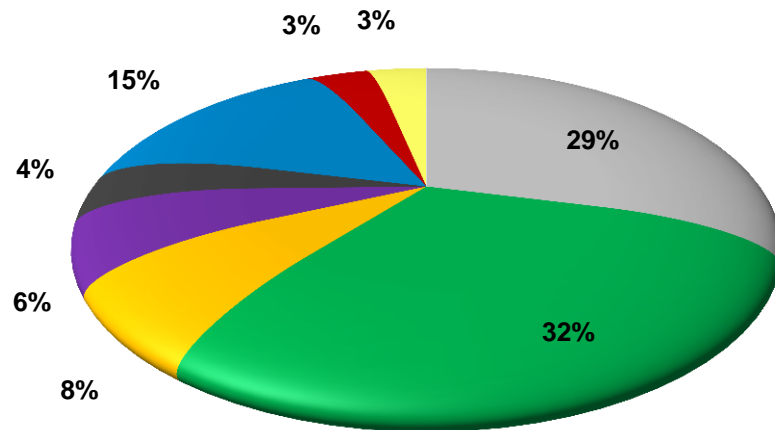


Vorgehensweise zur energetischen Modernisierung der Straßenbeleuchtung

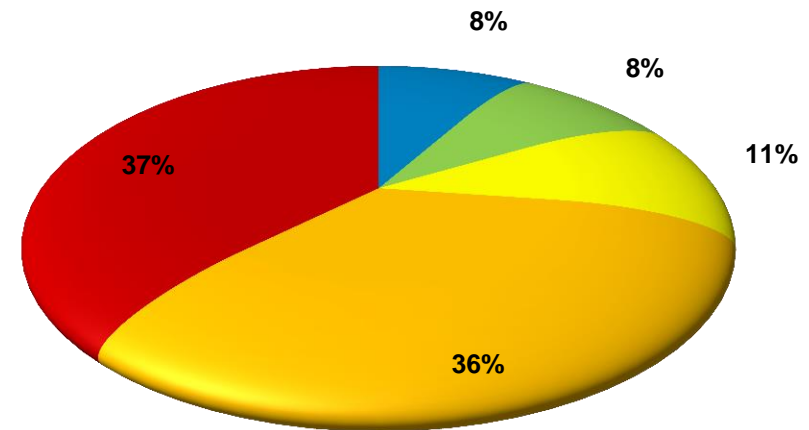
(keine Rechtsberatung – rechtl. relevante Aussagen stehen unter Vorbehalt juristischer Prüfung)

Eingesetzte Lampentypen



■ Hg-Dampf ■ Na-Dampf
■ Halogenmetaldampf ■ Kompaktleuchtstoff

Alter der Straßenbeleuchtung

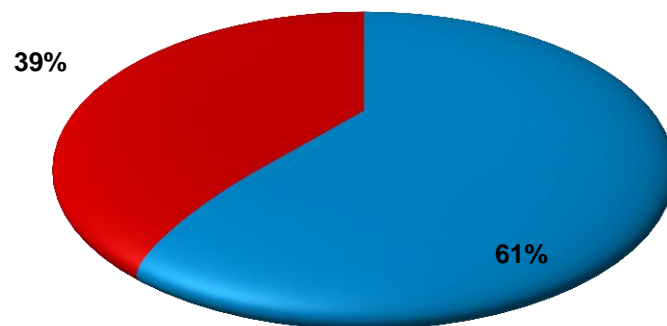


■ k.A. ■ 0 - < 10 a ■ 10 - < 15 a
■ 15 - < 20 a ■ > 20 a

- Hoher Anteil ineffizienter Leuchten
- ca. 1/3 der Leuchten haben Ihre Nutzungsdauer erreicht bzw. erreichen diese zeitnah

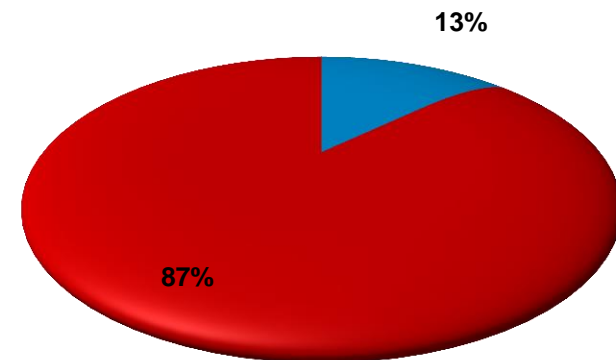
Verbrauchsanteil Strom Straßenbeleuchtung

Kommunen < 50.000 EW



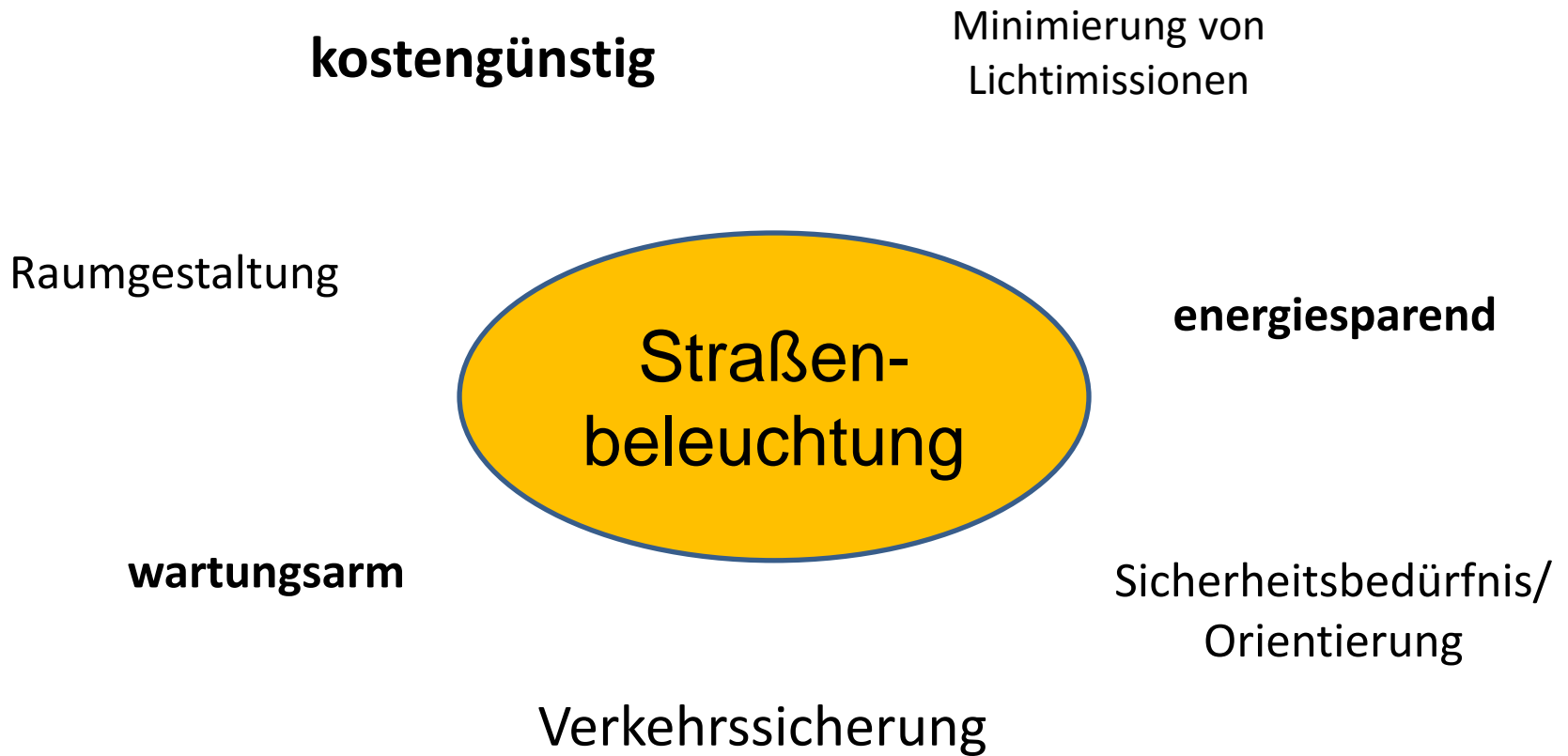
■ Straßenbeleuchtung ■ andere Liegenschaften

Kommunen > 50.000 EW



■ Straßenbeleuchtung ■ andere Liegenschaften

- Besonders in kleinen und mittleren Kommunen hat die Straßenbeleuchtung einen erheblichen Anteil am Stromverbrauch

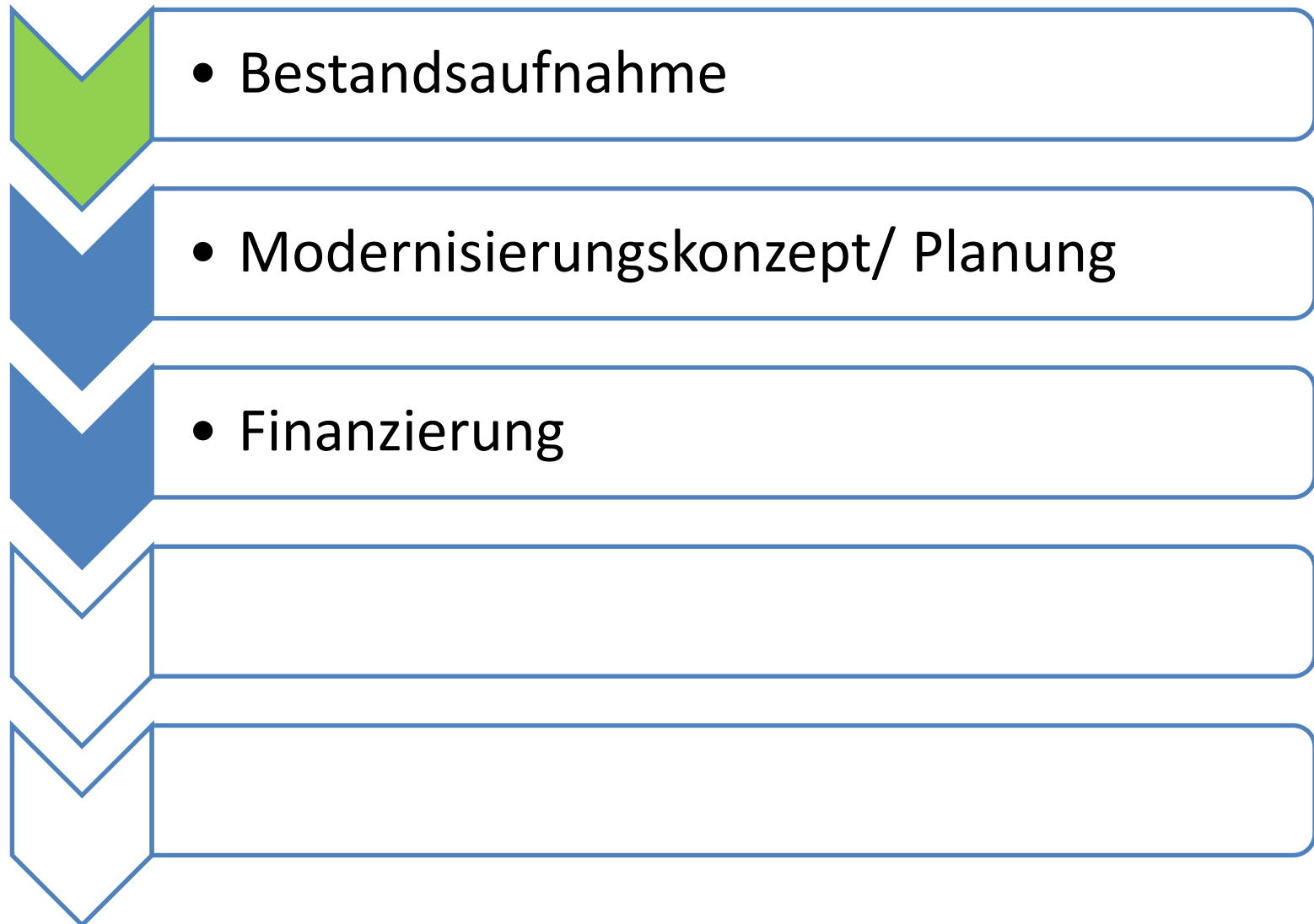


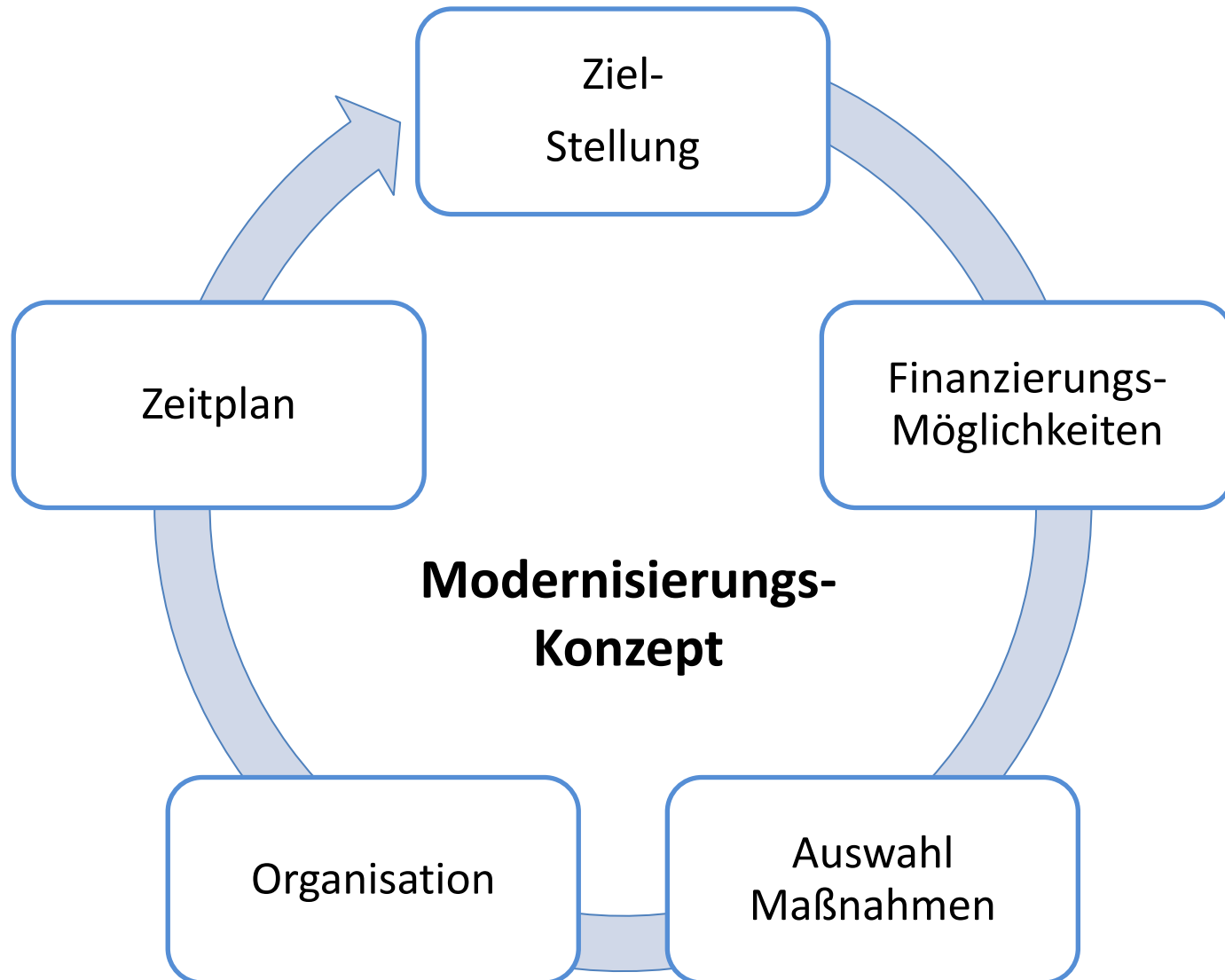
- 
- Bestandsaufnahme

- **Grundlage für:**
 - Modernisierungskonzept
 - Planung und Ausschreibung
 - Betriebsführung

- **Inhalt:**
 - Verteilungsstruktur,
 - Welche/ Wieviel LP hängen an welchem Schaltschrank
 - Straßengeometrie:
 - Straßenbreite- und Typ, LP-Abstand, - Höhe, -Überhang
 - Alter und Typ:
 - Masten, Leuchten, Leuchtmittel, Vorschaltgeräte
 - Steuerung:
 - Typ, Parameter
 - Energie- und Betriebskosten nach Straßenzug/ Leuchtentyp

- **Varianten:**
 - Exel-Liste – (www.thega.de/wissensportal),
 - datenbankbasierte Software-Lösungen





▪ **Aufgabenstellung/ Ziel der Erneuerung**

- Altersbedingte Erneuerung
- Senkung Betriebskosten
 - Energie, Wartung/ Instandhaltung
- Verbesserung Beleuchtungsergebnis
 - Beleuchtungsniveau, Gleichmäßigkeit, ...,
- Versorgungsengpässe durch veraltete Technologie
 - Quecksilberdampf-Lampen



▪ **Finanzierung**

- Kredit oder Eigenmittel?
- Ausbaubeitragsfähig?
- Modernisierung oder Sanierung?
- Rentabilität?
- Förderfähig?

▪ Welche Finanzierungsmöglichkeiten gibt es:

- Eigenmittel:
 - eher selten
- Kreditfinanzierung
 - Ausbaubeitragsfähig? > Abstimmung mit Kommunalaufsicht
 - Antrag Kreditgenehmigung:
 - Investition oder Unterhaltsmaßnahme?
 - Nachweis Rentierlichkeit: Einsparung Betriebskosten > Kapitaldienst
 - Sehr günstige Rahmenbedingungen (KfW Kommunalkredit: akt. 10 Jahre > 0,15%)
[Link Kommunalkredit](#)

▪ Welche Fördermöglichkeiten gibt es:

- Kommunal-Richtlinie:
 - Bis zu 31,25% je nach errechneter CO₂-Einsparung und HH-lage
[Link Kommunalrichtlinie](#)
 - Kommunalinvestitionsfördergesetz:
 - Energetische Sanierung von Infrastruktur-Investitionen
 - Maßnahme darf nicht vollständig durch Beiträge zu finanzieren sein
 - Rücksprache mit Kommunal-Aufsicht empfehlenswert

- **Definition des gewünschten Beleuchtungsergebnisses in Abhängigkeit von städtebaulicher Situation und Anspruch Sehaufgabe**
 - Beleuchtungsniveau
 - Gleichmäßigkeit
 - Blendungsbegrenzung
 - Farbtemperatur
 - Farbwiedergabe
 - Beleuchtungszeiten, Dimmzeiten, Dimmniveaus

 - Orientierung: DIN 13201

- **Maßnahmenvergleich:**
 - Leuchtmitteltausch/ Umrüstung
 - Umrüstung (Austausch Leuchtmittel inkl. VSG)?
 - konventionell oder LED?
 - LED: Einschraub-Lösung oder Umrüst-Satz?
 - Leuchtentausch
 - Konventionell (HSE/HST, Halogenmetaldampf) oder LED?
 - Komplett-Erneuerung des Lichtpunkts: LED (Erweiterung der Mastabstände)?
 - Optimierung der Steuerung:
 - Ein-Ausschaltzeiten, Absenkung Beleuchtungsniveau?
 - zentral oder dezentral?

▪ Zeitplan und Organisation

- Wie sollen die Maßnahmen ausgewählt und priorisiert werden?
 - Betriebswirtschaftliche, sicherheitsrelevante, gestalterische, altersbedingte Aspekte
- In welchem Zeitraum/ welchen Etappen sollen die Maßnahmen umgesetzt werden?
 - finanzielle, personelle Möglichkeiten
 - strategische Erwägungen
- Aufgabenverteilung/ Einbindung externer Dienstleister



- Bestandsaufnahme



- Modernisierungskonzept



- Finanzierung



- Beschaffung



▪ **LED-Leuchten: eine neue Welt**

- Hohe Energie-Einspar-Potentiale
- Neue Möglichkeiten der Steuerung/ bedarfsangepassten Beleuchtung

- Junger, dynamischer Markt, Anbieter aller Couleur
- Keine verbindlichen Standards zur Ermittlung von Leistungsdaten
- Kein Wettbewerb/ Markt im Bereich von Ersatz-Leuchtmitteln (LED-Modulen)
 - AG bindet sich bzgl. der späteren Beschaffung von Ersatzteilen an einen Leuchten-Hersteller



▪ **Welche Konsequenzen hat das für die Beschaffung?**

■ Aufgabenstellung:

- Welcher Bieter kann die vom AG definierte Beleuchtungsaufgabe am besten erfüllen?
 - unter Berücksichtigung definierter Qualitätskriterien
 - bei niedrigsten Lebenszykluskosten

■ Voraussetzung

- Beschreibung der Beleuchtungsaufgabe (Modernisierungskonzept)
- Definition Leuchten-Qualitätsmerkmale
- Definition der Lebenszykluskosten und deren Wichtung
- Definition von Hersteller-Garantien
- Beschreibung des (Berechnungs-)Verfahrens zur Ermittlung der Lebenszykluskosten/ des Bestbieters

- **Auftraggeber: Beschreibung der Beleuchtungsaufgabe**
 - Straßengeometrie
 - Breite, Profil, ggf. Beleuchtungsklasse nach DIN 13201
 - LP-Abstand und –Höhe, Länge Ausleger,
 - Beschreibung der Beleuchtungsaufgabe
 - Beleuchtungsstärke bzw. Leuchtdichte,
 - Gleichmäßigkeit,
 - ...

- **Auftragnehmer: Nachweis der Erfüllung der Beleuchtungsaufgabe**
 - mittels lichttechnischer Berechnung (Simulationsprogramm)
 - Unter Verwendung der Lichtstärkeverteilungskurven der angebotenen Leuchte
 - Angabe der hierfür benötigten Leistungsaufnahme
 - Angaben für die Ermittlung der Aufwendungen für Wartung/ Instandhaltung
 - Bemessungslebensdauer, Kosten Austauschmodul, ...

- **Auftraggeber: Anforderungen an das Produkt LED-Leuchte (Qualitätssicherung)**
 - Produktmerkmale der zu liefernden (LED-)Leuchten:
 - Schutzart, Schutzklasse
 - Thermomanagementkonzept
 - Lebensdauer (z.B. L80B10 = 50.000 h) mit qualifiziertem Nachweis der Ermittlung
 - Farbtemperatur, Farbstabilität
 - Begrenzung Lichtemission (z.B. bis 75°)
 - Zertifikate (ENEC, VDE,...)
 - (...) Vergl. Leitfaden ZVEI: [„Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung“](#)
 - Herstellermerkmale
 - Qualitätsmanagement ISO 9.001, ...,
- **Auftragnehmer: Nachweis der Produkthanforderungen**

- **Vergabe nach Lebenszykluskosten erfordert valide Produktangaben zur Berechnung**
 - voraussichtlicher Energiekosten
 - voraussichtlicher Wartungs- Instandhaltungskosten



- **Hersteller-Garantien**
 - Garantierte System-Lebensdauer
 - Idealerweise Zeitraum Amortisation + X
 - Absicherung der Investition
 - belastbare Ermittlung der Lebenszykluskosten
 - Ersatzteil-Garantie
 - LED-Modul und Treiber
 - Optische, mechanische und elektronische Kompatibilität mit Bestandsbauteil
 - Kostengarantie Ersatzteile
 - z.B. aktuelle Kosten (Material + Montage) + Inflationsrate

▪ Wertung der Angebote

1. Prüfung Vollständigkeit

• Inhaltliche Prüfung

- Wird die definierte Beleuchtungsaufgabe erfüllt?
- Werden die Qualitätsanforderungen erfüllt und nachgewiesen?
- Liegen die geforderten Angaben zur Errechnung des Bestbieters vor?
- Liegen die geforderten Garantien vor?

2. Vergleich der Angebote

- Errechnung der Lebenszykluskosten, bzw. Berücksichtigung von Parametern, die sich auf die Lebenszykluskosten auswirken
 - Kosten Errichtung
 - Kosten Energie über def. Betrachtungszeitraum
 - Kosten Wartung/ Instandhaltung über def. Betrachtungszeitraum
- Wichtung und „Bepunktung“ der nachgewiesenen Kriterien

3. Bekanntgabe des Bestbieters



- Bestandsaufnahme



- Modernisierungskonzept



- Finanzierung



- Beschaffung



- Errichtung, Erfolgskontrolle

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!





Frank Kuhlmeier
Projektleiter
Tel. 0361-5603218
frank.kuhlmeier@leg-thueringen.de

*Kommunales Energiemanagement,
Energieeffizienz kommunale Gebäude und Straßenbeleuchtung*

Backup

- 
- Bestandsaufnahme

- 
- Modernisierungskonzept/
• Planung

- 
- Ausschreibung/
• Vergabe

- 
- Errichtung/
• Monitoring

- 
- Betrieb/
• Monitoring

Gliederung:

- Gesetzliche Rahmenbedingungen
- Technische Rahmenbedingungen
- Vorgehensweise
- Beschaffungsvarianten
- Beschaffung im Eigenbetrieb

Gesetzliche Rahmenbedingungen

(Keine Rechtsberatung. Aussagen stehen unter dem Vorbehalt der Notwendigkeit rechtlicher Prüfung.)

Gibt es eine Beleuchtungspflicht?

- Lt. ThürStr.G §9 Straßenbeleuchtung nicht Bestandteil der Baulast
 - Aber:
es besteht für den Träger der Baulast eine (Straßen)Verkehrssicherungspflicht. Grundsatz: Wer eine Gefahrenquelle schafft/ unterhält, ist für den Schutz Dritter vor daraus resultierenden Gefahren verantwortlich. (s.a. ThürStr.G §10)
- **Hieraus ergibt sich für die Gemeinde auch eine Beleuchtungspflicht**

Welchen Umfang hat die Beleuchtungspflicht?

- Keine gesetzgeberische Festlegung
- Kriterien Rechtsprechung:
 - Handlungspflicht innerhalb des technisch Möglichen und wirtschaftlich Zumutbaren
 - Maß des Zumutbaren abhängig vom konkreten Gefährdungspotential
 - Verkehrsteilnehmer müssen ihr Verhalten der jeweiligen Situation anpassen
- **Beleuchtungspflicht besteht darin, solche Gefahren zu vermeiden oder erkennbar zu machen, die auch der sorgfältige Verkehrsteilnehmer nicht vermeiden/ erkennen kann.**

(vergl. Ringwald-Engel/ Praxishandbuch öffentliche Beleuchtung)

Welchen Bedeutung hat die DIN 13201 für die Ausgestaltung der Straßenbeleuchtung?

- Keine Rechtsnorm > keine unmittelbare Bindungswirkung
 - in Gesetzen und Rechtsnormen kein Hinweis auf allg. anerkannte Regeln der Technik im Bezug auf DIN 13201
 - Selbstbindung durch entsprechenden Gemeinderatsbeschluss möglich > Haftung!
 - Erwägung Anwendung DIN 13201 je nach:
 - Bedeutung des Verkehrsweges,
 - Bedeutung der gefährdeten Rechtsgüter,
 - Wahrscheinlichkeit einer Gefährdung
 - Aufwand und Leistungsfähigkeit der Gemeinde
- **Erarbeitung Gesamtkonzept, kein „Flickenteppich“ aus Einzelabwägungen**
- **Gestaltungsmöglichkeiten für die Gemeinde!**

Technische Rahmenbedingungen

Was macht eine gute Straßenbeleuchtung aus?

Merkmal	Auswirkung		
	Sicherheit/ Sehkomfort	Kosten	Umwelt
Angemessene(s) Beleuchtungsniveau/-Zeiten	X	X	X
Lichtstärkeverteilung, Gleichmäßigkeit, Blendungsbegrenzung	X	X	X
Hoher Farbwiedergabeindex, Lichtfarbe	X	X	X
Energieeffizienz		X	X
Aufwand Wartung/ Instandhaltung		X	X

Was macht eine energieeffiziente Straßenbeleuchtung aus?

Merkmale	Bemerkung
Angemessenes Beleuchtungsniveau	Gemäß Beleuchtungsaufgabe
Leuchtmittel	Systemlichtausbeute (lm/W)
Optik	
Vorschaltgerät	
Lichtstärkeverteilung	Gemäß Beleuchtungsaufgabe, Streulichtbegrenzung
Steuerung	Bedarfsgerechte Anpassung Beleuchtungsniveau

- sehr hohe Lichtausbeute, sehr gute Lichtlenkung, sehr hohe Lebensdauer möglich
 - deutlich sensibler gegenüber Staub, Feuchtigkeit und Hitze
 - fehlende Langzeiterfahrungen im Praxisbetrieb
 - sehr unterschiedliche Produktqualität
 - **keine standardisierten Schnittstellen zwischen Leuchte und Leuchtmittel**
-
- Qualitätsanforderungen beachten (<http://www.zvei.org/Publikationen/ZVEI%20Checkliste%20Kommunen.PDF>)
 - Qualifizierte Nachweise für Angaben verlangen
 - Ersatzteil-Konzept verlangen
 - langfristige Hersteller-Garantien verlangen
 - Bei Berücksichtigung der Anforderungen ermöglicht die LED-Technik eine hochwertige, langlebige Beleuchtung
 - Es existieren auch hocheffiziente Lösungen mit konventioneller Technologie

Sanierung/ Modernisierung – Welche Möglichkeiten gibt es?

Modernisierungssituation	Modernisierungsvariante	Voraussetzung
Umrüstung Leuchtenkopf	hocheff. Gasentladungslampen oder LED-Umrüstsatz	Gute Qualität, geringes Baualter der Bestands-Leuchte/ dekorative Leuchte LED-Umrüstung: Gewährleistung Thermomanagement, Blendungsfreiheit, Statik (CE-Konformität)
Umrüstung Leuchtenkopf	LED-Einschraub-Lösung	Kostengünstig in der Beschaffung Blendungsbegrenzung, Statik, CE-Konformität, Thermomanagement prüfen
Austausch Leuchtenkopf	LED-Leuchte oder hocheff. Gasentladungslampe	Schlechte Qualität, hohes Baualter der Bestands-Leuchte
Installation neuer Straßenleuchten	LED-Leuchte	Lebensdauer Masten erreicht, Masthöhe- und Abstand passen nicht zur Beleuchtungsaufgabe
Installation neuer Straßenbeleuchtung	LED-Leuchten	Neuerschließung

➤ **Entscheidung: Vergleich Lebenszykluskosten: Kapital- + Betriebs- + Verbrauchskosten**

Vorgehensweise

1. Bestand erfassen:

- Monetär:
 - Erfassen der Vollkosten (Energie, Betrieb, Kapital, Verwaltung)
 - Energiekosten
 - Betriebskosten (Wartung, Instandhaltung)
 - Modernisierungskosten
 - Interne Kosten (Planung, Verwaltung)
- Technisch:
 - Masten: Zustand, Maße, Position, Bestückung
 - Schaltschränke: Zustand, Position, Zählernummer
 - Verkabelung: Zustand, Verschaltung
 - Leuchten: Leistungsaufnahme, Typ, Anzahl, Zustand, Leuchtmittel, VSG
 - Checkliste ThEGA: <http://www.thega.de/wissensportal/>

2. Bestand analysieren:

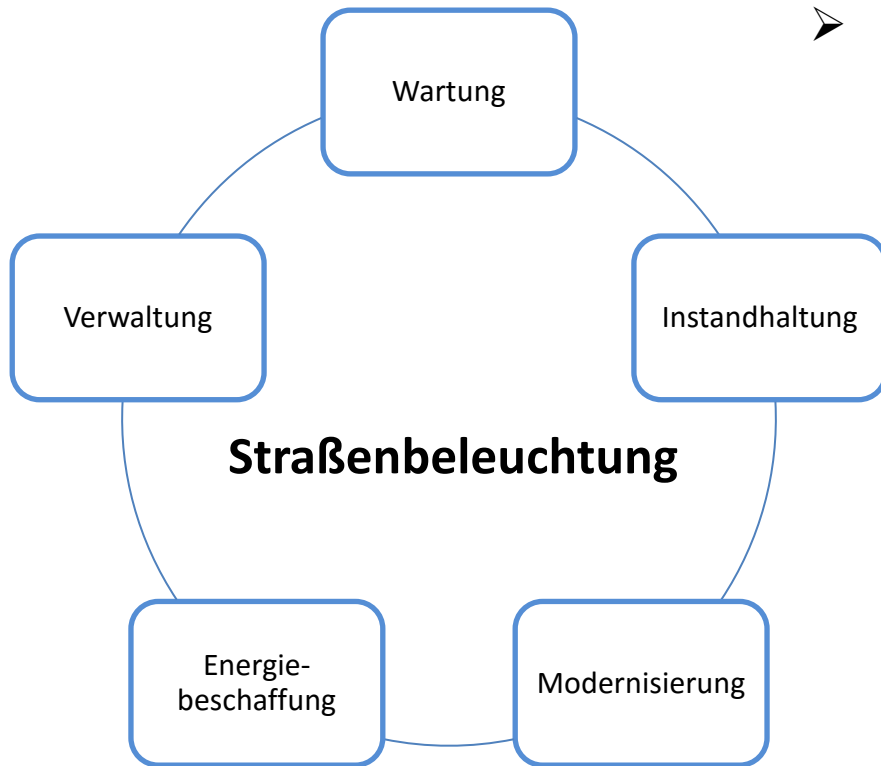
- Energetisch:
 - Leistungsaufnahme je Straßenkilometer / je Leuchtentyp
 - Energieverbrauch je Straßenkilometer / / je Leuchtentyp
 - Betriebswirtschaftlich:
 - Betriebskosten je Straßenkilometer
 - Energiekosten je Straßenkilometer
 - Technisch:
 - Alter
 - Erneuerungsbedarf
- Vergleich Zustand/Kosten aller Straßen der jeweiligen Klasse

3. Ziele definieren:

- Beleuchtungsqualität
 - Beleuchtungsniveau und -Zeiten
 - Lichtfarbe, Farbwiedergabe,...
 - Lichtemissionen
- Energetisch:
 - Energieverbrauch je Straßenkilometer und Straßenklasse
- Technisch:
 - Technologie
 - Instandhaltung
- Organisatorisch:
 - Betreiberkonzept
 - Eigenleistungen, Fremdleistungen

3. Modernisierungs-/Sanierungsfahrplan erstellen:

- Priorisierung nach:
 - Quantitativen Kriterien (z.B. kürzeste Amortisationszeit)
 - Qualitativen Kriterien (z.B. schlechtester lichttechnischer Ist-Zustand)
- Zusammenfassen von Modernisierungs-/Sanierungsmaßnahmen ähnlicher Priorität in Maßnahmenpakete
- Kostenschätzung durchführen – Vergleich Sanierungsoptionen (Folie)
- Kosten- und Zeitplan erstellen
- Bei Komplettvergabe Bestandteil der Dienstleistung



➤ Abwägung: Eigenerledigung oder Vergabe?

- Welche Leistung könnte ebenso gut oder besser durch Dienstleister erbracht werden?
- Wie kann das Ergebnisrisiko externalisiert werden?
- Welche Dienstleistungen sind am Markt verfügbar?
- Vollkostenvergleich der Betreibervarianten mit Eigenerledigung
- Voraussetzung:
 - Kostentransparenz
 - Abstimmung mit Kommunalaufsicht

➤ Straßenbeleuchtung sollte in kommunalem Besitz bleiben!

Beschaffung bei Eigenbetrieb

- ➔ Kreditaufnahmen für energetische Sanierungs- oder Unterhaltungsmaßnahmen auf Basis des Verwaltungshaushaltes bis 2016 möglich
- ➔ **Voraussetzung: Einsparung der laufenden, aus der Maßnahme resultierenden Kosten größer als der zu erbringende Kapitaldienst**
- ➔ Beschränkung der Kredithöhe auf 1/10 der Einnahmen des Verwaltungshaushaltes

„(1) Kredite dürfen unter der Voraussetzung des § 54 Abs. 3 nur im Vermögenshaushalt und nur für Investitionen, für Investitionsförderungsmaßnahmen und zur Umschuldung **oder bis zum Haushaltsjahr 2016 für energetische Sanierungs- oder Unterhaltungsmaßnahmen, die keine Investitionen oder Investitionsförderungsmaßnahmen sind**, aufgenommen werden.“

„(2)...Die Genehmigung von Krediten für energetische Sanierungs- oder Unterhaltungsmaßnahmen, die keine Investitionen oder Investitionsförderungsmaßnahmen sind, soll dann erteilt werden, **wenn die Gemeinde nachweist, dass die Einsparungen der laufenden Kosten aufgrund der einzelnen Maßnahme höher sind als der für die einzelne Maßnahme aufzubringende Kapitaldienst** (Zins und Tilgung) und der **Kredit für alle energetischen Sanierungs- oder Unterhaltungsmaßnahmen zusammen ein Zehntel der im Verwaltungshaushalt veranschlagten Einnahmen des Haushaltsjahres nicht übersteigt.**“

- **Kreditaufnahme für wirtschaftliche Energieeinspar-Maßnahmen im Verwaltungshaushalt unabhängig von Vermögenshaushalt möglich!**
- **Rentabilitätsbetrachtung durch die ThEGA möglich**

- **Was wird gefördert?**
 - Umrüstung/ Errichtung von LED-Leuchtenköpfen
- **Wie wird gefördert?**
 - Zuschuss bis zu 31,25%
 - Abhängig von Höhe der CO₂-Einsparung (mind. 70%) / Haushaltslage
- **Fristen?**
 - Antragsfenster: 01. Januar - 31. März 2016
01. Juli – 30. September 2016
01. Januar - 31. März 2017
01. Juli – 30. September 2017
- **Wichtig:**
 - Ausschreibung erst nach Förderzusage (bis zu 5 Monaten nach Antragstellung)
- **Weitere Infos:**
<https://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen/investitive-massnahmen>

➤ Entscheidungen

- zur Modernisierungsvariante
- zum Betreibermodell

sollten auf Grundlage einer ganzheitlichen Kostenbetrachtung:

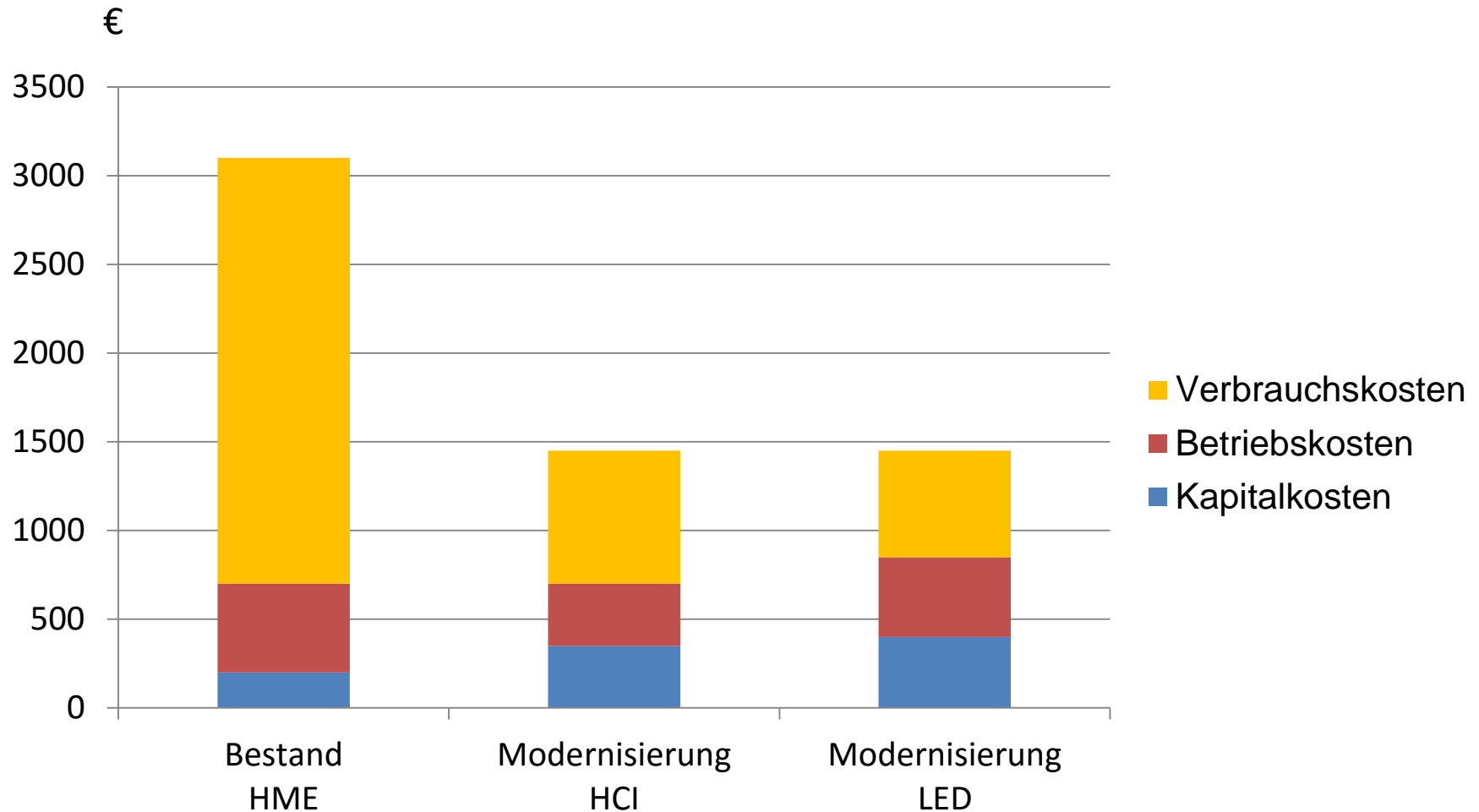
- + Modernisierung
- + Wartung
- + Instandhaltung
- + Energie
- + Organisation, Verwaltung

über 20 Jahre = Lebenszykluskosten

getroffen werden.

➤ Amortisationsbetrachtung (Amortisationszeit = Investition/ eingesparte Energiekosten pro Jahr)

- Für Erstabschätzung ok
- Berücksichtigt nur einen kleinen Teil der Betriebskosten des gesamten Lebenszyklus
- Ist nicht zum Vergleich verschiedener Modernisierungsvarianten geeignet



- beispielhafter Vergleich Lebenszykluskosten
- Entscheidungen sollten auf Grundlage einer Einzelfallbetrachtung getroffen werden

1. Festlegung Muss-Kriterien

- Definition Beleuchtungsaufgabe
- Definition technische Anforderungen (Qualitätskriterien)
- Gewichtung Bestandteile Lebenszykluskosten

2. Abfrage/ Ermittlung der Kostenbestandteile:

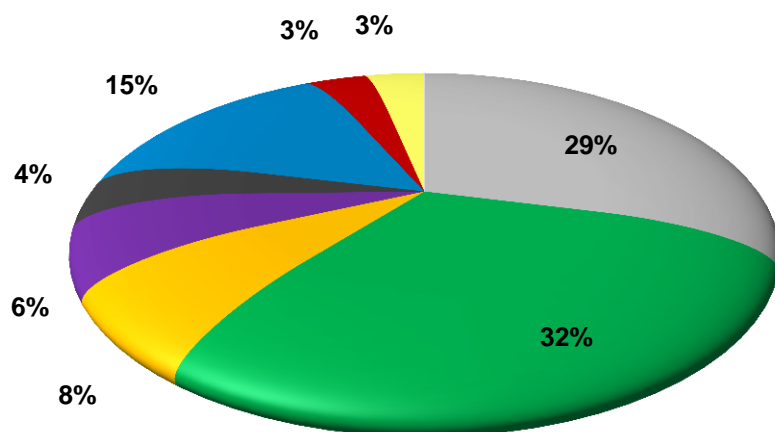
- Abfrage Errichtungskosten
 - Abfrage elt. Leistungsaufnahme > Energiekosten
 - Abfrage Instandhaltungs-/Wartungskosten
- } Lebenszykluskosten

3. Gewichtung und Ermittlung Bestbieter

➤ Leistungen im vorwettbewerblichen Bereich

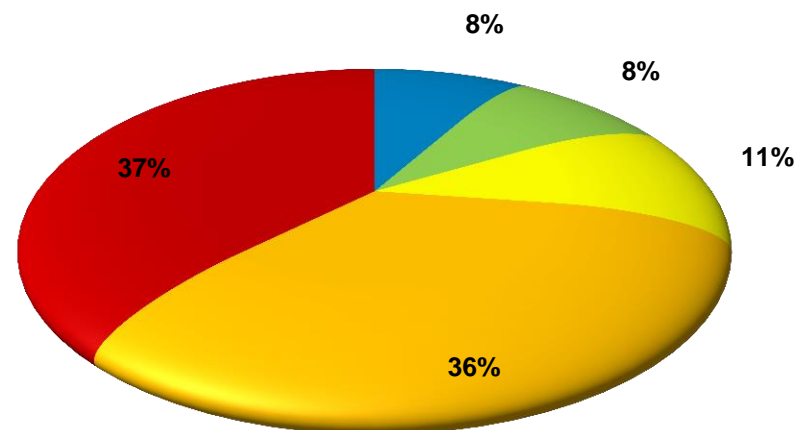
- Erstberatung:
 - Ausschreibungskriterien,
 - Finanzierungsmöglichkeiten,
 - Betreibermodelle,
 - Umsetzungsschritte
- Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von Modernisierungsvorhaben
- Rentabilitäts-Check gem. §63 ThürKO
- Bereitstellung von Arbeitshilfen
 - Musterverträge (Komplettvergabe, Betriebsführung, Beschaffung)
- Durchführung von Informationsveranstaltungen/ Workshops
 - Herbst 2016: Beschaffung von LED-Leuchten

Eingesetzte Leuchtentypen



Hg-Dampf
 Halogenmetaldampf
 Na-Dampf
 Kompaktleuchtstoff

Alter der Straßenbeleuchtung

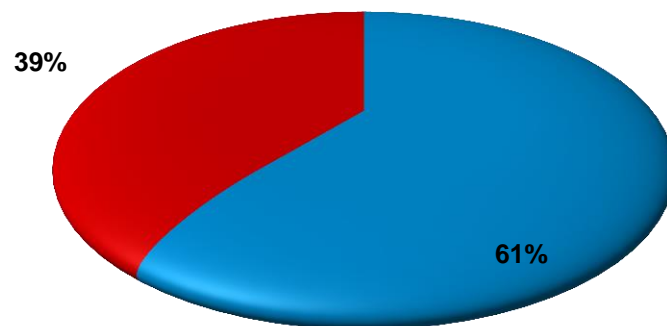


k.A.
 0 - < 10 a
 10 - < 15 a
 15 - < 20 a
 > 20 a

- Hoher Anteil ineffizienter Leuchten
- ca. 2/3 der Leuchten haben Ihre Nutzungsdauer erreicht bzw. erreichen diese zeitnah

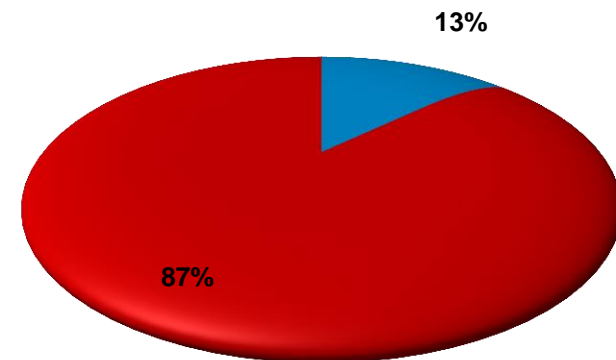
Verbrauchsanteil Strom Straßenbeleuchtung

Kommunen < 50.000 EW



■ Straßenbeleuchtung ■ andere Liegenschaften

Kommunen > 50.000 EW



■ Straßenbeleuchtung ■ andere Liegenschaften

- Besonders in kleinen und mittleren Kommunen hat die Straßenbeleuchtung einen erheblichen Anteil am Stromverbrauch

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Frank Kuhlmeier
Projektleiter Thüringer Energie- und GreenTechAgentur
Tel. 0361-5603218
frank.kuhlmeier@leg-thueringen.de

*Kommunales Energiemanagement,
Energieeffizienz kommunale Gebäude und Straßenbeleuchtung,
Contracting*