

Konzept der zukünftigen Gestaltung der Stadt durch Umrüstung auf Straßenbeleuchtung mit LED

Ziele

Wie bei vielen anderen Städten auch, hat die Stadt Neuburg eine historisch gewachsene Straßenbeleuchtung. Es gibt unter den etwa 120 verschiedenen Leuchtentypen fast alle Varianten der letzten 50 Jahre. Glüh- und Quecksilberhochdruckdampflampen sind bereits nicht mehr vertreten. In einigen Jahren wollen wir sagen können, dass wir eine moderne und zeitgemäße Beleuchtung haben, die folgende Kriterien erfüllt:

1. Wir sparen mehr als 50% der jetzt benötigten Elektroenergie
2. Wir wollen für jede Straße möglichst nur eine Type von Leuchten, die insbesondere den Menschen auf den Straßen und Wegen eine Orientierung geben.
3. Wir wollen, dass alle Verkehrsteilnehmer wie z. B. Fußgänger, Radfahrer, einspurige und mehrspurige Kraftfahrzeuge gut gesehen werden können, um Unfallgefahren durch Licht vorzubeugen. Dazu gehören auch Parkplätze.
4. Einige Leuchten wie zum Beispiel die Spiegelleuchten auf hohen Masten mit gleichmäßigem Licht in der Oskar-Wittmann-Straße, an der Uferpromenade, auf dem Schrankenplatz und in der Schrankenstraße sowie dem Oswaldplatz gehören bereits zum Stadtbild. Wir wollen auch architektonisch wertvolle Leuchten aus Bronze weiterhin erhalten, die sich bereits jetzt in die Architektur der Altstadt und der Innenstadt gut einfügen. In anderen Teilen der Stadt werden nach Möglichkeit dekorative Leuchten mit herkömmlichen Lampen gegen dekorative Leuchten mit LED getauscht und Industrieleuchten mit herkömmlichen Lampen gegen Industrieleuchten mit LED.

Was wird sich für die Menschen augenscheinlich ändern:

1. Die niedrige Farbtemperatur der gelblich warmen Natriumdampflampen (2000 bis 2500K) wird ersetzt durch weißes Licht. In Hauptstraßen mit zulässigen Höchstgeschwindigkeiten ab 50km/h werden wir eine neutralweiße Farbe mit 4200K einplanen. Bei allen anderen Straßen mit Geschwindigkeiten bis 50km/h wie Anliegerstraßen, Zone 30-Bereiche, verkehrsberuhigte Bereiche planen wir eine warmweiße Farbe mit 3000K ein. Optisch unterscheiden wir damit Verkehrsbereiche mit hohen Geschwindigkeiten von Verkehrsbereichen mit niedrigen Geschwindigkeiten. Es gibt auch LED, die den oben angesprochenen Natriumdampflampen mit 2700K oder noch niedriger sehr ähnlich sind. Diese Leuchten haben dann weniger Lichtausbeute.
2. Besondere Aufmerksamkeit gilt den Zebrastreifen, wo sich Fußgänger darauf verlassen müssen, gesehen zu werden. Durch eine andere Farbtemperatur wollen wir die Aufmerksamkeit der Fahrer erhöhen. Das heißt, in Straßen mit 4200K hat die Zebrastreifenbeleuchtung eine Farbtemperatur von 3000K. In Straßen mit 3000K werden die Zebrastreifen mit 4200K beleuchtet.
3. Viele Straßen in Neuburg sind im Hinblick auf die geltende Norm zu wenig beleuchtet. Zwischen Masten von 70m und mehr gibt es Stellen, wo Autofahrer querende Fußgänger einfach nicht erkennen können. Es werden zusätzliche Leuchten notwendig sein. Die Menge der zusätzlichen Leuchten und Masten bzw. Wandhalterungen fällt für jede Straße unterschiedlich aus. Es kann zu Nachfragen

der Bürger kommen, wenn die gewohnte Dunkelheit vor der Haustür plötzlich in brillantes Licht getaucht wird. Es wird darauf geachtet, dass Privatgrundstücke nicht beleuchtet werden. Bei allen Leuchten gibt es Möglichkeiten einer Abschattung zu Privatgrundstücken. Solche Maßnahmen wurden bereits bei der aktuellen Beleuchtung in Wohngebieten erfolgreich eingesetzt.

Energieeinsparung

Es gibt insgesamt 3 wesentliche Einflüsse auf die Einsparmöglichkeiten an Elektroenergie. Das ist die Wahl von Leuchten mit hoher Lichtausbeute, eine dem Verhalten der Menschen angepasste Nachtabsenkung individuell für jede Straße und eine optimale Positionierung der Leuchten mit der richtigen Lichtverteilung.

Wir planen eine neue Nachtabsenkung ein.

1. Da wird manch einer sagen, Neuburg hat doch bereits eine Nachtabsenkung. Nun, das ist wahr. Es wird an den Elektroschränken der Lichtversorgung die Spannung von 230V auf 190V abgesenkt. Dabei reduziert sich der Lichtstrom auf etwa die Hälfte. Es wird nachts von 23:00Uhr bis 4.30Uhr dunkler. Die verbrauchte Leistung reduziert sich jedoch in dieser Zeit nur um etwa 20%. Im Jahresmittel beträgt die Zeit der dunklen Stunden zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang in Neuburg an der Donau ziemlich genau 11 Stunden und 45 Minuten. Damit sparen wir auf das Jahr gesehen weniger als 10% Elektroenergie ein. Dazu kommt, dass die Beleuchtung der Zebrastrifen mit traditionellen Leuchtmitteln auf 50% reduziert wird.
2. Welche Nachtabsenkung wird nun besser sein und auf was haben wir uns mit Tiefbauamt und Stadtwerken geeinigt? Es gibt ganz bestimmte Betriebsgeräte, die eine individuelle Nachtabsenkung jeder Leuchte zu vorgegebenen Zeiten und Dimmstufen ermöglichen. Jede Leuchte erhält einen individuellen Code, bei dem der Ort der Leuchte und beliebig viele weitere Parameter hinterlegt werden können. Aus den verschiedenen Möglichkeiten zur Steuerung zur Nachtabsenkung, haben wir uns für die einfachste und günstigste Version entschieden. Statt einer Steuerung über WLAN oder über extra zu verlegende Steuerleitungen haben wir uns im Hinblick auf die Seltenheit solcher Vorkommnisse dafür entschieden, eine mögliche Anpassung der Programmierung am Masten vor Ort vorzunehmen. Alle Hersteller liefern bereits programmierte Leuchten. Um eine ausufernde Variantenvielfalt zu verhindern und somit auch Verwechslungen, wird jeder Straßenzug mit gleichen Leuchten einheitlich programmiert.
3. Was heißt nun Astrodimmen? Die Leuchten erhalten über die zwei- oder dreipoligen Netzleitungen bei Sonnenuntergang das Signal zum Einschalten und bei Sonnenaufgang das Signal zum Ausschalten. Eine interne Elektronik im LED-Betriebsgerät erfasst diese Zeiten und ermittelt drei Tage rückwirkend die astronomische Zeit der Mitternacht und weiß damit, wie spät es ist. Somit können beliebige Dimmphasen bei der Installation jeder einzelnen Leuchte einprogrammiert werden. In unserem Planungskonzept haben wir 3 Dimmstufen festgelegt und drei Zeiträume, zu denen dann die Dimmung vorgenommen wird. Für die Umprogrammierung nach sich änderndem Bedarf gibt es Möglichkeiten durch Steuerleitungen im Masten oder direkt an der Leuchte.

4. In welchen Zeiträumen wird gedimmt?

- In der Zeit von 20:00 Uhr bis 23:00 Uhr reduziert sich das Leben auf den Straßen und für diese Zeit erfolgt die erste Dimmung individuell für jede Straße. In Wohngebieten anders als im Zentrum.
- In der Zeit von 23:00 Uhr bis 5:00 Uhr früh, wo die meisten Menschen schlafen, reduziert sich der Verkehr noch einmal. In Wohngebieten sind die Straßen meist menschenleer. Eine weitere Absenkung der Beleuchtung in diesen 6 Stunden ist aus Sicht von Verkehr und Menschen aber auch aus Gründen der Energieeinsparung sehr sinnvoll.
- Die vorgesehenen Dimmstufen richten sich nach den Beleuchtungsklassen wie es der Normenentwurf vorschlägt.
- Die Beleuchtung von Zebrastreifen oder weiteren ausgewählten Konfliktzonen wird nicht abgesenkt.

5. Um wie viel wird der Lichtstrom reduziert?

- Jede Verkehrsfläche hat eine Auswahltabelle und ein dazugehöriges Formular zur Bestimmung der Beleuchtungsklassen.
- Jede einzelne Verkehrsfläche wie Landstraßen (außerorts), Hauptverkehrsstraßen, Ortsdurchfahrten, innergemeindliche Hauptverkehrsstraßen $\geq 50\text{km/h}$, Sammelstraßen $>30\text{km/h}$, Sammelstraßen $\leq 30\text{km/h}$, Erschließungsstraßen, Anliegerstraßen und verkehrsberuhigte Flächen, Radwege, inner- und außergemeindliche Radverkehrsflächen, Gehwege, inner- und außergemeindliche Gehwege, sonstige Verkehrsflächen, Plätze mit Bereichen des öffentlichen Personenverkehrs und Park- und Rastplätze, Konfliktbereiche, z.B. Knotenpunkte wird je nach Funktion unterschiedlich von den Anwohnern und Reisenden genutzt. Auch die Anwohner selbst sind unterschiedlich in ihrem Verhalten. An einem Bahnhof gibt es viele Fußgänger und es fahren zu Haltezeiten der Züge viele PKW, Taxis und Busse. Zu einer Schule sind früh morgens sehr viele Kinder unterwegs, die sich dann bei der Schule konzentrieren. In der Burg oder im Stadtzentrum gibt es abends noch viele Restaurants und Touristen gehen spazieren. Im Wohngebiet ist es ab 20.00Uhr bereits sehr viel ruhiger auf den Straßen. Um diese Vielfalt zu planen, hat die jetzt noch gültige Norm äußerst große Spielräume dem Planer überlassen. Da es keine Werkzeuge für die individuelle Herangehensweise zur Beurteilung einer jeden Straße gibt, wird meistens aus dem Bauch heraus entschieden. Da das auch Zeit kostet, wird einfach in der ersten Dimmstufe auf 30% und in der 2. Dimmstufe auf 50% reduziert. Dabei ist ganz egal, wie die Straße eigentlich genutzt wird. Innerhalb dieses Spielraums habe ich dem Bauamt vorgeschlagen, die Formulare aus dem neuen Entwurf der neuen Norm „Straßenbeleuchtung Teil 1 Auswahl der Beleuchtungsklassen DIN EN 13202-1: Entwurf“ zu verwenden. Jede Verkehrsfläche hat eine Auswahltabelle und ein dazugehöriges Formular zur Bestimmung der Beleuchtungsklassen zu drei vorher festgelegten Zeiträumen.
- Diese Formulare für jede Straße wurden von mir ausgefüllt, um die optimalen Vorgaben nach Art der Nutzung der Straße zu ermitteln. Nach dieser Methode haben wir Straßen, bei denen das Licht zum Beispiel am Zebrastreifen gar nicht abgesenkt wird. Bei anderen Straßen hingegen senken wir den Lichtstrom in der ersten und zweiten Phase der Nachtabsenkung bis auf 27% .

Pos.	Straßenname	Beleuchtungsklasse to	to dim in %, t0=5:00 bis 8:00Uhr und 16:00 bis 20:00	t1 dim auf %, t1=20:00 bis 23:00	t2 dim auf %, t2=23:00 bis 5:00Uhr	Energieverbrauchs pro Jahr auf Grund der Nachtabsenkung Alt /5h 30min 20% bei 190V	Energieverbrauch pro Jahr auf Grund der Nachtabsenkung Neu
80	Alte Neuburger Straße und Aufeldweg zusammen	P3	100	27	27	90,64%	43,87%
151	Am Eichert/ Nebenstraße	P3	100	27	27	90,64%	43,87%
200	Am Gromet	P3	100	27	27	90,64%	43,87%
790	Böhmerwaldsiedlung	P3	100	27	27	90,64%	43,87%
3450	Johannes-Calvin-Straße	P3	100	27	27	90,64%	43,87%

- Das ist die maximal mögliche Einsparung, die die Norm zulässt. Damit senken wir den Energieverbrauch allein durch die Nachtabsenkung schon auf etwa 44%

Optimale Positionierung der Leuchten mit der richtigen Lichtverteilung

1. Was ist die optimale Positionierung der Masten? Nehmen wir an, wir haben eine Straße mit einer Fahrbahn von 6m und beidseitigem Gehweg von 1,5m. Die Straße ist insgesamt 9m breit. Ideal wäre natürlich für die Positionierung des Masten der Mittelstreifen der Straße, doch das ist nur verkehrssicher bei größeren Straßen mit Absperrung zwischen den Fahrbahnen oder bei einer Seilaufhängung der Leuchten. Unsere Straße im Beispiel hat eine solche Absperrung der Fahrbahnen nicht. Es gibt auch keine Genehmigung von den Anwohnerhäusern, hier Spannseile und elektrische Leitungen zu verlegen. Also ist der optimale Platz eines Masten auf dem Gehweg wenige cm vom Bordstein entfernt, schließlich ist die Entfernung bis zum Gehweg auf der anderen Seite fast 1,5m geringer als wenn der Mast mit Leuchte ganz am Rand der 9m breiten Straße stehen würde. In Neuburg sind die Masten jetzt fast immer ganz am Straßenrand also am äußeren Rand des Gehweges und dieser mögliche lichttechnische Vorteil wird nicht genutzt. Das ist nicht nur in Neuburg so, denn es gibt auch Gegenargumente, denn sind die Masten am äußeren Rand der Strasse, so wirkt der Raum größer. Es ist auch tatsächlich mehr Platz. Ob es dann auch tatsächlich sicherer ist?
2. Was ist die optimale Masthöhe?
 - Die Standardmasthöhen sind 4,5m; 6m; 8m; 9m von der möglichst nicht abgewichen werden sollte. Die Planung ist auf diese Höhe auszulegen auch wenn der Altbestand Abweichungen hierzu hat.
 - Je höher der Mast ist, um so gleichmäßiger kann ich das Licht auf der Straße verteilen.
 - Standardoptiken sind für Straßenbreiten des 0,5- bis 1,2-fachen der Masthöhe ausgelegt. Für schmale Straßen nimmt man Optiken der 0,5-fachen Straßenbreite, für breite Straßen das 1,2-fache der Straßenbreite.

- In unserem Beispiel brauchen wir einen Mast von 6m, wenn er am Bordstein platziert wird. Wird er jedoch ganz am Rand der Straße platziert, so brauchen wir im Idealfall einen 8m hohen Masten bei 1,2-facher Optik.
- Die höchsten Kosten verursachen die Masten, nicht die Leuchten. Deshalb ist dieses Thema sehr wichtig. Je höher der Mast, um so teurer. Im Altbestand sind hauptsächlich Peitschenmasten mit 7,5m Lichtpunkthöhe und 1,5m Ausleger für Industrieleuchten und etwa 4,5m hohe Masten für dekorative Leuchten. Peitschenmasten sind aus Lichttechnischer Sicht optimal gegenüber geraden Masten, da die Leuchte näher an das Zentrum der Straße rückt. Die Ausrichtung beim Setzen ist komplizierter und auch die Frage des optischen Erscheinungsbildes ist zu diskutieren. Stadtwerke und Bauamt setzen bei den Neuinstallationen ausschließlich auf gerade Masten.
- Es wurden Straßen festgelegt, wo die Peitschenmasten ausgetauscht werden. Dort sind gerade Masten vorgesehen.
- Die Proportion Mast und Leuchte ist optisch wichtig. Eine dekorative Leuchte auf einem 6 oder gar 9m hohen Masten muss schon dafür geschaffen sein und gehört nicht zum Standardprogramm der ausgewählten Leuchtenhersteller und ist auch nicht ganz billig. Das Gleiche gilt auch für Industrieleuchten. Eine 70cm große Leuchte auf einem 4,5m hohen Mast wirkt zu groß und eine 50cm große Leuchte auf einem 9m Mast wirkt zu klein.
- Die Hauptaufgabe dieses Projektes besteht darin, einen zügigen Weg zu finden, Energie einzusparen. Da wir allein aus Zeit- und Kostengründen nicht über 3000 Masten neu setzen können, müssen wir vorhandene Masten verwenden und die sind nicht ideal positioniert.
- Die Verwendung der besten Optik aus dem Standardsortiment setzt Lichtberechnungen voraus. Nur dann ist eine optimale Energieeinsparung möglich. In diesem Projekt wurden nur einige Straßen tatsächlich berechnet. Eine solche Berechnung sollte vor Beauftragung der Lieferanten eingefordert werden. Im Rahmen dieses Projektes gab es nur wenige Berechnungen, die in der gedrittelten Aussicht auf Beauftragung von den Lieferanten selbst gerechnet wurden. Im Rahmen dieses Projektes war es mir nur möglich, den prinzipiellen Weg durch grobe Abschätzung an vielfältigen Beispielen aufzuzeigen und beispielhaft darzustellen, wo zusätzliche Leuchten und Masten zu setzen sind.
- Beispiel: Stehen die Masten 70m auseinander, und in der Regel ist das zu weit auseinander, so wurde in meiner Abschätzung der Mastabstand auf 35m definiert, um möglichst in der Mitte von 2 vorhandenen Masten die neue Leuchte zu platzieren.
- Es wurde immer darauf geachtet, soviel wie möglich vorhandene Masten in die Umrüstung mit einzubeziehen. Ein Diskussionspunkt ist natürlich, welchen Masten stellen wir zwischen 2 Peitschenmasten? Einen geraden oder einen neuen Peitschenmasten? Mit dieser Frage ist die Frage verbunden, ob denn Peitschenmasten eine Zukunft haben? Eine Straße, bei der gerade Masten ganz am Rand stehen, sieht schön und aufgeräumt aus. Aus energetischer Sicht ist das nur möglich mit Abzügen bei der Energieeinsparung.

Angebotseinholung und Abgleich mit den Anforderungen

Die Lieferanten fael LUCE , Siteco und Trilux haben je 5 Straßen mit vorgegebenen Beleuchtungsklassen und geometrischen Parametern vorgegeben bekommen und sollten die erforderliche Anzahl an Leuchten berechnen. Dabei gab es 2 sehr einfache zu berechnende Straßen und 3 sehr schwierige Straßen. Eine Straßen haben alle Lieferanten problemlos bewältigt und zwar den Heckenweg.

Grundlage eines Vergleichs ist ein einheitlicher Wartungsfaktor von 0,9. Die Kosten der Wartung belaufen sich auf regelmäßiges Befreien vom Staub, eine Prüfung alle drei Jahre sollte unter Beachtung der VDE-Vorschriften vorgenommen werden. Mitunter sind die Leuchten auch nur von Bäumen frei zu schneiden.

- Der Heckenweg ist eine Straße die aus einer 5 m breiten Fahrbahn mit beidseitigem In diesem Beispiel liegen alle Lieferanten über 50% Energieeinsparung und nahe beieinander. Das Ziel ist erreicht.
- Während der Arbeit hat sich gezeigt, dass die Verwendung der vorhandenen Leuchten-Anordnung im DWG Plan zum besten Ergebnis führt. Das heißt, eine gute Kommunikation ist sehr wichtig, denn die Personen, die diese Arbeit leisten, stehen unter Stress und haben nicht die Chance, in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit alles zu erfassen. Bekommen Sie eine Idee vorgegeben, so setzen sie das auch um. Keiner von allen drei Lieferanten hat anfänglich in den DWG Plan gesehen und vorhandene Anordnungen der Leuchten analysiert. Ein Wettbewerb ist in der Planung vielleicht nicht immer sinnvoll
- Für die historischen Leuchten, die wir in der Stadt erhalten wollen, habe ich die Firma Bergmeister gebeten, die Planung durchzuführen. Es ist sinnvoll, die Umrüstsätze von der Firma bauen zu lassen, die die Leuchten am besten kennt. Die Firma Bergmeister hat keinen Wettbewerber, da sie für die eigenen Leuchten Umrüstsätze auf LED liefern soll und gegebenenfalls zusätzliche Leuchten einplant, wo es erforderlich ist. Die Firma Bergmeister hat eine Planerin, die unsere DWG-Datei der Stadt Neuburg mit den genauen Positionen der Leuchten einscann. Die vorhandenen Leuchtenpositionen werden dann direkt in das Berechnungsprogramm übertragen und durch Berechnung optimiert. Sie hat ein Vielfaches mehr planen können als die drei Hauptlieferanten. Es ist also zu überlegen, ob den drei Lieferanten besser jeweils ein bestimmtes Stadtgebiet zugewiesen werden kann. Sie werden einbezogen und können sich besser mit der Aufgabe identifizieren. Sie müssen unter ständigem Druck in Vorleistung gehen. Das sind zwar organisatorische Fragen, aber auch ich muss diese Fragen stellen.

Return of Investment

- Es wurden die bestehende Elektrik und Geometrie von insgesamt 359 Straßen der Stadt Neuburg an der Donau erfasst. Es wurde die erforderliche Beleuchtung einschließlich Nachtabsenkung laut Norm für alle Straßen definiert. Bei 219 Straßen wurden passende LED Leuchten ausgewählt, um eine normgerechte Beleuchtung zu schaffen. Gleichzeitig wurde definiert, ob und wie viel zusätzliche Masten zu setzen sind.
- 10 Straßen haben jetzt überhaupt keine Beleuchtung.
- 219 Straßen benötigen zur Einhaltung der Normen für Straßenbeleuchtung zusätzlich 1278 Maste bzw. Wandhalterungen zu den vorhandenen 2248 und . 1301 Leuchten zu den vorhandenen 2284. Einkaufskosten für Masten und Tiefbauarbeiten bewerten wir durchschnittlich mit 1000EUR/Mast. Von den oben genannten 3 Hauptlieferanten wurde der Durchschnittsrichtpreis pro Leuchte mit 365,30EUR ermittelt.
- Bei Bergmeisterleuchten werden vorzugsweise LED-Einsätze benötigt, die unter dem Durchschnittsrichtpreis liegen. Neue Bergmeister-Leuchten sind zwar sehr viel teurer, werden aber meistens an der Wand montiert, so dass wir hier als Überschlag den gleichen Preis annehmen können.

- In den noch nicht berechneten Straßen stehen jetzt 1033 Masten. Übernehmen wir das Verhältnis neue Masten zu den bereits vorhandenen aus den berechneten Straßen, so werden voraussichtlich noch 587 Masten für die nicht berechneten Straßen benötigt. $1278 + 587 = 1865$ zusätzliche Masten werden insgesamt für die Einhaltung der Straßenbeleuchtungsnorm in 359 Straßen benötigt.
- In den noch nicht berechneten Straßen stehen jetzt 1077 Leuchten. Übernehmen wir das Verhältnis neue Leuchten zu den bereits vorhandenen aus den bereits berechneten Straßen, so werden voraussichtlich noch 613 Leuchten für die nicht berechneten Straßen benötigt. $1301 + 613 = 1914$ zusätzliche Leuchten werden insgesamt für die Einhaltung der Straßenbeleuchtungsnorm benötigt.
- Im zweiten Schritt können dann mit geringerem Tempo der normgerechte Ausbau erfolgen, wobei auch die teuren Tiefbauarbeiten erfolgen.
 - 1914 zusätzliche LED-Leuchten kosten 699.184 EUR
 - 1865 zusätzliche Masten kosten 1.865.000 EUR
 - 4198 LED-Leuchten als Austauschkosten 1.533.530 EUR
 - Fördermittel für 6112 LED-Leuchten 20% - 446.542 EUR
 - **Kosten insgesamt betragen somit 3.651.172 EUR**
- Die Ersparnis an Elektroenergie würde in diesem Fall 67% betragen. Nach unseren Berechnungen verbraucht die Stadt jetzt mit der herkömmlichen Lampentechnik für 359 Straßen insgesamt 1.585.372 kWh Elektroenergie pro Jahr. Nach einer Umrüstung auf LED entsprechend der Norm würde die Stadt nur ein Drittel dieses Betrages mit 523.173 kWh pro Jahr verbrauchen. Zusätzlich zu installierende Leuchten sind in diesem Verbrauch bereits inbegriffen.
- Würde sich die Stadt Neuburg an der Donau für einen Eins zu Eins Umtausch ohne Beachtung der Norm entscheiden, was im Übrigen ebenfalls gefördert wird, so wäre die Ersparnis höher und läge bei 79% des heutigen Elektroenergieverbrauchs. Das ist fast nur noch ein Fünftel des bisherigen Energieverbrauchs! Damit könnte die Stadt bei qualitativ gleicher Beleuchtung wie jetzt ebenfalls sehr viel Energie sparen und zusätzliche Kosten für Masten würden nur für die Instandsetzung altersbedingt nicht mehr zu gebrauchender Masten anfallen. Die tatsächlich gewichtige Investition in Höhe von 1.533.530 EUR des Leuchtenaustauschs würde jedoch bleiben.
- Die Energiekosten bei 0,39 EUR/kWh betragen somit insgesamt 618.295,08EUR pro Jahr.
- Beim einfachen Austausch der vorhandenen Leuchten gegen LED Leuchten würden 79% von 618.295,08EUR gespart werden. Das sind 488.453,11EUR pro Jahr. Die Investitionskosten unter Berücksichtigung der Förderung von 20% betragen 1.226.824 EUR welche in 2,5 Jahren wieder eingespielt werden. Danach würde die Stadt diese Summe zusätzlich für den normgerechten Ausbau der Beleuchtung ausgeben können. **Die Zeit für ein Return of Investment beträgt 2,51 Jahre.**
- Beim Aufrüsten auf eine normgerechte Beleuchtung mit mehr Leuchten und mehr Masten als bis jetzt werden die zusätzlichen Leuchten ebenfalls Energie verbrauchen. Dadurch reduziert sich die Energieeinsparung insgesamt ein wenig. Die Kosteneinsparung pro Jahr an Energie beträgt dann nur 414.257,70EUR. Die Investitionskosten steigen im Vergleich zum einfachen Austausch auf Grund des heutigen Defizits an Leuchten und Masten für eine normgerechte Straßenbeleuchtung. Die Investitionen betragen wie oben berechnet 3.651.172 EUR. **Die Zeit für ein Return of Investment beträgt 8,59 Jahre.**

Torsten Henze
Lichttechnik Ingenieurbüro Henze
Bürgermeister-Schwaiger-Straße 43
85567 Grafing bei München