

KURZPAPIER

Die LED-Lampe: Was wir außer Energieeffizienz sonst noch über sie wissen sollten

Leuchtdioden (kurz LED) sind sehr gefragt, weil sie eine hohe Lebenserwartung haben und gleichzeitig sehr wenig Strom verbrauchen. Bei gleicher Helligkeit benötigt eine LED-Lampe ca. 85-90 Prozent weniger Strom als eine Glühlampe.¹ Prognosen zufolge soll sich der Anteil der LED-Lampen in der Beleuchtung bis zum Jahr 2020 auf bis zu 90 Prozent erhöhen.² Alleine im Rahmen der LED-Leitmarktinitiative hat das Bundesumweltministerium zwischen 2008 und 2016 etwa 5.500 Projekte in 2.300 Kommunen zur Umrüstung auf LED gefördert.³ Allerdings werden für die Herstellung einer LED-Lampe – ebenso wie für andere IT-Geräte – viele wertvolle Rohstoffe verwendet. Deren Gewinnung ist nicht nur energieintensiv, sondern geht auch mit schweren Eingriffen in die Umwelt einher. Aber auch die Menschenrechte sind in der Wertschöpfungskette von LEDs immer wieder gefährdet.

Dieses Papier beleuchtet die menschenrechtlichen und ökologischen Herausforderungen von LED-Lampen und zeigt Maßnahmen für Politik und für VerbraucherInnen auf, um die Nutzung von LEDs nachhaltiger zu gestalten.

Ressourcenbedarf

Eine LED besteht aus vier wesentlichen Teilen: dem LED-Chip aus Halbleitermaterialien, einem Reflektor, einem Golddraht als Kontakt und einer Kunststoff- oder Glas-Linse zur Fixierung.⁴ Für die Herstellung von LED-Lampen werden außerdem Glas oder Kunststoff im Gehäuse, Keramik oder Aluminium im Kühlkörper sowie Kupfer, Silber und Zinn in Widerständen oder Kabeln benötigt. Die Halbleiter der LEDs werden aus Metallen wie Gallium und Indium hergestellt, aber auch seltene Erden wie zum Beispiel Europium oder Terbium werden verwendet.⁵

Das Wuppertal Institut hat abgeschätzt, dass 8-13 Tonnen Gallium und 9-15 Tonnen Indium erforderlich sind, um in deutschen Haushalten und Büros eine Umrüstung hin zu LED zu vollziehen. Das entspricht 12 Prozent der weltweiten Jahresproduktion von Gallium im Jahr 2009 und 2,5 Prozent derjenigen von

¹ Berechnet nach Grünspar: LED Lampe - Fakten und Einsparpotentiale, unter:

<http://www.gruenspar.de/infopages/energiesparende-beleuchtung/led-lampen/fakten-einsparpotenziale> (zuletzt abgerufen am 15. Mai 2017)

² Kunzer, Michael (2014): LED-Lampen: Noch heller und stromsparender, in Forschung Kompakt März 2014, unter:

<https://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2014/Maerz/led-lampen.html> (zuletzt abgerufen am 15. Mai 2017)

³ BMUB (2016): Klimaschutz in neuem Licht. Erhältlich unter:

http://www.bmub.bund.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/klimaschutz-in-neuem-licht/?tx_ttnews%5BbackPid%5D=289

⁴ Die Energiesparlampe.de: Aufbau von Leuchtdioden, unter: <http://www.dieenergiesparlampe.de/led-lampen/aufbau/> (zuletzt abgerufen am 02. August 2017)

⁵ Wörner, Nicole (2015): Neues Verfahren für das Recycling von LEDs. Elektrohydraulische Zerkleinerung, in Markt und Technik:

<http://www.elektroniknet.de/optoelektronik/ledlighting/artikel/124620/>

Indium.⁶ Indium und Gallium werden insbesondere für sogenannte weiße LEDs benötigt, also für LEDs die weißes Licht erzeugen. Die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) stuft solche weißen LEDs als Zukunftstechnologie bei Beleuchtung und Displayhintergrundbeleuchtung ein.

Umwelt und Menschenrechte

Die Herstellungsprozesse für die einzelnen Komponenten einer LED-Lampe tragen zu einer Reihe von Umweltverschmutzungen bei. Das beginnt bereits mit dem Abbau der Rohstoffe: Die Metalle werden zum Teil über Bohrlöcher durch das Versetzen mit Säuren und radioaktiven Substanzen gewonnen, wobei giftiger Schlamm entsteht. Auch bei der Herstellung und Weiterverarbeitung von Gallium und Indium kommt es zu schweren Abwasser- und Luftverschmutzungen.⁷ So werden Gallium und Indium häufig als Nebenprodukte bei der Aluminium- und Zinkproduktion gewonnen, die sehr energieintensiv und umweltbelastend ist. Beispielsweise fallen bei der Erzeugung von einer Tonne Aluminium rund 1,5 Tonnen Rotschlamm an.⁸ Der hochgiftige und stark ätzende Schlamm bleibt nach dem Abbau zurück und stellt eine Gefahr für Menschen und Umwelt dar.⁹ Der Zinkabbau geht oft mit Bleiabbau einher, was die Gefahr der Schwermetallbelastung erhöht. Beispielsweise wird der Abbau von Zink und Blei in China und Australien mit gesundheitsgefährdenden Schwermetallbelastungen bei der Bevölkerung in Verbindung gebracht und erhöhte Blei-Werte wurden im Blut von Kindern bereits nachgewiesen. Durch den erhöhten Wasserbedarf beim Zinkabbau kommt es ebenfalls zu negativen Auswirkungen auf die Umwelt.¹⁰

Problematisch ist auch die Produktionsphase, insbesondere bei roten und gelben LEDs. Bei diesen farbigen LEDs werden für die Halbleiterschicht, anders als bei weißen LEDs, Galliumarsenid Wafer verwendet. Diese müssen nach der Herstellung noch bis auf wenige Millimeter abgeschliffen werden, was große Abfallmengen verursacht.¹¹

Auch die Verletzung von Arbeits- und Menschenrechten stellt sowohl im Bergbau als auch in der Produktionsphase von Elektronikgeräten ein verbreitetes Problem dar. Im Jahr 2014 wurden 50 Millionen Tonnen Aluminium produziert, davon allein 32 Millionen Tonnen in China¹², wo immer wieder Fälle von Menschenrechtsverletzungen bekannt werden. Die weltweit größten Reserven des Aluminiumerzes befinden sich unter anderem in Guinea, Westafrika. Sozial- und Arbeitsstandards werden in den dortigen Minen oft nicht eingehalten, ebenso gibt es Fälle von Kinderarbeit.¹³

⁶ Thema, Johannes; Wolfgang Irrek (2010): Umwelt- und Ressourcenaspekte einer verstärkten Nutzung von Leuchtdioden (LED). Kurzexpertise zu Arbeitspaket 14 des Projekts "Materialeffizienz und Ressourcenschonung" (MaRes), S. 4: http://ressourcen.wupperinst.org/downloads/MaRes_AP14_4.pdf

⁷ Thema, Johannes; Wolfgang Irrek (2010): Ebd., S.20f.

⁸ Breit, Astrid (2010): Aluminiumproduktion - Gift für die Umwelt, unter <https://www.global2000.at/news/aluminiumproduktion-gift-f%C3%BCr-die-umwelt> (zuletzt abgerufen am 15. Mai 2017)

⁹ Beispiele für die verursachten Schäden durch den Abbau seltener Erden in China siehe Mineralatlas <https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Mineralienportrait/Seltene%20Erden/Seltene%20Erden%20-%20Fluch%20oder%20Segen?lang=de&language=german> (zuletzt abgerufen am 15. Mai 2017)

¹⁰ Powershift (2017): Ressourcenfluch 4.0. Die sozialen und ökologischen Folgen von Industrie 4.0 auf den Rohstoffsektor, S. 22, online verfügbar unter: <https://power-shift.de/wordpress/wp-content/uploads/2017/02/Ressourcenfluch-40-rohstoffemenschenrechte-und-industrie-40.pdf>

¹¹ DERA Rohstoffinformationen 28 (2016): Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2016, S.88f.

¹² Übersicht zu den Daten von Aluminium bei Statista: Statistiken zur Herstellung und Verwendung von Aluminium, unter <https://de.statista.com/themen/2514/aluminium/> (zuletzt abgerufen am 15. Mai 2017)

¹³ Aktiv gegen Kinderarbeit (2012): Glänzendes Metall mit vielen Schattenseiten, unter <https://www.aktiv-gegen-kinderarbeit.de/2012/03/glaenzendes-metall-mit-vielen-schattenseiten-2/> (zuletzt abgerufen am 15. Mai 2017)

Nicht nur die ArbeiterInnen in den Minen sind betroffen, auch ganze Bevölkerungsgruppen spüren die direkten negativen Auswirkungen des Rohstoffabbaus. In der Region Brokopondo in Guyana, Südamerika, wurden durch den Bau eines Staudamms zur Energiegewinnung zwischen 6.000 und 10.000 Menschen vertrieben. Die gewonnene Energie wird hauptsächlich für den Abbau des Aluminiumerzes Bauxit benötigt.¹⁴

Auch in der Produktion von LED-Lampen können die Metalle gesundheitliche Schäden bei den ArbeiterInnen verursachen. Gerade in der Halbleiterproduktion kann Indium in Pulverform, gepaart mit unzureichendem Arbeitsschutz, die Gefahr bergen, dass der Staub über die Luft in die Schleimhäute der ArbeiterInnen gelangt. Indium löst zudem Hautverätzungen und Augenschäden aus und kann in seinen Verbindungen auch das Krebsrisiko erhöhen.¹⁵

Die Arbeitssituation bei der Produktion der LED-Lampen muss bei steigender Nachfrage ebenfalls vermehrt in den Blick genommen werden. Es gibt bereits zahlreiche Berichte, wie zum Beispiel vom europäischen Projekt "makeITfair" oder dem internationalen Netzwerk "GoodElectronics", zu Menschenrechtsverstößen in der IT-Brache. Nicht nur durch die Halbleitermaterialien enthalten LED-Lampen viele der gleichen Metalle und Komponenten wie Handys oder Laptops. Deswegen ist das Risiko groß, dass auch für die Herstellung von LED-Lampen Menschenrechte verletzt werden, selbst wenn bisher noch keine Verletzungen von Menschen- und Arbeitsrechten in der Lieferkette von speziell LED-Lampen öffentlich bekannt sind. Hinsichtlich sozialer und arbeitsrechtlicher Aspekte sind vor allem Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit sowie die Einhaltung von Arbeitszeiten und eine faire Bezahlung in den Lieferketten von Elektronikherstellern gefährdet.

Qualität und Recycling

Aufgrund der benötigten Ressourcen und der dargestellten menschenrechtlichen und ökologischen Risiken ist es umso wichtiger, eine LED-Lampe so lange wie möglich zu nutzen. Grundsätzlich kann eine LED-Lampe bis zu 35 Jahre lang halten, wenn sie ca. 1.000 Stunden pro Jahr genutzt wird. Während der Nutzungsphase verliert die LED-Lampe allerdings an Helligkeit. Um diese Angabe darzustellen, kann die Lebensdauer einer LED-Lampe über die reine Stundenanzahl weiter charakterisiert werden. Die entsprechende Angabe der L- und B-Werte, beispielsweise L70/B10, bedeutet, dass nach Ablauf einer genannten Lebensdauer die LED noch 70 Prozent des ursprünglichen Lichtstroms abgibt (L-Wert) und dass nur 10 Prozent der enthaltenen LED-Module in der LED-Lampe diesen L-Wert unterschreiten (B-Wert). Wenn eine LED-Lampe früher ganz oder teilweise ausfallen sollte, lässt sich dies häufig auf minderwertige Qualität zurückführen. Um dieses Ärgernis zu vermeiden, gibt es Siegel wie beispielsweise den Blauen Engel, auf die KäuferInnen achten sollten.

Allerdings zeichnet sich zunehmend der Trend ab, LED-Lampen fest in Leuchten zu verbauen, wodurch die LED-Lampen bei Helligkeitsverlust oder Ausfällen nicht mehr ausgewechselt werden können.¹⁶ Dies beschränkt die Reparierbarkeit und Lebensdauer der LED-Leuchte.

¹⁴ Jussen, Franz (2014): Vertrieben aus dem Paradies, in: kontinente. Eine Welt. Ein Magazin, unter https://www.kontinente.org/de/reportage_suriname_vertrieben_aus_dem_paradies.html (zuletzt abgerufen am 15. Mai 2017)

¹⁵ Für die Einflüsse von Indium, siehe Thema, Johannes; Wolfgang Irrek (2010): Ebd., S.19.

¹⁶ DPA-Meldung (2015): Umwelthilfe bemängelt Ökobilanz fest verbauter LED-Lampen, unter: <https://futurezone.at/produkte/umwelthilfe-bemaengelt-oekobilanz-fest-verbauter-led-lampen/159.158.956> (zuletzt abgerufen am 15. Mai 2017)

Aufgrund der äußerst geringen Mengen der enthaltenen Metalle pro LED-Lampe ist auch das Recycling von LED-Lampen noch nicht wirtschaftlich, auch wenn aktuell in Forschung und Entwicklung investiert wird, um angesichts der wachsenden Nachfrage nach LED bessere Recyclingergebnisse zu erzielen.¹⁷

Lange Lebensdauer, Reparierbarkeit und vollständiges Recycling sowie Austauschbarkeit in Leuchten sollten angesichts der benötigten Ressourcen die langfristigen Ziele für LED-Hersteller sein. Ein entsprechendes Produktdesign ohne fest verbaute Teile kann ein erster Schritt sein, bis hin zur Möglichkeit, die LED in alle Einzelteile zerlegen zu können.¹⁸ Zentral für einen funktionierenden Kreislauf bei LED-Lampen ist auch die ordnungsgemäße Rückführung. Hersteller und größere Händler sind dazu verpflichtet, LED-Lampen zurückzunehmen und ordnungsgemäß recyceln zu lassen. Auch Sammel- und Rückgabestellen sind für VerbraucherInnen eine Möglichkeit.

Energiesparlampe vs. LED-Lampe vs. Glühlampe: Welche hat die besten Werte?

	LED-Lampe	Energiesparlampe	Glühlampe
Lebensdauer (in Stunden)	35.000 Stunden	10.000 Stunden	>= 1.000 Stunden
Lebensdauer in Jahren	35 Jahre	10 Jahre	1 Jahr
Schaltfestigkeit	Bis zu 800.000	Bis zu 600.000	Bis zu 30.000
Energieeffizienz	A++ - B	A++ - B	D - G

Da es eine Vielzahl an Energiesparlampen sowie LED-Produkten gibt, stellen die Werte durchschnittliche Beispiele dar.¹⁹



Eine Energiesparlampe – besser als eine Glühlampe, aber nicht so nachhaltig wie eine LED-Lampe

¹⁷Thema, Johannes; Wolfgang Irrek (2010): Ebd., S. 26.

¹⁸Schmid, Angela (2016): Forscher arbeiten an Recycling mit elektrischen Impulsen, in WirtschaftsWoche, unter: <http://www.wiwo.de/technologie/green/tech/led-forscher-arbeiten-an-recycling-mit-elektrischen-impulsen/13553826.html> (zuletzt abgerufen am 15. Mai 2017)

¹⁹Zusammengestellt nach Grünspar: LED Lampe - Fakten und Einsparpotenziale, unter: <http://www.gruenspar.de/infopages/energiesparende-beleuchtung/led-lampen/fakten-einsparpotenziale> (zuletzt abgerufen am 15. Mai 2017)

Politische Maßnahmen

Damit die LED-Lampen in Zukunft nicht nur effizient, sondern auch ressourcenschonender und fair werden, sind bestimmte politische Maßnahmen erforderlich:

1. **Nutzung der Ökodesign-Richtlinie:** In einer Neuauflage der europäischen Ökodesign-Richtlinie sollte es verboten werden, dass LED-Lampen fest verbaut werden dürfen. Zudem sollten zu hohe Fehlertoleranzen bezogen auf Stromverbrauch und Leistung reduziert werden. Diese Fehlertoleranzen werden häufig schon von Herstellern einkalkuliert und sind aufgrund von moderner Mess- und Produktionstechnik nicht mehr zeitgemäß.²⁰ Obwohl der Lichtstromerhalt von LED-Lampen sehr lang ist, sollte auch das Kriterium der Reparierbarkeit bei LED-Lampen wie bei allen ressourcenintensiven Produkten erfüllt sein und im Herstellungsprozess mitgedacht werden. Mehr Informationen dazu unter <http://www.runder-tisch-reparatur.de/>
2. **Herstellergarantieaussagepflicht:** Aufgrund der langen Lebensdauer von LED-Lampen ist die Einführung einer "Herstellergarantieaussagepflicht" ähnlich zur Haltbarkeitsgarantie in Betracht zu ziehen. Hersteller müssten eine Angabe zur Mindestlebensdauer machen²¹ und sich mit dieser gegenüber KundInnen verpflichten.
3. **Förderung von Leasing-Modellen bei LED-Beleuchtung vor allem im öffentlichen Sektor:** Hohe Anschaffungskosten für sparsame Lichtsysteme aber auch Wartungskosten liegen in Leasing-Modellen nicht bei den NutzerInnen sondern beim Hersteller. Damit liegt es im Interesse des Herstellers, möglichst langlebige Beleuchtungssysteme herzustellen und im Leasing anzubieten, um eigene, laufende Kosten zu reduzieren.
Beispiele unter <http://www.wirsindheller.de/Leasing-der-Beleuchtung.124.0.html> oder <https://www.deutsche-lichtmiete.de/de/>
4. **Gesetzlicher Rahmen für faire Produktion:** Aufgrund der schwerwiegenden menschenrechtlichen und ökologischen Risiken im Kontext des Rohstoffabbaus und auch bei der Produktion sollten Hersteller dazu verpflichtet werden, ihrer menschenrechtlichen Sorgfaltspflicht entlang ihrer Lieferketten nachzukommen und damit einer Beeinträchtigung von Menschenrechten vorzubeugen. Siehe auch zur EU-Konfliktmineralienverordnung www.germanwatch.org/de/13040, den Gesetzesvorschlag für ein Sorgfaltspflichtengesetz www.germanwatch.org/de/13618 und eine Übersicht zum Themenbereich Unternehmensverantwortung unter www.prezi.com/6lbfa_y3ds1d/unternehmensverantwortung/

²⁰ Gammel, Cerstin; Alexander Mühlauer; Stephan Radomsky (2015): EU duldet Schummelei bei Lampen, in Süddeutsche.de, unter: <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/energieeffizienz-eu-duldet-schummelei-bei-lampen-1.2785353> (zuletzt abgerufen am 15. Mai 2017)

²¹ Schlacke, Sabine; Klaus Tonner; Erik Gawel; Marina Alt; Wolfgang Bretschneider (2015): Stärkung eines nachhaltigen Konsums im Bereich Produktnutzung durch Anpassungen im Zivil- und öffentlichen Recht, S. 154ff., unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_72_2015_staerkung_eines_nachhaltigen_konsums_im_bereich_produktnutzung_0.pdf, S. 154 ff.

Carus & Relumity: Vorreiter auf dem LED-Markt

In den letzten Jahren hat sich auf dem LED-Markt eine Nische entwickelt, in der auch Ressourcenschonung und Reparierbarkeit an Bedeutung gewonnen haben. So gibt es bereits LED-Lampen, die 60 Prozent weniger Ressourcen in Anspruch nehmen und regional produziert werden, was zu einer CO₂-Einsparung von bis zu einer halben Tonne führt. Der LED-Hersteller Carus GmbH & Co. KG aus Marburg verwendet beispielsweise dünnwandige Aluminiumkomponenten, mit denen das Unternehmen pro Jahr ca. 260 Tonnen Aluminium einsparen kann.²²



© Carus GmbH & Co. KG

Die über Crowdfunding finanzierte Firma Relumity aus Baden-Württemberg hat sich mit der Entwicklung einer reparierbaren LED-Lampe beschäftigt und bereitet derzeit den Versand der ersten Chargen vor. Die sogenannte Relumity kann in alle Einzelteile zerlegt werden, weshalb sich Komponenten wieder- und weiterverwenden lassen. Bemühungen, mit regionalen Zulieferern zu kooperieren und das Bestreben eine Kreislaufwirtschaft mit langer Nutzungsdauer und ohne Entsorgung zu schaffen, machen Relumity zu einem Vorreiter in der Branche. Zum ebenfalls formulierten Anspruch des Projektes, auch eine sozialverträgliche LED-Lampe herzustellen, gibt es jedoch bislang keine konkreteren Informationen, weder zu den Bedingungen beim Rohstoffabbau noch in der Produktion der LEDs.

Mehr Informationen zur ressourcenschonenden LED-Lampe unter <http://www.carus-world.de/> und zur reparierbaren LED-Lampe Relumity unter <https://www.startnext.com/relumityled>.

²² Carus zur Nachhaltigkeit, unter: <https://www.carus-world.com/ueber-uns/#nachhaltigkeit> (zuletzt abgerufen am 15. Mai 2017)

VerbraucherInneninformationen & Hilfestellung bei der Wahl der richtigen LED-Lampe



1. **Qualität:** Beim Kauf einer LED-Lampe ist der Preis nicht das entscheidende Merkmal. Informationen zur Qualität gibt es z.B. von der Stiftung Warentest unter www.test.de/Lampen-im-Test-4436814-0/. Zudem sind Siegel wie der "Blaue Engel" ein Kriterium.
2. **Nutzung:** Damit Energie eingespart werden kann, ist es wichtig, einige Verhaltensweisen zu beachten um den sogenannten "Rebound-Effekt" zu verhindern:
 - Keine zusätzlichen Lampen aufgrund von sparsamerer LED-Technologie kaufen
 - Keine LED-Lampen mit noch hellerem Licht als benötigt benutzen
 - Unnötige Verwendung der LED-Lampe vermeiden²³
3. **Keine fest verbauten LED-Lampen:** Um die lange Lebensdauer einer LED-Lampe voll ausnutzen zu können, ist es wichtig, beim Kauf einer LED-Leuchte darauf zu achten, dass die Lampe austauschbar und nicht fest in der Leuchte verbaut/verklebt ist. Nur so ist es möglich, das Entsorgen einer gesamten Leuchte zu vermeiden und lediglich die Lampe zu wechseln.²⁴
4. **Ordnungsgemäße Rückführung:** Keine Entsorgung im Hausmüll oder Lagerung in Schubladen. Informationen zu Sammel- und Rückgabestellen: <http://www.lightcycle.de/verbraucher/sammelstellensuche.html>

²³ Golde, Michael (2016): Rebound-Effekte Empirische Ergebnisse und Handlungsstrategien. Umweltbundesamt (Hg.), S.4: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/rebound_effekte_empirische_ergebnisse_und_handlungsstrategien_hintergrundpapier.pdf, S. 4

²⁴ 88Energie-Presse (2016): Fest verbaute LED-Leuchtmittel schaden der Umwelt und dem Geldbeutel, in 88Energie, unter: <http://www.88energie.de/fest-verbaute-led-leuchtmittel-schaden-der-umwelt-und-dem-geldbeutel-1396508.html/>

Autorinnen: Kirsten Strehl und Johanna Sydow

Redaktion: Antonia Reichwein und Cornelia Heydenreich

Diese Publikation kann im Internet abgerufen werden unter: www.germanwatch.org/de/15105

Publikationsnummer: 18-4-02

Februar 2018

Herausgeber: Germanwatch e.V.

Büro Bonn

Kaiserstr. 201

D-53113 Bonn

Tel. +49 (0)228 / 60 492-0, Fax -19

Internet: www.germanwatch.org

Büro Berlin

Stresemannstr. 72

D-10963 Berlin

Tel. +49 (0)30 / 2888 356-0, Fax -1

E-Mail: info@germanwatch.org

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Für den Inhalt ist alleine Germanwatch verantwortlich.