

Lux-O-Meter App: Kritische Würdigung hinsichtlich lichttechnischer Zielsetzung und Realisierung

Dieter Lang, 28. Januar 2021
LEDVANCE GmbH, Parkring 33, 85748 Garching

<https://www.ledvance.de/consumer/licht-fuer-dein-zuhause/arbeitszimmerbeleuchtung/index.jsp>

1. Einführung

Die LEDVANCE „Lux-O-Meter“ App erfüllt die Aufgabe, eine zuverlässige Messung der Beleuchtungsstärke am Homeoffice-Arbeitsplatz zu ermöglichen, ohne die Verfügbarkeit eines hochpreisigen Beleuchtungsstärkemessgerätes zu erfordern.

Die Genauigkeitsanforderungen sind bewusst reduziert gegenüber Präzisionsgeräten. Es geht nicht um 1-2 oder 5%, sondern eine Genauigkeit im 10%-20%-Bereich ist vollkommen ausreichend, um im privaten Bereich eine zuverlässige Aussage zu ermöglichen.

Während an regulären Arbeitsplätzen die einschlägigen Arbeitsplatzvorschriften die exakte Einhaltung von Normen erfordern, ist das mobile Arbeiten für viele Angestellte eine Herausforderung, weil die häusliche Arbeitsplatzsituation weit von diesen Normen entfernt ist. Insbesondere gehört dabei auch die Beleuchtung zu den am meisten vernachlässigten Themen im Homeoffice [1].

Die minimale Beleuchtungsstärke, die in Deutschland am Büro-Arbeitsplatz vorgeschrieben ist, beträgt 500 lx [2, 3]. Viele Plätze, die im mobilen Arbeiten zuhause genutzt werden, weisen nur Beleuchtungsstärken von 100-200 lx oder sogar darunter auf. Die menschliche Wahrnehmung kann keine gute Bewertung vornehmen. Das Auge kann sich in gewisser Weise anpassen, so dass die zu geringen Beleuchtungsstärken zunächst nicht negativ auffallen. Langfristig bestehen aber erhebliche Risiken, dass zu niedrige Beleuchtungsstärken zu Kopf- und Augenschmerzen, mangelnder Konzentration oder Müdigkeit führen [4].

Die App soll dem Arbeitnehmer im Homeoffice eine zuverlässige Aussage geben, ob die Beleuchtungssituation für die Arbeit geeignet ist und im Bedarfsfall auch Optionen zur Verbesserung anbieten. Hohe Genauigkeit bei Messwerten, die zweifelsfrei deutlich unter oder über den normativen Wartungswerten einer Arbeitsplatzbeleuchtung liegen ist nicht erforderlich.

2. Problemstellung

Mobile Geräte wie Handys oder Tablets haben oft keinen Lichtsensor, der die Augenempfindlichkeit des Menschen genau genug wiedergibt. Zahlreiche Handy-Apps zur Lichtmessung zeigen sehr ungenaue Messwerte, die keine zuverlässige Aussage ermöglichen, ob

eine Beleuchtungssituation zum Arbeiten geeignet ist oder nicht. Apps, welche höhere Genauigkeiten ermöglichen, sind entweder mit höheren Kosten für die App verbunden oder müssen in Kombination mit zusätzlichen Messgeräten betrieben werden.

3. Lösungsansatz

Die vorgestellte App löst dieses Problem dadurch, dass unter verschiedensten Lichtbedingungen Kalibriermessungen durchgeführt wurden, die in der App gespeichert sind und eine ausreichende Korrektur der zunächst ungenauen Rohdaten ermöglichen. Der Anwender braucht sich darum nicht zu kümmern.

Bei der App für iOS wird die Beleuchtungsstärke auf dem Arbeitsplatz nicht direkt gemessen, sondern indirekt über das Kamerabild. Dies ermöglicht eine höhere Genauigkeit, setzt aber eine Umrechnung der Messwerte voraus. Das Kamerabild ist abhängig von der Farbe und dem Reflexionsvermögen der Oberflächen im Bild. Daher basiert die Messung auf einer normierten Fläche, nämlich dem Bild eines weißen Blattes Papier. Die üblichen und überall verfügbaren weißen Schreib- oder Druckerpapiere sind so einheitlich, dass durch kleine Unterschiede zwischen Papieren kein nennenswerter Fehler entsteht. Die Helligkeit der Papieroberfläche im reflektierten Licht der Arbeitsplatzbeleuchtung entspricht der Leuchtdichte der Papieroberfläche. Die Leuchtdichte bei einer ebenen diffusen Fläche ist wiederum direkt proportional zur darauf fallenden Beleuchtungsstärke und dem Reflexionsgrad der Oberfläche [5, 6]. Mit einem weißen Papier kann dieser Reflexionsgrad als konstant betrachtet werden, so dass sich ein linearer Zusammenhang zwischen der Helligkeit des Kamerabildes und der Beleuchtungsstärke ergibt. Ein weiterer Vorteil dieser indirekten Messung ist es, dass hinsichtlich der Positionierung tatsächlich die relevante Oberfläche auf dem Arbeitsplatz gemessen wird und dass die Messung nahezu unabhängig vom Abstand der Handykamera von der Messfläche ist, solange die weiße Fläche das Kamerabild ausfüllt.

In der Android Version hingegen wird der im etwaigen Endgerät eingebaute Lichtsensor verwendet. Diesen können Entwickler für Anwendungen als Messquelle verwenden. Er bietet genauso wie die Vorgehensweise bei der iOS Version, alle technischen Grundvoraussetzungen für die Messung und ein fundiertes Messergebnis.

Die Bewertung der Messwerte in der App erfolgt unter Berücksichtigung der normativen Vorgaben für Arbeitsplätze [3], wird dem Nutzer allerdings in einer spielerischen Form mitgeteilt, ohne „besserwissend“ den Finger zu heben.

4. Prüfung der Genauigkeit

Wenn 500 lx angestrebt sind, ist es gleichgültig ob 50 lx, 100 lx, oder 200 lx erreicht sind. Wichtig ist die klare Aussage, dass das Beleuchtungsniveau zu niedrig ist.

Entsprechend ist es bei hohen Beleuchtungsstärken auch nicht wesentlich, ob 1500 lx oder 2000 lx erreicht werden. Hier geht es nur darum, sicherzustellen, dass der Nutzer keine Fehlmessung macht, indem er direkt in die Lichtquelle misst oder unter direktem Tageslichteinfluss.

Da dies nicht messtechnisch entschieden werden kann, wird der Nutzer bei solchen Messwerten auf Fehlermöglichkeiten hingewiesen und um eine Wiederholung der Messung gebeten.

Im unteren und oberen Bereich der Beleuchtungsstärken wird daher eine Genauigkeit angestrebt, die besser als 20% ist. Für den Bereich zwischen etwa 400 lx und 1000 lx wird eine Genauigkeit von ca. 10 % angestrebt.

Die Prüfung erfolgte unter verschiedenen Beleuchtungssituationen mit verschiedenen Lichtquellen, die das Spektrum der üblicherweise an Arbeitsplätzen -auch im Homeoffice- verwendeten Leuchten abdeckt. Siehe Abb. 1.

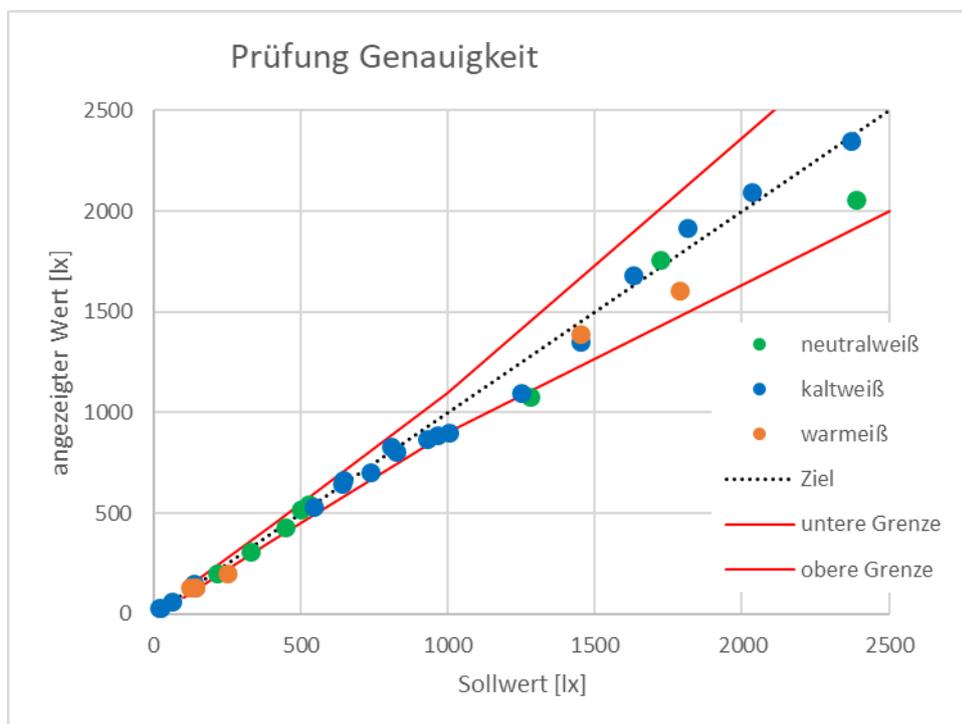


ABBILDUNG 1: MESSERGEBNISSE

Die Anforderungen an eine Genauigkeit von etwa 10% im besonders interessanten Bereich zwischen 400 lx und 1000 lx werden eingehalten. Auch für Beleuchtungsstärken außerhalb dieses Bereichs ist die Messung genau genug, um dem Nutzer eine zuverlässige Aussage hinsichtlich seiner häuslichen Beleuchtungssituation zu geben.

Literaturquellen:

[1] S. Hebestedt, O. Vogler: "Es werde Licht – auch im Homeoffice"; Dez. 2020 (Whitepaper)

[2] Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.4 Beleuchtung,
https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/pdf/ASR-A3-4.pdf?__blob=publicationFile&v=2

[3] DIN EN 12464-1:2011-08 „Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten, Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen"

Zusammenfassung unter:

<https://www.licht.de/de/lichtplanung/normen-und-vorschriften/normen/details/din-en-12464-12011-08-licht-und-beleuchtung-beleuchtung-von-arbeitsstaetten-teil-1-arbeitsstaetten-in-innenraeumen/>

Zum Kauf der Norm:

<https://www.beuth.de/de/norm/din-en-12464-1/136885861>

[4] Boyce, P. R. (2010). Review: The Impact of Light in Buildings on Human Health. *Indoor and Built Environment* 19(1): 8-20.

[5] Dietrich Gall, Grundlagen der Lichttechnik – Kompendium, Pflaum Verlag, München, 2004, ISBN 3-7905-0923-X

[6] Peter R. Boyce, Human Factors in Lighting; Taylor & Francis; ISBN 0-7484-0950-5