

Innovationen der Lichttechnik im Fahrzeug-Premiumsegment

1. Einleitung

Mit der Weiterentwicklung der LED-Technologie in den vergangenen Jahren wurden neue Ideen, welche den Kundennutzen und die Fahrsicherheit weiter steigern können, umsetzbar (zB blendfreies Fernlicht ohne bewegliche Bauteile – sogenanntes Matrix- oder Pixel-Fernlicht). Die gesetzliche Grundlage dafür bietet eine Erweiterung der AFS-Regulierung nach ECE R123 – das sogenannte ADB (*adaptive driving beam*) oder auch „adaptives Fernlicht“ genannt.

Wissenschaftliche Untersuchungen¹ zeigen, dass das Fernlicht viel zu selten vom Fahrer verwendet wird. Die Angst davor, jemand anderen möglicherweise zu blenden, überwiegt und führt dazu, dass viele bei Nacht eher im „Blindflug“ bei viel zu hoher Geschwindigkeit unterwegs sind (siehe Abbildung 1).

Für Fahrten bei Nacht und auf gemischten Straßen zeigten die Untersuchungen, dass das Fernlicht vom Fahrer nur zu rund 20 % der Fahrzeit manuell aktiviert wird. Automatische Systeme, welche nur lediglich die automatische Aktivierung des normalen Fernlichts kameragesteuert übernehmen, bringen es bereits auf eine Nutzungsdauer von rund 50 %. Dieser Wert kann noch weiter durch eine Segmentierung der Fernlichtverteilungen (ADB) auf über 80 % gesteigert werden.

Der direkte Beitrag zur Verkehrssicherheit ist am besten in den Untersuchungen von *Böhm*² im Nachweis der Steige-

rung der Erkennbarkeitsentfernung durch ADB-Systeme (Bezeichnung dieser in der Dissertation als „vHDG“) zu finden (siehe Abbildung 2 auf Seite 208). Der Unterschied von 88 m im Mittel bei normalem Abblendlicht zu 139 m im Mittel bei ADB-Systemen ist enorm. Bei einer Geschwindigkeit von 70 km/h würde das bei Gegenverkehr in 100 m Entfernung bedeuten, einen Fußgänger am Fahrbahnrand etwa 2,5 Sekunden früher zu erkennen. ADB stellt somit heute einen der größten Fortschritte der Fahrzeuglichttechnik in der Fahrsicherheit bei Nacht dar.

2. Aktuell am Markt verfügbare blendfreie Fernlichtsysteme

2.1. Gleitende Leuchtwerte

Die Ausleuchtung der Fahrbahn reicht kameragesteuert immer bis zum nächsten vorausfahrenden oder entgegenkommenden Fahrzeug, auch wenn dieses noch 100 m oder weiter entfernt ist, ohne dessen Fahrer zu blenden.³

2.2. Teilfernlicht

Die Lichtverteilung des Fernlichts der beiden Scheinwerfer wird derart modifiziert, dass es möglich ist, durch Verschwenken der Lichtmodule **einen Kernschatten** zu bilden, welcher andere Fahrzeuge und Verkehrsteilnehmer in vielen Situationen gezielt entblendet (siehe Abbildung 3 auf Seite 208).

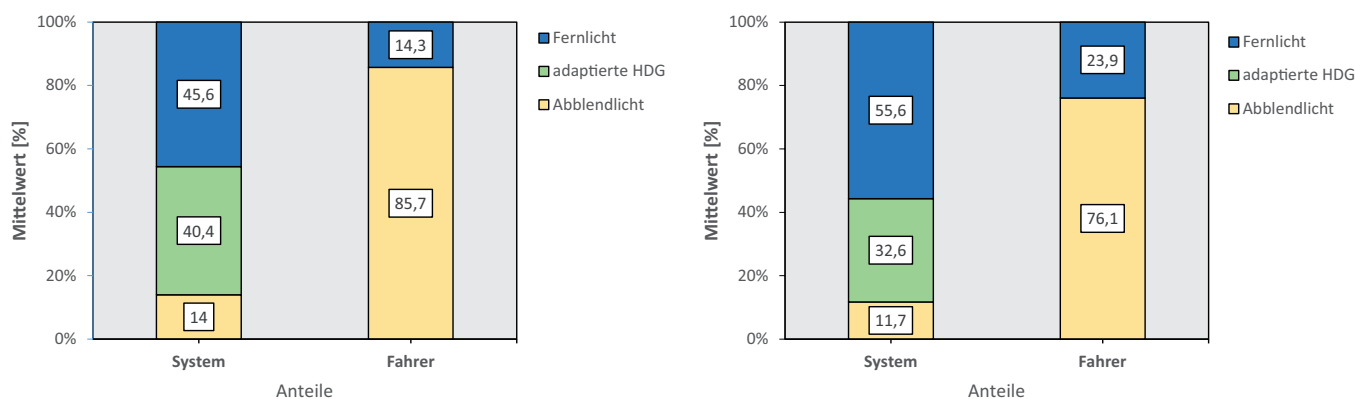


Abbildung 1: Kumulierte prozentuale Anteile der Lichtfunktionen, Mittel aller Fahrer bei höherer (links) und niedrigerer Verkehrsdichte (rechts) (Teststrecke etwa 85 km gemischtes Verkehrsgebiet) (Quelle: *Böhm*, Adaptive Frontbeleuchtungssysteme im Kraftfahrzeug [2012])

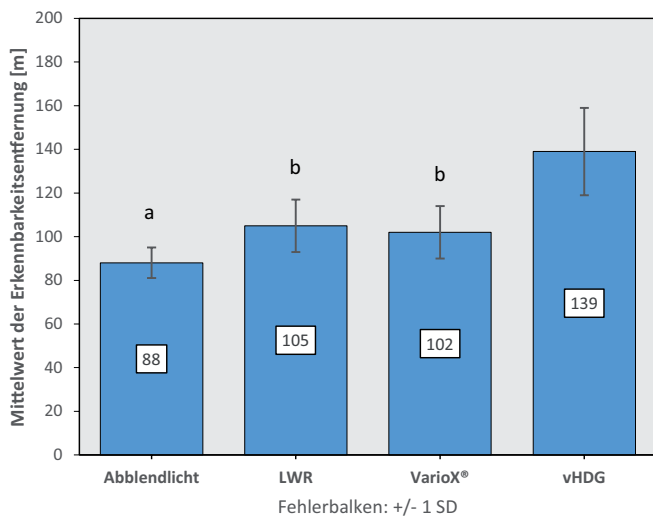


Abbildung 2: Erkennbarkeitsentfernungen bei Gegenverkehr in 100 m Entfernung (Quelle: Böhm, Adaptive Frontbeleuchtungssysteme im Kraftfahrzeug [2012])

2.3. Blendfreies Fernlicht – Matrix-Lichtsysteme

Mit diesem System ist es möglich, als Fahrer ein permanentes Fernlicht zu genießen, ohne den Gegenverkehr zu blenden. Es können sogar **mehrere Kernschatten** ohne bewegliche Teile im Scheinwerfer gebildet werden, sodass dieses System deutlich häufiger und verlässlicher eingesetzt werden kann (siehe Abbildung 4).⁴

Matrix-Systeme kommen ohne bewegliche Teile im Scheinwerfer aus, wodurch sie im Betrieb verlässlicher sind.

2.4. Pixel-Lichtsysteme

Beim sogenannten Pixel Light wird die Lichtverteilung feiner und auch noch horizontal segmentiert. Dies erlaubt noch mehr Verkehrssituationen gezielt ohne bewegliche Teile im Scheinwerfer zu entblenden, als das bei einem Matrix-System der Fall wäre (siehe Abbildung 5 auf Seite 209).

3. Zukunftsaussichten

Durch Kombination unterschiedlicher optischer Elemente und die Möglichkeiten der aktuellsten Hochleistungs-LED-Technik werden zukünftig die wesentlichen Designmerkmale der OEMs (*original equipment manufacturers*) noch stärker sichtbar gestaltet und hervorgehoben.

Es ist zu erwarten, dass die aktuell am Markt erschienenen kameragesteuerten Lichtsysteme zukünftig auch in der Mittelklasse vermehrt, wenn auch möglicherweise etwas vereinfacht, Anwendung finden.

Die Funktionalität über die heutigen Möglichkeiten der Hauptscheinwerfer hinaus wird ebenfalls noch weiter steigen. Die jüngste Entwicklung im Bereich der Laser-Technologie, sogenannter LARP (*laser activated remote phosphor*), gibt uns bereits Einblick in zukünftige Neuerungen (siehe Abbildung 6 auf Seite 209). Der Einsatz in einem Fernlicht zur Erhöhung der Reichweite ist nur der ers-



Abbildung 3: Einzelnes „entblendetes“ Gegenverkehrsfahrzeug

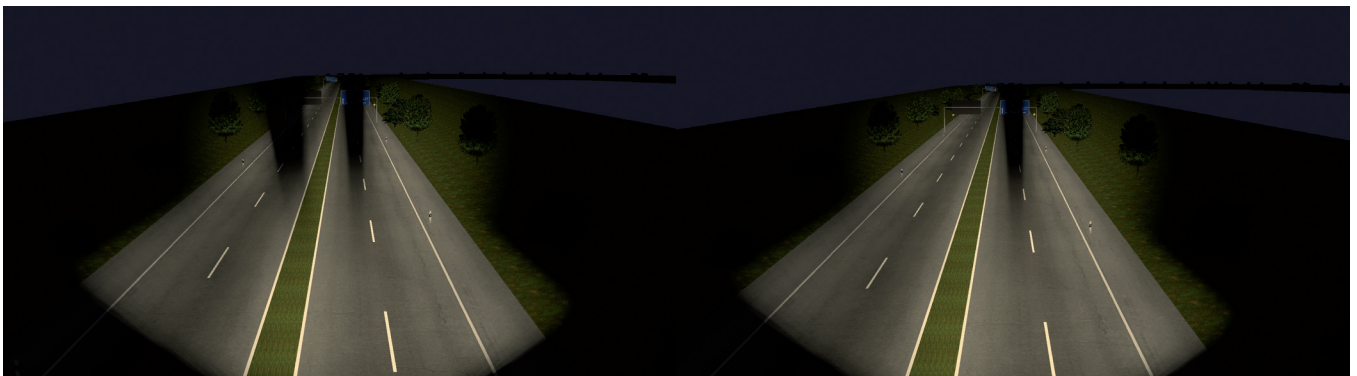


Abbildung 4: Zwei unterschiedliche Ausblendszenarien eines Matrix-Fernlichts

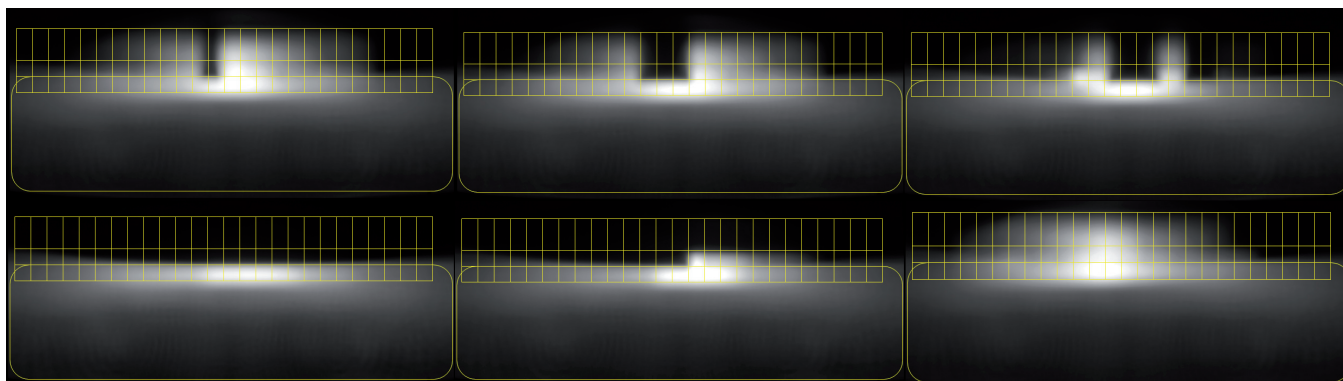


Abbildung 5: Unterschiedliche Lichtszenen eines Pixel-Scheinwerfers

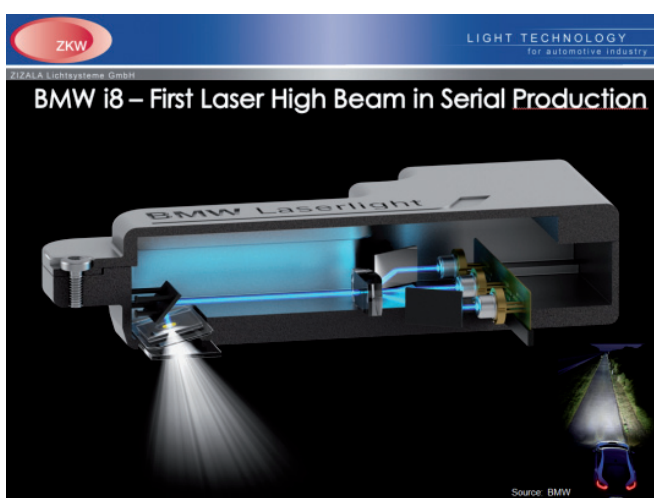


Abbildung 6: Laserlichtquellenmodul des BMW i8

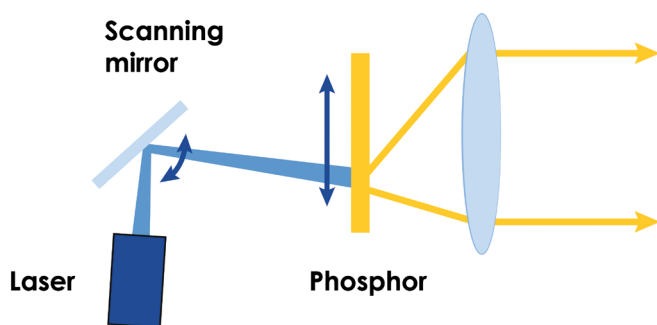


Abbildung 7: Prinzip eines Laser-Scanners (Quelle: Schug/Hohn/Hechtfisher, Dedicated phosphor developments for future Laser based headlights [2014])

te Schritt, um diese Technologie weiterzuentwickeln. Die hohe Leuchtdichte und die zukünftig erreichbare Effizienz dieser LARP-Lichtquellen ermöglicht zukünftig, unterstützt durch hohe Rechnerleistung und ausgeklügelte Software, eine noch nie dagewesene Lichtperformance.

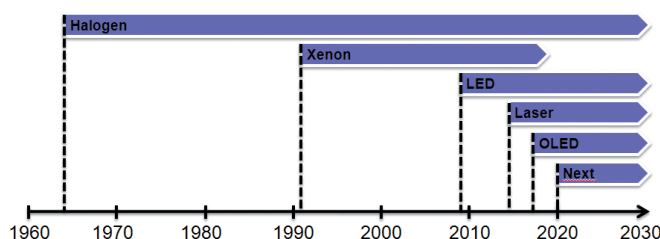


Abbildung 8: Schlüsseltechnologien der automobilen Lichttechnik

Sogenannte Laser-Scanning-Systeme erlauben hochauflösende voll-dynamische monochrome Lichtprojektionen auf die Fahrbahn in einer Qualität ähnlich der bekannter Videoprojektoren, aber auf einem kostenoptimalerem Niveau. Ein gebündelter hochintensiver blauer Laserstrahl „schreibt“ die gewünschte Lichtverteilung, von einem Schwingenspiegel zeilenförmig gelenkt auf ein lichtkonvertierendes Element („Phosphor“). Das im Konverter erzeugte weiße Licht wird anschließend mit einem optischen System auf die Fahrbahn projiziert (siehe Abbildung 7).

Betrachtet man den Zeitstrahl in Abbildung 8, so sieht man die enorme Verdichtung der Schritte neuer und kommender Technologien. Diese Technologien bringen immer auch neue Möglichkeiten mit sich, was wiederum zu einer übermäßigen Erhöhung der Komplexität führt. Dies bedeutet für uns als Zulieferer eine enorme Herausforderung, da sämtliche optische Technologien unter Designaspekten und in einer großen Variantenvielfalt zu beherrschen sind.

Welche Systeme die besten sind, kann bei der Vielzahl an Lösungen am Markt noch nicht klar gesagt werden. Wie in vielen anderen ähnlichen Fällen wird aber die laufende evolutionäre Weiterentwicklung zu einer Komplexitätsreduktion und damit zu verlässlichen, hoch performanten Systemen, welche besser am Markt bestehen können, führen.

Neu erscheinende Technologien dienen nicht zum Selbstzweck. Es ist eine Aufgabe von ZKW, diese für den Fahrer



Abbildung 9: ZKW-Management and Innovation Center Wieselburg, Austria

maximal nutzbringend und verantwortungsvoll zum Einsatz zu bringen, um dem höchsten Ziel in der automobilen Lichttechnik – dem „kompromisslosen Sehen, ohne zu blenden“ – gerecht zu werden.

Anmerkungen:

¹ Böhm/Krems/Locher, Efficacy of adaptive front-lighting systems – A field study under further consideration of drivers' customary high

beam usage behaviour, in Proceedings of the 8th International Symposium on Automotive Lighting (ISAL) (2009) 238.

² Böhm, Adaptive Frontbeleuchtungssysteme im Kraftfahrzeug: Ein Beitrag zur nächtlichen Verkehrssicherheit? (Dissertation, TU Chemnitz 2012).

³ Herkömmliche Abblendlichtverteilungen reichen auf der Fahrerseite typischerweise (abhängig von der Anbauhöhe) nur rund 65 bis 70 m weit.

⁴ Die Markteinführung solcher Systeme erfolgte 2014; weitere Fahrzeuge folgen bereits Anfang 2015, zB Audi A8, Audi Q7 (ZKW), Opel Astra.