

Abstract

Worldwide, the limits and capabilities of optical communication are pushed to new heights due to ever increasing demands for higher data rates in consumer- and commercial applications. This rapid acceleration has led to heated discussions regarding the potential implementation of coherent communication, previously reserved for metro- and long-haul communication, in the intra data center domain. This transition to short reach link distances comes with a new set of requirements previously secondary to coherent interconnects. With power consumption and cost being prime resources, novel approaches to coherent links are required.

Within this work, benefits associated with a paradigm shift from C- to O-band coherent communication are investigated, focusing primarily on a monolithic silicon photonic platform. A dedicated O-band coherent receiver is designed, fabricated, and evaluated for its potential deployment in an amplifier-free environment.

As an alternative means to bridge the gap between conventional C-band and upcoming O-band coherent photonics and support future demands for increased data rates and capacity, a dual-window coherent receiver for O- and C-band operation is demonstrated at 64 GBd QPSK.

The aptitude of O-band coherent communication to meet the immediate demands for data center applications is further evaluated based on an end-to-end link modeling.

This work has successfully demonstrated the implementation of an O-band coherent receiver for future intra data center links, thus verifying the concept. The experimental results presented in this thesis are based on non-optimized prototypes. Therefore, future work should focus on utilizing the full potential only available through rigorous device iterations.

Zusammenfassung

Weltweit werden die Grenzen und Möglichkeiten optischer Kommunikationstechnik durch den immerzu wachsenden Bedarf an steigenden Datendurchsatzraten zu neuen Höhen getrieben. Diese rapiden Entwicklungen haben zu Debatten bezüglich dem Einsatz kohärenter Übertragungstechniken im Bereich der Datenzentren geführt, welche bis dato der Weit- und Langstreckenkommunikation vorbehalten waren. Der potentielle Einsatz auf kurzen Strecken kommt mit einem Satz an neuen Anforderungen, welche bisher zweitrangig für die kohärente Technik waren. Die breite Vernetzung und somit hohe Zahl an benötigten Verbindungen in modernen Datenzentren machen einen geringen Leistungsverbrauch, sowie geringe Kosten zu kritischen Parametern. Die erfolgreiche Umsetzung auf einem kompetitiven Markt dieser Größe erfordert somit neuartige Ansätze zu kohärenten Techniken. In dieser Dissertation werden potentielle Vorteile eines Paradigmenwechsels von C- zu O-Band kohärenter Kommunikation für den Einsatz im Kurzstreckenbereich untersucht. Der Fokus liegt hierbei auf einer monolithischen Siliziumphotonikplattform, welche eine Co-Integration von Photonik und Elektronik auf einem Chip ermöglicht.

Hierfür wird ein dedizierter O-Band kohärenter Empfänger entworfen, hergestellt und bezüglich einer vorteilhaften Verwendung in einer verstärkerfreien Umgebung evaluiert.

Als ein alternativer Ansatz zur Zusammenführung von C- und O-Band kohärenter Kommunikation wird ein Multibandempfänger bei bis zu 64 GBd QPSK demonstriert.

Die Eignung von O-Band kohärenter Kommunikation, die akuten und kommenden Bedürfnisse im Bereich der Datenzentren zu unterstützen, wird zuzüglich mittels einer Ende-zu-Ende Simulation untersucht.

Im Zuge dieser Dissertation ist der Einsatz eines O-band kohärenten Empfängers im intra Datenzenterbereich erfolgreich demonstriert worden, was das Konzept verifiziert. Die experimentellen Ergebnisse die innerhalb dieser Arbeit präsentiert werden basieren auf nicht endgültig optimierten Prototypen. Zukünftige Arbeiten sollten sich darauf konzentrieren das volle Potential auszunutzen, welches durch rigorose Entwicklungsphasen ermöglicht werden würde.