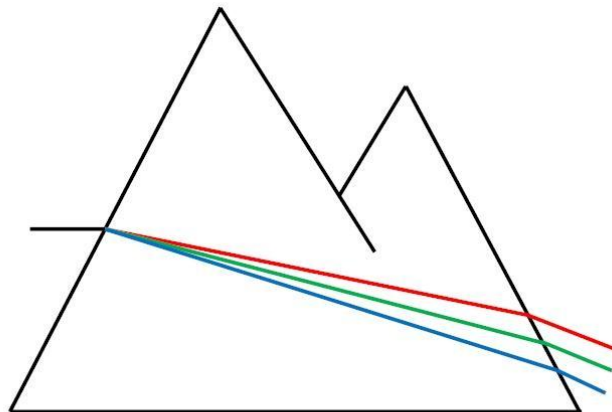


# ABSCHLUSSBERICHT

zum Projekt

# AUBELE

- Autarke Beleuchtungssysteme -



HarzOptics GmbH

Förderkennzeichen KF2488202TL0

*Datum: 15.02.2012*

## 1 Zielstellung des Projekts

Gute Beleuchtung erfüllt zwei der wichtigsten menschlichen Grundbedürfnisse – das Bedürfnis nach Sicherheit sowie das Bedürfnis nach Orientierung. Ein Bedarf an guter Beleuchtung ist daher auch an solchen Orten gegeben, an denen keine kabelgebundene Energieversorgung existiert – wie dies beispielsweise an abgelegenen Bushaltestellen und Parkplätzen in Wald- oder Strandgebieten sowie an Wanderbaustellen der Fall sein kann. Um auch an abgelegenen Orten eine Grundbeleuchtung zu vertretbaren Kosten realisieren zu können, sind neue Konzepte für autark versorgte und damit von der kabelgebundenen Energieversorgung unabhängige Beleuchtungssysteme gefragt. Solche Systeme sollten neben der autarken Versorgung nach Möglichkeit noch etliche weitere Qualitätskriterien wie beispielsweise energetische Effizienz, Betriebssicherheit sowie Umweltverträglichkeit erfüllen, wobei sich letzteres insbesondere in der Möglichkeit zum CO<sub>2</sub>-neutralen Betrieb sowie in einem geringen Beitrag zur sogenannten Lichtverschmutzung niederschlägt<sup>1</sup>.

Ziel des zwischen September 2010 und September 2011<sup>2</sup> durchgeführten AUBELE-Projekts war die Entwicklung eines derartigen autarken und energieeffizienten Beleuchtungssystems. Die Entwicklung konnte mit Abschluss des letzten Arbeitspakets durch die Hochschule Harz im Januar 2012 erfolgreich beendet werden. Das im Rahmen dieses Projekts entstandene System, welches von den am Projekt beteiligten Partnern – der HarzOptics GmbH Wernigerode, der Rostocker argus GmbH, der EAB GmbH Rügen sowie der ebenfalls in Wernigerode ansässigen Hochschule Harz – voraussichtlich unter dem Produktnamen AUBELE vermarktet werden wird, lässt sich überall dort einsetzen, wo eine autarke Beleuchtung aufgrund der Entfernung zum Leitungsnetz ökonomisch sinnvoll erscheint.

Mit AUBELE existiert ein System zur energieeffizienten und ökologisch optimierten LED-Beleuchtung mit einer hybriden Energieversorgung über eine Batterie sowie eine Wasserstoff-Brennstoffzelle, die optional durch komplementäre Solarzellen ergänzt werden kann, um die Energie der Brennstoffzelle an sonnigen Tagen zu schonen. Mittels eines intelligenten Energiemanagement-Systems sowie einer ausgeklügelten Sensorik konnte der Energieverbrauch dieses Systems minimiert und die Technik vor schädlichen Umwelteinflüssen (insbesondere vor Frost) geschützt werden. Der besondere Vorteil von AUBELE besteht – neben der autarken Energieversorgung – im sich aus der Prämisse einer möglichst langen Nutzung der Brennstoffzellen ergebenden, besonders niedrigen Energieverbrauch, der die von HarzOptics im Rahmen des Projekts entwickelte LED-Lampe auch als Stand-Alone-System – etwa für die kabelgebunden versorgte „reguläre“ Straßenbeleuchtung – attraktiv macht.

Das AUBELE-Gesamtsystem ist dagegen – wie bereits oben dargestellt – vor allem für den Einsatz an abgelegenen Bushaltestellen prädestiniert, bei denen eine kabelgebundene Energieversorgung mit besonders hohen Kosten verbunden wäre. Darüber hinaus eignet sich das System natürlich auch für die Beleuchtung an anderen abgelegenen Orten, die nicht über einen Netzanschluss verfügen.

---

<sup>1</sup> Auf eine weiterführende inhaltliche Abhandlung des Themenkomplexes „Lichtverschmutzung“ soll im Rahmen dieses Abschlussberichts aus Platzgründen verzichtet werden. Verwiesen sei an dieser Stelle daher nur auf die Webseite <http://www.lichtverschmutzung.de> sowie auf diese Veröffentlichung des HarzOptics-Teams:

*U. Fischer-Hirchert & C. Reinboth: Lichtökologie und Lichtwahrnehmung, Lehrbrief für den Management-Lehrgang "Straßenbeleuchtung - Planung, Bau und Betrieb unter wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten", erschienen im EUROFORUM- Verlag, Düsseldorf, 2009.*

<sup>2</sup> Sämtliche Zeitangaben in diesem Bericht beziehen sich auf den Projektanteil der HarzOptics GmbH.

Neben der Energie- und damit CO<sub>2</sub>-Einsparung bietet AUBELE weitere positive Umwelteffekte. So wirkt das Licht von LEDs grundsätzlich deutlich weniger anziehend auf nachtaktive Insekten als das Licht herkömmlicher Gasentladungslampen, wodurch kaum noch Insekten in oder an den Lampen zu Tode kommen. Dies bringt zudem den positiven Nebeneffekt verminderter Reinigungskosten mit sich, was sich wiederum in einer verringerten Amortisationszeit niederschlägt. Auch lässt sich die Abstrahlung von LEDs mittels aufgesetzter Linsen sehr viel präziser steuern, wodurch die Abgabe von Licht oberhalb der Horizontalen vermieden und die Lichtverschmutzung minimiert werden kann.

Mit AUBELE liegt damit ein qualitativ hochwertiges, autark versorgtes Beleuchtungssystem vor, das eine Vielzahl an energetischen, technischen, ökonomischen sowie ökologischen Vorteilen bietet.



Abbildung 1: AUBELE-Lampenkopf aus der Prototypen-Reihe mit alternativer 24-LED-Bestückung

## 2 Abrechnung der Arbeitspakete

Die Abrechnung der Arbeitspakete wird in nachfolgender Übersichtstabelle dargestellt.

ZA-Nr.	Zeitraum	Datum	APs	Summe	Auszahlung	Buchungsdatum
ZA 001	09/10	19.10.10	1	789 EUR	789 EUR	03.11.10
ZA 002	10/10 – 11/10	02.12.10	1	1.856 EUR	1.826 EUR	15.12.10
ZA 003	12/10 – 02/11	22.03.11	1; 2	3.961 EUR	3.962 EUR	03.06.11
ZA 004	03/11 – 05/11	11.07.11	2; 3; 4	3.300 EUR	3.227 EUR	19.08.11
ZA 005	06/11 – 08/11	23.11.11	4; 5	2.253 EUR	2.253 EUR	05.12.11
ZA 006	09/11	30.11.11	5	755 EUR	noch offen	noch offen

Tabelle 1: Übersicht der Zuwendungsanforderungen sowie der verbuchten Auszahlungen

**Hinweis:** Da der in der ursprünglichen Planung als Mitarbeiter mit der Nummer 2 vorgesehene Hans-Martin Schulze aufgrund anderer Aufgaben im Unternehmen die Tätigkeiten im AUBELE-Projekt nicht ausüben konnte, wurde Frau Lutz / Lüttge (der Namenswechsel erklärt sich durch die Hochzeit der Mitarbeiterin im Januar 2011) mit diesen beauftragt. Dadurch verringerten sich die Personalkosten, da statt eines Stundensatzes von 13,85 EUR nur ein Stundensatz von 10,27 EUR anfiel, wodurch es zu einer Minderung sowohl der Personalkosten als auch der pauschal auf diese entfallenden Overhead-Kosten kam. Die Kosten für externe Aufträge lagen dagegen genau im Plan.

## 3 Darstellung der erreichten Ergebnisse

### 3.1 Kurzdarstellung der Arbeitspakete

#### Arbeitspaket 1: Erarbeitung des optischen Designs

Für die Gleichmäßigkeit der Ausleuchtung ist insbesondere die Anordnung der LEDs im Gehäuse von Bedeutung. Zu den hierbei wesentlichen Einflussparametern zählen unter anderem Masthöhe, Länge und Breite der zu beleuchtenden Fläche sowie das erforderliche Beleuchtungsniveau. Auf Basis dieser Parameter wurde im Rahmen des ersten Arbeitspakets zunächst ermittelt, wie die LEDs optimal im Lampengehäuse angeordnet werden könnten. Hierbei war insbesondere zu beachten, dass einerseits die gesetzlichen Vorgaben bezüglich der Qualität sowie der Helligkeit der Beleuchtung vollumfänglich eingehalten werden mussten, andererseits aber die Entstehung von Streulicht möglichst vermieden werden sollte, da Streulicht sowohl mit ökologischen (Lichtverschmutzung) als auch ökonomischen Problemen (unnötiger Energieverbrauch) verbunden ist.

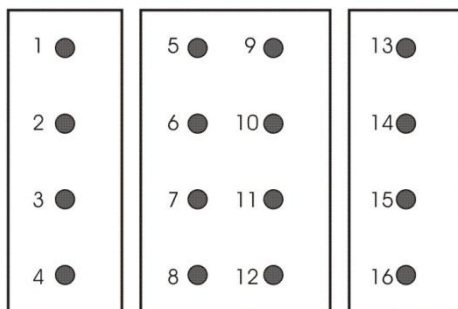
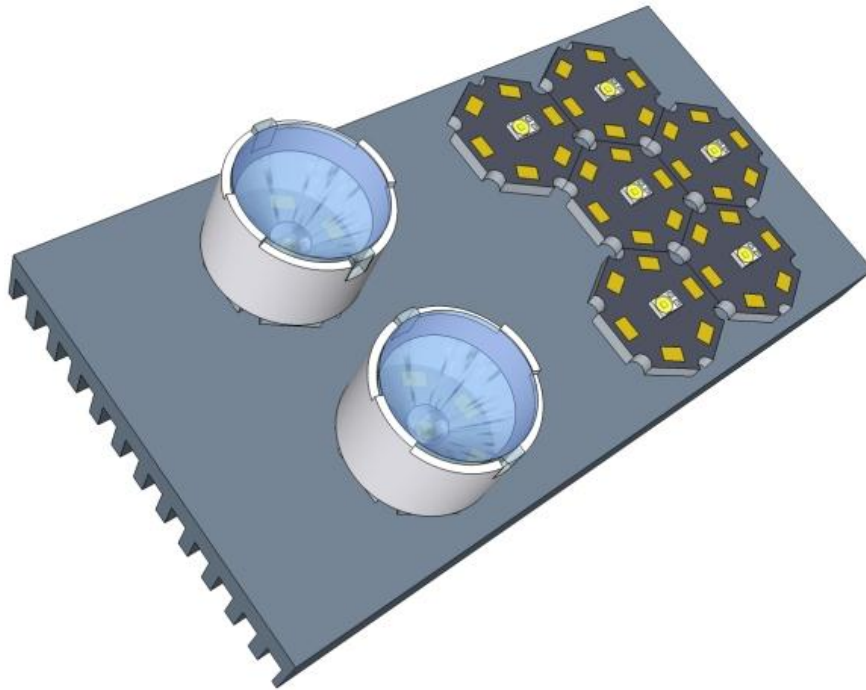
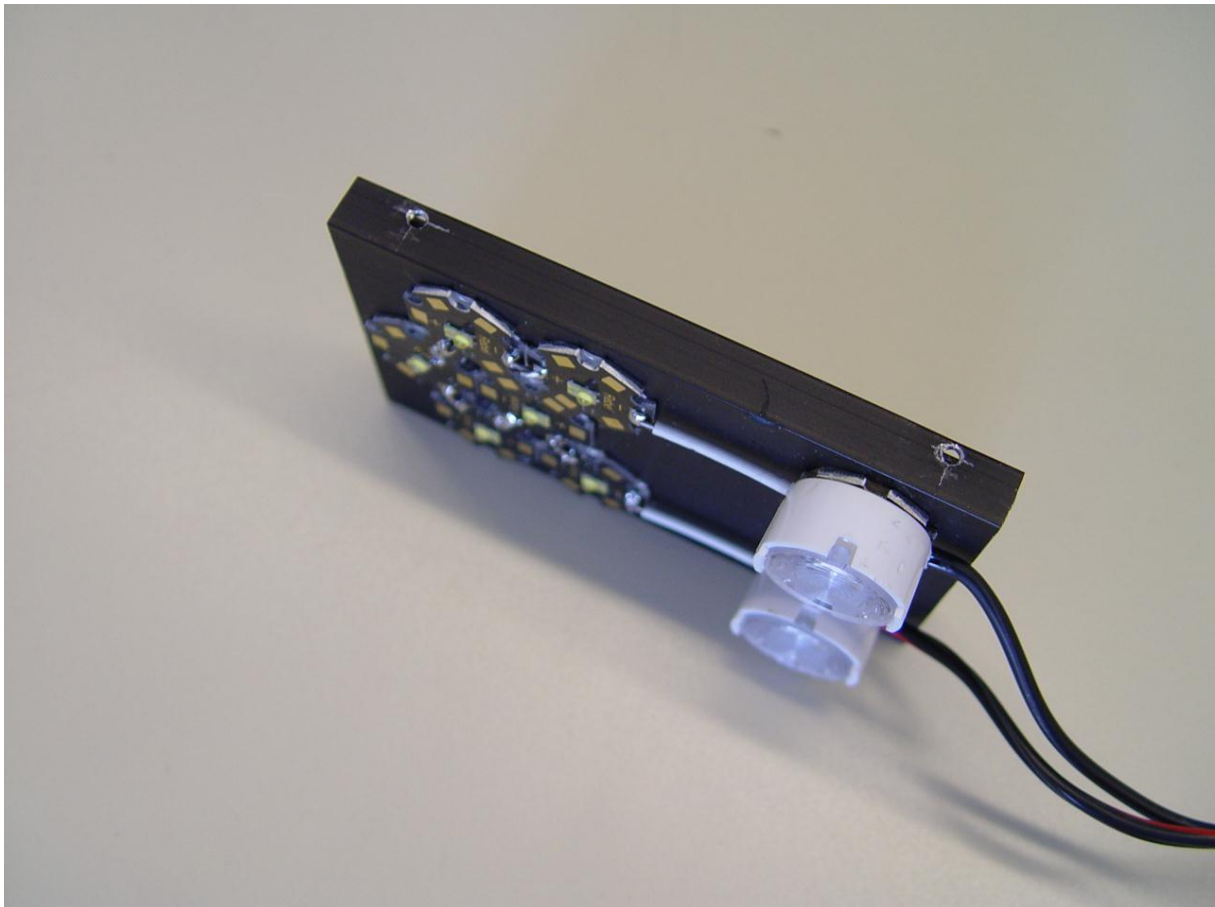


Abbildung 2: Schematischer Aufbau des Test-Kühlkörpers

Um die für die intendierten Beleuchtungszwecke optimale Anordnung der LEDs sowie ergänzender Linsen zu ermitteln, wurde eine Reihe von möglichen Konfigurationen (Betrieb mit unterschiedlichem Anstellwinkel der Seitenteile, Betrieb mit unterschiedlicher Anzahl von LEDs, Aufbringung von Linsen auf unterschiedliche LEDs, veränderte Stromstärken etc.) erarbeitet und auf einem dreiteiligen Test-Kühlkörper evaluiert. Die letztendlich realisierte Lösung besteht aus einer Anordnung von acht LEDs mit zwei 24°-Linsen (ein sogenanntes LED-Inlay). Diese Lösung wurde zunächst mittels CAD-Software weiter ausgearbeitet und anschließend in eine reale Anordnung umgesetzt und erfolgreich getestet.

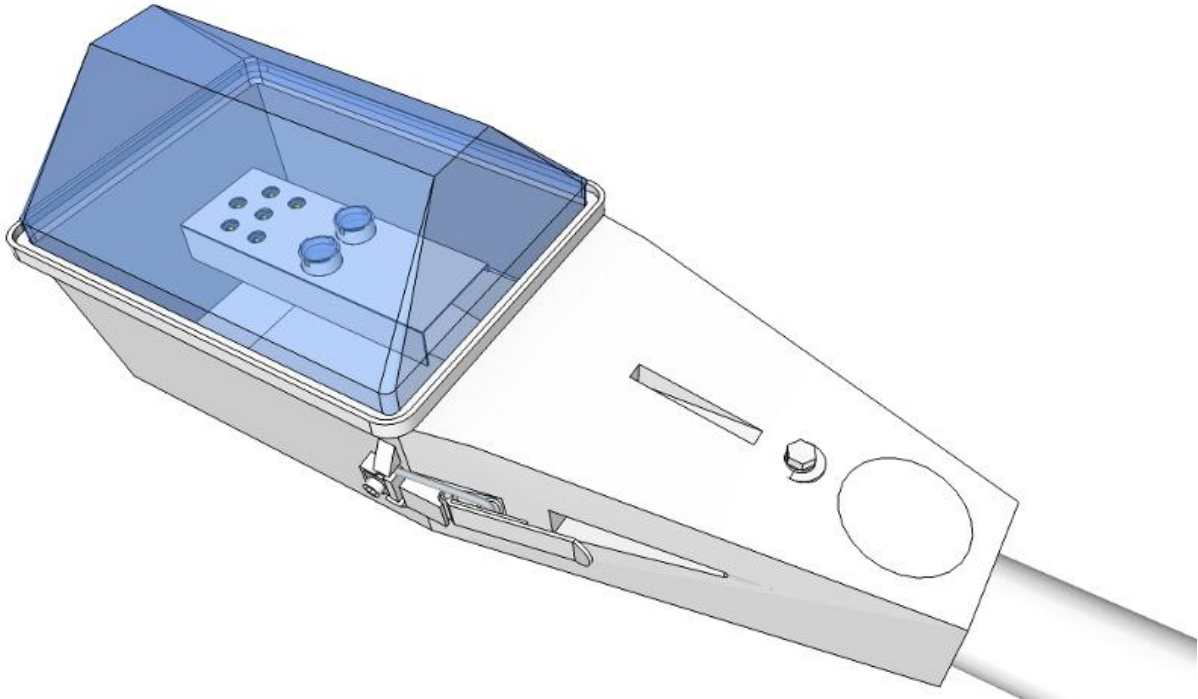


*Abbildung 3: CAD-Darstellung des finalen optischen Designs des AUBELE-LED-Inlays*



*Abbildung 4: Foto des ersten Prototypen des AUBELE-LED-Inlays*

Mittels CAD-Software konnte anschließend eine auf dem Inlay-Design aufbauende Feinvisualisierung des Lampenkopfs erstellt werden, auf dessen Basis wiederum ein erster Prototyp angefertigt wurde.



*Abbildung 5: CAD-Darstellung des AUBELE-Lampenprototyps mit entsprechendem LED-Inlay*



*Abbildung 6: Foto des ersten vollständig zusammengesetzten AUBELE-Lampenprototypen*

Wie in der ursprünglichen Arbeitsplanung vorgesehen, sollte dieser Prototyp nach Fertigstellung mit einem an der Hochschule Harz befindlichen Goniometer vermessen werden; wobei die Messwerte wiederum die Basis für eine professionelle Beleuchtungssimulation mit der Software DIALux<sup>3</sup> bilden sollten. Aufgrund technischer Probleme bei der Auslesung der Goniometer-Daten konnten diese Messungen jedoch nicht erfolgreich an der Hochschule realisiert werden. Um dieses Arbeitspaket dennoch wie geplant abschließen zu können, gab die HarzOptics GmbH auf eigene Rechnung eine Goniometer-Vermessung bei der in Goslar ansässigen Spittler Lichttechnik GmbH<sup>4</sup> in Auftrag.

Das Unternehmen erstellte aus den Daten der Goniometer-Messung nicht nur den für die weitere Projektarbeit zwingend benötigten DIALux-Datensatz, sondern darüber hinaus noch einen 18-seitigen lichttechnischen Messbericht, der sämtliche lichttechnischen Parameter der Lampe ausweist und bei Interesse jederzeit über die HarzOptics GmbH angefordert werden kann.

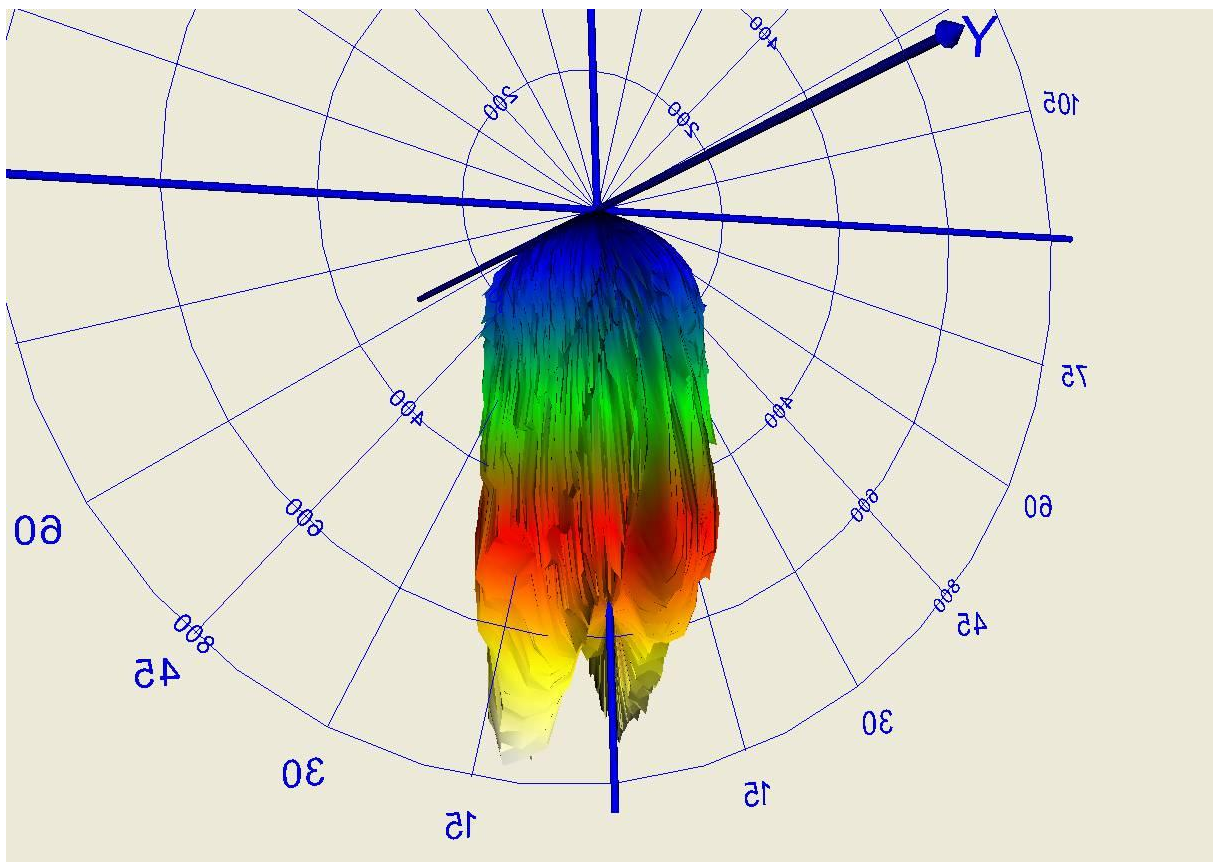
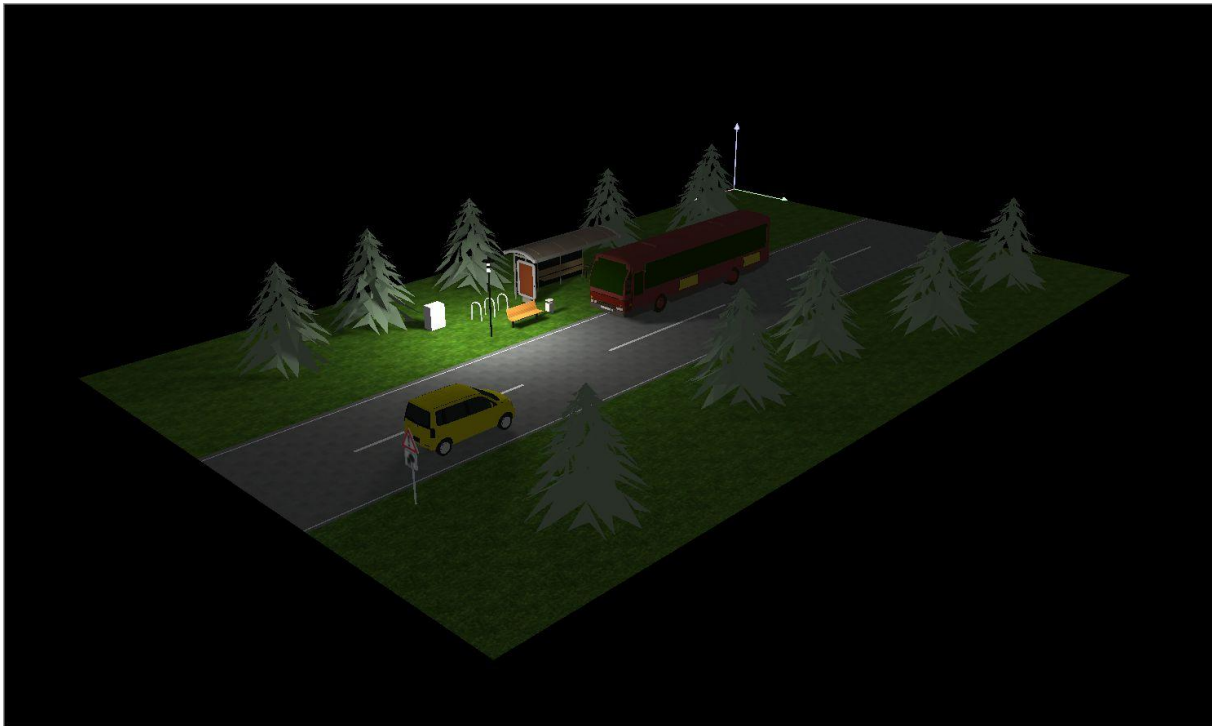


Abbildung 7: Dreidimensionale Darstellung der Lichtverteilung des AUBELE-Prototypen

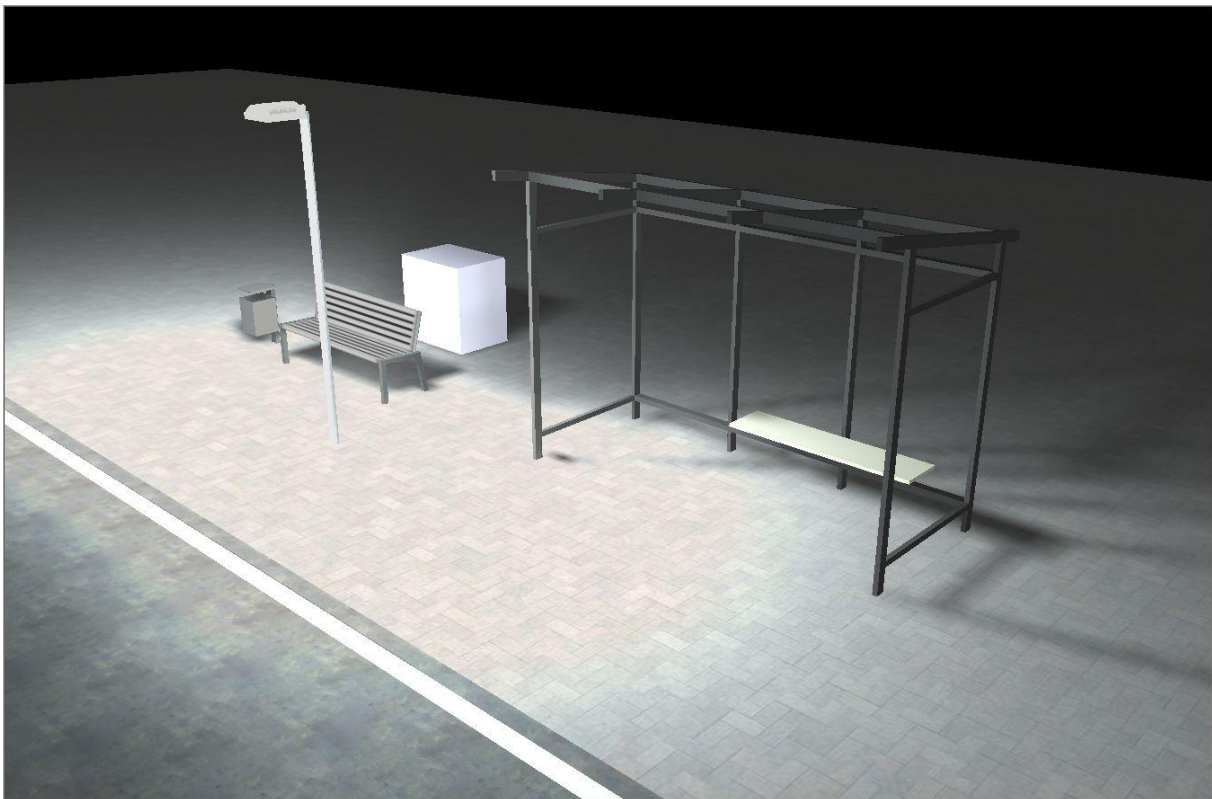
Mit Hilfe der durch die Spittler GmbH gelieferten Goniometer-Daten konnte eine Reihe spezifischer Beleuchtungsszenarien in DIALux erstellt werden. Auf die Ergebnisse dieser Simulationen wird im nachfolgenden Abschnitt (Vergleich der angestrebten mit den erreichten technischen Parametern) noch im Detail eingegangen werden; nachfolgend soll zunächst nur ein visueller Einblick in zwei der simulierten Szenarien gegeben werden.

<sup>3</sup> <http://www.dial.de>

<sup>4</sup> <http://www.spittler.de>



*Abbildung 8: Simulation eines abgelegenen, autark versorgten Bushaltestellenpunkts  
(der auffällige helle Kasten enthält Teile der Energie- und Regeltechnik)*



*Abbildung 9: Generische Bushaltestellensimulation zur Darstellung des Adaptionfelds*



## Arbeitspaket 2: Berechnung der abzuführenden Wärmemenge

Obgleich LEDs im Vergleich mit anderen Leuchtmitteln bereits eine sehr hohe energetische Effizienz aufweisen und demzufolge mehr Licht als Wärme produzieren, entsteht während des Betriebs eine erhebliche Wärmemenge, die aus dem LED-Chip abgeführt werden muss, da sich anderenfalls eine negative Wirkung auf die Lebensdauer der LEDs ergibt. Auf der Basis verschiedener Parameter wie etwa der insgesamt benötigten Anzahl von LEDs oder der Betriebsspannung der Lampe, konnte im Rahmen dieses Arbeitsschritts die abzuführende Wärmemenge ermittelt und eine Planung für das sogenannte thermische Management geschaffen werden.

Das nachfolgend dargestellte Ersatzschaltbild verdeutlicht, welche Wärmeübergänge zwischen den einzelnen Komponenten des AUBELE-Systems auftreten. Aus der Analyse des Schaltbilds ergab sich, dass der Kühlkörper einen Wärmewiderstand  $R_{(th)}$  von mindestens  $8,4K/W$  aufweisen muss. Ein über mehrere Tage durchgeführter Test der LED-Anordnung in einem geschlossenen Gehäuse sowie bei einer konstanten Außentemperatur von  $27^{\circ}C$  zeigte zudem, dass die Temperatur des Kühlkörpers nicht über  $60^{\circ}C$  ansteigt, wodurch die Temperatur des LED-Chips stets unter den maximal zulässigen  $120^{\circ}C$  bleibt. Eine Wärmeableitung über einen Standard-Kühlkörper ist damit problemlos möglich.

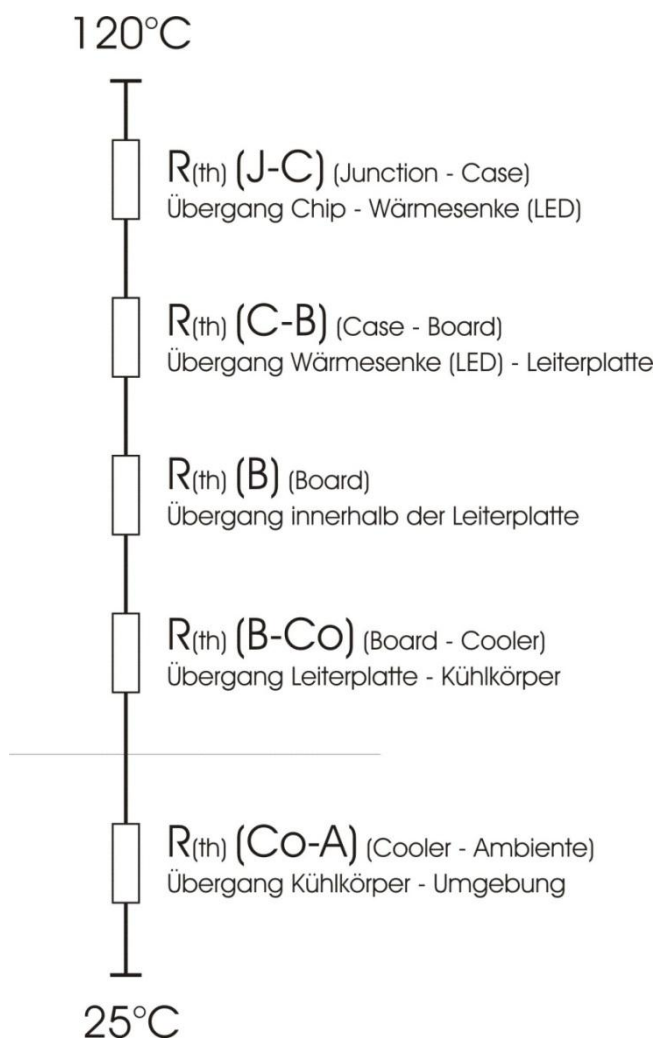


Abbildung 10: Ersatzschaltbild des AUBELE-Systems

### Arbeitspaket 3: Zusammenstellung des Final Design Plans

Im Anschluss an die Fertigstellung der ersten Arbeitspakete trafen sich alle AUBELE-Projektpartner zu einer gemeinsamen Besprechung der Ergebnisse und legten sich auf einen Final Design Plan fest. Das elfseitige Dokument, das am 22.06.2011 von den Projektpartnern gemeinsam verabschiedet wurde, kann bei Interesse über die HarzOptics GmbH angefordert werden.

Einige wesentliche Parameter sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Parameter	Ausprägung
Lichtpunkthöhe	6m
Versorgungsspannung	24V
Elektrische Schnittstelle	RS485
Gehäuse der Brennstoffzelle	Kabelschacht DN 800
Eigenschaften des Lampenkopfs	Seewasserbeständig, geringe Windlast
Schnittstellen am Lampengehäuse	PWM-Ausgangsport, RS485, 8 freie IO-Ports

Tabelle 2: Wesentliche Projektparameter des AUBELE-Systems

### Arbeitspaket 4: Stromversorgung, Ansteuerung und Leiterplattendesign

Da die Stromversorgung extern gestellt wird (24V Gleichspannung), bestand keinerlei Bedarf für ein zusätzliches Netzteil. Dies ist ein unter Effizienz Gesichtspunkten günstiger Ausgangspunkt, da auch gute Netzteile keinen Wirkungsgrad von 100% erreichen und somit zu Verlusten beitragen. Im Fokus dieses Arbeitsschritts standen daher insbesondere die Ansteuerung der LEDs sowie der Entwurf einer geeigneten Leiterplatte. Für die Ansteuerung wurde dabei auf das Pulsweitenmodulations-Verfahren (PWM) zurückgegriffen, da sich mit Hilfe einer solchen Beschaltung die Helligkeit der LEDs leicht realisieren lässt; zudem ist die Verlustleistung einer PWM-Beschaltung äußerst gering.

Mit dem Entwurf der MC-PCB-Leiterplatte wurde – wie bereits im Antrag angedacht – ein externer Auftragnehmer – der in Wernigerode freiberuflich tätige Elektronik-Entwickler Andreas Müller – beauftragt. Herr Müller entwickelte nach den Vorgaben des Projektteams eine für das AUBELE-System geeignete Schaltung und fertigte auf dieser Basis zudem Leiterplatten für die Ansteuerung der Lampe sowie die Kommunikation zwischen Lampe und Brennstoffzellen-System an. Die für die LEDs benötigten Metallkernleiterplatten wurden kostensparend über Starplatinen realisiert, womit auf eine Einzelanfertigung verzichtet werden konnte.

### Arbeitspaket 5: Durchführung von Nachbesserungen an Prototypen

Wie die intensiven Tests am Prototypen in Bergen zeigten, kommt es aufgrund der unterschiedlichen Ladezustände der Batterie zu Schwankungen in der Betriebsspannung. Eine konstante Spannung von 24V – von der bei den ursprünglichen Planungen ausgegangen worden war – erwies sich unter diesen Umständen als nicht realisierbar, weshalb die Ansteuerung (PWM) erneut geändert werden musste, um eine Spannungsunabhängigkeit herzustellen. Im ursprünglichen Prototypen erfolgte die Messung der Spannung sowie die Ermittlung des PWM-Wertes in der Brennstoffzelle; im überarbeiteten Prototypen erfolgen Spannungsmessung und PWM-Anpassung dagegen direkt in der Lampe. Diese Lösung ist mit dem zusätzlichen Vorteil verbunden, dass die Anpassung der entsprechenden Werte auch dann erfolgen kann, wenn die Kommunikation zwischen Lampe und Brennstoffzelle ausfällt.



*Abbildung 11: In Bergen zu Testzwecken dauerhaft installierter AUBELE-Prototyp*

### **3.2 Angestrebte und erreichte technische Parameter**

Im Rahmen der Aufgabenteilung zwischen den AUBELE-Projektpartnern oblag der HarzOptics GmbH insbesondere die Verantwortung für das optische Design des Beleuchtungssystems. Hierunter fallen – wie bereits dargestellt – unter anderem die Auswahl geeigneter LEDs sowie deren Anordnung im Lampengehäuse. Das dabei verfolgte Hauptziel ist die Erreichung bestimmter Abstrahlparameter, die auf Basis gängiger Vorschriften wie etwa der DIN EN 13 201 zu Projektbeginn gemeinsam von den Partnern festgelegt wurden. Von besonderer Bedeutung sind dabei Länge und Form des sogenannten Adaptionfeldes, d.h. der Strecke, über die sich das Sehvermögen eines Kraftfahrers allmählich an die Lichtverhältnisse im Einstiegsbereich anpassen soll (Adaption).

Abrupte Änderungen an den Beleuchtungsverhältnissen sind dabei weniger wünschenswert als ein allmählicher Übergang von einer dunklen in eine helle und dann wiederum in eine dunkle Umgebung.

Um den sicheren Ein- und Ausstieg der Passagiere direkt am Haltepunkt zu gewährleisten, muss an dieser Stelle eine Beleuchtungsstärke von 15lx über eine Fläche von 2x2m am Einstiegspunkt erreicht werden. Das Adaptionsfeld selbst soll sich auf Seiten des Einstiegspunktes 20m in beide Richtungen erstrecken, wobei die Lichtstärke zum Ende des Adaptionsfeldes allmählich auf 1lx abgesenkt werden soll. Über 10m soll in beide Richtungen noch eine Lichtleistung von mindestens 3lx erreicht werden; für die gegenüberliegende Straßenseite ist eine um die Hälfte verringerte Feldlänge vorgesehen.

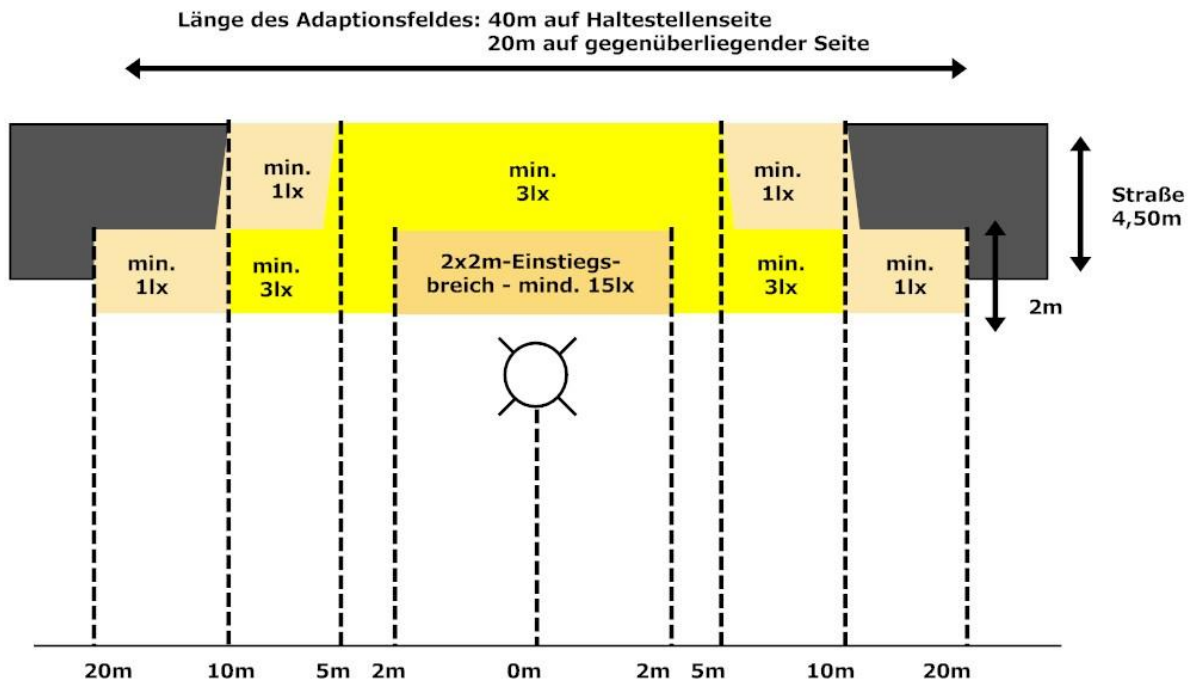


Abbildung 12: Darstellung der idealen Parameter für das Adaptionsfeld (nicht maßstabsgerecht)

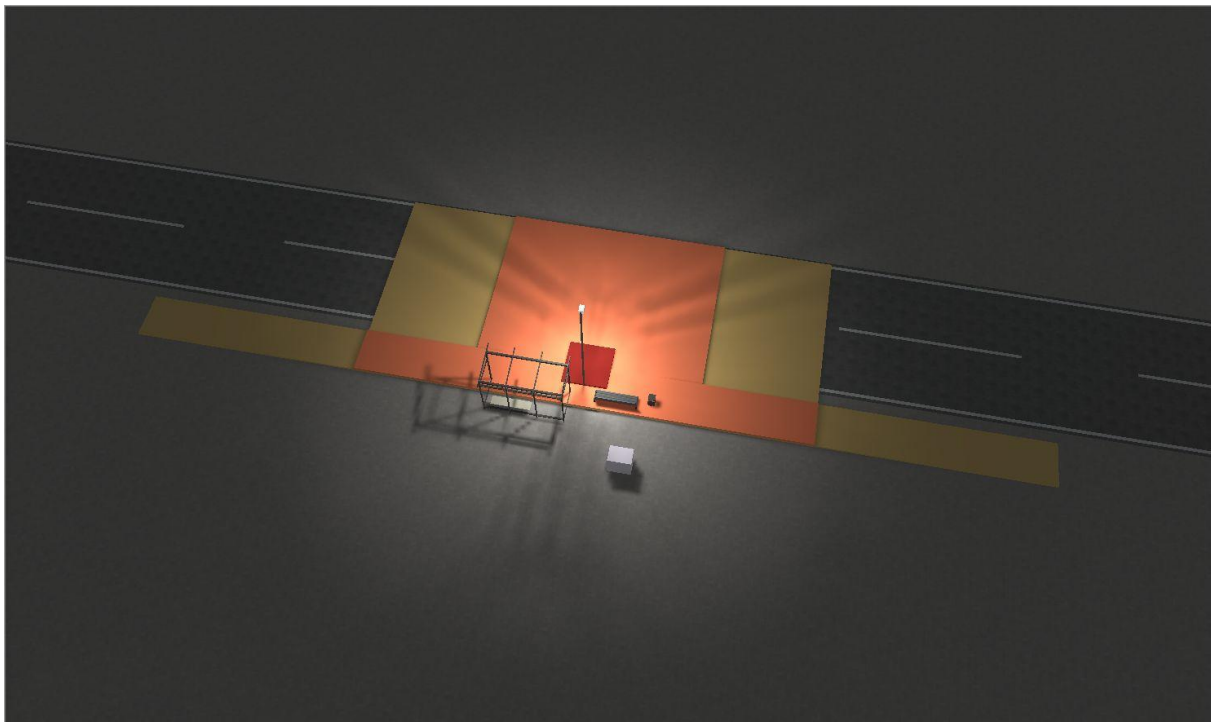
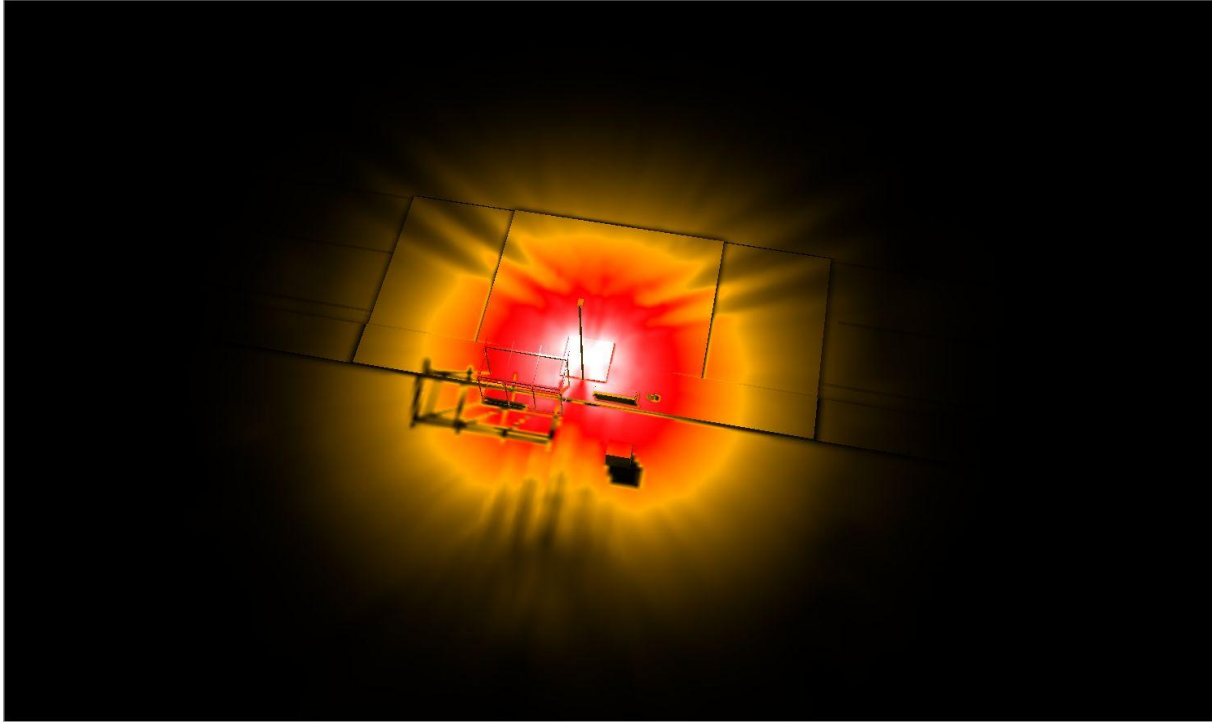


Abbildung 13: Übertragung des idealen AUBELE-Adaptionsfeldes in eine DIALux-Simulation

In der im Rahmen des ersten Arbeitspakets durchgeführten und hier in Form zweier Grafiken dargestellten DIALux-Simulation kennzeichnet die dunkelrote Fläche unmittelbar vor der Lampe den Einstiegsbereich, in dem eine Lichtleistung von 15lx erreicht werden soll; die orangene Fläche soll mit mindestens 3lx, die gelbe Fläche mit mindestens 1lx ausgeleuchtet werden. Wie schon am Lichtkegel erkennbar ist, wird ein Großteil dieser Fläche mit in zunehmender Entfernung vom Einstiegspunkt abnehmender Lichtleistung ausgeleuchtet. Eine auf dieser Simulation aufbauende Detailsimulation in Falschfarben ermöglicht im nächsten Schritt eine exakte Überprüfung der angestrebten Parameter.



*Abbildung 14: Falschfarbendarstellung des simulierten AUBELE-Abstrahlungsverhaltens*

Wie die DIALux-Falschfarbendarstellung zeigt, werden die vorgesehenen Abstrahlungscharakteristika beinahe vollumfänglich erreicht. Im weiß eingefärbten Bereich, der die Einstiegsfläche von 2x2m vollständig abdeckt, werden mindestens 15lx erreicht. Die rote Fläche kennzeichnet den Bereich, in dem mindestens 3lx erreicht werden; die hellgelbe Fläche dagegen den Bereich, in dem mindestens 1lx erreicht werden. Wie man an der Überschneidung mit den farblich gekennzeichneten Zielflächen erkennt, werden die für das Adaptionfeld geplanten Parameter bis auf eine Abweichung erreicht – die Länge des mit mindestens 1lx beleuchteten Adaptionfeldes auf Seiten des Einstiegspunktes liegt in beiden Richtungen bei nur etwa 13-14m anstelle der ursprünglich vorgesehenen 20m.

Diese Abweichung der tatsächlich erreichten von den angestrebten technischen Parametern ist auf eine mangelhafte seitliche Lichtauslenkung an den Prototypen zurückzuführen. Das Problem kann jedoch ohne großen Aufwand durch den Einsatz entsprechend justierter Linsen in den Lampenkopf korrigiert werden. Eine entsprechend nachgerüstete Lampe soll in den kommenden Wochen erneut vermessen werden, so dass weitere Simulationen durchgeführt werden können. Abgesehen von dieser Abweichung – die die grundsätzliche Einsatzfähigkeit des Systems nicht einschränkt – lässt sich jedoch feststellen, dass die zu Beginn des Projektes für die Lichtverteilung angestrebten technischen Parameter vollumfänglich erreicht werden konnten.

## 4 Geplante Ergebnisverwertung

Die Projektpartner planen, das AUBELE-System gemeinschaftlich zu produzieren und als autarkes, spezialisiertes, vorschriftenkonformes und potentiell CO<sub>2</sub>-neutrales (letzteres in Abhängigkeit von der Wasserstoffquelle) LED-Beleuchtungssystem zu vermarkten. HarzOptics wird die Vermarktung dabei über bestehende Kontakte zu Kommunal- und Stadtverwaltungen, Betrieb und Pflege der offiziellen AUBELE-Webseite sowie Veröffentlichungen auf Fachkonferenzen und Messeauftritte unterstützen. Die erste Fachveröffentlichung konnte bereits in 2010 publiziert werden:

*Jens-Uwe Just, Andreas Müller, Ulrich Fischer-Hirchert & Christian Reinboth: Ausgewählte technische Aspekte bei der Entwicklung von LED-Außenbeleuchtung, in: Tagungsband der 11. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz der Fachhochschulen Sachsens, Sachsen-Anhalts und Thüringens, S. 339-342, Schmalkalden, 2010, ISBN: 978-3-00-030849-9.*

Die Veröffentlichung kann bei Interesse über die HarzOptics GmbH angefordert werden.

**AUBELE**  
Autarke Haltestellenbeleuchtung

**Startseite**  
**AUBELE-Projekt**  
**Versorgung**  
**Lichtsmog**  
**Die AuLED**  
**Partner**  
**Weblinks**  
**Kontakt**  
**Impressum**

**Letzte News**  
30.08.2010:

**AUBELE - Autarke Haltestellenbeleuchtung**

Seit September 2010 arbeiten die **argus electronic GmbH**, die **Elektro-Anlagenbau GmbH**, die **HarzOptics GmbH** und die **Hochschule Harz** an der Entwicklung eines umweltfreundlichen LED-Beleuchtungssystems für Bushaltestellen. Eines der wichtigsten Ziele des Projekts **AUBELE** ist es, eine autarke Energieversorgung über Wasserstoff-Brennstoff-Zellen und (optionale) Solarmodule zu realisieren, die den Einsatz an abgelegenen Haltepunkten ohne Stromanbindung möglich machen soll.

**HOCHSCHULE harz**  
Hochschule Harz  
Friedrichstr. 57-59  
38855 Wernigerode

**argus GmbH**  
J.-Jungius-Str. 9  
18059 Rostock

**EAB**

**Vorteile von LED-Beleuchtung**

- Energieeffizienz
- Weniger Lichtsmog
- Insektenfreundlichkeit
- Hohe CO<sub>2</sub>-Einsparungen
- Besonders hohe Lebensdauer

Abbildung 15: Die offizielle Webseite des AUBELE-Projekts: <http://www.led-strassenlampe.de>

Die offizielle AUBELE-Webseite (<http://www.led-strassenlampe.de>) konnte während der Laufzeit des Projekts (September 2010 – September 2011) insgesamt 19.628 Seitenaufrufe verbuchen, wobei die Mehrzahl der Besucher über eine Suche bei Google auf den Internetauftritt fand. Die Suchmaschine listet die AUBELE-URL bei themenrelevanten Schlagwortkombinationen wie „LED + Straßenlampe“ prominent unter den ersten fünf Treffern. Die Webseite soll im laufenden Jahr weiter ausgebaut und als eine wesentliche Säule der demnächst anlaufenden Vermarktungskampagne etabliert werden.

Weitere Formen der Ergebnisverwertung durch HarzOptics werden in Abschnitt 5 aufgegriffen.

## 5 Auswirkungen auf die Unternehmensentwicklung

Für die HarzOptics GmbH ergeben sich aus dem AUBELE-Projekt drei verwertbare Ergebnisse:

- (1) Autarkes Beleuchtungssystem AUBELE:** Das zentrale Projektergebnis ist das autarke LED-Beleuchtungssystem AUBELE, welches unter anderem für die Beleuchtung abgelegener Bushaltestellen, Wanderbaustellen und Parkplätze eingesetzt werden kann. Dieses Produkt, welches bereits in Abschnitt (1) im Detail beschrieben wurde, wird von der HarzOptics GmbH gemeinsam mit den Projektpartnern argus electronic GmbH, EAB Rügen GmbH und Hochschule Harz gemeinsam produziert, vermarktet und vertrieben werden. Das dieser Vermarktung zugrundeliegende Vertragswerk soll zeitnah in einer gemeinsamen Sitzung der Partner am 02. März 2012 in Rügen erarbeitet werden.

Da das Vertragswerk noch nicht vorliegt, kann an dieser Stelle keine exakte Aussage zur zukünftigen Rolle der HarzOptics GmbH im AUBELE-Produktions- und Vertriebskonsortium getroffen werden. Angestrebt ist allerdings eine Einbindung als Zulieferer für vollständige Lampensysteme zur Integration in AUBELE-Komplettsysteme, deren Vermarktung durch einen der anderen Partner übernommen wird. In diesem Fall würden bei prognostizierten Verkaufszahlen von etwa 30 bis 40 Komplettsystemen pro Jahr und einem Zielpreis für das vollständige Lampensystem von 550 Euro Umsätze zwischen 16.500 Euro bis 22.000 Euro jährlich generiert werden, hinzu käme ein Beteiligung am Verkauf der Komplettsysteme, deren Höhe noch in Abstimmung mit den AUBELE-Partnern festgelegt werden müsste. Die HarzOptics GmbH rechnet damit derzeit mit Umsätzen aus dem AUBELE-Projekt von 25.000 Euro bis 35.000 Euro pro Jahr bei einer Gewinnspanne um 35%.

- (2) Energieeffiziente LED-Straßenlampe:** Der von der HarzOptics GmbH im Rahmen des Projekts AUBELE entwickelte LED-Lampenkopf kann auch unabhängig vom Gesamtsystem – etwa als Straßenlampe oder Industriehallenbeleuchtung – eingesetzt werden. Die HarzOptics GmbH wird derartige Lampen zukünftig als eigenständiges Produkt herstellen und vermarkten, wobei die Lampenköpfe zugekauft und die Elektronik selbst gefertigt werden soll. Es wird davon ausgegangen, dass mit einer derartigen, einfach aufgebauten und auf Energieeffizienz ausgelegten LED-Straßenlampe ein Umsatz von circa 60.000 Euro jährlich bei einem Zielpreis von 400 Euro pro Lampe und manueller Fertigung durch Bestandspersonal zu erzielen ist. Die Vermarktung dieses Produkts – für das noch kein Produktname feststeht – wird primär über die AUBELE-Webseite sowie bereits bestehende Kontakte der HarzOptics GmbH in regionale Stadt- und Kommunalverwaltungen erfolgen. Eine Anpassung der Elektronik auf die vom AUBELE-System abweichende Bestromung von Straßenlampen wurde bereits erarbeitet.

- (3) Messtechnisches Know-How:** Die Mitarbeiter der HarzOptics GmbH konnten im Rahmen des Projekts AUBELE zahlreiche wertvolle Erfahrungen mit der lichttechnischen Vermessung von Straßenlampen sowie der Durchführung von Beleuchtungssimulationen sammeln. Dieses Know-How soll zukünftig in ein eigenes Dienstleistungsangebot überführt werden, wozu unter anderem der Aufbau eines Goniometersystems für Fernfeldmessungen vorgesehen ist. An dieses Vorhaben sind keine spezifischen wirtschaftlichen Erwartungen seitens des Unternehmens geknüpft. Zwar ist bekannt, dass ein Markt für derartige Dienstleistungen existiert, derzeit ist jedoch unklar, welche Marktpräsenz hier erreicht werden könnte.

## 6 Gemeinsame Verwertungsform

Eine gemeinsame Verwertung der Projektergebnisse ist geplant. Die AUBELE-Projektpartner werden sich am 02.03.2012 in Rügen treffen, um den Entwurf des Verwertungsvertrags zu diskutieren und aller Wahrscheinlichkeit nach auch zu verabschieden. Die gemeinsame Vermarktung des Produkts wird aller Voraussicht nach spätestens im Juni 2012 anlaufen. Da der Verwertungsvertrag noch nicht in seiner endgültigen Fassung vorliegt, können an dieser Stelle noch keine endgültigen Aussagen zur späteren Form der gemeinsamen Verwertung getroffen werden.



Abbildung 16: DIALux-Simulation einer mit AUBELE beleuchteten Bushaltestelle an einer Landstraße

## 7 Kontakt und weitere Informationen

Direkter Ansprechpartner für weitere Auskünfte zum AUBELE-Projekt:

Christian Reinboth, Dipl.Wi.Inf.(FH)

HarzOptics GmbH  
An-Institut der HS Harz  
Dornbergsweg 2  
38855 Wernigerode

Telefon: 03943 935 615

Telefax: 03943 935 616

E-Mail: [creinboth@harzoptics.de](mailto:creinboth@harzoptics.de)

Website: <http://www.harzoptics.de>