

Vorlage Nr.: 2-BV/166/2020
Status: öffentlich
Geschäftsbereich: Bauverwaltung
Datum: 08.10.2020
Verfasser: Zettl Klaus

Straßenbeleuchtung; Vorstellung des LED-Check-Ups; weiteres Vorgehen

Beratungsfolge:

Datum Gremium

22.10.2020 Stadtrat

I. SACHVORTRAG:

In der Stadtratssitzung am 23.04.2020 (TOP 14.2) hat die Verwaltung zur Kenntnis gegeben, das bestehende Straßenbeleuchtungsnetz hinsichtlich Energieeinsparungsmaßnahmen und Finanzierung untersuchen zu lassen. Wie angekündigt erstellte das Büro Energievision Franken GmbH den LED Check-Up. Das Gutachten in der Fassung vom 19.08.2020 liegt der Beschlussvorlage als Anlage bei.

Der Abschlussbericht ist in 7 Abschnitte gegliedert:

1. Hintergrund
2. Methodik
3. Bestandsaufnahme
4. Einsparpotential
5. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
6. Fördermöglichkeiten
7. Handlungsempfehlungen

Der LED-Checkup kommt zu dem Ergebnis, dass die technische und ökologische Sinnhaftigkeit einer Umrüstung der bestehenden Straßenbeleuchtung durch hocheffiziente LED-Technik nachgewiesen wird. Dabei wird der Stadt Garching dringend empfohlen, die entsprechenden Fördermittel (ca. 252.000 €) aus der Kommunalrichtlinie in Anspruch zu nehmen. Damit kann die Amortisationszeit der Umrüstungsmaßnahme um ca. 3 Jahre verkürzt werden.

Mit dem aufgezeigten Umrüstungskonzept kann der derzeitige jährliche Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung von rund 482.500 kWh auf ca. 198.100 kWh reduziert werden. Dies entspricht einem möglichen Gesamteinsparungspotential in Höhe von 59 % über den gesamten Straßenbeleuchtungsstromverbrauch. Innerhalb der umgerüsteten Leuchtsysteme kann eine Gesamteinsparung von 75 % erzielt werden

Durch Einführung einer mehrstufigen Nachtabsenkung sind weitere Einsparpotentiale möglich.

Im Laufe des Betrachtungszeitraumes von 15 Jahren ergeben sich erhebliche Einsparungspotentiale. In diesem Zeitraum können insgesamt 4.266.800 kWh Energie in Form von elektrischem Strom eingespart werden. Die jährliche Energieeinsparung entspricht etwa dem durchschnittlichen Jahresstrombedarf von 79 3-Personenhaushalten. Bezogen auf die CO₂-Emissionen ergibt sich durch die Umrüstung eine Gesamtreduktion von über 2.086 Tonnen des klimaschädlichen Treibhausgases.

Wie im Abschlussbericht beschrieben, gibt es im Bestand ca. 50 verschiedene Leuchttypen. Diese außerordentlich hohe Heterogenität an Lampen könnte mit einer Umrüstung deutlich reduziert werden. Dies würde ein einheitlicheres Ortsbild schaffen bzw. könnten damit in der Folge Kosten an Lagerhaltung bzw. Einzelbeschaffung gespart werden.

Schon allein wegen der enormen Energieeinsparpotentiale sollte aus Sicht der Verwaltung die Umrüstung mit Inanspruchnahme von Fördermitteln die Handlungsempfehlungen entsprechend dem Abschlussbericht (Einreichung von 2 Förderanträgen, Sanierungsfahrplan sowie Überprüfung der Schaltstellen auf Überspannungsschutzeinrichtungen) veranlasst werden.

Bedingung für die Bezuschussung ist unter anderem, dass die Straßenbeleuchtungsanlage im Eigentum der Stadt Garching steht.

Für den Erwerb der gesamten Straßenbeleuchtungsanlagen (Lampen, Leitungsnetz, Verteiler-/Steuerungsschränke) sind im Haushalt 2020 450.000 € vorgesehen.

Hinsichtlich der Finanzierung der Umrüstung (Gesamtkosten ca. 1.173.535,28 €) gibt es verschiedene Ansätze (mit Eigenkapital, mit Krediten etc.).

Die Finanzierung sollte aus Sicht der Verwaltung in den Beratungen zum Haushalt 2021 festgelegt werden.

II. BESCHLUSS:

Die Stadt Garching nimmt den Sachvortrag sowie den Abschlussbericht der Check-Up Straßenbeleuchtung in der Fassung vom 19.08.2020 zur Kenntnis und fasst folgenden Beschluss:

- Die Verwaltung wird beauftragt, den Erwerb der Straßenbeleuchtungsanlage von den Bayernwerken voranzutreiben.
- Nach Erwerb der Straßenbeleuchtungsanlage stellt die Stadt Garching die entsprechenden Förderanträge.
- Sobald die erforderlichen HH-Mittel bereit gestellt sind, wird das Vergabeverfahren für die Planungsleistungen durchgeführt. Im Rahmen der HH-Beratungen zum HH-Jahr 2021 wird die Finanzierung festgelegt.

III. VERTEILER:

BESCHLUSSVORLAGE:

- als Tischvorlage

ANLAGE(N):

- als Tischvorlage

Anlagen:

1 Schlussbericht über den LED-Check-Up Straßenbeleuchtung Stadt Garching
i.d.F. vom 19.08.2020

Schlussbericht

LED Check-Up Straßenbeleuchtung
Stadt Garching b. München



Auftraggeber: Stadt Garching b. München
Rathausplatz 3
85748 Garching

Auftragnehmer: EVF – Energievision Franken GmbH
Schwarzenbacher Str. 2
95237 Weißdorf

Datum: 19.08.2020

IMPRESSUM

- Stand:** August 2020
- Titel:** Schlussbericht LED Check-Up Straßenbeleuchtung
- Auftraggeber:** Stadt Garching b. München
Rathausplatz 3
85748 Garching
- Bearbeitung:** EVF – Energievision Franken GmbH
Schwarzenbacher Str. 2
95237 Weißdorf
Tel.: 09251 / 85 9999 – 0
Fax: 09251 / 85 9999 – 8
E-Mail: mail@energievision-franken.de
Web: www.energievision-franken.de
- Autoren:** Annabella Krauß (B. Eng. Umweltingenieurwesen)
Dominik Böhlein (M.Sc. Stadt- und Landschaftsökologie, Lichtplaner TÜV)
Lisa Löbner (B. Eng. Erneuerbare Energien (Elektrotechnik), Lichtplanerin TÜV)
- Bildnachweis:** Wenn nicht anders gekennzeichnet: EVF – Energievision Franken GmbH
- Urheberrechtshinweis:** Der vorliegende Schlussbericht unterliegt dem geltenden Urheberrecht. Ohne die ausdrückliche Zustimmung der Autoren und des Auftraggebers darf diese oder Auszüge daraus insbesondere nicht veröffentlicht, vervielfältigt und/oder anderweitig an Dritte weitergegeben werden. Sollte einer derartigen Nutzung zugestimmt werden, sind die Autoren gemäß anerkannten wissenschaftlichen Verhaltensweisen zu nennen.
- Haftungsausschluss:** Der vorliegende Schlussbericht wurde nach dem aktuellen Stand der Technik, nach den anerkannten Regeln der Wissenschaft sowie nach bestem Wissen und Gewissen der Autoren erstellt. Irrtümer vorbehalten.
- Weitere Hinweise:** Aus rechnerischen Gründen können im vorliegenden Schlussbericht Rundungsdifferenzen entstehen.

Auf Grund von Einschränkungen bei der grafischen Darstellung von Diagrammen, kommt es in Einzelfällen zur Darstellung von Diagrammbeschriftungen in einer Höhe von "0 %". Hierbei handelt es sich um automatische Abrundungen bei realen Anteilen kleiner 0,5 %.

INHALT

1	Hintergrund.....	5
2	Methodik.....	5
2.1	Bedeutung von Beleuchtung und Beleuchtungspflicht.....	5
2.2	Systematik Straßenbeleuchtung	5
2.3	Vorgehen beim LED Check-Up.....	6
3	Bestandsaufnahme	7
4	Einsparpotenzial	11
5	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	14
5.1	Investitionskosten	14
5.2	Betriebskostenprognose ohne Inanspruchnahme von Fördermitteln	15
5.2.1	Energiekosten	15
5.2.2	Wartungskosten.....	15
5.2.3	Kapitalbindungskosten.....	16
5.2.4	Auswertung der Betriebskostenprognose ohne Fördermittel - Eigenkapitalmodell .	16
5.2.5	Auswertung der Betriebskostenprognose ohne Fördermittel - Kreditfinanzierungsmodell	16
5.3	Vergleich der Gesamt(betriebs)kosten ohne Einsatz von Fördermitteln	18
5.4	Zusammenfassung	18
6	Fördermöglichkeiten.....	19
6.1	Förderszenario.....	20
6.2	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	21
6.3	Zusammenfassung	22
7	Handlungsempfehlungen.....	24
Anhang.....		25
Erklärung der Leuchtmittelkürzel		25
Übersicht: Fördermöglichkeiten der Kommunalrichtlinie		26
Übersichtskarten Mängel am Straßenbeleuchtungsbestand.....		257

1 HINTERGRUND

Die Stadt Garching hat die EVF - Energievision Franken GmbH (im Folgenden EVF) mit der Durchführung eines LED „Check-Ups“ beauftragt. Ziel und Inhalt des Check-Ups ist die technische und wirtschaftliche Überprüfung der Machbarkeit, die bestehende Straßenbeleuchtung auf hocheffiziente und ressourcenschonende LED-Technik umzurüsten. Der Check-Up beruht sowohl auf vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Bestandsdaten, als auch auf einer Grundaufnahme des Zustandes des oberirdischen Teils der Straßenbeleuchtungsanlage. Eine Betrachtung der Schalt- und Zählstellen, sowie eine weitergehende Untersuchung des Zustandes des unterirdischen Netzes ist nicht Bestandteil dieses Auftrages. Es wird davon ausgegangen, dass die nicht betrachteten Straßenbeleuchtungskomponenten in einem technisch einwandfreien Zustand sind. Der hier vorliegende Schlussbericht enthält alle relevanten Daten und Informationen, die die Stadt Garching bei weiteren Planungsüberlegungen als belastbare Entscheidungsgrundlage nutzen kann.

2 METHODIK

2.1 Bedeutung von Beleuchtung und Beleuchtungspflicht

Jede Kommune obliegt gemäß Art. 51 BayStrWG einer Verkehrssicherungspflicht, aus der in den allermeisten Fällen innerhalb der geschlossenen Ortslage eine Beleuchtungspflicht resultiert. Die Straßenbeleuchtung erfüllt dabei mehrere Funktionen. Sie dient zum einen der Sicherheit im Straßenverkehr, sowie der Sicherheit von Personen und Eigentum. Zum anderen erfüllt sie eine Orientierungsfunktion. Darüber hinaus kann sie der Gestaltung des Ortsbilds dienen.

2.2 Systematik Straßenbeleuchtung

Die Straßenbeleuchtung umfasst wie aus Abbildung 1 schematisch hervorgeht mehrere Komponenten. Sie gliedert sich in das unterirdische Beleuchtungsnetz samt Schalt- und ggf. Zählstelle sowie das oberirdische Tragsystem/Mast mit Leuchtenkopf. Beim Leuchtenkopf ist zwischen der Leuchte (Gehäuse) und dem darin verbauten Leuchtmittel zu unterscheiden.

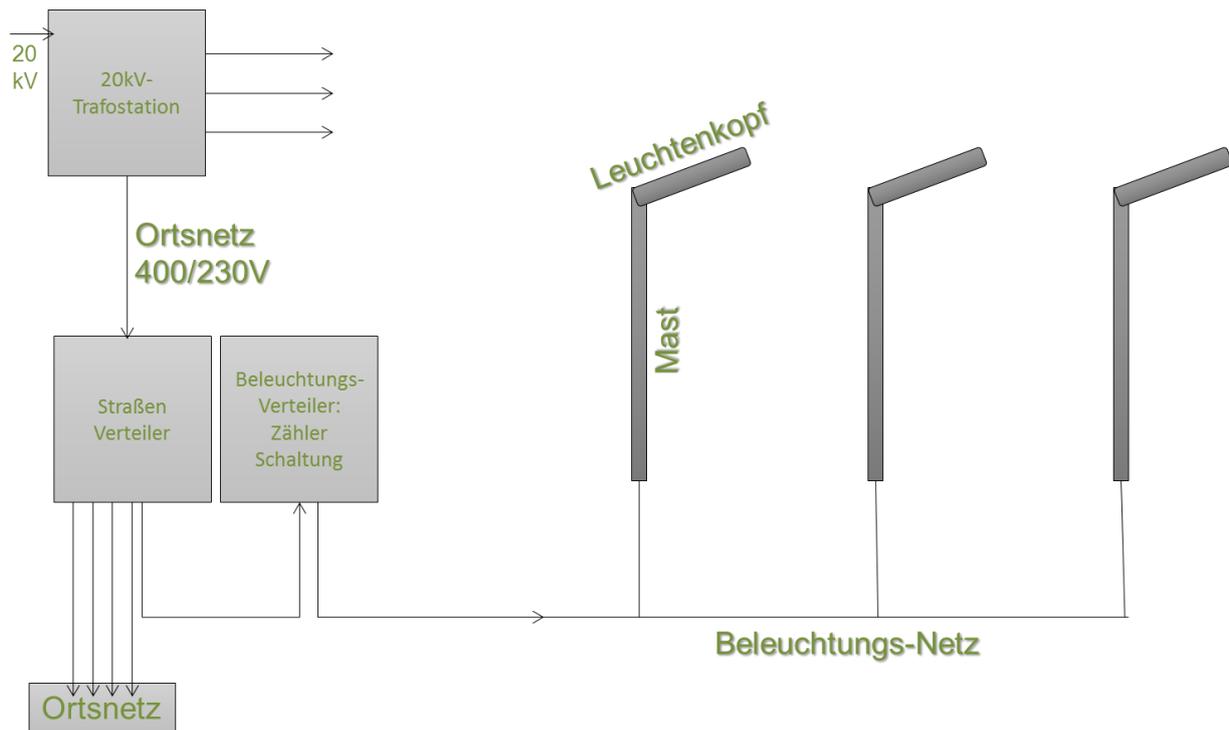


Abbildung 1 Schematischer Aufbau Beleuchtungsnetz/Straßenbeleuchtung

Der vorliegende LED Check-Up bezieht sich grundsätzlich auf den oberirdischen Teil der Beleuchtungsanlage und dabei hauptsächlich auf den Leuchtenkopf. Auf das Tragsystem wird nur insofern eingegangen, dass etwaige Sanierungskosten pauschal mit in die Betrachtungen einbezogen werden. Das unterirdische Beleuchtungsnetz wird lediglich als Teil der Wartungskosten berücksichtigt.

2.3 Vorgehen beim LED Check-Up

Als wesentliche Grundlage des Check-Ups dienen die Angaben aus den Bestandsunterlagen, die der EVF vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden. Ferner wurde eine Video-Befahrung des gesamten Stadtgebietes inklusive aller Ortsteile durchgeführt, in deren Rahmen die Straßenbeleuchtung bildlich und kartographisch erfasst und stichprobenartig einer augenscheinlichen und physischen Zustandsbewertung unterzogen wurde. Die Gründung und etwaige Schäden an Fundamenten und Befestigungspunkten wurden nicht untersucht, insofern Schäden daran nicht auf Grund des Zustandes des oberirdischen Teils offensichtlich erkennbar waren. Die Daten aus den Bestandsunterlagen wurden mit den Ergebnissen der Befahrung abgeglichen, um den tatsächlichen Bestand der Straßenbeleuchtung zu erfassen und zu dokumentieren. Festgestellte Abweichungen zwischen Bestandsdokumentation und real existierender Beleuchtungsanlage wurden dokumentiert und in einen Punkt-GIS-Datenlayer eingepflegt.

Gezählt, erfasst und dokumentiert wurde dabei die Anzahl der Lichtpunkte. Ein Lichtpunkt besteht aus einem austauschbaren Leuchtenkopf, in dem ein oder mehrere Leuchtmittel installiert sind. Sofern an einem Tragsystem mehrere Leuchtenköpfe angebracht sind (sog. Mehrfachausleger), wird jeder angebrachte Leuchtenkopf als Lichtpunkt gezählt.

Im nächsten Analyseschritt erfolgte die Einteilung der bestehenden Leuchten in technisch vergleichbare Leuchtensysteme. Für die einzelnen Leuchtensysteme wurden die derzeitigen Verbrauchs-, Emissions-, und Kostenwerte rechnerisch bestimmt und im Rahmen einer Prognose auf 15 Betriebsjahre fortgeschrieben. Bei den Berechnungen wurden die zur Verfügung stehenden Angaben zu Strom- und Wartungskosten, sowie der derzeit bestehende Umfang der Nachtabschaltung bzw. -absenkung berücksichtigt.

Für die Ermittlung des bestehenden Einsparpotentials, das durch eine Umrüstung auf LED-Technik erreicht werden kann, wurde der Austausch der bestehenden Leuchtensysteme gegen gleichwertige Leuchtensysteme mit LED-Technik softwaregestützt simuliert. Dabei wurden offensichtliche bauliche oder technische Besonderheiten berücksichtigt, um ein insgesamt realistisches und umsetzungsorientiertes Umrüstungskonzept zu entwickeln. Im Hinblick auf die energetischen bzw. emissionsmäßigen und finanziellen Einsparpotenziale erfolgt am Ende eine Zusammenfassung.

Im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird das Umrüstungskonzept weiter betrachtet. Dazu werden die Investitionskosten der Umrüstung mitsamt der sich ergebenden Planungs- und Nebenkosten im Sinne einer Grobkostenschätzung ermittelt und eine umfassende Betriebsprognose erstellt, die mit der Ist-Situation verglichen wird. Hieraus lassen sich schließlich die ermittelten Amortisationszeiten ablesen.

Im letzten Analyseschritt wird ermittelt, ob und in welchem Umfang die Umrüstung grundsätzlich für eine Förderung aus Mitteln der Kommunalrichtlinie des Bundes in Frage kommt. Dazu wird das Umrüstungskonzept vor dem Hintergrund der möglichen Förderung dargestellt und ein mögliches Förderszenario für die Umrüstung erstellt. Es folgt eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Betriebsprognose unter Berücksichtigung möglicher Fördermittel.

Abschließend werden die wesentlichen Ergebnisse zusammengefasst und konkrete Handlungsempfehlungen aus fachlicher, technischer und gesamtwirtschaftlicher Perspektive formuliert.

3 BESTANDSAUFNAHME

In der Stadt Garching werden derzeit insgesamt 2.133 Lichtpunkte mit insgesamt 2.845 Leuchtmitteln betrieben. Diese Anzahl wurde aus der Bestandstabelle abgeleitet und auf Grund der bei der Befahrung ermittelten Ergebnisse modifiziert. Sie entspricht somit nicht exakt den Angaben aus der uns vorliegenden Bestandstabelle.

Der bauliche Zustand der Straßenbeleuchtung ist insgesamt zufriedenstellend, jedoch in einzelnen Teilbereichen nur als ausreichend zu bewerten. Zum Zeitpunkt der Befahrung waren alle Brennstellen für eine Videobefahrung zugänglich. Obgleich die Lichtpunktverteilung und die Abstände meist gut sind, fiel bei der Befahrung eine gewisse Anzahl an Lichtpunkten auf, die schräg stehen (31 Stück) und deren Abdeckung undicht (74 Stück) ist, sodass sich Schmutz oder auch Wasser in der Leuchte sammeln konnten. Auch wurde beobachtet, dass zum Zeitpunkt der Befahrung 96 Leuchten deutlich eingewachsen waren. Hier wird ein Freischneiden empfohlen. Ebenso gab es Brennstellen, deren Gläser und Abdeckungen verschlissen und vergilbt sind, wodurch der Lichtaustritt sehr stark vermindert ist (104 Stück). Die optische Beschaffenheit der Tragsysteme wurde nur am Rande betrachtet, floss jedoch im Falle von Auffälligkeiten (z.B. stark abgeplatzte oder verwitterte Farbe, fehlende Mastdeckel) in die Ergebnislisten mit ein. Der Auftraggeber erhält ein Verzeichnis mit den genauen Standorten der mangelbehafteten Brennstellen. Das Verzeichnis, in dem der festgestellte Zustand der Leuchten dokumentiert ist, liegt dem Bericht bei.

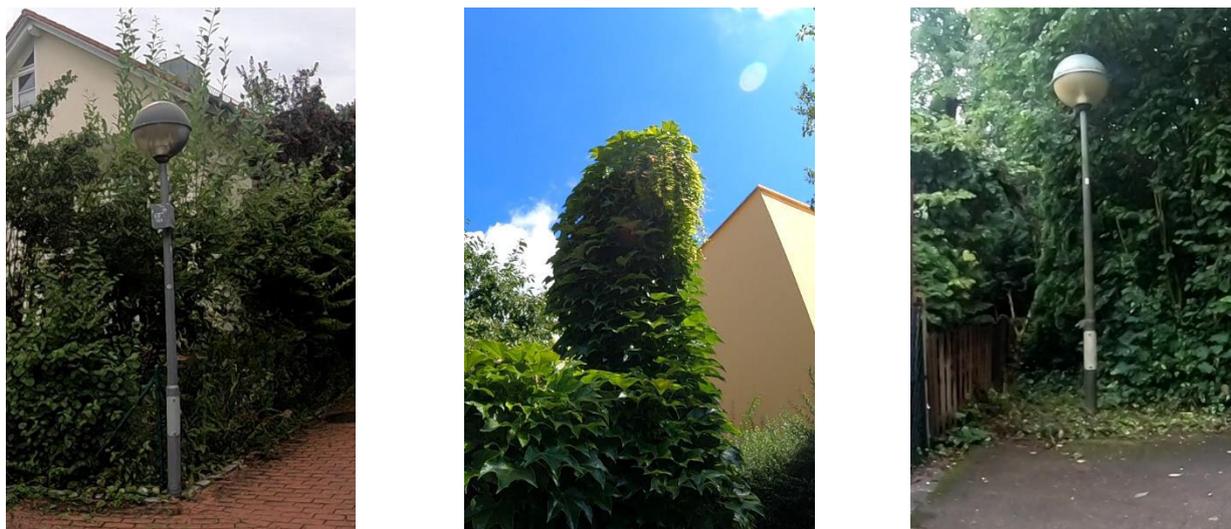


Abbildung 2 Leuchten mit Mängeln (von links): Rückseite abgedunkelt, Leuchte eingewachsen, Leuchte vergilbt

Insgesamt wurden im Kommunalgebiet 50 Leuchtensysteme (ohne bereits bestehende LED-Systeme) identifiziert, die sich hinsichtlich Leuchtenkopf, Anzahl und Typ der Leuchtmittel, Leistung und Masthöhenkategorien unterscheiden. Tabelle 1 bietet eine Übersicht über die ermittelten Leuchtensysteme des Kommunalgebietes, sowie die Anzahl der dazu gehörigen Lichtpunkte. Zudem wird der Jahresstromverbrauch sowie der Anteil der jeweiligen Leuchtensysteme am Gesamtverbrauch ersichtlich. Die in der Tabelle verwendeten Abkürzungen bei der Beschreibung der Leuchtmittel werden im Anhang erläutert. Zu beachten ist, dass bei den vorliegenden Daten nicht jede LED-Leistung erfasst ist. Um die Umrüstungsleistung nicht zu verfälschen, werden die LED-Leistungen nicht berücksichtigt.

Tabelle 1 Übersicht der vorhandenen Leuchtensysteme im Kommunalgebiet von Garching

Leuchten-system	Anzahl	Bauart	Masthöhe [m]	Leucht-mittel-typ	Anzahl Leuchtmitt-e/Leuchte	Leistung [W] je Leuchtmittel	Verlust [W] Vorschaltgerä-t je Leuchtmittel	Leistung je Leuchte [W]	Installierte Leistung Gesamtbestand [W]	Jahres-Stromverbra-uch [kWh/a]	Stromverbra-uch mit NA Bestand [kWh/a]	Anteil am Stromverbra-uch
1	59	Vierkant	< 5 m	T	2	18	9	54	3.120	12.636	8.650	1,79%
2	15	Vierkant	< 5 m	T-C	3	11	4	45	675	2.734	2.159	0,45%
3	122	Glocke	5-8 m	HSx	1	50	12	62	7.600	30.780	30.780	6,38%
4	119	Kugel	< 5 m	T	2	18	9	54	6.370	25.799	17.661	3,66%
5	198	Pilz	< 5 m	T-C	3	11	4	45	8.910	36.086	28.497	5,91%
6	309	Langfeld	5-8 m	T	1	36	10	46	14.214	57.567	57.567	11,93%
7	214	Pilz	< 5 m	HSx	1	50	12	62	13.358	54.099	54.099	11,21%
8	128	Kugel	< 5 m	HSx	1	50	13	63	8.013	32.453	32.453	6,73%
9	22	Kugel	< 5 m	HSx	1	35	13	48	1.054	4.268	4.268	0,88%
10	287	LED	x	LED	1	x	-	x	11.104	44.971	44.971	9,32%
11	131	Kugel	< 5 m	T-C	1	23	2	25	3.275	13.264	13.264	2,75%
12	13	Koffer	5-8 m	HSx	1	100	15	115	1.495	6.055	6.055	1,25%
13	31	Koffer	5-8 m	HSx	1	150	20	170	5.270	21.344	21.344	4,42%
14	10	Kugel	< 5 m	T-C	3	11	4	45	450	1.823	1.439	0,30%
15	8	Verkehrszeichen	0 m	T	1	40	10	50	400	1.620	1.620	0,34%
16	46	Glocke	< 5 m	HSx	1	50	12	62	2.863	11.594	11.594	2,40%
17	22	Pilz	< 5 m	T-C	2	18	6	48	1.052	4.261	2.917	0,60%
18	23	Stele	5-8 m	Hlx	1	70	13	83	1.909	7.731	7.731	1,60%
19	47	Stele	5-8 m	Hlx	1	150	20	170	7.990	32.360	32.360	6,71%
20	1	Laterne	< 5 m	T-C	3	11	4	45	45	182	144	0,03%
21	19	Vierkant	< 5 m	HSx	1	50	12	62	1.179	4.773	4.773	0,99%
22	1	Pilz	< 5 m	T-C	2	24	4	56	56	227	155	0,03%
23	4	Langfeld	0 m	T	1	36	10	46	184	745	745	0,15%
24	44	Koffer	> 8 m	HSx	1	150	20	170	7.480	30.294	30.294	6,28%
25	8	Glocke	< 5 m	HSx	1	70	13	83	664	2.689	2.689	0,56%
26	9	Pilz	< 5 m	HSx	1	35	13	48	431	1.746	1.746	0,36%
27	1	Langfeld	5-8 m	T	1	18	10	28	28	113	113	0,02%
28	34	Zylinder	< 5 m	T-C	2	11	4	30	1.020	4.131	2.828	0,59%
29	14	Koffer	5-8 m	HSx	1	50	12	62	868	3.515	3.515	0,73%
30	2	Kugel	< 5 m	T-C	2	18	6	48	96	389	266	0,06%
31	63	Glocke	< 5 m	HSx	1	35	13	48	2.811	11.385	11.385	2,36%
32	2	Verkehrszeichen	5-8 m	HSx	2	100	15	230	460	1.863	1.275	0,26%
33	9	Verkehrszeichen	0 m	LSx	1	90	15	105	945	3.827	3.827	0,79%
34	6	Koffer	> 8 m	HSx	1	250	25	275	1.650	6.683	6.683	1,38%
35	28	Stele	< 5 m	Hlx	1	70	13	83	2.324	9.412	9.412	1,95%
36	4	Zylinder	< 5 m	T-C	1	15	2	17	68	275	275	0,06%
37	3	Zylinder	< 5 m	T-C	1	23	2	25	75	304	304	0,06%
38	3	Wanne	0 m	T	1	36	10	46	138	559	559	0,12%
39	2	Glocke	5-8 m	HSx	1	70	13	83	183	743	743	0,15%
40	2	Verkehrszeichen	< 5 m	T	1	40	10	50	100	405	405	0,08%
41	32	Glocke	0 m	HSx	1	50	12	62	1.984	8.035	8.035	1,67%
42	2	Verkehrszeichen	5-8 m	T	1	18	5	23	23	93	93	0,02%
43	7	Koffer	< 5 m	HSx	1	50	12	62	434	1.758	1.758	0,36%
44	4	Koffer	< 5 m	HSx	1	70	13	83	332	1.345	1.345	0,28%
45	2	Langfeld	5-8 m	T	2	58	13	142	284	1.150	787	0,16%
46	10	Wanne	0 m	T-C	1	36	7	43	430	1.742	1.742	0,36%
47	3	Langfeld	> 8 m	T	1	36	10	46	138	559	559	0,12%
48	1	Glocke	5-8 m	HSx	1	35	9	44	48	194	194	0,04%
49	9	Koffer	5-8 m	HSx	1	70	13	83	747	3.025	3.025	0,63%
50	7	Koffer	> 8 m	HSx	1	100	15	115	805	3.260	3.260	0,68%
51	16	Glocke	< 5 m	T-C	1	15	2	17	272	1.102	1.102	0,23%

Die Bauformen der Leuchten teilen sich dabei wie folgt auf:

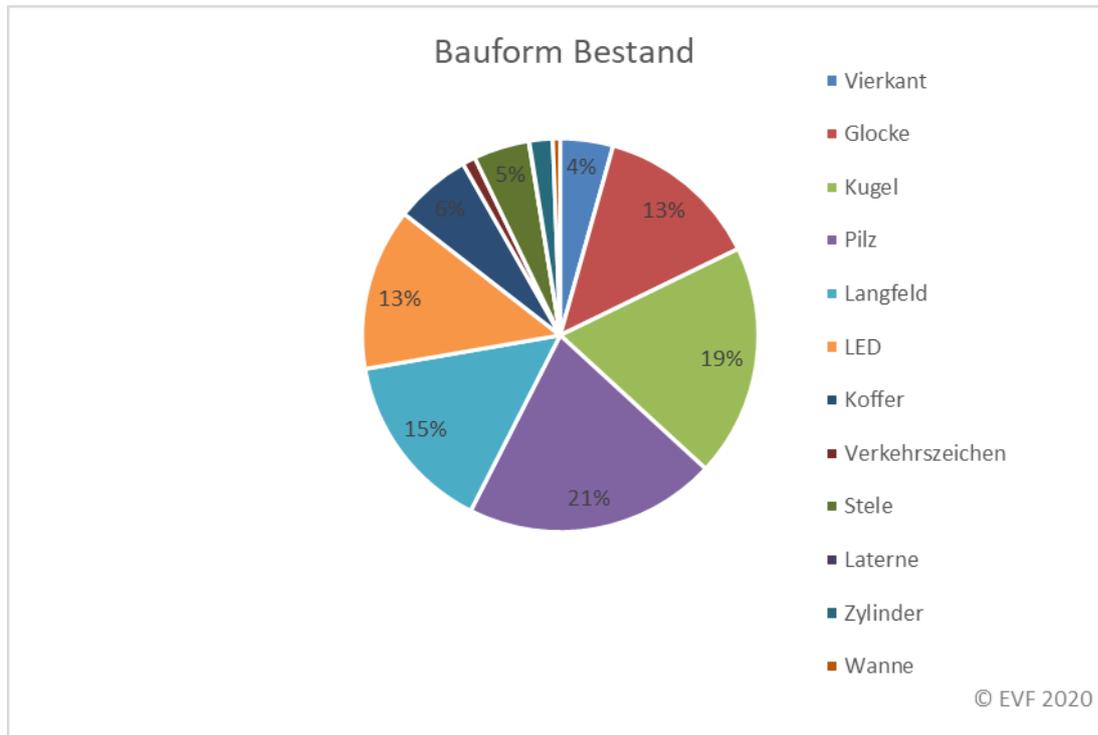


Abbildung 3 Bauformen der Bestandsleuchten

Die derzeit installierte Gesamtleistung der betrachteten Leuchten beträgt ca. 125.400 W. Der jährliche Gesamtstromverbrauch beträgt unter Einbezug der Nachtabsenkungen rechnerisch rund 482.500 kWh (kann in der Realität bis zu $\pm 15\%$ abweichen, da Absenkezeiten teils variieren und Leitungsverluste unberücksichtigt bleiben). Unter Berücksichtigung der Werteangaben für den deutschen Strom-Mix (489g CO₂/kWh im Jahr 2017) resultieren daraus jährlich CO₂-Emissionen in einem Umfang von ca. 235 Tonnen. Je nach Strombezugsquelle, können reale Werte abweichen.

Auf Grundlage der von der Stadt Garching übermittelten Daten zum Strompreis, wurden Kosten von derzeit 21,30 Cent/kWh (Brutto inkl. Grundgebühren/Umlagen/Steuern, bezogen auf das Bezugsjahr 2017) zur weiteren Berechnung herangezogen. Daraus ergeben sich aktuelle, jährliche Verbrauchskosten von ca. 102.800 €. Hinzu kommen jährliche Messstellen und Wartungskosten. Des Weiteren wurden insgesamt ca. 514 € für die Messstellenkosten angenommen. Die Wartungskosten pro Jahr belaufen sich alt auf 28,00 €, wobei nach Umrüstung eine Kostensenkung von 22,00 € angenommen wird. Nachtabsenkungen im Bestand wurden nur für Brennstellen mit mehr als einem Leuchtmittel je Leuchte berücksichtigt. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Amortisationszeit unter anderem stark abhängig von den Wartungskosten ist. Die hier getroffenen Annahmen sind konservativ gewählt, um das Potential nicht zu überschätzen.

Bei einem Erhalt des Status quo, sprich einem Weiterbetrieb der Straßenbeleuchtung in der jetzigen Form, lässt sich die zu erwartende Entwicklung der jährlichen Betriebskosten mit Hilfe einer Prognose vorausberechnen. Dabei werden jährliche Preissteigerungen für den Strombezug (3%) sowie für die Wartungskosten (3,3%) und Messstellenkosten (3%) angenommen und bei den Berechnungen berücksichtigt. Abbildung 4 zeigt die prognostizierte Entwicklung der Gesamtkosten über einen Zeitraum von 15 Betriebsjahren.

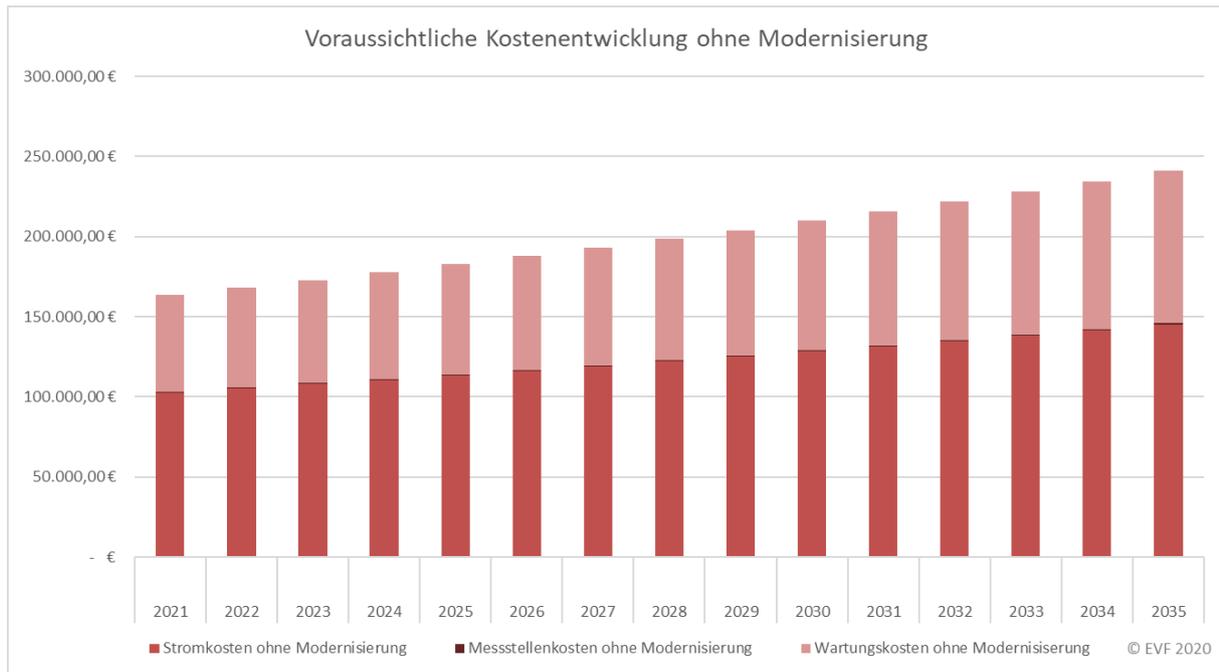


Abbildung 4 Voraussichtliche Kostenentwicklung ohne Modernisierung

Abbildung 4 verdeutlicht einen kontinuierlichen Anstieg der jährlichen Gesamtkosten, der durch die Preissteigerungsraten bedingt wird. Im Betrachtungszeitraum zwischen 2021 und 2035 (Modell) erhöhen sich die Stromkosten von ca. 102.800 € auf rund 145.200 €, die Wartungskosten von 60.400 € auf 95.100 € und damit die Gesamtkosten von 163.700 € im ersten Betriebsjahr auf ca. 241.100 € im 15. Betriebsjahr, was einer Erhöhung um ca. 67 % entspricht. Insgesamt ergeben sich über 15 Jahre kumulierte Betriebskosten von ca. 3.000.000 €.

4 EINSARPOTENZIAL

Für die Ermittlung des energetischen Einsparpotenzials und des Umfangs der vermeidbaren Emissionen wird der Austausch der vorhandenen Leuchtensysteme durch lichttechnisch gleichwertige LED-Lichtsysteme softwaregestützt simuliert. Ziel der Umrüstung ist es, dass nach dem Leuchtaustausch die gleichwertige Qualität der vorherigen Beleuchtungssituation erhalten bleibt. Das Ziel der DIN-Norm-Erreichung wird nicht angestrebt, zumal diese nur eine Empfehlung darstellt und aktuelle Gerichtsurteile zwar die Beleuchtungspflicht, jedoch nicht die Erreichung der DIN-Norm im Zentrum der Pflichtaufgabe der Kommunen sehen.

Die folgende Liste zeigt ein mögliches Umrüstkonzept und nennt für jedes vorhandene Leuchtensystem ein mögliches LED-Leuchtensystem. Zudem wird das mögliche Energieeinsparpotenzial für jedes Leuchtensystem ersichtlich. Die neuen Systemleistungen stellen marktübliche Ersatzsystemleistungen dar und wurden auf Basis von Durchschnittswerten herstellerneutral errechnet.

Tabelle 2: Übersicht Einsparpotenzial nach Leuchtsystem

Leuchtsystem	Bestandsysteme											Neue LED-Systeme						
	Anzahl	Bauart	Masthöhe [m]	Leuchtmitteltyp	Anzahl Leuchtmittel/Leuchte	Leistung [W] je Leuchtmittel	Verlust [W] Vorschaltgerät je Leuchtmittel	Leistung je Leuchte [W]	Installierte Leistung Gesamtbestand [W]	Jahres-Stromverbrauch [kWh/a]	Stromverbrauch mit NA Bestand [kWh/a]	Anteil am Stromverbrauch	Anzahl neu	Bauart neu	Leistung LED-Leuchte neu [W]	Installierte Leistung nach Umrüstung [W]	Jahresstromverbrauch mit NA [kWh/a]	Einsparpotenzial
1	59	Vierkant	<5 m	T	2	18	9	54	3.120	12.636	8.650	1,79%	59	dekorativ	18	1.062	2.751	68%
2	15	Vierkant	<5 m	T-C	3	11	4	45	675	2.734	2.159	0,45%	15	dekorativ	18	270	699	68%
3	122	Glocke	5-8 m	HSx	1	50	12	62	7.600	30.780	30.780	6,38%	122	Umrüstsatz	22	2.635	6.825	78%
4	119	Kugel	<5 m	T	2	18	9	54	6.370	25.799	17.661	3,66%	119	dekorativ	18	2.142	5.548	69%
5	198	Pilz	<5 m	T-C	3	11	4	45	8.910	36.086	28.497	5,91%	198	dekorativ	18	3.564	9.231	68%
6	309	Langfeld	5-8 m	T	1	36	10	46	14.214	57.567	57.567	11,93%	309	technisch	22	6.674	17.287	70%
7	214	Pilz	<5 m	HSx	1	50	12	62	13.358	54.099	54.099	11,21%	214	dekorativ	22	4.622	11.972	78%
8	128	Kugel	<5 m	HSx	1	50	13	63	8.013	32.453	32.453	6,73%	128	dekorativ	22	2.765	7.161	78%
9	22	Kugel	<5 m	HSx	1	35	13	48	1.054	4.268	4.268	0,88%	22	dekorativ	22	475	1.231	71%
10	287	LED	x	LED	1	x	-	x	11.104	44.971	44.971	9,32%	287	keine Umrüstung	-	11.104	44.971	0%
11	131	Kugel	<5 m	T-C	2	23	2	25	3.275	13.264	13.264	2,75%	131	dekorativ	14	1.886	4.886	63%
12	13	Koffer	5-8 m	HSx	1	100	15	115	1.495	6.055	6.055	1,25%	13	technisch	43	562	1.455	76%
13	31	Koffer	5-8 m	HSx	1	150	20	170	5.270	21.344	21.344	4,42%	31	technisch	43	1.339	3.469	84%
14	10	Kugel	<5 m	T-C	3	11	4	45	450	1.823	1.439	0,30%	10	dekorativ	18	180	466	68%
15	8	Verkehrszeichen	0 m	T	1	40	10	50	400	1.620	1.620	0,34%	8	keine Umrüstung	22	400	1.620	0%
16	46	Glocke	<5 m	HSx	1	50	12	62	2.863	11.594	11.594	2,40%	46	Umrüstsatz	22	994	2.573	78%
17	22	Pilz	<5 m	T-C	2	18	6	48	1.052	4.261	2.917	0,60%	22	dekorativ	18	396	1.026	65%
18	23	Stele	5-8 m	Hlx	1	70	13	83	1.909	7.731	7.731	1,60%	23	keine Umrüstung	-	1.909	7.731	0%
19	47	Stele	5-8 m	Hlx	1	150	20	170	7.990	32.360	32.360	6,71%	47	keine Umrüstung	-	7.990	32.360	0%
20	1	Laterne	<5 m	T-C	3	11	4	45	45	182	144	0,03%	1	dekorativ	18	18	47	68%
21	19	Vierkant	<5 m	HSx	1	50	12	62	1.179	4.773	4.773	0,99%	19	dekorativ	22	410	1.063	78%
22	1	Pilz	<5 m	T-C	2	24	4	56	56	227	155	0,03%	1	dekorativ	18	18	47	70%
23	4	Langfeld	0 m	T	1	36	10	46	184	745	745	0,15%	4	technisch	22	86	224	70%
24	44	Koffer	>8 m	HSx	1	150	20	170	7.480	30.294	30.294	6,28%	44	technisch	43	1.901	4.923	84%
25	8	Glocke	<5 m	HSx	1	70	13	83	664	2.689	2.689	0,56%	8	Umrüstsatz	22	173	448	83%
26	9	Pilz	<5 m	HSx	1	35	13	48	431	1.746	1.746	0,36%	9	dekorativ	22	194	503	71%
27	1	Langfeld	5-8 m	T	1	18	10	28	28	113	113	0,02%	1	keine Umrüstung	-	28	113	0%
28	34	Zylinder	<5 m	T-C	2	11	4	30	1.020	4.131	2.828	0,59%	34	dekorativ	14	490	1.268	55%
29	14	Koffer	5-8 m	HSx	1	50	12	62	868	3.515	3.515	0,73%	14	technisch	22	302	783	78%
30	2	Kugel	<5 m	T-C	2	18	6	48	96	389	266	0,06%	2	dekorativ	18	36	93	65%
31	63	Glocke	<5 m	HSx	1	35	13	48	2.811	11.385	11.385	2,36%	63	Umrüstsatz	22	1.361	3.524	69%
32	2	Verkehrszeichen	5-8 m	HSx	2	100	15	230	460	1.863	1.275	0,26%	2	keine Umrüstung	58	460	1.275	0%
33	9	Verkehrszeichen	0 m	LSx	1	90	15	105	945	3.827	3.827	0,79%	9	keine Umrüstung	-	945	3.827	0%
34	6	Koffer	>8 m	HSx	1	250	25	275	1.650	6.683	6.683	1,38%	6	technisch	72	432	1.119	83%
35	28	Stele	<5 m	Hlx	1	70	13	83	2.324	9.412	9.412	1,95%	28	keine Umrüstung	-	2.324	9.412	0%
36	4	Zylinder	<5 m	T-C	1	15	2	17	68	275	275	0,06%	4	keine Umrüstung	-	68	275	0%
37	3	Zylinder	<5 m	T-C	1	23	2	25	75	304	304	0,06%	3	dekorativ	14	43	112	63%
38	3	Wanne	0 m	T	1	36	10	46	138	559	559	0,12%	3	Wanne	22	65	168	70%
39	2	Glocke	5-8 m	HSx	1	70	13	83	183	743	743	0,15%	2	Umrüstsatz	22	43	112	85%
40	2	Verkehrszeichen	<5 m	T	1	40	10	50	100	405	405	0,08%	2	keine Umrüstung	22	100	405	0%
41	32	Glocke	0 m	HSx	1	50	12	62	1.984	8.035	8.035	1,67%	32	Umrüstsatz	22	691	1.790	78%
42	2	Verkehrszeichen	5-8 m	T	1	18	5	23	23	93	93	0,02%	2	keine Umrüstung	-	23	93	0%
43	7	Koffer	<5 m	HSx	1	50	12	62	434	1.758	1.758	0,36%	7	technisch	22	151	392	78%
44	4	Koffer	<5 m	HSx	1	70	13	83	332	1.345	1.345	0,28%	4	technisch	22	86	224	83%
45	2	Langfeld	5-8 m	T	2	58	13	142	284	1.150	787	0,16%	2	technisch	32	65	168	79%
46	10	Wanne	0 m	T-C	1	36	7	43	430	1.742	1.742	0,36%	10	Wanne	18	180	466	73%
47	3	Langfeld	>8 m	T	1	36	10	46	138	559	559	0,12%	3	technisch	22	65	168	70%
48	1	Glocke	5-8 m	HSx	1	35	9	44	48	194	194	0,04%	1	Umrüstsatz	22	22	56	71%
49	9	Koffer	5-8 m	HSx	1	70	13	83	747	3.025	3.025	0,63%	9	technisch	22	194	503	83%
50	7	Koffer	>8 m	HSx	1	100	15	115	805	3.260	3.260	0,68%	7	technisch	58	403	1.044	68%
51	16	Glocke	<5 m	T-C	1	15	2	17	272	1.102	1.102	0,23%	16	keine Umrüstung	-	272	1.102	0%

Je nach Art und Leistung des bestehenden Leuchtsystems kommen unterschiedliche LED-Leuchtsysteme als Ersatz in Frage. Hinsichtlich der Bauart wird bei der Umrüstung berücksichtigt, ob es sich bei der Bestandsleuchte um eine Leuchte mit dekorativer oder rein technischer Funktion handelt. Dekorative Leuchten sind im Anschaffungspreis teurer als die entsprechenden technischen Leuchten. Es wird empfohlen, vor der Umrüstung zu prüfen, ob der Bestand dekorativer Leuchten (z. B. Vierkantleuchten) im Einzelfall auch durch eine technische Leuchte ersetzt werden kann. Technische Leuchten sind teils deutlich günstiger in der Anschaffung und Wartung und sind aus ökonomischen Gründen oft die bessere Wahl. Für ein erfolgreiches Projekt müssen jedoch die individuellen Bedürfnisse und Gewohnheiten der Anwohner (Die Frage dahinter: Wie sehen die Form und Gestalt und das Lichtbild der Bestandsleuchte aus?) berücksichtigt werden.

Für die Berechnung der zu erwartenden Stromverbräuche wurden außerdem folgende Grundannahmen getroffen:

- Bisheriges Nachtabsenkungsniveau: 50 % Leistung bei 2.555 h Absenkdauer pro Jahr.
- Jahresbrenndauer von 4.050 Stunden.
- Zukünftiges Nachtabsenkungsniveau und -dauer: 50 % innerhalb eines Zeitraumes von 2.920 h

Durch das hier gezeigte Umrüstungskonzept kann der derzeitige jährliche Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung von rund 482.500 kWh auf ca. 198.100 kWh reduziert werden. Dies gleicht einem möglichen Gesamtenergieeinsparungspotenzial in Höhe von ca. 59 % über den gesamten Straßenbeleuchtungsstromverbrauch. Innerhalb der umgerüsteten Leuchtsysteme kann eine Gesamteinsparung von 75 % erzielt werden. Die Einsparung bleibt unabhängig von der Installation vollständiger Leuchtenköpfe, oder dem Einsatz von Umrüstsets gleich. Durch die Einführung einer

mehrstufigen Nachtabsenkung, die auch für einzelne Straßenzüge oder Ortsteile eingerichtet werden kann, ist es möglich, dass sich das genannte Einsparpotenzial noch weiter erhöht. Die Gesamtsumme der installierten Leistung verringert sich von 125.400 W auf ca. 62.600 W. Der verbrauchsbedingte CO₂-Ausstoß verringert sich von vormals 235 Tonnen auf nunmehr 96 Tonnen pro Jahr.

Nach einer Umrüstung teilen sich die Bauformen der Leuchten wie folgt auf:

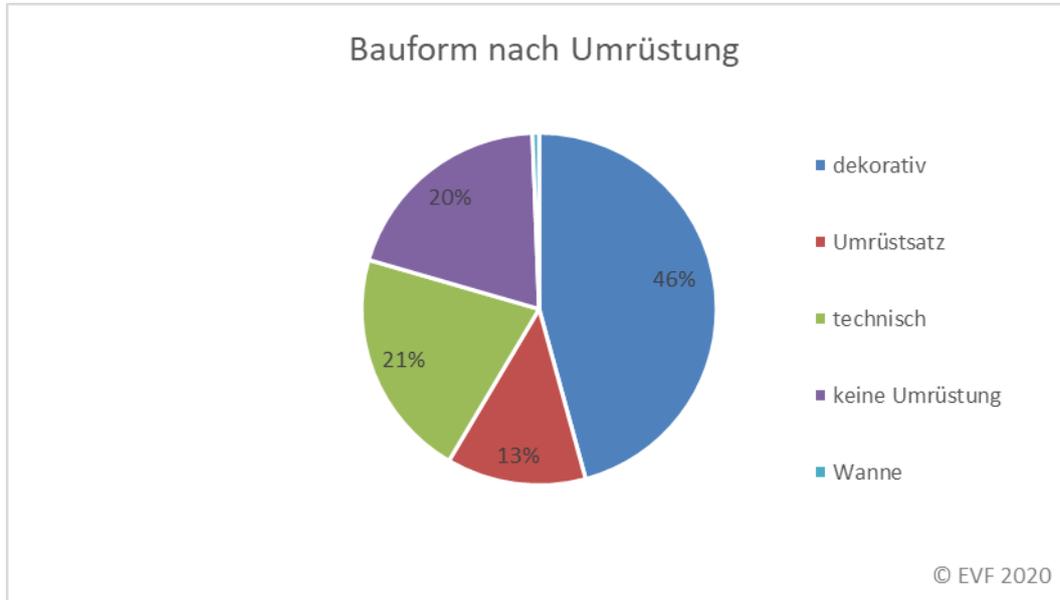


Abbildung 5 Leuchtenbauform nach Umrüstung

5 WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG

Wird lediglich der geringere Stromverbrauch betrachtet, ergibt sich durch eine Umrüstung auf LED-Technik bei den Verbrauchskosten ein Einsparpotential von ca. 70.900 € im ersten Jahr. Im folgenden Schritt wird das entwickelte Umrüstungskonzept im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsprognose ganzheitlich analysiert, in dem zusätzlich die Kosten der Umrüstung, sowie die anfallenden Wartungs- und Betriebskosten in die Betrachtung einbezogen werden.

5.1 Investitionskosten

Im Rahmen einer Grobkostenschätzung wurde die Höhe der zu erwartenden Investitionskosten ermittelt, die mit einer Umrüstung der bestehenden Straßenbeleuchtung auf LED-Technik im Sinne des für die Stadt Garching entwickelten Umrüstungskonzepts einmalig entstehen. Folgende Einzelpositionen wurden dabei betrachtet

- Kosten für den Tausch des bestehenden Leuchtenkopfes gegen einen LED-Leuchtenkopf.
 - Darin enthalten sind die Kosten für den Abbau und die Entsorgung der bestehenden Leuchten, sowie die Kosten für die mechanische und elektrotechnische Montage der LED-Leuchten.
- Kosten für den Einbau von LED-Umrüstsätzen in bestehende dekorative Leuchten.
 - Darin enthalten sind der Ausbau und die Entsorgung der bestehenden elektrotechnischen Komponenten der Bestandsleuchten sowie die Kosten für die vergleichsweise aufwändigere mechanische und elektrotechnische Montage der Umrüstsätze
- Investitionskosten für die Anschaffung der benötigten LED-Leuchten
- Investitionskosten für die Anschaffung der benötigten LED-Umrüstsätze
- Kosten für evtl./voraussichtlich zusätzlich anfallende bauliche oder elektrotechnische Arbeiten
 - Die Kosten werden pauschal (auf Basis der Befahrungsergebnisse) angenommen und decken evtl. notwendige Mastreparaturen oder Elektroinstallationsarbeiten ab.
- Planungskosten
 - Die Berechnung der Planungskosten erfolgt gemäß der HOAI 2013 § 55 Technische Ausrüstung (nutzungsspezifische Anlagen inkl. Maschinen- u. elektrotechn. Anlagen)
 - es gilt Honorarzone 1
 - es gilt Mindestsatz
 - betrachtet werden die Leistungsphasen 3 sowie 5 bis 8
- Nebenkosten
 - Die Kosten werden in einer Höhe von 6% der ermittelten Planungskosten angesetzt.

Für das Umrüstungskonzept für die Stadt Garching wurden gemäß dem untenstehenden Ansatz folgende Kosten ermittelt:

Tabelle 3 Grobkostenschätzung LED-Umrüstung Stadt Garching

Grobkostenschätzung LED-Umrüstung Stadt Garching					
(alle Preise Brutto)				Gesamt	
Typ	Leistung	Bauart	EP (brutto)	Anzahl	GP (brutto)
Umrüstungskosten Leuchtenköpfe			52,00 €	1453	75.556,00 €
Umrüstungskosten Umrüstsätze		Umrüstsatz	70,00 €	274	19.180,00 €
Umrüstsätze	gemischt	Umrüstsatz	310,00 €	274	84.940,00 €
Leuchtenkategorie 4	21,6 W	technisch	380,00 €	350	133.000,00 €
Leuchtenkategorie 6	32,4 W	technisch	450,00 €	2	900,00 €
Leuchtenkategorie 8	43,2 W	technisch	475,00 €	88	41.800,00 €
Leuchtenkategorie 10	57,6 W	technisch	575,00 €	7	4.025,00 €
Leuchtenkategorie 11	72,0 W	technisch	600,00 €	6	3.600,00 €
Leuchtenkategorie 14	14,4 W	dekorativ	500,00 €	168	84.000,00 €
Leuchtenkategorie 15	18,0 W	dekorativ	580,00 €	427	247.660,00 €
Leuchtenkategorie 16	21,6 W	dekorativ	620,00 €	392	243.040,00 €
Leuchtenkategorie 25	21,6 W	Wanne	350,00 €	3	1.050,00 €
Leuchtenkategorie 29	18,0 W	Wanne	550,00 €	10	5.500,00 €
Zusätzliche Arbeiten (aus Anteil an Invest nach Zustand)				10%	94.425,10 €
Planungshonorar (nach HOAI 2013)				1	127.225,64 €
Nebenkosten (v.H. des Planungshonorars)				6%	7.633,54 €
Gesamtkosten					1.173.535,28 €

Vorgehen: Umrüstung der technischen Leuchten mit neuen, technischen LED-Leuchtenköpfen, sowie Umrüstung der erhaltenswerten dekorativen Leuchten mit Umrüstsätzen. Umrüstung nicht erhaltenswerter dekorativer Leuchten mit dekorativen Leuchten. Ausgenommen: Bestands-LED.

5.2 Betriebskostenprognose ohne Inanspruchnahme von Fördermitteln

Die Betriebskostenprognose nach einer Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED-Technik erfolgt methodisch analog zur Ermittlung der Betriebskosten für den Weiterbetrieb der Bestandsanlagen. Die einmaligen Umrüstungskosten sowie die laufenden Betriebskosten für Energie, Wartung und Messstellenbetrieb werden über einen Betriebszeitraum von 15 Jahren unter der Berücksichtigung von Preissteigerungen fortgeschrieben. Aus der Summe der einzelnen Kostengruppen ergeben sich die jährlichen Gesamtkosten.

Zunächst wird davon ausgegangen, dass die Maßnahme aus Eigenkapital der Kommune finanziert wird und die Ergebnisse dargestellt. Zum Vergleich wird anschließend angenommen, dass die Maßnahme mittels eines zinsverbilligten Förderkredits finanziert wird und die Ergebnisse beider Modelle gegenübergestellt.

5.2.1 Energiekosten

Aus dem prognostizierten Stromverbrauch nach der Umrüstung werden unter Berücksichtigung der derzeitigen Strompreise und einer jährlichen Preissteigerung von 3% für die Energiekosten für die ersten 15 Betriebsjahre berechnet.

5.2.2 Wartungskosten

Für die Fortschreibung der Wartungskosten wird davon ausgegangen, dass aufgrund der üblichen Gewährung von Garantieleistungen auf neu angeschaffte LED-Leuchten der Kommune in den ersten zehn Betriebsjahren keine Wartungskosten auf die Leuchtenköpfe entstehen. Es verbleiben jedoch Wartungskosten für die Reinigung der Maste und Leuchten, den Netzzugang sowie den Netzbetrieb. In den ersten zehn Jahren wird ein Kostenansatz von 80% der derzeitigen Wartungskosten angenommen,

der den jährlichen Preissteigerungen unterliegt. Nach Ablauf der Garantiezeit werden die derzeit gültigen Wartungskosten mit einer jährlichen Preissteigerung von 3,3% angesetzt. Die Messstellenkosten werden analog zu den derzeitigen Kosten unter der Berücksichtigung von jährlichen Preissteigerungen über den Betrachtungszeitraum fortgeschrieben.

5.2.3 Kapitalbindungskosten

Zur Berechnung der Kapitalbindungskosten wird von einem über den gesamten Betrachtungszeitraum festen Kapitalbindungszinssatz von 0,5% auf die Investitionskosten ausgegangen, ein Risikoaufschlag wird aufgrund des Charakters der Maßnahme nicht einbezogen.

5.2.4 Auswertung der Betriebskostenprognose ohne Fördermittel - Eigenkapitalmodell

Die Abbildung 6 zeigt die Betriebskostenprognose über einen Zeitraum von 15 Jahren. Die Gesamtkosten im ersten Betriebsjahr belaufen sich demnach (inkl. Kapitalbindungskosten) auf eine Höhe von 98.600 €. Die angenommenen Preissteigerungen bedingen in den Folgejahren einen kontinuierlichen Anstieg der Gesamtkosten auf ca. 165.600 € bis zum Ende des Betrachtungszeitraums. Insgesamt ergeben sich nach einer Umrüstung auf LED in den ersten 15 Jahren Betriebskosten (ohne Kapitalbindungskosten) in Höhe von ca. 1.813.400 €.

Über den Betrachtungszeitraum von 15 Jahren ergibt sich eine durchschnittliche Eigenkapitalverzinsung von -0,43 %, da die Amortisation erst nach dem 15 Betriebsjahr eintreten würde. Die durchschnittliche Eigenkapitalrendite läge bei 6,24 %. Die Investition wäre in diesem Jahr bedingt wirtschaftlich, da die Rendite kleiner wäre als die angenommenen Kapitalzinsen.

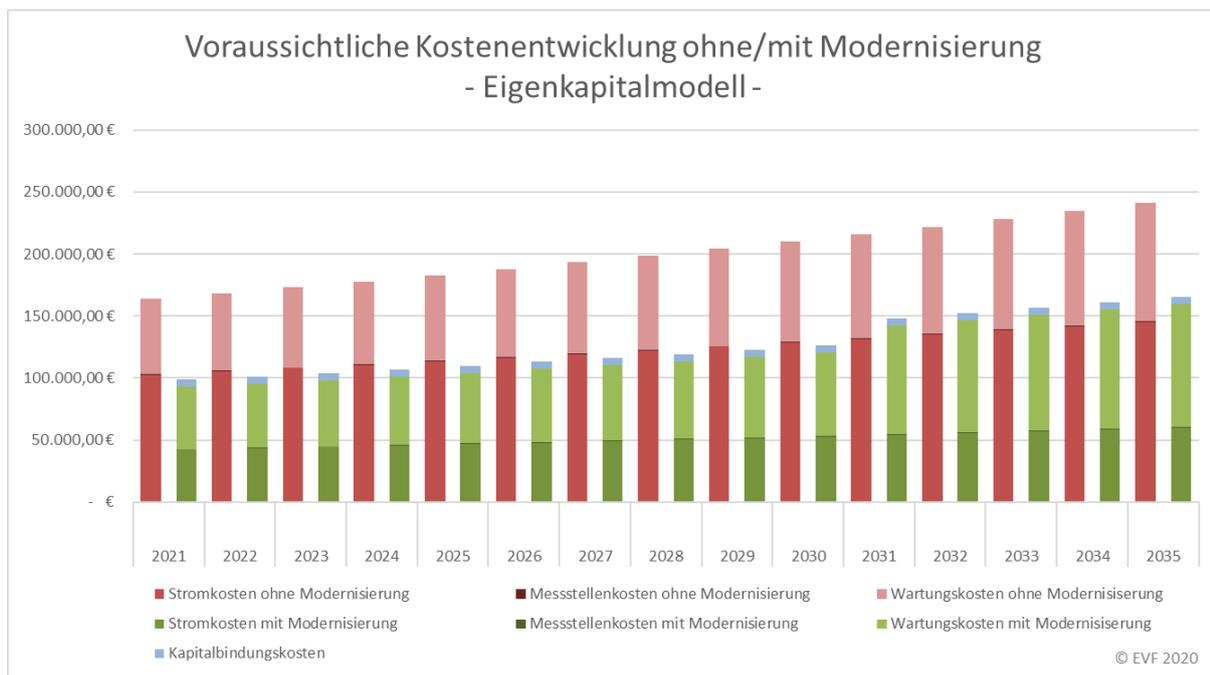


Abbildung 6 Voraussichtliche Kostenentwicklung ohne/mit Modernisierung - Eigenkapitalmodell

5.2.5 Auswertung der Betriebskostenprognose ohne Fördermittel - Kreditfinanzierungsmodell

Es wird in diesem Szenario davon ausgegangen, dass die einmaligen Umrüstungskosten in Form einer Kreditfinanzierung im Rahmen des KfW-Kreditprogramms 208 (Investitionskredit für Kommunen) über eine Laufzeit von zehn Jahren finanziert werden. Der aktuell angebotene Zinssatz beträgt 0,01 % (Stand 16.10.2019). Dieser wurde für die durchgeführten Berechnungen berücksichtigt. Die resultierenden jährlichen Kosten für Zins und Tilgung des Kommunalkredits werden als Kreditrefinanzierungskosten

(Zins + Tilgung, im Folgenden ‚Finanzierungskosten‘ genannt) in die Betriebsprognose integriert. Die zuvor angenommenen Kapitalbindungskosten fallen in diesem Szenario hingegen nicht an.

Abbildung 7 zeigt die Betriebskostenprognose über einen Zeitraum von 15 Jahren. Die Gesamtkosten im ersten Betriebsjahr belaufen sich demnach (inkl. Finanzierungsanteil) auf eine Höhe von 210.100 €. In den Folgejahren steigen die Kosten aufgrund der angenommenen Preissteigerungen kontinuierlich an. Nach dem Wegfall der Finanzierungskosten zum Ende der Kreditlaufzeit fallen die jährlichen Gesamtkosten im elften Betriebsjahr in Summe auf ca. 142.000 € zurück. Die Preissteigerungen bedingen in den Folgejahren einen kontinuierlichen Anstieg der Gesamtkosten auf ca. 146.200 € bis zum Ende des Betrachtungszeitraums. Insgesamt ergeben sich nach einer Umrüstung auf LED in den ersten 15 Jahren Betriebskosten (ohne Finanzierung) in Höhe von ca. 2.987.600 €.

In diesem Fall ergibt sich über den Betrachtungszeitraum von 15 Jahren ein durchschnittlicher prozentualer Kostenvorteil von 0,07 % und ein interner Zinsfuß von 0,13 %. Die Investition kann somit auch in diesem Szenario nur als bedingt wirtschaftlich betrachtet werden, obgleich sich die besonders niedrigen Zinsen der Förderkredite im Vergleich zu den Kapitalbindungskosten bei einer Investition aus eigenen Mitteln natürlich positiv auswirkt.

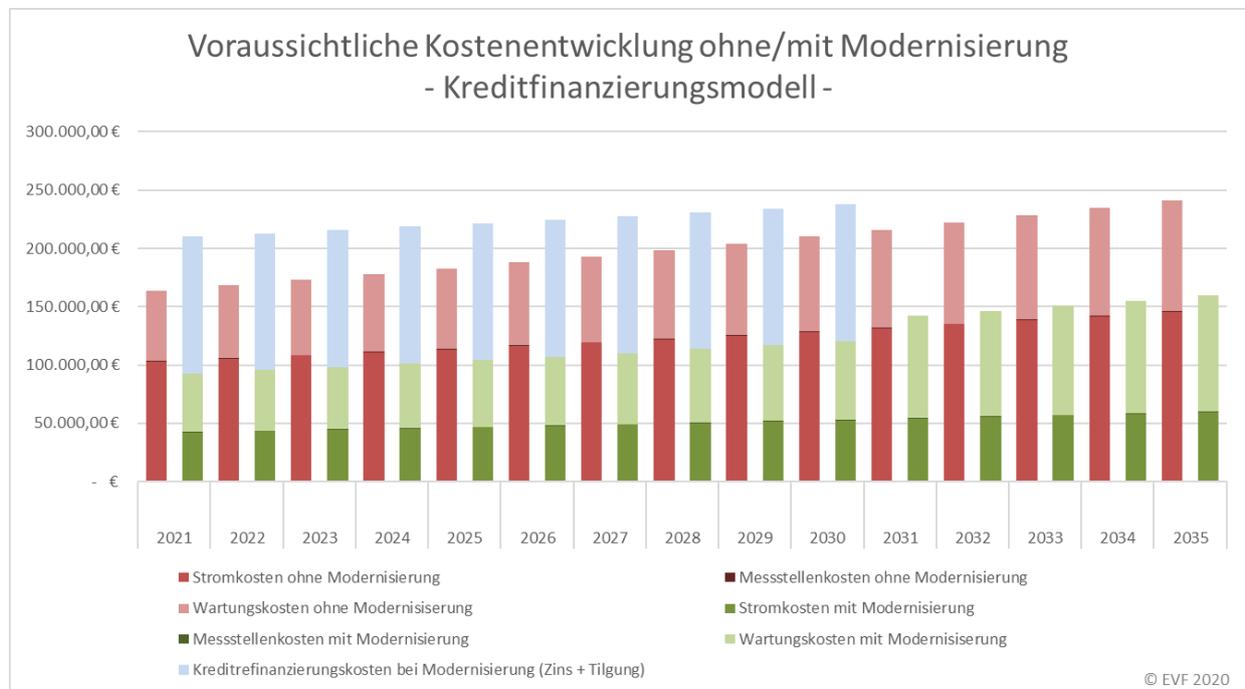


Abbildung 7 Voraussichtliche Kostenentwicklung ohne/mit Modernisierung

5.3 Vergleich der Gesamt(betriebs)kosten ohne Einsatz von Fördermitteln

Ein Vergleich der jeweiligen Betriebsprognosen für Weiterbetrieb der Bestandsanlagen oder für den Betrieb nach Umrüstung auf LED-Technik zeigt auf, dass sich ein ROI erst nach dem 15. Betriebsjahr(Eigenkapitalmodell), bzw. im 15. Betriebsjahr (Kreditfinanzierungsmodell) einstellt.

Hinsichtlich der Gesamtkosten der Straßenbeleuchtung ergäbe sich im Falle der Finanzierung des Projektes (KfW 208) im ersten Betriebsjahr eine Mehrbelastung von ca. 46.500 €. Im Falle der Eigenmittelnutzung ergibt sich im ersten Betriebsjahr eine Einmalbelastung des Kommunalhaushalts in Höhe von 1.108.400 € (unter Berücksichtigung der Kapitalbindungskosten).

Bis zum Ende des Betrachtungszeitraums können unter Einbezug der Finanzierungskosten bei einer Umrüstung auf LED-Technik im Vergleich mit dem Weiterbetrieb der Bestandsanlagen bis zu ca. 12.500 € eingespart werden bzw. ca. 1.098.700€ beim Einsatz von Eigenkapital. Die wirtschaftliche Amortisation der Investitionskosten erfolgt somit ohne Einbezug jeglicher Fördermittel im Verlauf des 15. bzw. 16. Betriebsjahres (vgl. Abbildung 8).

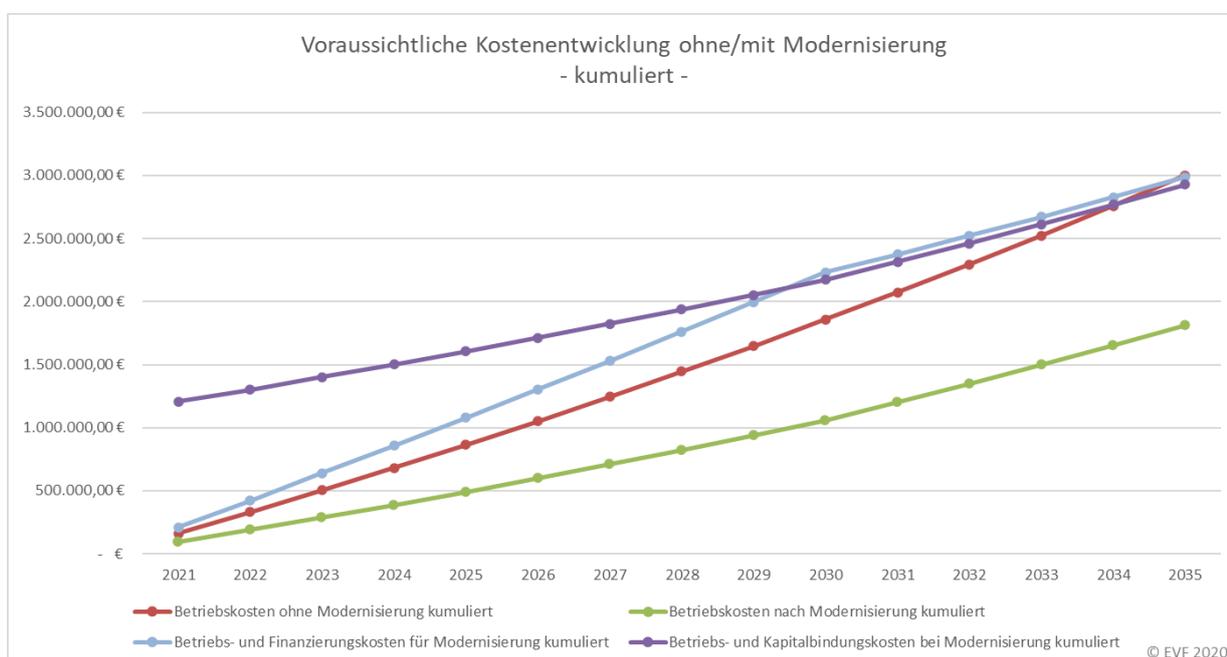


Abbildung 8 Voraussichtliche Kostenentwicklung ohne/mit Modernisierung - kumuliert

5.4 Zusammenfassung

Aus wirtschaftlicher Perspektive kann die Umrüstung der Straßenbeleuchtung nach dem hier entwickelten Umrüstungskonzept nur bedingt empfohlen werden. Durch die hohe Energieeinsparung von ca. 75 % innerhalb der umgerüsteten Anlagenteile können im Verlauf des Betrachtungszeitraums von 15 Jahren zwar Kostenvorteile von ca. 12.500 € (Kreditfinanzierungsmodell erzielt werden, obgleich die Beleuchtungssysteme faktisch erneuert wurden. Im Falle der nicht Inanspruchnahme von Fördermitteln wird dazu geraten, primär die besonders energieintensiven Leuchtensysteme (technische Systeme mit Natriumdampftechnik, sowie Leuchtstoffröhrensysteme mit höheren Leistungen) umzustellen, da hier eine Amortisation unter 10 Betriebsjahren möglich ist., bzw. Fördermittel in Anspruch zu nehmen.

Rein aus energetischer Sicht, ergeben sich dennoch erhebliche Einsparungspotenziale. Im Laufe des Betrachtungszeitraums können insgesamt ca. 4.266.800 kWh Energie in Form von elektrischem Strom eingespart werden. Die jährliche Energieeinsparung entspricht etwa dem durchschnittlichen Jahresstrombedarf von 79 3-Personen-Haushalten. Bezogen auf die CO₂-Emissionen ergibt sich durch die

Umrüstung nach 15 Jahren eine Gesamtreduktion von über 2.086 Tonnen (ausgehend von der heutigen Strommix-Emission) des klimaschädlichen Treibhausgases.

6 FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Die Bundesrepublik Deutschland fördert die Umrüstung von kommunaler Straßenbeleuchtung auf hocheffiziente LED-Technik im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Kommunalrichtlinie – Investive Maßnahmen). Konkret handelt sich dabei um das Förderprogramm für investive Klimaschutzmaßnahmen zur Sanierung der Außen- und Straßenbeleuchtung. Grundsätzlich wird eine Förderung im Sinne eines Investitionskostenzuschusses gewährt, wenn durch die Umrüstungsmaßnahmen eine CO₂-Emissionsminderung von mindestens 50% in allen von der Umrüstung betroffenen Leuchtensystemen erreicht wird. In diesem Falle gewährt der Fördergeber grundsätzlich einen Zuschuss in Höhe von 20% der zuwendungsfähigen Kosten. Kommunen, die dem Fördergeber gegenüber ihre Finanzschwäche nachweisen können, erhalten einen erhöhten Fördersatz von 25%. Auf Grund der Corona-Pandemie und zur Abschwächung deren Folgen, gilt derzeit ein um 10% erhöhter Fördersatz für Umrüstprojekte. Somit erhalten Sie bei Beantragung bis zum 31.12.2021 grundsätzlich 30%, bzw. 35% Investitionszuschuss als finanzschwache Kommune. Die folgenden Berechnungen erfolgen mit einem Fördersatz von 30%.

Die Förderung wird durch Einreichung von Förderanträgen beim zuständigen Projektträger Jülich (PTJ) beantragt.

Weitere Informationen zur obigen Fördermaßnahme können dem Merkblatt Investive Klimaschutzmaßnahmen unter https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/page/downloads/merkblatt_investive_klimaschutzmaßnahmen_2.pdf entnommen werden.

Bei dem hier entwickelten Umrüstungskonzept für die Stadt Garching weisen drei der betrachteten Leuchtensysteme (ohne bereits bestehende LED-Systeme) kein ausreichendes CO₂-Einsparpotential auf, um dafür Fördermittel zu beantragen. Vollständigkeitshalber wäre eine Umrüstung dieser Leuchten dennoch sinnvoll. Beachtet werden muss, dass das Lichtniveau im Bestand hier so gering ist, dass die LED-Umrüstung mit etwa derselben Leistung vorgenommen werden müsste, jedoch in diesem Fall nicht genügend Einsparung einbrächten um dafür Fördermittel zu beantragen und um sich in einem angemessenen Zeitraum zu amortisieren. Insgesamt 39 Leuchtensysteme weisen ein Einsparpotential von mindestens 50% auf und sind somit förderfähig. Beleuchtete Verkehrszeichen wurden von der Umrüstung ausgeschlossen, da die Investitionskosten für derartige Systeme sehr hoch sind und eine Amortisation erst deutlich nach dem 15. Betriebsjahr erfolgt.

6.1 Förderszenario

Im Folgenden wird ein Förderszenario erstellt. Hierzu wird der zu erwartende Fördersatz unter den Gesamtkostenansätzen zum Abzug gebracht.

Tabelle 4 Grobkostenschätzung inkl. Förderung

Grobkostenschätzung LED-Umrüstung Stadt Garching					
(alle Preise Brutto)				Gesamt	
Typ	Leistung	Bauart	EP (brutto)	Anzahl	GP (brutto)
Umrüstungskosten Leuchtenköpfe			52,00 €	1453	75.556,00 €
Umrüstungskosten Umrüstsätze		Umrüstsatz	70,00 €	274	19.180,00 €
Umrüstsätze	gemischt	Umrüstsatz	310,00 €	274	84.940,00 €
Leuchtenkategorie 4	21,6 W	technisch	380,00 €	350	133.000,00 €
Leuchtenkategorie 6	32,4 W	technisch	450,00 €	2	900,00 €
Leuchtenkategorie 8	43,2 W	technisch	475,00 €	88	41.800,00 €
Leuchtenkategorie 10	57,6 W	technisch	575,00 €	7	4.025,00 €
Leuchtenkategorie 11	72,0 W	technisch	600,00 €	6	3.600,00 €
Leuchtenkategorie 14	14,4 W	dekorativ	500,00 €	168	84.000,00 €
Leuchtenkategorie 15	18,0 W	dekorativ	580,00 €	427	247.660,00 €
Leuchtenkategorie 16	21,6 W	dekorativ	620,00 €	392	243.040,00 €
Leuchtenkategorie 25	21,6 W	Wanne	350,00 €	3	1.050,00 €
Leuchtenkategorie 29	18,0 W	Wanne	550,00 €	10	5.500,00 €
Zusätzliche Arbeiten (aus Anteil an Invest nach Zustand)				10%	94.425,10 €
Planungshonorar (nach HOAI 2013)				1	127.225,64 €
Nebenkosten (v.H. des Planungshonorars)				6%	7.633,54 €
Gesamtkosten					1.173.535,28 €
Förderung BMUB/PTJ der förderfähigen Umrüstung					252.039,30 €
Förderung BMUB/PTJ der Ingenieurdienstleistung					
Gesamtkosten für Kommune					921.495,98 €

Die Höhe der Förderung ergibt sich aus der Summe der förderfähigen Kosten. Zu den förderfähigen Kosten gehören grundsätzlich alle investiven Kosten für den Erwerb und den Einbau von LED-Leuchten. Nicht förderfähig hingegen sind die Anschaffung und der Einbau von LED-Umrüstsätzen. Des Weiteren sind die angenommenen Kosten für zusätzliche Arbeiten (z. B. für die Sanierung von Masten) nicht sowie die Planungskosten gem. HOAI inkl. Nebenkosten nicht über dieses Förderprogramm förderfähig.

Der Förderbetrag berechnet sich aus dem gewährten Fördersatz auf die förderfähigen Kosten (Investitionsförderung). Eine Förderung auf die projektbegleitenden Planungsleistungen ist ab dem 01.01.2019 nicht mehr zu beantragen.

Die Eingangs ermittelten Summen der Investitionskosten reduzieren sich durch die Förderung um ca. 252.000 €. Als kommunaler Eigenanteil verbleibt nunmehr ein Betrag von ca. 921.500€, der im Falle einer Umrüstung im Rahmen eines KfW-Kommunalkredites finanziert werden könnte. Kann dem Fördergeber der Nachweis über eine vorliegende Finanzschwäche der Kommune erbracht werden, würde sich die Förderung durch die höheren gewährten Fördersätze entsprechend erhöhen.

6.2 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Im Folgenden wird der Einfluss der Förderung auf die jährlichen Gesamtkosten betrachtet. Die jährlichen Betriebskosten für Energie und Wartung bleiben durch die Förderung unberührt. Durch die verminderten Kapitalbindungs- bzw. Finanzierungskosten (je nach Modell) reduziert sich die Summe der jährlichen Gesamtkosten.

Dadurch entsteht im Kreditfinanzierungsmodell im ersten Finanzierungsjahr im Vergleich zum Weiterbetrieb der Altanlage bereits eine Mehrbelastung des Haushalts (als ohne Einbezug der Fördermittel) in Höhe von ca. 21.290 €. Auf Grund der Kostensteigerungseffekte, welche bei einem Weiterbetrieb der Altanlage deutlich höher ausfallen würden (absolut) als bei der Neuanlage, kommt es bereits nach wenigen Jahren zu einer Kostensenkung im Vergleich zum Weiterbetrieb. Im 11. Betriebsjahr endet die Tilgung, wodurch deutliche Kostenvorteile erzielt werden können. Die gesamtwirtschaftliche Amortisation findet – bei einer angenommenen jährlichen Strompreissteigerung von 3% - im 12. Betriebsjahr statt. Um jährliche Mehrkosten durch Finanzierung der Maßnahme zu vermeiden, kann eine Tilgung des Darlehens z.B. innerhalb von 15 Jahren angestrebt werden, wodurch es zu einer sofortigen Haushaltsentlastung käme. Damit kann erreicht werden, dass bereits ab dem ersten Jahr eine Kostensenkung verzeichnet wird. Dabei ist zu jedoch beachten, dass die Zinsbindung nur für 10 Jahre bestehen bleibt.

Beim Eigenkapitalmodell ergibt sich auch unter Berücksichtigung der Fördermittel zunächst eine Belastung des Kommunalhaushalts in Höhe von ca. 855.150 €.

Im Vergleich zu einer Umrüstung ohne Fördermittel verringert sich die Amortisationszeit bei einer Finanzierung über 10 Jahre um drei Jahre, im Falle des Eigenkapitaleinsatzes verringert sich diese ebenfalls um drei Jahre.

Um eventuelle Schwankungen der äußeren Rahmenbedingungen einzubeziehen, wurde für Abbildung 9 und Abbildung 10 der Faktor der allgemeinen Preissteigerung hinsichtlich der akkumulierten Einsparungen sensitiv betrachtet. Die grün markierte Linie zeigt die kumulierte Einsparung auf. Die Bereiche oberhalb und unterhalb zeigen die Entwicklung bei Preissteigerungen zwischen durchschnittlich lediglich 1% und 5% auf. Auch im konservativsten Szenario (0,5 % Steigerung) ergibt sich immer noch eine kumulierte Ersparnis von ca. 50.900 € über 15 Betriebsjahre (Eigenkapitalmodell) bzw. von ca. 119.500 € (Kreditfinanzierungsmodell).

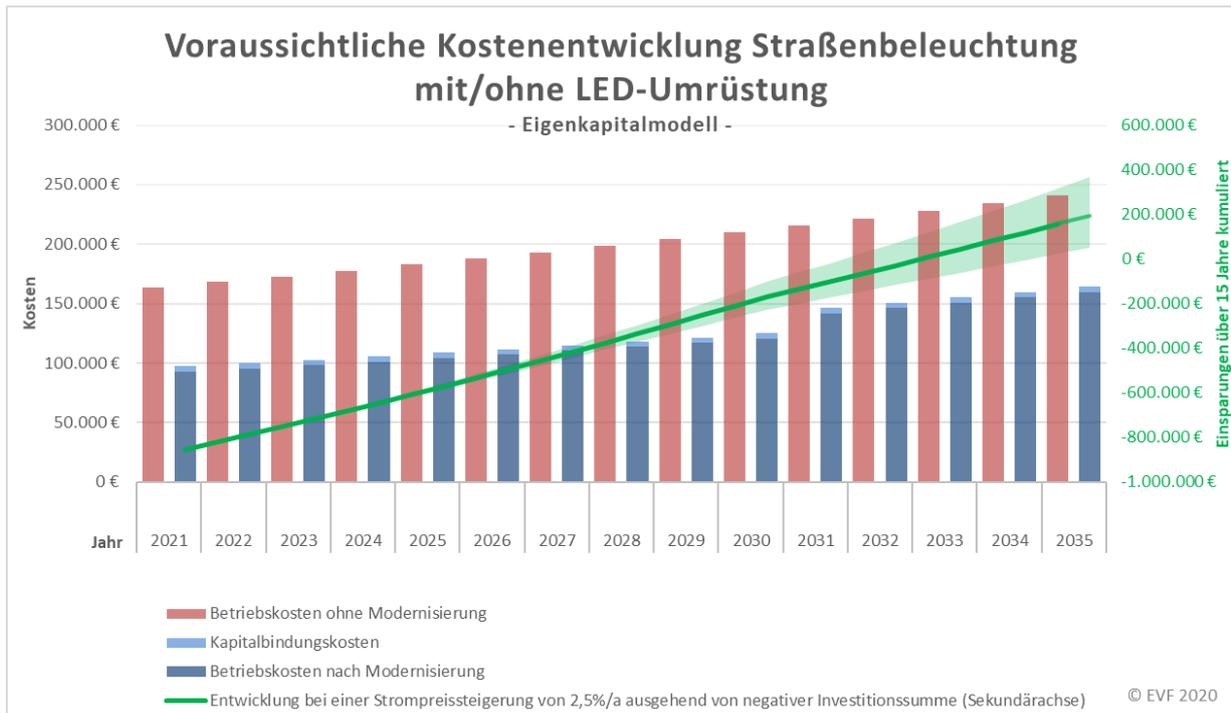


Abbildung 9 Voraussichtliche Kostenentwicklung ohne/mit Modernisierung inkl. Förderung - Eigenkapitalmodell

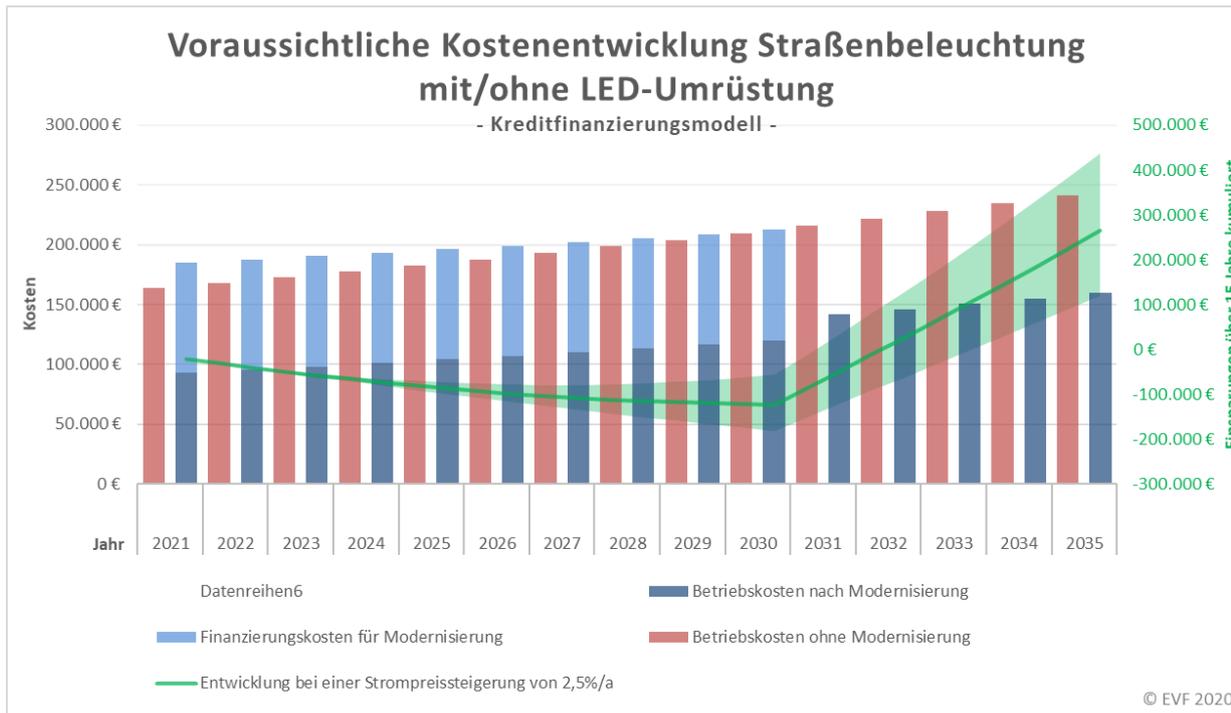


Abbildung 10 Voraussichtliche Kostenentwicklung ohne/mit Modernisierung inkl. Förderung – Kreditfinanzierungsmodell

6.3 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der entwickelten Förderszenarien zeigen auf, dass die Inanspruchnahme der Fördermittel einen sehr positiven Einfluss auf die Gesamtwirtschaftlichkeit der Umrüstungsmaßnahme hat. Es lassen sich Fördermittel in einer Höhe von bis zu ca. 252.000 € akquirieren. Der positive Effekt der Förderung wird deutlich sichtbar, da die Amortisationszeit um ca. drei Jahre verkürzt wird. Eine Umrüstung mit Inanspruchnahme von Fördermitteln ist aus wirtschaftlicher und energetischer Sicht, sowie im Hinblick auf die erreichbaren Emissionseinsparungen zu empfehlen. Es wird daher empfohlen, die Umrüstung der

Leuchtenköpfe auf hocheffiziente LED-Leuchtmittel durchzuführen. Auch wird empfohlen möglichst viele Brennstellen umzurüsten, da Leuchtensysteme, welche sich eher langsam amortisieren, von den sich schneller amortisierenden Leuchtensystemen profitieren.

Zusätzlich kann mit der Umrüstung die Heterogenität der Beleuchtungsanlage (im Moment: 51 unterschiedliche Systeme) verringert werden und damit ein einheitlicheres Ortsbild geschaffen werden. Die Aufnahmen der Befahrung und die stichprobenartige optische Prüfung der Mastzustände lassen darauf schließen, dass im Rahmen der Umrüstung zu einem zusätzlichen Kostenansatz von ca. 10% die meisten bestehenden Mängel an oberirdischen Teilen der Beleuchtungsanlage zu beheben sind. Diese Kosten wurden bei der vorliegenden Betrachtung bereits eingepreist und ggf. mitfinanziert, obgleich sie keine förderfähigen Kosten darstellen.

7 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Im Rahmen des hier vorgelegten LED Check-Ups wurde die technische und ökologische Sinnhaftigkeit einer Umrüstung der bestehenden Straßenbeleuchtung durch hocheffiziente LED-Technik nachgewiesen, wobei dringend dazu geraten wird Fördermittel aus der Kommunalrichtlinie in Anspruch zu nehmen. Der Stadt Garching kann auf der Basis der Berechnungen und Analysen die Umrüstung empfohlen werden. Durch die Inanspruchnahme verfügbarer Fördermittel wird die Gesamtwirtschaftlichkeit der Umrüstungsmaßnahme positiv beeinflusst (ca. 3 Jahre Amortisationszeiteinsparung). Zusätzlich kann mit der Umrüstung die Heterogenität der Beleuchtungsanlage verringert werden und damit ein einheitlicheres Ortsbild geschaffen werden. Im Hinblick auf die zukünftige Wartung können, die Kosten für Lagerhaltung und Ersatzteilbeschaffung ebenfalls reduziert werden.

Es ergeben sich folgende Handlungsempfehlungen und Hinweise:

- Es wird empfohlen, zur Maßnahmenumsetzung zwei Förderanträge einzureichen, um die höchstmöglichen Fördersätze für die unterschiedlichen Leuchtensysteme zu akquirieren.
 - ➔ Im Rahmen der Fördermittelbeantragung werden ggf. einige Leuchtensysteme, die in oben gezeigter Aufstellung knapp nicht die Mindestförderkriterien erfüllen würden, durch Verringerung der geplanten Leistung der LED-Leuchten mit in den Förderantrag aufgenommen. Ob diese geringere Leistung zumindest in Teilen der betroffenen Straßenzüge ausreichend ist, ließe sich erst im Rahmen einer detaillierten Ausführungsplanung entscheiden. Durch dieses Vorgehen würden im entsprechenden Fall aber ausreichend Fördermittel zur Verfügung stehen.
- Parallel dazu sollte ein Sanierungsfahrplan zur Instandsetzung der Tragsysteme und sonstigen Anlagen erarbeitet werden.
- Des Weiteren ist zu prüfen ob die Schaltstellen bereits über Überspannungsschutzeinrichtungen verfügen, da diese für den Schutz der neuen LED-Systeme als sinnvoll einzustufen sind.

ANHANG

Erklärung der Leuchtmittelkürzel

Abkürzung Leuchtmitteltyp	Bedeutung
A	Allgebrauchsleuchtmittel
HIx	Halogen-Metall dampflampe
HME	Hochdruck-Quecksilberdampflampe
HSx	Hochdruck-Natriumdampflampe
T	Leuchtstofflampe
T-C	Kompaktleuchtstofflampe

Zusätzliche Anhänge:

- **Übersicht: Fördermöglichkeiten der Kommunalrichtlinie**
- **Übersichtskarte Mängel am Straßenbeleuchtungsbestand**

Die Fördermöglichkeiten der Kommunalrichtlinie des Bundesumweltministeriums

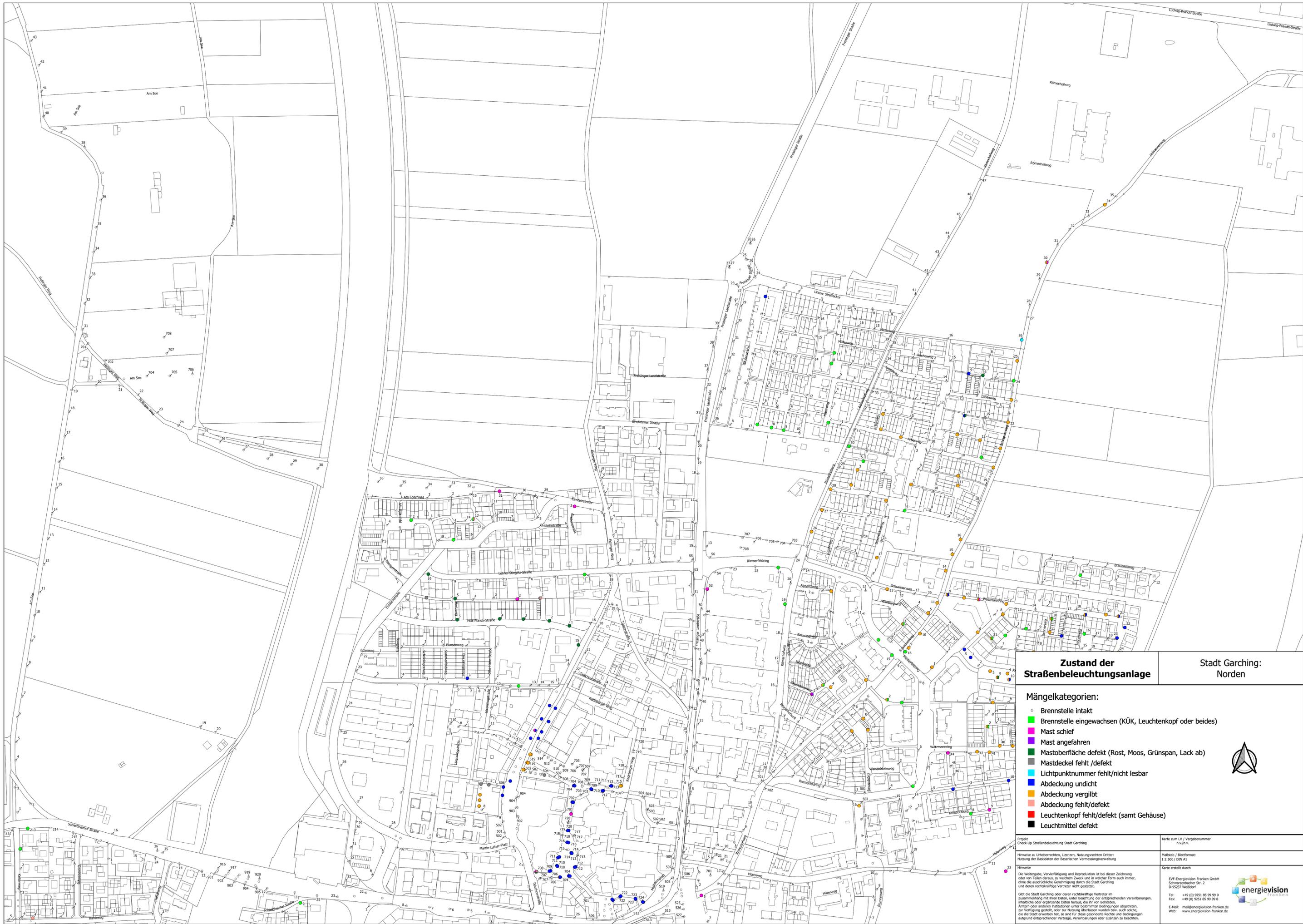
Antragsberechtigte	Kommunen	Finanzschwache Kommunen	Betriebe, Unternehmen, Einrichtungen (mind. 25% kommunal)	Kitas, Schulen, Jugendwerkstätten und Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe	Hochschulen und Religionsgemeinschaften sowie deren Stiftungen	Sportvereine, kulturelle Einrichtungen und Werkstätten für Menschen mit Behinderung	Externe Dienstleister* innen (Fokusbearbeitung) und Netzwerkmanager*innen (Netzwerke)	Aufgabenträger des öffentlichen Personennahverkehrs	Unternehmen mit kommunalem Entsorgungsauftrag	Öffentlich-rechtlich organisierte Wasserwirtschaftsverbände	für Anlagen / Gebäude von KSJS*	für Antragstellende aus Braunkohlerevieren
Förderschwerpunkte												
Strategische Förderschwerpunkte											zusätzliche Zuschüsse	
Fokusberatung	65 %	90 %	65 %	65 %	65 %		65 %					15 %
Energie- und Umweltmanagementsysteme	40 %	65 %	40 %	40 %	40 %							15 %
Energiesparmodelle	65 %	90 %		65 %								15 %
Starterpaket für Energiesparmodelle	50 %	65 %		50 %								15 %
Kommunale Netzwerke: Gewinnungsphase							100 %					15 %
Kommunale Netzwerke: Netzwerkphase							60 %					15 %
Potenzialstudien	50 %	70 %	50 %	50 %	50 %			50 %	50 %	50 %		15 %
Erstvorhaben Klimaschutzkonzept und -management	65 %	90 %	65 %		65 %							15 %
Anschlussvorhaben Klimaschutzmanagement	40 %	55 %	40 %		40 %							15 %
Ausgewählte Maßnahme aus Klimaschutzkonzept	50 %	50 %	50 %		50 %							15 %
Investive Förderschwerpunkte											zusätzliche Zuschüsse	
Außen- und Straßenbeleuchtung	20 %	25 %	20 %	20 %	20 %	20 %					5 %	15 %
Straßenbeleuchtung: adaptive Nutzung	25 %	30 %	25 %								5 %	15 %
Beleuchtung für Lichtsignalanlagen	20 %	25 %	20 %								5 %	15 %
Innen- und Hallenbeleuchtung	25 %	30 %	25 %	25 %	25 %	25 %					5 %	15 %
Raumlufttechnische Anlagen	25 %	30 %	25 %	25 %	25 %	25 %					5 %	15 %
Mobilitätsstationen	40 %	60 %	40 %								5 %	15 %
Verbesserung des Radverkehrs	40 %	60 %	40 %	40 %	40 %	40 %					5 %	15 %
Radabstellanlagen in Bahnhofsnähe	60 %	80 %	60 %	60 %	60 %	60 %					5 %	15 %
Intelligente Verkehrssteuerung	30 %	40 %	30 %					30 %				15 %
Sammlung von Garten- und Grünabfällen	40 %	40 %	40 %						40 %			15 %
Emissionsarme Vergärungsanlagen	40 %	40 %	40 %						40 %			15 %
Siedlungsabfalldeponien	50 %	60 %	50 %						50 %			15 %
Kläranlagen	30 %	40 %	30 %							30 %		15 %
Trinkwasserversorgung: Energieeffiziente Aggregate	30 %	40 %	30 %							30 %		15 %
Trinkwasserversorgung: Systemische Optimierung	20 %	30 %	20 %							20 %		15 %
Rechenzentren	40 %	50 %	40 %	40 %	40 %	40 %					5 %	15 %
Weitere investive Maßnahmen	40 %	50 %	40 %	40 %	40 %	40 %					5 %	15 %

+ 10 Prozentpunkte für alle Fördermöglichkeiten & Antragsberechtigten (1.8.2020 – 31.12.2021)

Hinweise:

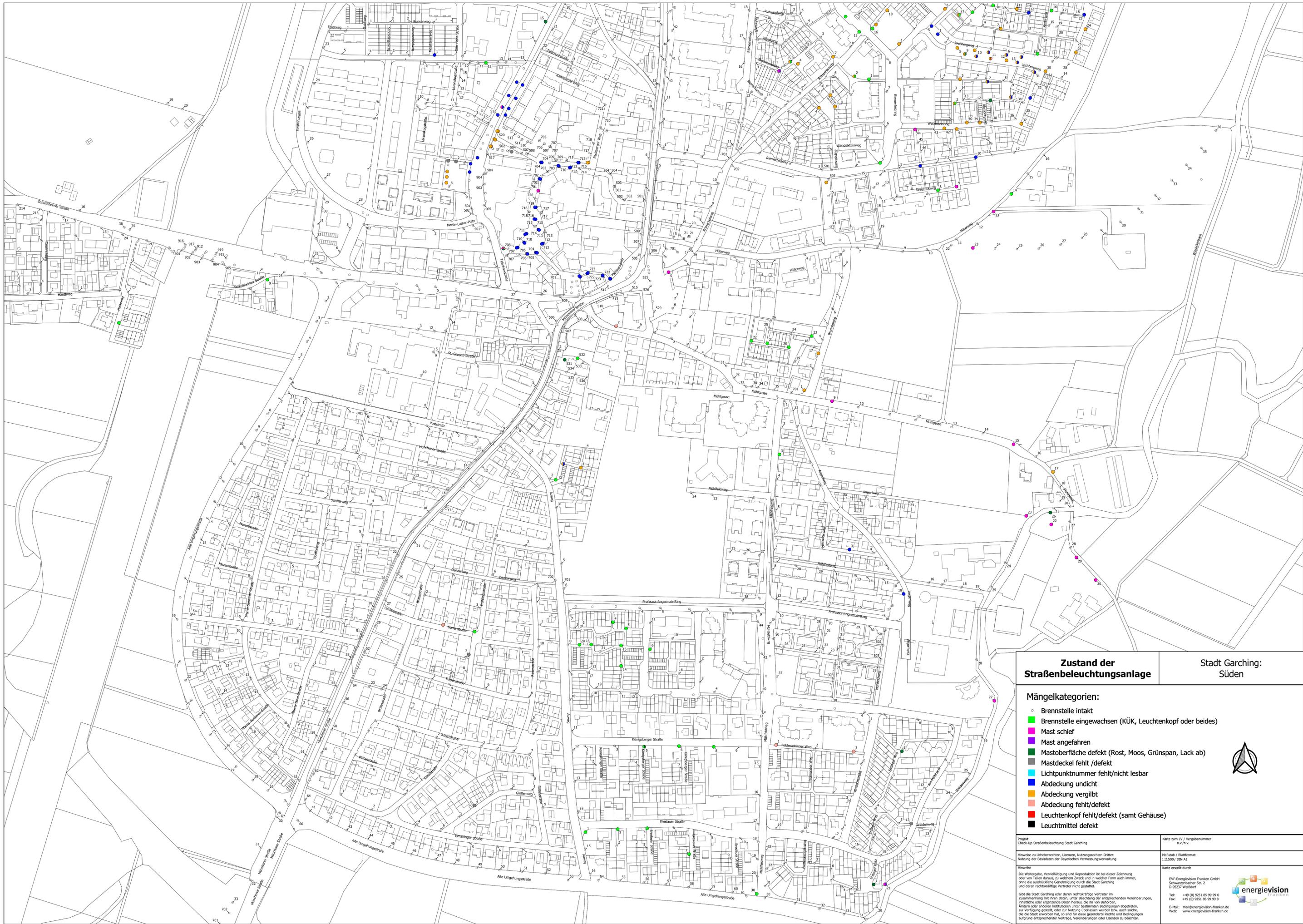
- a) Bei dieser Übersicht handelt es sich um eine vereinfachte Visualisierung der Kommunalrichtlinie. Maßgeblich für die Förderung sind die Informationen im Richtlinientext.
- b) Bitte beachten Sie die in der Kommunalrichtlinie definierte Höhe des zu erbringenden Eigenanteils (Punkt 6.4 der Kommunalrichtlinie).
- c) Die maximale Förderquote beträgt 100 %.

* KSJS: Kitas, Schulen, Jugendwerkstätten und Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe, Sportstätten



Zustand der Straßenbeleuchtungsanlage		Stadt Garching: Norden
Mängelkategorien: <ul style="list-style-type: none"> ○ Brennstelle intakt ■ Brennstelle eingewachsen (KÜK, Leuchtenkopf oder beides) ■ Mast schief ■ Mast angefahren ■ Mastoberfläche defekt (Rost, Moos, Grünspan, Lack ab) ■ Mastdeckel fehlt /defekt ■ Lichtpunktnummer fehlt/nicht lesbar ■ Abdeckung undicht ■ Abdeckung vergilbt ■ Abdeckung fehlt/defekt ■ Leuchtenkopf fehlt/defekt (samt Gehäuse) ■ Leuchtmittel defekt 		
Projekt: Check-Up Straßenbeleuchtung Stadt Garching		Karte zum LV / Vergabenummer n.v./n.v.
Hinweise zu Urheberrechten, Lizenzen, Nutzungsrechten Dritter: Nutzung der Basisdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung		Maßstab / Blattformat: 1:2.500 / DIN A1
Hinweise: Die Weitergabe, Vervielfältigung und Reproduktion ist bei dieser Zeichnung oder von Teilen daraus, zu welchem Zweck und in welcher Form auch immer, ohne die ausdrückliche Genehmigung durch die Stadt Garching und deren rechtskräftige Vertreter nicht gestattet.		Karte erstellt durch: EVF-Energievision Franken GmbH Schwarzenbacher Str. 2 D-95237 Weidhof
Gilt die Stadt Garching oder deren rechtskräftige Vertreter im Zusammenhang mit ihren Daten, unter Beachtung der entsprechenden Vereinbarungen, vertragliche oder ergänzende Daten heraus, die für von Behörden, Ämtern oder anderen Institutionen unter bestimmten Bedingungen abgerufen, zur Verfügung gestellt, oder zur Nutzung überlassen wurden bzw. auch solche, die die Stadt erworben hat, so sind für diese gesonderte Rechte und Bedingungen aufgrund entsprechender Verträge, Vereinbarungen oder Lizenzen zu beachten.		Tel: +49 (0) 9251 85 99 99 0 Fax: +49 (0) 9251 85 99 99 8 E-Mail: mail@energievision-franken.de Web: www.energievision-franken.de





Zustand der Straßenbeleuchtungsanlage		Stadt Garching: Süden
Mängelkategorien: <ul style="list-style-type: none"> ○ Brennstelle intakt ■ Brennstelle eingewachsen (KÜK, Leuchtenkopf oder beides) ■ Mast schief ■ Mast angefahren ■ Mastoberfläche defekt (Rost, Moos, Grünspan, Lack ab) ■ Mastdeckel fehlt /defekt ■ Lichtpunktnummer fehlt/nicht lesbar ■ Abdeckung undicht ■ Abdeckung vergilbt ■ Abdeckung fehlt/defekt ■ Leuchtenkopf fehlt/defekt (samt Gehäuse) ■ Leuchtmittel defekt 		
Projekt: Check-Up Straßenbeleuchtung Stadt Garching		Karte zum LV / Vergabenummer n.v./n.v.
Hinweise zu Urheberrechten, Lizenzen, Nutzungsrechten Dritter: Nutzung der Basisdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung		Maßstab / Blattformat: 1:2.500 / DIN A1
Hinweise: Die Weitergabe, Vervielfältigung und Reproduktion ist bei dieser Zeichnung, ohne die ausdrückliche Genehmigung durch die Stadt Garching und deren rechtskräftige Vertreter nicht gestattet.		Karte erstellt durch 
Gibt die Stadt Garching oder deren rechtskräftige Vertreter im Zusammenhang mit ihren Daten, unter Beachtung der entsprechenden Vereinbarungen, vertragliche oder engere Daten heraus, die ihr von Lieferanten, Ämtern oder anderen Institutionen unter bestimmten Bedingungen abgetreten, zur Verfügung gestellt, oder zur Nutzung überlassen wurden bzw. auch solche, die die Stadt erworben hat, so sind für diese gesonderte Rechte und Bedingungen aufgrund entsprechender Verträge, Vereinbarungen oder Lizenzen zu beachten.		Tel: +49 (0) 9251 85 99 99 0 Fax: +49 (0) 9251 85 99 99 8 E-Mail: mail@energievision-franken.de Web: www.energievision-franken.de



Zustand der Straßenbeleuchtungsanlage		Stadt Garching: Ortsteil Hochbrück, Osten	
Mängelkategorien: <ul style="list-style-type: none"> ○ Brennstelle intakt ■ Brennstelle eingewachsen (KÜK, Leuchtenkopf oder beides) ■ Mast schief ■ Mast angefahren ■ Mastoberfläche defekt (Rost, Moos, Grünspan, Lack ab) ■ Mastdeckel fehlt /defekt ■ Lichtpunktnummer fehlt/nicht lesbar ■ Abdeckung undicht ■ Abdeckung vergilbt ■ Abdeckung fehlt/defekt ■ Leuchtenkopf fehlt/defekt (samt Gehäuse) ■ Leuchtmittel defekt 			
Projekt: Check-Up Straßenbeleuchtung Stadt Garching		Karte zum LV / Vergabenummer n.v./n.v.	
Hinweise zu Urheberrechten, Lizenzen, Nutzungsrechten Dritter: Nutzung der Basisdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung		Maßstab / Blattformat: 1:2.500 / DIN A1	
Hinweise: Die Weitergabe, Vervielfältigung und Reproduktion ist bei dieser Zeichnung oder von Teilen daraus, zu welchem Zweck und in welcher Form auch immer, ohne die ausdrückliche Genehmigung durch die Stadt Garching und deren rechtskräftige Vertreter nicht gestattet.		Karte erstellt durch 	
Gibt die Stadt Garching oder deren rechtskräftige Vertreter im Zusammenhang mit ihren Daten, unter Beachtung der entsprechenden Vereinbarungen, vertragliche oder ergäuzende Daten heraus, die für von Behörden, Ämtern oder anderen Institutionen unter bestimmten Bedingungen abgefragt, zur Verfügung gestellt, oder zur Nutzung überlassen wurden bzw. auch solche, die die Stadt erworben hat, so sind für diese gesonderte Rechte und Bedingungen aufgrund entsprechender Verträge, Vereinbarungen oder Lizenzen zu beachten.		EVF-Energievision Franken GmbH Schwarzenbacher Str. 2 D-95237 Weißenfurt Tel: +49 (0) 9251 85 99 99 0 Fax: +49 (0) 9251 85 99 99 8 E-Mail: mail@energievision-franken.de Web: www.energievision-franken.de	



Zustand der Straßenbeleuchtungsanlage		Stadt Garching: Ortsteil Hochbrück, Westen	
Mängelkategorien:			
○	Brennstelle intakt		
■	Brennstelle eingewachsen (KÜK, Leuchtenkopf oder beides)		
■	Mast schief		
■	Mast angefahren		
■	Mastoberfläche defekt (Rost, Moos, Grünspan, Lack ab)		
■	Mastdeckel fehlt /defekt		
■	Lichtpunktnummer fehlt/nicht lesbar		
■	Abdeckung undicht		
■	Abdeckung vergilbt		
■	Abdeckung fehlt/defekt		
■	Leuchtenkopf fehlt/defekt (samt Gehäuse)		
■	Leuchtmittel defekt		
Projekt: Check-Up Straßenbeleuchtung Stadt Garching		Karte zum LV / Vergabenummer n.v./n.v.	
Hinweise zu Urheberrechten, Lizenzen, Nutzungsrechten Dritter: Nutzung der Basisdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung		Maßstab / Blattformat: 1:2.500 / DIN A1	
Hinweise: Die Weitergabe, Vervielfältigung und Reproduktion ist bei dieser Zeichnung oder von Teilen daraus, zu welchem Zweck und in welcher Form auch immer, ohne die ausdrückliche Genehmigung durch die Stadt Garching und deren rechtskräftige Vertreter nicht gestattet. Gibt die Stadt Garching oder deren rechtskräftige Vertreter im Zusammenhang mit ihren Daten, unter Beachtung der entsprechenden Vereinbarungen, inhaltliche oder engere Daten heraus, die für von Behörden, Ämtern oder anderen Institutionen unter bestimmten Bedingungen abgerufen, zur Verfügung gestellt, oder zur Nutzung überlassen wurden bzw. auch solche, die die Stadt erworben hat, so sind für diese gesonderte Rechte und Bedingungen aufgrund entsprechender Verträge, Vereinbarungen oder Lizenzen zu beachten.		Karte erstellt durch EVF-Energievision Franken GmbH Schwarzenbacher Str. 2 D-95237 Weiskirchen Tel: +49 (0) 9251 85 99 99 0 Fax: +49 (0) 9251 85 99 99 8 E-Mail: mail@energievision-franken.de Web: www.energievision-franken.de	
			

Stadt Garching: Ortsteil Dirnismaning



Stadt Garching: Radweg nach Ismaning



Stadt Garching: Fußgängerzone und Innenstadt (vergrößert auf 1:1000)

