



Lernziele zum European Lighting Expert Innenbeleuchtung Außenbeleuchtung

11. Februar 2020



Vorwort

Mit dem European Lighting Expert (ELE) 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), sowie seit kurzem auch Rumäniens (A.R.I.) 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 und in der European Lighting Expert Association (ELEA) organisiert sind, 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 als Gründungsmitglieder der ELEA sowie A.R.I. als neues Mitglied 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 persönlichem 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. In Rumänien befindet sich das ELE-Konzept derzeit in der Implementierung. Dies ist Ausdruck einer neuen Form der internationalen Zusammenarbeit, deren erstes Ergebnis der European Lighting Expert darstellt.

Einladung

LiTG, LTG, NSVV, SLG und A.R.I. 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 und Beleuchtungsplanung 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 Bauherren 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 zwischen den in der Lichttechnik und Beleuchtungsplanung 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 Umweltaforderungen 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 der European Lighting Expert Association (ELEA). Jegliche Nutzung, auch auszugsweise, ist nur mit der Zustimmung der ELEA möglich.

11. Februar 2020

1. Grundlagen

1.1 Lichttechnik		Innen	Außen
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>	K2	K2
	<i>Lichtstrom Φ</i>	K3	K3
	<i>Raumwinkel Ω</i>	K3	K3
	<i>Lichtstärke I</i>	K3	K3
	<i>Beleuchtungsstärke E</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>	K3	K3
	<i>Kontrastwiedergabefaktoren</i>	K3	K3
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> · <i>Farbton, Sättigung, Helligkeit</i>	K2	K1
1.1.4 Optische Eigenschaften der Materie			
	<i>Absorption</i>	K2	K2
	<i>Transmission</i>	K2	K2
	<i>Reflexion</i>	K2	K2
	<i>Zusammenhänge</i>	K2	K2
	<i>Lambert-Strahler, diffuse Reflexion</i>	K2	K2
1.1.5 Sehen und Erkennen			
	<i>Das Auge</i> · <i>Adaptation</i> · <i>Sehschärfe</i> · <i>Akkommodation</i> · <i>Sehraum</i>	K2	K2
	<i>Wahrnehmung</i>	K1	K1
	<i>Farbwahrnehmung</i>	K1	K1

1.1.6 Wirkungen auf den Menschen			
	<i>Gesundheitliche und psychische Einwirkungen</i>	K2	K2
	<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>	K2	K3
	<i>Störende Lampeneinflüsse</i> · <i>Stroboskop-Effekt</i> · <i>Flimmererscheinungen</i>	K2	K2
1.1.8 Normen			
	<i>EN 12665</i>	K1	K1

1.2 Elektrotechnik		Innen	Außen
1.2.1 Grundlagen			
	<i>Normen</i> <i>nationale und europäische Normen</i>	K1	K2
	<i>Wirkung des elektrischen Stromes</i> · <i>Berührspannung</i> · <i>Fehlerspannung</i>	K1	K2
	<i>Schutzkonzepte, Schutzarten</i> · <i>Berührspannung</i> · <i>Erdungsanlagen, Blitzschutz</i> · <i>Schutzklassen</i>	K1	K2
	<i>Wirk-, Schein-, Blindleistung</i> · <i>Kompensation</i> · <i>Leistungsfaktor</i>	K1	K2
1.2.2 Technische Anschlussbedingungen			
	<i>Allgemeine Anschlussbedingungen</i>	K1	K2
	<i>Kabelquerschnittsdimensionierung</i>	K1	K2
	<i>Kabelführung</i>	K1	K2
1.2.3 Dokumentation			
	<i>Gesetzlich /normativ geforderte elektrotechn. Planwerke und deren Inhalte</i>	K1	K2
	<i>Anlagenverantwortlicher</i>	K1	K1
	<i>Anlagenbuch</i>	K1	K2

1.3 Lichtquellen		Innen	Außen
1.3.1 Übersicht über die Arten der Lichtquellen			
	<i>Bezeichnung elektrischer Lampen</i>	K1	K1
	<i>Lampensockel</i>	K1	K1
	<i>Typische Kenndaten von Lampen</i>	K1	K1
	<i>Begriffsdefinition Lebensdauer von Lampen (Ausfallrate, Lichtstromrückgang)</i>	K1	K1
1.3.2 Temperaturstrahler			
	<i>Glühlampen</i>	K1	K1
	<i>Halogenglühlampen</i> · Funktionsprinzip, IRC-Lampen, Betrieb	K1	K1
1.3.3 Niederdruck-Entladungslampen			
	<i>Leuchtstofflampen, Kaltkathodenlampen</i> · Aufbau und Funktionsweise · Spektrum · Lichtfarbe und Farbwiedergabe · Lebensdauer · Temperaturverhalten · Lampentausch · Schaltzyklen · Anwendung	K2	K2
	<i>Energiesparlampen (CFL, Kompakt PL)</i>	K1	K1
	<i>Natriumdampf-Niederdrucklampe</i>	K1	K1
	<i>Induktionslampe</i>	K1	K1
1.3.4 Hochdruck-Entladungslampen			
	<i>Natriumdampf-Hochdrucklampe</i> · Aufbau und Funktionsweise · Spektrum · Lichtfarbe und Farbwiedergabe · Lebensdauer · Temperaturverhalten · Lampentausch · Schaltzyklen · Anwendung	K2	K2
	<i>Quecksilberdampf-Hochdrucklampen</i>	K2	K2
	<i>Halogen-Metaldampflampen</i>	K2	K2
1.3.5 Festkörperstrahler – "elektronische" Lampen			
	LED · Weißes und monochromatisches Licht · Aufbau und Funktionsweise · Spektrum · Lichtfarbe und Farbwiedergabe · Lebensdauer · Temperaturverhalten · Lampentausch · Schaltzyklen · Anwendung · Binning, MacAdam-Ellipsen · System-, Modul-, Leuchtenbezug bei Kenngrößen	K1	K1
	OLED	K1	K1

1.3.6 Betriebsgeräte für Lampen		K1	K1
	<i>Arten, Funktion und Einsatz</i> <ul style="list-style-type: none"> · KVG · EVG · Starter · Steuergerät 	K2	K2
	<i>Sicherheitstechnische Anforderungen</i> <ul style="list-style-type: none"> · Schutzarten · Funkstörschutz · Überspannungsschutz 	K1	K1
	<i>Glüh- und Halogenglühlampen</i>	K1	-
	<i>Leuchtstoff- und Kompaktleuchtstofflampen</i>	K1	K1
	<i>Natrium-Niederdrucklampe</i>	-	K1
	<i>Hochdruck-Entladungslampen</i> <ul style="list-style-type: none"> · Halogen-Metaldampf · Quecksilberdampf-Hochdruck · Natriumdampf-Hochdruck 	K1	K1
	<i>Induktionslampe</i>	-	K1
	<i>LED</i>	K2	K2
1.3.7 Energie-Etikette Kennzeichnung			
	<i>EuP, ErP EnEV</i>	K1	K1
	<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		Innen	Außen
1.4.1 Allgemeines			
	<i>Lichttechnische Beeinflussung durch die Bauform</i> <ul style="list-style-type: none"> · Abschlusswanne · Form - technisch/dekorativ · Reflektorformen 	K2	K2
	<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) 	K2	K2

1.4.2 Leuchtenarten			
	<i>Innenbeleuchtung</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>Wannenleuchten</i> · <i>Reflektorleuchten</i> · <i>Rasterleuchten</i> · <i>Direkt-/Indirektleuchten</i> · <i>Strahler</i> 	K1	-
	<i>Außenbeleuchtung</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>Straßenleuchten</i> · <i>Scheinwerfer</i> · <i>Direkt-/Indirektleuchten</i> · <i>Poller</i> · <i>Bodeneinbauleuchten</i> 	-	K1
1.4.3 Leuchtenspezifikationen			
	<i>Lichttechnische Eigenschaften</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>LVK</i> · <i>Leuchtenwirkungsgrad</i> · <i>Klassifizierung</i> 	K2	K2
	<i>Leistungsdaten</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>Leuchtenbetriebswirkungsgrad</i> · <i>Systemleistung</i> 	K1	K1
	<i>Blendungsbewertungsverfahren (UGR)</i>	K1	K1
	<i>Lichtstärkeklasse</i>	K1	K1
	<i>Blendindexklasse</i>	K1	K1
	<i>Sicherheitstechnische Anforderungen</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>Schutzklassen (IPxx), Schutzarten, Funkstörerschutz, Überspannungsschutz, Brandschutz, Explosionsschutz, Vandalismus, Ballwurfsicherheit</i> 	K1	K1
	<i>Geforderte Beschriftungen an der Leuchte</i>	K1	K1
	<i>Prüfzeichen ENEC, ÖVE, VDE, ...</i>	K1	K1
1.4.4 Normen		K1	K1
	<i>Überblick über EN 60598</i>	K1	K1

2. Innenbeleuchtung

2.1 Beleuchtungsplanung im Innenraum		Innen	Außen
2.1.1 Grundlegendes zur Planung			
	<i>Bedürfnisse des Menschen</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>Ergonomie</i> · <i>Behaglichkeit</i> · <i>Wohlbefinden</i> · <i>Lichtbedarf</i> · <i>Arbeitsatmosphäre</i> · <i>Produktivität</i> 	K2	-
	<i>Normen und Richtlinien</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>EN 12464-1</i> · <i>Weitere nationale Normung, Vorschriften (z.B. ASR A3.4) und Empfehlungen</i> 	K2	-
	<i>Anforderungen Energieeffizienz</i>	K3	-

2.1.2 Planungsthemen			
	Planungsschritte <ul style="list-style-type: none"> · Richtwerte überprüfen · Lampenwahl · Leuchtenwahl · Berechnungen · Beleuchtungsart festlegen · Wirtschaftlichkeit · Sicherheitstechnische Anforderungen 	K3	-
	Problemstellungen vor Planungsbeginn <ul style="list-style-type: none"> · zu später Projektbeginn · mangelnde oder falsche Detailangaben · Nichtbeachten spezieller Raumverhältnisse · Elektrische Netzverhältnisse 	K2	-
	Problemstellungen während der Planung <ul style="list-style-type: none"> · Reflexionsgrade · Leuchtenanordnung · Leuchtenklassifizierung · Wartungsfaktor · Montagehöhe · Spezialleuchten 	K3	-
2.1.3 Grundgebote für die Projektierung			
	Dimensionierungsgrundlagen <ul style="list-style-type: none"> · Beleuchtungsstärke · Beleuchtungsstärkestufen · Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke · Reflexionsfaktoren · Leuchtdichteverteilung · Wertungswert der Beleuchtungsstärke 	K3	-
	Blendungsbegrenzung <ul style="list-style-type: none"> · UGR 	K3	-
	Optischer Eindruck <ul style="list-style-type: none"> · Lichtrichtung · Schattigkeit, Modelling · Lichtfarbe · Farbwiedergabe 	K3	-
	Wartungsplan erstellen <ul style="list-style-type: none"> · Wartungsfaktor (LLWF, LLF, LWF, RSWF) · Notwendigkeit des Lampentausches bzw. Modul-/Leuchtentausches bei LED Leuchten (Einzel- und Gruppenaustausch) · Nutzungszeit · Ein-/Aus-Zyklen 	K3	-

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		K3	-
	<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 	K3	-
	<i>Energiebedarf, nationale Nachweise, Vorgaben</i>	K2	-
2.1.7 Tageslichtsysteme			
	<i>Tageslichtsysteme und deren Steuerung</i>	K1	-
2.1.8 Lichtmanagement			
	<i>Überblick über gebräuchliche Systeme (DALI, DMX, 1-10V, KNX etc.)</i> <ul style="list-style-type: none"> · Tageslichtabhängige Steuerung · Präsenzmelder 	K2	-

2.1.9 Dokumentation			
	<i>Planunterlagen</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen</i> · <i>Lichttechnische Berechnungen</i> · <i>Instandhaltungs-/ Wartungsplan</i> 	K3	-
	<i>Leuchtdokumentation</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>Lichttechnische Daten</i> · <i>Elektrotechnische Kenndaten</i> 	K3	-
	<i>Prüfbefunde</i>	K3	
2.1.10 Notbeleuchtung			
	<i>Arten der Notbeleuchtung</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>Ersatzbeleuchtung</i> · <i>Sicherheitsbeleuchtung</i> · <i>Sicherheitsbeleuchtung für Rettungswege</i> · <i>Antipanikbeleuchtung</i> · <i>Sicherheitsbeleuchtung für Arbeitsplätze mit besonderer Gefährdung</i> 	K2	-
	<i>Energieversorgung</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>Einzelbatterie</i> · <i>Gruppenbatterie</i> · <i>Zentralbatterie</i> 	K1	-
	<i>Sicherheits- und Rettungszeichen</i>	K1	-
	<i>Lichttechnische Projektierung und Zusammenarbeit mit Behörden, etc.</i>	K3	-
	<i>Ein Überblick über die Normen</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>EN 1838</i> · <i>EN 50171</i> · <i>EN 50172</i> · <i>EN 62034</i> · <i>EN 60598-2-22</i> · <i>Weitere nationale Normen</i> 	K1	-

2.2 Ausführung und Betrieb von Innenraumanlagen		Innen	Außen
2.2.1 Ausführungsbegleitung			
	<i>Planprüfung, -änderungen</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>Raumeindruck</i> · <i>Tätigkeiten im Raum</i> · <i>Lichttechnische Güteermkmale</i> · <i>Bauliche Gesichtspunkte</i> · <i>Leuchtenart</i> · <i>Schnittstelle zur Installation</i> 	K3	-
2.2.2 Wartung – Instandhaltung			
	<i>Angaben für Wartung und Instandhaltung</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>Wartungsplan mit Angaben über Lampenwechsel, Leuchtenreinigung, Maßnahmen für spätere Arbeiten</i> 	K2	-
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>	K2	-
2.2.4 Arbeitsstätten		K3	-

	<i>Anforderungen</i> <ul style="list-style-type: none"> · EN 12464-1 · Weitere eventuell anzuwendenden Normung 	K3	-
2.2.5 Sporthallen / Mehrzweckhallen			-
	<i>Anforderungen</i> <ul style="list-style-type: none"> · EN 12464-1 · EN 12193 · Weitere eventuell anzuwendenden Normung 	K3	-

2.3 Sanierung von Innenbeleuchtungsanlagen		Innen	Außen
2.3.1 Sanierungsprojekt			
	<i>Bestandsaufnahme</i> <ul style="list-style-type: none"> · vorhandene Beleuchtungsanlagen · Ergonomie · Energieeinsparpotential 	K3	-
	<i>Vorgehen bei Planung</i> <ul style="list-style-type: none"> · Sehaufgaben · Beleuchtungskonzept · Beleuchtungsart, Tageslichtbeleuchtung · Alternativlösungen · Einsparungspotential · Investitionskosten · Betriebskosten · Wirtschaftlichkeit · Technische Anforderungen · Ausschreibung, Vergabe · 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>	K1	-
	<i>Elektrotechnische Gefahren bei Altanlagen</i>	K1	-

3. Außenbeleuchtung

3.1 Beleuchtungsplanung im Außenraum		Innen	Außen
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 	-	K2
	<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>	-	K2
	<i>Anforderungen Energieeffizienz</i>	-	K3
	<i>Elektrotechnik inkl. Blitzschutz</i>	-	K2

3.1.2 Planungsthemen			
	<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
	<i>Problemstellung 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
3.1.3 Lichtmanagement			
	<i>Regel- und Steuerkonzepte (Einsatz von Schalt-, Steuer-, und Regelgeräten)</i>	-	K2
	<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 · Fundamente · Statik · Materialeigenschaften 	-	K2

3.1.5 Lichttechnische Berechnungen				
	Dimensionierung der Beleuchtung <ul style="list-style-type: none"> · Straßendaten (Belag, Flächen) · Verkehrstechnische Daten · Wertungswert · Lampendaten · Leuchtendaten · Anordnung, Beleuchtungsgeometrie · TI-Blendungsbewertung / Grenzwerte · Lichtstärkeklassen · Blendindexklassen 	-	K3	
	TI-Blendungsbewertung / Grenzwerte <ul style="list-style-type: none"> · Lichtstärkeklassen · Blendindexklassen 	-	K3	
	Computerunterstützte Planung <ul style="list-style-type: none"> · Grundlegende Funktionsweise · Gängige Werkzeuge · Darstellungsmöglichkeiten 	-	K3	
3.1.6 Wirtschaftlichkeit				
	Kostenarten <ul style="list-style-type: none"> · Anschaffungskosten · Planungskosten · Errichtungskosten · Betriebskosten · Instandhaltungskosten · Wartungskosten · Prüfungskosten · Lagerkosten · Energiekosten 	-	K2	
	Lebenszykluskostenrechnung	-	K2	
	Kapitalrückflusszeit, ROI	-	K2	
	Finanzierungsarten <ul style="list-style-type: none"> · Contracting 	-	K2	
	Energiebedarf	-	K2	
	Nationale Nachweise /Vorgaben	-	K2	
3.1.7 Dokumentation				
	Planunterlagen <ul style="list-style-type: none"> · Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen · Lichttechnische Berechnungen · Instandhaltungs-/Wartungsplan 	-	K3	
	Leuchtdokumentation <ul style="list-style-type: none"> · Lichttechnische Daten · Elektrotechnische Kenndaten 	-	K3	
	Prüfbefunde	-	K3	

3.2 Ausführung und Betrieb von Außenbeleuchtungsanlagen		Innen	Außen
3.2.1 Ausführungsbegleitung			
	<i>Planprüfung, -änderungen</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>Besondere Anforderungen, örtliche Gegebenheiten</i> · <i>Lichttechnische Güteermale</i> · <i>Bauliche Gesichtspunkte</i> · <i>Gefahrenzonen</i> · <i>Leuchtenart</i> · <i>Schnittstelle zur Installation</i> 	-	K3
3.2.2 Wartung - Instandhaltung			
	<i>Angaben für Wartung und Instandhaltung</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>Wartungsplan mit Angaben über Lampenwechsel, Leuchtenreinigung, Maßnahmen für spätere Arbeiten</i> 	-	K2
3.2.3 Prüfungen und Inspektionen			
	<i>Elektrotechnische Prüfung (Wartung, Inspektion)</i>	-	K2
	<i>Lichttechnische Prüfung</i>	-	K2
	<i>Statische Prüfung – Tragwerke (Wartung, Inspektion)</i>	-	K2
	<i>Objektprüfungen/Inspektion (Eiszapfen, lose Teile etc.)</i>	-	K2
	<i>Prüfungsdokumentation</i>	-	K2
3.2.4 Lichtmanagement			
	<i>Überprüfung und Anpassung der Lichtsteuerung gem. Nutzerverhalten</i>	-	K3
3.2.5 Arbeitsplätze im Freien			
	<i>Anforderungen</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>EN 12464-2</i> · <i>Abweichungen zu EN 13201</i> · <i>Weitere anzuwendende Normen</i> 	-	K3
3.2.6 Sportstätten im Freien			
	<i>Anforderungen der EN 12193</i>	-	K3
	<i>Spezielle Anforderungen (z.B. TV-Übertragung)</i>	-	K3
	<i>Typische Leuchten / Scheinwerfer</i>	-	K3
	<i>Notbeleuchtung - EN 1838</i>	-	K3
3.2.7 Anstrahlungen			
	<i>Gebäude, sonstige Bauwerke</i> <ul style="list-style-type: none"> · <i>Fassaden</i> · <i>Schilder</i> · <i>Effektbeleuchtungen</i> 	-	K2
	<i>Planerische Anforderungen</i>	-	K2
	<i>Lichtimmissionen</i>	-	K1
	<i>Raumaufhellungen und Blendungen (Umwelt, Anrainer)</i>	-	K1
	<i>Bewusster Einsatz von Licht - Schatten - Farbe</i>	-	K1
3.2.8 Tunnelbeleuchtungen, Unterführungen, Durchgänge			
	<i>Nationale Normen und Regeln</i>		K1

3.3 Sanierung von Außenbeleuchtungsanlagen		Innen	Außen
3.3.1 Sanierungsaspekte			
	<i>Bestandsaufnahme</i> <ul style="list-style-type: none"> · vorhandene Beleuchtungsanlagen, Analyse-Anforderungen-Lichtleitbild - Lichttechnik - Elektrotechnik - Tragwerk · Umweltaspekte 	-	K3
	<i>Vorgehen bei Planung</i> <ul style="list-style-type: none"> · Rechtliche Aspekte · Beleuchtungskonzeption <ul style="list-style-type: none"> - Art + Anforderungen - Wirtschaftlichkeit, Amortisation · Einsparungspotential-Betriebskosten · Vergabeart – Ausschreibung · Vergabe-Kontrolle 	-	K3
3.3.2 Elektrotechnik – Besonderheiten bei Bestandssanierung			
	<i>Was ist eine wesentliche Erweiterung</i>	-	K1
	<i>Schutzmaßnahmen</i>	-	K1
	<i>Prüfung, Analyse, Dokumentation des Bestandes</i>	-	K1
	<i>Elektrotechnische Gefahren bei Altanlagen</i>	-	K1

4. Lichttechnische Messungen

4.1 Grundlagen		Innen	Außen
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"> · Beleuchtungsstärkemessgerät · Leuchtdichtemessgerät-/Kamera · weitere Messgeräte (z.B. Multimeter, Thermometer) 	K1	K1
	<i>Normen und Richtlinien</i>	K1	K1

4.2 Messungen an Leuchten		Innen	Außen
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		Innen	Außen
4.3 Messungen im Innenraum			
	<i>Ausführung der Messung Innenbeleuchtung</i> <ul style="list-style-type: none"> · Messraster · Messung Beleuchtungsstärke & Leuchtdichte · Örtliche Beleuchtungsstärke · Mittlere Beleuchtungsstärke · Reflexion der Raumbegrenzungsfläche · Leere Räume · Räume mit Inneneinrichtungen 	K3	-
	<i>Auswerten der Messung</i> <ul style="list-style-type: none"> · Messprotokoll · Darstellungsarten · Genauigkeit der Messung · Bewertung 	K3	-

4.4 Messungen im Außenraum		Innen	Außen
4.4 Messungen im Außenraum			
	<i>Ausführung der Messung Außenbeleuchtung</i> <ul style="list-style-type: none"> · Messraster · Messung Beleuchtungsstärke & Leuchtdichte · Praktische Messung der Leuchtdichte · Ermittlung des TI · Beurteilung des Fahrbahnbelags 	-	K3
	<i>Auswerten der Messung</i> <ul style="list-style-type: none"> · Messprotokoll · Berechnung der nicht direkt messbaren Güteermale (z.B. Gleichmäßigkeit, ...) · Darstellungsarten · Genauigkeit der Messung · Bewertung (auch im Vergleich zur Berechnung) 	-	K3