



Lernziele zum
European Lighting Expert
Innenbeleuchtung
Außenbeleuchtung

21. September 2015





Vorwort

Mit dem European Lighting Expert ist in Europa ein Kooperationsprojekt entstanden, welches wegweisend für die künftige Zusammenarbeit und die daraus resultierenden gemeinsamen Aktivitäten der nationalen Lichtgesellschaften Deutschlands (LiTG), Österreichs (LTG), der Niederlande (NSVV) und der Schweiz (SLG) steht. Der European Lighting Expert steht für den verantwortungsvollen Umgang mit Licht und definiert länderübergreifend einen Bildungsstandard, der in seinem Inhalt in der nachfolgenden Taxonomie beschrieben ist. Die nationalen Lichtgesellschaften, welche sich für die Durchführung einer Prüfung und Registrierung einsetzen, verpflichten sich gegenseitig zur Umsetzung der nachfolgenden Taxonomie und verbürgen sich für deren Qualität.

Die nationalen Lichtgesellschaften sind überzeugt, dass der European Lighting Expert ein großes Bedürfnis in der Vereinheitlichung des Anforderungsniveaus der Innen- und der Außenbeleuchtung abdeckt. Der Kenntnisstand, welcher in der Taxonomie beschrieben wird, ist hoch und die Themen sind umfassend und fächerübergreifend. Die bestandene Prüfung und die Registrierung als European Lighting Expert ist Zeugnis für die Fähigkeit, die umfassenden lichttechnischen Kenntnisse praxisnah und praxisorientiert zur Anwendung bringen zu können. Es ermöglicht die Einordnung von Lichtfachleuten und gibt Orientierung über deren Qualifikation und den Leistungsgrad der Unternehmen, welche registrierte Lighting Experts beschäftigen.

LiTG, LTG, NSVV und SLG stehen mit ihrer Position und ihrem Namen für eine positive Reputation des European Lighting Expert und garantieren somit Glaubwürdigkeit, Zuverlässigkeit, Vertrauenswürdigkeit und Verantwortung der registrierten Lichtfachleute. Die nationalen Lichtgesellschaften setzen alles daran, diesen Standard in ihren Ländern bekanntzumachen und diesen erfolgreich zu etablieren.

Dank

Ein erster Dank geht an alle Fachleute, welche sich uneigennützig und mit großem persönlichen Aufwand zum Entstehen dieser Taxonomie eingebracht haben. Sie haben es ermöglicht, eine zwingende Basis für das Gemeinschaftsprojekt zu legen. Ein weiterer Dank geht an die nationalen Lichtgesellschaften Deutschlands, Österreichs, der Niederlande und der Schweiz, welche sich vorbehaltlos und mit großer Freude hinter dieses Gemeinschaftsprojekt stellen. Dies ist Ausdruck einer neuen Form der internationalen Zusammenarbeit deren erstes Ergebnis der European Lighting Expert darstellt.

Einladung

LiTG, LTG, NSVV und SLG laden alle Lichtgesellschaften Europas ein, sich an diesem Gemeinschaftsprojekt zu beteiligen. Nur so gelingt es, den European Lighting Expert nachhaltig und zur Sicherung einer hochstehenden Lichtkultur in Europa entwickeln zu können.



Ziel dieses Dokuments

ist es, die Lernziele für die Qualifikation zum European Lighting Expert in der Innen- und Außenbeleuchtung zu definieren. Die nach diesen Lernzielen geprüften Personen sind qualifiziert, in den Bereichen Bestandsaufnahme, Analyse, Planung, Beratung, Errichtung sowie Betrieb und Instandhaltung von Beleuchtungsanlagen (Innenbeleuchtung bzw. Außenbeleuchtung) selbstständig zu arbeiten.

Die Zielgruppen sind Personen, die sich als Experten im Bereich der Lichttechnik für Innenbeleuchtung bzw. für Außenbeleuchtung qualifizieren wollen.

Im Speziellen sind dies

- Arbeitnehmer und Verantwortliche aller Unternehmensbereiche (z. B. Technik, Planung, Errichtung, Facility Management, Vertrieb, Betrieb, Störungsdienst etc.), die bereits in der Lichtbranche tätig sind und ihre Kenntnisse erweitern möchten;
- Personen, die neu in die Lichtbranche einsteigen wollen oder die die Absicht haben, in der Lichtbranche tätig zu werden mit einschlägiger Ausbildung bzw. entsprechender Berufserfahrung (z. B. Elektrotechniker, Elektrogroßhändler, Energieberater);
- Personen, die mit der Lichttechnik und der Lichtgestaltung zu tun haben (z. B. Architekten, Ingenieure, Planer, Technische Büros, Elektrogroßhändler, institutionelle oder öffentliche Bauherrn oder Prüf- und Überwachungsorgane).

Nachweis der Qualifikation

Die zu registrierenden Personen müssen theoretische Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen der physiologischen Wahrnehmung, dem Licht, der Lichtwirkung und der zugehörigen Elektrotechnik besitzen und in der Lage sein, dieses Wissen praxisgerecht unter Beachtung der einschlägigen Gesetze und Regeln, der Ökologie und Ökonomie umzusetzen. Sie müssen die aktuellen Betriebsmittel und deren Steuerungen kennen und sie optimal, unter Beachtung von ökonomischen Faktoren, einsetzen können. Sie müssen Kenntnisse über die entsprechenden Schnittstellen zu benachbarten Fachgebieten, insbesondere zum Bereich der Architektur, Ökologie, Ergonomie und der Elektrotechnik, besitzen.

Im Zuge der Qualifizierung von Personen ist neben der Überprüfung des eben aufgezählten Wissens auch die Feststellung der fachlichen Fähigkeit, wie beispielsweise das Erkennen von Zusammenhängen von den in der Lichttechnik relevanten Fachbereichen (z.B.: Elektrotechnik, Lichttechnik, Ergonomie, Ökologie, Ökonomie) wichtig.

Insbesondere muss die Person die Fähigkeit besitzen im Bereich der Lichttechnik und deren benachbarten Fachgebieten (das sind beispielsweise Elektrotechnik, Ergonomie, Betriebsmittel, Gesetzes- und Normanforderungen, Energie- und Umweltauflagen etc.) vernetzt, fächerübergreifend und verbindend zu denken, Entscheidungen zu treffen und praktisch zu handeln.



Taxonomie

Für das Bestehen einer Prüfung zum European Lighting Expert Innenbeleuchtung oder Außenbeleuchtung genügt auswendig gelerntes Wissen nicht. Die Lernziele sind mit individueller Denkleistung zu erarbeiten, damit die erforderliche Kompetenz erreicht wird.

Die Lernziele werden deshalb nach ihrem Grad der zu erreichenden Kompetenzen klassifiziert. Für die Prüfung kommen die folgenden drei Schwierigkeitsstufen zur Anwendung:

K1: Wissen	Wiedergeben von auswendig gelerntem oder durch Üben erworbenem Wissen: z.B. aufzählen, nennen, beschreiben, aufzeigen, unterscheiden, definieren, darstellen, kennen von Zusammenhängen, Gesetzmäßigkeiten und Anwendungen.
K2: Verstehen	Das Gelernte wird verstanden und kann erklärt werden, auch wenn es in einem nicht bekannten Zusammenhang vorkommt: Bearbeiten von Sachverhalten und Problemen wenn möglich aus der Praxis mit Berechnungen, grafischen Darstellungen und erläuternden Beschreibungen.
K3: Anwenden	Das Gelernte muss in einer neuen, bisher unbekanntem Situation angewendet werden; es findet eine Übertragung von Wissen (Wissens Transfer) in eine neue Anwendungssituation statt: Bearbeitung von mehrschichtigen Problemen, wie sie z.B. der Berufsalltag stellen kann, aus verschiedenen Lösungsmöglichkeiten die optimale finden.

Die Anforderungen steigen von K1 nach K3. Die jeweils zu erreichende Stufe ist bei den Lerninhalten des betreffenden Prüfungstoffes angegeben.

Rechtsvorbehalt

Alle Rechte einschließlich Urheberrecht am Konzept des European Lighting Expert, an diesem Dokument und an allen weiteren zugehörigen Unterlagen liegen bei den Lichtgesellschaften LiTG, LTG, NSVV und SLG. Jegliche Nutzung, auch auszugsweise, ist nur mit der Zustimmung der Lichtgesellschaften möglich.

Wien, am 21. September 2015

Lernziele

		Innen	Außen
1. Grundlagen			
1.1 Lichttechnik			
1.1.1 Physikalische Grundlagen			
	<i>Elektromagnetische Wellen</i>	K1	K1
	<i>Arten von Lichtquellen</i>	K1	K1
1.1.2 Größen und Einheiten			
	<i>Spektrale Hellempfindlichkeit</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Photopisch</i> • <i>Mesopisch</i> • <i>Skotopisch</i> 	K2	K2
	<i>Lichtstrom Φ</i>	K3	K3
	<i>Raumwinkel Ω</i>	K3	K3
	<i>Lichtstärke I</i>	K3	K3
	<i>Beleuchtungsstärke E</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Horizontal</i> • <i>Vertikal</i> • <i>Zylindrisch</i> 	K3	K3
	<i>Photometrische Grenzentfernung</i>	K2	K2
	<i>Leuchtdichte L</i>	K3	K3
	<i>Lichtausbeute η</i>	K3	K3
	<i>Lichtstärkeverteilungskurven LVK</i>	K3	K3
	<i>Kontrast & -arten</i>	K1	K3
	<i>Kontrastwiedergabefaktoren</i>	K2	K1
1.1.3 Licht und Farbe			
	<i>Farbe und Spektrum</i>	K1	K1
	<i>Farbtemperatur T_F</i>	K2	K2
	<i>Farbwiedergabeindex R_a / CRI</i>	K2	K2
	<i>Additive und subtraktive Farbmischung</i>	K2	K1
	<i>Farbsysteme</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Farbton, Sättigung, Helligkeit</i> • <i>CIE 1931 Diagramm</i> • <i>Farbabstände</i> 	K2	K1
1.1.4 Optische Eigenschaften der Materie			
	<i>Absorption</i>	K1	K1
	<i>Transmission</i>	K1	K1
	<i>Reflexion</i>	K1	K1
	<i>Zusammenhänge</i>	K2	K2
	<i>Lambert-Strahler, diffuse Reflexion</i>	K2	K2
1.1.5 Sehen und Erkennen			
	<i>Das Auge</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Linse und Abbildung</i> • <i>Retina (Fovea, Zapfen, Stäbchen, NIR)</i> 	K1	K1

		Innen	Außen
	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptation • Akkommodation • Sehschärfe • Sehraum 	K1	K1
	<i>Wahrnehmung</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Gestalt-Gesetze</i> 	K1	K1
	<i>Farbwahrnehmung</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Drei-Zapfen</i> • <i>Gegenfarben</i> 	K1	K1
1.1.6 Wirkungen auf den Menschen			
	<i>Gesundheitliche und psychische Einwirkungen</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Biologische Wirkungen</i> • <i>Emotionale Wirkungen</i> 	K1	K1
	<i>Licht als Zeitgeber</i>	K1	K1
	<i>Licht und Arbeitsbedingungen</i>	K1	K1
	<i>Dynamisches Licht</i>	K1	K1
	<i>Dynamisches Licht am Arbeitsplatz</i>	K1	-
	<i>Lichttherapie</i>	K1	-
1.1.7 Störeinflüsse			
	<i>Blendung</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Reflexblendung</i> • <i>Physiologische Blendung</i> • <i>Psychologische Blendung</i> 	K2	K2
	<i>Störende Lampeneinflüsse</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Stroboskop-Effekt</i> • <i>Flimmererscheinungen</i> 	K1	K1
1.1.8 Normen			
	<i>EN 12665, weitere aktuelle Normung</i>	K1	K1
1.2 Elektrotechnik			
1.2.1 Grundlagen			
	<i>Normen</i> <i>nationale und europäische Normen</i>	K3	K3
	<i>Wirkung des elektrischen Stromes</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Berührspannung</i> • <i>Fehlspannung</i> 	K1	K2
	<i>Netzsysteme</i>		K1
	<i>Schutzkonzepte, Schutzarten</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Schutzmaßnahmen</i> • <i>Erdungsanlagen, Blitzschutz</i> • <i>Schutzklassen</i> 	K2	K3
	<i>Wirk-, Schein-, Blindleistung</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Kompensation</i> • <i>Leistungsfaktor</i> 	K1	K2
1.2.2 Technische Anschlussbedingungen			
	<i>Allgemeine Anschlussbedingungen</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Verteiler</i> • <i>Zähler</i> • <i>Steuerung</i> • <i>Klassen und Arten von Sicherungen und deren Auswahl (K3, außen)</i> 	K1	K1

		Innen	Außen
	Kabelquerschnittsdimensionierung <ul style="list-style-type: none"> Zulässige Längen Zulässiger Spannungsabfall 	K1	K3
	Kabelführung	K1	K1
1.2.3 Dokumentation			
	Gesetzlich /normativ geforderte <ul style="list-style-type: none"> Prüfbefunden Prüfintervalle Prüfungsumfang 	K1	K1
	Elektrotechn. Planwerke und deren Inhalte	K1	K1
	Anlagenverantwortlicher	K1	K1
	Anlagenbuch	K1	K1
1.3 Lampen			
1.3.1 Übersicht über die Lampensysteme			
	Bezeichnung elektrischer Lampen	K1	K1
	gebräuchliche Lampenbezeichnungssysteme		
	Lampensockel	K1	K1
	Typische Kenndaten von Lampen	K1	K1
	Begriffsdefinition Lebensdauer von Lampen (Ausfallrate, Lichtstromrückgang)	K1	K1
1.3.2 Temperaturstrahler			
	Glühlampen	K1	-
	Halogenglühlampen <ul style="list-style-type: none"> Funktionsprinzip, IRC-Lampen, Betrieb 	K1	-
1.3.3 Niederdruck-Entladungslampen			
	Leuchtstofflampen, Kaltkathodenlampen <ul style="list-style-type: none"> Aufbau und Funktionsweise Spektrum Lichtfarbe und Farbwiedergabe Lebensdauer Temperaturverhalten Lampentausch Schaltzyklen Anwendung 	K2	K2
	Energiesparlampen (CFL, Kompakt PL)	K2	K2
	Natriumdampf-Niederdrucklampe	-	K1
	Induktionslampe	-	K1
1.3.4 Hochdruck-Entladungslampen			
	Natriumdampf-Hochdrucklampe <ul style="list-style-type: none"> Aufbau und Funktionsweise Spektrum Lichtfarbe und Farbwiedergabe Lebensdauer Temperaturverhalten Lampentausch Schaltzyklen Anwendung 	-	K2
	Quecksilberdampf-Hochdrucklampen	-	K1
	Halogen-Metallampflampen	K2	K2

		Innen	Außen
1.3.5 Festkörperstrahler – "elektronische" Lampen			
	<i>LED</i> <ul style="list-style-type: none"> • Weißes und monochromatisches Licht • Aufbau und Funktionsweise • Spektrum • Lichtfarbe und Farbwiedergabe • Lebensdauer • Temperaturverhalten • Lampentausch • Schaltzyklen • Anwendung • Binning, MacAdam-Ellipsen • System-, Modul-, Leuchtenbezug bei Kenngrößen 	K2	K2
	<i>OLED</i>	K1	K1
1.3.6 Betriebsgeräte für Lampen			
	<i>Arten, Funktion und Einsatz</i> <ul style="list-style-type: none"> • KVG • EVG • Starter • Steuergerät 	K2	K3
	<i>Sicherheitstechnische Anforderungen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Schutzarten • Funkstörschutz • Überspannungsschutz 	K1	K1
	<i>Glüh- und Halogenleuchtstofflampen</i>	K2	-
	<i>Leuchtstoff- und Kompaktleuchtstofflampen</i>	K2	K2
	<i>Natrium-Niederdrucklampe</i>	-	K2
	<i>Hochdruck-Entladungslampen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Natriumdampf-Hochdruck • Quecksilberdampf-Hochdruck • Halogen-Metaldampf 	K2	K2
	<i>Induktionslampe</i>		K1
	<i>LED</i>	K2	K2
1.3.7 Energie-Etikette Kennzeichnung			
	<i>EuP, ErP EnEV</i>	K1	K1
	<i>EU-Verordnungen</i>		
	<i>Wirtschaftlicher Vergleich zwischen verschiedenen Lampen</i>	K2	K2
1.3.8 Recycling von Lampen			
	<i>Recyclingkonzepte</i>	K1	K1
	<i>Graue Energie, Nachhaltigkeit, Ressourcenknappheit</i>	K1	K1
1.4 Leuchten			
1.4.1 Allgemeines			
	<i>Lichttechnische Beeinflussung durch die Bauform</i> <ul style="list-style-type: none"> • Abschlusswanne • Form: Technisch/Dekorativ • Reflektorformen 	K1	K1

		Innen	Außen
	<i>Langzeiteigenschaften</i> <ul style="list-style-type: none"> • Gehäusematerial/Vergütung • Dichtheit / Dichtungssystem • Abschlusswanne (Schlagfestigkeit, UV-Beständigkeit) • Vibrationsverhalten (inkl. Befestigung/Tragwerk etc) • Temperaturverhalten (z.B. LED-Thermomanagement) 	K1	K2
1.4.2 Leuchtenarten			
	<i>Innenbeleuchtung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Wannenleuchten • Reflektorleuchten • Rasterleuchten • Direkt-/Indirektleuchten • Strahler 	K1	
	<i>Außenbeleuchtung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Straßenleuchten • Scheinwerfer • Direkt-/Indirektleuchten • Poller • Bodeneinbauleuchten 		K1
1.4.3 Leuchtenspezifikationen			
	<i>Lichttechnische Eigenschaften</i> <ul style="list-style-type: none"> • LKV • Leuchtenwirkungsgrad • Klassifizierung 	K2	K2
	<i>Leistungsdaten</i> <ul style="list-style-type: none"> • Leuchtenbetriebswirkungsgrad • Systemleistung 	K1	
	<i>Blendungsbewertungsverfahren (UGR)</i>	K1	
	<i>Lichtstärkeklasse</i>		K1
	<i>Blendindexklasse</i>		K1
	<i>Sicherheitstechnische Anforderungen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Schutzklassen(IPxx), Schutzarten, Funkstörerschutz, Überspannungsschutz, Brandschutz, Explosionsschutz, Vandalismus, Ballwurfsicherheit 	K1	K1
	<i>Geforderte Beschriftungen an der Leuchte</i>	K1	K1
	<i>Prüfzeichen ENEC, ÖVE, VDE, ...</i>	K1	K1
1.4.4 Normen			
	<i>Überblick über EN 60598</i>	K1	K1

2. Innenbeleuchtung

2.1 Beleuchtungsplanung im Innenraum

2.1.1 Grundlegendes zur Planung

	<i>Bedürfnisse des Menschen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Wohlbefinden • Lichtbedarf • Arbeitsatmosphäre • Behaglichkeit • Ergonomie • Produktivität 	K1
	<i>Normen und Richtlinien</i> <ul style="list-style-type: none"> • EN 12464-1 • Weitere nationale Normung, Vorschriften (z.B. ASR A3.4) und Empfehlungen 	K3
	<i>Projektanforderungen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Sehaufgabe • Zweckbestimmung der Räume, Nutzung • Lage des Beleuchtungsobjekts • Örtliche und klimatische Verhältnisse • Raumgestaltung, Möblierung • Raumeindruck, Raumklima • Bauliche Vorgaben • Beschaffenheit der Umschließungsflächen • Umgebungsbedingungen • Lampenauswahl • Ausschreibung 	K3

2.1.2 Auswirkungen von Projektierungsfehlern

	<i>Problemstellungen vor Planungsbeginn</i> <ul style="list-style-type: none"> • zu später Projektbeginn • mangelnde oder falsche Detailangaben • Nichtbeachten spezieller Raumverhältnisse • Elektrische Netzverhältnisse 	K2
	<i>Problemstellungen während der Planung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Reflexionsgrade • Leuchtenanordnung • Leuchtenklassifizierung • Wartungsfaktor • Montagehöhe • Spezialleuchten 	K2

2.1.3 Grundgebote für die Projektierung

	<i>Dimensionierungsgrundlagen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Beleuchtungsstärke • Beleuchtungsstärkestufen • Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke • Reflexionsfaktoren • Leuchtdichteverteilung • Wertungswert der Beleuchtungsstärke 	K3
	<i>Blendungsbegrenzung</i> <ul style="list-style-type: none"> • UGR 	K3
	<i>Optischer Eindruck</i> <ul style="list-style-type: none"> • Lichtrichtung • Schattigkeit, Modelling • Lichtfarbe • Farbwiedergabe 	K3
	<i>Wartungsplan erstellen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Wartungsfaktor (LLWF, LLF, LWF, RSWF) • Notwendigkeit des Lampentausches, bzw. 	K3

	<i>Modul/Leuchtausgangs bei LED Leuchten (Einzel- und Gruppentausch),</i> <ul style="list-style-type: none"> • Nutzungszeit • Ein-/Aus-Zyklen • ... 	
2.1.4 Lichttechnische Berechnungen		
	<i>Dimensionierung der Beleuchtung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Raumdaten • Wertungswert • Lampendaten • Anordnung 	K3
	<i>UGR-Blendungsbewertung</i>	K3
	<i>Computerunterstützte Planung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Funktionsweise • Gängige Werkzeuge • Darstellungsmöglichkeiten 	K3
2.1.5 Wahl der Beleuchtungsart		
	<i>Beleuchtungskonzept</i> <ul style="list-style-type: none"> • Direktbeleuchtung • Indirektbeleuchtung • Direkt-/Indirektbeleuchtung • Zusatzbeleuchtung 	K3
	<i>Tageslicht</i> <ul style="list-style-type: none"> • Tageslichtbeleuchtung – Nutzung • Tageslichtergänzungsbeleuchtung • Lichtlenksysteme 	K2
	<i>Künstliche Beleuchtung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeinbeleuchtung • Arbeitsplatzorientierte Allgemeinbeleuchtung • Einzelplatzbeleuchtung 	K3
2.1.6 Wirtschaftlichkeit		
	<i>Kostenarten</i> <ul style="list-style-type: none"> • Anschaffungskosten • Planungskosten • Errichtungskosten • Betriebskosten • Instandhaltungskosten • Wartungskosten • Prüfungskosten • Energiekosten • Kostenentwicklung 	K2
	<i>Energiebedarf, nationale Nachweise, Vorgaben</i>	K3
2.1.7 Tageslichtsysteme		
	<i>Tageslichtsysteme und deren Steuerung</i>	K1
2.1.8 Lichtmanagement		
	<i>Regel- und Steuerkonzepte</i> <ul style="list-style-type: none"> • Überblick über gebräuchliche Systeme (DALI, DMX, 1-10V, KNX etc.) • Tageslichtabhängige Steuerung • Präsenzmelder 	K2
2.1.9 Dokumentation		
	<i>Pläne (z.B. Planungs-Managementsysteme)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Lichttechnische Daten 	K3

	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrotechnische Kenndaten • Prüfbefunde, Messungen (ET & LT) • Wirtschaftlichkeitsberechnungen 	
2.1.10 Notbeleuchtung		
	<i>Arten der Notbeleuchtung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Ersatzbeleuchtung • Sicherheitsbeleuchtung • Sicherheitsbeleuchtung für Rettungswege • Antipanikbeleuchtung • Sicherheitsbeleuchtung für Arbeitsplätze mit besonderer Gefährdung 	K2
	<i>Energieversorgung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Einzelbatterie • Gruppenbatterie • Zentralbatterie 	K1
	<i>Sicherheits- und Rettungszeichen</i>	K2
	<i>Lichttechnische Projektierung und Zusammenarbeit mit Behörden, etc.</i>	K2
	<i>Ein Überblick über die Normen</i> <ul style="list-style-type: none"> • EN 1838 • EN 50171 • EN 50172 • EN 62034 • EN60598-2-22 • Weitere nationale Normen 	K1
2.2 Ausführung und Betrieb von Innenraumanlagen		
2.2.1 Allgemeine Gesichtspunkte der Ausführung		
	<i>Planungsüberlegungen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Raumeindruck • Tätigkeiten im Raum • Lichttechnische Gütemerkmale • Bauliche Gesichtspunkte • Leuchtenart • Schnittstelle zur Installation 	K3
	<i>Planungsschritte</i> <ul style="list-style-type: none"> • Richtwerte zusammentragen • Lampenwahl • Leuchtenwahl • Berechnungen • Beleuchtungsart festlegen • Wirtschaftlichkeit • Sicherheitstechnische Anforderungen 	K3
2.2.2 Wartung – Instandhaltung		
	<i>Lampenwechsel planen und durchführen</i>	K3
	<i>Leuchtenreinigung</i>	K3
	<i>Austausch von defekten Anlagenteilen während der Nutzungsdauer</i>	K3
	<i>Erstellung von Wartungsplänen</i>	K3
	<i>Störungsdienst</i>	K1
	<i>Notwendige Dokumentation</i>	K3
2.2.3 Prüfungen und Inspektionen		
	<i>elektrotechnische Prüfung</i>	K2
	<i>Lichttechnische Prüfung</i>	K2



	<i>Objektprüfungen/Inspektion (lose Teile etc.)</i>	K2
	<i>Prüfungsdokumentation</i>	K3
2.2.4 Arbeitsstätten		
	<i>Anforderungen</i> <ul style="list-style-type: none"> • EN 12464-1 • Weitere aktuelle Normung 	K3
2.2.5 Sporthallen / Mehrzweckhallen		
	<i>Anforderungen</i> <ul style="list-style-type: none"> • EN 12464-1 • EN 12193 • Weitere aktuelle Normung 	K3
2.3 Sanierung von Innenbeleuchtungsanlagen		
2.3.1 Sanierungsaspekte		
	<i>Ausgangslage</i> <ul style="list-style-type: none"> • Veraltete Beleuchtungsanlagen • Ergonomie • Energieeinsparpotential • Wirtschaftlichkeit • Kapitalrückflusszeit 	K3
	<i>Vorgehen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Sehaufgaben • Tageslichtbeleuchtung – Nutzung • Wirtschaftlichkeit • Investitionskosten • Betriebskosten • Einsparungspotential • Beleuchtungskonzept • Beleuchtungsart • Technische Anforderungen • Alternativlösungen • Vergabe Ausschreibung • Vergabe Kontrolle 	K3
2.3.2 Elektrotechnik - Besonderheiten bei Bestandssanierung		
	<i>Was ist eine wesentliche Erweiterung</i>	K1
	<i>Schutzmaßnahmen</i>	K1
	<i>Prüfung, Analyse, Dokumentation des Bestandes</i>	K3
	<i>Elektrotechnische Gefahren bei Altanlagen</i>	K1

3. Außenbeleuchtung		
3.1 Beleuchtungsplanung im Außenraum		
3.1.1 Grundlegendes zur Planung		
	<i>Aspekte der Stadtgestaltung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Architektur • Stadtmobiliar • Sicherheitsgefühl / Kriminalität 	K2
	<i>Rechtliche Grundlagen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrssicherungspflicht • Wegehalterhaftung • Beleuchtungspflicht • Ersatzansprüche • Haftungsfragen • Duldungspflicht 	K1
	<i>Straßenbeleuchtungsnorm EN 13201</i> <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrstechnische Begriffe • Zonen /Bereiche • Verkehrsflüsse • Geschwindigkeiten • Risiken • Gütemerkmale • Beleuchtungsklassen • Blendungsbegrenzung (TI) • Psychologische Blendung • Physiologische Blendung 	K3
	<i>Konfliktzonen / Begegnungszonen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Fußgängerbereiche • Parkplätze • Fußgängerüberwege • Kreisverkehr • Fahrbahnteiler • Sonstige Konfliktzonen 	K3
	<i>Weitere nationale Bestimmungen / Normen</i>	K1
3.1.2 Grundgebote für die Projektierung		
	<i>Bestimmen des Beleuchtungskonzepts</i> <ul style="list-style-type: none"> • Wahl der Beleuchtungssituation • Auswahl Beleuchtungsklassen • Festlegung der Lichtfarbe • Festlegen der Beleuchtungsgeometrie 	K3
	<i>Dimensionierungsgrundlagen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Wertungswerte und Neuwerte • Leuchtdichte • Längs- und Gesamtgleichmäßigkeit der Leuchtdichte u. Beleuchtungsstärke • Leuchtdichteverteilung • Beleuchtungsstärke (vertikal, horizontal, zylindrisch, halbzyklindrisch) 	K3
	<i>Wartungsplan erstellen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Wartungsfaktor Notwendigkeit des Lampentausches • Ein-/ Aus-Zyklen 	K3
3.1.3 Lichtmanagement		
	<i>Regel- und Steuerkonzepte (Einsatz von Schalt-, Steuer-, und Regelgeräten)</i>	K3
	<i>Bedarfsgerechte Dimmung</i>	K2
	<i>Zusätzliche Möglichkeiten</i>	K2
3.1.4 Auswahl der Tragsysteme		
	<i>Tragsysteme-</i> <ul style="list-style-type: none"> • Arten • Aufbau • Montagemöglichkeiten 	K2

	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamente • Statik • Materialeigenschaften 	
3.1.5 Ökologische Grundsätze der Planung		
	<i>Energieverbrauch (Dimmung etc.)</i>	K3
	<i>Emissionen/Immissionen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Menschen: z.B. Schlafstörungen • Tierwelt/Umwelt: wie Insekten , Vögel, Amphibien • Himmelsaufhellung – light pollution 	K3
3.1.6 Auswirkungen von Projektierungsfehlern		
	<i>Problemstellungen vor Planungsbeginn</i> <ul style="list-style-type: none"> • zu später Projektbeginn • mangelnde oder falsche Detail -Angaben bzw. -Analyse • fehlende/falsche Verkehrsdaten • Nichtkennen v. Strassenverhältnissen und Umweltaspekten • Elektrische Netzverhältnisse 	K3
	<i>Problemstellungen während der Planung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrstechnische Parameter • Straßenbelageigenschaften • Gefahrenzonen • Leuchtenanordnung • Leuchtenklassifizierung • Wartungsfaktor • Praktische Umsetzung d. Beleuchtungsgeometrie • Notwendigkeit von "Spezialleuchten" 	K3
3.1.7 Lichttechnische Berechnungen		
	<i>Dimensionierung der Beleuchtung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Straßendaten (Belag, Flächen) • Verkehrstechnische Daten • Wertungswert • Lampendaten • Leuchtdaten • Anordnung, Beleuchtungsgeometrie • TI-Blendungsbewertung / Grenzwerte • Lichtstärkeklassen • Blendindexklassen 	K3
	<i>TI-Blendungsbewertung / Grenzwerte</i> <ul style="list-style-type: none"> • Lichtstärkeklassen • Blendindexklassen 	K3
	<i>Computerunterstützte Planung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Funktionsweise • Gängige Werkzeuge • Darstellungsmöglichkeiten 	K3
3.1.8 Wirtschaftlichkeit		
	<i>Kostenarten</i> <ul style="list-style-type: none"> • Anschaffungskosten • Planungskosten • Errichtungskosten • Betriebskosten • Instandhaltungs- • Wartungskosten • Prüfungskosten • Lagerkosten • Energiekosten 	K2
	<i>Lebenszykluskostenrechnung</i>	K2
	<i>Kapitalrückflusszeit, ROI</i>	K2
	<i>Finanzierungsarten</i> <ul style="list-style-type: none"> • Contracting 	K2

	Energiebedarf	K3
	nationalen Nachweise /Vorgaben	
3.1.9 Dokumentation		
	<ul style="list-style-type: none"> • Pläne • Lichttechnische Daten • Elektrotechnische Kenndaten • Prüfbefunde, Messungen (ET & LT) • Instandhaltungs-/ Wartungsplan • Wirtschaftlichkeitsberechnungen 	K3
3.2 Ausführung und Betrieb von Außenbeleuchtungsanlagen		
3.2.1 Allgemeine Gesichtspunkte der Ausführung		
	<i>Planungsüberlegungen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Besondere Anforderungen • Lichttechnische Güteigenschaften • Bauliche Gesichtspunkte • Gefahrenzonen • Leuchtenart • Schnittstelle zur Installation 	K3
	<i>Planungsschritte</i> <ul style="list-style-type: none"> • Richtwerte zusammentragen • Lampenwahl • Lichtfarbe objektiv / subjektiv • Leuchtenwahl / Design • Berechnungen • Beleuchtungssystem festlegen • Wirtschaftlichkeit • Sicherheitsrelevante Anforderungen 	K3
3.2.2 Wartung - Instandhaltung		
	Lampenwechsel planen und durchführen	K3
	Leuchtenreinigung – innen/außen	K3
	Betriebsgerätewechsel - Ausfallrate	K3
	Austausch von defekten Anlagenteilen während der Nutzungsdauer	K3
	<i>Wartungsplan – Betriebsbuch</i> <ul style="list-style-type: none"> • Reinigung • Einzeltausch • Gruppentausch 	K3
	Störungsdienst	K1
	Notwendige Dokumentation	K3
3.2.3 Prüfungen und Inspektionen		
	elektrotechnische Prüfung (Wartung, Inspektion)	K2
	Lichttechnische Prüfung	K2
	Statische Prüfung – Tragwerke (Wartung, Inspektion)	K2
	Objektprüfungen/Inspektion (Eiszapfen, lose Teile etc.)	K2
	Prüfungsdokumentation	K3
3.2.4 Lichtmanagement		
	Überprüfung und Anpassung der Lichtsteuerung gem. Nutzerverhalten	K3
3.2.5 Arbeitsplätze im Freien		
	<ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen der EN 12464-2 • Abweichungen zu EN 13201 • Weitere aktuelle Normung 	K3

3.2.6 Sportstätten im Freien		
	Anforderungen der EN 12193	K3
	Spezielle Anforderungen (z.B. TV)	K3
	Typische Leuchten / Scheinwerfer	K1
	Notbeleuchtung - EN 1838	K1
	Sicherheitsbeleuchtung – EN 12193	K1
3.2.7 Anstrahlungen		
	Gebäude <ul style="list-style-type: none"> • Fassaden • Schilder • Effektbeleuchtungen 	K2
	Planerische Anforderungen	K2
	Lichtimmissionen Raumaufhellungen und Blendungen (Umwelt, Anrainer)	K1
	Bewusster Einsatz von Licht- Schatten - Farbe	K1
	Reinigung, Justierung	K1
3.2.8 Tunnelbeleuchtungen, Unterführungen, Durchgänge		
	Nationale Normen und Regeln	K1
3.3 Sanierung von Außenbeleuchtungsanlagen		
3.3.1 Sanierungsaspekte		
	Ausgangslage <ul style="list-style-type: none"> • Veraltete Beleuchtungsanlagen • Geringes Budget, Hohe Kosten • Neue Lampen-, bzw Leuchtentechnologien • Wirtschaftlichkeit • Umweltaspekte 	K3
	Vorgehen <ul style="list-style-type: none"> • Bestandsaufnahme-Analyse-Anforderungen-Lichtleitbild <ul style="list-style-type: none"> - Lichttechnik - Elektrotechnik - Tragsysteme • Rechtliche Aspekte • Einsparungspotential-Betriebskosten <ul style="list-style-type: none"> - Wirtschaftlichkeit, Amortisation • Beleuchtungskonzeption <ul style="list-style-type: none"> - Art & Anforderungen • Vergabeart – Ausschreibung • Vergabe-Kontrolle 	K3
3.3.2 Elektrotechnik – Besonderheiten bei Bestandssanierung		
	Was ist eine wesentliche Erweiterung	K1
	Schutzmaßnahmen	K1
	Prüfung, Analyse, Dokumentation des Bestandes	K1
	Elektrotechnische Gefahren bei Altanlagen	K1

		Innen	Außen
4 Lichttechnische Messungen			
4.1 Grundlagen			
	<i>Lichtelektrische Empfänger</i>	K1	K1
	<i>Genauigkeitseinflüsse</i>	K1	K1
	<i>Messgeräte für die Praxis</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Beleuchtungsstärkemessgerät</i> • <i>Leuchtdichtemessgerät/-Kamera</i> • <i>weitere Messgeräte (z.B. Multimeter, Thermometer)</i> 	K1	K1
	<i>Normen und Richtlinien</i>	K1	K1
4.2 Messungen an Leuchten			
	<i>Lichtstärkeverteilung</i>	K1	K1
	<i>Leuchtdichtemessung</i>	K1	K1
	<i>Lichtstrommessung</i>	K1	K1
	<i>Leuchtenbetriebswirkungsgrad</i>	K1	K1
4.3 Messungen im Innenraum			
	<i>Ausführung der Messung</i> <i>Innenbeleuchtung</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Messraster</i> • <i>Messung Beleuchtungsstärke & Leuchtdichte</i> • <i>Örtliche Beleuchtungsstärke</i> • <i>Mittlere Beleuchtungsstärke</i> • <i>Reflexion der Raumbegrenzungsfläche</i> • <i>Leere Räume</i> • <i>Räume mit Inneneinrichtungen</i> 	K2	
	<i>Auswerten der Messung</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Messprotokoll</i> • <i>Darstellungsarten</i> • <i>Genauigkeit der Messung</i> • <i>Bewertung</i> 	K2	
4.4 Messungen im Außenraum			
	<i>Ausführung der Messung</i> <i>Außenbeleuchtung</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Messraster</i> • <i>Messung Beleuchtungsstärke & Leuchtdichte</i> • <i>Praktische Messung der Leuchtdichte</i> • <i>Ermittlung des TI</i> • <i>Beurteilung des Fahrbahnbelags</i> 		K2
	<i>Auswerten der Messung</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Messprotokoll</i> • <i>Berechnung der nicht direkt messbaren Gütemerkmale (z.B. Gleichmäßigkeit, ...)</i> • <i>Darstellungsarten</i> • <i>Genauigkeit der Messung</i> • <i>Bewertung (auch im Vergleich zur Berechnung)</i> 		K2