

Dr. Christian Haffner, Mitarbeiter am Institut für Elektromagnetische Felder (Prof. Leuthold), wurde mit dem Hans-Eggenberger Preis 2018 für seine Dissertation «Non-resonant and Resonant Surface Plasmon Polariton Modulator for Optical Communications» ausgezeichnet.

Christian Haffner hat im Rahmen seiner Doktorarbeit am Internet der Zukunft gearbeitet. Genauer gesagt, hat er an neuer Hardware zur Übertragung von Daten gearbeitet, welche die immer grösseren Datenströme mit weniger Energieaufwand, auf kleinerem Raum bei viel schnellerer Geschwindigkeit bewältigen kann. Gerade die Frage nach kleinerem Energieverbrauch wird immer wichtiger. So schätzen Experten, dass das Verarbeiten und Kommunizieren von Daten schon bald ein Viertel des globalen Energieverbrauches ausmachen wird, wenn weiterhin ineffiziente Technologien von gestern eingesetzt werden. Zum Beispiel verschwendet schon heute die central processing units (CPU), das Herzstück eines jeden Computers, mehr als 50% ihrer Energie um Daten elektronisch zu übertragen und zu verteilen. Licht erlaubt eine schnelle und vor allem verlustfreie Art der Datenübertragung, jedoch benötigt man dafür elektro-optische Wandler, welche die elektronische Information in Form von Bits auf Lichtsignale kodiert. Um diese Wandler in eine CPU zu integrieren reichen konventionelle Technologien nicht aus, da diese viel zu gross sind. So ist die typische Übertragungstrecke in einer CPU z.B. 1 mm. Dies entspricht aber genau der Länge eines konventionellen elektro-optischen Wandlers. Damit wäre es also auf kurzen Distanzen gar nicht möglich verlustfreie optische Links zu benutzen.

Genau hier setzt die erste Innovation der Arbeit an: Christian Haffner arbeitet nicht mit klassischen elektro-optischen Bauteilen sondern mit plasmonischen Bauteilen. In diesen wird das elektrische Signal nicht auf Licht sondern auf Plasmonen kodiert und erst danach auf Licht kodiert. Plasmonen kann man sich vorstellen als durch Licht angeregte Schwingungen von freien Elektronen in Metallen. Edelmetalle (Gold, Silber, Kupfer) haben jedoch die Eigenschaft, dass die Schwingung nur an der Oberfläche stattfindet und das Licht damit nicht in das Metall eindringen kann. Plasmonische Bauteile bestehen nun aus zwei metallischen Oberflächen, die einen Nanometer (milliardstel) breiten Spalt formen. In diesem Spalt wird das Licht auf ein hundertstel der normalen Grösse verkleinert und wie beim Heben eines geschrumpften Getränkekastens muss nur noch ein Bruchteil der Arbeit verrichtet werden. Dies ermöglicht es μm -kurze Wandler zu bauen.

In der Arbeit von Christian Haffner wird aber auch ein zweites Problem angegangen. Die Konversion von Licht auf Plasmonen und wieder zurück führt zwar zu einer massiven Reduktion der Länge – wird aber auch mit grossen optischen Verlusten erkaufte. Dies rührt daher, dass die gespeicherte Energie in der Elektronenwolke durch Kollision von Elektronen als Hitze verloren geht. In der Vergangenheit versuchte man diese Verluste um jeden Preis zu umgehen. Leider mit wenig Erfolg, so dass nur ca. 10% des Lichts weiter genutzt werden konnte. In der Arbeit wird ein resonanter Ansatz demonstriert, der die Verluste als Vorteil nutzt und damit den Anteil des nutzbaren Lichtes auf über 60% erhöht.

Diese resonanten, plasmonischen Wandler ermöglichen eine nachhaltige Kommunikation mit Licht um auch in Zukunft die Nachfrage nach immer grösseren Datenvolumen zu garantieren ohne dabei kostbare Ressourcen zu verschwenden.

Auf die Frage was dieser Preis für Herr Haffner's Zukunft bedeutet, meint dieser: «Das Wundervolle an dem Preis der Hans-Eggenberger Stiftung ist, dass es nicht nur eine Auszeichnung für die Dissertation ist, sondern das er auch die anschliessende Forschung finanziellen unterstützt. Damit ermöglicht die Stiftung jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sich ein unabhängiges Forschungsprofil aufzubauen.»

ETH Zürich Series in Electromagnetic Fields, Vol. 6

Christian Haffner

Non-resonant and Resonant Surface Plasmon Polariton Modulators for Optical Communications



Das Cover der Dissertation visualisiert die Vision, die entwickelten elektro-optischen Plasmon-Wandler in eine CPU zu integrieren, um damit den Energieverbrauch von Informationstechnologie zu reduzieren.

Die [Hans-Eggenberger Stiftung](#) zeichnet jährlich herausragende Nachwuchswissenschaftler (Masteranten, Doktoranten) aus und unterstützt Sie in ihrem Weitem Forschungsvorhaben. Der Preis ist mit 10'000CHF dotiert und die weiterführenden Projekte werden mit bis zu 100'000 CHF unterstützt. Die Bewerbungsfrist ist der 15. September 2019. Dabei fokussiert sich die Stiftung auf Arbeiten aus dem Bereich der interdisziplinären Anwendung von Elektronik oder elektrischer Energietechnik.

English Version:

Dr. Christian Haffner, member of staff at the Institute for Electromagnetic Fields (Prof. Leuthold), was awarded the Hans-Eggenberger Prize 2018 for his dissertation "Non-resonant and Resonant Surface Plasmon Polariton Modulator for Optical Communications".

During his PhD, he worked on the Internet of the future. More precisely, he worked on new hardware for the transmission of data, which can handle the ever larger data streams with less energy consumption, in a smaller space and at much faster speeds. The question of lower energy consumption in particular is becoming increasingly important. Experts estimate that processing and communicating data will soon account for a quarter of global energy consumption if the inefficient technologies of the past are further on used. For example, central processing units (CPUs), the heart of every computer, are already wasting more than 50% of their energy electronically transferring and distributing data. In contrast, light allows a fast and above all lossless way of data transmission, but electro-optical converters are needed to encode electronic information in the form of bits onto light signals. Conventional converters are not suited for integration into a CPU because they are much too large. For example, the typical transmission distance in a CPU is 1 mm. However, this corresponds exactly to the length of a conventional electro-optical converter. Thus it would not be possible to use lossless optical links on short distances.

This is exactly where the first innovation of the thesis comes in: Christian Haffner does not work with classical electro-optical components but with plasmon components. In these, the electrical signal is not directly encoded on light but on plasmons and only then encoded on light. Plasmons can be imagined as light-induced oscillations of free electrons in metals. Especially, noble metals (gold, silver, copper) have the property that the oscillation only takes place on the surface and the light cannot penetrate into the metal. Plasmonic components now consist of two metallic surfaces that form a nanometer (billionth) wide slit. In this slit, light is reduced to one hundredth of its normal size and only a fraction of the work is required. This makes it possible to build m-short converters.

In the work of Christian Haffner a second problem is tackled. The conversion of light to plasmons and back again leads to a massive reduction of length - but also comes at the expenses of increased optical losses. This is because the stored energy in the electron cloud is lost through collision of electrons as heat. In the past, attempts were made to avoid these losses at all costs. Unfortunately, with little success, so that only approx. 10% of the light could be further used. In the work a resonant approach is demonstrated, which uses the losses as advantage and increases thereby the portion of the usable light on over 60%.

These resonant plasmonic converters allow a sustainable communication with light to guarantee the demand for ever larger data volumes in the future without wasting precious resources.

When asked what this prize means for Mr. Haffner's future, he says: "The wonderful thing about the Hans-Eggenberger Prize is that it is not only an award for the dissertation, but also that it provides financial support for the subsequent research. In this way, the foundation enables young scientists to establish an independent research profile, which is quite important when striving for an academic career".

ETH Zürich Series in Electromagnetic Fields, Vol. 6

Christian Haffner

Non-resonant and Resonant Surface Plasmon Polariton Modulators for Optical Communications



The dissertation's cover visualizes the vision of integrating the developed plasmon electro-optical transducers within a CPU to help reducing the overall energy consumption of our information technology.

The Hans-Eggenberger Foundation annually honors outstanding young scientists (master's and doctoral students) and supports them in their further research projects. The prize is endowed with 10'000CHF and the advanced projects are supported with up to 100'000CHF. The application deadline is 15 September 2019. The foundation focuses on work in the field of interdisciplinary application of electronics or electrical power engineering.



Urkundenübergabe durch den Präsidenten des Stiftungsrates Markus Hagmann (Mitte) und den Juryvorstand Prof. Dr. Heinz Jäckel (rechts) an den Preisträger Christian Haffner.