

## HumAlne Stirnleuchten – Entwicklungspotential

Sylvia HUBALEK<sup>1</sup>, Christian MENEN<sup>1</sup>, Karin BIESKE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM)  
Gustav-Heinemann-Ufer 130, D-50968 Köln*

<sup>2</sup> *Fachgebiet Lichttechnik, Fakultät für Maschinenbau, TU Ilmenau  
Professor-Schmidt-Straße 26, D-98693 Ilmenau*

**Kurzfassung:** Das Angebot an Stirnleuchten und berufliche Sehaufgaben passen nur bedingt zueinander. Sichtbar wird dies bei Arbeiten an Oberleitungen. Dort müssen auch nachts Masten bestiegen werden, um an Fahrleitungen dringend erforderliche Arbeiten durchzuführen. Auf den freien Bahnstrecken sind Stirnleuchten die typisch dafür eingesetzten Lichtquellen. Im Auftrag der BG ETEM wurden durch das Fachgebiet Lichttechnik der TU Ilmenau Untersuchungen für typische Arbeitssituationen vorgenommen und lichttechnische Anforderungen für die verschiedenen Sehaufgaben bestimmt. Keine der marktverfügbaren Stirnleuchten erfüllte die Anforderungen umfänglich. Im Rahmen des Projektes wurde daher gemeinsam mit einem Hersteller eine Stirnleuchte modifiziert. Für die Zukunft erhoffte Entwicklungen im Bereich der künstlichen Intelligenz (AI) könnten für die Nutzung weitere Vorteile bringen.

**Schlüsselwörter:** Licht, Stirnleuchte, Sehen, Blendung, Lichtkegel, Oberleitungen

### 1. Verwendung von Stirnleuchten bei Arbeiten an Oberleitungen

Die Arbeitsstellen an Oberleitungen befinden sich meistens in 5,00 m bis 8,00 m Höhe. Sie reichen bis zum Mastkopf hinauf.

In Bahnhöfen, Stellwerken, etc. sind stationäre Beleuchtungsanlagen Stand der Technik. Außerhalb ermöglichen schienenengebundene Großgeräte mit fest darauf installierten Beleuchtungsanlagen, mobile Lichtmasten und tragbare Leuchten das nächtliche Sehen.



**Abbildung 1:** Arbeiten am Mastkopf im freien Feld mit einer Stirnleuchte (Jörg Block/BG ETEM).

Insbesondere bei kleinräumigen Arbeitsbereichen hat sich die zusätzliche Nutzung einer Stirnleuchte bewährt, wie in Abbildung 1 ersichtlich. Damit kann bei Arbeiten an Oberleitungsanlagen erreicht werden, dass die Sehaufgabe im direkten Handbereich ausreichend ausgeleuchtet wird.

Der Einsatz der Stirnleuchte als einzige Lichtquelle beschränkt sich grundsätzlich auf das Arbeiten an hochgelegenen Arbeitsplätzen auf Oberleitungsanlagen und die unmittelbare Umgebung.

## 2. Sehaufgaben und Lichtbedarf

Der Anhang 2 Punkt 5 der Arbeitsstättenregel (ASR) A3.4 enthält zwar Anforderungen an die Beleuchtung von Gleisanlagen und Bahnbereichen. Konkrete Anforderungen an Oberleitungsanlagen bzw. Oberleitungsbaustellen werden aber auch in der DIN EN 12464 Teil 2 und der DGUV Information 215-210 nicht benannt.

Daher wurden von der TU Ilmenau als Projektnehmer relevante Sehaufgaben vor Ort erfasst, im Labor nachgestellt und von 22 Versuchspersonen unter verschiedensten Lichtsituationen bewertet. Daraus entstand eine Anforderungs-Matrix an eine Stirnleuchte für den Oberleitungsbau (s. Tabelle 1), die in einem anschließenden Feldtest bestätigt wurde.

**Tabelle 1:** Übersicht der Sehaufgaben mit den typischen Sehdistanzen, Beleuchtungsstärkewerten und Lichtkegeln.

<b>Einsatzzweck</b>	<b>Typische Sehdistanz</b>	<b>Zentrale Beleuchtungsstärke in 0,5 m Abstand</b>	<b>Lichtkegel</b>
Sehaufgabe im Greifraum	0,5 m	50 lx	groß
Orientierung in unmittelbarer Umgebung (z. B. als zusätzliche Leuchte beim Gehen im Gleisbett)	1 m bis 2 m vor der Person	150 lx	groß
Orientierung in weiterer Umgebung (z. B. zum Einhängen des Erdungsbestecks oder um vom Arbeitsplatz aus einen weiteren Blick ins Gelände zu ermöglichen)	bis 10 m	1 000 lx	klein

Eine Übersicht des gesamten Projektes enthält der DGUV Report 2/2020, Details sind in den beiden Abschlussberichten verfügbar.

## 3. Die passende Stirnleuchte

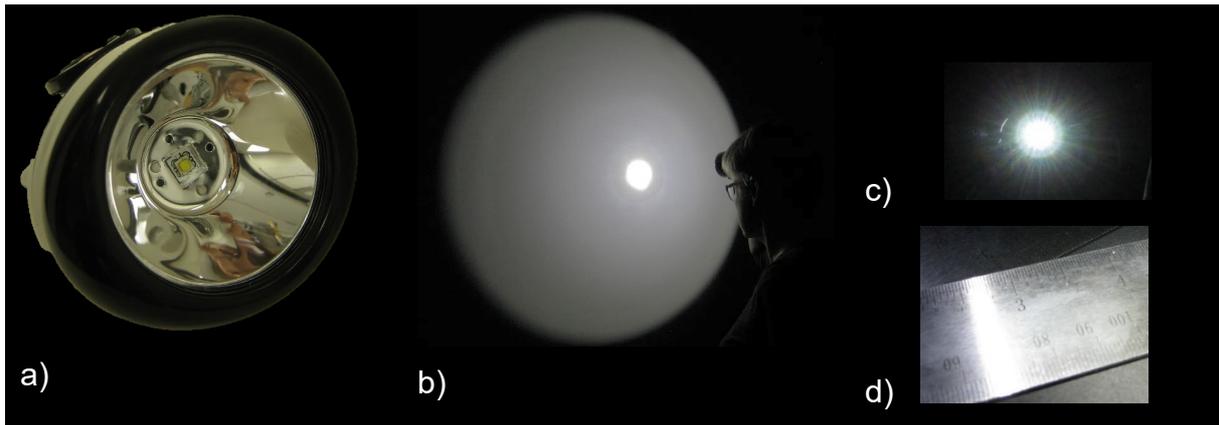
Marktverfügbare Stirnleuchten wurden mit den arbeitsplatzbezogenen Anforderungen abgeglichen. Keine der Leuchten erfüllte die Anforderungen umfänglich, wie Abbildung 2 beispielhaft zeigt:

(1) Zum einen ist der Lichtstrom durch die immer leistungsfähigeren LEDs viel zu hoch. Nachts benötigt das menschliche Auge nur einen Bruchteil des Lichts, um die Adaptation auf die dunkle Umgebung zu ermöglichen.

(2) Helle Lichtpunkte durch Reflektionen auf hellen oder glänzenden Teilen führen zu Blendung und damit zur Abnahme der Sehschärfe.

(3) Der direkte Blick in die Leuchte des Kollegen führt zu Absolutblendung und damit zu einer nicht unerheblichen Unfallgefahr.

(4) Zu viel Licht führt zudem dazu, dass außerhalb des Lichtkegels alles ununterscheidbar Schwarz und damit nicht mehr erkennbar wird.



**Abbildung 2:** a) Leuchte, die direkten Blick auf die LED erlaubt und stark blendet, b) inhomogene Lichtverteilung, c) Direktblendung und d) Reflexblendung an glänzenden Oberflächen, die das Sehen beeinträchtigt (Karin Bieske/TU Ilmenau).

Für das Projekt wurde gemeinsam mit einem Hersteller von Stirnleuchten eine Leuchte so angepasst, dass sie den Anforderungen an Beleuchtungsstärke, Leuchtdichte, Lichtkegel und Übergang zur Umgebung erreicht. Um die verschiedenen Arbeitssituationen passend zu beleuchten, arbeitet die Leuchte mit drei Schaltstufen.

#### 4. HumAIn

Im Rahmen des Projektes wurden Sehauflagen beschrieben, die Anforderungen an eine Leuchte ermittelt, eine Leuchte entsprechend modifiziert und marktverfügbar gemacht. In Vorbereitung befindet sich die Informationsschrift „Fachbereich AKTUELLE“, in der die Ergebnisse für die Anwender veröffentlicht werden. Ergänzt wird die Schrift durch eine Checkliste, mit der künftig der Kauf einer geeigneten Stirnleuchte für Arbeiten an Oberleitungen erleichtert werden soll. Kurzum: Es wurde alles dafür in die Wege geleitet, das Licht mit einfachen Mitteln so zu gestalten, dass es den menschlichen (also den HUMANEN) Anforderungen entspricht.

Mithilfe der künstlichen Intelligenz (AI) wären beispielsweise künftige Weiterentwicklungen zu Gunsten des menschlichen Sehens denkbar:

- ✓ Leuchte erkennt Distanz zu Objekten und adaptiert auf dieser Basis Lichtkegel und Lichtstrom (im Ansatz bereits möglich)
- ✓ Leuchte erkennt Gesicht und blendet ab; nach Direktblendung wird unmerklich die ursprüngliche Helligkeit wiederhergestellt
- ✓ Leuchte erkennt Umgebungshelligkeit und passt Lichtstrom entsprechend an

(höherer Lichtstrom bei höherer Umgebungshelligkeit)

- ✓ Leuchte meldet akustisch Restlaufzeit der Batterieladung (Ziel: Vermeidung von Bedienfehlern bei mehrstündigem Tragen)
- ✓ Leuchte reagiert sprachgesteuert auf Anforderungen (Ziel: beide Hände frei)
- ✓ Leuchte merkt sich Anforderungen und bietet diese bei erlernten Situationen automatisch an (Ziel: Beleuchtung individuell auf Sehvermögen des einzelnen Nutzers angepasst)
- ✓ Mindestens drei Drohnen leuchten die Arbeitsstelle abhängig von der Kopfposition aus (Kritisch: unter Spannung stehende benachbarte Leitungen und Druckwellen durch vorbeifahrende Züge)

## 5. Ausblick

Die Anforderungen an die Stirnleuchten wurden hier für Arbeiten an Oberleitungen ermittelt. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl weiterer Arbeitsaufgaben, bei denen eine entsprechend geeignete humane Stirnleuchte von Vorteil wäre.

## 6. Literatur

- Arbeitsstättenregel: Beleuchtung (ASR A3.4). Ausg. 4/2011. Zuletzt geändert GMBI 2014, S. 287
- Bieske K, Vandahl C, Schierz Ch (2018) Abschlussbericht - Projekt „Stirnleuchten im Oberleitungsbau“, im Auftrag der BG ETEM, Ilmenau. <https://www.tu-ilmenau.de/lichttechnik> → Publikationen → 2018
- Bieske K, Vandahl C, Schierz Ch (2019) Abschlussbericht - Projekt „Stirnleuchten im Oberleitungsbau - Teil II“, im Auftrag der BG ETEM, Ilmenau. <https://www.tu-ilmenau.de/lichttechnik> → Publikationen → 2019
- Bieske K, Hubalek S (2019) „Stirnleuchten im Fahrleitungsbau“. In: DGUV Report 2/2020, 7. DGUV Fachgespräch Ergonomie – Zusammenfassung der Vorträge vom 25./26. November 2019, Hrsg. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V., Berlin.
- DGUV Information 215-210 (2016) „Natürliche und Künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (Hrsg).
- DIN EN 12464 (2014) Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 2: Arbeitsplätze im Freien. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg).

**Danksagung:** Ein ganz besonderer Dank gilt Herrn Nikolai Seel (Fa. KSE-Lights GmbH, Ennepetal) für die konstruktive Zusammenarbeit.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## Arbeit HUMAINE gestalten

67. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie (WiPs)  
Ruhr-Universität Bochum

Institut für Arbeitswissenschaft (IAW)  
Ruhr-Universität Bochum

3. - 5. März 2021

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 67. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 3. - 5. März 2021**

**Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie, Ruhr-Universität Bochum  
Institut für Arbeitswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Dortmund: GfA-Press, 2021  
ISBN 978-3-936804-29-4

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

**Schriftleitung: Matthias Jäger**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

**Screen design und Umsetzung**

© 2021 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)