

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 74 (2012)
Heft: 8

Artikel: Arbeitsfeldausleuchtung : LED im Vormarsch
Autor: Hunger, Ruedi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1082370>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Wenn die Nacht zum Tag wird, verlängert sich die Arbeitszeit. (Foto: New Holland)

Arbeitsfeldausleuchtung: LED im Vormarsch

Sie bringen Licht ins Dunkel, erhellen die Strasse, beleuchten das Arbeitsfeld und verlängern den Arbeitstag. Die Rede ist von Scheinwerfern und Lampen, die heute in grosser Anzahl an landwirtschaftlichen Traktoren und Arbeitsmaschinen montiert sind. Sie sind zusammengefasst in eigentlichen Lichtsystemen, welche die Umgebung des Fahrzeuges erhellen.

Ruedi Hunger

Ab 1911 ging der deutsche Hersteller Bosch davon aus, dass grösser auch besser ist; das heisst, bis etwa 1919 wurden immer stärkere Glühlampen verwendet. Das führte dazu, dass sich zwei kreuzende Fahrzeuge gegenseitig so blendeten, dass zumindest einer der Fahrer anhalten musste.

Ab 1925 wurde die «Bilux»-Lampe mit einer Zweifadenanordnung für Fern- und Abblendlicht hergestellt. Zusätzliche Nebellampen mit einem schräg nach unten wirkenden Lichtbündel gab es ab Anfang der Dreissigerjahre. 1957 wurde die asymmetrische Lichtverteilung möglich. Sie erlaubte eine Vergrösserung der Reichweite des Abblendlichtes am rechten Fahrbahnrand. 1964 kamen Halogenlampen, vorerst nur mit einer Glühwendel, auf den Markt und ab 1971 die H4

mit zwei Glühwendeln für Fern- und Abblendlicht. Mit dem Beleuchtungssystem «Litronic» (Bosch) bzw. Gasentladungslampen wurde 1991 ein Meilenstein gesetzt. Die jüngste Erfindung der Technik sind die Light-Emitting-Dioden, abgekürzt LED.

Alle Entwicklungsschritte dieser «Erleuchtung» waren auf die von hohen Stückzahlen geprägte Automobilindustrie ausgerichtet. Die Bedeutung einer grosszügigen Arbeitsfeldausleuchtung ist in der Landwirtschaft in den letzten drei Jahrzehnten stark gewachsen.

Das menschliche Auge passt sich mit verschiedenen Mechanismen den jeweils herrschenden Lichtverhältnissen an. Einerseits geschieht dies durch eine Empfindlichkeitsänderung der Netzhaut. Andererseits erfolgt eine Anpassung an die

Helligkeit durch die Iris, die die Augenlinse wie eine Blende umfasst und die Pupille als Sehöffnung durch eine Erweiterung oder Verengung vergrössert oder verklei-

Licht

Licht ist im engeren Sinn die für das menschliche Auge sichtbare elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen zwischen 380 und 780 nm (sichtbares Licht). Im weiteren Sinn der Wellenbereich zwischen etwa 100 nm und 1 mm (optische Strahlung), der auch die Ultraviolett- und Infrarotstrahlung umfasst.

- Physik: Licht breitet sich im Vakuum geradlinig und mit Lichtgeschwindigkeit aus.
- Biologie: Licht führt den Organismen die zur Erhaltung des Lebens notwendige Strahlungsenergie zu. (GEO-Themenlexikon; gekürzt)



Die Ausleuchtung des Arbeitsfeldes ist mit heutiger Lichttechnik grosszügig machbar. (Werkfoto Claas)

nert. Es ist eine wesentliche Aufgabe der Scheinwerfertechnik, Blendungen zu vermeiden und gleichzeitig eine möglichst gleichbleibende Sehleistung zu gewährleisten.

Lichtstrom ist die Emission einer Lichtquelle im Wellenbereich des sichtbaren Lichtes. Er wird in «Lumen» (lat. Licht, Leuchte) gemessen. Diese Einheit berücksichtigt die Empfindlichkeit des menschlichen Auges. Der Lichtstrom (abgekürzt: lm) wird nicht gemessen, sondern aus Messwerten der Lichtstärke und Angaben zur Geometrie der Ausbreitung berechnet.

Lichtquelle Temperaturstrahler

Temperaturstrahler erzeugen das Licht durch Wärmeenergie. Das heisst, eine stärker erhitzebare Lichtquelle ergibt eine höhere Lichtstärke. Gegenüber moderner Lichttechnik ist die Lichtausbeute relativ

gering. Entsprechend niedrig ist der Wirkungsgrad (unter zehn Prozent). Das ist ein grosser Nachteil.

• Bilux-Glühlampen

Glühlampen besitzen eine Wendel aus Wolfram, die durch Zufuhr elektrischer Energie zum Glühen gebracht wird. Die Lichtleistung dieser Standardlampe ist gering und die Einsatzdauer wegen der Schwärzung des Lampenkolbens durch verdampfte Wolframpartikel aus der Glühwendel begrenzt.

• Halogenlampen

Die Halogenlampen (H7, H9) zählen ebenfalls zu den Temperaturstrahlern. Sie strahlen etwa doppelt so viel Licht ab wie eine entsprechende Bilux-Glühlampe, zudem bleibt der Glaskolben während der gesamten Lebensdauer der Lampe klar. Die Halogenfüllung der Lampe, bestehend aus Jod oder Brom, lässt eine Wendeltemperatur bis nahe an den Schmelzpunkt des Wolframs zu (3400 °C) zu, daher ist die Lichtleistung entsprechend gross. Das verdampfte Wolfram verbindet sich mit dem Füllgas zu einem lichtdurchlässigen Gas (Wolframhalogenid). In der Nähe der Wendel zersetzt es sich aufgrund der hohen Temperatur und bildet auf der Wendel gleichmässige Wolframablagerungen. Damit dieser Kreislaufprozess erhalten bleibt, ist eine Aussentemperatur des Lampenkolbens von ca. 300 °C erforderlich. Daher ist auch verständlich, dass kleinste Fettablagerungen, beispielsweise durch Berühren mit blossen Fingern, zu Ablagerungen führen, die das Kolbenglas zerstören können.

Lichtquelle Gasentladungslampen

Die Gasentladung beschreibt die elektrische Entladung beim Durchgang des elektrischen Stromes durch ein Gas, wobei Strahlung emittiert wird. Lichtquellen mit

Gasentladung haben grössere Reichweiten und ermöglichen eine hellere und gleichmässige Fahrbahnausleuchtung.

• Xenon-Lampen

Diese Gasentladungslampe ist mit dem einatomigen, farb- und geruchlosen Edelgas Xenon und einer Mischung aus Halogeniden der seltenen Erden gefüllt. Diese Mixtur ermöglicht, dass das normalerweise violett leuchtende Xenon die Farbtemperatur unseres Tageslichtes er-



Die Standardbeleuchtung zu Beginn der Sechzigerjahre schloss Arbeiten bei Nacht weitgehend aus.



«Leuchten» was das Zeug hält – die Ausrüster erfüllen heute beinahe alle Wünsche.

Lichttechnische «Weiten»

• Brennweite

Konventionelle Reflektoren haben meistens eine Parabolform. Die Brennweite ist der Abstand zwischen Parabolscheitel und Brennpunkt, sie kann zwischen 15 und 40 Millimeter betragen.

• Reichweite

Entfernung, in der die Beleuchtungsstärke im Lichtbündel einen bestimmten Wert erreicht (1-Lux-Linie am rechten Fahrbahnrand).

• Sichtweite

Entfernung, in der ein Objekt (...) noch sichtbar ist. Form, Grösse und Reflexionsgrad, der Fahrbahnbelag, die Scheinwerferausführung sowie deren Sauberkeit beeinflussen die Sichtweite. Hinzu kommt noch die Sehstärke des Fahrers.

• Tragweite

Entfernung, in der ein Lichtsignal – z.B. Nebelleuchte, Drehlicht – durch nebelige Luft gerade noch erkennbar ist.

reicht. Beim Anlegen von Spannung wird das Licht nach dem Prinzip der Gasentladung erzeugt. Dazu ist ein elektronisches Vorschaltgerät notwendig, das die Lampe mit einem Hochspannungsimpuls zündet. Bei diesem Vorgang überschlägt ein Funke zwischen den Elektroden (Abstand 4,2 mm) der Lampe und steuert den «Lampenstart», damit diese rasch ihre Betriebsphase erreicht. Die Lampe erreicht ihre volle Helligkeit nach einigen Sekunden, wenn alle Teilchen ionisiert sind. Ab diesem Zeitpunkt sinkt die Betriebsspannung auf einen tieferen Wert. Im Fahrzeugbereich werden Xenon-Lampen als D2S-Lampe für Scheinwerfer und als D2R-Lampe mit integriertem «Schalter» zur Erzeugung einer Hell-Dunkel-Grenze (Abblendlicht) eingesetzt. Im Vergleich zu Glühlampen hat diese Technik entscheidende Vorteile bezüglich Lebensdauer, Lichtausbeute und Wirkungsgrad.

Lichtquelle LED

Die Diode ist ein elektrisches Bauteil, welches Strom nur in einer Richtung pas-



Die Lampenform wird heute vom Designer bestimmt. Dank moderner Bauart enthalten sie je nach Verwendungszweck Linsen-, Prismen- und kombinierte Elemente.



Teuer aber sinnvoll: LED-Technik an der Fahrzeugrückseite leuchtet heller und ist vor allem tagsüber besser sichtbar.

(Bilder: Ruedi Hunger)

Zu beachten:

- Vorschaltgeräte auf die Bordspannung 12 V oder 24 V abstimmen.
- Für die vergleichsweise hohen Einschaltstromspitzen kann es bei älteren Landmaschinen zu Engpässen kommen.
- Bei einwandfreien Kabelsträngen bis max. fünf Meter reichen die üblichen Querschnitte von 1,5 Quadratmillimeter aus. Darüber sind Drähte mit einem Querschnitt von 2,5 Millimeter notwendig.

sieren lässt und in die andere Richtung als Isolator wirkt. LED, zu Deutsch eine licht-emittierende Diode, ist ein elektronisches Halbleiter-Bauelement. Anders als Glühlampen sind Leuchtdioden keine thermischen Strahler, das heisst, es entsteht nur wenig Wärme als «Abfallprodukt». Die LED-Technik hat sich in den letzten Jahren rasant entwickelt. Mit über 250 lm/W (Lumen pro Watt) ist sie nicht mehr weit vom theoretischen Maximum (100% Strahlungsenergie) entfernt, das physikalisch nicht grösser als ca. 350 lm/W sein kann. Die Ausbeute ist aber stark von der Lichtfarbe abhängig. So ist diese beispielsweise bei warmweissen LED deutlich tiefer als bei kaltweissen.

Eine weitere Grösse ist die Leistung je Einheit. Je höher die Leistung der einzelnen LED, desto tiefer ist der Wirkungsgrad. Das wird unter anderem durch eine höhere Temperatur des LED-Chips erklärt. Daher werden LED in der Regel unter ihrer Nennleistung betrieben. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Anzahl der LED zu erhöhen.

Die LED-Technik ist auf Landmaschinen noch nicht lange anzutreffen. Wer sie testet, ist aber ob der neuen Technik begeistert. Die absolut wasser- und staubdichten LED-Lampen sind weitgehend unempfindlich gegenüber Vibrationen. Der Scheinwerfer benötigt keine Aufwärmphase wie die Xenon-Lampe, das Licht steht also sofort zur Verfügung. Die Leistungsaufnahme ist wesentlich geringer als bei herkömmlicher Lichttechnik. Das weisse Licht ist weniger anstrengend für die Augen. Im ausgeleuchteten Bereich lassen sich Hindernisse gut erkennen, da das Licht sehr kontrastreich ist. Während sich Halogenscheinwerfer schon nach kurzer Zeit mit blossen Händen nicht mehr anfassen lassen, erwärmen sich LED-Scheinwerfer nur gering.

Noch ist die LED-Technik teuer in der Anschaffung, doch darf die Voraussage gewagt werden, dass sich dies bald ändert.

Scheinwerferelemente

Lichtquelle: Die meisten Scheinwerfer und Lampen bestehen aus den Elementen Lichtquelle, Reflektor und Streuscheibe. Die Lichtquelle sendet das Licht aus. Der Reflektor erfasst die nicht in Wirkungsrichtung austretenden Lichtstrahlen und bündelt diese zu einem Lichtbündel. Die Streuscheibe lenkt die Lichtstrahlen in einer dem Verwendungszweck entsprechenden Richtung auf die Fahrbahn oder das Arbeitsfeld.

Reflektoren: Reflexion tritt dann auf, wenn ein Lichtstrahl auf eine spiegelnde Fläche auftrifft und zurückgeworfen wird. Dabei entspricht der Ausfallwinkel dem Einfallwinkel. Die Aufgabe des Reflektors ist, möglichst viel Licht von der Lichtquelle zu erfassen und eine möglichst hohe Reichweite zu erzielen. Reflektoren werden aus Stahlblech oder Kunststoff mit hoher Präzision hergestellt. Durch Bedampfen wird eine Reflexionsschicht aus Aluminium aufgebracht. Eine anschliessend aufgebrachte Spezialschicht schützt die Reflexionsschicht.

Streuscheiben: Damit der beabsichtigte Ausleuchtungseffekt erzielt wird, übernehmen Streuscheiben das von den Reflektoren ausgesandte Licht und streuen oder bündeln es. Es wird zwischen Linsen- und Prismenelementen unterschieden. Neue Freiformreflektoren können auch ein klares Anschlussglas ohne optische Elemente (Linsen, Prismen) aufweisen. Streuscheiben bestehen aus Glas oder Kunststoff mit hohem Reinheitsgrad.

Fazit

Die Fahrzeugbeleuchtung beschränkt sich schon lange nicht mehr auf «sehen und gesehen werden». Die Konstruktion von Lichtquellen, Scheinwerferelementen und kompletten Lampen ist ein aufwendiger Prozess. Damit ein optimales Resultat in Form einer gut ausgeleuchteten Fahrbahn oder einer beleuchteten Arbeitsfläche erzielt wird, müssen die einzelnen Bauteile optimal aufeinander abgestimmt sein. Was die Beleuchtung der Fahrzeuge betrifft, werden die bisherigen Lichtsysteme bald einmal durch LED abgelöst werden.

(Quelle: Technische Unterrichtung «Lichttechnik» BOSCH) ■