

Licht und Beleuchtung

1.	Natürliches Licht	4
1.1	Grundlagen, Maßeinheiten und Begriffe, Teil I	5
	Lichtstrahlung / Ultraviolettstrahlung (UV) / Infrarotstrahlung (IR)	
1.2	Gesundheitliche Auswirkungen der Wärmestrahlung	7
1.3	Gesundheitliche Auswirkungen der Lichtstrahlung	8
1.4	Lichteinstrahlung in Siedlungen	13
1.5	Lichteinstrahlung in umbauten Räumen	15
1.6	Durchlässigkeit von Verglasungen für UV-Strahlung	18
1.7	Lichtreflexion und -transmission in Räumen	20
1.8	Lichtlenkung und Gebäude-Leittechnik	22
1.9	Tageslichtbeleuchtung in der Rechtsprechung	24
1.10	Zusammenfassende Empfehlungen (Kap. 1.1 bis 1.9)	28
2.	Künstliche Beleuchtung	32
2.1	Grundlagen, Maßeinheiten und Begriffe, Teil II	33
	Birne, Lampe, Leuchte / Allgemein- und Zusatzbeleuchtung / Lichtstrom, Lichtstärke, Beleuchtungsstärke, Leuchtdichte, Lichtmenge, Belichtung, Lichtausbeute / Dimmer / Lichtfarbe und Farbwiedergabe-Eigenschaften / Start- und Zündverhalten	
2.2	Lampen	37
2.2.1	Glühlampen	39
	a) Standard-Glühlampe	39
	b) Niedervolt-Halogenglühlampe	40
	c) 230-Volt-Halogenglühlampe	41
2.2.2	Leuchtstofflampen	42
	a) Standard-Leuchtstofflampe	42
	b) Vollspektrum-Leuchtstofflampe	44
	c) Energiesparlampe	45
	d) Natriumdampf-Niederdrucklampe	46
2.2.3	Hochdrucklampen	46
2.2.4	LED-Lampen	47
2.2.5	Lampen im Vergleich (Übersicht)	48
2.2.6	Andere Beleuchtungssysteme	51
	a) Lampen-Kombinationen, b) "Lichttherapie", c) Bräunungsgeräte	

2.3	Leuchten	53
2.3.1	Auswahl von Leuchten	53
2.3.2	Anordnung von Leuchten	56
2.3.3	Sicherheitshinweise	57
2.4	Das Ausleuchten von Räumen	58
2.4.1	Beleuchtungsniveau, Helligkeitsverteilung und Zwielicht	59
2.4.2	Blendungsbegrenzung	61
2.4.3	Lichtrichtung und Schattigkeit	62
2.4.4	Lichtstärke, Lichtfarbe und Farbwiedergabe als Stimmungsfaktoren	62
2.5	Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen	65
2.6	Künstliche Beleuchtung in der Rechtsprechung	67
2.7	Zusammenfassende Empfehlungen zur künstlichen Beleuchtung (Kap. 2.1 bis 2.6)	69
3.	Lichtplanung	72
3.1	Quantitative Lichtplanung	72
3.2	Qualitative Lichtplanung	73
3.2.1	Bestandteile der Projektanalyse	74
3.2.2	Entwicklung des Projekts	76
3.2.3	Realisierung in der Praxis	77
3.3	Auswahl der Lampen	77
3.4	Auswahl und Anordnung der Leuchten	79
3.5	Berechnung der Beleuchtungsanlage	80
3.6	Kosten der Beleuchtungsanlage	80
3.7	Planungsbeispiele	81
3.7.1	Wohnräume	81
3.7.2	Gewerbliche Räume	84
3.8	Ziel der Lichtplanung aus baubiologischer Sicht	86
	Fragen	87
	Links und Literatur	89
	Anhang: Energiesparlampen und Glühlampenverbot	91

1.5 Lichteinstrahlung in umbauten Räumen

Die Lage der Wohnräume zur Himmelsrichtung ist bei Kleinwohnungen (besonders Einzimmerwohnungen) geradezu lebenswichtig, da sie zumeist nur eine einseitige Belichtung und Besonnung haben können. Eine Orientierung nach Norden wäre hier völlig abzulehnen, besonders dann, wenn ältere Menschen, Familien mit Kleinkindern oder Kranke betroffen werden. Aber auch vom Westen und Osten sind die Besonnungsverhältnisse bei einfluchtigen Wohnungen nicht günstig – zumal dann, wenn die möglichen Besonnungsstunden noch durch Gebäudeschatten usw. verringert werden.

Wie in unseren Breiten (52 °) die **effektive Sonnenscheindauer** für Räume verschiedener Orientierung im Sommer- und Winterhalbjahr beschaffen ist, zeigt folgende Tabelle:

Lage	Gesamtjahr		Winter-Halbjahr		Sommer-Halbjahr		im Verhältnis zur Südlage
	Stunden	%	Stunden	%	Stunden	%	
S	1.148	100	440	100	708	100	
NO	263	22	12	7	251	35	
O	619	53	135	30	486	68	
SO	973	84	303	68	670	94	
SW	1.049	91	343	77	706	99	
W	703	61	176	40	627	88	
NW	311	27	23	5	288	40	
N	46	4	0	0	46	6	

Tabelle 1 Sonnenscheindauer in einem Raum in Abhängigkeit von der Himmelsrichtung
(52 ° nördlicher Breite unter Berücksichtigung der Bewölkung und einer Reduktion von 20 ° der beiden seitlichen Einfallswinkel)

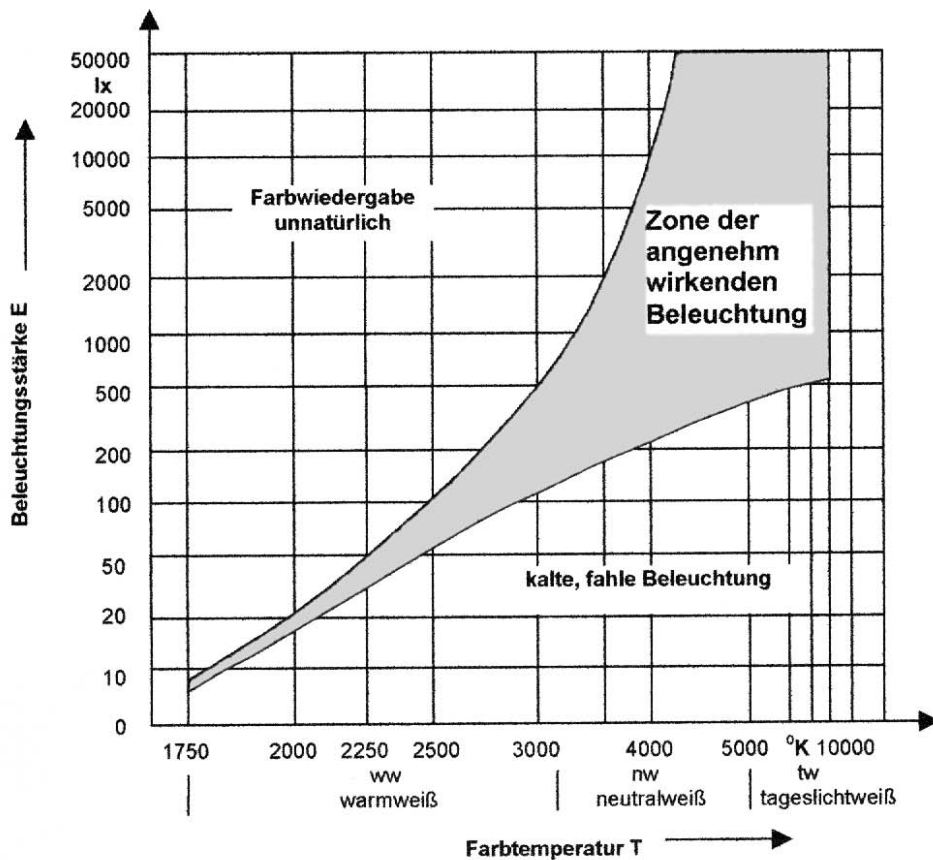
Quelle: Beidatsch, A., "Die Besonnung der Wohnung", Forschungsbericht des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau

230-V-Halogenlampe
s. Bemerkung unten
und Kap. 2.2.1 c

	Standard-Glühlampe	Niedervolt-Halogenglühlampe	230 V-Halogen-Glühlampe	Leuchtstofflampe (auch Vollspektrumlampe)	Energiesparlampe	LED-Lampe
	s. Kap. 2.2.1 a	s. Kap. 2.2.1 b	s. Kap. 2.1.1 c	s. Kap. 2.2.2 a + b	s. Kap. 2.2.2 c und Anhang	s. Kap. 2.2.4
Elektrische Leistung P	25 - 200 Watt	5 - 100 Watt	28 - 160 Watt	18, 36 oder 58 Watt	5 - 32 Watt	1 - 54 Watt
Lichtausbeute*	7 lm/W	14 lm/W, IRC** 16 lm/W	16 lm/W	80 lm/W	50 lm/W	20 - 80 lm/W
Abnahme der Lichtausbeute	nach ca. 500 h um 15 - 20 %	keine	keine	nach ca. 5.000 h um 15 - 20 %	nach ca. 4.000 h um 15 - 20 %	ja, noch nicht ausreichend geklärt
Lichtfarbe (Farbvergleich mit Tageslicht) (s. Kap. 2.1)	“warm” = gelb-rot (ca. 2.600 °K = warmweiß)	etwas “kälter” als Glühlampe ca. 2.900 °K	wie Niedervolt-Halogenglühlampe	Tageslichtweiß: kaltweiß, bläulich (> 5.300 °K) Neutralweiß: rötlich od. gelblich (3.300-5.300 °K) Warmweiß: gelb-rot (< 3.300 °K)	i.d.R. warmweiß (2.650 - 3.050 °K)	verschiedene Lichtfarben möglich (ähnlich wie z.B. bei Leuchtstofflampen)
Farbwiedergabe bzw. -veränderung s. Kap. 2.4.3)	sehr gut im Rot-Bereich schlecht im Blau-Bereich blau, ultramarin => grauer grün, gelb => wärmer, blasser rot => orangerot orange => kräftig, wärmer	ähnlich wie Glühlampe	ähnlich wie Glühlampe	je nach Fabrikat mäßig bis gut Tageslichtweiß: violett, blau => intensiver rot, orange => stumpfer / gelb => grauer Neutralweiß: je nach Fabrikat Warmweiß: je nach Fabrikat violettstichig, rötlich oder orangestichig	mäßig bis gut vergleichbar mit warmweißer Leuchtstofflampe	mäßig bis gut
Stromverbrauch (im Vergleich zur Glühlampe)	sehr hoch 60 Watt (= 100 %)	hoch 42 Watt (= ca. 70 %) IRC** 35 Watt (= ca. 60 %)	hoch 42 Watt (= ca. 70 %)	niedrig: lt. Herstellerangaben = 18 Watt, realistisch = 36 Watt (= ca. 60 %)	niedrig: lt. Herstellerangaben = 11 Watt realistisch = 18 Watt (= ca. 30 %)	sehr niedrig 9 Watt (= ca. 15 %)
Mittlere Lebensdauer (Quelle: VDEW)	ca. 1.000 Stunden	ca. 3.000 Stunden, IRC** ca. 4.000 Stunden	ca. 2.000 Stunden	ca. 3.000 - 14.000 Stunden	ca. 4.000 - 10.000 Stunden	ca. 10.000 - 20.000 Stunden
Entsorgung	relativ problemlos (Hausmüll)	relativ problemlos (Hausmüll)	relativ problemlos (Hausmüll)	Sondermüll (enthält u.a. Quecksilber), hoher Herstellungs-Energieaufwand	ähnlich wie Leuchtstofflampen (s. Bemerkung unten)	relativ problemlos (Hausmüll)
Ausschalten wirtschaftlich	nach ca. 1 min.	nach ca. 1 min.	nach ca. 1 min.	nach ca. 45 min.	nach ca. 5 min.	sofort
Elektromagnetische Felder	gering	hoch (Sicherheitsabstand zum Drahtseilsystem, Netztransfor- mator bzw. Vorschaltgerät 2 m)	gering	hoch (starke hochfrequente Wellen durch Hochfrequenzwandler)	hoch (starke hochfrequente Wellen durch Hochfrequenzwandler)	hoch bei Wechselstrombetrieb gering bei Gleichstrombetrieb
Flimmeranteil des Lichts***	sehr niedrig (ca. 17 %)	sehr niedrig (15 %)	sehr niedrig (15 %)	mittel (30 - 40 %)	mittel (30 - 40 %)	hoch (70 - 80 %)
Start- und Zündverhalten	optimal	optimal	optimal	unterschiedlich je nach Fabrikat	i.d.R. Verzögerung ca. 0,1 - 2 sec.	optimal
Kaufpreis	niedrig	mittel	niedrig	hoch	hoch	sehr hoch
Anwendung	für gemütliche Atmosphäre, Heim, Hotel, geistige Arbeit	Anstrahlung von Objekten, z.B. Präsentation von Waren oder Kunstgegenständen	ähnlich wie Glühlampe	möglichst Vollspektrumlampen einsetzen Tageslichtweiß: Arbeit in Fensternähe, Labor Neutralweiß: universell Warmweiß: Läden, Büros, Schulen, Küche, Spiegel	Energiesparlampen sind in Bereichen mit langer Aufenthaltsdauer, also im Wohn- und Arbeitsbereich sowie in Bereichen mit kurzen Leuchtzeiten (z.B. Treppen- haus) nicht zu empfehlen.	breites Anwendungsspektrum (vgl. “Elektromagnetische Felder”)
Bemerkung	Nach Ökodesign-Richtlinie 2005/32/EG gelten folgende Verbote: ab 9/2011: ab 60 Watt ab 9/2012: alle Glühlampen Empfohlene Alternative: 230-Volt-Halogen-Glühlampe	Wegen UV-B-Strahlung Glas- abdeckung oder 1 m Abstand.	Gute Alternative zur Glühlampe	Wegen geringerem Eigenenergieverbrauch und längerer Lebensdauer nur elektronische Vorschaltgeräte (EVG) , keine konventionellen Vorschaltgeräte (KVG) verwenden. Vollspektrumlampen sind Leuchtstofflampen, die das gesamte Spektrum des natürlichen Tages- lichts annähernd identisch wiedergeben.	Energiesparlampen sind Kompaktleucht- stofflampen mit Schraubsockel E 27 und E 14. Das Einsparpotenzial einer 18-Watt- Energiesparlampe (dies entspricht einer 60-Watt-Glühlampe) beträgt über ihre Lebensdauer gerechnet ca. 80 Euro (bei Stromkosten von 21 Cent/kWh).	Die Weiterentwicklung von LED- Lampen schreitet schnell voran. Deshalb sind zeitnahe Recherchen erforderlich.

* für haushaltsübliche Lampen vergleichbar einer 60-Watt-Glühbirne ** infrarot-beschichtet *** gemessen u.a. von Dipl.-Ing. Helmut Merkel, Baubiologischer Messtechniker IBN, 4/2010

Übersicht 3 Lampen im Vergleich versch. Quellen



Behaglichkeitsbereich der Beleuchtungsstärke E in Abhängigkeit von der Farbtemperatur T des Lichtes

Abb. 10 Behaglichkeitsdiagramm nach Arie Andries Kruithof

Physiker, Utrecht, Niederlande

2.5 Beleuchtung von Bildschirm-Arbeitsplätzen

Beim gewöhnlichen Arbeitsplatz im Büro sind die Faktoren Blendfreiheit und hohe Beleuchtungsstärke entscheidend. Der Bildschirm bedingt jedoch zusätzliche und spezielle Sehanforderungen, wie gleichmäßige Leuchtdichteverteilung im Raum, gute Kontrastwiedergabe und vor allem eine optimale Arbeitsplatz-Beleuchtung.

Bereits bei der Anordnung der Bildschirmarbeitsplätze ist darauf zu achten, dass weder durch Tageslicht (Fenster) noch durch Leuchten Direkt- bzw. Reflexblendungen auf dem Bildschirm entstehen. Eine Blickrichtung parallel zur Fensterwand bzw. zu den Leuchtenbändern ist zu bevorzugen. Die Orientierung zum Fenster hin führt zur Blendung und zu Lichtreflexionen auf dem Bildschirm.

..... vgl. folgende Abb.

Energiesparlampen und Glühlampenverbot

Offener Brief des Institut für Baubiologie + Ökologie IBN an die verantwortlichen Politiker in der Europäischen Union.

Wir bitten Sie, sich mit allen Ihnen zur Verfügung stehenden Mitteln dafür einzusetzen, das EU-weite Glühlampenverbot zu stürzen!

Wir haben seit 30 Jahren Erfahrung mit ökologischen und biologischen Aspekten und bilden im IBN Baubiologen, Messtechniker und Energieberater aus. Unsere Hauptanliegen sind u.a. der Umweltschutz und Energieeinsparmaßnahmen.

Der einzige Vorteil der Energiesparlampen im Vergleich zu den Glühlampen liegt beim niedrigeren Stromverbrauch, zumindest bei den meisten Produkten ein ökonomischer und ökologischer Teilaspekt. Der Vorteil wird jedoch durch eine Reihe von Nachteilen erkauft, auf die bisher seitens der Industrie, des Handels, der Medien und Verbraucherschützer... nicht oder nur teilweise hingewiesen wurde.

Auffälligkeiten, welche die Glühlampe nicht aufweist:

- Elektrosmog in mehreren Frequenzbereichen, zigfach mehr als an Computerbildschirmen erlaubt, mit steilflankigen Oberwellen, Auflagerungen, Spitzen, Pulsen, verzerrten Sinuskurven
- Lichtflimmern in mehreren Frequenzbereichen, ebenfalls reich an Oberwellen, Spitzen, Störsignalen, verzerrten Sinuskurven, "schmutzigeres" Licht
- Schlechteres Lichtspektrum mit nur zwei bis vier schmalbandigen Farbanteilen, Spektralverlauf stark vom natürlichen Licht abweichend, hoher Blau- und UV-Anteil
- Emission von Schadstoffen und Gerüchen
- Helligkeit oft schlechter als angegeben, lässt im Laufe der Nutzung teils stark nach
- Lebensdauer oft schlechter als angegeben, lässt nach vielen Schaltzyklen teils stark nach, manche Sparlampen gingen in Tests vor der Glühlampe kaputt

- Herstellung aufwändig und mit gesundheitlich bedenklichen Produkten: diverse Schwermetalle, Kunststoffe, Klebstoffe, Leuchtstoffe, Elektronik, Kondensator, Platinen, Starter (radioaktive Stoffe bis 2007) Quecksilber im Schnitt 2-5 Milligramm (einige 100 Kilo allein in Deutschland)
- Sondermüll-Entsorgung (die meisten kommen jedoch in den Hausmüll)
- Stromersparnis bei den meisten Energiesparlampen geringer als angegeben
- Oben erwähnter Elektrosmog nicht nur an den Lampen, sondern rückwirkend in der Elektroinstallation und hiermit verbundenen Kabeln, Leitungen, Geräten...
- Gleiches gilt für Stör- und Fehlströme, die technische Probleme an empfindlichen elektronischen Installationen, Geräten, Datenübertragungen... verursachen können
- Schlechte Kompatibilität mit modernen Bussystem-Installationen (Störungen, Flackern)
- Ultraschall-Emissionen
- Ökobilanz fragwürdig

Energiesparlampen sind zudem ein Gesundheitsrisiko aufgrund des enthaltenen Quecksilbers. Wenn eine Glühlampe zerbricht, genügen Schaufel und Besen, um das Problem zu beheben. Zerbricht eine Energiesparlampe, so hat man ein Sondermüllproblem im eigenen Haus.

Im Anhang finden Sie ausführlichere Argumente (und Zitate).

Im Interesse eines ganzheitlichen Klimaschutzes sowie der Sicherung der Bürger vor unnötigem Elektrosmog und vor Umweltgiften bitten wir Sie, sich mit diesem Problem zu befassen.

Mit freundlichen Grüßen
Prof. Dr. Anton Schneider