



PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG

VERSION 1.3 – JANUAR 2019



Dieses Projekt wurde im Rahmen der Fördervereinbarung 754056 des EU-Rahmenprogramms für Forschung und Innovation Horizon 2020 gefördert. Die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieses Dokuments liegt bei den Autoren. Es gibt nicht zwangsläufig die Meinung der Europäischen Union wieder. Weder die EASME noch die Europäische Kommission sind für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich.

PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG v1.3

Inhaltsverzeichnis

DAS INVESTOR CONFIDENCE PROJECT	3
Investor Ready Energy Efficiency™	3
ICP-Protokoll für Straßenbeleuchtung	4
Globale Standards und Referenzen	4
ICP-Projektrahmen	5
1.0 ERMITTLUNG DER BASELINE (BASELINING)	6
1.1 Verfahren	6
1.2 Dokumentation	10
2.0 EINSPARBERECHNUNGEN	12
2.1 Verfahren	14
2.2 Dokumentation	16
3.0 ENTWURF, BAU UND PRÜFUNG	18
3.1 Verfahren	18
3.2 Dokumentation	19
4.0 BETRIEB, WARTUNG UND MONITORING	20
4.1 Verfahren	20
4.2 Dokumentation	21
5.0 MESSUNG UND VERIFIZIERUNG	22
5.1 Verfahren	23
5.2 Dokumentation	25

DAS INVESTOR CONFIDENCE PROJECT

Das Investor Confidence Project (ICP) ist eine globale Initiative zur Erhöhung von Investitionen im Bereich Energieeffizienz durch Gewährleistung folgender Punkte: Projekte müssen auf solider Basis entwickelt werden, die finanziellen Erträge müssen vorhersagbar sein und das Underwriting von Projekten muss optimiert werden. Das ICP-System besteht aus den ICP-Protokollen und der Investor Ready Energy Efficiency™-Zertifizierung, die einen standardisierten Prozess für Projektentwickler, eine markterprobte Methodik für Programmmanager und ein Zertifizierungssystem für Investoren und Betreiber von Straßenbeleuchtungsanlagen zur genauen und effizienten Steuerung von Projektrisiken bieten.

ICP wird von Green Business Certification Inc. (GBCI) administriert und wurde vom Environmental Defense Fund (www.edf.org) konzipiert, inkubiert und entwickelt.

Die Entwicklung von ICP in Europa wurde durch Förderungen des EU-Rahmenprogramms für Forschung und Innovation, Horizon 2020, im Rahmen der Fördervereinbarungen Nr. 649836 und 754056 unterstützt.

Weitere Informationen dazu finden Sie hier:

ICP North America (www.eepformance.org) bzw. ICP Europe (europe.eepformance.org)

INVESTOR READY ENERGY EFFICIENCY™

Investor Ready Energy Efficiency™ (IREE) ist eine Zertifizierung für Modernisierungsprojekte, die die Anforderungen der ICP-Protokolle erfüllen, unter der Leitung von ICP-Entwicklern entstanden sind und im Rahmen einer unabhängigen Prüfung durch einen ICP Quality Assurance Assessor zertifiziert wurden. IREE-Projekte geben Investoren, Betreibern von Straßenbeleuchtungsanlagen und anderen Stakeholdern ein völlig neues Maß an Vertrauen in die Projektqualität.

Die Investor Ready Energy Efficiency™-Zertifizierung erfolgt nach Abschluss der Projektkonzeption und -entwicklung, jedoch noch vor Beginn der Ausführungsphase.

Die Entwicklung eines ICP-konformen Projekts umfasst die folgenden zwei Phasen:

- **Zertifizierungszeitraum** (vor der IREE-Zertifizierung). Der Zertifizierungszeitraum umfasst alle der Ausführungsphase vorangehenden Leistungen und Dokumentationsschritte im Zusammenhang mit der Projektentwicklung. Dazu gehört die Entwicklung von Plänen (z. B. OPV-, OM&M- und M&V-Pläne), in denen die Aufgaben und die Dokumentation aufgeschlüsselt sind, die während des Leistungszeitraums auszuführen sind.
- **Leistungszeitraum** (nach der IREE-Zertifizierung). Der Leistungszeitraum bezieht sich auf die Ausführungs- und Nach-Ausführungsphase (nach der Modernisierung) im Anschluss an die



PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG v1.3

IREE-Zertifizierung. Die ICP-Protokolle erfordern bestimmte Verfahren und Dokumentations-schritte für den Leistungszeitraum, die in Plänen festgelegt werden, die im Laufe des Zer-tifizierungszeitraums entwickelt werden. Diese Pläne und die darin festgelegten Anfor-derungen sollten vom Investor oder Betreiber von Straßenbeleuchtungsanlagen ausdrücklich in den Leistungs- und Vertragsumfang des Projektentwicklers aufgenommen werden. Bei Bedarf können die Dienste des Quality Assurance Assessor oder Dritter zur Überwachung der Umsetzung im Leistungszeitraum in Anspruch genommen werden.

ICP-PROTOKOLL FÜR STRABENBELEUCHTUNG

Für die Konformität mit den ICP-Protokollen müssen Projekte die in diesem Dokument beschrie-benen Verfahrens- und Dokumentationsanforderungen erfüllen. Entscheidend dafür, dass die Protokollanforderungen optimal zum Projekt passen, ist die Auswahl des [richtigen ICP-Protokolls](#) durch den Projektentwickler. Dieses Protokoll schließt die Energie im Zusammenhang mit Steuerung, Betrieb und Lichterzeugung des Beleuchtungskörpers ein. Ebenfalls eingeschlossen ist die Energie für die Bereitstellung zusätzlicher Funktionen wie z. B. WiFi-Konnektivität.

Wenn Energiedienstleister (Energy Service Companies (ESCOs)) in die Projektentwicklung involviert sind, müssen diese etwaige nationale Anforderungen an ESCOs erfüllen.

Zusätzliche Ressourcen zu diesem Protokoll umfassen:

- Die **Projektentwicklungsspezifikation** ist das Referenzhandbuch für alle ICP-Protokolle und enthält detaillierte Erläuterungen der Anforderungen sowie unterstützende Referenzen und Tools.
- Das [ICP-Protokoll-Glossar](#) definiert die in den ICP-Protokollen enthaltene Fachterminologie.
- Das [ICP-Akronym-Wörterbuch](#) definiert die verschiedenen in der Branche gängigen Abkürzungen.
- Dieses Dokument nutzt auch Tooltips, um Kontext und Informationen zu verschiedenen Begriffen und Anforderungen zu liefern.

Globale Standards und Referenzen

In diesem Dokument wird auf europäische und internationale Standards, Leitlinien und Ressourcen verwiesen, sofern diese für die Protokollanforderungen relevant sind. Verweise auf Ressourcen sind *kursiv* gedruckt. Wenn eine einschlägige nationale Norm, Leitlinie oder Ressource verfügbar ist, kann diese optional als Alternative zur europäischen oder internationalen Norm verwendet werden, sofern nachgewiesen werden kann, dass sie den ICP-Anforderungen genügt.

PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG v1.3

ICP-PROJEKTRAHMEN



Die ICP-Protokolle basieren auf fünf Projektlebenszyklusphasen, die den gesamten Lebenszyklus eines gut geplanten und umgesetzten Energieeffizienzprojekts abbilden. Für jede Phase legt das Protokoll Mindestanforderungen für folgende Punkte fest:

- **Verfahren:** spezifische Aufgaben, die während des Zertifizierungszeitraums auszuführen sind.
- **Dokumentation:** erforderliche Dokumentation zur Unterstützung von Verfahren, Berechnungen und Plänen, in denen die im Leistungszeitraum auszuführenden Verfahren spezifiziert werden.

1.0 ERMITTLUNG DER BASELINE (BASELINING)

Vor Beginn des Projektentwicklungsprozesses muss der Projektentwickler nachweisen, dass seine Organisation eine angemessene Berufshaftpflichtversicherung aufweist, welche den Anforderungen des Projekteigentümers oder Investors entspricht, sowohl in Bezug auf die Art des Versicherungsschutzes (d.h. Absicherung von Projektentwicklungsaktivitäten) als auch in Bezug auf den Betrag des Versicherungsschutzes (d.h. der Art und dem Umfang des Projektes angemessen).

Das Baselineing umfasst die Entwicklung einer Baseline und die Erfassung aller Informationen, die für die Durchführung der Aufgaben im Zusammenhang mit den Einsparberechnungen, der Wirtschaftlichkeitsberechnung und der Entwicklung von Plänen für den Leistungszeitraum erforderlich sind. Im Rahmen eines Best-Practice-Ansatzes bildet ein Energie-Audit (das je nach verfügbaren Informationen zur Anlage eine Standortbegehung umfassen kann) den Ausgangspunkt für jedes Energieeffizienzprojekt. Dieses Audit wird gemäß den Vorgaben von *EN 16247-1 Energieaudits – Teil 1: Allgemeine Anforderungen sowie ISO 50002 Energieaudits – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung* durchgeführt.

Aus der Baseline muss hervorgehen, wie viel Energie die zu modernisierende Straßenbeleuchtung über einen repräsentativen Zeitraum voraussichtlich verbrauchen wird. Das muss den gesamten Energieverbrauch innerhalb der Messgrenze abdecken.

Das Baseline-Modell muss u. U. durch Berücksichtigung der Auswirkungen unabhängiger Variablen wie Betriebsstunden und Änderungen der Leuchtstärkepegel normalisiert werden. Wenn Leistungsentgelte oder die Abrechnung nach Nutzungsdauer gelten, müssen Lastgänge erstellt werden, die den Verlauf des täglichen Bedarfs und die jährlichen Anpassungen abbilden.

Zwei Baselineing- und M&V-Ansätze sind nach diesem Protokoll zulässig.

1. IPMVP-konformer messtechnischer Ansatz – Optionen A, B oder C können sinnvoll sein
2. Angenommene Einsparungen – wenn verlässliche Anlageninformationen für die Entwicklung von Energieverbrauchsschätzungen verwendet werden

Im Rahmen eines IPMVP-konformen Ansatzes sollten bei der Wahl einer geeigneten Messgrenze die praktischen Aspekte der Erfassung erläuternder variabler Daten berücksichtigt werden, um ein hinreichend genaues Baseline-Modell zu erhalten. So können beispielsweise unterstützende Daten durch ein im Rahmen des Projekts installiertes zentrales Managementsystem (CMS) erfasst werden.

Hinweise zur Entwicklung von Baselines finden sich in *EVO 10000-1:2016, IPMVP Core Concepts* und *ISO 50006:2014 Energiemanagementsysteme – Messung der energiebezogenen Leistung unter Nutzung von energetischen Ausgangsbasen (EnB) und Energieleistungskennzahlen (EnPI)*.

1.1 VERFAHREN

Auswahl des Baselineing-Ansatzes

Ein messtechnischer Ansatz ist der robusteste Ansatz für die Bewertung der Leistung von energieeffizienten Straßenbeleuchtungsprojekten. Soll ein Ansatz mit angenommenen Einsparungen genutzt werden, z. B. wenn kein Energie-Monitoringsystem installiert ist oder die Abrechnung auf dem angenommenem Energieverbrauch basiert, ist dies schriftlich zu begründen.

PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG v1.3

Messtechnischer Ansatz

1. **Stellen Sie sicher, dass die Versicherungsanforderungen des Projekteigentümers/Investors in Bezug auf die Projektentwicklungsaktivitäten erfüllt werden**, im Hinblick auf die Art und den Betrag des Versicherungsschutzes.
2. **Erfassen Sie Anlageninformationen.** Ermitteln Sie, welcher Umfang der Straßenbeleuchtungsanlage sich auf den physischen Geltungsbereich des vorgeschlagenen Projekts bezieht, und verwenden Sie je nach Bedarf Pläne und Zeichnungen, Anlagenregister und physische Inspektionen. Diese Informationen werden bei möglichen künftigen Anpassungen der Straßenbeleuchtungsanlage oder seiner Komponenten berücksichtigt.
3. **Arbeiten Sie mit dem M&V-Spezialisten zusammen, um die Messgrenze zu definieren.** Sie variiert je nach Art der EEM und der Präsenz anderer energieverbrauchender Geräte in der Straßenbeleuchtungsanlage. Die Grenze sollte breit genug definiert werden, um das volle Ausmaß der durch die EEM bewirkten Energieveränderungen, einschließlich etwaiger Änderungen des Energieverbrauchs von Zusatzgeräten, zu erfassen. Bei Systemen, die diese Zusatzkomponenten umfassen, müssen in der Praxis zur Erfüllung der nachstehend in diesem Abschnitt beschriebenen Anforderungen an die statistische Validität wahrscheinlich Daten zu unabhängigen Variablen erhoben werden, die Schwankungen im Energieverbrauch erklären. Die Wahl einer zu breiten Messgrenze – innerhalb derer zu viele unabhängige Variablen einen signifikanten Einfluss auf die Schwankung des Energieverbrauchs haben – kann das Erreichen der Anforderungen an die statistische Validität unmöglich machen. Die Möglichkeit, die Messgrenze einzuengen, kann jedoch durch die schwierige Einbindung der Messsysteme in die Straßenbeleuchtungsanlage eingeschränkt sein (z. B. für das Trennen des Energieverbrauchs der Leuchten vom Verbrauch der Zusatzgeräte, die am gleichen Mast montiert sind). Der M&V-Spezialist muss Ratschläge zum Festlegen der optimalen Messgrenze auf der Grundlage der im IPMVP beschriebenen Prinzipien geben.
4. **Legen Sie den Baseline-Zeitraum** so fest, dass mindestens ein vollständiger Energieverbrauchszyklus abgedeckt ist. Bei den meisten Straßenbeleuchtungsanlagen, die eine Zeitschaltuhr oder eine Tageslichtsensorik zur Steuerung der Betriebsstunden verwenden, beträgt ein kompletter Energieverbrauchszyklus ein Jahr. Wahrscheinlich werden jedoch Energieverbrauchswerte mit höherer Auflösung (z. B. monatlich) benötigt, um die Vorgaben des IPMVP zu erfüllen. Der Baseline-Zeitraum sollte unmittelbar vor der Umsetzung der EEM liegen.
5. **Erheben Sie Stromverbrauchsdaten, unabhängige Daten und Tarifpläne** für alle Stromverbräuche, die die definierte Messgrenze erreichen oder verlassen. Sie dienen als Input für die Baseline- und Einsparberechnungen. Zu den zu erhebenden Daten sollten gehören:
 - a. **Historischer Energieverbrauch:** Erheben Sie Energieverbrauchsdaten für alle Stromeingänge bis zur Messgrenze mit dem Ziel, 100 % des Energieverbrauchs zu erfassen. Wenn die Stromrechnungen auf dem geschätzten Zählerverbrauch basieren, sollten die Zählerstände direkt (manuell oder automatisch) abgelesen werden.
 - i. Diese Daten sollten als Grundlage für eine Analyse verwendet werden, die den Anforderungen des IPMVP entspricht.
 - ii. Die Häufigkeit der Datenerfassung sollte ausreichen, um die nachstehend aufgeführten Modellierungskriterien zu erfüllen.

PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG v1.3

- iii. Die Baseline ist entsprechend um Daten zu bereinigen oder anzupassen, die nicht repräsentativ für typische Betriebsbedingungen sind (z. B. aufgrund von Ausfällen).
 - b. **Unabhängige variable Daten:** Erfassen Sie für den definierten Baseline-Zeitraum und sofern relevant für die Erklärung der Schwankungen des Energieverbrauchs innerhalb der Messgrenze relevante unabhängige variable Daten (z. B. die Anzahl der Ausfälle), um ein genaues Regressionsmodell entwickeln zu können.
5. **Erheben Sie Baseline-Betriebs-/Leistungsdaten:** Erfassen Sie Systemleistungsdaten, die für den Entwurf von Lösungen und Energieeinsparberechnungen verwendet werden (z. B. Lux-Werte, Zeitsteuerungs- und Dimmungsmuster). Diese Daten können durch Inspektionen/Erhebungen, Prüfung der Systemdokumentation (aktuelle Gerätebestandslisten, technische Spezifikationen für Geräte, Standortzeichnungen, Zustandserhebungen, Stromverteilungspläne, Kontroll- oder Betriebsbeschreibungen usw.), Beobachtungen und kurzzeitige Feldüberwachung oder -messungen erhoben werden. Das Erhebungsverfahren sollte die Anforderungen der *EN 16247-1 Energieaudits – Allgemeine Anforderungen* und *ISO 50002 Energieaudits – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung* erfüllen. Diese Informationen werden bei möglichen künftigen Anpassungen der Anlagen herangezogen.
 6. **Kalendarisieren Sie die unabhängigen variablen Daten** auf das gleiche Zeitintervall wie beim definierten Baseline-Zeitraum. In der PDS finden Sie Hinweise zur teilweisen Kalendarisierung monatlicher Abrechnungsdaten.
 7. **Nutzen Sie die Aufschlüsselung der Energieendverbräuche**, um Grenzen und Realitätskontrollen im Zusammenhang mit Energieeinsparberechnungen und dem Gesamtenergieverbrauch des Baseline-Falls zu erstellen. Sofern verfügbar, kann der Energieverbrauch für jeden Endverbrauch (z. B. Beleuchtung, WiFi-Funktion) und die geplanten EEM mit Hilfe von Sub-Zählern ermittelt werden. Es können aber auch Berechnungen zur Abschätzung des Energieendverbrauchs durchgeführt werden. Der Energieverbrauch muss mindestens in den Energieverbrauch der Straßenbeleuchtung und den Nebenverbrauch aufgeschlüsselt werden.
 8. **Bestimmen Sie die Energieverbrauchseigenschaften der Geräte, die sich innerhalb der Messgrenze befinden**, aufgeschlüsselt nach Last- und Betriebsstundenkomponenten, und ob diese Komponenten als konstant oder variabel betrachtet werden können. Zu den Informationsquellen sollten die Geräteverzeichnisse und die Betriebsleistung gehören. Sie müssen mit dem berechneten Endenergieverbrauch in Einklang stehen.
 9. **Entwickeln Sie das Baseline-Energieverbrauchsmodell**, das die Beziehung zwischen den tatsächlichen Baseline-Energieverbrauchsdaten und den entsprechenden unabhängigen Variablen beschreibt. Wenn eine Regressionsmodellierung erforderlich ist, verwenden Sie das in *ISO 50006:2014 Energiemanagementsysteme – Messung der energiebezogenen Leistung unter Nutzung von energetischen Ausgangsbasen (EnB) und Energieleistungskennzahlen (EnPI) (Anhang D)* beschriebene Verfahren.
 10. **Führen Sie für Regressionsmodelle einen Modell-Suffizienztest** mit einer Genauigkeit durch, mit der sich eine angemessene Anpassungsgüte der Energiedatenvariabilität an unabhängige Variablen gemäß *IPMVP's Statistics and Uncertainty for IPMVP 2014* erzielen lässt. Es wird angemerkt, dass Regressionsmodelle für zahlreiche Straßenbeleuchtungsprojekte nicht relevant oder geeignet sein könnten. Die Bewertung der R^2 -Werte sollte nur eine erste Kontrolle darstellen. Jedes infrage kommende Modell muss auf der Grundlage der prognostizierten Einsparungen bewertet werden. Diese müssen wie in IPMVP festgelegt

PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG v1.3

größer als das Doppelte des Standardfehlers des Baseline-Werts sein – siehe *IPMVP: Statistics and Uncertainty for IPMVP, 2014 (Abschnitt 1)*. Falls dieses Kriterium nicht erfüllt ist, müssen alternative Ansätze in Betracht gezogen werden, z. B. präzisere Messgeräte, unabhängigere Variablen im mathematischen Modus, umfangreichere Stichprobengrößen oder eine IPMVP-Option, bei der die unbekannt Variablen einen geringeren Einfluss haben.

Ansatz auf Basis angenommener Einsparungen

1. **Stellen Sie sicher, dass die Versicherungsanforderungen des Projekteigentümers/Investors in Bezug auf die Projektentwicklungsaktivitäten erfüllt werden**, im Hinblick auf die Art und den Betrag des Versicherungsschutzes.
2. **Erfassen Sie Anlageninformationen.** Ermitteln Sie, welcher Umfang der Straßenbeleuchtungsanlage sich auf den physischen Geltungsbereich des vorgeschlagenen Projekts bezieht, und verwenden Sie bei Bedarf Pläne und Zeichnungen, Anlagenregister und physische Inspektionen. Diese Informationen werden bei möglichen künftigen Anpassungen der Straßenbeleuchtungsanlage oder seiner Komponenten berücksichtigt.
3. **Definieren Sie die Projektgrenze**, für die Einsparungen berechnet werden sollen.
4. **Entwickeln Sie ein Projektinventar für die zu ersetzenden Vorrichtungen und die zugehörige Technik.** Erheben Sie die Anzahl der einzelnen Gerätetypen, einschließlich der nicht betriebsbereiten Geräte, und ermitteln Sie den zugehörigen Stromverbrauch für jedes Gerät. Führen Sie Vor-Ort-Messungen nach einem Stichprobenverfahren durch (siehe *IPMVP's Statistics and Uncertainty for IPMVP 2014*). Wenn das nicht möglich ist, sollte der Energieverbrauch auf Basis der Herstellerangaben ermittelt werden. Sind diese Quelldaten nicht verfügbar, können national anerkannte Referenzdokumente verwendet werden – siehe die PDS als Orientierungshilfe.
5. **Berechnen Sie für jeden Gerätetyp die geschätzten jährlichen Gesamtbetriebsstunden** unter Baseline-Betrieb. Diese sollten auf einem national anerkannten Ansatz basieren und müssen alle Auswirkungen auf die Betriebsstunden berücksichtigen, z. B. örtliche Sonnenauf- und -untergangszeiten sowie Ausfälle. Gibt es keinen national anerkannten Ansatz, kann zur Ermittlung der Betriebsstunden entweder die Betriebsstundenmessung vor Ort für einen repräsentativen Zeitraum oder die PDS als Orientierungshilfe herangezogen werden.
6. **Berechnen Sie den geschätzten Stromverbrauch** im Baseline-Betrieb gemäß dem entsprechenden Stromverbrauch und den Betriebsstunden für jedes Gerät innerhalb der Projektgrenze.
7. **Berechnen Sie den geschätzten jährlichen Baseline-Energieverbrauch**, indem Sie die jährlichen Betriebsstunden mit dem Stromverbrauch für jeden Gerätetyp innerhalb der Projektgrenze multiplizieren.
8. **Überprüfen Sie den Baseline-Energieverbrauch** mittels stichprobenartiger Messungen (siehe *IPMVP's Statistics and Uncertainty for IPMVP 2014*) und/oder Vergleichen der Ergebnisse mit bestehenden national anerkannten Informationsdatenbanken, wie z. B. Inventaren und Gebührencodes für Abrechnungszwecke. Ist die Abweichung zwischen der endgültigen berechneten Baseline des Energieverbrauchs und den Vergleichsdaten größer als 10 %, muss diese Differenz begründet werden.
9. **Dokumentieren** Sie alle Informationsquellen, durchgeführten Berechnungen und die Ergebnisse der Gegenprüfung **nachvollziehbar**.

PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG v1.3

Alle Ansätze

1. **Ermitteln Sie Spitzenbedarf und Preise** (wenn Spitzenbedarfspreise gelten) basierend auf stündlichen Daten als Minimum. Wenn keine Stundendaten verfügbar sind, geben Sie den Grund dafür an und beschreiben Sie mögliche Auswirkungen auf die Baseline- und Einsparberechnungen sowie die Art und Weise, wie diesen Problemen Rechnung getragen wird.
2. **Erfassen Sie den durchschnittlichen Tagesbedarf in einem Diagramm** (wenn Leistungsentgelte oder nutzungszeitbasierte Preise gelten) in 15-Minuten-Intervallen (in der maximal verfügbaren Frequenz, wenn 15-Minuten-Intervalle nicht verfügbar sind) – mit Zeit auf der x-Achse und kW auf der y-Achse – für typische Werktage und Wochenendtage im Frühjahr, Herbst, Winter und Sommer.

1.2 DOKUMENTATION

Auswahl des Baselineing-Ansatzes

- Begründung für den gewählten Baselineing-Ansatz.

Messtechnischer Ansatz

- Vollständige Energiedaten als computerlesbare Datei, einschließlich:
 - Die reinen Zählerstände sollten das Von- und Bis-Datum, den Energieeinheitenwert, die Energieverbrauchsgebühren, die Bedarfsmengen und die Bedarfspreise enthalten. Die Erfassungsdauer der Energiedaten sollte dem definierten Baseline-Zeitraum entsprechen. Es sollte die Landeswährung verwendet werden.
 - Beschreiben Sie kurz, wie die Zeiträume zu den verwendeten ganzzahligen Jahren/Monaten konsolidiert werden. Die Daten der Ablesenzeiträume variieren von Energiequelle zu Energiequelle.
- Anfangs- und Enddatum des Baseline-Zeitraums und warum dieser Zeitraum gewählt wurde. Beschreiben Sie kurz, wie der Baseline-Zeitraum gewählt wurde und welche Relation zwischen der/den unabhängige(n) Variable(n) und dem Energieverbrauchszyklus besteht.
- Alle in der Regressionsanalyse verwendeten Daten, wie z. B. Dunkelstunden oder Verkehrsdaten, entsprechen dem Baseline-Zeitraum.
- Alle Analysen, die an den Baseline-Daten durchgeführt werden, einschließlich der Ergebnisse der Suffizienz- und statistischen Validitätstests des Modells.

Ansatz auf Basis angenommener Einsparungen

- Inventarliste für alle Geräte innerhalb der Projektgrenze.
- Angaben zum Stromverbrauch aller Geräte innerhalb der Projektgrenze, einschließlich Informationsquellen.
- Einzelheiten zu allen Berechnungen bezüglich der jährlichen Betriebsstunden und des gesamten jährlichen Baseline-Energieverbrauchs, einschließlich der Ergebnisse der in Abschnitt 1.1 beschriebenen Gegenprüfung.

PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG v1.3

Alle Ansätze

- Vertraglicher Nachweis der Versicherungsanforderungen des Projekteigentümers oder Investors an den Projektentwickler in Bezug auf das gegenständliche Projekt, wie beispielsweise eine Kopie der Angebotsanfrage oder Energieleistungsvertrages, und Nachweis, dass die benötigte Versicherung vorhanden ist, üblicherweise in Form eines Versicherungszertifikats. Alternativ kann eine schriftliche Bestätigung des Projekteigentümers oder Investors, dass seine Versicherungsanforderungen erfüllt werden, übermittelt werden.
- Eine Zusammenfassung der Geräte der Straßenbeleuchtungsanlage, einschließlich aller Energieverbräuche, die nicht mit der Lichterzeugung des Beleuchtungskörpers verknüpft sind, sofern dies für die vorgeschlagenen EEM relevant ist.
- Wenn für die empfohlenen Modernisierungen geeignet, übermitteln Sie Anlagen- oder Gerätezeichnungen, Geräteinventare, System- und Materialspezifikationen, Felduntersuchungsergebnisse, Beobachtungen, kurzzeitig überwachte Daten, Punktmessungen und Ergebnisse von Funktionstests.
- Die vom Energieversorger veröffentlichte Tarifstruktur, einschließlich einer Aufschlüsselung der Übertragungskosten, der Bedarfspreise, der Steuern und der Tageszeitvariabilität für jedes dieser Elemente.
- Kopien von mindestens einer Rechnung oder gleichwertige Daten, vorzugsweise in maschinenlesbarer Form, einschließlich der Beschreibung der Tarifstruktur und etwaiger fixer Gebühren.
- Liste der projektspezifischen Routineanpassungsfaktoren, die in den M&V-Plan aufzunehmen sind.

2.0 EINSPARBERECHNUNGEN

Die Berechnung der geschätzten Einsparungen für Projekte, die dieses Protokoll verwenden, muss auf transparenten Berechnungsmethoden oder -werkzeugen basieren. Alle Einsparberechnungen müssen auf soliden ingenieurwissenschaftlichen Methoden und Best Practices beruhen und den folgenden Grundprinzipien genügen, unabhängig davon, ob es sich um einen Ansatz auf Basis angenommener Einsparungen oder einen messtechnischen Ansatz handelt: Genauigkeit, Vollständigkeit, konservativer Ansatz und Transparenz.

Ausgangspunkt für ein Straßenbeleuchtungsprojekt ist die Entwicklung einer für das Straßenbild geeigneten Beleuchtungslösung. Die Planung eines Projekts zur Modernisierung der Straßenbeleuchtung – insbesondere im Hinblick auf die Leuchtstärken und die Festlegung geeigneter Lampen ohne Überbeleuchtung – hat einen großen Einfluss auf den Energieverbrauch. Es sollten Schritte unternommen werden, die sicherstellen, dass die Möglichkeiten zur Erzielung von Energieeinsparungen durch die Auslegung der Lösung maximiert werden. Die vorgeschlagene Straßenbeleuchtungslösung sollte mindestens von einem qualifizierten Fachmann entworfen werden (siehe Abschnitt 2.1). Dieser sollte sich dabei an den [EU Green Public Procurement Criteria for Street Lighting and Traffic Signals](#) sowie *EN 13201: Straßenbeleuchtung* als umfassende Ressourcen für die Auslegung nach Best Practices und die Spezifikation von Straßenbeleuchtungsprojekten orientieren.

In der nachstehenden Tabelle 1 sind die energieverbrauchenden Komponenten aufgeführt, die eine typische EEM umfassen kann. Zudem enthält sie Beispiele für Zusatzkomponenten, die in einer modernisierten Straßenbeleuchtung ebenfalls gefunden werden können. Zusatzfunktionen dieser Art sind zulässig, wenn die Last vorhersagbar ist und nicht wesentlich zum Gesamtenergieverbrauch beiträgt.

PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG v1.3

Tabelle 1: Typische EEM für Straßenbeleuchtungsanlagen und Zusatzgeräte

Energieverbrauch	Gerät
Typische Straßenbeleuchtungsgeräte	Steuerung einschließlich Zeitsteuerung und Dimmen
	Sensoren für Präsenz- und Lichtstärkeerkennung
	Zentrales Managementsystem (CMS) und zugehörige Kommunikationsmodule
	Vorschaltgeräte oder Treiber
	Beleuchtungsarmaturen
	Stromversorgung einschließlich Kabelverluste
Typische Zusatzgeräte	WiFi-Hotspots
	Mobilfunkzellen
	Funknetzwerke mit niedrigem Stromverbrauch
	Öffentliche Informationssysteme
	Sensoren (z. B. Schadstoffüberwachung, Verkehrslenkung)
	Sonstige nicht beleuchtungsbezogene Zusatzlasten

Die Ergebnisse der Einsparberechnung sollten auch auf den geschätzten oder bekannten Endenergieverbrauch kalibriert werden. Energieeinsparberechnungen müssen mithilfe von Open-Source-Tools entwickelt werden. Für unterstützende Berechnungen können jedoch proprietäre Tools erforderlich sein. Wenn diese verwendet werden, muss die Dokumentation den Verlauf der früheren Verwendung, eine detaillierte Beschreibung der Berechnungsmethoden und Annahmen, die vom Tool verwendet werden, sowie Papers, Studien oder Dokumentationen enthalten, die die technische Stringenz des Werkzeugs und der verwendeten Verfahren belegen.

Neben der Entwicklung von EEM-Einsparberechnungen müssen hier weitere Elemente dokumentiert werden, die für die Erstellung eines Investitionspakets notwendig sind. Dies erfordert eine detaillierte Planung und Koordination, damit Festpreise generiert werden können.

Bei einem messtechnischen Ansatz kann es nach Abschluss der Einsparberechnung erforderlich sein, die Messgrenze im Verlauf des Zertifizierungszeitraums (Abschnitt 1.0) zu überprüfen, wenn sich das Ausmaß der erwarteten Energieeinsparung im Vergleich zu den ersten Schätzungen wesentlich geändert hat. Wenn beispielsweise die erwartete Einsparung geringer ist als ursprünglich erwartet, genügt die vorgeschlagene Baseline u. U. nicht mehr dem in Abschnitt 1.1 (und EVO 10100 – 1:2014, *Statistics and Uncertainty for IPMVP*, Abschnitt 1.2) erläuterten Prinzip der statistischen Validität. Das kann die Auswahl einer anderen Messgrenze, das Sammeln weiterer Daten zu unabhängigen Variablen oder die Auswahl einer alternativen IPMVP-Option erfordern.

2.1 VERFAHREN

1. **Entwickeln Sie erste Einsparschätzungen**, indem Sie das aktuelle System mit den Spezifikationen der vorgeschlagenen EEM vergleichen. Wenn diese Informationen noch nicht verfügbar sind, vergleichen Sie sie mit den Best Practices der Branche oder nutzen Sie Benchmarking-Daten, Input von Systembetreibern oder empirische Beobachtungen aus bestehenden Projekten. Stellen Sie sicher, dass Zusatzausrüstung oder -funktionen im Rahmen des zu zertifizierenden Investitionspakets ein vorhersagbares Lastprofil haben und/oder keinen wesentlichen Beitrag zum prognostizierten Gesamtenergieverbrauch leisten.
2. **Erstellen Sie vorläufige Kostenschätzungen** für jede betrachtete EEM. Erste Angebote können vom/von den Auftragnehmer(n) eingeholt werden. Als Alternative können Kostenvoranschläge basierend auf den Erfahrungswerten des Ingenieurs mit früheren Projekten, detaillierten konzeptionellen Schätzungen, national anerkannten Quellen für Kostenvoranschläge, Angeboten von Generalunternehmern oder anderen Quellen erstellt werden.
3. **Ermitteln Sie die bevorzugten Finanzanalyse-Kennzahlen** und -Kriterien des Investors (oder Eigentümers), um EEM zu bewerten. Folgende Kennzahlen kommen u. a. infrage: einfache Amortisationsdauer (SPB), Return on Investment (ROI), interner Zinsfuß (IRR), Kapitalwert (NPV), Cashflow-Analyse und/oder Verhältnis von Einsparungen zu Investitionen (SIR). Energieeinsparungen (vermiedene Energiekosten) können zwar die Hauptquelle der finanziellen Rendite des Projekts sein, andere nicht energiebezogene Quellen von Kosteneinsparungen oder -verlusten müssen aber in das Investitionspaket integriert werden, sofern sie realisierbar und eindeutig in monatliche Cashflows übersetzt und entsprechend dokumentiert werden können. Dazu gehören auch die vermiedenen Wartungskosten der Geräte. Wenn vom Investor gefordert, führen Sie eine Sensitivitätsanalyse durch, um die Auswirkungen von Schwankungen kritischer Variablen (z. B. Betriebsstunden) auf die prognostizierten Einsparungen zu beurteilen.
4. **Entwickeln Sie ein Bündel empfohlener EEM** und wählen Sie EEM aus, die wahrscheinlich die Investitionskriterien und das Soll-Ergebnis des Projekts erfüllen. Im Rahmen eines Best-Practice-Ansatzes basiert dies auf den Ergebnissen des Energie-Audits sowie auf den Erfahrungen der beteiligten Ingenieure, des Spezialisten für Beleuchtungsanlagen, den Präferenzen des Anlagenbetreibers, dem beobachteten Zustand und Betrieb der bestehenden Systeme, den vorläufigen Berechnungen und den Empfehlungen der Auftragnehmer. Wird ein Energie-Audit durchgeführt und bestehen nationale Anforderungen an Einzelpersonen oder Organisationen, die Energie-Audits durchführen, so müssen diese Anforderungen erfüllt werden (siehe *Liste der Qualifikationen und Zertifizierungen*).
5. **Entwickeln Sie detaillierte Energieeinsparberechnungen:**
 - a. **Wählen Sie für die Durchführung der Energieeinsparberechnungen eine Person aus, die über Folgendes verfügt:**
 - i. national/international anerkannte Zertifizierung für die Energieeinsparberechnung (siehe *Liste der Qualifikationen und Zertifizierungen*) **oder**
 - ii. mindestens drei Jahre Erfahrung in der Entwicklung von Energieeinsparberechnungen, dokumentiert in Form eines CV, der die einschlägigen Projekterfahrungen beschreibt.

PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG v1.3

- b. **Verwenden Sie Open-Book-Methoden** wie Tabellenkalkulationen oder im Handel erhältliche bzw. selbst entwickelte Methoden.
- c. **Im Rahmen eines Ansatzes auf Basis angenommener Einsparungen:**
- i. **Entwickeln Sie ein Projektinventar** für die vorgeschlagenen EEM, das die Anzahl der Einheiten und den geschätzten Stromverbrauch im Rahmen des vorgeschlagenen Betriebs gemäß den Anforderungen in Abschnitt 1.1 einschließt.
 - ii. **Schätzen Sie für jedes Stück Ausrüstung innerhalb der Messgrenze die jährlichen Gesamtbetriebsstunden** im Rahmen des vorgeschlagenen Betriebs gemäß den Anforderungen in Abschnitt 1.1.
 - iii. **Berechnen und dokumentieren Sie den geschätzten Jahresenergieverbrauch.**
- d. **Bereiten Sie im Rahmen eines messtechnischen Ansatzes Eingabewerte vor** – mithilfe von Vor-Ort-Beobachtungen, Messdaten und Input von Gerätlieferanten, technischen oder Wartungsteams vor Ort und anderen relevanten Spezialisten.
- Erstellen Sie Berechnungen in leicht lesbarer und nutzbarer Form auf der Grundlage der Systemdokumentation einschließlich Pläne, Geräteverzeichnisse, Vor-Ort-Kontrollen, Beobachtungen und Tests.
 - Als Berechnungsgrundlage sollten stündliche Energieverbrauchsdaten herangezogen werden, es sei denn, es kann nachgewiesen werden, dass dies für die Entwicklung von Energiesparrechnungen nicht relevant ist. Wenn keine stündlichen Daten verfügbar sind, sollte die maximale, verfügbare Häufigkeit der Datenbereitstellung in Verbindung mit einem geeigneten Berechnungsansatz verwendet werden, der diese geringere Datenauflösung kompensiert.
- e. **Für alle Ansätze:**
- Dokumentieren Sie Berechnungsverfahren, Formeln sowie verwendete Annahmen und deren Quellen.
 - Müssen Inputs Wirkungsgrade, Raten und andere Werte zuordnen, die nicht ohne Weiteres messbar sind, muss die Grundlage für solche Zuordnungen klar angegeben werden.
 - Ermitteln Sie Teillastprofile, Betriebsbedingungen und die damit verbundenen Wirkungsgrade.
 - Bestätigen Sie Betriebspläne für Betriebsstunden, saisonale Schwankungen und Zonenschwankungen.
 - Ermitteln und beschreiben Sie Inputs/Outputs (Ermittlung und Dokumentation von Vorgaben versus Annahmen), einschließlich der Inputs/Outputs von verwendeten Tools (z. B. Lastrechner, Feldtests), die zur Erstellung von Inputs für die Einsparberechnungen verwendet werden.
 - In den IPMVP-Richtlinien und in *EN 16212:2012 Energieeffizienz- und -einsparberechnung – Top-Down- und Bottom-Up-Methoden (Abschnitt 6)* finden Sie detaillierte Richtlinien für Berechnungsmethoden und Best Practices.
 - Werden für die Berechnungen proprietäre Berechnungstools von Drittanbietern verwendet, muss das hinreichend dokumentiert werden, um eine unvoreingenommene Bewertung der

PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG v1.3

geschätzten Energieeinsparungen zu belegen. Die Dokumentation muss es einem Quality Assurance Assessor mit angemessener Sachkenntnis und einschlägiger Erfahrung ermöglichen, die geplante Einsparung auf die Physik des zugrundeliegenden Systems zurückzuführen.

- Screening-Tools sind eine akzeptable Methode zur Vorprüfung der Anwendbarkeit von Maßnahmen, dürfen aber nicht als Ersatz für detaillierte Berechnungsmethoden dienen.
- f. **Berechnen Sie für jede EEM die individuelle Energieeinsparleistung und Wirtschaftlichkeit.** Dokumentieren Sie die Berechnungsmethodik, Formeln, Inputs, Annahmen und deren Quellen.
- 6. **Legen Sie eine Aufstellung der Energiepreise vor**, mit denen der monetäre Wert der Einsparungen ermittelt wird. Diese Umrechnung von Energieeinsparungen in Kosteneinsparungen muss auf der Grundlage der jeweils gültigen Preise des örtlichen Versorgers erfolgen.
- 7. **Bewerten Sie die Wirtschaftlichkeit der einzelnen EEM** und des EEM Angebotspakets.
- 8. **Holen Sie einen Festpreis für die Implementierung jeder EEM ein, der auf der erforderlichen detaillierten Planung basiert.** Das endgültige Dokumentationspaket muss Preise auf der Basis von Angeboten enthalten, deren Preis der Auftragnehmer für die Durchführung der Optimierungsmaßnahmen zugesagt hat.
 - a. **Wenn für die vorgeschlagenen Beleuchtungssysteme Planungsarbeiten erforderlich sind, muss die Planung von jemandem durchgeführt werden, der eines der folgenden Kriterien erfüllt:**
 - i. national/international anerkannte berufliche Qualifikation im Bereich Beleuchtungstechnik oder Mitgliedschaft in einem Berufsverband im Bereich Beleuchtungsplanung **oder**
 - ii. mindestens drei Jahre Erfahrung in der Planung von Straßenbeleuchtungsanlagen, dokumentiert in Form eines CV, der die einschlägigen Projekterfahrungen beschreibt.
- 9. **Entwickeln Sie ein endgültiges Investitionspaket für EEM**, die in den Projektumfang aufgenommen werden sollen, einschließlich der Betriebs- und Wartungskosten. Stellen Sie die modellbasierte Analysen und Empfehlungen basierend auf den Preisen der eingegangenen Angebote fertig. Das Investitionspaket sollte Betriebs- und Wartungskosten beinhalten. Alle langfristigen Finanzanalyse-Kennzahlen müssen verfügbare Daten oder realistische Annahmen über die Leistung der vorgeschlagenen EEM über ihre gesamte Lebensdauer umfassen, wobei gegebenenfalls ein allmähliches Nachlassen der Leistung berücksichtigt werden muss.
- 10. **Erstellen Sie einen Abschlussbericht, der die EEM zusammenfasst** und alle erforderlichen Daten enthält. Der Bericht muss eine Übersichtstabelle mit den endgültigen Energiekosteneinsparungen und Preisen für jede Maßnahme und jedes Maßnahmenpaket enthalten.

2.2 DOKUMENTATION

Alle Ansätze

- Qualifikationen der Person(en), die die Einsparberechnungen durchführt bzw. durchführen.
- Gegebenenfalls Qualifikationen der Person(en), die das Beleuchtungssystem entwirft bzw. entwerfen.

PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG v1.3

- EEM-Einsparungen, einschließlich:
 - Die Vorlage von Arbeitsmappen, Tabellenkalkulationen und anderen Open-Source-Berechnungstools, die zur Ermittlung geschätzter Einsparungen verwendet wurden, wird bevorzugt. Wenn dies nicht möglich ist, sollten zusätzlich zu den nachstehenden Punkten alle Outputs detailliert angegeben werden.
 - Offenlegung und Beschreibung der Inputs (Ermittlung und Dokumentation von Vorgaben gegenüber Annahmen), einschließlich der Inputs von unterstützenden Tools (z. B. Lastrechner, Feldtests), die zur Erstellung von Inputs für die Tabellenkalkulation verwendet werden.
 - Beschreibung des Berechnungsprozesses, die es einem Prüfer mit den benötigten Input-Informationen ermöglichen würde, die Berechnung einschließlich der Dokumentation der verwendeten Formeln, der verwendeten Annahmen und ihrer Quellen zu reproduzieren.
 - Nachweis, dass die Ergebnisse der Energieeinsparberechnung auf Schätzungen oder Messungen des aufgeschlüsselten Endenergieverbrauchs kalibriert wurden.
- Wenn proprietäre oder Drittanbieter-Software-Modellierungspakete als Hilfsmittel bei den Einsparberechnungen eingesetzt werden:
 - Beschreibung der Inputs/Outputs (Ermittlung und Dokumentation von Vorgaben versus Annahmen).
 - Beschreibung der Berechnung mit proprietären bzw. Drittanbieter-Modellen, die es einem Prüfer mit den benötigten Input-Dateien ermöglicht, die Berechnungen zu reproduzieren.
 - Input-/Output-Dateien von proprietären bzw. Drittanbieter-Modellen sowie Informationen über die verwendete Software (einschließlich Versionsnummer).
- Bericht: Die Verwendung eines branchenüblichen Formats für die Dokumentation der Ergebnisse und die Auflistung der Verfahren und zugrunde liegenden Daten wird empfohlen. Siehe *EN 16247-1 Energieaudits – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (Abschnitt 5.6)*
 - Die voraussichtlichen jährlichen Energieeinsparungen sind in Form von Energieeinheiten und als Kosteneinsparungen unter Verwendung des richtigen Grenzsatzes für die betreffende Energieart zu dokumentieren.
- Eine detaillierte Kostenaufstellung mit Einzelposten für jedes der wichtigsten Projektelemente einschließlich aller Anlagen-, Rohr- und sonstigen Nebearbeiten, baulichen und sonstigen Vorarbeiten, Betriebs- und Wartungskosten.

Ansatz auf Basis angenommener Einsparungen

- Das Projektinventar bezieht sich auf alle vorgeschlagenen Geräte innerhalb der Projektgrenze.
- Angaben zu allen Berechnungen, die sich auf die jährlichen Betriebsstunden und den jährlichen Gesamtenergieverbrauch nach Umsetzung der EEM beziehen.

3.0 ENTWURF, BAU UND PRÜFUNG

Es ist wichtig, dass sich die an der Umsetzung von Energieeffizienzprojekten beteiligten Teams verpflichten, die Absicht der vom Projekteigner akzeptierten empfohlenen EEM gemäß Beschreibung im Investitionspaket umzusetzen. Die ICP-Verifikationsmethodik nutzt einen OPV-Ansatz (Operational Performance Verification = Prüfung der operativen Leistung), um zu gewährleisten, dass die einzelnen implementierten EEM ordnungsgemäß umgesetzt wurden und die prognostizierten Energieeinsparungen tatsächlich realisieren können. OPV ist ein zielgerichteter Prozess mit speziellem Fokus auf den EEM des Projekts. Er unterscheidet sich von der traditionellen Inbetriebnahme (Commissioning – Cx), deren Schwerpunkt in der Regel auf der Optimierung des gesamten Systems liegt.

Der OPV-Prozess umfasst verschiedene Verfahren, die auf Maßnahmentyp, Komplexität und anderen Faktoren basieren. OPV-Prozesse können Sichtprüfungen, gezielte funktionale Leistungstests, Spotmessungen oder das kurzzeitige Monitoring der installierten Systeme und Steuerungssequenzen umfassen.

Die OPV-Arbeiten können von einer unabhängigen Partei oder vom Projektentwickler durchgeführt werden, solange sie von einem Quality Assurance Assessor überwacht werden. Verfahren, die während des Leistungszeitraums durchgeführt werden, müssen im OPV-Plan spezifiziert sowie im Angebot und im Vertrag festgehalten werden.

3.1 VERFAHREN

1. **Ernennen Sie einen OPV-Beauftragten:** Im OPV-Plan ist ein OPV-Beauftragter zu benennen bzw. Vorkehrungen zur Ernennung eines OPV-Beauftragten zu treffen, der über eine der folgenden Qualifikationen verfügt:
 - a. national/international anerkannte Inbetriebnahme-Zertifizierung (*siehe Liste der Qualifikationen und Zertifizierungen*) **oder**
 - b. mindestens drei Jahre Erfahrung mit der Inbetriebnahme von Straßenbeleuchtungsprojekten, dokumentiert in Form eines CV, in dem die einschlägigen Projekterfahrungen beschrieben sind.
2. **Entwickeln Sie einen OPV-Plan** (vor der Ausführungsphase), der Folgendes beinhaltet:
 - a. Verfahren zur Abstimmung mit dem Projektentwickler.
 - b. Verfahren zur Überprüfung, ob die EEM wie geplant implementiert wurden und ob erwartet werden kann, dass ihre Leistung der Konzeption und Projektierung im Energie-Audit entspricht. Bei einfachen EEM, wie sie typisch für das Ersetzen von Beleuchtungsanlagen sind, handelt es sich in der Regel um einfache Verfahren wie die Sichtprüfung oder die stichprobenartige Kontrolle des Systembetriebs.
 - c. Sofern für die Art der vorgeschlagenen EEM relevant (z. B. Einführung neuer zentraler Managementsysteme), Vorgaben für die Entwicklung und Umsetzung eines Schulungsplans für die Betreiber nach Abschluss der OPV-Arbeiten zur Einweisung in die richtige Bedienung aller neuen Systeme und Geräte einschließlich der Einhaltung der Energieeffizienzziele.

PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG v1.3

- d. Vorgaben für die Aktualisierung eines bestehenden Systemhandbuchs (falls vorhanden) nach Abschluss der OPV-Arbeiten zur Dokumentation der geänderten Systeme und Geräte sowie des Prozesses und der Verantwortlichkeiten für den Umgang mit künftigen betrieblichen Problemen. Dieses Handbuch ist gemäß den in *EN 13460:2009 Instandhaltung – Dokumente für die Instandhaltung* aufgeführten Leitlinien zu erstellen. Wenn kein Systemhandbuch vorhanden ist, müssen mindestens Maßnahmen zur vollständigen Bestandsaufnahme der installierten Geräte ergriffen werden.
- e. Falls angemessen für Umfang und das Wesen des vorgeschlagenen Projekts eine Beschreibung des bei Abschluss der OPV-Arbeiten zu erstellenden einfachen OPV-Berichts, in dem die im Rahmen des OPV-Prozesses durchgeführten Aktivitäten detailliert beschrieben und wichtige Erkenntnisse aus diesen Aktivitäten erläutert werden.

3.2 DOKUMENTATION

- Qualifikationen des OPV-Beauftragten.
- OPV-Plan.

4.0 BETRIEB, WARTUNG UND MONITORING

Betrieb, Wartung und Monitoring (Operations, Maintenance & Monitoring – OM&M) ist die Praxis des systematischen Monitorings der Energiesystemleistung und die Durchführung von Korrekturmaßnahmen, um die Gesamtenergieeffizienz der EEM „nach Spezifikation“ im Zeitverlauf zu gewährleisten. Gute OM&M-Prozesse beinhalten eine proaktive Strategie zur Gewährleistung der erforderlichen Beleuchtungsniveaus bei gleichzeitiger Optimierung der Energieeffizienz. Verfahren, die während des Leistungszeitraums durchzuführen sind, müssen im OM&M-Plan festgelegt und im Angebot und im Vertrag festgehalten werden.

4.1 VERFAHREN

1. **Wählen und dokumentieren Sie ein laufendes Managementsystem**, das entweder periodische Inspektionen oder Fernsteuerungs- und -Monitoring-Systeme einschließt.
2. **Entwicklung eines Betriebs-, Wartungs- und Monitoringplans** (vor der Ausführungsphase), der Folgendes beinhaltet:
 - a. Eine Beschreibung des zu wählenden OM&M-Managementsystems. Wenn ein Monitoring-basierter Ansatz für OM&M genutzt werden soll, ermitteln und dokumentieren Sie die Anzahl der Punkte, das Intervall und die Dauer, die vom gewählten Monitoring-System überwacht werden sollen. Das Monitoring-System sollte Messungen vornehmen, die erforderlich sind, um die laufende Leistung des Systems gemäß seiner Auslegung zu überprüfen.
 - b. Definierte Funktionen und Zuständigkeiten der OM&M-Mitarbeiter und Pläne zur Problemlösung und präventiven (oder prädiktiven) Wartung.
 - Entwicklung eines Organigramms mit Kontaktinformationen für alle am laufenden Inbetriebnahmeprozess beteiligten Mitarbeiter und klarer interner Zuständigkeit für die Monitoring- und Reaktionsmaßnahmen.
 - c. Vorgaben für die Ernennung geeigneter Installateure der vorgeschlagenen Geräte, die entweder über eine einschlägige berufliche Qualifikation oder Mitgliedschaft in einem Berufsverband verfügen oder mindestens drei Jahre Erfahrung mit der Installation von Straßenbeleuchtungsanlagen haben.
 - d. Sofern für die Art der vorgeschlagenen EEM relevant (z. B. Einführung neuer zentraler Managementsysteme), Vorgaben für die Entwicklung und Umsetzung eines Schulungsplans, der für das Betriebs- und Wartungspersonal und Dienstleister in Bezug auf neue/geänderte Geräte, Steuerungs- und Monitoringsoftware und das Berichtssystem umgesetzt wird. Diese Schulung ist nach Abschluss der OPV-Arbeiten durchzuführen und kann mit der im Abschnitt „OPV“ beschriebenen Schulung kombiniert werden. Siehe *CIE Technical Report 154:2003: The maintenance of outdoor lighting systems* zur Orientierung.
 - e. Beschreibung des Prozesses zur Entwicklung von Leistungsüberprüfungskriterien auf der Grundlage des/der ausgewählten OM&M-System(e/s).
 - f. Vorgaben für die Entwicklung eines Benutzerhandbuchs (z. B. für ein neues zentrales Managementsystem), sofern vorhanden. Schwerpunkt bilden dabei die neuen Systeme und deren Betrieb, einschließlich der Festlegung von Zuständigkeiten für die Kommunikation von Leistungsproblemen und die Umsetzung von Korrekturmaßnahmen.

PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG v1.3

- g. Vorgaben für die Entwicklung und Ausführung von Anweisungen für das Informieren der Stakeholder über die im Rahmen des Projekts durchgeführten Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs und Beschreibung aller damit einhergehenden Best Practices bzw. empfohlenen Verhaltensänderungen.

4.2 DOKUMENTATION

- Betriebs-, Wartungs- und Monitoringplan.

5.0 MESSUNG UND VERIFIZIERUNG

Im Rahmen der M&V-Aktivitäten (Messung und Verifizierung) werden die in der Praxis erzielten Energieeinsparungen bewertet. Das ist entscheidend für das Verständnis der Wirksamkeit von Energieeffizienzmaßnahmen und -projekten. Vor der Investitionsentscheidung (z. B. im Rahmen der Vertragsentwicklung und Investment Due Diligence) muss für das Projekt zur Optimierung einer Straßenbeleuchtungsanlage ein IPMVP-konformer M&V-Plan oder eine konforme Methodik auf Basis angenommener Einsparungen entwickelt und spezifiziert werden, damit sichergestellt ist, dass es verlässliche Bilanzierungsmethoden für Energieeinsparungen gibt.

Messtechnischer Ansatz

Die M&V-Verfahren für diesen Ansatz entsprechen den in *EVO 1000 – 1:2016, IPMVP Core Concepts-2016*, Option A (Teilsystem-/Komponentenebene: Messung wichtiger Parameter), Option B (Teilsystem-/Komponentenebene: Messung aller Parameter) und/oder Option C (Gesamtsystem) beschriebenen Methoden. Alternativ können Projekte auch einen M&V-Ansatz nach *ISO 17741:2016 Allgemeine technische Regeln für Messung, Berechnung und Verifizierung von Energieeinsparungen von Projekten* verfolgen.

Als Ausgangspunkt für die M&V-Berechnungen wird die Baseline vor der Modernisierung der energiebetriebenen Systeme innerhalb der im Abschnitt „Baselining“ dieses Protokolls definierten Messgrenze verwendet. Der Ansatz erfordert die folgenden Anpassungen des Baseline-Energieverbrauchs:

1. **Routinemäßige Anpassungen:** Berücksichtigen Sie die zu erwartenden Veränderungen im Energieverbrauch.
2. **Nicht routinemäßige Anpassungen:** Berücksichtigen Sie unerwartete Änderungen des Energieverbrauchs aufgrund anderer Faktoren als der umgesetzten EEM.

Diese angepasste Baseline stellt den Energieverbrauch dar, der sich ergeben hätte, wenn die Projekt-EEM nie umgesetzt worden wären, unter den gleichen Bedingungen wie nach der Modernisierung. Die realisierten Einsparungen werden dann durch den Vergleich dieses angepassten Baseline-Energieverbrauchsmodells vor Modernisierung mit dem tatsächlichen Energieverbrauch der Anlage(n) nach Modernisierung innerhalb der Messgrenze ermittelt. Bei Option A werden einige dieser Parameter eher geschätzt als gemessen. Die Energieeinsparungen werden durch einen Vergleich der Energieeffizienz der Anlage(n) vor und nach der Modernisierung verifiziert.

Die Auswahl einer IPMVP-Option sollte in der Baselining-Phase erfolgen; weitere Angaben dazu finden Sie in Abschnitt 1.0 dieses Protokolls. Die Auswahl der Option hängt vom Ausmaß der erwarteten Energieeinsparungen im Verhältnis zur Variabilität der Baseline-Energiedaten sowie den praktischen Aspekten im Zusammenhang mit der Erfassung von Daten zu unabhängigen Variablen ab, die Schwankungen des Energieverbrauchs innerhalb der Messgrenze erklären. Eine Anleitung zur Auswahl der besten Option für eine EEM finden Sie in der IPMVP-Dokumentation.

Die M&V-Arbeiten können von einer unabhängigen Partei oder vom Projektentwickler durchgeführt werden, solange sie von einem Quality Assurance Assessor überwacht werden.

PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG v1.3

Ansatz auf Basis angenommener Einsparungen

Die Vor-Modernisierungs-Baseline für ein Projekt auf Basis angenommener Einsparungen ist der **geschätzte jährliche Baseline-Energieverbrauch** (siehe Abschnitt 1.0). Berechnet wird er durch Multiplikation der jährlichen Betriebsstunden mit dem Stromverbrauch für jeden Gerätetyp innerhalb der Projektgrenze.

Der Energieverbrauch nach der Modernisierung wird über eine äquivalente Berechnung für das System geschätzt, sobald das Energieeffizienzprojekt umgesetzt wurde. Dabei werden der Stromverbrauch für jedes Gerät und die geschätzten jährlichen Betriebsstunden durch die neuen Werte nach der Modernisierung ersetzt.

Die erzielten Energieeinsparungen ergeben sich aus der folgenden Berechnung:

Energieeinsparungen (kWh) = geschätzter jährlicher Baseline-Energieverbrauch MINUS geschätzter Energieverbrauch nach der Modernisierung

Die dieser Berechnung zugrunde liegenden Daten sind nach den unter 5.1 beschriebenen Verfahren zu erheben, aufzuzeichnen und aufzubewahren. Der Ansatz auf Basis angenommener Einsparungen muss jedoch nicht von einem qualifizierten M&V-Fachmann durchgeführt werden.

5.1 VERFAHREN

Messtechnischer Ansatz

Die M&V-Arbeiten müssen den relevanten Abschnitten der IPMVP Core Concepts-2016, Option A, B oder C, vollumfänglich entsprechen.

1. **Beauftragen** Sie in der Zertifizierungsphase **einen M&V-Spezialisten**, der eine der folgenden Anforderungen erfüllt:
 - Zertifizierung der Association of Energy Engineers (AEE) als Certified Measurement & Verification Professional (CMVP) **oder**
 - mindestens drei Jahre nachgewiesene M&V-Erfahrung, dokumentiert in Form eines CV, der die einschlägigen Projekterfahrungen beschreibt
2. **Entwickeln Sie einen IPMVP-basierten M&V-Plan** so früh wie möglich im Projektentwicklungsprozess und im Einklang mit *IPMVP Core Concepts-2016, Abschnitt 7.1*.
3. **Stellen Sie den M&V-Plan, die Input-Datensätze, die Annahmen und Berechnungen** allen Beteiligten am Effizienzprojekt sowie allen beauftragten oder unabhängigen Gutachtern zur Verfügung.

PROTOKOLL FÜR STRASSENBELEUCHTUNG v1.3

Ansatz auf Basis angenommener Einsparungen

Entwickeln Sie einen Plan auf Basis angenommener Einsparungen, der den geplanten Prozess zur Ermittlung der angenommenen Energieeinsparungen nach der Installation der EEM dokumentiert und sich am nachstehend beschriebenen Prozess orientiert:

1. **Überprüfen Sie die Anlageninformationen.** Stellen Sie sicher, dass die Installationsdaten und Materialspezifikationen/Inventare für die physischen Teile des Systems genau sind.
2. **Überprüfen Sie die Projektgrenze**, für die Einsparungen berechnet werden sollen.
3. **Überprüfen Sie die geschätzten jährlichen Gesamtbetriebsstunden** unter Baseline-Betrieb. Diese sollten auf einem national anerkannten Ansatz basieren und müssen alle Auswirkungen auf die Betriebsstunden berücksichtigen, z. B. örtliche Sonnenauf- und -untergangszeiten.
4. **Überzeugen Sie sich davon, dass die Gebührencodes so definiert wurden**, dass die Anforderungen des geltenden Gebührensystems erfüllt sind und den in Abschnitt 1.1 aufgeführten Anforderungen entsprechen.
5. **Überprüfen Sie den geschätzten Baseline-Stromverbrauch** wie in Abschnitt 1.1 beschrieben.
6. **Überprüfen Sie den geschätzten Energieverbrauch nach der Modernisierung**, indem Sie die jährlichen Betriebsstunden mit dem Stromverbrauch für jeden Gerätetyp innerhalb der Projektgrenze multiplizieren.
7. **Überprüfen Sie den Energieverbrauch nach Modernisierung** mittels stichprobenartiger Messungen (siehe *IPMVP's Statistics and Uncertainty for IPMVP 2014*) und/oder Vergleichen der Ergebnisse mit bestehenden national anerkannten Informationsdatenbanken, wie z. B. Inventaren und Gebührencodes für Abrechnungszwecke.
8. **Berechnen Sie** die Energieeinsparungen nach der obigen Gleichung in 5.0.

5.2 DOKUMENTATION

Messtechnischer Ansatz

- M&V-Plan im Einklang mit *IPMVP Core Concepts-2016*, Abschnitt 7.1. Dieser M&V-Plan muss Folgendes erfüllen:
 - Beinhalten aller in Abschnitt 7.1 des IPMVP vorgeschriebenen Elemente
 - Bereitstellen aller Anpassungsparameter und Formeln für routinemäßige und bekannte oder erwartete nicht routinemäßige Anpassungen
 - Definieren der Prinzipien, auf denen mögliche unbekannte, nicht routinemäßige Anpassungen basieren
 - Beinhalten einer vollständigen Beschreibung der Berechnungsgrundlage aller verwendeten Baseline-Modelle, einschließlich der Frage, ob das resultierende Modell der statistischen Validität des IPMVP entspricht (EVO 10100 – 1:2014, *Statistics and Uncertainty for IPMVP*, Abschnitt 1.2)
 - Bereitstellen einer umfassenden Bewertung jedes genutzten Baseline-Regressionsmodells auf der Grundlage der Leitlinien in EVO 10100 – 1:2014, *Statistics and Uncertainty for IPMVP*, Abschnitt 2.2
 - Kontextualisierung der erwarteten Einsparungen in Bezug auf statistische Verlässlichkeit und Genauigkeit gemäß Beschreibung in EVO 10100 – 1:2014, *Statistics and Uncertainty for IPMVP*, Abschnitt 1.1

Ansatz auf Basis angenommener Einsparungen

- Plan auf Basis angenommener Einsparungen, der den geplanten Prozess zur Ermittlung der angenommenen Energieeinsparungen nach der Installation der EEM dokumentiert und sich an dem in Abschnitt 5.1 beschriebenen Prozess orientiert. Der Plan muss alle Berechnungen und Nachweisdokumente einschließen, die in den Abschnitten 1 und 2 aufgeführt sind.