

# **Arbeitsgrundlage Umrüstung auf LED**

der öffentlichen Beleuchtung  
in der Gemeinde Meilen

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung Arbeitsgrundlage</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>IST-Aufnahme der öffentlichen Beleuchtung von Meilen</b>	<b>5</b>
3.1	Kandelaber- und Leuchten-Typen	5
3.2	Altersstruktur der Kandelaber (Masten) und der Leuchten	9
3.2.1	Kandelaber (Masten)	9
3.2.2	Leuchten	10
3.3	Kandelaber-Fundamente	12
3.4	Durchschnittlicher Abstand der Kandelaber, Bestimmung der Lichtpunkthöhe	12
3.5	Zusammenfassung Beleuchtungsinventar	13
<b>4</b>	<b>Umrüstung auf LED-Technik</b>	<b>14</b>
4.1	Allgemeines	14
4.2	Zukünftige LED-Leuchten-Typen in der Gemeinde Meilen	15
4.2.1	Beispiel Aufsatzleuchte (technische Leuchte), Bemusterungsleuchte Nr. 4 und Nr. 5	15
4.2.2	Beispiel Rundumleuchte (für Plätze), Bemusterungsleuchte Nr. 2	17
4.2.3	Beispiel Antik-Leuchte ,Bemusterungsleuchte Nr. 1	18
4.2.4	Beispiel Pollerleuchten / Lichtbauelemente für Fusswege und Sonderanwendungen	19
4.3	Ausschreibung	19
4.4	Zukünftige Einsatzorte der LED-Leuchten	19
<b>5</b>	<b>Wahl der Lichtfarbe</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>Steuerung</b>	<b>21</b>
6.1	Beleuchtungssteuerung heute	21
6.2	Beleuchtungssteuerung zukünftig	21
6.2.1	Betrieb & Unterhalt	23
6.3	Schnittstellen	23
6.4	Umsetzung Smart City	24
<b>7</b>	<b>Kosten</b>	<b>24</b>
7.1	Umrüstkosten pro Kandelaber	24
7.1.1	Richtkosten für einen Leuchten-Wechsel auf einem bestehenden Kandelaber	24
7.1.2	Richtkosten für einen Kandelaberwechsel inkl. Leuchte, wenn ein Fundament vorhanden ist	25
7.1.3	Richtkosten für einen Kandelaberwechsel, wenn kein Fundament vorhanden ist	25
7.2	Ohnehin-Kosten	25
7.2.1	Ohnehin-Kosten für Kandelaberwechsel mit bestehendem Fundament	26
7.2.2	Ohnehin-Kosten für Kandelaberwechsel ohne bestehendem Fundament	26
<b>8</b>	<b>Sparpotential pro Jahr bei Umrüstung auf LED-Technik</b>	<b>26</b>
<b>9</b>	<b>Kosten für die Umrüstung auf LED-Technik</b>	<b>27</b>
9.1.1	Flächendeckende Umrüstung aller Kandelaber auf LED-Technik	27
<b>10</b>	<b>Graue Energie smarter LED Leuchten</b>	<b>29</b>
<b>11</b>	<b>Beilagen</b>	<b>29</b>
<b>12</b>	<b>Glossar</b>	<b>30</b>

# 1 Zusammenfassung Arbeitsgrundlage

Die Technologie in der Beleuchtungstechnik hat sich seit der Glühlampe enorm verändert. Die LED bietet viel Licht mit wenig Energie und dank smarter verkehrsabhängiger Steuerung werden bis zu 80% Strom aber auch gleichzeitig Lichtemissionen eingespart. Menschen und Tiere reagieren nachts auf Licht und die Wirkung ist bekannt. Die Umrüstung der bestehenden öffentlichen Beleuchtung ist aber nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll. Nicht allein die Betriebskosten sinken. Dank der langlebigen LED liegen auch die Unterhaltskosten um ca. 40 % tiefer. Die Anschaffungskosten für smarte, topmoderne LED-Leuchten befinden sich auf einem historischen Tiefstand und liegen deutlich unter den Preisen im Vergleich zur bisherigen konventionellen Technik. Der Moment für eine technologisch fortschrittliche Zukunft ist gekommen. Dank der normierten Zhaga-Schnittstelle wird eine Anbindung der öffentlichen Beleuchtung an eine Steuereinheit ermöglicht. Somit ist eine Produkteunabhängige, intelligente Kommunikation der Leuchten umsetzbar. Die neue Gesamtinvestition amortisiert sich in weniger als 20 Jahren. Die Investition ist eine Win-win-Situation für alle Einwohner sowie die Fauna von Meilen und unseren Lebensraum in dem wir wohnen und arbeiten. Als Energiestadt mit Goldlabel, möchte man zudem seinen Beitrag zur Verminderung des Stromverbrauches leisten.

## 2 Einleitung

Heute betreibt und erstellt die Infrastruktur Zürichsee AG (iNFRA AG), im Auftrag der Gemeinde und des Kantons Zürich, auf dem Gebiet der Gemeinde Meilen die öffentliche Beleuchtung für die Strassen, Fusswege, Unterführungen, Parkanlagen, Plätze etc.

Gemäss § 6 des Strassengesetz (StrG) sind die Staatstrassen vom Staat und die Gemeindestrassen von den Gemeinden zu erstellen, unterhalten, betreiben oder auszubauen. Zur Strasse gehören ausser den Flächen für den fliessenden und ruhen den öffentlichen und privaten Verkehr alle dem bestimmungsgemässen Gebrauch, der technischen Sicherung und dem Schutz der Umgebung dienenden Bauten und Einrichtungen, insbesondere gemäss § 3 lit. g StrG auch Beleuchtungsanlagen. Laut Art. 6a des Strassenverkehrsgesetz (SVG) haben Bund, Kanton und Gemeinden bei Planung, Bau und Betrieb der Strasseninfrastruktur den Anliegen der Verkehrssicherheit angemessen Rechnung zu tragen.

Die Lasten für diese Infrastruktur trägt jeder Strasseneigentümer für sich selbst. Bau- und Unterhaltskosten an Kantonsstrassen gehen damit vollumfänglich zu Lasten des Kanton Zürich. Die Gemeindestrassen obliegen unserer Verantwortung.

Die öffentliche Beleuchtung hat für die Sicherheit der Bevölkerung eine sehr grosse Bedeutung. Sie soll Gefahren für die schwächeren Verkehrsteilnehmer bei Dunkelheit abwenden sowie Vandalismus und Kriminalität vorbeugen.

Die Strassenbeleuchtung fördert die Lebensqualität der Bewohner und die Attraktivität der Gemeinde. Dabei muss sie die gültigen Normen erfüllen und neben der Verkehrssicherheit stehen aber auch wirtschaftliche und umweltrelevante Aspekte im Fokus.

Um die öffentliche Beleuchtung immer zweckmässiger, wirtschaftlicher und energieeffizienter zu gestalten, hat die iNFRA AG ein neues, zeitgemässes und zukunftsorientiertes Vorgehen organisiert und in Arbeit gegeben.

Vor diesem Hintergrund hat man die Eigenschaften des aktuellen Beleuchtungssystems aufgenommen.

Aus dem Vergleich zwischen dieser Soll- und Ist-Situation, ist ein Entwicklungsvorschlag erarbeitet worden, wofür die Schlüsselwörter wie folgt lauten:

- Sicherheit der Verkehrsteilnehmer (einschliesslich Langsamverkehr),
- Lichtverschmutzung,
- Schutz von Kriminalität,
- Anschaffungskosten,
- Energieverbrauch,
- Betrieb und Instandhaltung,
- Steuerung,
- Smart City

Grundsätzlich scheint auch die Bevölkerung mit den vorhandenen Beleuchtungsanlagen zufrieden zu sein. Trotz dieser gut funktionierenden und bewährten Beleuchtungsanlagen besteht heute der Bedarf das Gesamtkonzept aus mehreren Gründen zu überprüfen und nötigenfalls zu aktualisieren.

Auf der technischen Ebene bestehen die grossen Änderungen und Anpassungen im Bereich der Beleuchtung in der rasanten Entwicklung der neuen LED-Beleuchtungstechnik und deren Steuerungsmöglichkeiten.

Gegenüber der bis heute in Meilen eingesetzten

- Natrium-Hochdrucklampen, rund 83% der im Einsatz stehenden Leuchtmittel
- Leuchtstofflampen, rund 2 % der im Einsatz stehenden Leuchtmittel
- Energiesparlampen, rund 5% der im Einsatz stehenden Leuchtmittel
- Diverse Leuchtmittel, rund 1% der eingesetzten Leuchtmittel
- Leuchten mit LED-Leuchtmittel, rund 9%

zeichnet sich heute eine sinnvolle Ablösung durch LED-Technik für alle eingesetzten Leuchtenarten und Beleuchtungsstärken ab. Die technischen und wirtschaftlichen Eigenschaften der LED-Technik erfüllen mittlerweile die hohen Anforderungen, die an eine öffentliche Beleuchtung gestellt werden.

Für die LED-Technik sprechen heute die folgenden erwähnenswerten Vorteile:

- Hohe Energieeffizienz
- Lange Lebensdauer (günstiger Unterhalt, weniger Lampenersatz)
- Gute Steuerbarkeit (sofort Licht, gute Dimmbarkeit)
- Weisses Licht mit guter Farbwiedergabe/-erkennung
- Gerichtetes Licht mit wenig Streuverlust
- Erhöhte Verkehrssicherheit durch weisse Lichtfarbe und verbesserte optische Lichtlenkung
- Massive Reduktion der Lichtemissionen / Lichtsmogreduktion (Motion im Parlament hängig)
- Verkehrsorientierte bzw. verkehrsabhängige Beleuchtung

Zu erwähnen sind aber auch Nachteile der LED-Technik:

- erhöhte Blendungsgefahr,
- „scharfe“ Abgrenzung hell/dunkel

Aufgrund der Erkenntnisse aus dem Beleuchtungskonzept wurde eine Arbeitsgrundlage zur Umrüstung der öffentlichen Beleuchtung von Meilen auf LED-Technik ausgearbeitet.

### 3 IST-Aufnahme der öffentlichen Beleuchtung von Meilen

Insgesamt werden in der Gemeinde Meilen für die öffentliche Beleuchtung inkl. Beleuchtung für den Kanton rund 2400 Stück Lichtpunkte betrieben. Davon dienen rund 600 Stück Lichtpunkte für Unterführungen, für den Bushof, für Plätze und für Parks. Die restlichen rund 1800 Stück Lichtpunkte sind Leuchten die auf Kandelabern sowie wenige auf Poller, Freileitungen, Fassaden und Queraufhängungen montiert sind.

#### 3.1 Kandelaber- und Leuchten-Typen

In Meilen stehen für die öffentliche Beleuchtung verschiedene Kandelaber (Masten) mit unterschiedlichen Lichtpunkthöhen (LPH) und Leuchten in Betrieb.

Von den Kandelabern sind nicht alle im Eigentum der Gemeinde Meilen respektive der Infrastruktur Zürichsee AG. Die Kandelaber für die Beleuchtung der Kantonsstrassen (See-, Berg- und Forchstrasse) sind im Eigentum des Kantons Zürich. Diese Beleuchtung wird jedoch im Auftrag und zu Lasten vom Kanton Zürich durch die Gemeinde Meilen in Zusammenarbeit mit der Infrastruktur Zürichsee AG betrieben und unterhalten.

Im Übersichtsplan „Beleuchtungsübersicht IST-Zustand bestehende Leuchten“, Gemeinde Meilen vom 7. Februar 2022 sind die Standorte der Beleuchtungsanlagen eingezeichnet.

Nachfolgend werden die in Meilen eingesetzten Kandelaber- und Leuchten-Typen aufgeführt:

- Beton- und Stahlkandelaber 4m LPH mit „Huber“ Leuchte



- Stahl-Kandelaber 4m LPH mit Aufsatzleuchte



- Stahl- und Alu-Kandelaber 6m LPH mit Aufsatzleuchte



- Stahl-Kandelaber mit Bogen 6m LPH mit Antik-Leuchte



- Stahl-Kandelaber 8m LPH mit Aufsatzleuchte



- Kandelaber mit grossem Bogen 8m LPH mit Antikleuchte



- Stahl-Kandelaber 10m LPH mit Aufsatzleuchte



- Peitschenkandelaber 10m LPH mit Leuchte „Quadralux“



- Pollerleuchten  
(Bodenleuchten)



- Fusswegleuchten BEGA 1m LPH



- Queraufhängungen



- Fassadenausleger



- Freileitungsausleger



In Meilen kommen noch weitere Leuchten-Typen für unterschiedliche Beleuchtungszwecke wie

- für Strassen- und Bahnunterführungen,
- für Park- und Platzanlagen,
- für den Bushof etc.

zum Einsatz.

## **3.2 Altersstruktur der Kandelaber (Masten) und der Leuchten**

Die Jahrgänge der eingesetzten Kandelaber- und Leuchten-Typen werden seit dem Jahr 2000 erfasst und dokumentiert. Vor dem Jahr 2000 wurden die Beleuchtungs-Anlagen nicht dokumentiert.

### **3.2.1 Kandelaber (Masten)**

Die Lebensdauer der Stahl-, Alu- und Beton-Kandelaber beträgt bei guter Wartung (periodische Erneuerung des Korrosions- resp. Betonschutzes) im Durchschnitt rund 45 Jahre.

Bei der Infrastruktur Zürichsee AG werden die Kandelaber laufend durch Sichtkontrollen aber auch durch Standsicherheits-Prüfungen kontrolliert. Es zeigt sich, dass die Problemzone bei den Stahl- und Alukandelabern beim Mastfuss liegt. An dieser Stelle korrodieren die Masten bevorzugt.

Der Gesetzgeber verlangt «sicherheitsmindernde Veränderungen» zu erkennen. Die grosse Problematik stellt sich besonders bei Kandelaber welche über Zusatzelemente wie Schilder, Adventsbeleuchtungen, Mehrfachausleger usw. verfügen. Die erhöhten Biege- und Torsionskräfte führen zu Materialermüdungen.

Sämtliche Betonmasten, die nicht durch Strassenbauprojekte in den nächsten Jahren tangiert werden, wurden in den letzten Jahren saniert. Die Sanierung beinhaltete die Reinigung, das Ausbessern von Beton-Abplatzungen und das Auftragen einer elastischen grauen Schutzbeschichtung.

### 3.2.2 Leuchten

Als Leuchte wird eine Vorrichtung bezeichnet, in die ein Leuchtmittel fest eingebaut ist oder eingebaut werden kann und die zur Beleuchtung dient. Im allgemeinen Sprachgebrauch werden Leuchten meist auch einfach als Lampen bezeichnet, fachsprachlich ist die Lampe jedoch das Leuchtmittel, zum Beispiel die Glühlampe, Leuchtstofflampe oder LED-Leuchtmittel.

Die in Meilen eingesetzten Leuchten wurden in den letzten 15 Jahren kontinuierlich auf energieeffiziente Leuchtmittel (Natrium-Hochdrucklampen, Leuchtstofflampen, Energiesparlampen und seit rund zwei Jahren LED-Leuchtmittel) umgerüstet. Der Energieverbrauch für die öffentliche Beleuchtung konnte in den letzten Jahren trotz höherer Anzahl der Lichtpunkte stetig reduziert werden (Jahr 2000 = 830 MWh/a, Jahr 2015 = 600 MWh/a). Diese Energiekennzahlen können aufgrund der LED-Technologie weiter reduziert werden.

LED-Leuchtmittel kommen in Meilen in der öffentlichen Beleuchtung nur an vereinzeltten Beleuchtungsobjekten zum Einsatz.

Die geschätzte Restlebensdauer der in Meilen eingesetzten Leuchten beträgt:

- Huberleuchten  
(Metall-/Glasgehäuse)  
Restlebensdauer > 5 Jahre



- Minilux 2  
(Metall-/Glasgehäuse)  
Restlebensdauer > 5 Jahre



- Minilux  
(Kunststoffgehäuse)  
Restlebensdauer < 4 Jahre



- SR 50  
(Kunststoffgehäuse)  
Restlebensdauer < 4 Jahre



- SR 100  
(Kunststoffgehäuse)  
Restlebensdauer < 4 Jahre  
Eigentum vom Kanton, keine Gemeinde-Leuchten



- Quadralux 2  
(Metall-/Glasgehäuse)  
Restlebensdauer > 7 Jahre



- Quadralux K  
(Kunststoffgehäuse)  
Restlebensdauer < 4 Jahre



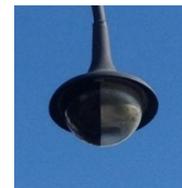
- Antica  
(Metall-/Glasgehäuse, Glas „unten“ geschlossen)  
Restlebensdauer > 7 Jahre



- Alte Kanzlei  
(Metall-/Glasgehäuse, Glas „unten“ offen)  
Restlebensdauer > 7 Jahre



- Grosse Glocke  
(Metall-/Glasgehäuse)  
Restlebensdauer > 7 Jahre



Die nachfolgende Tabelle zeigt die Altersstruktur der in Meilen im Einsatz stehenden Leuchtmittel.

Erstellungsjahre Leuchtpunkte			Anteil in (%)
von	bis	bis	
1960	bis	1995	26%
1996	bis	1999	18%
2000	bis	2009	29%
2010	bis	2017	21%
2018	bis	2020	6%

### 3.3 Kandelaber-Fundamente

Die insgesamt rund 1700 Stück in der Gemeinde Meilen im Einsatz stehenden Kandelaber (Masten) für die Beleuchtung der Kantons- und der Gemeindestrasse wurden wie folgt im Boden verankert:

#### *Gemeinde-Kandelaber*

- **ca. 965 Stück mit Fundament**
- **ca. 500 Stück ohne Fundament**

#### *Kantons-Kandelaber*

- **ca. 220 Stück mit Fundament**
- **ca. 20 Stück ohne Fundament**

### 3.4 Durchschnittlicher Abstand der Kandelaber, Bestimmung der Lichtpunkthöhe

Die durchschnittlichen Abstände der Kandelaber in der Gemeinde Meilen betragen je nach Lichtpunkthöhe (LPH):

Typ / Leuchtpunkthöhe	Durchschnittliche Abstände	Faustregel Abstand von / bis
4m LPH	27m	20m / 24m
6m LPH	32m	30m / 36m
8m LPH	44m	40m / 48m
10m LPH	30m	50m / 60m

Für die überschlagsmässige Berechnung des Abstands kann folgende Faustregel angewendet werden:

- Für herkömmliche Beleuchtungen  $5 \times \text{LPH} = \text{Kandelaber-Abstand}$
- Für LED-Beleuchtung  $6 \times \text{LPH} = \text{Kandelaber-Abstand}$

In der Regel kann durch die Auswahl einer auf die Strasse abgestimmten Lichtoptik, eine normgerechte Beleuchtung erzielt werden. Die Abstände sind bereits heute gut gewählt und sollten auch zukünftig eine harmonische Beleuchtung zulassen.

Zum guten Ausleuchten einer Strasse ist eine Lichtpunkthöhe (LPH) erforderlich, die in etwa ein Verhältnis „Strassenbreite zu LPH von 1 bis 1,2“ aufweisen sollte.

1 bis 1,2 x LPH = ca. Strassenbreite

### 3.5 Zusammenfassung Beleuchtungsinventar

In der folgenden Zusammenfassung sind die im Eigentum der Gemeinde Meilen respektive der iNFRA AG stehenden Kandelaber und Leuchten aufgeführt. Die rund 240 Stück Kandelaber entlang den Staatsstrassen sind im Eigentum des Kantons. Diese sind in der Zusammenfassung nicht aufgeführt.

#### ***Kandelaber und Leuchten***

4 m LPH	Betonmast mit Huber „Leuchte“	300 Stück
4 m LPH	Stahlmast mit Huber „Leuchte“	10 Stück
4 m LPH	Betonmast mit Aufsatzleuchte	70 Stück
4 m LPH	Stahlmast mit Aufsatzleuchte	<u>200 Stück</u>
	<i>Total 4 m LPH</i>	<i>580 Stück</i>
6 m LPH	Stahlmast mit Aufsatzleuchte	290 Stück
6 m LPH	Alu-Mast mit Aufsatzleuchte	80 Stück
6 m LPH	Stahlmast mit Bogen und Antik-Leuchte	<u>320 Stück</u>
	<i>Total 6 m LPH</i>	<i>690 Stück</i>
8 m LPH	Stahlmast mit Aufsatzleuchte	10 Stück
8 m LPH	Stahlmast mit grossem Bogen und Leuchte	<u>25 Stück</u>
	<i>Total 8 m LPH</i>	<i>35 Stück</i>
10 m LPH	Stahlmast mit Aufsatzleuchte	50 Stück
10 m LPH	Alu-Peitschenkandelaber mit Leuchte	<u>110 Stück</u>
	<i>Total 10 m LPH</i>	<i>160 Stück</i>
	<b><i>Total Gemeinde-Kandelaber 4m/6m/8m/10m LPH</i></b>	<b><i>1465 Stück</i></b>

#### ***Kandelaber-Fundamente***

Kandelaber mit Fundament	ca. 965 Stück
Kandelaber ohne Fundament	ca. 500 Stück

#### ***Spezial-Leuchten***

Bodenleuchten „Poller“	22 Stück
1 m LPH, Fusswegleuchten	47 Stück
Queraufhängungen	17 Stück
Fassadenausleger	41 Stück
Freileitungsausleger	<u>7 Stück</u>
<b><i>Total Spezial-Leuchten</i></b>	<b><i>134 Stück</i></b>

## 4 Umrüstung auf LED-Technik

### 4.1 Allgemeines

Die Arbeitsgrundlage zur Umrüstung auf LED-Technik beinhaltet nur die Kandelaber und Leuchten, die im Besitz der Gemeinde Meilen respektive der iNFRA AG sind. Bei den „Kantons-Kandelabern (Staatsstrassen)“ bestimmt der Kanton die Art des Kandelabers und der Leuchte.

#### **Kandelaber (Masten)**

Die „Ist-Aufnahme“ hat ergeben, dass von den insgesamt rund 1465 Stück Gemeinde-Kandelaber (Masten) rund 1275 Stück Kandelaber (Beton/Stahl) eine technische Restlebensdauer von mindestens noch 10 Jahren haben. Bei den restlichen rund 190 Stück Kandelabern (Alu) beträgt die Lebensdauer mindestens noch 5 Jahre.

#### **Kandelaber-Fundamente**

Von den insgesamt rund 1465 Stück bestehenden Kandelabern erfolgt bei rund 965 Stück die Verankerung der Masten im Boden mit einem speziellen Kandelaber-Fundament. Diese Kandelaber können ohne grossen baulichen Aufwand ausgewechselt respektive ersetzt werden.

Bei rund 500 Stück der bestehenden Kandelaber sind keine Kandelaber-Fundamente vorhanden. Diese Kandelaber wurden direkt im Boden einbetoniert. Bei diesen Typen muss bei einem Mastwechsel der Betonsockel entfernt und ein neues Fundament erstellt werden.

#### **Leuchten**

Auf den Kandelabern sind rund 1465 Stück Leuchten montiert. Die technische Restlebensdauer dieser bestehenden Leuchten beträgt:

- bei ca. 310 Stück „Huber“-Leuchten > 5 Jahre (Metall, Glas)
- bei ca. 360 Stück der Leuchten < 4 Jahre (Polyester-Gehäuse/UV-Schäden)
- bei ca. 795 Stück der Leuchten > 7 Jahre (Metallgehäuse)
- 

Die in den Leuchten eingesetzten Leuchtmittel sind alles Natrium-Hochdruck und Energiespar-Lampen. Eine Um- oder Nachrüstung der bestehenden Leuchten auf LED-Technik ist nicht möglich. Bei einem Leuchten-Wechsel muss die gesamte Leuchte ersetzt werden.

Die rund 310 Stück sogenannten „Huber“-Leuchten entsprechen nicht mehr den heutigen Bedürfnissen und Anforderungen, sowohl aus gesetzlichen, aus technischen Gründen sowie auch aus Gründen der Lichtstreuung (Lichtverschmutzung).

Die rund 360 Stück Leuchten mit den glasfaserverstärkten Polyester-Gehäusen haben UV-Schäden und sollten in den nächsten 3 Jahren ersetzt werden.

Die restlichen ca. 800 Stück Leuchten mit Metallgehäusen und den energieeffizienten Leuchtmitteln haben eine Restlebensdauer von mindestens noch 6 Jahren. Ein beschleunigter Ersatz dieser Leuchten, anzudenken.

## 4.2 Zukünftige LED-Leuchten-Typen in der Gemeinde Meilen

Gemäss der Zuordnung der Verantwortlichkeiten aus dem Strassengesetz werden mit dem Projekt "Umstellung auf LED" die Leuchten ersetzt, die im Besitz der Gemeinde respektive der iNFRA AG sind oder deren Betriebsverantwortung unterliegen. Privatstrassen mit öffentlichem Fuss- und Wegrecht werden durch die Gemeinde beleuchtet. Die Bau- und Unterhaltskosten für die Strassenbeleuchtung an den Kantonsstrassen gehen vollumfänglich zu Lasten des Kanton Zürich und sind nicht Bestandteil dieser Vorlage.

Grundsätzlich werden in Meilen nur die Strassen und Wege beleuchtet, die innerhalb der Bauzone liegen. Neue Beleuchtungsanlagen ausserhalb der Bauzone werden aufgrund der Prävention gegen Lichtverschmutzung nicht mehr installiert. Die Aufhebung der Beleuchtung ausserhalb der Bauzone wird fallweise geprüft. Die Aufhebung der Beleuchtung auf Privatstrassen ohne Fuss- und Wegrecht, welche heute durch die Gemeinde beleuchtet werden, sollen nach Erreichen der Lebensdauer nicht mehr ersetzt werden.

Bei der Umrüstung auf LED-Technik werden in Meilen in Zukunft die folgenden vier Leuchten-Typen „Aufsatzleuchte“, „Pilzleuchte“, „Antikleuchte“ und „Poller / Lichtbauelemente“ zum Einsatz kommen. Sie sollen sich gut ins Ortsbild integrieren. Die Typen sind abhängig vom Anforderungsprofil für die Ausleuchtung. Das spezifische Lampendesign ist wiederum vom Leuchtenanbieter und somit von der Ausschreibung abhängig und kann deshalb variieren.

Nachfolgend die wichtigsten Daten dieser LED-Leuchten.

### 4.2.1 Beispiel Aufsatzleuchte (technische Leuchte), Bemusterungsleuchte Nr. 4 und Nr. 5

- z.B. Modellreihe Luma gen2 für LPH 4m, 6m, 8m und 10m

<p>LUMA gen2 Medium</p> <p>LPH 7-12m</p> <p>Anwendungsorte:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gemeindestrassen Tempo 50</li><li>• Fussgängerstreifen</li><li>• Bushaltestellen</li></ul>	 A modern, grey street light with a wide, rectangular LED panel and a curved arm.
<p>LUMA gen2 Micro</p> <p>LPH 3.5-6m</p> <p>Anwendungsorte:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gemeindestrassen Tempo 30 verkehrsberuhigt</li><li>• Radwege</li><li>• Fusswege</li></ul>	 A smaller, grey street light with a rectangular LED panel and a curved arm, similar in design to the medium version.

Das Gehäuse-Material besteht aus Aluminium-Druckguss. Die LED sind mit einer Flachglasscheibe geschützt. Die Leuchte bietet normierte Zhaga-Steckverbindungen und gewährleistet somit unternehmensunabhängige Lichtmanagementsysteme.

Die Leuchten verfügen über eine sogenannte GearFlex-Box in der alle elektrischen Komponenten berührungssicher eingebaut sind. Ein Stecksystem erlaubt einen werkzeuglosen Austausch des Betriebsgerätes.

- Technische Daten

LUMA gen2 Medium  
Bestückung bis maximal 26'000 Lumen  
Lichtfarbe 3000 K  
2 Zhagastecker  
Lebensdauer min. 100'000h

LUMA gen2 Mini  
Bestückung bis maximal 12'000 Lumen  
Lichtfarbe 3000 K  
2 Zhagastecker  
Lebensdauer min. 100'000h

LUMA gen2 Micro  
Bestückung bis maximal 6'500 Lumen  
Lichtfarbe 3000 K  
2 Zhagastecker  
Lebensdauer min. 100'000h

- Optiken

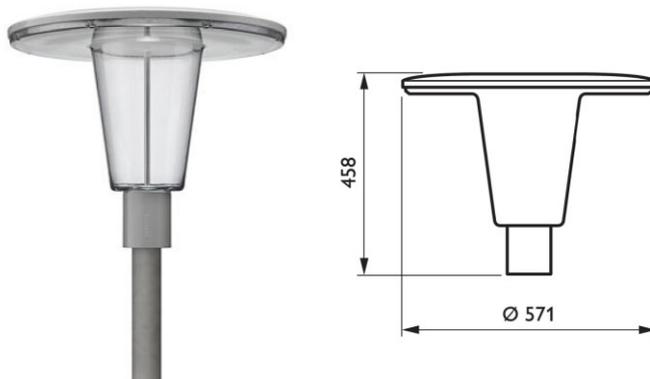
Die „Luma“-Leuchten können mit auf die Strasse ausgelegten LED-Optiken bestückt werden.  
DN 10 für schmale Strassen und grosse Abstände  
DN 11 für mittelbreite Strassen  
DM 10 für breite Strassen

Weitere Beispielbilder für Aufsatzleuchte (technische Leuchte), Quelle Swiss Licht AG, Philips



#### 4.2.2 Beispiel Rundumleuchte (für Plätze), Bemusterungsleuchte Nr. 2

- Modellreihe „TownGuide“ für LPH 4m - 5m



Das Leuchtendach und das Mastaufsatzstück sind aus korrosionsbeständigem Aluminium-Druckguss aufgebaut und sind weissaluminium lackiert. Die Leuchtenwanne besteht aus klarem schlagfestem UV-beständigen Polycarbonat.

- Technische Daten
  - Lampenlichtstrom bis 4'000 Lumen möglich
  - 
  - Anschlussleistung 26 W
- weiteres
  - Die Leuchte kann mit einer auf die Strasse (Platz) ausgelegten LED-Optik bestückt werden
  - Leuchten-Farbe „RAL 9006 weissaluminium“
  - Kandelaber-Farbe „grau“

Weitere Beispielbilder für „Rundumleuchte“ (für Plätze), Quelle Swiss Licht AG, Philips



#### 4.2.3 Beispiel Antik-Leuchte ,Bemusterungsleuchte Nr. 1

- Modellreihe „Amor“ für LPH 6m



#### -Technische Daten

- Lampenlichtstrom bis 6'000 Lumen möglich übliche
- Anschlussleistung 45 W

Weitere Beispielbilder für „Antike LED Leuchte“ Quelle Schreder, Elektron, Swiss Licht AG



#### Weiteres:

- Die Leuchte kann mit einer auf die Strasse (Platz) ausgelegten LED-Optik bestückt werden.
- Kandelaber-Farbe „Anthrazit“

#### 4.2.4 Beispiel Pollerleuchten / Lichtbauelemente für Fusswege und Sonderanwendungen

Poller- oder Lichtbauelemente sind die richtige Wahl für Fusswege und der Beleuchtung besonderer Areale mit erhöhter Anforderung an die Gesichtserkennung der flanierenden Personen. Energieautarke Lösungen werden geprüft und wo sinnvoll eingesetzt.



Beispielbilder LED Poller Quelle Photinus, BEGA / LED Lichtbauelemente

Die Auswahl der Leuchtenform erfolgt nach Zonen- und Nutzungskriterien. Bei technischen Leuchten ist die Lichtquelle bei niedrigen Lichtpunkthöhen von weitem nicht einsehbar. Der Einsatz von Pollerleuchten oder Lichtbauelemente muss gegeneinander abgewogen werden. Kriterien sind Vandalismus, Gesichtserkennung und der Schutz der Umwelt.

#### 4.3 Ausschreibung

Für die Ausschreibung wird auf Hersteller und Markennamen verzichtet und stattdessen die Modellbaugrösse und Modellarten vorgegeben.

Beispiel:

- LPH 4-5m Rundumleuchte LED Mastaufsatzleuchte mit Zhaga, bis 3'000 Lumen
- LPH 4-7m Antike LED Mastansatzleuchte mit Zhaga, bis 4'000 Lumen
- LPH 4-6m Technische LED Mastaufsatzleuchte mit Zhaga, bis 6'000 Lumen
- LPH 7-8m Technische LED Auf- und Ansatzleuchte mit Zhaga Baugrösse Mittel, bis 6'500 Lumen
- LPH 9-12m Technische LED Auf- und Ansatzleuchte mit Zhaga Baugrösse Gross, bis 15'000 Lumen
- LPH 1-2.5m LED Lichtbauelemente / Poller bis 3'000 Lumen

#### 4.4 Zukünftige Einsatzorte der LED-Leuchten

Einsatzorte der neuen LED-Leuchten (ohne Kantonsleuchten)

- |                       |    |                              |
|-----------------------|----|------------------------------|
| - Durchfahrtsstrassen | >> | Aufsatz-Leuchten             |
| - Quartierstrassen    | >> | Aufsatz- oder Rundumleuchten |
| - Historische Orte    | >> | Antik-Leuchten               |

- Plätze, Fusswege, Sonderanwendungen >> Rundumleuchten / Pollerleuchten / Lichtbauelemente

Diese Wahl und Aufteilung erfolgten in Zusammenarbeit mit der Gemeinde Meilen.

Im beiliegenden Übersichtsplan „LED Umsetzung, Installationsorte LED-Leuchten-Typen,“ Gemeinde Meilen vom 7. Februar 2022 sind die Strassen und Wege eingezeichnet, bei denen die drei neuen LED-Leuchten-Typen „Aufsatz“, „Rundum“ und „Antik“ zukünftig vorgesehen sind.

Die bestehenden Kandelaber im Gebiet ausserhalb der Bauzone werden vorläufig nicht umgerüstet.

Die lichttechnische Tauglichkeit der neuen LED-Leuchten wurde flächendeckend über die ganze Gemeinde überprüft. Die Überprüfung ergab, dass die gewählten LED-Leuchten an allen Strassen und Wegen eingesetzt werden können.

Ausnahmen:

Heutige Rundumleuchten (Huberleuchten) erfüllen nicht in jedem Fall die Ansprüche auf Verkehrssicherheit sowie Lichtverschmutzung. Die Infrastruktur Zürichsee AG berechnet jedes Strassenprojekt nach den aktuellen SLG (schweizerische Lichtgesellschaft) Normen und Richtlinien. Sie behält sich vor, allfällige Projekte, welche im Projektplan mit Rundumleuchten versehen sind, mit den Aufsatzleuchten umzusetzen.

## 5 Wahl der Lichtfarbe

Die Lichtfarbe oder auch Lichttemperatur wird in Kelvin angegeben. Das Kelvin (Einheitenzeichen: K) ist die SI-Basiseinheit der thermodynamischen Temperatur und zugleich gesetzliche Temperatureinheit.

### Warmweisse Lichtfarben versus Verkehrssicherheit

Bisher wurde aus Gründen der Sicherheit- und der Energieeffizienz besonders Hauptachsen in Neutralweiss (ca. 4000K) beleuchtet. Der Hauptgrund für diese Wahl basiert auf wissenschaftlichen Erkenntnissen. Je weisser das Licht, umso besser wird es vom menschlichen Auge erkannt.



Die Blendung wird mit kälterer Lichtfarbe subjektiv erhöht. Es bestehen zwar keine wissenschaftlich erhärteten Nachweise, aber die Rückmeldungen seitens Bevölkerung sind klar. Warme Lichtfarben werden automatisch als weniger störend empfunden. Tiefe Kelvin-Werte unter 3000K sind dennoch kritisch zu betrachten. Je wärmer das Licht, je ineffizienter werden die LED's und die Sicherheit sinkt.

Warmweisses Licht ist mit 3000K Licht der derzeit beste Kompromiss. In Zonen mit langer Aufenthaltsdauer sind auch wärmere Lichtfarben bis 2700K möglich. Hier ein Vergleich moderner LED-Leuchten gleicher Lichtqualität von 2200K – 4000K.

warm	Kelvin	Lichtfarbe	Lumen	Watt	Lm/Watt	In Prozent	Energieverlust
↓	2200	722	1241	10.5	118	75 %	25 %
	2700	727	1470	10.8	136	86 %	14 %
	3000	730	1492	10.5	142	90 %	10 %
kalt	4000	740	2653	10.5	157	100 %	0%

(Die Effizienz leidet stark je wärmer das Licht wird.)

Die Wahl der Lichtfarbe erachten wir als eine politische Aufgabe, weshalb dies innerhalb der Vergabekriterien durch den Gemeinderat festgelegt werden sollte. Die zur Begutachtung aufgestellten Musterleuchten weisen folgende Lichtfarben auf:

- Musterleuchte 1: 3000 Kelvin
- Musterleuchte 2: 3000 Kelvin
- Musterleuchte 3: 3000 Kelvin
- Musterleuchte 4: 4000 Kelvin
- Musterleuchte 5: 3000 Kelvin

## 6 Steuerung

Eine moderne Steuerung bietet die Möglichkeit viele Anwendungen unter einem Dach zu vereinen. Sie muss den Anforderungen an alle Beleuchtungssituationen gerecht werden.

**Abbildung:** Prinzip SMART CITY, Quelle Elektron



### 6.1 Beleuchtungssteuerung heute

Bis jetzt wird die öffentliche Beleuchtung über die Rundsteuerung mit Hilfe von Dämmerungsschalter angesteuert. Als einzige Möglichkeit dient die sogenannte Halbnachteinstellung. Das bedeutet, dass einige Leuchten in Nebenstrasse um 01:00 Uhr ausschalten und ca. 05:30 Uhr wieder einschalten, viele aber die ganze Nacht durchbrennen.

### 6.2 Beleuchtungssteuerung zukünftig

Mit den in den letzten Jahren auf dem Markt erhältlichen Beleuchtungssteuerungssystemen bekommt das öffentliche Beleuchtungsnetz neue Möglichkeiten rund um die Beleuchtungssteuerung. Von diesen Möglichkeiten könnte mit einer Umrüstung auf LED profitiert werden. Die gewählten Leuchten bieten allesamt den Betriebszustand «system Ready» mit offenen Standards (Zhaga-Schnittstelle).

Die neue Steuerung sieht vor, dass ein gesamter Beleuchtungsabschnitt oder eine eigene Beleuchtungsanlage ein Dimm-Profil erhält, welches auf unterschiedlichen Umgebungs- und Verhaltenseinflüssen basiert. Theoretisch ist es möglich jede einzelne Strassenleuchte separat zu dimmen.

Dank der im Jahr 2016 angepassten Norm SNR 13201-1 ist es zulässig, im Strassenverkehr eine «Beleuchtung nach Bedarf» zu betreiben. Denn mit einer «intelligenten Steuerung» wird in erster Linie nur dort beleuchtet, wo gerade Auto-, Fahrrad- oder Fussgängerverkehr herrscht. Bei intensivem Verkehrsaufkommen ist die Beleuchtung stärker als bei geringem Verkehr und bei fehlendem Verkehr wird auf ein tiefes Grundniveau gedimmt.

Beispiel Dimmszenario in Abhängigkeit des durchschnittlichen täglichen Verkehrs (DTV) und der Uhrzeit.:

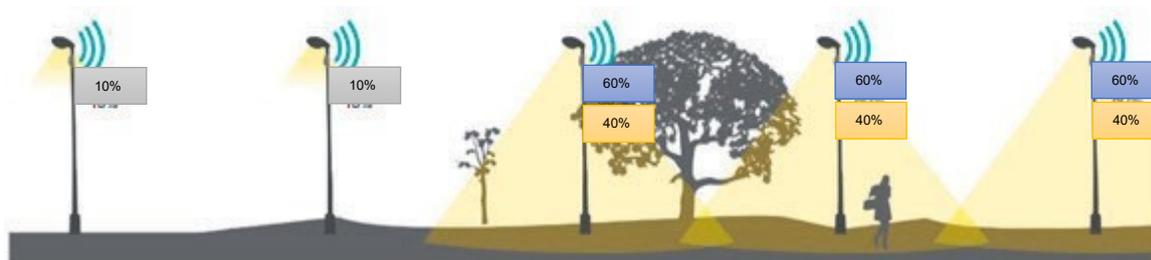
Grundstufe	→	ab Dämmerung bis ca. 21:00 (viel Verkehr 100% - 45% DTV)
1. Dimmstufe	→	ab 21:00 bis 23:00 (mässiger Verkehr 45% - 15% DTV)
2. Dimmstufe	→	ab 23:00 bis 05:00 (wenig Verkehr <15% des DTV)
Grunddimmung		Kein Verkehr

Um das Potential des Dimm-Kalenders voll ausschöpfen zu können, besteht die Möglichkeit, drei Leuchtpunkte vor und drei Leuchtpunkte nach dem fahrenden Fahrzeug mit der Grundstufe «100%» und die restliche Beleuchtung weiter mit der vorgesehenen Betriebsmethode zu betreiben. Sobald das Fahrzeug oder der Fussgänger und die Fussgängerin die Leuchte passiert hat, erfolgt das Abdimmen langsam innerhalb von ca. 30 bis 60 Sekunden.

Prinzip bedarfsgerechte Steuerung für Strassen und Fusswege (Bilder Quelle: Elektron)



Prinzip Betrieb Grundstufe 100%, Grunddimmung 10%



Prinzip Betrieb Absenkung 1. & 2. Dimmstufe und Grundstufe 10%

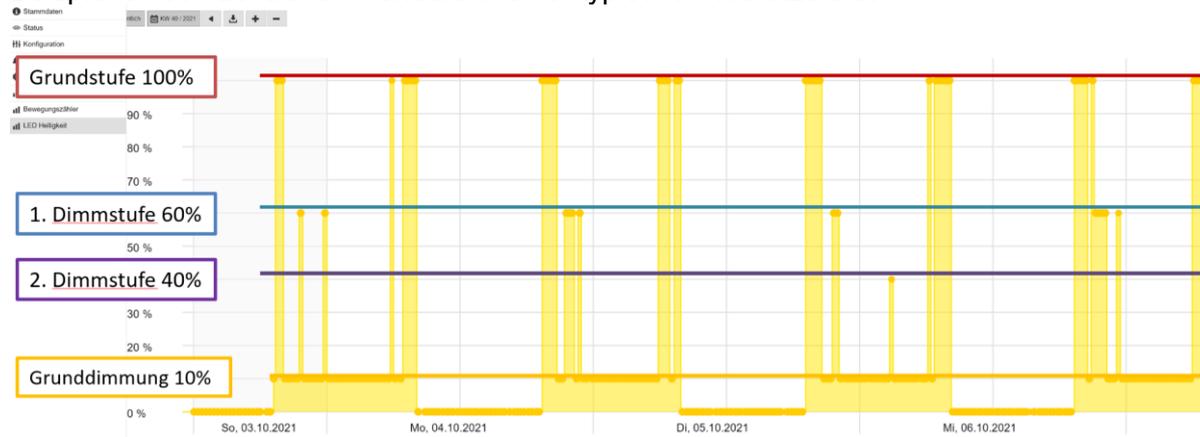
Die Leuchten verbinden sich über die Kommunikationseinheit und bilden ein Netzwerk. Alle sind sensorgesteuert und damit regelbar. Dabei kommunizieren die Leuchten untereinander und melden der nächsten, wenn sich jemand nähert. Die hocheffizienten LED benötigen weit weniger Energie für die gleiche Menge Licht. Die fast wichtigste Verbesserung ist aber die exaktere Ausrichtung des Lichts auf den Strassenperimeter. Wir lenken das Licht dahin, wo es hingehört – auf Gehwege und Strasse. Unerwünschtes Streulicht nimmt stark ab.

Es ist vorgesehen, dass die Leuchten bei Anlässen (z.B. Räbeliechtliumzug) einzeln oder in Gruppen ab- und angeschaltet werden können.

Halbnachtbeleuchtung versus Grunddimmung:

Eine ausgeschaltete Beleuchtung erfüllt keinen Zweck. Die öffentliche Beleuchtung sorgt primär für die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer insbesondere von schwächeren Personen oder Menschen mit Einschränkungen. Der Zweck wäre nicht mehr gewährleistet, wenn die Beleuchtung um 00:30 einfach abschaltet. Deshalb ist es sinnvoller die Beleuchtung so zu steuern, dass eine Orientierung noch möglich ist. Bei Verkehr wird das Lichtniveau entsprechend der geforderten Normen angepasst.

Beispiel eines nächtlichen Verlaufs in einer typischen Wohnzone:



### 6.2.1 Betrieb & Unterhalt

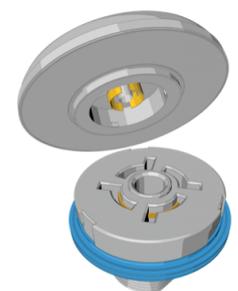
Für den Betrieb und Unterhalt der öffentlichen Beleuchtung wird die interaktive Leuchten-Statusübersicht eine massive Vereinfachung bieten. Das System meldet defekte Leuchtmittel und erinnert an die vorgeschriebenen Kontrollen für das Eidgenössische Starkstrominspektorat (ESTI). Gleichzeitig ist die Infrastruktur Zürichsee AG jederzeit über jede Leuchte sauber dokumentiert. Arbeitsabläufe werden vereinfacht.

### 6.3 Schnittstellen

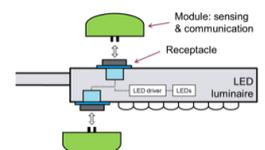
In der Lichtindustrie ist es üblich, standardisierte Lichtquellen einzusetzen. Die LED-Technologie bietet viele Vorteile, doch ein Mangel an spezifizierten Merkmalen machte es schwierig, eine LED-Lichtquelle gegen eine andere auszutauschen.

Zhaga ist ein globales Konsortium von Unternehmen der internationalen Lichtindustrie. Sein Hauptziel ist eine Schnittstellenspezifikation, die es erlaubt LED-Lichtquellen verschiedener Hersteller austauschbar zu machen, ohne das Leuchtendesign ändern zu müssen. Im Gegenzug sollte dies den Einsatz von LED-Lichtquellen in der Allgemeinbeleuchtung beschleunigen.

Zhaga entwickelt die Spezifikationen (Specification Books) für die Schnittstellen zwischen LED-Modulen/light engines und LED-Leuchten. Für die INFRA AG ist es wichtig, eine Herstellerunabhängige Schnittstelle zu verwenden, damit die Marktpreise gelegentlich überprüft und Vergleichsofferten zu den aktuellen Produkten eingeholt werden können.



Der Zhaga Connector.



## 6.4 Umsetzung Smart City

Aus der heutigen Sichtweise ist es sehr wichtig, die Möglichkeit einer smarten Beleuchtungssteuerung zu schaffen. Dies erfolgt über die standardisierte Zhaga-Schnittstelle und SR-Ready Komponenten (Sensor Ready) in der Leuchte. Ob die Möglichkeit der zentralen Steuerung über ein Kommunikationsnetz genutzt wird, ist dabei offen zu betrachten. Auch mit einer autarken Steuerung vor Ort, kann mittels Dimmstufen ca. 70% Energieeinsparung erzielt werden. Das volle Potential (-80%) ist ohne smarte Anbindung und den Einsatz von Sensorik jedoch nie abrufbar. Die Vorteile der zentralen Steuerung und die Möglichkeit der Kommunikation der Leuchten untereinander liegt in der Verkehrsabhängigen Lichtsteuerung. Zudem sind künftige Zugriffe auf das Betriebsverhalten der Leuchten jederzeit per Knopfdruck möglich.

Die Wahl der Steuerung ist eine komplexere Fragestellung. Innerhalb einer Gemeinde gibt es zahlreiche Einsatzgebiete für smarte Systeme. Sei dies in der Wasserversorgung, Gasversorgung, Entsorgung, Verkehr, Parkanlagen, Elektrizitätsversorgung, Beleuchtung und vieles mehr. Ein einziges System für alle Anforderungen zu finden, scheint aus heutiger Sicht ein fast aussichtsloses Unterfangen zu sein. Aus diesem Grund beschränkt sich diese Arbeitsgrundlage zur Umrüstung auf LED ausschliesslich auf das Thema Beleuchtung. Was jedoch sichergestellt wird, ist das sogenannte Kommunikationsnetz. Damit können künftige Einsatzgebiete über diese Übertragungstechnologie gesteuert und entsprechend verwaltet werden. Die Leuchten sind mit einer zweiten Zhaga-Schnittstelle ausgerüstet, sodass ein späterer Ausbau mit Smart-City Komponenten denkbar wäre.

## 7 Kosten

### 7.1 Umrüstkosten pro Kandelaber

Die Masten der Kandelaber, auf denen die LED-Leuchten montiert werden, befinden sich mehrheitlich in einem guten Zustand und werden, nach Möglichkeit, weiterverwendet. Die Masten werden nur dann ersetzt, wenn eine Strasse erneuert, der Kandelaberstandort verschoben oder wenn die Leuchte aufgrund des Zopfdurchmessers nicht montiert werden kann. In der Regel erhalten die bestehenden Masten einen neuen Anstrich.

#### 7.1.1 Richtkosten für einen Leuchten-Wechsel auf einem bestehenden Kandelaber

##### *Lieferung Leuchte*

- |                           |               |
|---------------------------|---------------|
| - Aufsatz-Leuchte         | ca. Fr. 450.– |
| - Rundum-Leuchte LPH 4-5m | ca. Fr. 450.– |
| - Antik-Leuchte LPH 6m    | ca. Fr. 700.– |

##### *Montagekosten pro Leuchte ca. Fr. 250.–*

- Demontage und Entsorgung alte Leuchte
- Montage und Anschluss neue Leuchte
- NIV-Kontrolle inkl. Messung
- Nachführung Dokumentation

##### *Weiteres*

- Bei der Montage von Rundum-Leuchten auf bestehenden Kandelabern muss allenfalls der Mast gekürzt werden. Dies löst Kosten von ca. Fr. 100.– pro Kandelaber aus.
- Falls der Kandelaber neu gestrichen werden muss, löst dies Kosten von ca. Fr. 300.– pro Kandelaber aus.

**Durchschnittliche Richtkosten pro Leuchte ca. Fr. 1'000.00**

### 7.1.2 Richtkosten für einen Kandelaberwechsel inkl. Leuchte, wenn ein Fundament vorhanden ist

#### *Mastwechsel*

*Kosten ohne Leuchte und ohne Kandelaber ca. Fr. 1'100.– für folgende Leistungen:*

- Anschlusskabel beim Sicherungselement demontieren
- Demontage und Entsorgung der alten Leuchte
- „Betongüpfchen“ beim Mastfuss abspitzen, Sand im Fundament mit Staubsauger absaugen
- Alter Mast mit Kran demontieren, zersägen, abführen und entsorgen
- Anschlusskabel für Kandelaber austauschen oder verlängern
- Neuer Mast mit Kran stellen, Anschlusskabel einführen, Mast richten (Verkeilen), einsanden, „Betongüpfchen“ giessen, Anschlusskabel am Sicherungselement anschliessen,

*Richtkosten für Lieferung und Transport von Mast inkl. Sicherungselement und Anstrich*

- Kandelaber LPH 4-6m ca. Fr. 600.–
- Kandelaber LPH 8-10m ca. Fr. 800.–

*Lieferung, Montage und Anschluss (inkl. NIV-Messung) der Leuchte*

- Aufsatz-Leuchte ca. Fr. 450.–
- Rundum-Leuchte ca. Fr. 450.–
- Antik-Leuchte ca. Fr. 700.–

**Durchschnittliche Richtkosten pro Leuchte ca. Fr. 2'500.00**

### 7.1.3 Richtkosten für einen Kandelaberwechsel, wenn kein Fundament vorhanden ist

#### *Mastwechsel*

*Kosten ohne Leuchte und ohne Kandelaber ca. Fr. 1'900.– für folgende Leistungen:*

- Anschlusskabel beim Sicherungselement demontieren
- Demontage und Entsorgung der alten Leuchte
- Alter Kandelaber abtrennen, zersägen, abführen und entsorgen
- Alter Betonsockel abspitzen und entsorgen, Aushub für neues Fundament
- Neues Fundament setzen und verankern
- Anschlusskabel für Kandelaber austauschen oder verlängern
- Neuer Mast mit Kran stellen, Anschlusskabel einführen, Mast richten (Verkeilen), einsanden, „Betongüpfchen“ giessen, Anschlusskabel am Sicherungselement anschliessen

*Richtkosten für Lieferung und Transport von Mast inkl. Sicherungselement und Anstrich*

- Kandelaber LPH 4-6m ca. Fr. 600.–
- Kandelaber LPH 8-10m ca. Fr. 800.–

*Lieferung, Montage und Anschluss (inkl. NIV-Messung) der Leuchte*

- Aufsatz-Leuchte ca. Fr. 450.–
- Rundum-Leuchte ca. Fr. 450.–
- Antik-Leuchte ca. Fr. 700.–

**Durchschnittliche Richtkosten pro Leuchte ca. Fr. 3'300.00**

## 7.2 Ohnehin-Kosten

Die Aufwände für die zu ersetzenden Kandelaber, ob mit oder ohne Fundament, werden in den kommenden Jahren ohnehin anstehen, ungeachtet einer LED-Umrüstung. Dies infolge der Erreichung der technischen Lebensdauer. Da diese Kosten über die ordentliche Betriebsrechnung der öffentlichen Beleuchtung entrichtet werden, sind sie aus dem Projekt «Umrüstung auf LED» herauszulösen.

### 7.2.1 Ohnehin-Kosten für Kandelaberwechsel mit bestehendem Fundament

#### Mastwechsel

*Richtkosten ohne Leuchte und ohne Kandelaber ca. Fr. 900.– für folgende Leistungen:*

- „Betongüpfchen“ beim Mastfuss abspitzen, Sand im Fundament mit Staubsauger absaugen
- Alter Mast mit Kran demontieren, zersägen, abführen und entsorgen
- Anschlusskabel für Kandelaber austauschen oder verlängern
- Neuer Mast mit Kran stellen, Anschlusskabel einführen, Mast richten (Verkeilen), einsanden, „Betongüpfchen“ giessen, Anschlusskabel am Sicherungselement anschliessen

*Richtkosten für Lieferung und Transport von Mast inkl. Sicherungselement und Anstrich*

- Kandelaber LPH 4-6m ca. Fr. 600.–
- Kandelaber LPH 8-10m ca. Fr. 800.–

**Durchschnittliche Richtkosten pro Kandelaber ca. Fr. 1'600.00**

### 7.2.2 Ohnehin-Kosten für Kandelaberwechsel ohne bestehendem Fundament

#### Mastwechsel

*Richtkosten ohne Leuchte und ohne Kandelaber ca. Fr. 1'700.– für folgende Leistungen:*

- Alter Kandelaber abtrennen, zersägen, abführen und entsorgen
- Alter Betonsockel abspitzen und entsorgen, Aushub für neues Fundament
- Neues Fundament setzen und verankern
- Anschlusskabel für Kandelaber austauschen oder verlängern
- Neuer Mast mit Kran stellen, Anschlusskabel einführen, Mast richten (Verkeilen), einsanden, „Betongüpfchen“ giessen, Anschlusskabel am Sicherungselement anschliessen

*Richtkosten für Lieferung und Transport von Mast inkl. Sicherungselement und Anstrich*

- Kandelaber LPH 4-6m ca. Fr. 600.–
- Kandelaber LPH 8-10m ca. Fr. 800.–

**Durchschnittliche Richtkosten pro Leuchte ca. Fr. 2'400.00**

## 8 Sparpotential pro Jahr bei Umrüstung auf LED-Technik

#### Annahmen

- Heutiger Strombedarf für die öffentliche Beleuchtung von Meilen 600'000 kWh pro Jahr
- Das durchschnittliche Stromsparpotential bei Einsatz der LED-Technik beträgt zwischen 70% und 80%. Das Einsparpotential steht im direkten Zusammenhang mit den gewählten Dimmstufen und den entsprechenden Reduktionszeiten der einzelnen LED-Leuchten. Da davon ausgegangen wird, dass die neue LED-Technik vollumfänglich ausgeschöpft werden kann, wird das Einsparpotential mit 80% Reduktion eingesetzt. Dies ergibt eine Einsparung von ca. 480'000 kWh pro Jahr (dieser Wert gilt beim 100% Wechsel der aktuell im Einsatz stehenden Lampen auf LED-Lampen)
- durchschnittlicher Strompreis (Grundgebühr, Energie, Netznutzung, Zuschläge, HT15%, NT85%) 16 Rappen pro kWh
- Die Einsparung bei den Unterhaltskosten beträgt ca. 40% (Grund weitgehender Wegfall des konventionellen Leuchtmittlersatzes)

**Sparpotential bei den Jahresstromkosten**

- Sparpotential 480'000 kWh/a à 0,16Fr./kWh ca. = Fr. 76'800.–

**Sparpotential bei den Unterhaltskosten**

- Unterhaltskosten 2020 betragen Fr. 158'000.–, davon 40% = Fr. 63'000.–

**Total Sparpotential pro Jahr = Fr. 139'800.–**

## 9 Kosten für die Umrüstung auf LED-Technik

Für die Umrüstung auf LED-Technik werden die Projektkosten näher betrachtet.

### 9.1.1 Flächendeckende Umrüstung aller Kandelaber auf LED-Technik

**Investitionskosten für die Umrüstung auf LED inkl. Steuerung**

- 950 Stk. Leuchten umrüsten auf LED-Technik (Fr. 1'000.–/Kdl.)	Fr. 950'000.–
- 280 Stk. Leuchten + Kdl. Auswechseln, mit Fundament (F 2'500.–/Kdl.)	Fr. 700'000.–
- 135 Stk. Leuchten + Kdl. Auswechseln, ohne Fundament (Fr. 3'300.–/Kdl.)	Fr. 445'500.–
- 1365 Stk. Anteil Steuerung, alle Leuchten (Fr. 184.–/Kdl.), gerundet	Fr. 251'300.–

*abzüglich Ohnehin-Kosten:*

- ./ 280 Stk. Kdl. auswechseln mit best. Fundament (Fr. 1'600.–/Kdl.)	Fr. -448'000.–
- ./ 135 Stk. Kdl. auswechseln ohne best. Fundament (Fr. 2'400.–/Kdl.)	Fr. -324'000.–
<b>Total Umrüstkosten ca.</b>	<b>Fr. 1'574'800.–</b>

**Minderkosten pro Jahr für die Gemeinde Meilen (gemittelt)**

- Kapitalkosten (Abschreibung 25 Jahre, Zins 3,83%)	Fr. 100'000.–
- abzüglich Sparpotential	<u>Fr. 139'800.–</u>
<b>Minderkosten pro Jahr</b>	<b>Fr. 39'800.–</b>

**Sonderabschreibung zu Lasten Gemeinde in drei Jahrestanchen**

- Die Infrastruktur Zürichsee AG investiert und betreibt im Auftrag der Gemeinde die öffentliche Beleuchtung. Dementsprechend werden die Finanz-, Betriebs- und Unterhaltskosten der Gemeinde jährlich in Rechnung gestellt. Da die Umsetzungszeit rund drei Jahre in Anspruch genommen wird und der Restbuchwert der Beleuchtung bei ca. Fr. 639'000.– liegt, werden die einmaligen Sonderabschreibungen in drei Jahrestanchen anfallen.

- Sonderabschreibung Tranche 1 (im ersten Jahr)	Fr. 213'000.–
- Sonderabschreibung Tranche 2 (im zweiten Jahr)	Fr. 213'000.–
- Sonderabschreibung Tranche 3 (im dritten Jahr)	<u>Fr. 213'000.–</u>
<b>Einmalige Sonderabschreibung</b>	<b>Fr. 639'000.–</b>

**Auswirkung auf die Jahreskosten der öffentlichen Beleuchtung für die Gemeinde Meilen:  
Nach vollständiger Umrüstung auf LED:**

Kostenübersicht	alte Beleuchtung	Neue Beleuchtung*	+ / - in %
Abschreibung	<b>301'000.00</b>	<b>361'000.00</b>	20%
Zinskosten	<b>242'000.00</b>	<b>281'000.00</b>	16%
Energiekosten	<b>95'000.00</b>	<b>19'000.00</b>	-80%
Betriebskosten	<b>158'000.00</b>	<b>95'000.00</b>	-40%
Total	<b>796'000.00</b>	<b>756'000.00</b>	-5%

Annahmen:

- Alle Angaben exkl. MwSt.
- Anzahl der umzurüstenden Kandelaber 1365 Stück (von den heute rund 1465 Stk. installierten Kandelabern in der Gemeinde Meilen können rund 56 Stück ausserhalb der Bauzone, in Zukunft zurückgebaut werden)
- 70% der Kandelaber, d.h. ca. 950 Stück, können auf LED-Leuchten umgerüstet werden, bei diesen muss lediglich die Leuchte und der Farbanstrich vom Mast erneuert werden. Je nach Kandelabertyp muss der Mast allenfalls gekürzt und beim Übergang vom Mast auf die Leuchte ein Übergangsstück eingesetzt werden. Geschätzte Kosten pro Kandelaber ca. Fr. 1'000.—.
- Bei 30% der Kandelaber, d.h. bei ca. 415 Stück, muss zusätzlich der Mast ausgewechselt werden,
  - o 280 Stk. der Kandelaber haben ein Fundament, Kosten pro Kandelaber (inkl. Leuchte) ca. Fr. 2'500.—
  - und
  - o 135 Stk. der Kandelaber haben kein Fundament, Kosten pro Kandelaber (inkl. Leuchte) ca. Fr. 3'300.—
- Abschreibungsdauer für Beleuchtungsanlagen (Masten, Leuchten) 25 Jahre
- Zinssatz 3,83% (WACC aktueller Wert)
- Annuitätsfaktor (bei 25 Jahre, Zins 3,83%) = 0,063 (für Berechnung Kapitalkosten pro Jahr)
- Restwert der Kandelaber inklusiv Leuchten Fr. 639'000.—
- Jahreskosten 2020 der Gemeinde für die öffentliche Beleuchtung ca. Fr. 768'000.—, diese setzen sich zusammen aus den Kapitalkosten (Abschreibung, Zins), den Stromkosten und den Betriebs-/Unterhaltskosten
- Voraussichtliche Einsparung im Unterhalt – 40% (Erfahrungswerte aus anderen Gemeinden)
- Einsparpotential pro Jahr wenn 100% der Leuchten auf LED-Technik umgerüstet sind:
  - o ca. Fr. 139'800.— (76'800.— Stromkosten + 63'000.— Unterhaltskosten)

Die flächendeckende Umrüstung aller Kandelaber auf LED-Technik wird innerhalb von drei Jahren realisiert.

## 10 Graue Energie smarter LED Leuchten

Als graue Energie bezeichnet man Energie welche für die Gewinnung der Rohstoffe bis zur Herstellung, dem Transport, der Lagerung, Verpackung bis hin zur Entsorgung von Produkten benötigt wird. Mit dem Ersatz von Leuchten, welche ihre Lebensdauer noch nicht vollumfänglich erreicht haben, wird auch ein Teil graue Energie zu früh aus dem Zyklus genommen

Diese Frage ist innerhalb der Branche sehr umstritten und es existieren keine gesicherten Zahlen. Das Hauptkriterium ist die Globalisierung und besonders die geopolitische Entwicklung des Wirtschaftsstandort Europa. Früher wurden praktisch alle Komponenten innerhalb von Europa gefertigt und konfektioniert. Heute bestehen moderne Leuchten aus einer Vielzahl Komponenten mit verschiedenem Ursprung. LED-Platinen und viele elektrische Komponenten stammen heute fast ausschliesslich aus dem asiatischem Raum. Gehäuse werden noch vereinzelt in ihren Ursprungsländern gefertigt, wobei eine Vielzahl an Anbieter heute ebenfalls auf Produkte aus Asien setzen. Die Konfektionierung erfolgt meist in Europa und vereinzelt in der Schweiz.

Der Energieabdruck einer modernen LED-Leuchte ist grundsätzlich nicht grösser als die einer konventionellen Leuchte wie wir sie bisher im Einsatz hatten. Der Transportweg ist der Unterschied. Wer heute LED-Leuchten anbieten will, kommt nicht um Asien herum. Gesicherte Informationen aus den Produktionsstandorten zu erhalten, scheint fast unmöglich. Trotzdem wäre es wünschenswert, wenn sich Verbände und die Politik diesen Fragen annehmen würden. In Ausschreibungen Einfluss auf die Wertung von Grauer Energie zu nehmen ist in der Praxis deshalb unüblich. Entsprechende Vorgaben müssten vergleichbar und nachvollziehbar sein. Trotz diesem Umstand ist der Einsatz smarter Leuchten sinnvoll. Die Vermeidung von Lichtemissionen und die Senkung des Energieverbrauchs um bis zu 80% werden in Bezug auf die Graue Energie positiv ins Gewicht fallen. Sowohl in der Branche wie auch bei den Leuchtenhersteller gibt es keine zuverlässigen Ansätze um die graue Energie zu bestimmen, daher wird auf eine detaillierte Betrachtung verzichtet.

## 11 Beilagen

1. Übersichtsplan „Beleuchtungsübersicht IST Zustand „bestehende Leuchten, Gemeinde Meilen« vom 7. Februar 2022
2. Übersichtsplan „LED Umsetzung, Installationsorte LED-Leuchten-Typen„Gemeinde Meilen vom 7. Februar 2022

## 12 Glossar

Begriff:	Erklärung:
Anschlussleistung	
LED	„Die Abkürzung LED steht für Light Emitting Diode und bezeichnet ein elektronisches Halbleiter-Bauteil, das leuchtet, sobald Strom hindurchfließt.“
Graue Energie	Graue Energie, auch als unsichtbare Energie oder Primärenergie bekannt, definiert die gesamte Energie, die für ein Produkt benötigt wird. Angefangen bei der Gewinnung der Rohstoffe bis zur Herstellung, dem Transport, der Lagerung, Verpackung und Entsorgung.
Lichtverschmutzung	Lichtverschmutzung ist die Aufhellung des Nachthimmels durch von Menschen erschaffene, installierte und betriebene Lichtquellen, deren Licht in den unteren Luftschichten der Atmosphäre gestreut wird. Insekten verlieren durch die Lichtverschmutzung die Orientierung und auch streng geschützte Nachtfalter gehen an künstliche Lichtquellen zugrunde, der Sternenhimmel ist in weiten Bereichen überstrahlt und nicht mehr erlebbar und nicht zuletzt wird durch überflüssige Beleuchtung Energie verschwendet.
Lichtpunkthöhe	
Lumen	
Smarte Steuerung	Ermöglicht eine individuelle und bedarfsgerechte Steuerung der Straßenbeleuchtung, die den Energieverbrauch und die Kosten senkt. Ausserdem fügt sich die intelligente Strassenbeleuchtung perfekt in eine übergeordnete Smart-City-Strategie ein.
Zhaga	