

# Beschaffungskriterien für LED-Straßenbeleuchtung (2017-2018)

## Endversion

Die PremiumLight-Pro Beschaffungskriterien und Anforderungen, die in diesem Dokument empfohlen werden, sind dazu gedacht, die Beschaffung von hochqualitativen und energieeffizienten LED-Straßenbeleuchtungssystemen zu unterstützen. Die Zusammenstellung der Kriterien ist in folgende Abschnitte unterteilt:

- A) Allgemeine Elemente und Merkmale betreffend die Spezifikation von Straßenbeleuchtungssystemen: Regelungseigenschaften, Messung usw.
- B) Auswahlkriterien: Generelle Spezifikationen für die Auswahl des Anbieters
- C) Technische Kriterien: Kriterien zur Qualität, Effizienz und Sicherheit von Beleuchtungssystemen, die sowohl verpflichtende, als auch Zuschlagskriterien enthalten, in Verbindung mit einem Bewertungsansatz.
- D) Vertragsprobleme: Anforderungen an die Installation und Kalibrierung des Systems

Die Kriterien sind in erster Linie für Beschaffungsexperten und Entscheidungsträger auf nationaler, lokaler und kommunaler Ebene gedacht, die mit der Erneuerung oder Renovierung von Straßenbeleuchtung beauftragt sind. Weiters könnten die Kriterien nützlich sein für Lichtplaner, Contracting-Unternehmen, sowie für Energieexperten und Berater.

Zusätzlich enthält das Dokument zwei mögliche Ansätze zur Bewertung von Zuschlagskriterien. Der bevorzugte Ansatz bezieht ein Total Cost of Ownership (TCO)-Konzept mit ein.

## A) Allgemeine Elemente für die technischen Spezifikationen von Straßenbeleuchtungssystemen

A.1	Plan/Spezifikation der Straßen und Wege und passend bewertete technische Spezifikationen (Beleuchtungsstärke, Gleichmäßigkeit, Wartungsfaktor).	<p><u>Sämtliche Ausschreibungen</u></p> <p>Der Beschaffer muss den Plan von Straßen und Wegen zur Verfügung stellen, für die ein Straßenbeleuchtungssystem implementiert wird, oder Straßentypen spezifizieren, für die Lichtpunkte (Leuchten und Masten) beschafft werden. Die Anforderungen aus EN 13201 sollen für alle Teile/ Bereiche des Straßenbeleuchtungssystems berücksichtigt werden.</p> <p>Unter Anderen soll der Beschaffer spezifizieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beleuchtungsstärkestufen,</li> <li>• Gleichmäßigkeitsstufen,</li> <li>• Wartungsfaktoren</li> </ul> <p>entsprechend der EN 13201 oder basierend auf spezifischen Anforderungen.</p>	
A.2	Lichtregelung und -steuerung	<p>Der Beschaffer muss eine der folgenden drei Optionen wählen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es sollen keine Lichtsteuerungsfunktionen in Betracht gezogen werden, da Lichtsteuerung bzw. Dimmen vom Beschaffer für das vorliegende Beleuchtungssystem als nicht geeignet befunden werden.</li> <li>• Der Beschaffer weiß über die Lichtsteuerungs-/Dimmoptionen Bescheid, die für das vorliegende Beleuchtungssystem geeignet sind und spezifiziert detaillierte Anforderungen an das Lichtsteuerungssystem.</li> <li>• Der Beschaffer ist nicht in der Position, die optimalen Lichtsteuerungsfunktionen für das Beleuchtungssystem zu spezifizieren, holt aber vom Anbieter ein Angebot für ein dimmbares System, begleitet von einer transparenten LCC-Berechnung, ein.</li> </ul>	Optionen für Regelungs- und Steuerungsoptionen sollen für jedes Projekt bewertet werden. Anforderungen sind je nach Angemessenheit zu spezifizieren.
A.3	Energieverbrauchsmessung und Monitoring	<p>Der Beschaffer muss eine der folgenden drei Optionen wählen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es soll keine Energieverbrauchsmessung in Betracht gezogen werden, da eine Messung für das vorliegende Beleuchtungssystem vom Beschaffer als nicht geeignet befunden wird.</li> <li>• Der Beschaffer weiß über die für das vorliegende Beleuchtungssystem geeigneten Messoptionen Bescheid und spezifiziert detaillierte Anforderungen an das Messkonzept.</li> <li>• Der Beschaffer ist nicht in der Position, die optimalen Messoptionen für das System zu spezifizieren, holt aber vom Anbieter ein Angebot für ein geeignetes Messsystem, begleitet von einer transparenten LCC-Berechnung, ein.</li> </ul>	Die Angemessenheit von Optionen zur Energieverbrauchsmessung soll für jedes Projekt bewertet werden.

## B) Auswahlkriterien

	Kriterium	Anforderung	verpflichtendes Kriterium?	Kommentar
B.1	Know-how und Erfahrung des Planungsteams und des Installationsteams	Mindestens 5 relevante Beleuchtungsprojekte in den letzten 3 Jahren mit vergleichbarer Projektgröße	✓	Der Nachweis der Erfahrung des Teams kann auch Projekte von früheren Arbeitgebern umfassen
B.2	Vermögen des Anbieters, in einem bestimmten Zeitrahmen zu liefern.	Die Fähigkeit des Bieters muss der Projektgröße und den Zeitzielen entsprechen	✓	Abhängig von der Projektgröße und den Zeitzielen zu spezifizieren
B.3	Einhaltung der relevanten EN-oder anderer wichtiger Standards	Die Einhaltung von relevanten Standards durch den Bieter ist zu bestätigen (EN 13201 und gegebenenfalls weitere).	✓	Die Anforderungen können auch nationale Standards umfassen

## C) Technische Kriterien (verpflichtende & Zuschlagskriterien)

Energiebezogene Kriterien					
	Kriterium	Anforderung	verpflichtendes Kriterium	Zuschlagskriterium	Kommentar
C.1	<p>Jährlicher Energieverbrauch und Leistungsdichte-Indikator</p>	<p>Leistungsdichteindikator (PDI)</p> $D_P = \frac{P}{\sum_{i=1}^n (\bar{E}_i \cdot A_i)}$ <p><u>Indikator für den jährlichen Energieverbrauch (AECI)</u></p> $D_E = \frac{\sum_{j=1}^m (P_j \cdot t_j)}{A}$ <p>D<sub>P</sub> (PDI): Leistungsdichteindikator (Power density indicator)                      D<sub>E</sub> (AECI): Indikator für den jährlichen Energieverbrauch (Annual Energy Consumption indicator)                      P: Leistung (W)                      P: Power  <math>\bar{E}_i</math>: mittlere horizontale Beleuchtungsstärke (lx)                      A: beleuchtete Fläche (m<sup>2</sup>)</p>	(✓)	✓	<p>PDI und AECI basieren auf der EN 13201-5:2016 und dem EU GPP-Entwurf für Straßenbeleuchtung.                      PDI und AECI sollen als Zuschlagskriterium vom Anbieter auf transparente Art berechnet, und durch Messungen für einen spezifizierten Straßenabschnitt belegt werden. Beschaffer, die angenäherte Referenzwerte berechnen wollen, die vom Anbieter nicht unterlaufen werden sollen, sollten vereinfachte Formeln anwenden, wie im Entwurf zu den EU GPP vorgeschlagen wird (2017).</p> <p>PDI &lt; M / (η x F<sub>m</sub> x 0,07 x RW)                      AECI &lt; M x PDI x F<sub>dim</sub> x E<sub>m</sub> x T x 1kW/1000W</p> <p>F<sub>m</sub>: Wartungsfaktor                      RW: Straßenbreite                      F<sub>dim</sub>: Dimmfaktor                      E<sub>m</sub>: Beleuchtungsstärke                      T: Zeit (h)                      η: Leuchteneffizienz                      M: Anpassungsfaktor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• M=1,3 für bestehende Beleuchtungssysteme, wo der Ort der Lichtpunkte und –Masten nicht geändert werden kann.</li> <li>• M=1,2 für neue Beleuchtungssysteme</li> </ul>

C.2	Leuchtenenergieeffizienz	Mindestlichtausbeute (2017-2018): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Farbtemperatur <math>\geq 4000</math> K: <math>\geq 120</math> lm/Watt</li> <li>• Farbtemperatur 2700 K-3000 K: <math>\geq 105</math> lm/Watt</li> <li>• Farbtemperatur <math>\leq 2000</math> K: <math>\geq 80</math> lm/Watt</li> </ul>	✓	✓	Zielwerte werden einmal jährlich überarbeitet  In Ausnahmefällen, wenn aus ökologischen Gründen besonders niedrige Lichtausbeute benötigt wird, ist eine geringere Lichtausbeute von $> 75$ lm/Watt akzeptabel. Z.B. werden derzeit spezielle Niedertemperatur-LEDs $< 2000$ K angeboten, für Anwendungen, bei denen der Naturschutz wichtig ist.
C.3	LED-Modul-Energieeffizienz	Mindestlichtausbeute: 160 lm/W	✓	✓	Zielwerte werden einmal jährlich überarbeitet
C.4	Leistungsfaktor	Volle Last: $\cos \phi \geq 0,9$ 50 % Last (Dimmung): $\cos \phi \geq 0,8$	✓		
C.5	Funktionen für Regelung und Steuerung	<u>Optional</u> : siehe Abschnitt "Elemente für die Leistungsbeschreibung"		✓ <sup>1</sup>	Optionen für Lichtregelung- und Steuerung sollen für jedes Projekt bewertet werden. Anforderungen sind je nach Angemessenheit zu spezifizieren.
C.6	Energieverbrauchsmessung	<u>Optional</u> : siehe Abschnitt "Elemente für die Leistungsbeschreibung"		✓ <sup>2</sup>	Die Angemessenheit von Optionen zur Energieverbrauchsmessung soll für jedes Projekt bewertet werden.


<sup>1</sup> Optional: Optionen bzw. Relevanz für jedes Projekt einzeln zu überprüfen

<sup>2</sup> Optional: Optionen bzw. Relevanz für jedes Projekt einzeln zu prüfen.

## Qualitäts- und Planungs-Kriterien

	Kriterium	Anforderung	Obligatorische Anforderung	Zuschlagskriterium	Kommentare	
C.7	Lichtfarbe (Farbtemperatur)	Wohngebiete und Fußgängerbereiche: $\leq 3000$ K stark befahrene Straßen mit hoher Verkehrsgeschwindigkeit und Bereiche mit komplexen Verkehrssituationen und gemischtem Verkehr: $\leq 4000$ K	✓		Die gewünschte Farbtemperatur ist entsprechend dem Straßentyp zu spezifizieren.	
C.8	Farbwiedergabe	Straßen mit komplexen Verkehrssituationen und gemischtem Verkehr (Autos, Radfahrer, Fußgänger): $R_a \geq 80$ stark befahrene Straßen mit hoher Verkehrsgeschwindigkeit: $R_a \geq 70$	✓		Die gewünschten Farbwiedergabeanforderungen sind entsprechend dem Straßentyp zu spezifizieren.	
C.9	Farbkonsistenz/Erhaltung der Farbkonsistenz	Die Farbkonsistenz zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme soll im Bereich von maximal 5 MacAdam-Ellipsen liegen sowie innerhalb von 6 MacAdam-Ellipsen bis zum Ende der Systemlebensdauer.	✓			
C.10	Leuchtdichte und Beleuchtungsstärke	Gemäß EN13201	✓		Entsprechend den Anforderungen in der Norm	
C.11	Lichtverteilung (Gleichmäßigkeit der Lichtverteilung)	Straßentyp	U <sub>o</sub>	UI	✓	Entsprechend der Norm EN 13201. UI (Gleichmäßigkeit in Längsrichtung) ist nur für lange ununterbrochene Straßenstücke relevant.
		M1	0,4	0,7	✓	
		M2	0,4	0,7		
		M3	0,4	0,6		
		M4	0,4	0,6		
		M5	0,35	0,4		
M6	0,35	0,4				
C.12	Lichtverschmutzung	ULOR = 0% (upward light output ratio, Anteil des nach oben abgegebenen Lichts)	✓		Eine abweichende Anforderung bezüglich ULOR kann angebracht sein, sofern gerechtfertigt	
C.13	Blendschutz (physiologische Blendung und psychologische Blendung)	physiologische Blendung: G4 oder höher psychologische Blendung: G6 oder G5	✓		(angewendet beispielsweise in DK)	

C.14	Schutzart (IP-Bewertung)	Mindestanforderung: IP 65 für alle Straßentypen	✓		Eine Klasse niedriger kann akzeptabel sein, sofern gerechtfertigt
C.15	Stoßfestigkeitsgrad (IK Bewertung)	Mindestanforderung: IK07 für alle Straßentypen	✓		
C.16	Schutzisolierung (IEC)	Klasse II	✓		
C.17	Überspannungsschutz	10 kV	✓		
C.18	Konformitätskennzeichnung für Komponenten	ENEC und nationale Verordnungen	✓		
C.19	Lebensdauer	Systemlebensdauer $L_{80B_{10}} \geq 100.000$ h	✓	✓	
C.20	Garantie	Die Garantie oder das Service-Agreement soll auf mindestens 10 Jahre ausgelegt sein	✓	✓	<p>a) Defekte Lichtquellen, Steuergeräte oder Leuchten sollen kostenfrei ersetzt werden. Wenn die Leuchte weniger Licht abgibt als spezifiziert, ist sie ebenfalls als defekt zu betrachten, b) Jedes Leuchtenlos ist komplett zu ersetzen, wenn die Anzahl der defekten Einheiten 10% überschreitet.</p> <p>Ausnahmen:</p> <p>c) Leuchten, die aufgrund von Vandalismus, Unfällen, Blitzschlag, oder Sturm defekt sind</p> <p>d) Lampen und Leuchten, die für einen signifikanten Zeitraum unter abnormen Bedingungen betrieben worden sind (z.B. Nutzung unter falscher Spannung), sofern das vom Hersteller nachgewiesen werden kann.</p>

C.21	Verfügbarkeit von Ersatzteilen	Ersatzteile für Komponenten sollen mindestens 15 Jahre zur Verfügung stehen	✓	✓	
C.22	Recycling- und Reparaturfähigkeit	Die Lichtquellen (Lampen oder LED Module) und weitere zentrale Komponenten der Leuchte sollen leicht zugänglich und austauschbar sein. Der Austausch soll direkt vor Ort erfolgen können.	✓	✓	Bewertungskriterien sind zu spezifizieren (siehe Anhang)
C.23	Lichtplanung	Planungskriterien sind individuell zu spezifizieren und durch eine Jury zu bewerten		✓	Bewertung durch Jury

#### **Kriterien für Projekte, die auf den Austausch von Komponenten beschränkt sind**

C.24	Lebensdauer der Leuchten	$L_{80}B_{10} \geq 100.000$ h	✓	✓	
C.25	Lebensdauer der LED-Module	$L_{80}B_{10} \geq 100.000$ h	✓	✓	
C.26	Lebensdauer/Ausfallsrate der Vorschaltgeräte	Maximale Ausfallsrate 0,1% per 1000 h	✓	✓	

#### **Kostenkriterium**

	<b>Kriterium</b>	<b>Anforderung</b>	<b>Obligatorische Anforderung</b>	<b>Zuschlagskriterium</b>	<b>Kommentar</b>
C.27	Lebenszykluskosten bzw. Total Cost of Ownership (TCO) (Option 1 – bevorzugt)	Für sämtliche Projekte, sofern anwendbar, ist eine Kalkulation der Life-Cycle-Kosten bzw. der Total-Cost of Ownership zur Verfügung zu stellen.		✓	Der Bieter muss eine transparente LCC bzw. TCO Kalkulation zur Verfügung stellen.  Wenn das Angebot eine TCO-Kalkulation enthält, ist das Kriterium "AECl" transparent in diese Kalkulation miteinzubeziehen.



C.28	Investitionskosten (Option 2 – Rückfalloption)	Zuschlagskriterien für Projekte, für welche keine LCC bzw. TCO-Berechnung zur Verfügung gestellt werden kann.		✓	Für Angebote, bei welchen aus nachvollziehbaren Gründen keine TCO-Berechnung angeboten werden kann, werden der "AECl" und die "Investitionskosten" getrennt bewertet
------	------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	---	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## D) Vertragsaspekte (Installation, Inbetriebnahme)

D.1	Korrekte Installation	<p>Der Vertragsnehmer muss folgendes sicherstellen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Das Beleuchtungssystem muss exakt entsprechend der Spezifikation installiert sein.</li> <li>2) Einen Plan zur Lieferung des Systems muss zur Verfügung gestellt werden, inklusive Herstellerrechnungen und Lieferbescheiden</li> <li>3) Bestätigung der Installation gemäß Spezifikation</li> </ol> <p>Für ein vom Beschaffer ausgewähltes Straßensegment soll vom Auftragnehmer für zwei Lichtmasten ein Messzertifikat zur Verfügung gestellt werden, das belegt, dass das Beleuchtungssystem im spezifischen Straßenabschnitt entsprechend den Anforderungen der EN 13201-2 erstellt worden ist.</p> <p>Für den gewählten Straßenabschnitt soll auch die maximale Leistung [W] und der Energieverbrauch [kWh] über die Zeitperiode von einer Woche gemessen oder berechnet werden. Basierend auf diesen Werten und der Bestimmung der Beleuchtungsstärke gemäß EN 13201-2 sollen PDI und AECI berechnet und bezogen auf die Planung verifiziert werden (+/- 10% Toleranz max.).</p> <p>Zur Begrenzung der Lichtverschmutzung soll der Auslegerwinkel ausgewählter Leuchten im Straßensegment gemessen und mit den Spezifikationen der Planung verglichen werden (+/- 2° Toleranz max.). Der</p>	In Anlehnung an EU GPP (Entwurf 2016)
D.2	Inbetriebnahme des Beleuchtungssystems inklusive der Steuerungs-/Regelungsfunktionen	<p>Vertragsnehmer muss folgendes sicherstellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das neue oder erneuerte Beleuchtungssystem einschließlich Steuerungs- und Regelungskomponenten muss einwandfrei funktionieren und darf nicht mehr Energie verbrauchen als spezifiziert.</li> <li>• Tageslichtsteuerungsfunktionen müssen einwandfrei kalibriert sein und der Planung entsprechend effektiv funktionieren</li> <li>• Die Funktion von Verkehrssensoren zur Erkennung von Fahrzeugen, Fahrrädern und Fußgängern muss entsprechend geprüft sein und dem Anwendungszweck entsprechen.</li> <li>• Zeitschaltungen sollen entsprechend eingestellt, um die Qualitätsbedürfnisse für die Beleuchtung sicherzustellen und gleichzeitig die Energieeffizienz zu maximieren.</li> </ul> <p>Falls nach Übergabe Teile des Beleuchtungssystems nicht den Anforderungen entsprechen, sind diese vom Auftragnehmer anzupassen oder zu kalibrieren.</p>	In Anlehnung an EU GPP (Entwurf 2016)
D.3	Reduktion von Abfall und Unterstützung von Recycling		Der Auftragnehmer soll entsprechend Maßnahmen zur Müllvermeidung und Unterstützung von Recycling setzen. Alle ersetzten Lampen, Leuchten oder elektronischen

			Bauteile sind entsprechend der WEEE Richtlinie zu entsorgen.
--	--	--	--------------------------------------------------------------

## Gewichtung der Zuschlagskriterien

Im vorhergehenden Abschnitt werden sowohl obligatorische Mindestkriterien als auch Zuschlagskriterien spezifiziert. Für die in den folgenden Tabellen gelisteten Auszeichnungskriterien wird auch ein Punktesystem angewendet, das eine Reihung der Angebote ermöglicht. Für die Berechnung der endgültigen Punktzahl wird eine Gewichtung von verschiedenen Kriterien benötigt. Der folgende Abschnitt gibt einen Vorschlag für ein mögliches Gewichtungskonzept.

Die folgenden Tabellen zeigen die vorgeschlagene Gewichtung für die Zuschlagskriterien. Die zwei Ansätze zeigen Konzepte für Projekte mit und ohne TCO-Berechnung.

Für Projekte, bei denen ein robuster TCO-Ansatz angewendet werden kann, der die Hauptparameter in Bezug auf Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten abdeckt, müssen nur einige zusätzliche Parameter einschließlich Qualität, Design, Garantie und End-Of-Life-Aspekte berücksichtigt werden. Energieverbrauch und Wartung werden bereits in den Elektrizitäts- und Wartungskosten berücksichtigt. Folglich ist die Gewichtung der TCO-Kriterien vergleichsweise hoch.

**GEWICHTUNG FÜR ZUSCHLAGSKRITERIEN FÜR PROJEKTE MIT TCO-INFORMATION**

Zuschlagskriterium		Gewichtung [%]
<b>Kostenkriterien basierend auf Total Cost of Ownership-Bewertung (TCO)</b>		<b>50</b>
TCO	Investitionskosten	15
	Stromkosten	20
	Wartungskosten	15
<b>Qualitäts- und Planungskriterien</b>		<b>30</b>
Lichtqualität		20
Planung		10
<b>Garantie, recyclingorientiertes Design</b>		<b>20</b>
Garantie		10
Verfügbarkeit von Ersatzteilen, recyclingorientiertes Design		10
<b>Gesamt</b>		<b>100</b>

## GEWICHTUNG FÜR ZUSCHLAGSKRITERIEN FÜR PROJEKTE OHNE TCO-INFORMATION

Zuschlagskriterium	Gewichtung [%]
<b>Kostenkriterien</b>	<b>25</b>
Investitionskosten	25
<b>Qualitäts- und Planungskriterien</b>	<b>35</b>
Lichtqualität und Lebensdauer	25
Planung	10
<b>Energiekriterien</b>	<b>20</b>
AECl oder PDI oder Effizienz der Komponenten (abhängig von der Projektart soll der geeignetste Indikator verwendet werden; manche Projekttypen erlauben nur die Verwendung von PDI oder der Effizienz der Komponenten)	20
<b>Betrieb, Wartung, End-of-Life-Kriterien</b>	<b>20</b>
Wartungs- und Reparaturfreundlichkeit	10
Garantie, Verfügbarkeit von Ersatzteilen	10
<b>Gesamt</b>	<b>100</b>

H2020-EE-2014-2015/H2020-EE-2015-3-MarketUptake  
Grant Agreement number 695931 PremiumLight-Pro

The sole responsibility for the content of this document lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the EASME nor the European Commission is responsible for any use of the information contained therein.