

Konzeptentwicklung und Realisierung einer breitbandigen Laserlichtquelle unter Ausnutzung von Nichtlinearitäten

Julien Hansen – L-LAB, Benjamin Willeke – L-LAB, Dr. Sören Schäfer – L-LAB

Julien.Hansen@l-lab.de, L-LAB, Rixbecker Str. 75, 59552 Lippstadt

Die Entwicklung einer möglichen Alternative zu den vorhandenen Laser Scheinwerfermodulen im Automobil ist Gegenstand dieser Arbeit. Die aktuellen Laser Module weisen eine Lambert'sche Abstrahlcharakteristik auf, welche die räumlich kohärenten Eigenschaften eines Lasers zerstören. Die zu entwickelnde Alternative soll demnach einen kollimierten, breitbandigen „Laserlichtstrahl“ emittieren. Im Zuge der Entwicklung wurden verschiedenste Systeme auf die Anwendbarkeit und Nutzung im automobilen Scheinwerfer geprüft. Die Umsetzung des ersten Prototyps eines solchen Systems wurde mit Hilfe einer aktiven Glasfaser realisiert.

Für die aktive Glasfaser wurde eine Co-Dotierung zweier Elemente gewählt, in welcher das erste Element die optischen Übergänge im RGB-Bereich besitzt, um die Emission von sichtbarem Licht im Weißbereich realisieren zu können. Das zweite Element soll als Katalysator für das optisch aktive Element genutzt werden, um bei einer einzigen Wellenlänge im nahinfraroten Bereich anregen zu können. Durch den physikalischen Prozess der Aufkonversion wird die energetisch niedrigere nahinfrarote Pumpstrahlung in energetisch höhere sichtbare Strahlung konvertiert. Das erzeugte Licht enthält unter anderem Komponenten im roten, orangenen, grünen und blauen Spektralbereich. Ein Blick durch ein Prisma kann diese spektralen Anteile auf einfache Weise darstellen, wie in Abbildung 1 gezeigt wird.

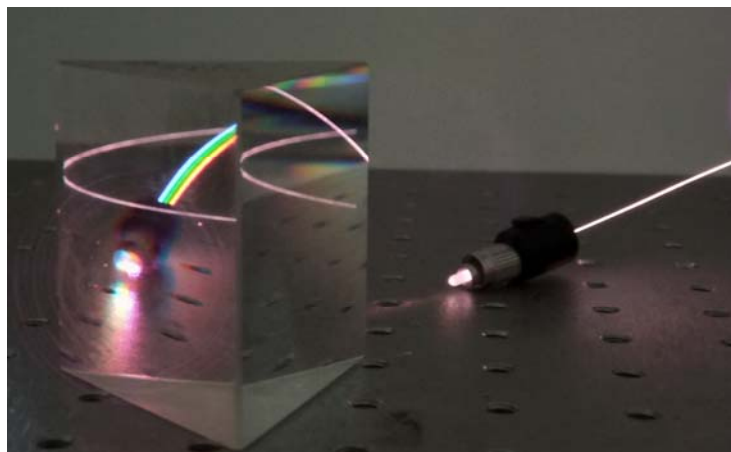


Abbildung 1: Der Blick durch ein Prisma zeigt die spektralen Anteile (Rot, Orange, Grün und Blau) der mit Hilfe der aktiven Glasfaser erzeugten sichtbaren Strahlung

Da innerhalb der aktiven Glasfaser verschiedene Streuzentren vorhanden sind, ist die erzeugte Lichtemission auf der gesamten Faserlänge zu beobachten. Mit Hilfe einer bikonvexen Linse kann der weiße Strahl am Faserende kollimiert werden.

Da diese Anwendung für den automobilen Gebrauch (im Speziellen im Scheinwerfer) genutzt werden sollte, muss das emittierte Spektrum dieses Systems im ECE Weißbereich liegen. Zu der Charakterisierung des emittierten Spektrums wurde ein MATLAB Programm entwickelt. Das entwickelte Programm berechnet die aus dem gemessenen Spektrum resultierende Farbkoordinate im zweidimensionalen CIE1931-Diagramm. Eine zusätzliche Funktion, welche in diesem neu entwickelten MATLAB Programm implementiert wurde, ist die Berechnung eines Zielspektrums für eine gewünschte (eigenständig wählbare) Farbkoordinate aus dem gemessenen, eingelesenen Spektrum. Das gemessene Spektrum und das Zielspektrum (Abbildung 2 und Abbildung 3), sowie das im Programm generierte CIE-Diagramm (Abbildung 4) sind im Folgenden dargestellt.

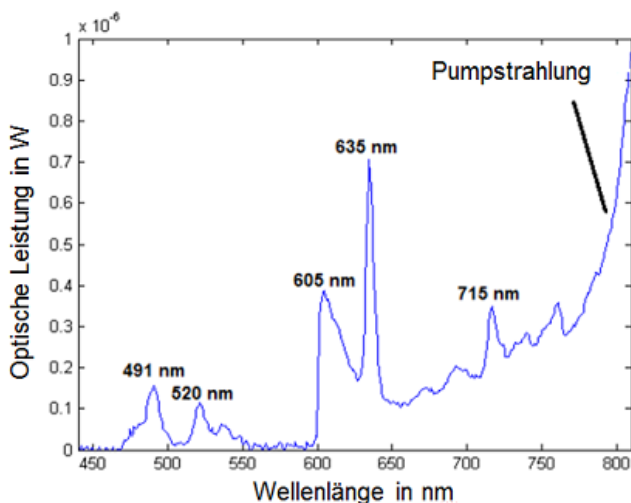


Abbildung 2: Emittiertes, gemessenes Spektrum

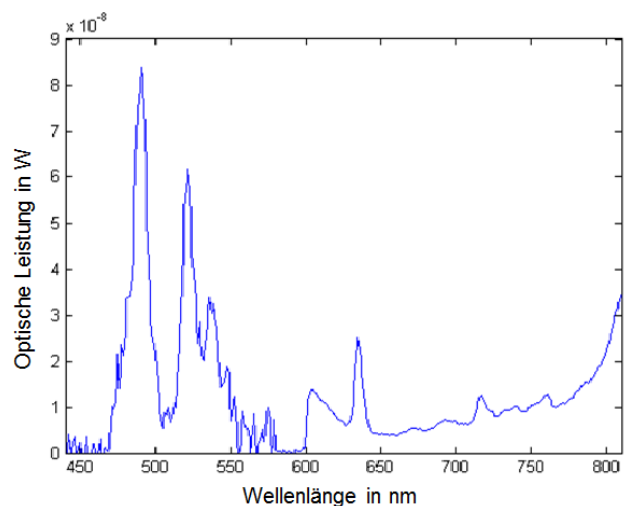


Abbildung 3: Berechnetes Zielspektrum

Die resultierende Farbkoordinate zeigt, dass diese Anwendung mit dem aktuell emittierten Spektrum nicht für den Scheinwerfer genutzt werden kann, da diese nicht im ECE Weißbereich liegt. Aus dem Zielspektrum ergibt sich, dass der rote Spektralbereich verringert und der blaue, sowie der grüne Peak erhöht werden müssten. Zusätzlich ist in diesem ersten Laborversuch nur eine sehr geringe optische Leistung erzielt worden, welche nicht ausreicht, um das System im automobilen Scheinwerfer zu nutzen. Durch weitere evaluierte Optimierungsansätze könnte die Intensität jedoch erhöht und somit möglicherweise ausreichend optische Leistung erzielt werden. Diese Ansätze sind im Ausblick der aktuellen Arbeit bereits angeführt.

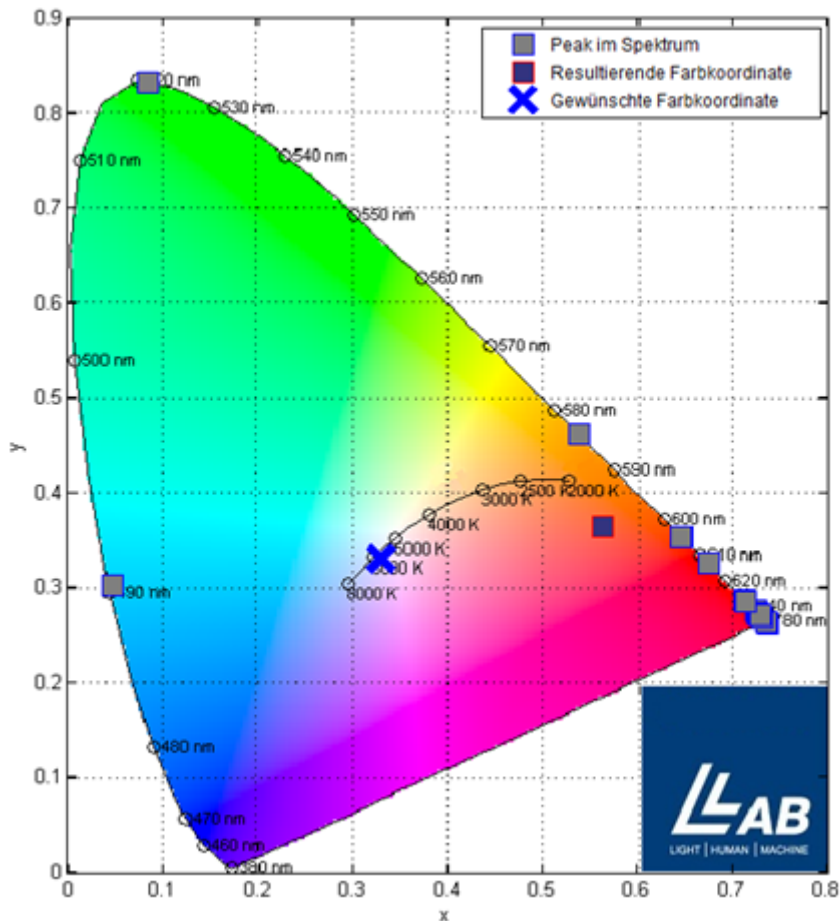


Abbildung 4: In MATLAB geplottetes CIE1931-Diagramm beinhaltet die Farbkoordinate des emittierten Spektrums, Einzelpeaks und die gewünschte Farbkoordinate im Idealweißpunkt

Im Zuge der Arbeit wurde zusätzlich gezeigt, dass die Faserlänge, die Pumpwellenlänge und die Pumpintensität das emittierte Spektrum und somit die resultierende Farbkoordinate beeinflussen. Aus diesem Ergebnis lassen sich Ansätze für weitere Anwendungsmöglichkeiten im Automobil generieren, wie beispielsweise farblich dynamisierbare leuchtende Zierleistsysteme oder eine dynamisierbare Ambiente Innenbeleuchtung. Für diese Ansätze müssten die optischen Leistungen nicht sonderlich erhöht werden.

So ist zusammenfassend zu sagen, dass ein System entwickelt wurde, welches ein farblich dynamisierbares, breitbandiges Spektrum emittiert. Aufgrund der begrenzten räumlichen Emissionsfläche des Faserendes, konnte ein „kollimierter Weißlichtstrahl“ abgebildet werden. Diese breitbandige Laserlichtquelle ermöglicht weitere Anwendungsmöglichkeiten in der automobilen Industrie.