

LED-Test für Lampen und Leuchten im Haushalt

Messbericht



20 W
Halogen



7 W
Sparlampe



4 W LED

S.A.F.E. - Stefan Gasser
Schaffhauserstrasse 34, CH 8006 Zürich
stefan.gasser@eteam.ch, 044 273 08 62

Zürich, 13.1.09



Im Auftrag von

KASSENSTURZ

und



WWF

Inhalt

| | | |
|----------|---------------------------------------|-----------|
| 1 | Zusammenfassung | 3 |
| 2 | Ausgewählte LED-Produkte | 4 |
| 2.1 | LED -Spotlampen | 4 |
| 2.2 | LED-Lese-Leuchten..... | 5 |
| 3 | Messkonzept | 7 |
| 3.1 | Messgrößen | 7 |
| 3.2 | Vorgehen..... | 7 |
| 3.3 | Bewertungskriterien..... | 7 |
| 3.4 | Messaufbau für Lichtmessungen..... | 8 |
| 3.5 | Bestimmung der Lichtqualität | 9 |
| 4 | Messresultate | 10 |
| 4.1 | LED-Leseleuchten | 10 |
| 4.2 | LED-Spotlampen | 10 |
| 4.3 | Topten | 10 |
| 5 | Messprotokolle | 11 |
| 5.1 | Leseleuchten | 11 |
| 5.2 | Spotlampen | 21 |

Projekt-Team

- Stefan Gasser (SAFE): Projektleitung, Messkonzept, Auswahl der Lampen + Leuchten, Auswertung, Bericht
- Ueli Schmezer (Kassensturz): Auswahl der Lampen + Leuchten, Bewertung, Stellungnahmen Industrie, Filmbeiträge, Fernsehsendung, K-Tipp
- Thomas Bruggmann (HTW Chur): Messungen
- Felix Meier (wwf): Kommunikationsarbeit
- Weitere Mitarbeiter: Eric Bush und Andrea Berger (topten), Bruno Bachmann, Max Schalcher und Peter Kühne (HTW Chur)

1 Zusammenfassung

SAFE hat im Auftrag von Kassensturz und wwf Ende 2008 im Lichtmesslabor an der HTW Chur 16 Leseleuchten und 12 Spotlampen mit LED (Licht emittierende Dioden) bezüglich Energieeffizienz, Lichtmenge und Lichtqualität ausgemessen. Alle Produkte wurden im Oktober 2008 im Handel gekauft.

Von den 16 Leseleuchten erhalten lediglich 2 Produkte (Zett von Baltensweiler und Aries von Lumimart) eine gute Note. 6 Produkte schnitten genügend ab und 8 Produkte sind ungenügend; letztere fielen v.a durch, weil sie viel zuwenig Licht abgeben, so dass sie für Lesezwecke kaum geeignet sind. Auch bei der Farbwiedergabe kränkelt der grösste Teil der Leseleuchten.

Von den 12 Spotlampen sind 3 Produkte gut und den vergleichbaren Sparlampenspots sowohl in Bezug auf Energieeffizienz als auch in Bezug auf Lichtqualität klar überlegen. 2 LED-Spots erhalten genügende Noten, die restlichen 7 Produkte sind ungenügend. Wie bei den Leseleuchten scheitern die meisten LED-Spots an der geringen Lichtmenge bzw. der schlechten Farbwiedergabe.

Fazit: Gute Lichtqualität und höchste Energieeffizienz sind bereits im Handel erhältlich; die guten Produkte sind aber noch sehr teuer. Ein attraktives Preis-Leistungs-Verhältnis bietet die Leseleuchte «Jansjö» von IKEA, die für 49.95 CHF genügend Licht zum Lesen und eine anständige Farbwiedergabe bietet. Teuer, aber rund 10-mal effizienter als ein 25-Watt-Glühlampenspot und mit guter warmweisser Lichtfarbe ist der LED-Spot des Online-Anbieters ondis.ch. Generell kann festgehalten werden, dass die Qualitätsunterschiede der angebotenen Produkte riesig sind (Gesamtnoten in der Bewertung zwischen 1.2 und 5,7!) und die Deklaration der wichtigsten Kenndaten (Leistungsaufnahme, Lichtmenge und Farbwiedergabe) schlecht ist.

Die LED-Technologie wird in den nächsten Jahren mit grosser Sicherheit den Beleuchtungsmarkt nachhaltig verändern. Für Konsumenten stellt sich die Frage, wann der richtige Zeitpunkt ist, auf LED zu setzen und was beim Kauf zu beachten ist. Die Online-Plattform www.topten.ch präsentiert ab Januar 2009 die besten LEDs und wird das Angebot laufend überprüfen und anpassen; nur Produkte, die eine gute Lichtqualität und eine hohe Energieeffizienz bieten, werden auf Topten veröffentlicht. Aktuell sind das:

- LED-Leseleuchte «Jansjö» von IKEA
- LED-Leseleuchte «Aries» von Lumimart
- LED-Leseleuchte «Desk Rule» von Obi
- LED-Leseleuchte «Zett» von Baltensweiler
- LED-Spot «Parathom R50, 6W» von Osram bei Migros
- LED-Spot «onlux Power LED, 3W» bei ondis.ch
- LED-Spot «Noser, 3W» bei noserlight.ch

Schnell-Check für Konsumenten am Point of sale: eine LED-Lampe ist dann in Ordnung, wenn die Haut unter dem Lichtstrahl hautfarbig und nicht totenblass erscheint und wenn man eine kleine Schrift (ohne Fremdlicht) bei 30 cm Lichtabstand gut lesen kann. Brauchbare LED-Lampen haben eine Leistung über 3 Watt.

2 Ausgewählte LED-Produkte

2.1 LED -Spotlampen

Eine aktuelle Anwendung der LED-Technologie für Innenraumanwendungen sind die LED-Lampen als Ersatz in bestehenden Leuchten mit den bekannten Gewinden (E27, E14), 12-Volt-Stecksockel (GU 5.3), 230V-Bajonet (GU10, GX53). Elektrische Leistungen von 1 bis 6 Watt. Angeboten bei Migros, Coop, Obi, Conrad Elektronik und in Online-Shops.

LED-Spots mit Gewinde E14 und E27



LED-Spots mit Gewinde GU10



Evaluerte und gekaufte Produkte

| Nr. | Anbieter | Kaufstelle | Name | Hersteller | Dekl. Leistung | Socket | Preis |
|-----|----------|--------------|-------------------------|------------|----------------|--------|-------|
| 1 | Migros | Glattzentrum | Parathom R50 (ww) | Osram | 6.0 W | E14 | 79.90 |
| 2 | Conrad | Dietlikon | Dekospot LED (ww) | Conrad | 1.2 W | E14 | 25.95 |
| 3 | Jumbo | Dietlikon | LED Spot R50 | Paulmann | 1.0 W | E14 | 18.95 |
| 4 | Migros | Glattzentrum | Dekospot LED (weiss) | Osram | 0.8 W | E14 | 16.50 |
| 5 | Conrad | Dietlikon | Spot LED (weiss) | Conrad | 3.0 W | E27 | 39.95 |
| 6 | Jumbo | Dietlikon | Parathom PAR 30 (weiss) | Paulmann | 2.5 W | E27 | 39.90 |
| 7 | ondis.ch | Online Shop | onlux Power LED | DeltaLux | 3.0 W | GU10 | 76.90 |
| 8 | Noser | Online-Shop | LED-Spot (weiss) | - | 3.0 W | GU10 | 39.50 |
| 9 | Migros | Glattzentrum | Parathom PAR 16 (cw) | Osram | 2.0 W | GU10 | 39.90 |
| 10 | Conrad | Dietlikon | Hochvolt LED (ww) | Conrad | 1.8 W | GU10 | 39.95 |
| 11 | Obi | Volketswil | LED Spot (ww) | Paulmann | 1.0 W | GU10 | 22.50 |
| 12 | Coop | Dübendorf | Deco Spot LED (weiss) | Philips | 1.0 W | GU10 | 19.50 |

| | | | |
|----------------------------|------|--|--|
| Referenz 1: Glühlampenspot | 25 W | | |
| Referenz 2: Sparlampenspot | 5 W | | |

2.2 LED-Lese-Leuchten

Die zweite aktuelle Anwendung sind Lese- und Arbeitslampen. Dabei sind die LEDs fest eingebaut und nicht ersetzbar; dies sollte bei der versprochenen Lebensdauer von 50'000 Stunden auch nicht nötig sein. Vorteil: Die notwendige Kühlung kann elegant im Leuchtkörper integriert werden. Typische Leistungen für Leseleuchten: 1 bis 5 Watt. Angeboten in alle Fachmärkten (Micasa, IKEA, Obi, Interio, Lumimart, etc.) und im Fachhandel.



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16

Evaluierte und gekaufte LED-Tischleuchten

| Nr. | Anbieter | Kaufstelle | Name | Hersteller | Deklarierte Leistung | LED | Preis |
|-----|------------|--------------|----------------------|---------------|----------------------|-----|--------|
| 1 | IKEA | Dietlikon | Lack (rot) | - | 1.0 W | 1 | 39.95 |
| 2 | | | Jansjö | - | 3.6 W | 1 | 49.95 |
| 3 | Interio | Dübendorf | Space Les | Rydéns | 3.0 W | 1 | 59.00 |
| 4 | | | Pico (schwarz) | Lumess | 1.0 W | 1 | 98.00 |
| 5 | Jumbo | Dietlikon | Function LED 301259 | Näve | 1.0 W | 12 | 69.90 |
| 6 | | | Function LED 371050 | Näve | 1.0 W | 1 | 139.00 |
| 7 | Lumimart | Dübendorf | Aries (silber/weiss) | Mindspring | 7.0 W | 2 | 299.00 |
| 8 | | | LED (Nickel/Orange) | - | 3.0 W | 30 | 139.00 |
| 9 | | | Flexo blau | - | 1.0 W | 18 | 65.00 |
| 10 | | | Nonda (alu) | - | 1.0 W | 30 | 69.00 |
| 11 | Migros | Glattzentrum | Wave | Briloner | 6.0 W | 40 | 99.90 |
| 12 | | | Kyle | Massive | 2.9 W | 30 | 99.90 |
| 13 | Obi | Volketswil | Desk Rule | Paulmann | 5.0 W | 48 | 209.00 |
| 14 | | | Desk Walk | Paulmann | 4.0 W | 30 | 109.00 |
| 15 | | | LED Superline | Briloner | 2.1 W | 21 | 99.00 |
| 16 | Fachhandel | Fachhandel | Zett | Baltensweiler | 3.0 W | 3 | 307.00 |

3 Messkonzept

3.1 Messgrössen

- Elektrische Leistungen im Betrieb und im Standby
- Beleuchtungsstärkeverteilung auf der Nutzfläche (1 Quadratmeter)
- Farbtemperatur und Farbkoordinaten
- Farbwiedergabe (qualitative Beurteilung)
- Die Alterung konnte im Rahmen dieses Projektes nicht gemessen werden.

3.2 Vorgehen

- Messort: Lichtmesslabor an der HTW Chur (www.salt.ch)
- Messperiode: 10. November bis 1. Dezember 2008
- Lichtmessungen im standardisierten Messraum mit einem Luxmeter (V-Lambda-korrigiert entsprechend der Helligkeitsempfindlichkeit des menschlichen Auges)
- Messungen der elektrischen Leistungen mit Präzisionswattmeter
- Messung von Lichtfarbe und Farbort (im Farbdreieck) mit Colormeter
- Qualitative Beurteilung der Farbwiedergabe mit digitaler Fotokamera (auf der Haut, mittels Farbtafeln und auf neutralgrauer Fläche)

3.3 Bewertungskriterien

| | | | | | | |
|----------|---|---|---|---|---|---|
| Benotung | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|----------|---|---|---|---|---|---|

| Durchmesser des Lichtkegels in cm | | (Gewichtung doppelt) | | | | |
|---|--------|----------------------|--------|--------|------|------|
| Leseleuchten >500 Lux, Abstand zur Nutzfläche: 30cm | >40 cm | >30 cm | >20 cm | >10 cm | >5cm | <5cm |
| Spotlampen >150 Lux, Abstand zur Nutzfläche: 80cm | | | | | | |

| Mittlere Beleuchtungsstärke im Lichtkegel in Lux | | (Gewichtung einfach) | | | | |
|--|--------|----------------------|------|------|------|------|
| Leseleuchten bei 30 cm (Lux) | >1'000 | >750 | >500 | >300 | >200 | <200 |
| Spotlampen bei 80 cm (Lux) | >750 | >500 | >300 | >200 | >150 | <150 |

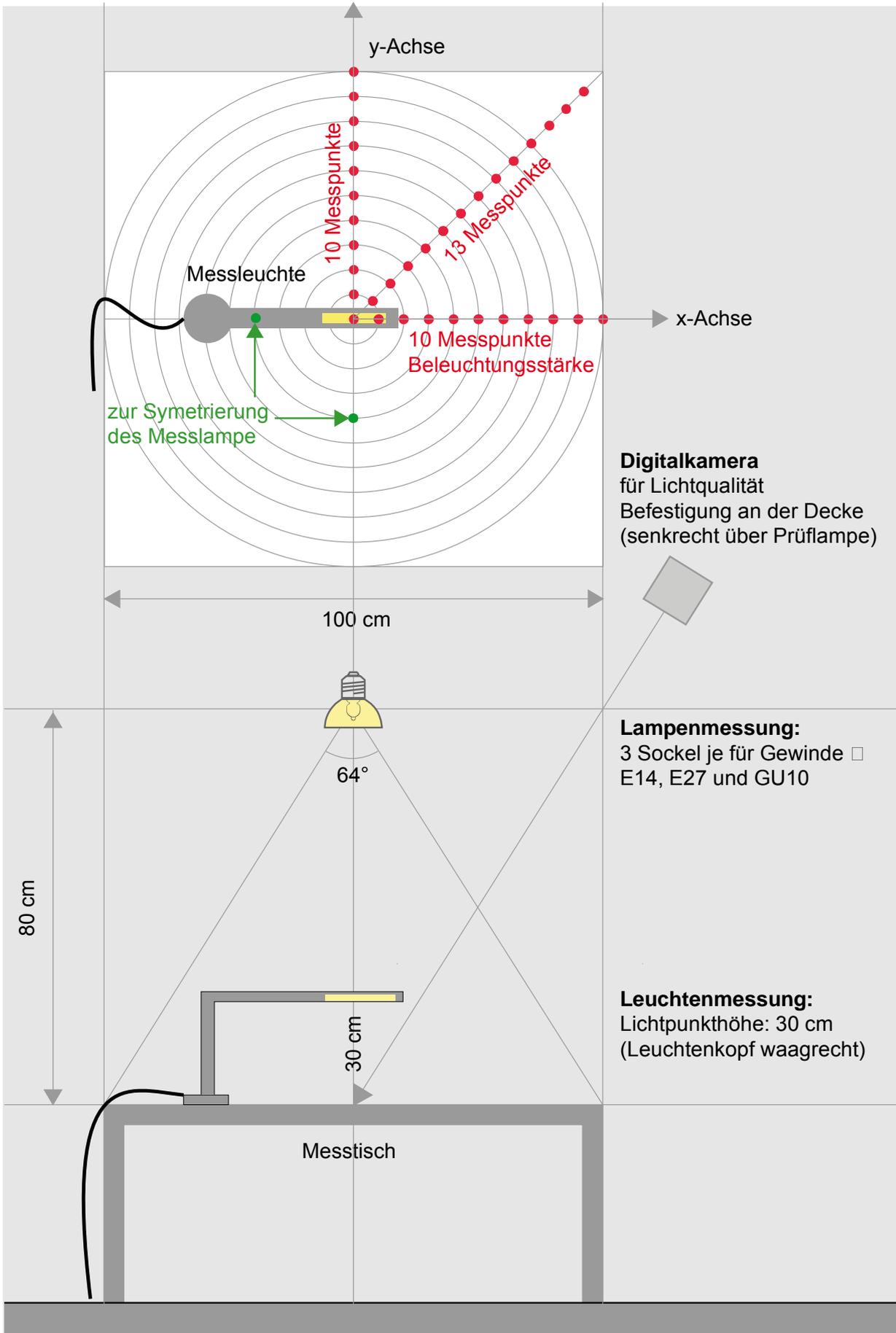
| Energieverbrauch in kWh pro Jahr | | (Gewichtung einfach) | | | | |
|--|----|----------------------|-----|-----|-----|-----|
| Lampen und Leuchten (kWh/a) normiert auf 100 Lux | <5 | <10 | <15 | <20 | <25 | >25 |

| Lichtqualität | | (Gewichtung doppelt) | | | | |
|--|----------|----------------------|----------|------------|----------|-------------|
| Leseleuchten: Farbtemperatur (Kelvin) mit Korrekturfaktor* | <4'000 | <6'000 | <8'000 | <10'000 | <12'000 | >12'000 |
| Spotlampen: Farbwiedergabe qualitativ (Handtest) | sehr gut | gut | genügend | ungenügend | schlecht | unbrauchbar |

*) Notenabwertung Farbwiedergabe: gut (0%), genügend = -20%, ungenügend = -40%

Für www.topten.ch: alle Noten mindestens = 4, Energieeffizienz mindestens Note 5.

3.4 Messaufbau für Lichtmessungen



3.5 Bestimmung der Lichtqualität

Die Lichtqualität wird durch 3 Indikatoren belegt:

- Lichtfarbe: Eine kalte Lichtfarbe wird von vielen Laien als «schlechte» Farbwiedergabe interpretiert. Diese Einschätzung ist zwar falsch; das Volksempfinden verlangt aber im Heimbereich nach warmweissen Lichtfarben. Mit der LED-Technik sind warmweisse Lichtfarben viel schwieriger zu realisieren als kaltweisse. Die Farbtemperatur kann mit einem Farbmessgerät gemessen werden.



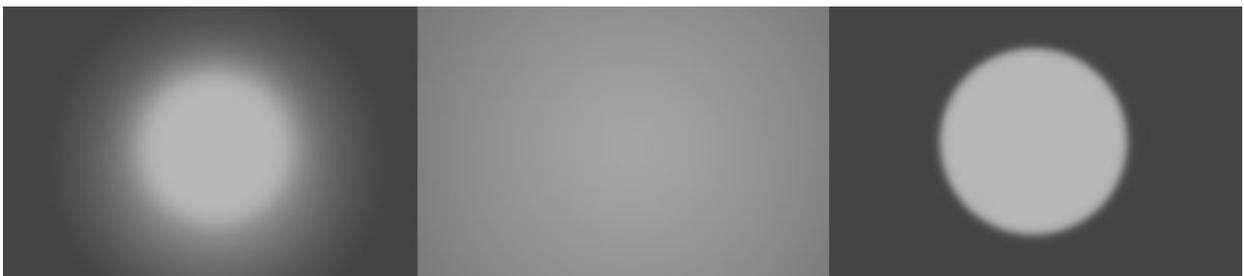
Farbtemperatur Glühlampe (2500°K), warmweisse LED (3500°K), kaltweisse LED (8000°K)

- Farbwiedergabe: Am besten lässt sich die Farbwiedergabe beurteilen, wenn man die Hautfarbe beurteilt und die Hand in den Lichtstrahl hält. Die Lichtkegel der einzelnen Lampen und Leuchten wurden mit einer digitalen Fotokamera mit konstanten Belichtungszeiten und identischem Weissabgleich (Tageslicht) festgehalten. Die Messung des Farbwiedergabeindex Ra war im Rahmen dieses Projektes nicht möglich; für künftige LED-Messungen steht dem Messlabor ein Spektroradiometer zur Verfügung.



Hand unter schlechten bzw. gutem LED-Licht

- Lichtverteilung: Eine Spotlampe sollte einen klaren Lichtkegel bilden, der einen harmonischen Rand aufweist. Eine diffuse Kante (wie bei Sparlampenspots) ist ebenso wenig erwünscht wie eine scharfe Kante. Im Rahmen dieses Projektes wurde der Rand des Lichtkegels festgehalten aber nicht beurteilt.



harmonischer, diffuser und scharfer Lichtkegel

4 Messresultate

4.1 LED-Leseleuchten

| Nr. | Name | Beleuchtungsstärke | Durchmesser Lichtkegel | Energieverbrauch (bei100lx) | Farbtemperatur (Kelvin) | Farb-Qualität | Gesamt-Note |
|-----|----------------------|--------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------|-------------|
| 1 | Lack (rot) | 686 lx | 8 cm | 6.6 kWh | 3'816°K | genügend | 3.8 |
| 2 | Jansjö | 527 lx | 31 cm | 7.4 kWh | 4'770°K | genügend | 4.5 |
| 3 | Space Les | 1'180 lx | 25 cm | 18.2 kWh | 3'680°K | genügend | 4.4 |
| 4 | Pico (schwarz) | 284 lx | 0 cm | 12.2 kWh | 3'390°K | genügend | 2.9 |
| 5 | Function LED 301259 | 510 lx | 4 cm | 27.5 kWh | 5'833°K | genügend | 2.5 |
| 6 | Function LED 371050 | 535 lx | 4 cm | 15.5 kWh | 8'102°K | genügend | 2.3 |
| 7 | Aries (silber/weiss) | 1'215 lx | 39 cm | 5.2 kWh | 3'846°K | gut | 5.5 |
| 8 | LED (Orange) | 1'049 lx | 27 cm | 5.8 kWh | >20'000°K | ungenügend | 3.5 |
| 9 | Flexo blau | 655 lx | 24 cm | 4.9 kWh | 7'840°K | genügend | 4.1 |
| 10 | Nonda (alu) | 810 lx | 29 cm | 4.0 kWh | 6'850°K | genügend | 4.2 |
| 11 | Wave | 733 lx | 28 cm | 8.4 kWh | 7'980°K | genügend | 3.9 |
| 12 | Kyle | 729 lx | 30 cm | 19.4 kWh | 6'670°K | genügend | 3.6 |
| 13 | Desk Rule | 885 lx | 37 cm | 2.6 kWh | 5'380°K | genügend | 4.8 |
| 14 | Desk Walk | 875 lx | 26 cm | 4.7 kWh | 9'030°K | genügend | 4.0 |
| 15 | LED Superline | 476 lx | 0 cm | 12.2 kWh | 10'100°K | ungenügend | 1.9 |
| 16 | Zett | 1'130 lx | 38 cm | 3.8 kWh | 3'342°K | gut | 5.7 |

4.2 LED-Spotlampen

| Nr. | Name | Beleuchtungsstärke | Durchmesser Lichtkegel | Energieverbrauch (bei100lx) | Farbtemperatur (Kelvin) | Farb-Qualität | Gesamt-Note |
|---------------|---------------------|--------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------|-------------|
| 1 | Osram 6W/E14 | 590 lx | 51 cm | 3.7 kWh | 3'244°K | gut | 5.5 |
| 2 | Conrad 1.2W/E14 | 170 lx | 11 cm | 5.3 kWh | 3'020°K | genügend | 3.5 |
| 3 | Paulmann 1W/E14 | 48 lx | 0 cm | 2.5 kWh | 7'115°K | schlecht | 2.5 |
| 4 | Osram 0.8W/E14 | 155 lx | 11 cm | 2.5 kWh | 6'750°K | genügend | 3.7 |
| 5 | Conrad 3W/E27 | 610 lx | 29 cm | 10.2 kWh | 5'508°K | genügend | 4.2 |
| 6 | Paulmann 2.5W/E27 | 280 lx | 33 cm | 2.3 kWh | 6'780°K | genügend | 4.5 |
| 7 | Onlux 3W/GU10 | 980 lx | 47 cm | 1.9 kWh | 3'246°K | gut | 5.7 |
| 8 | Noser 3W/GU10 | 520 lx | 40 cm | 3.7 kWh | 3'366°K | gut | 5.2 |
| 9 | Osram 2W/GU10 | 160 lx | 13 cm | 5.5 kWh | 15'000°K | gut | 3.8 |
| 10 | Conrad 1.8W/GU10 | 121 lx | 0 cm | 1.4 kWh | 2'980°K | schlecht | 2.5 |
| 11 | Paulmann 1W/GU10 | 280 lx | 19 cm | 3.7 kWh | 3'216°K | genügend | 3.8 |
| 12 | Philips 1W/GU10 | 81 lx | 0 cm | 5.4 kWh | 3'404°K | genügend | 2.7 |
| Zum Vergleich | | | | | | | |
| 13 | Sparlampen-Spot 7 W | 102 lx | 0 cm | 6.4 kWh | 2'910°K | gut | 3.0 |
| 14 | Glühlampen-Spot 25W | 188 lx | 32 cm | 23.7 kWh | 2'394°K | gut | 4.0 |

4.3 Topten

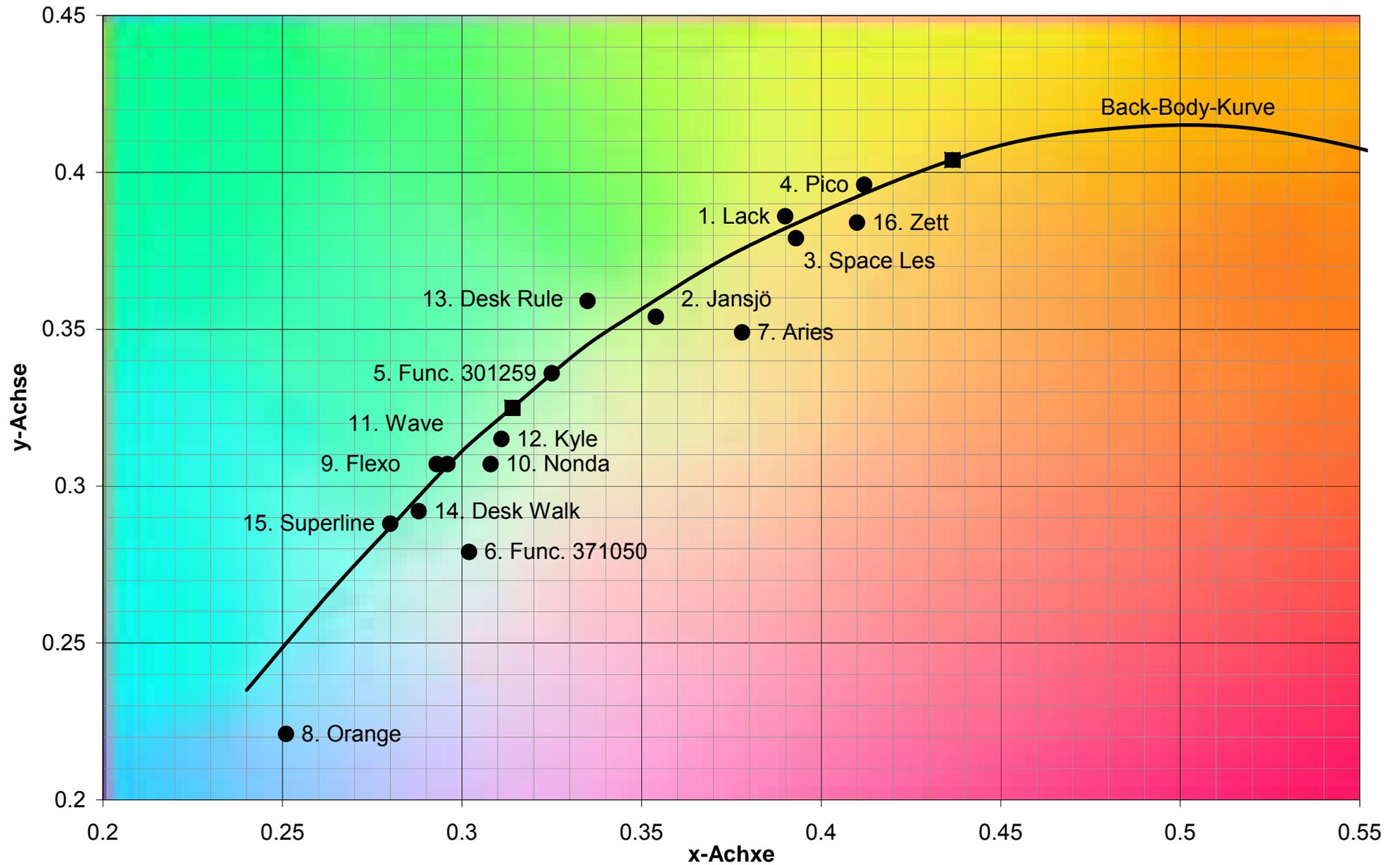
Bei Leuchten und Lampen auf www.topten.ch müssen alle Einzelnoten mindestens 4 betragen, bei der Energieeffizienz min. 5; in obigen Listen sind diese grün markiert. Trotz genügender Gesamtnote nicht aufgenommen: Killerkriterium rot markiert.

5 Messprotokolle

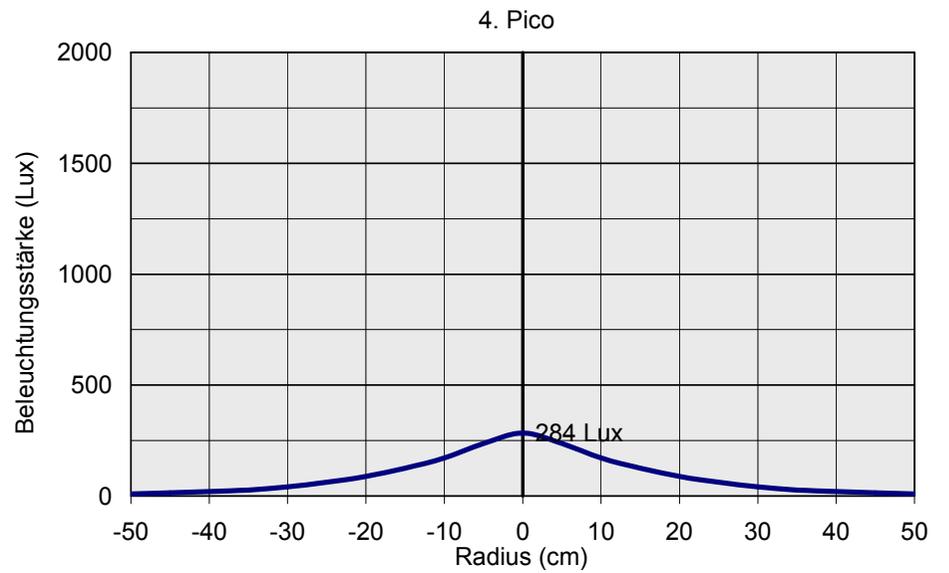
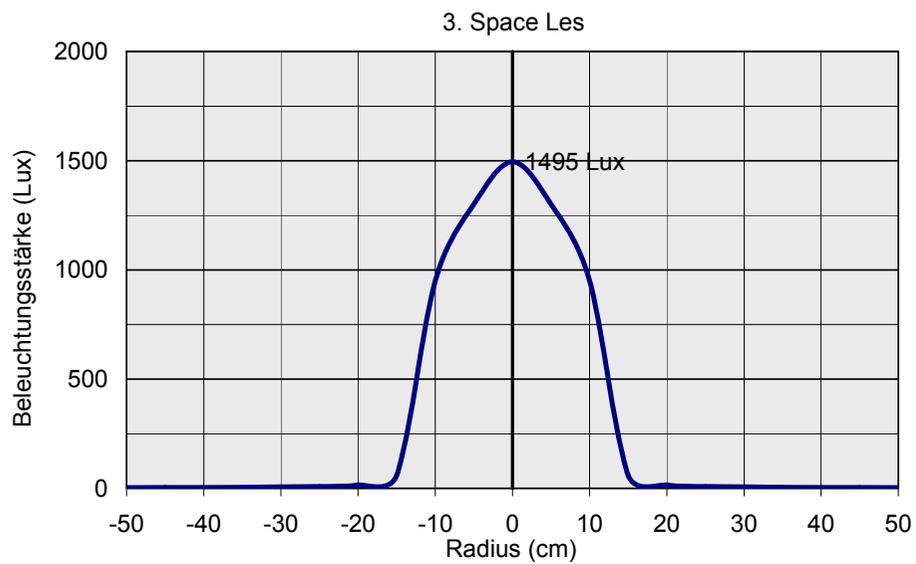
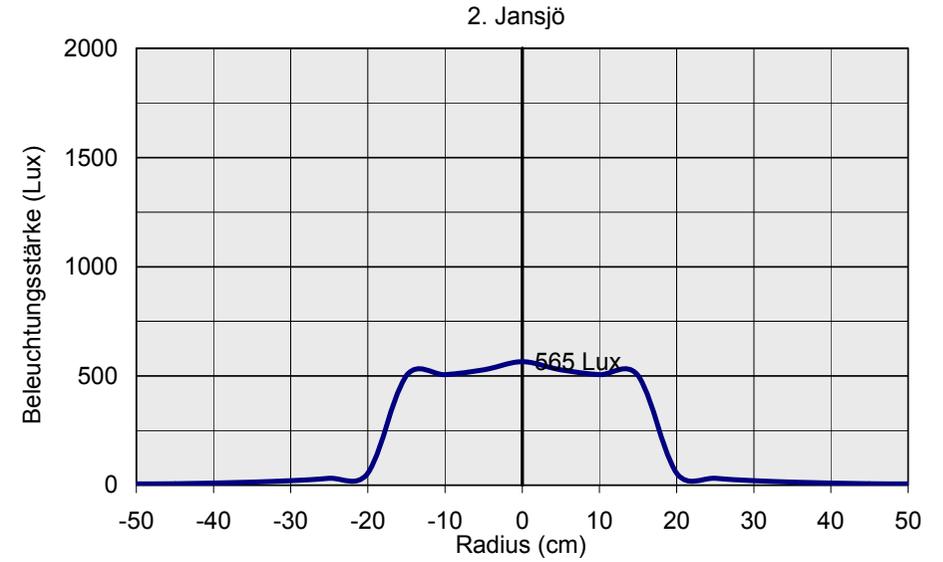
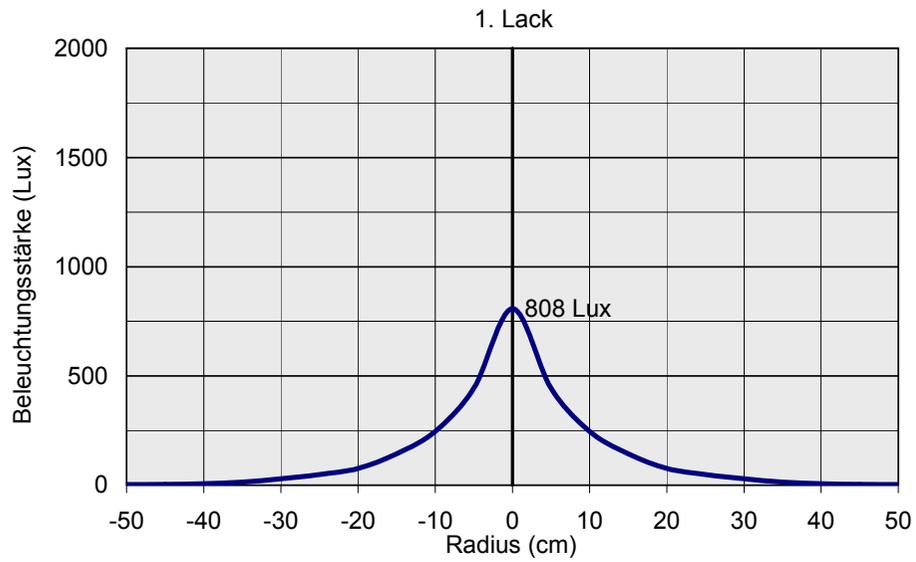
5.1 Leseleuchten

| | Gewicht | 1. Lack | 2. Jansjö | 3. Spaceles | 4. Pico | 5. Func. 301259 | 6. Func. 371050 | 7. Aries | 8. Orange | 9. Flexo | 10. Nonda | 11. Wave | 12. Kyle | 13. Deskrule | 14. Deskwalk | 15. Superline | 16. Zett |
|------------------------------------|---------|---------|-----------|-------------|---------|-----------------|-----------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|--------------|--------------|---------------|----------|
| Beleuchtungsstärke (Lux) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Maximum | | 808 | 565 | 1'495 | 284 | 517 | 569 | 1'727 | 1'428 | 738 | 986 | 902 | 1'795 | 1'152 | 1'120 | 476 | 1'518 |
| Mittelwert | | 40 | 63 | 64 | 40 | 36 | 33 | 192 | 94 | 81 | 117 | 134 | 119 | 176 | 93 | 61 | 152 |
| Mittelwert | | 686 | 527 | 1'180 | 284 | 510 | 535 | 1'215 | 1'049 | 655 | 810 | 733 | 729 | 885 | 875 | 476 | 1'130 |
| Note | 16.7% | 4 | 4 | 6 | 2 | 4 | 4 | 6 | 6 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 3 | 6 |
| Durchmesser des Lichtkegels | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 750 Lux | | 2 cm | 0 cm | 22 cm | 0 cm | 0 cm | 0 cm | 31 cm | 20 cm | 0 cm | 21 cm | 14 cm | 26 cm | 26 cm | 17 cm | 0 cm | 31 cm |
| 500 Lux | | 8 cm | 31 cm | 25 cm | 0 cm | 4 cm | 4 cm | 39 cm | 27 cm | 24 cm | 29 cm | 28 cm | 30 cm | 37 cm | 26 cm | 0 cm | 38 cm |
| 300 Lux | | 17 cm | 35 cm | 27 cm | 0 cm | 22 cm | 18 cm | 50 cm | 34 cm | 34 cm | 40 cm | 40 cm | 36 cm | 49 cm | 34 cm | 24 cm | 44 cm |
| 200 Lux | | 25 cm | 37 cm | 28 cm | 16 cm | 27 cm | 33 cm | 56 cm | 38 cm | 39 cm | 46 cm | 50 cm | 39 cm | 57 cm | 40 cm | 34 cm | 48 cm |
| 150 Lux | | 29 cm | 38 cm | 29 cm | 25 cm | 30 cm | 35 cm | 59 cm | 40 cm | 43 cm | 50 cm | 57 cm | 43 cm | 63 cm | 46 cm | 40 cm | 50 cm |
| 100 Lux | | 37 cm | 39 cm | 30 cm | 37 cm | 35 cm | 37 cm | 65 cm | 47 cm | 48 cm | 56 cm | 66 cm | 48 cm | 70 cm | 53 cm | 48 cm | 55 cm |
| 75 Lux | | 41 cm | 40 cm | 30 cm | 45 cm | 38 cm | 38 cm | 68 cm | 50 cm | 51 cm | 59 cm | 73 cm | 53 cm | 76 cm | 57 cm | 54 cm | 57 cm |
| 50 Lux | | 50 cm | 43 cm | 32 cm | 56 cm | 43 cm | 39 cm | 75 cm | 56 cm | 57 cm | 66 cm | 84 cm | 59 cm | 85 cm | 62 cm | 61 cm | 60 cm |
| Note | 33.3% | 2 | 5 | 4 | 1 | 1 | 1 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 1 | 5 |
| Energieeffizienz | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P_deklariert | | 1.0 W | 3.6 W | 3.0 W | 1.0 W | 1.0 W | 1.0 W | 7.0 W | 3.0 W | 1.0 W | 1.0 W | 6.0 W | 2.9 W | 5.0 W | 4.0 W | 2.1 W | 3.0 W |
| P_gemessen | | 2.4 W | 3.0 W | 2.7 W | 2.2 W | 2.5 W | 2.5 W | 8.8 W | 4.0 W | 2.1 W | 3.0 W | 4.2 W | 5.1 W | 3.9 W | 3.6 W | 2.4 W | 5.4 W |
| P_Standby | | 0.1 W | 0.3 W | 1.2 W | 0.4 W | 1.0 W | 0.4 W | 0.4 W | 0.3 W | 0.3 W | 0.3 W | 1.0 W | 2.4 W | 0.2 W | 0.2 W | 0.7 W | 0.2 W |
| Leistungsfaktor | | 0.42 | 0.44 | 0.37 | 0.34 | 0.67 | 0.37 | 0.36 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.68 | 0.52 | 0.44 | 0.44 | 0.57 | 0.43 |
| Energie (kWh/Jahr) | | 2.6 | 4.7 | 11.7 | 4.9 | 9.9 | 5.1 | 9.9 | 5.4 | 4.0 | 4.7 | 11.2 | 23.1 | 4.6 | 4.3 | 7.4 | 5.7 |
| Energie (kWh/100lx) | | 6.6 | 7.4 | 18.2 | 12.2 | 27.5 | 15.5 | 5.2 | 5.8 | 4.9 | 4.0 | 8.4 | 19.4 | 2.6 | 4.7 | 12.2 | 3.8 |
| Note | 16.7% | 5 | 5 | 3 | 4 | 1 | 3 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 3 | 6 | 6 | 4 | 6 |
| Lichtqualität | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Farbtemperatur | | 3816 | 4770 | 3680 | 3390 | 5833 | 8102 | 3846 | >20'000 | 7840 | 6850 | 7980 | 6670 | 5380 | 9030 | 10100 | 3342 |
| Farbort (x) | | 0.39 | 0.351 | 0.393 | 0.412 | 0.325 | 0.302 | 0.378 | 0.251 | 0.296 | 0.308 | 0.293 | 0.311 | 0.335 | 0.288 | 0.28 | 0.41 |
| Farbort (y) | | 0.386 | 0.354 | 0.379 | 0.396 | 0.336 | 0.279 | 0.349 | 0.221 | 0.307 | 0.316 | 0.307 | 0.315 | 0.359 | 0.292 | 0.288 | 0.384 |
| Farbekorr. subjektiv | | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 1 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 1 |
| Note | 33.3% | 4.8 | 4.0 | 4.8 | 4.8 | 4.0 | 2.4 | 6.0 | 1.0 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 4.0 | 2.4 | 1.2 | 6.0 |
| Gesamtnote | 100% | 3.8 | 4.5 | 4.4 | 2.9 | 2.5 | 2.3 | 5.5 | 3.5 | 4.1 | 4.2 | 3.9 | 3.6 | 4.8 | 4.0 | 1.9 | 5.7 |
| Killerkriterium | | Kegel | | | Kegel | Kegel | Kegel | | Farbe | | | | Standby | | | Farbe | |

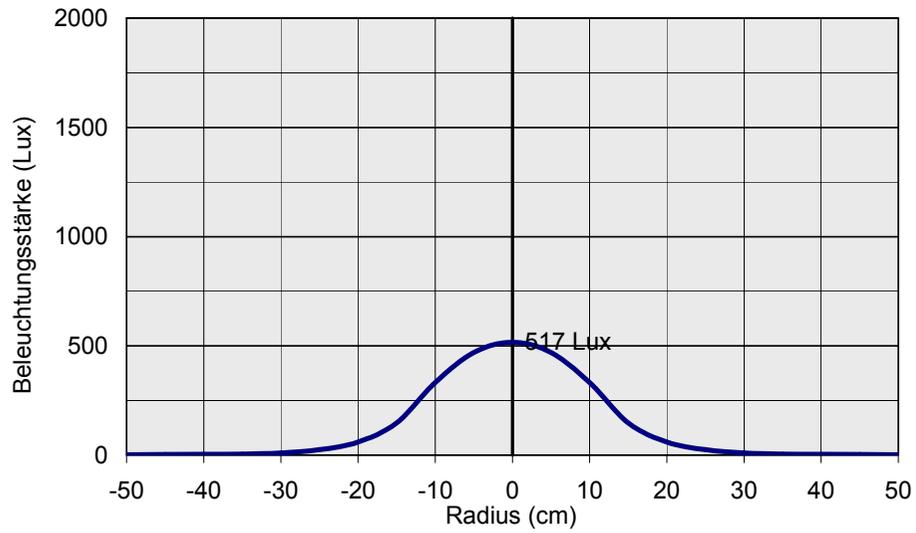
LED-Leseleuchten: Orte im Farbdreieck



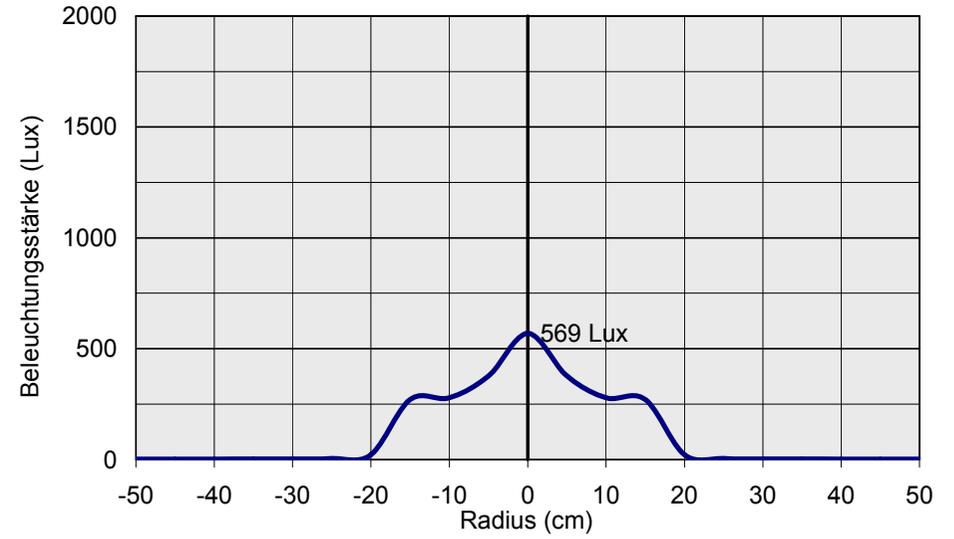
Leseleuchten: Lichtverteilungskurven



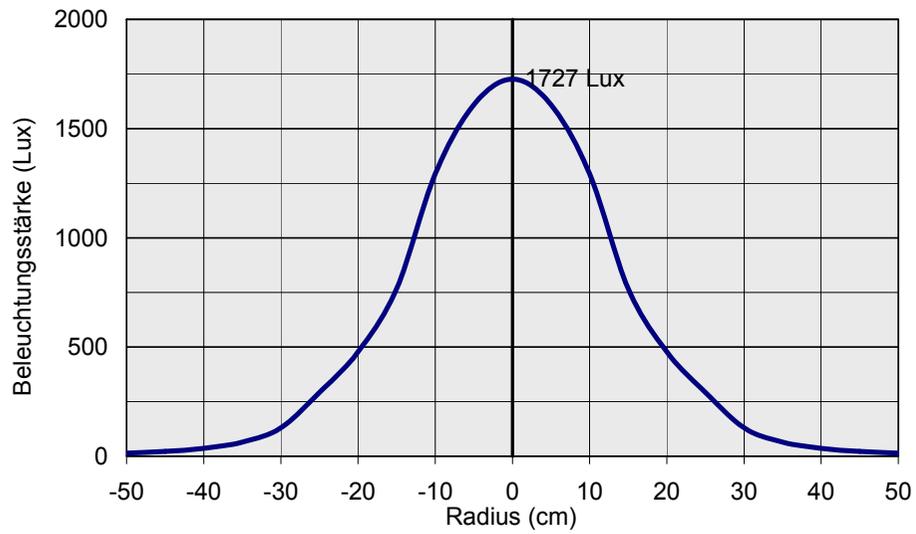
5. Function 301259



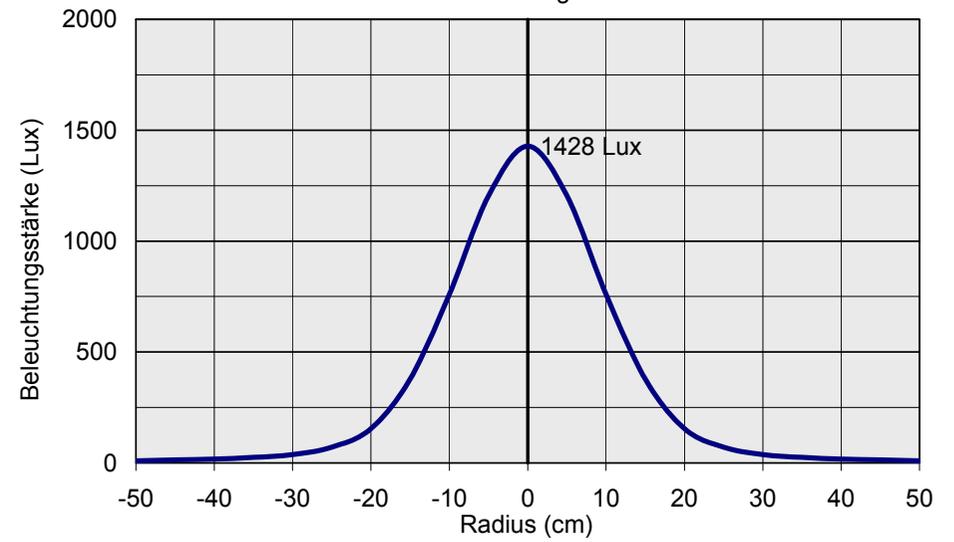
6. Function 371050

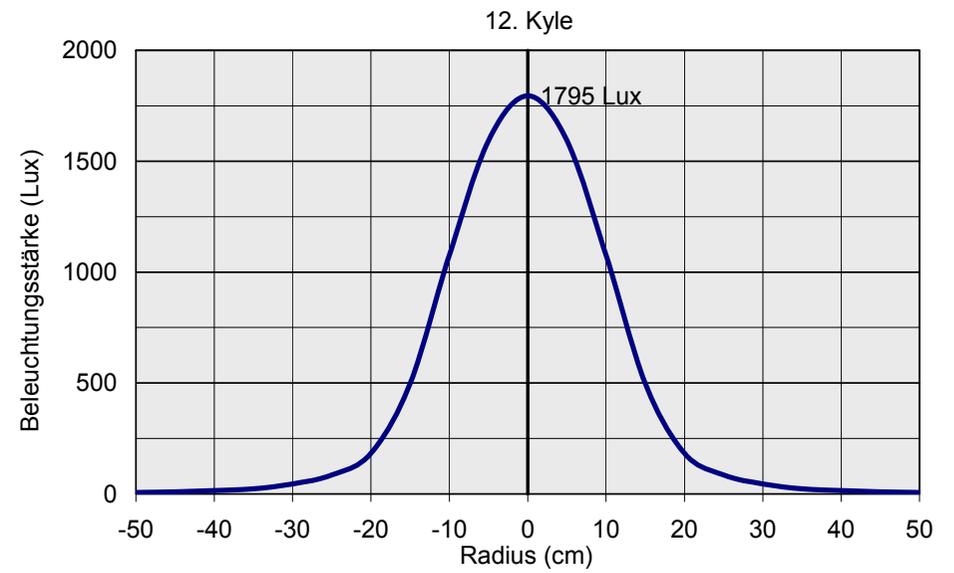
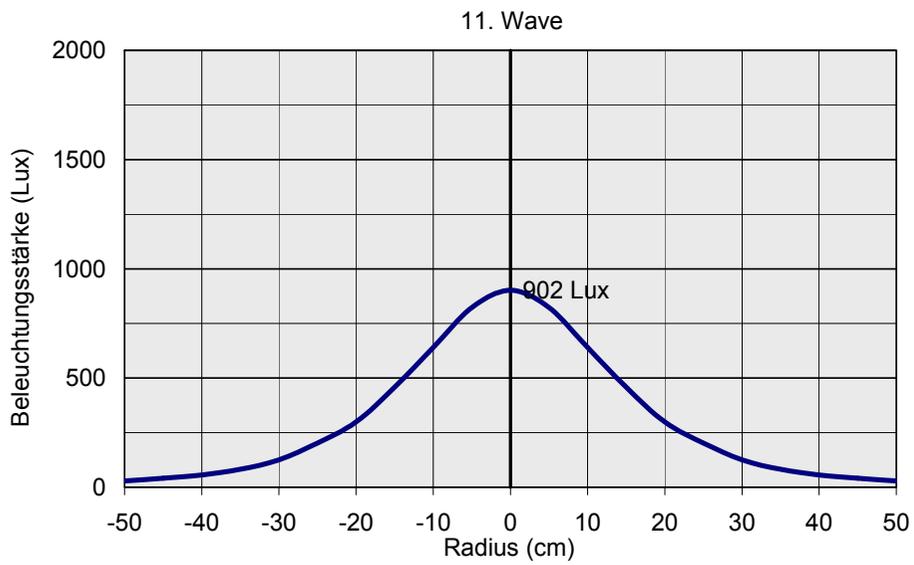
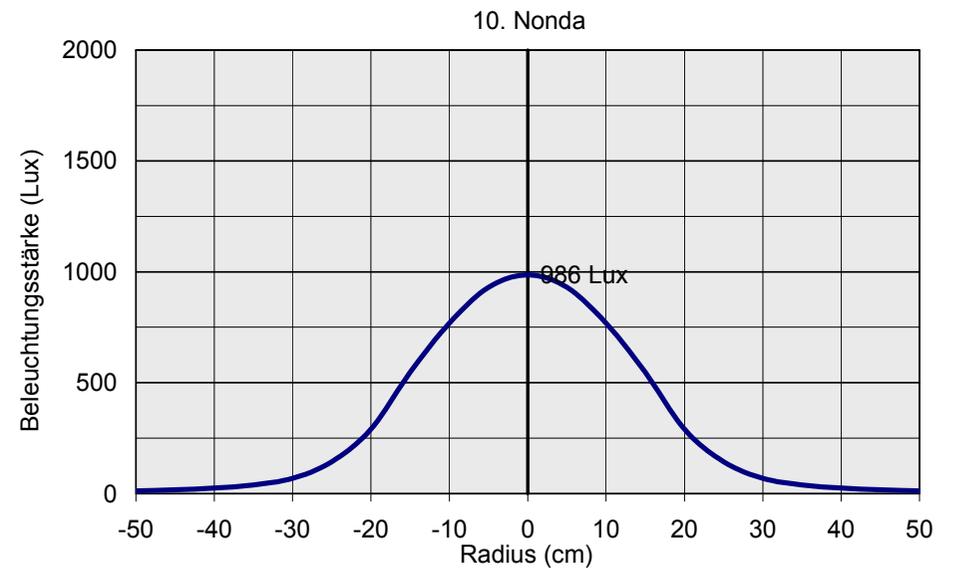
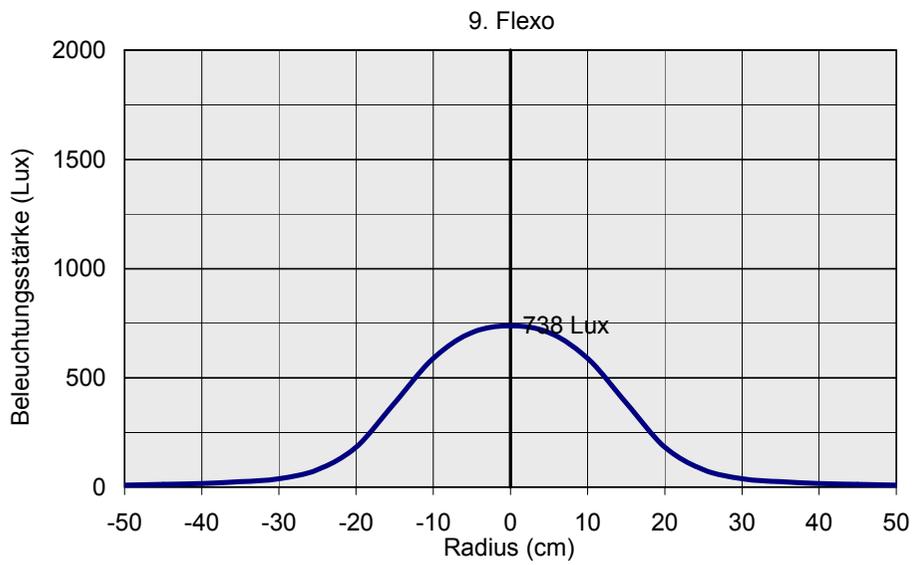


7. Aries

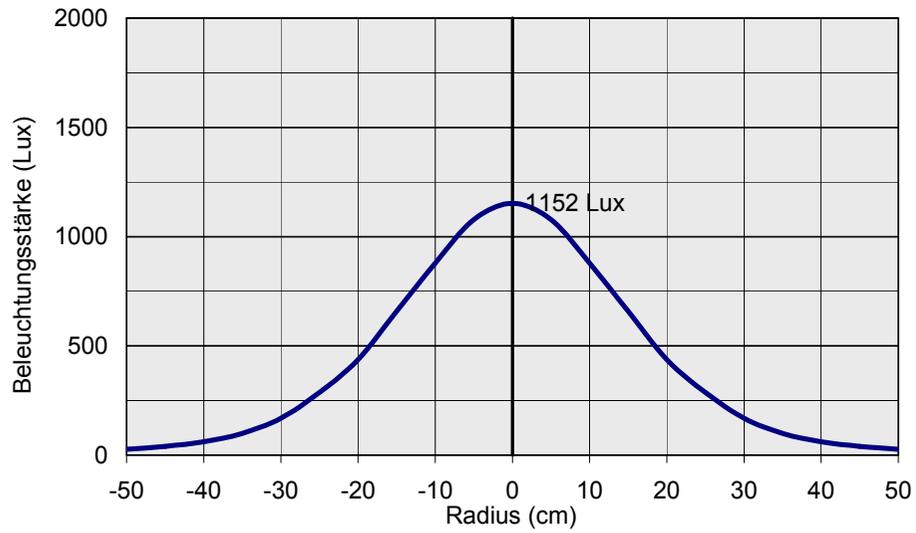


8. Orange

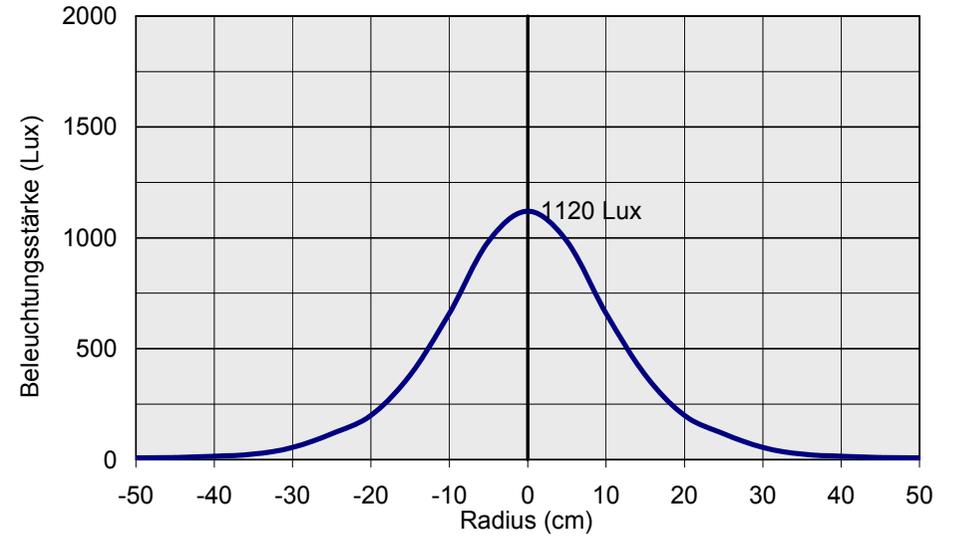




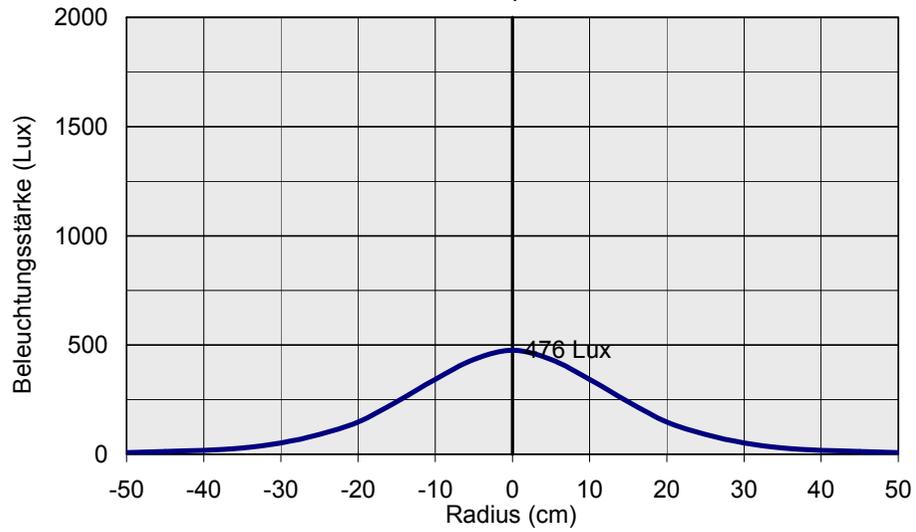
13. Desk Rule



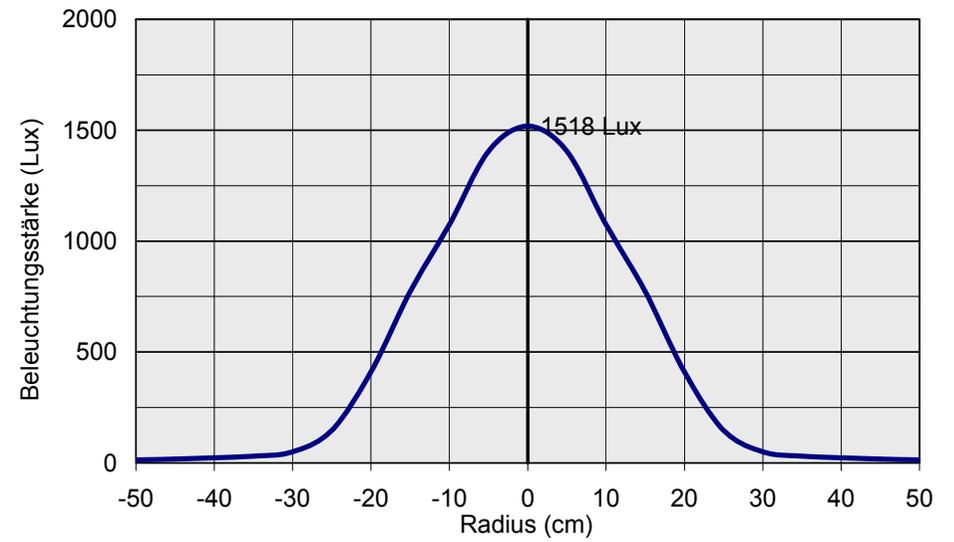
14. Desk Walk



15. Superline

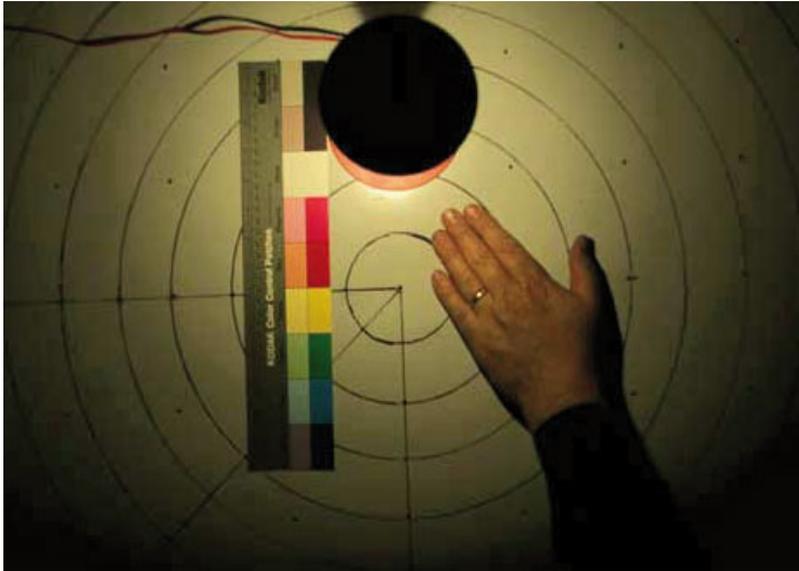


16. Zett

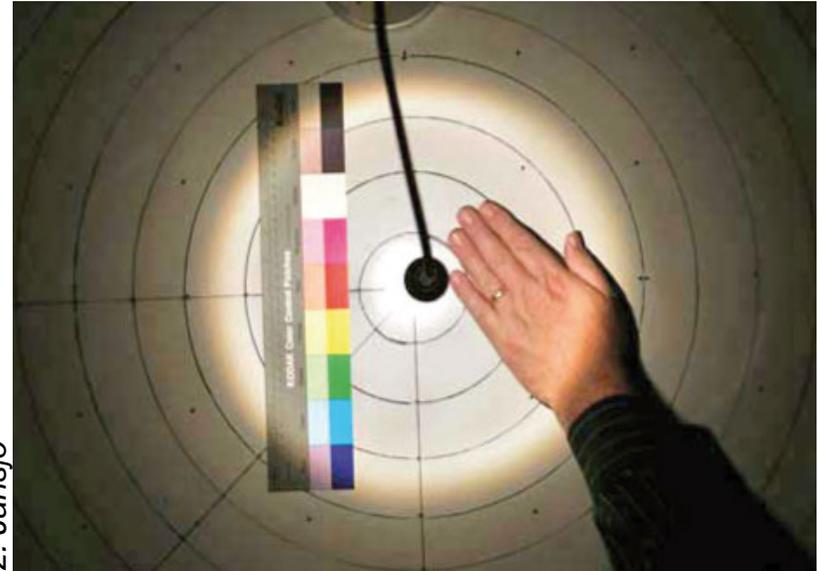


Lichtkegel der Leseleuchten

1. Lack



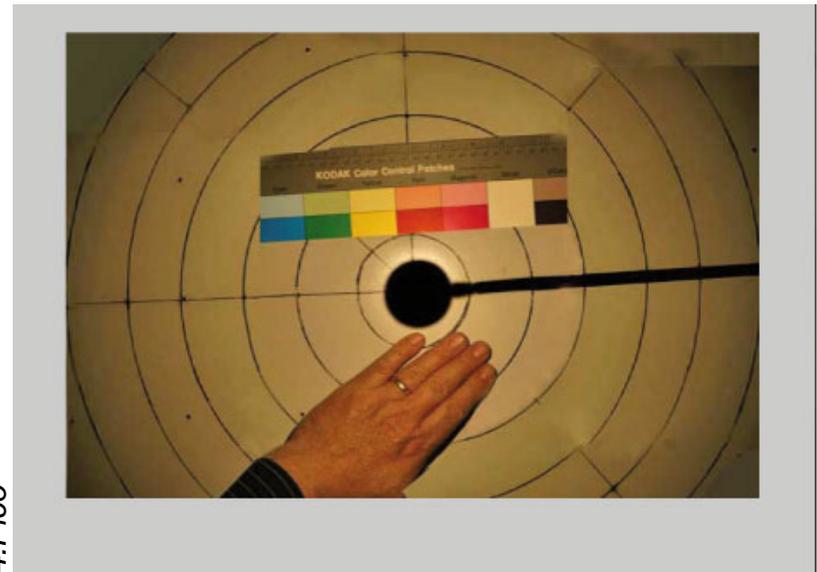
2. Jansjö



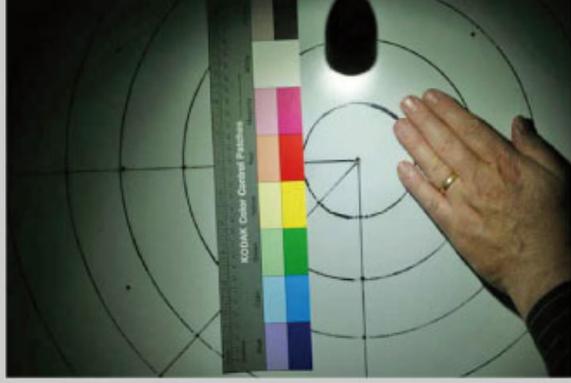
3. Spaceles



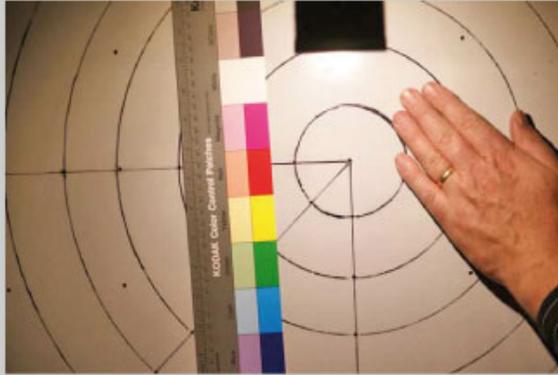
4. Pico



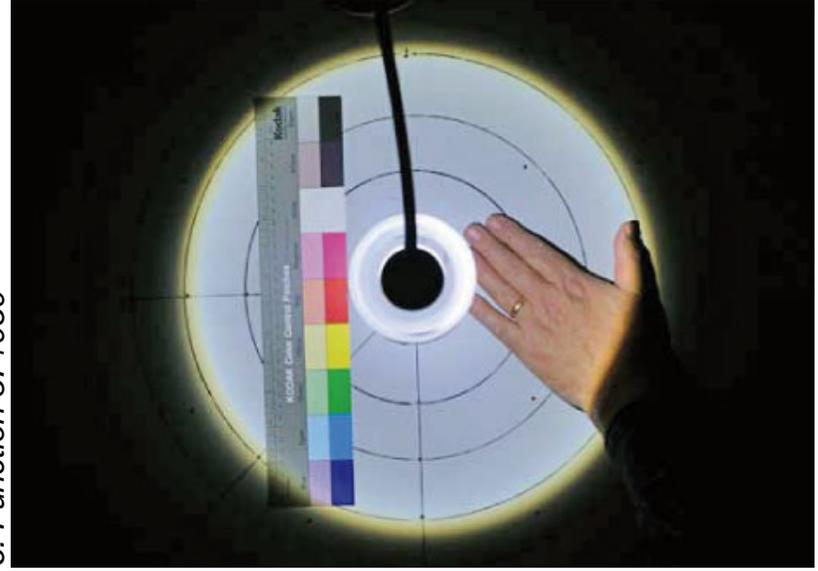
5. Function 301259



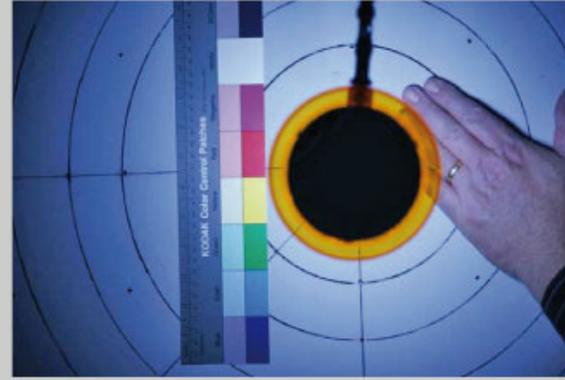
7. Aries



6. Function 371050



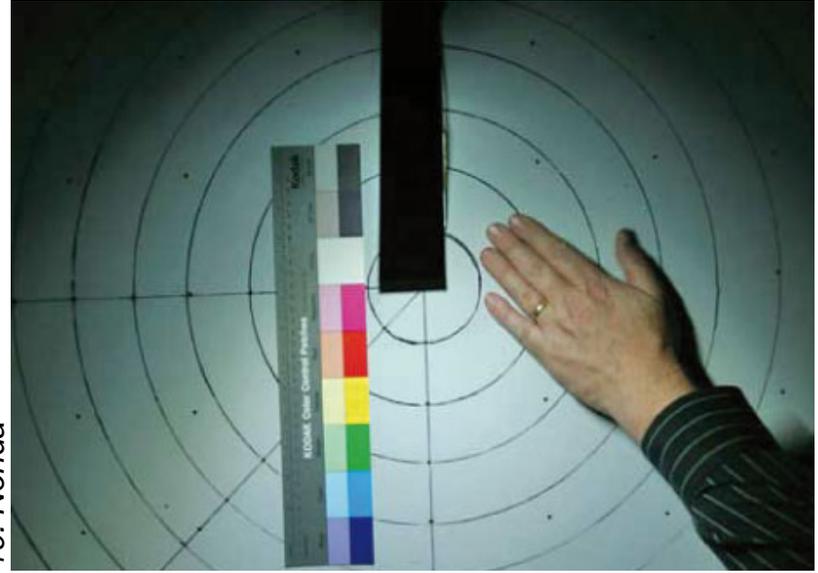
8. Orange



9. Flexo



10. Nonda



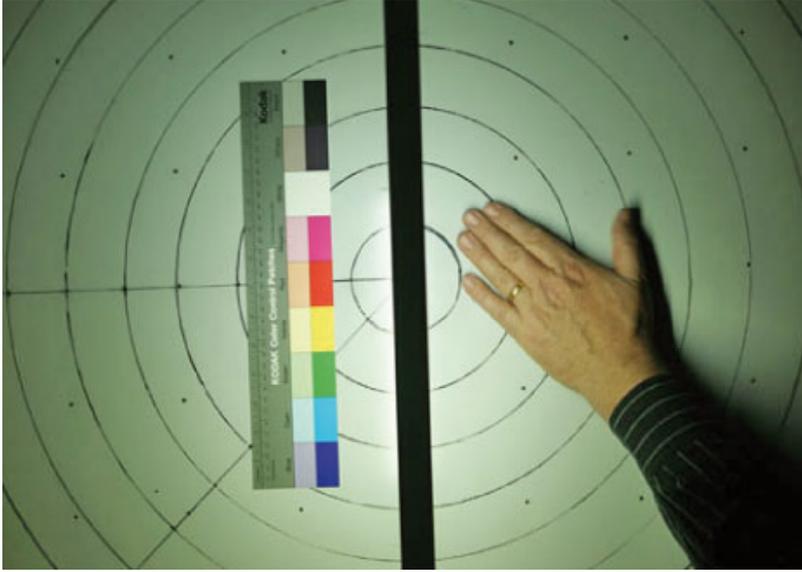
11. Wave



12. Kyle



13. Deskrule



14. Deskwalk



15. Superline



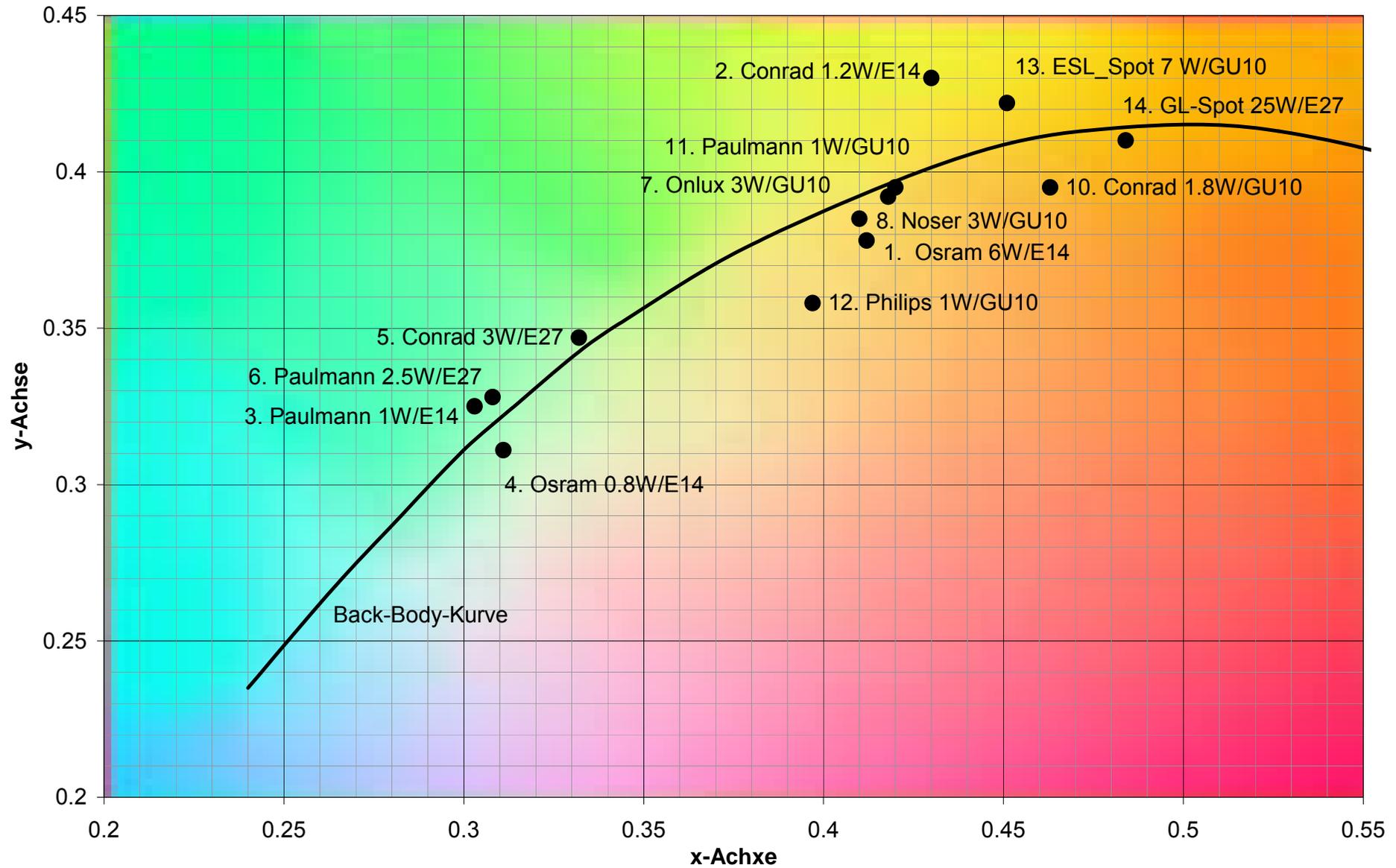
16. Zett



5.2 Spotlampen

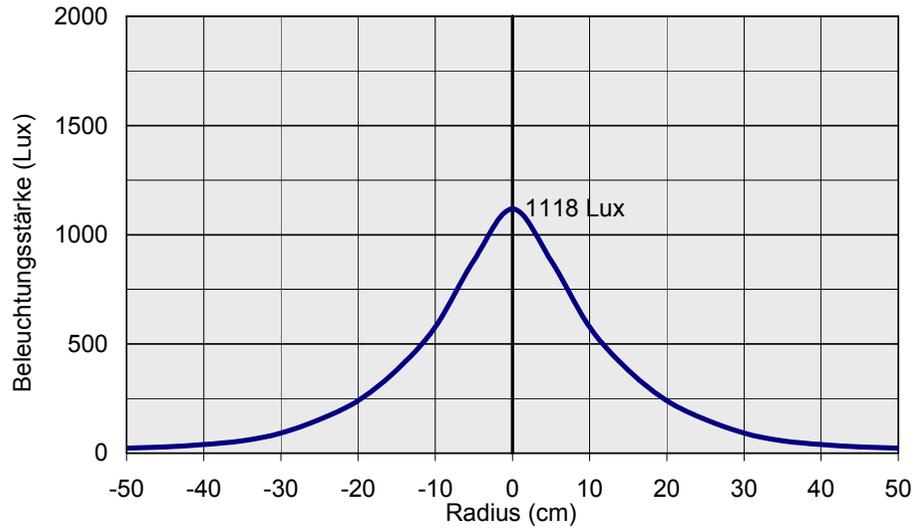
| | Gewicht | 1. Osram 6W/E14 | 2. Conrad 1.2W/E14 | 3. Paulmann 1W/E14 | 4. Osram 0.8W/E14 | 5. Conrad 3W/E27 | 6. Paulmann 2.5W/E27 | 7. Onlux 3W/GU10 | 8. Noser 3W/GU10 | 9. Osram 2W/GU10 | 10. Conrad 1.8W/GU10 | 11. Paulmann 1W/GU10 | 12. Philips 1W/GU10 | 13. ESL_Spot 7 W/GU10 | 14. GL-Spot 25W/E27 |
|------------------------------------|---------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Beleuchtungsstärke | | | | | | | | | | | | | | | |
| Maximum | | 1'124 lx | 182 lx | 48 lx | 168 lx | 987 lx | 353 lx | 1'581 lx | 1'029 lx | 177 lx | 121 lx | 392 lx | 81 lx | 104 lx | 188 lx |
| Mittelwert | | 111 lx | 16 lx | 19 lx | 16 lx | 40 lx | 49 lx | 147 lx | 75 lx | 24 lx | 59 lx | 22 lx | 7 lx | 72 lx | 78 lx |
| Mittelwert >150lx | | 590 lx | 170 lx | 48 lx | 155 lx | 610 lx | 280 lx | 980 lx | 520 lx | 160 lx | 121 lx | 280 lx | 81 lx | 102 lx | 188 lx |
| Note | 16.7% | 5 | 2 | 1 | 2 | 5 | 3 | 6 | 5 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| Durchmesser des Lichtkegels | | | | | | | | | | | | | | | |
| 750 Lux | | 14 cm | 0 cm | 0 cm | 0 cm | 6 cm | 0 cm | 31 cm | 10 cm | 0 cm | 0 cm | 0 cm | 0 cm | 0 cm | 0 cm |
| 500 Lux | | 24 cm | 0 cm | 0 cm | 0 cm | 14 cm | 0 cm | 36 cm | 17 cm | 0 cm | 0 cm | 0 cm | 0 cm | 0 cm | 0 cm |
| 300 Lux | | 36 cm | 0 cm | 0 cm | 0 cm | 22 cm | 14 cm | 41 cm | 26 cm | 0 cm | 0 cm | 10 cm | 0 cm | 0 cm | 0 cm |
| 200 Lux | | 45 cm | 0 cm | 0 cm | 0 cm | 26 cm | 26 cm | 45 cm | 34 cm | 0 cm | 0 cm | 16 cm | 0 cm | 0 cm | 0 cm |
| 150 Lux | | 51 cm | 11 cm | 0 cm | 11 cm | 29 cm | 33 cm | 47 cm | 40 cm | 13 cm | 0 cm | 19 cm | 0 cm | 0 cm | 32 cm |
| 100 Lux | | 59 cm | 20 cm | 0 cm | 21 cm | 32 cm | 40 cm | 49 cm | 52 cm | 26 cm | 47 cm | 25 cm | 0 cm | 30 cm | 58 cm |
| 75 Lux | | 65 cm | 25 cm | 0 cm | 26 cm | 36 cm | 46 cm | 52 cm | 59 cm | 33 cm | 67 cm | 27 cm | 5 cm | 70 cm | 71 cm |
| 50 Lux | | 74 cm | 30 cm | 0 cm | 30 cm | 40 cm | 54 cm | 58 cm | 67 cm | 42 cm | 82 cm | 31 cm | 17 cm | 0 cm | 93 cm |
| Note | 33.3% | 6 | 3 | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 5 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 5 |
| Energieeffizienz | | | | | | | | | | | | | | | |
| P_deklariert | | 6.0 W | 1.2 W | 1.0 W | 0.8 W | 3.0 W | 2.5 W | 3.0 W | 3.0 W | 2.0 W | 1.8 W | 1.0 W | 1.0 W | 7.0 W | 25.0 W |
| P_gemessen | | 5.4 W | 1.1 W | 0.6 W | 0.5 W | 5.4 W | 1.5 W | 3.8 W | 3.6 W | 1.7 W | 1.1 W | 1.1 W | 0.5 W | 6.1 W | 24.4 W |
| P_Standby | | 0.0 W | 0.0 W | 0.0 W | 0.0 W | 0.0 W | 0.0 W | 0.0 W | 0.0 W | 0.0 W | 0.0 W | 0.0 W | 0.0 W | 0.0 W | 0.0 W |
| Leistungsfaktor | | 0.58 | 0.27 | 0.14 | 0.20 | 0.93 | 0.18 | 0.42 | 0.42 | 0.49 | 0.18 | 0.17 | 0.14 | 0.60 | 1.0 |
| Energie (Jahr) | | 4.1 kWh | 0.8 kWh | 0.5 kWh | 0.4 kWh | 4.1 kWh | 1.1 kWh | 2.9 kWh | 2.7 kWh | 1.3 kWh | 0.8 kWh | 0.8 kWh | 0.4 kWh | 4.6 kWh | 18.5 kWh |
| Energie (100lx) | | 3.7 kWh | 5.3 kWh | 2.5 kWh | 2.5 kWh | 10.2 kWh | 2.3 kWh | 1.9 kWh | 3.7 kWh | 5.5 kWh | 1.4 kWh | 3.7 kWh | 5.4 kWh | 6.4 kWh | 23.7 kWh |
| Note | 16.7% | 6 | 5 | 6 | 6 | 4 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 2 |
| Lichtqualität | | | | | | | | | | | | | | | |
| Farbtemp. dekl. | | warm weiss | warm weiss | White | white | white | white | warm weiss | 2700°K | cool white | warm weiss | 2700°K | weiss | 2700°K | k.A. |
| Farbtemperatur | | 3244 | 3020 | 7115 | 6750 | 5508 | 6780 | 3246 | 3366 | 15000 | 2980 | 3216 | 3404 | 2910 | 2394 |
| Farbort (x) | | 0.412 | 0.448 | 0.303 | 0.311 | 0.332 | 0.308 | 0.418 | 0.41 | 0.282 | 0.463 | 0.42 | 0.397 | 0.451 | 0.484 |
| Farbort (y) | | 0.378 | 0.43 | 0.325 | 0.311 | 0.347 | 0.328 | 0.392 | 0.385 | 245 | 0.455 | 0.395 | 0.358 | 0.422 | 0.41 |
| Farbe subjektiv | | gut | genügend | schlecht | genügend | genügend | genügend | gut | gut | gut | schlecht | genügend | genügend | gut | gut |
| Note | 33.3% | 5.0 | 4.0 | 3.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 3.0 | 4.0 | 4.0 | 5.0 | 5.0 |
| Gesamtnote | 100% | 5.5 | 3.5 | 2.5 | 3.7 | 4.2 | 4.5 | 5.7 | 5.2 | 3.8 | 2.5 | 3.8 | 2.7 | 3.0 | 4.0 |
| Killerkriterium | | | Kegel | Farbe | Kegel | | | | | | Farbe | | Kegel | Kegel | |

LED-Spotlampen: Orte im Farbdreieck

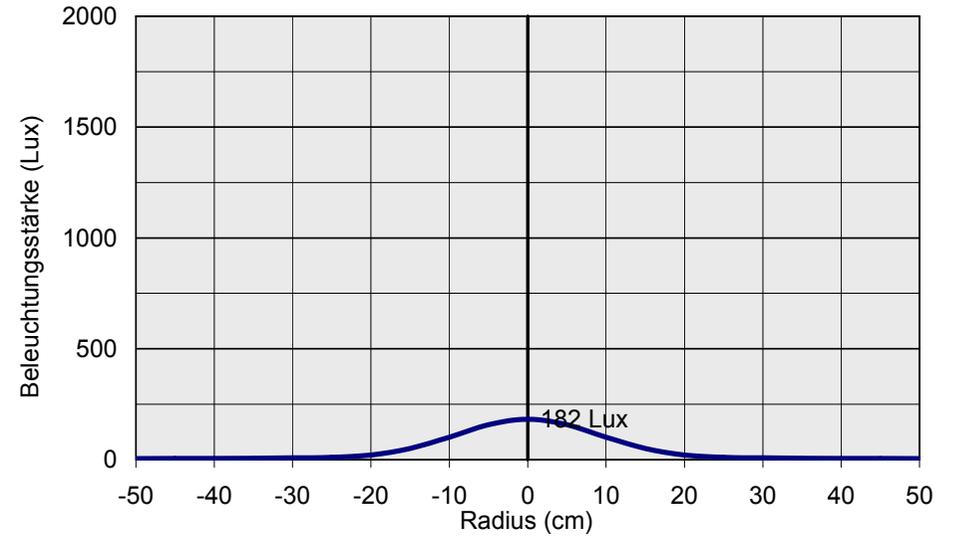


Spotlampen: Lichtverteilkurven (Auswahl)

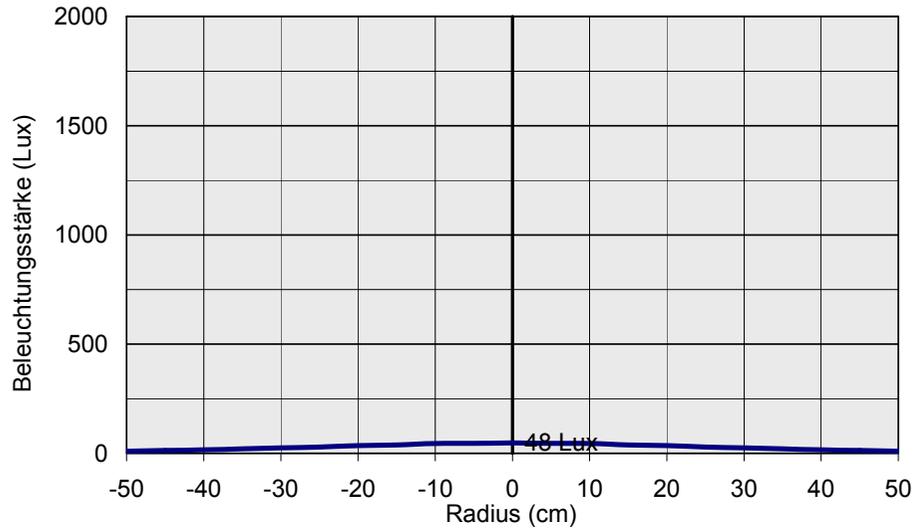
1. Osram 6W/E14



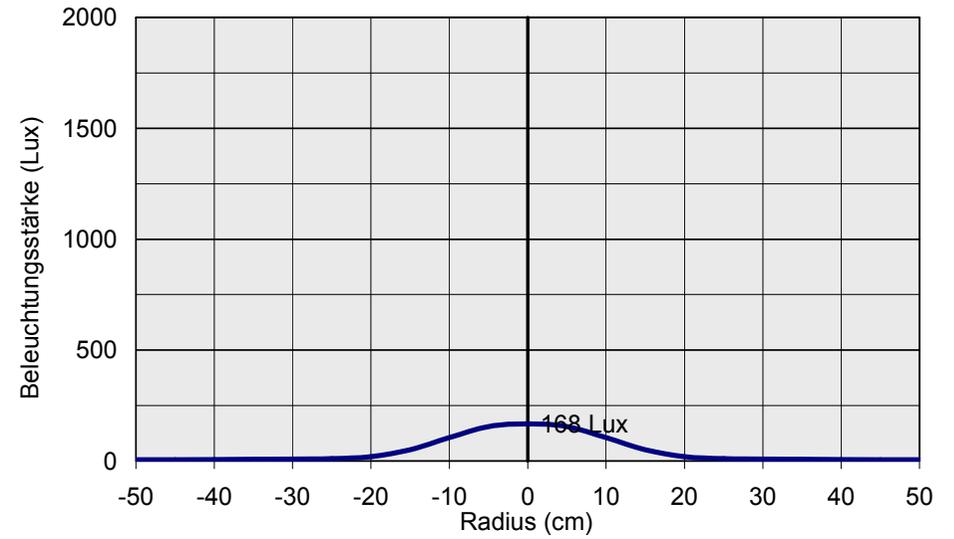
2. Conrad 1.2W/E14



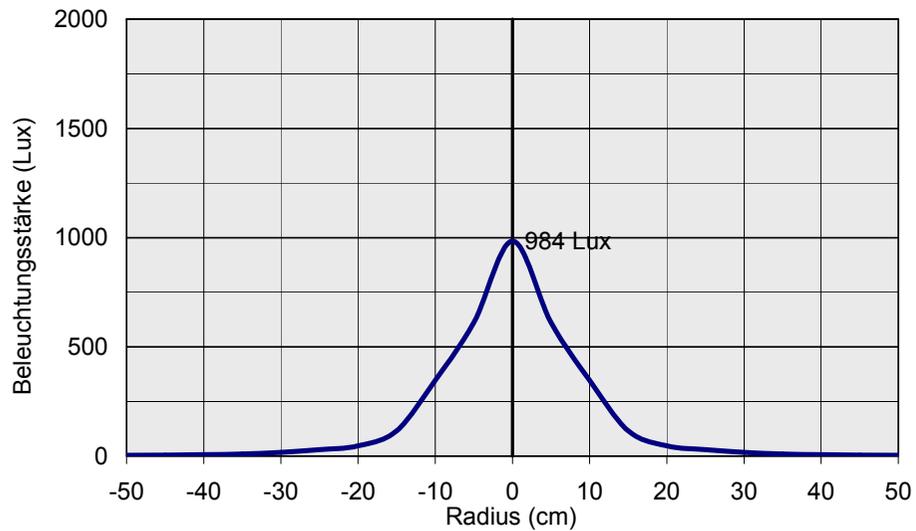
3. Paulmann 1W/E14



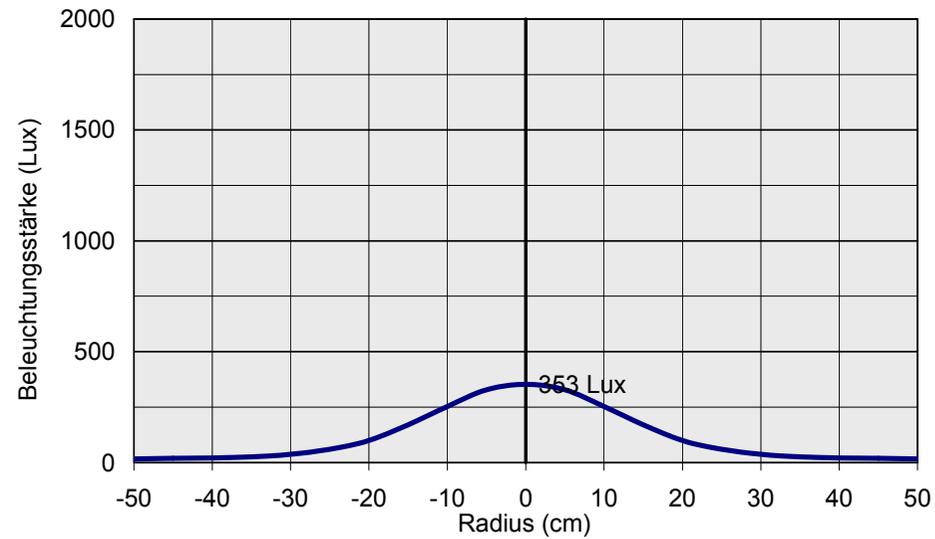
4. Osram 0.8W/E14



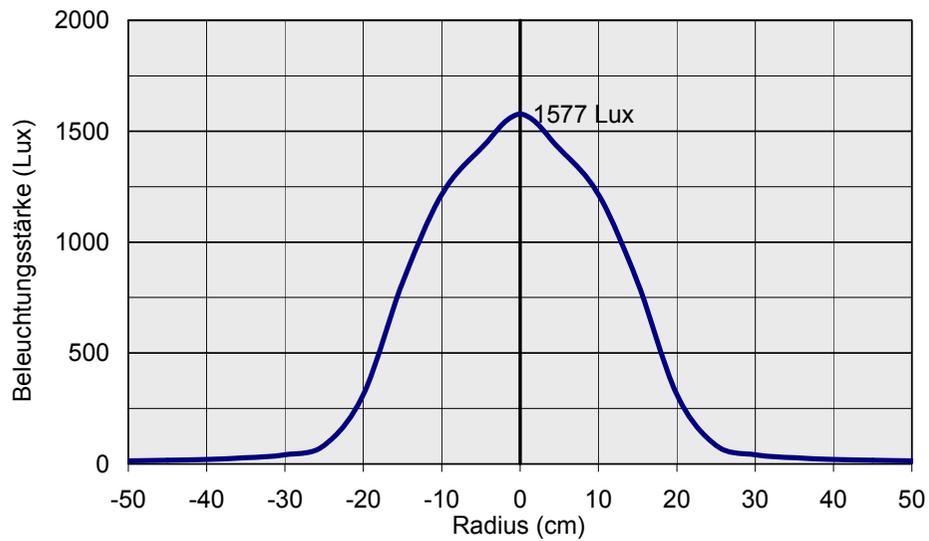
5. Conrad 3W/E27



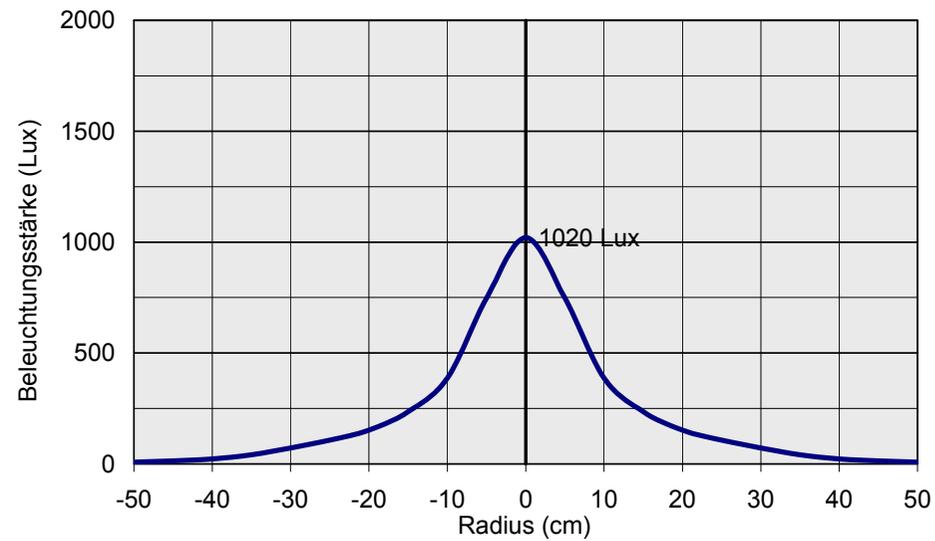
6. Paulmann 2.5W/E27



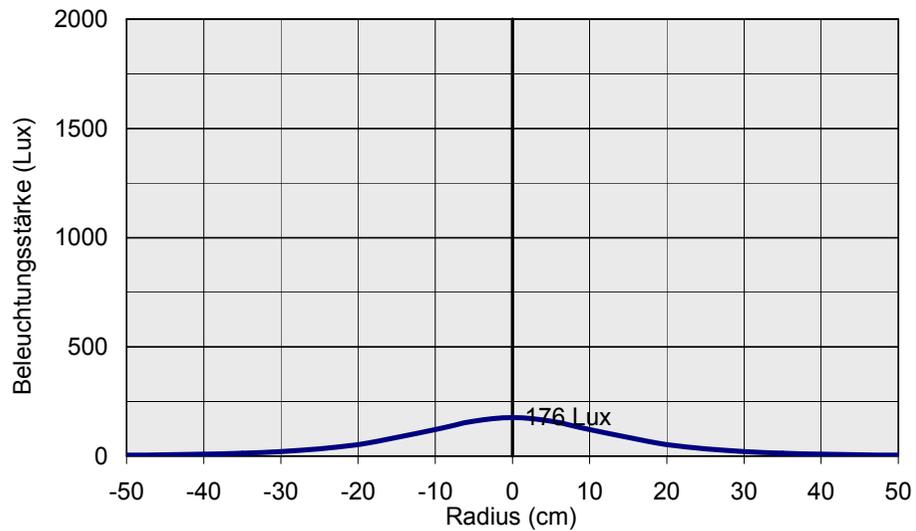
7. Onlux 3W/GU10



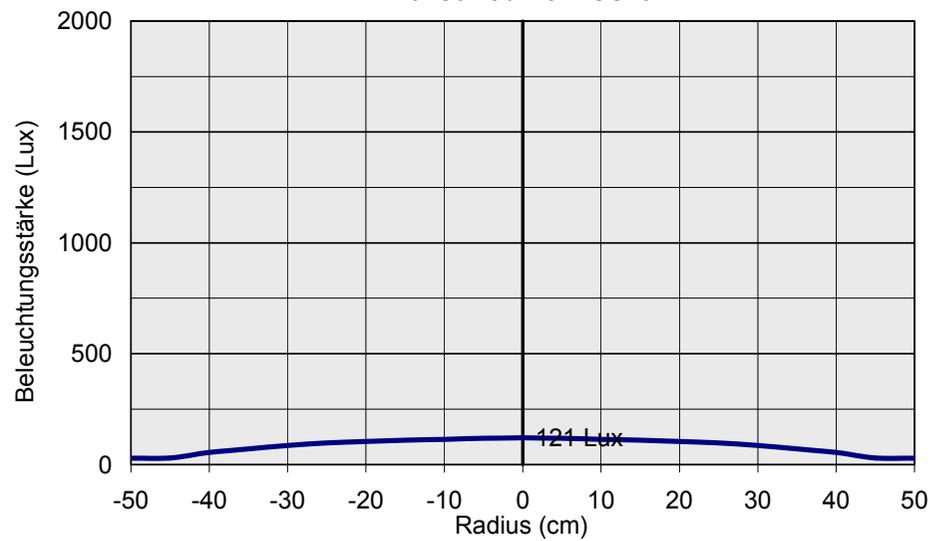
8. Noser 3W/GU10



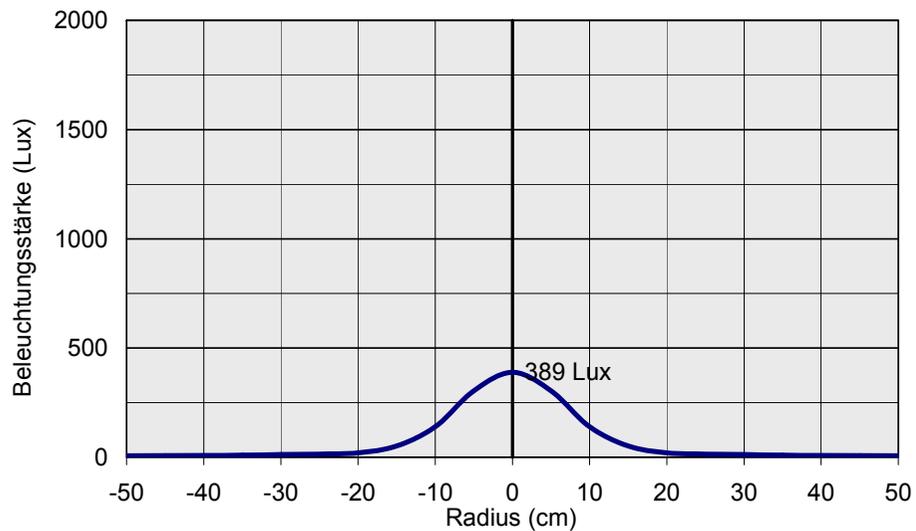
9. Osram 2W/GU10



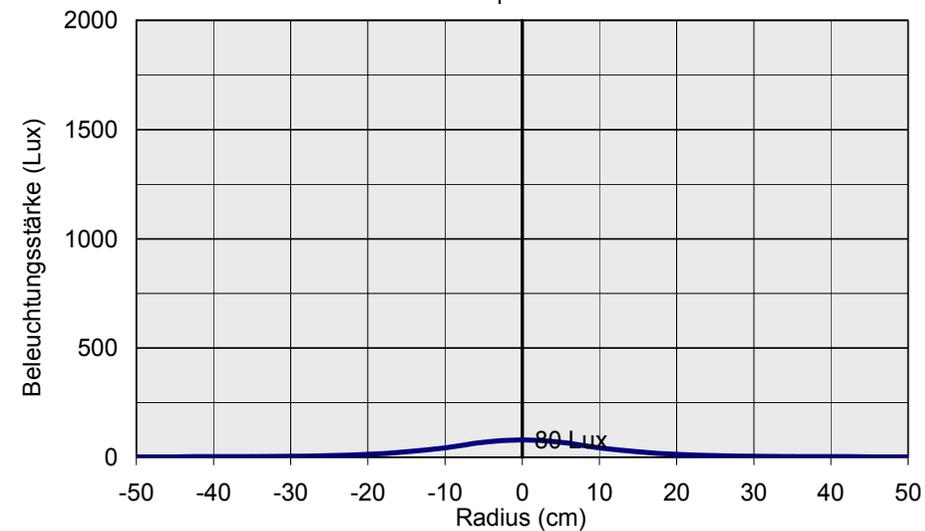
10. Conrad 1.8W/GU10



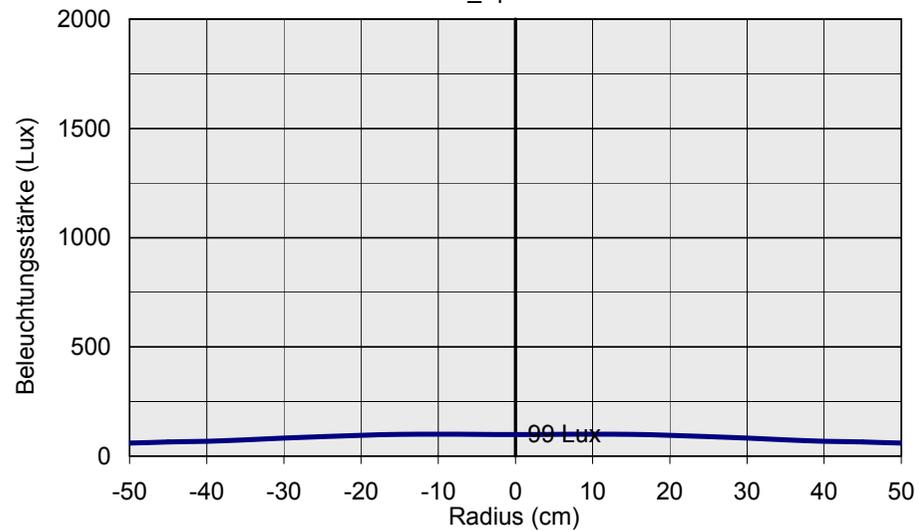
11. Paulmann 1W/GU10



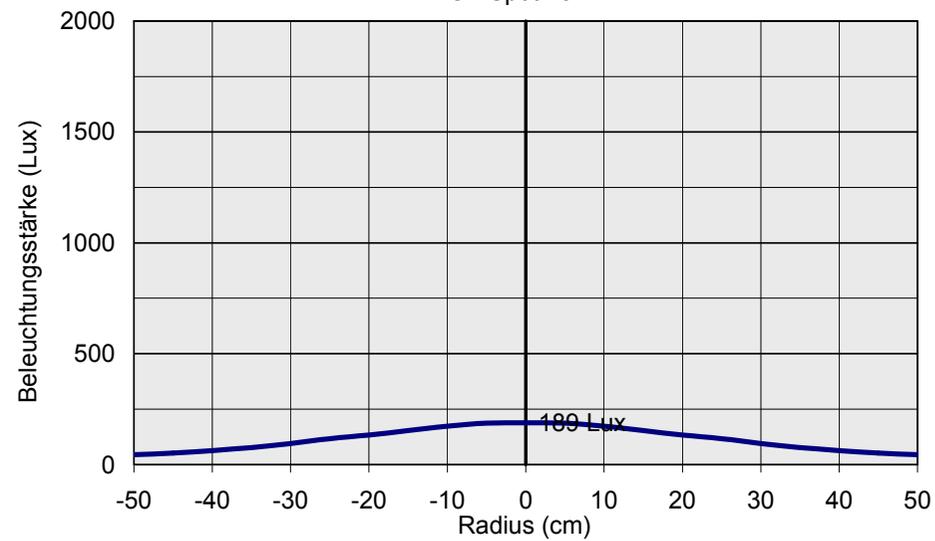
12. Philips 1W/GU10



13. ESL_Spot 7 W/GU10



14. GL-Spot 25W/E27

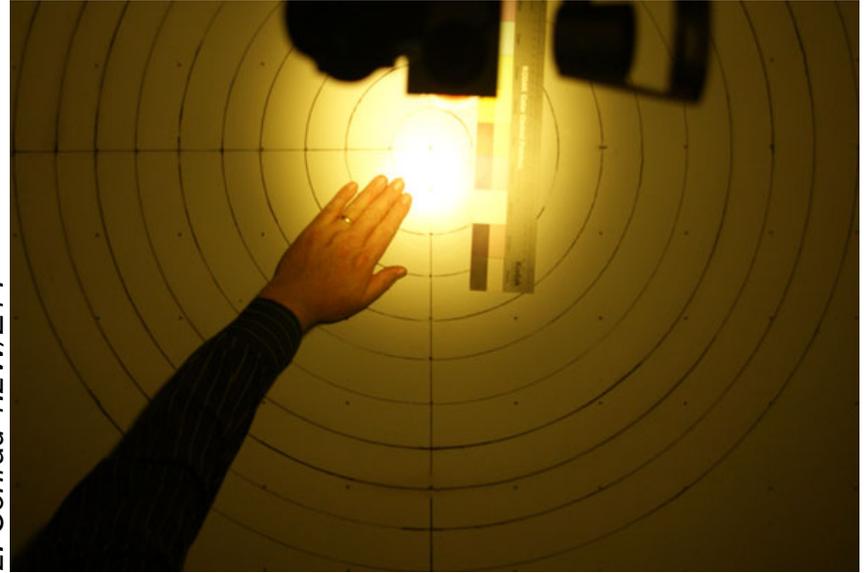


Lichtkegel der Spotlampen

1. Osram 6W/E14



2. Conrad 1.2W/E14



3. Paulmann 1W/E14



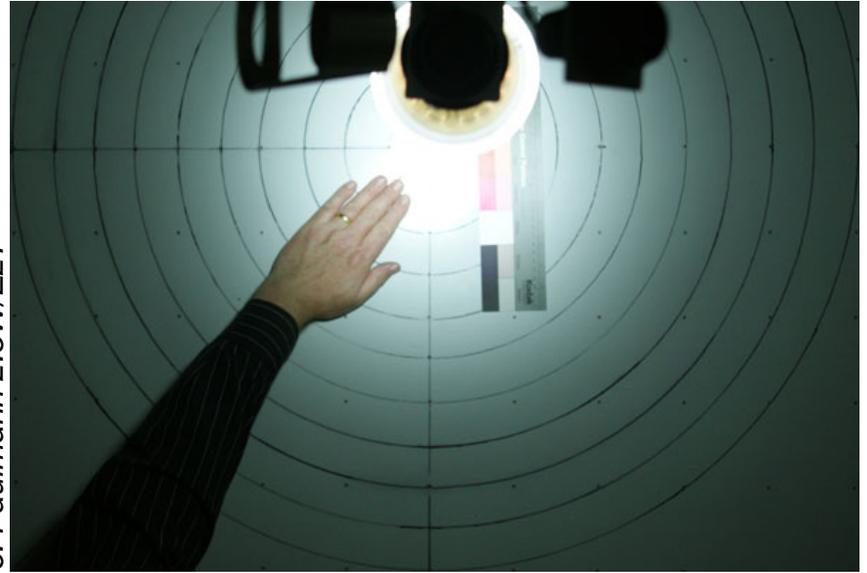
4. Osram 0.8W/E14



5. Conrad 3W/E27



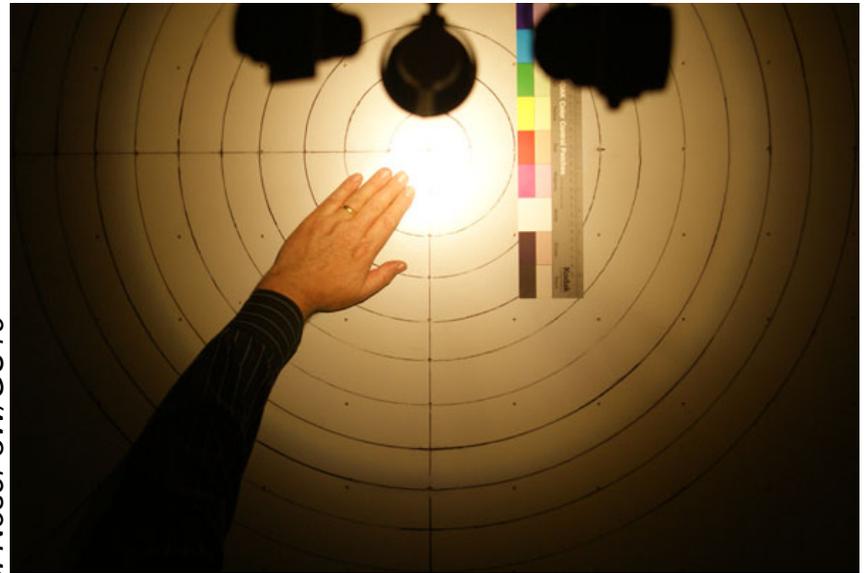
6. Paulmann 2.5W/E27



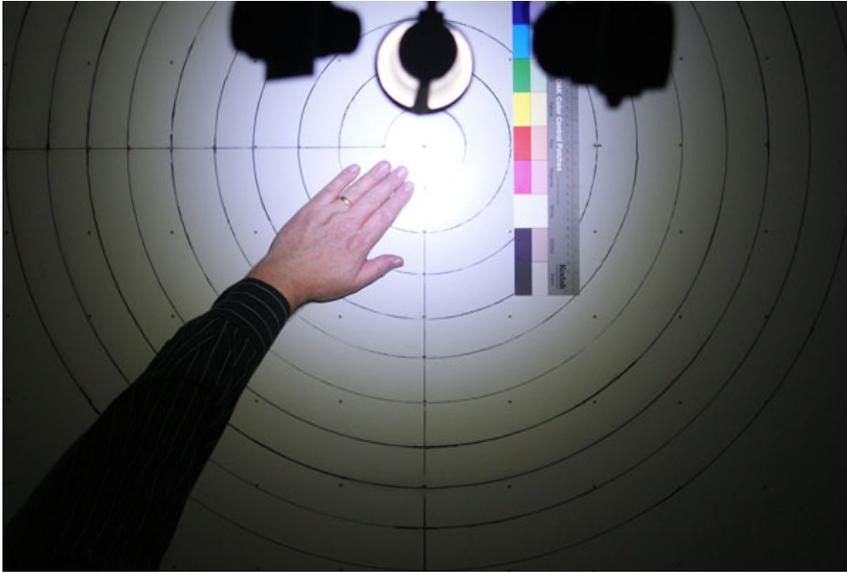
7. Onlux 3W/GU10



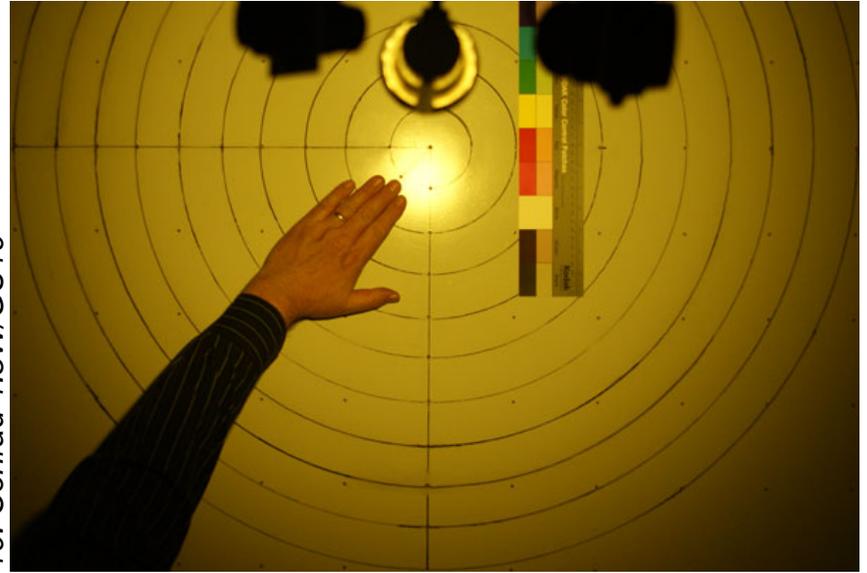
8. Noser 3W/GU10



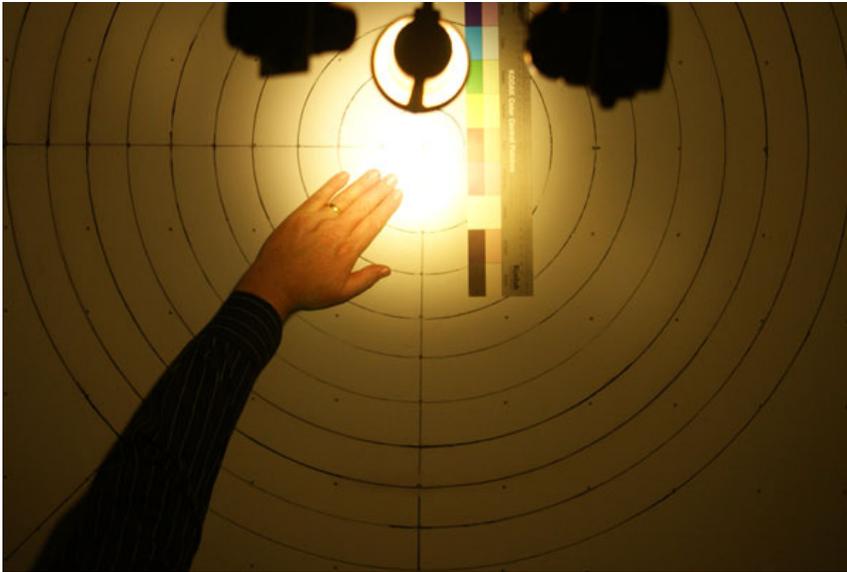
9. Osram 2W/GU10



10. Conrad 1.8W/GU10



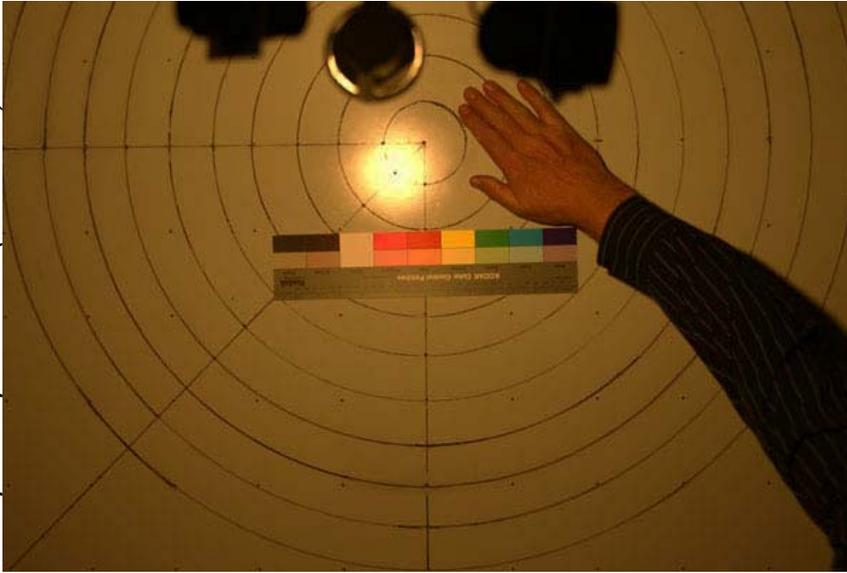
11. Paulmann 1W/GU10



12. Philips 1W/GU10



13. Sparlampe 7 Watt (Referenz)



13. Glühlampe 25 Watt (Referenz)

