



Tilman Armbruster (Autor)  
**Car2X-basierte Lichtsysteme**

**Audi**  
Dissertationsreihe



Tilman Armbruster

---

**Car2X-basierte Lichtsysteme**

 Cuvillier Verlag Göttingen

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8152>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>



## Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	V
Inhaltsverzeichnis.....	VII
Abkürzungsverzeichnis.....	X
Abbildungsverzeichnis.....	XII
Tabellenverzeichnis.....	XV
1 Einleitung .....	1
1.1 Ziel der Arbeit .....	2
1.2 Aufbau der Arbeit.....	2
2 Stand der Technik .....	4
2.1 Fahrzeugbeleuchtung.....	4
2.1.1 Scheinwerfer .....	4
2.1.2 Fernlichtassistenzsysteme .....	6
2.2 Car2X-Technologie.....	10
2.2.1 Standards .....	10
2.3 Umfeldsensorik.....	15
2.3.1 Kamera .....	16
2.3.2 Infrarotkamera .....	20
2.3.3 Ultraschallsensor .....	20
2.3.4 Radar (Radio Detection and Ranging) .....	21
2.3.5 Lidar (Light Detection and Ranging).....	23
2.4 Wahrnehmung im Straßenverkehr.....	23
2.5 Gesetzliche Vorschriften .....	26
3 Konzept .....	28
3.1 Erweiterung der Umfelderkennung durch die Car2X-Technologie .....	28
3.1.1 Vergleich der aktuellen Sensorik mit Car2X.....	29



3.2	Definition der konzeptionellen Ziele .....	32
3.3	Analyse der Rahmenbedingungen .....	33
3.4	Funktionskonzept .....	34
3.4.1	Erweiterung kamerabasierter Fernlichtassistenzsysteme .....	34
3.4.2	Synthetische Gleitende Leuchtweitenregulierung .....	35
3.4.3	Energieeffiziente Lichtfunktionen .....	41
4	Versuchsträger .....	46
4.1	Anforderungen an den Versuchsträger .....	46
4.2	Fahrzeug .....	49
4.3	Aktorik .....	49
4.3.1	Scheinwerfer .....	50
4.4	Technik.....	52
4.5	Software .....	54
4.6	Prototypischer Aufbau der Car2X-Kommunikation .....	56
4.7	Funktionsnachweis im Rahmen der Inbetriebnahme des Versuchsträgers .....	57
5	Umsetzung der neuartigen Lichtfunktionskonzepte .....	59
5.1	Gesamtsystem .....	59
5.2	Umsetzung ADTF .....	61
5.3	Umsetzung Prototypen-Steuergerät .....	63
5.3.1	Verfahren des FLS-Moduls .....	67
5.3.2	Verfahren des ELF-Moduls .....	69
6	Untersuchungen und Ergebnisse.....	71
6.1	Nicht-funktionale Anforderungen als Grundlage der Untersuchungen.....	71
6.1.1	Anforderungen in Bezug auf gesetzliche Vorschriften .....	71
6.1.2	Anforderungen in Bezug auf die Sicht.....	73
6.1.3	Anforderungen in Bezug auf die Akzeptanz des Fahrers .....	75
6.1.4	Weitere Anforderungen.....	76



6.2	Experimentelle Untersuchungen.....	78
6.2.1	Voruntersuchungen .....	79
6.2.2	Parametrierung der ELF .....	83
6.2.3	Berechnung der Dimmkennlinie für die sGLW.....	85
6.2.4	Energiesparpotenzial der ELF.....	86
6.3	Probandenstudie zur Bewertung der Funktionen.....	88
6.3.1	Szenario 1 - Verfolgungsfahrt sGLW .....	92
6.3.2	Szenario 2 - Begegnungsfahrt sGLW .....	95
6.3.3	Szenario 3 - Abbiegesituation ELF.....	100
6.3.4	Szenario 4 - Ausleuchtung ELF .....	103
6.3.5	Nachbefragung.....	106
7	Zusammenfassung und Diskussion .....	108
8	Ausblick.....	112
	Anhang .....	114
A.1	Signalliste des prototypischen Car2X-Systems.....	114
A.2	Statistische Auswertung der Probandenstudie.....	115
	Veröffentlichungen .....	121
	Betreute studentische Arbeiten.....	122
	Lebenslauf.....	124
	Literaturverzeichnis.....	125