

BMU – UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM

BUNDESWETTBEWERB **Energieeffiziente Stadtbeleuchtung**

Abschlussbericht

zum Vorhaben:

Sanierung der Aussenbeleuchtung
Heinrich von Brentano Schule
Massenheimer Landstraße 7
65239 Hochheim

Aktenzeichen: 30422/2 Vorhaben-Nr.: 20164

Fördernehmer/ in:

Main-Taunus-Kreis
Amt für Schulbau
Am Kreishaus 1-5
65719 Hofheim

Umweltbereich:

Energie – und Ressourceneffizienz

Laufzeit des Vorhabens:

31.07.2009 – 31.05.2011

Autor:

Dipl.- Ing. Mona Khamis
Dirk Justus
JK Lighting Design GbR
im Auftrag des Main-Taunus-Kreises

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Datum der Erstellung:

Juni 2011

Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen: : 30422/2	Vorhaben-Nr.: 20164
Titel des Vorhabens: Sanierung der Außenbeleuchtung der Heinrich von Brentano Schule, Hochheim	
Autor(en); Name(n), Vorname(n) Khamis, Mona Justus, Dirk (JK Lighting Design GbR)	Vorhabenbeginn: 01.03.2009
	Vorhabenende (Abschlussdatum): 31.05.2010
Fördernehmer/ -in (Name, Anschrift) Main-Taunus-Kreis Amt 66 Am Kreishaus 1-5 65719 Hofheim	Veröffentlichungsdatum: August 2011
	Seitenzahl: 18
Gefördert aus dem Umweltinnovationsprogramm des Bundesumweltministeriums	
Kurzfassung Es wurde eine Sanierung der Außenbeleuchtungsanlage der Heinrich von Brentano Schule für die Bereiche Schulhof, Schul-/Lehrerparkplätze und Schulbushaltestelle durchgeführt. Die Maste und Leuchten wurden demontiert und neu installiert. Die Verkabelung wurde erneuert. Modernster LED Lampentechnologie wird eingesetzt inklusiver einer Lichtsteuerung zur Helligkeitsregelung in Zusammenhang mit Bewegungsmeldern. The outdoor lighting of Heinrich von Brentano school in the school yard, school and teacher's parking lot and school bus stop had been refurbished. Masts and lamps were dismantled and newly installed. The cabling was replaced. State-of-the-art LED lighting technology is used including lighting management with motion detector for luminance level control.	
Schlagwörter Energieverbrauch, Energiekosten, Co2 Ausstoß, Wartungskosten, Beleuchtungsstärken, LED Technologie, Lichtmanagement, Lichtsteuerung	
Anzahl der gelieferten Berichte Papierform: 7 x in Deutsch, 7 x in Englisch Elektronischer Datenträger: 1	Sonstige Medien: Veröffentlichung im Internet geplant auf der Homepage: www.mtk.org www.jkld.de

BESCHREIBUNG

- **Ausgangssituation**

Auf dem Schulhofgelände der Heinrich von Brentano Schule befanden sich 50 Stück Mastleuchten mit Kugelaufsatz.

Die Mastaufsatzleuchte bestand aus einer Kugel, deren Material in opalen Kunststoff ausgeführt war. Die Leuchte wurde mit dem Leuchtmittel HQI 125W und einem KVG (konventionellem Vorschaltgerät) betrieben.

Die Kugelleuchten waren sehr stark verschmutzt, so dass die Opalabdeckung vergilbt und teilweise vermoost war.

Durch die Verschmutzung und die veraltete Lampentechnologie konnten die heute geforderten Beleuchtungsstärken nicht mehr eingehalten werden.



Eingangsbereich der Schule mit den alten Kugelleuchten

- **Aufgabenstellung**

- Sanierung der Bereiche Schulhof, Schul-/Lehrerparkplätze und Schulbushaltestelle
- Erneuerung der Verkabelung
- Einsatz modernster LED Lampentechnologie
- Vorsehen einer Lichtsteuerung zur Helligkeitsregelung in Zusammenhang mit Bewegungsmeldern

Weitere Aufgaben:

- Verringerung des Energieverbrauches
- Minderung des CO₂ Ausstoßes
- Einhaltung der Beleuchtungsstärken
- Einhaltung der Kosten

- **Planung und Ablauf des Vorhabens**

März 2009

Grundlagenermittlung, d.h. Bestandsaufnahme und Besichtigung vor Ort.

Beginn der Planung folgender Leistungsphasen:

Lph 2 Vorentwurf und Lph 3 Entwurfsplanung. Die jeweiligen Leistungsphasen wurden dem Main-Taunus-Kreis präsentiert

April 2009

Ausarbeitung der Lph 5 Ausführungsplanung und der Lph 6 Ausschreibung. Präsentation und Abstimmung mit dem Main-Taunus-Kreis.

Bekanntmachung der öffentlichen Ausschreibung nach VOB/A durch den Main-Taunus-Kreis.

Verschicken der Leistungsverzeichnisse durch den Main-Taunus-Kreis an die sich beworbenen Elektrofirmen.

Mai – August 2009

Submissionstermin: 14.05.2009

Erstellung eines Preisspiegels der sieben Bieter und Prüfung der eingegangenen Angebote mit Bemerkungen zu den jeweiligen Bieterfirmen.

Aufgrund von Unstimmigkeiten keine Annahme des günstigsten Bieters bis zur Zuschlagsfrist am 19.06.2009.

September - Oktober 2009

Kontaktaufnahme mit dem zweitgünstigsten Bieter und Auftragsvergabe durch den Main-Taunus-Kreis.

Projektbesichtigung und Einweisung der ausführenden Firma vor Ort.

November - Dezember 2009

Baubeginn in segmentierten Teilbereichen zur Sicherung des Schulablaufes, z. B. Feuerwehrezufahrt und Schulhof.

Folgende Arbeiten wurden ausgeführt:

- Aushebung der Kabelgräben
- Verziehen der Kabel
- Stellung der Maste
- Montage der Leuchtenköpfe und Bewegungsmelder
- Provisorische Inbetriebnahme der Leuchten
- Montage der Unterverteilung in der Lüftungszentrale



Kabelgraben



Kabelgraben



Leerrohre für Betonfundamente zur Maststellung



Montierte LED Leuchte auf Mast

Januar – Februar 2010

Baustopp durch harten Wintereinbruch.



Lehrerparkplatz



Schulparkplatz

März 2010

Wiederaufnahme der Arbeiten für die noch fehlenden Bereiche.



LED Mastleuchte mit Bewegungsmelder



Kabelgaben

April 2010

Inbetriebnahme der Lichtsteuerung für die Außenbeleuchtungsanlage, d.h. Programmierung der Leuchten und Bewegungsmelder.

Mai 2010

Fertigstellung der Beleuchtungsanlage und Endabnahme mit dem Main-Taunus-Kreis und dem Fachplaner.

- **Ergebnisse aus dem Vorhaben allgemein**

Schon bei der Entwurfsplanung stellte sich heraus, dass aufgrund des geringen Wartungsaufwandes von Halbleiterlichtquellen, LED Leuchten den gewünschten Anforderungen am nächsten kommen.

Vorteile des elektronischen Bauteils wie geringe Lichtströme bei einer guten Effizienz, d.h. Lichtstrom (lm) pro Watt (W). Verbesserte Lichtströme bei kühlen Umgebungstemperaturen, z. B. in unserem Breitengrad bei Herbst und Winter. Die sehr lange Lebensdauer und die Möglichkeit des Dimmens und Schaltens waren ausschlaggebend für den Typ DL10 der Firma Siteco.

Daraus resultierte, daß für die neue Beleuchtungsanlage der Heinrich von Brentano Schule nur 36 Stück Mastleuchten benötigt werden.

Diese Leuchte ist mit 86 Stück Hochleistungs LEDs und einem optischem Linsensystem mit Spezialreflektoren bestückt. Der Nennlichtstrom einer Leuchte beträgt 6177 lm. Die Lebensdauer der Hochleistungs LEDs wird mit 50.000 Stunden angegeben. Dadurch muss die Leuchte bei der Wartung nur gereinigt werden und ein Lampenwechsel entfällt. Die Gesamtleistung der Leuchte beträgt 110W.

Die neue Beleuchtungsanlage hat eine Gesamtleistungsaufnahme von 3,96 kW. Im Vergleich zur alten Anlage betrug die Gesamtleistungsaufnahme 7,55 kW bei einer Systemleistung der Leuchte von 151 W inkl. Verlustleistung des Vorschaltgerätes. Daraus ergibt sich eine Ersparnis von 3,59 kW und eine Verringerung des CO₂ Ausstoßes.

Die besondere Form des Leuchtenkopfes verursacht nur noch eine Lichtemission von 3%, so dass 97% nicht mehr störend nach oben abgegeben werden.

Der Leuchtenkopf ist auf einem 4 Meter Mast montiert, dadurch wird eine Lichtpunkthöhe von 4,6 Meter erreicht und eine mittlere horizontale Beleuchtungsstärke von 22 lx erzielt.

Die installierte Lichtsteuerung besteht aus folgenden Komponenten:

- Leuchtencontroller pro Mastleuchte
- Sensorik, d.h. Lichtsensor und Bewegungsmelder
- Kommunikationsbaustein als Schnittstelle und Verbindungsglied zwischen PC und den Leuchtencontrollern
- PC mit installierter Software zur Steuerung der Beleuchtungsanlage

Funktionsweise:

Die Helligkeitssteuerung der Gesamtanlage erfolgt durch einen Lichtsensor. Dieser übermittelt sein Helligkeitssignal an den Kommunikationsbaustein. Vom Kommunikationsbaustein aus wird die gesamte Anlage oder ein Teil der Anlage über Powerline auf den gewünschten Lichtstrom eingeschaltet.

Die Bewegungsmelder dienen der Erfassung von Personen und Fahrzeugen die sich in Reichweite des Sensorfeldes bewegen. Die Sensoren übermitteln die Informationen an die Leuchtencontroller via Powerline, sodass nur die Leuchten geschaltet werden, die zu der Gruppe per Definition gehören. Die Definition erfolgt statisch bei der Inbetriebnahme der Anlage. Das Signal wird mit höchster Priorität ausgewertet, d.h. dass unabhängig vom Dimmpege das Licht geregelt wird.

Die Grundeinstellung des Helligkeitsniveaus für die Beleuchtungsanlage der Heinrich von Brentano Schule beträgt 20%. Die Anlage ist aufgeteilt in Sektoren, die mit Bewegungsmeldern ausgestattet sind. Wird Bewegung erfaßt wird das Helligkeitsniveau auf insgesamt 70% hochgefahren. Nach einer definierten Nachlaufzeit, dimmt die Anlage wieder auf 20% Helligkeitsniveau herunter. Die Helligkeitsniveaus variieren je nach Jahreszeit und Frequenz der Außenanlage durch Fußgänger und Radfahrer.

Im Brandfall wird die Beleuchtungsanlage automatisch über die Brandmeldezentrale auf 100% Lichtstrom geschaltet.

Der Kommunikationsbaustein ist der Master in dem System. Er steuert alle Leuchtencontroller und ermittelt alle Messwerte in dem System. In dem Kommunikationsbaustein sind verschiedene Programmapplikationen hinterlegt. Wichtigste Funktionen für das System sind:

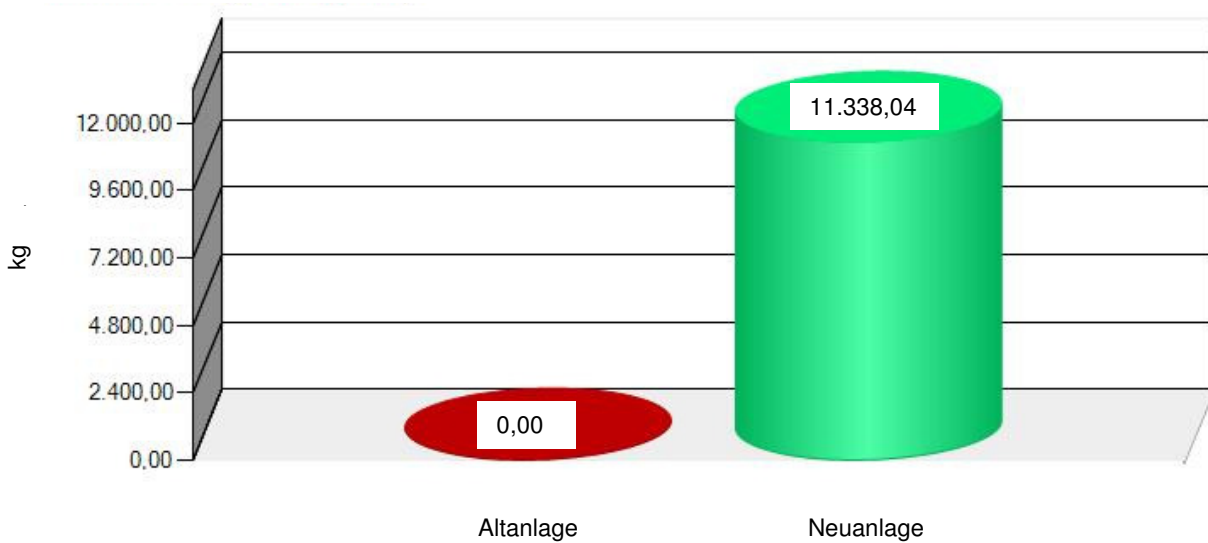
- Kalender und Echtzeituhr
- Datenaufzeichnung (Datenlogger)
- Zeitsteuerprogramm

Die Steuerungssoftware, installiert auf einem PC, dient der komfortablen Bedienung der Anlage. Von hier aus kann jederzeit die Anlage übersteuert werden, d.h. unabhängig von den Sensordaten oder auch der Uhrzeit kann der Anlagenzustand verändert werden.

Die Software dient zusätzlich der Visualisierung des Anlagenzustandes, sodass die Messwerte grafisch angezeigt werden können.

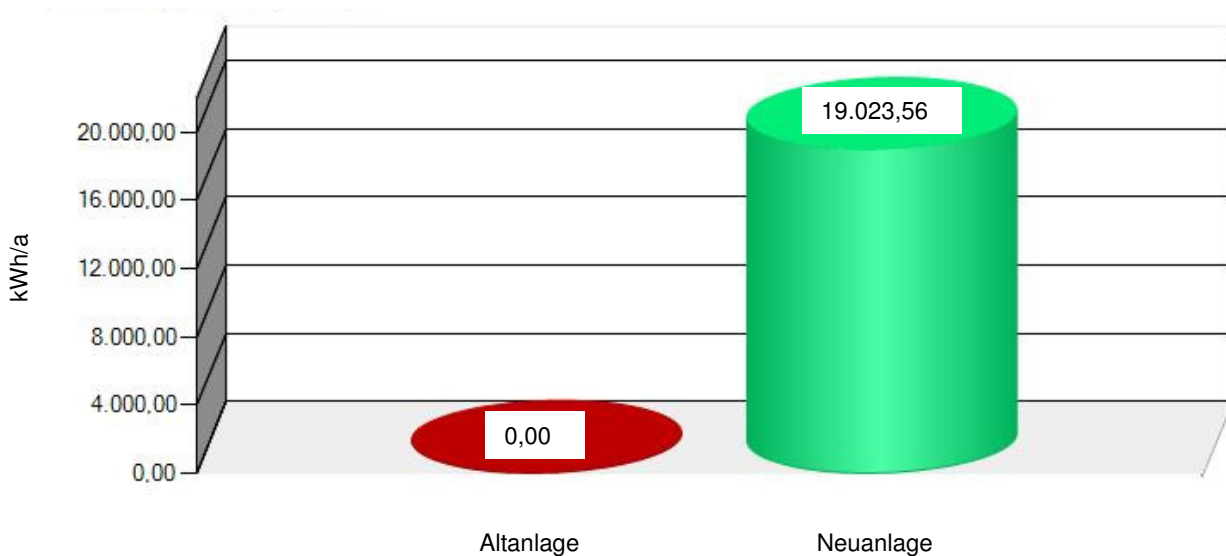
WESENTLICHE VORTEILE PRO JAHR

Mittlere CO2 – Emissionsreduktion pro Jahr (absolut)



Durch den Einsatz der neuen Leuchten mit LED Technologie wird die mittlere CO2 Emission um 11.338,04 Kilogramm im Jahr reduziert.

Mittlere Energieeinsparung pro Jahr (absolut)



Die mittlere Energieeinsparung beträgt 19.023,56 kWh pro Jahr absolut.

Kostendaten und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Ausgangsdaten der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für die Beleuchtungslösung
ohne Förderung:

	Altanlage	Neuanlage
Leuchtendaten		
Lampenzahl je Leuchte (Stk.)	1	1
Systemleistung der Leuchte (W)	151	110
Leuchtenanzahl (Stk.)	50	36
Betriebsdaten		
Nutzungszeitraum der Anlage (a)	30	30
Jährliche Betriebsdauer (h)	3380	3380*
Investitionskostenpunkte		
Kosten einer Leuchte	0,00 €	3.939,05 €
Installationskosten	0,00 €	76.854,80 €
Lichtsteuerung	0,00 €	19.191,41 €
Planungskosten	0,00 €	19.550,81 €
Betriebskostenpunkte		
Lampenkosten	5,00 €	0,00 €
Kosten für Lampenwechsel	15,00 €	0,00 €
Kosten Leuchtenreinigung	22,50 €	7,50 €
Energiekosten (EUR/kWh)	0,15 €	0,15 €
Kapitaldaten		
Entwicklung der Energiekosten	5%	5%

* geschätzter Wert

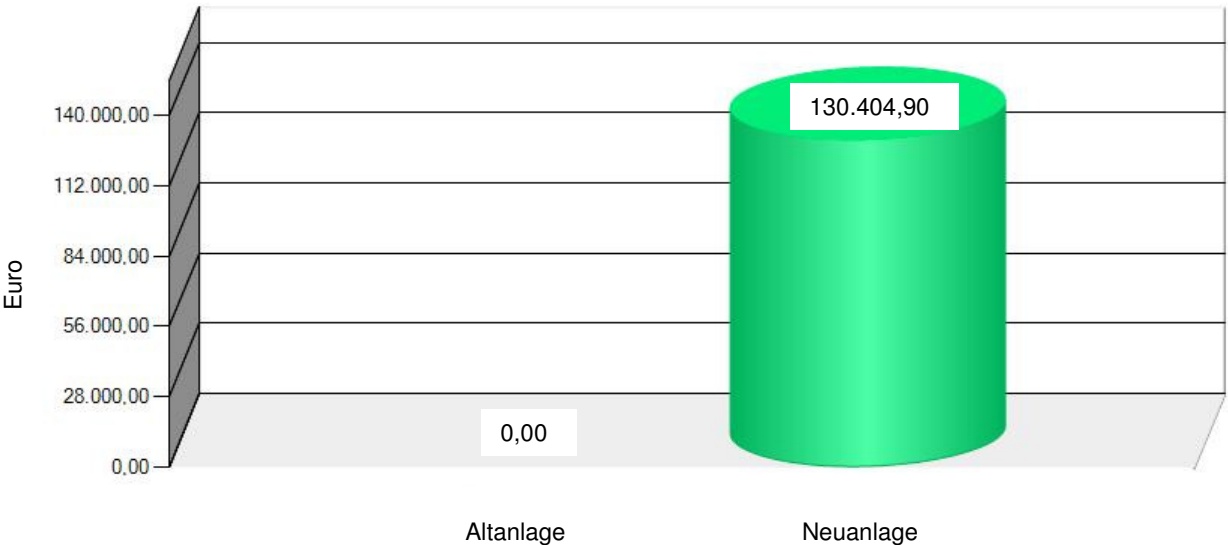
Ausgangsdaten der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für die Beleuchtungslösung mit Förderung:

	Altanlage	Neuanlage
Leuchtendaten		
Lampenzahl je Leuchte (Stk.)	1	1
Systemleistung der Leuchte (W)	151	110
Leuchtenanzahl (Stk.)	50	36
Betriebsdaten		
Nutzungszeitraum der Anlage (a)	30	30
Jährliche Betriebsdauer (h)	3380	3380*
Nutzungsgrad der Anlage (%)	100	100
Mittleres Dimmniveau (%)	100	45
Investitionskostenpunkte		
Kosten einer Leuchte (1)	0,00 €	411,31 €
Installationskosten	0,00 €	76.854,80 €
Lichtsteuerung	0,00 €	19.191,41 €
Planungskosten	0,00 €	19.550,81 €
Betriebskostenpunkte		
Lampenkosten	5,00 €	0,00
Kosten für Lampenwechsel	15,00 €	0,00
Kosten Leuchtenreinigung	22,50 €	7,50 €
Energiekosten (EUR/kWh)	0,15 €	0,15 €
Kapitaldaten		
Entwicklung der Energiekosten	5%	5%

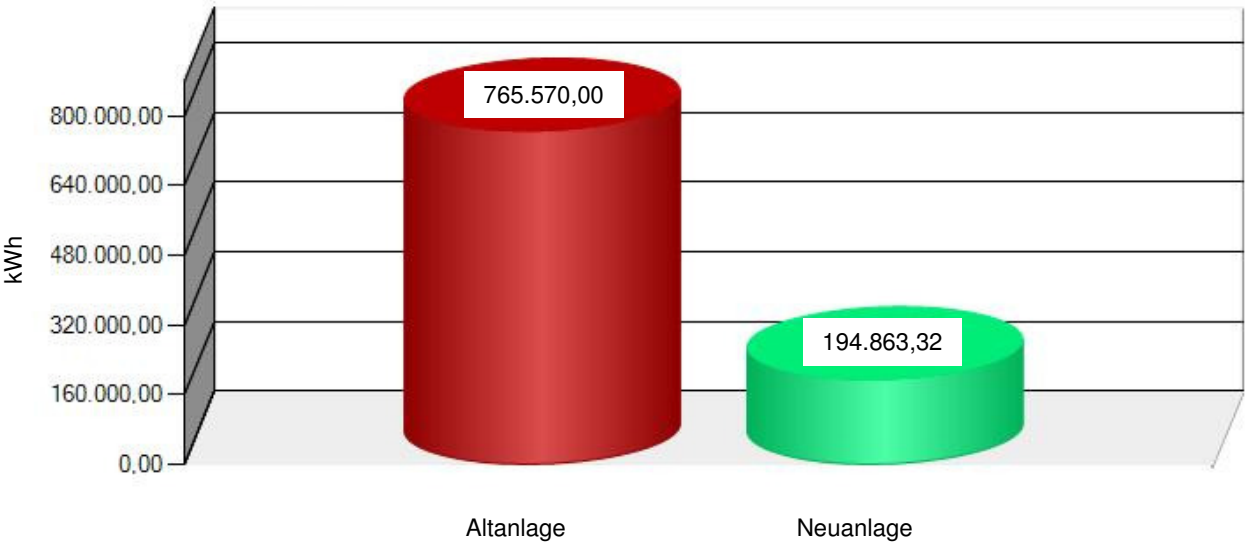
*geschätzter Wert

(1) Hier ist die Förderung von 127.000,00 € berücksichtigt

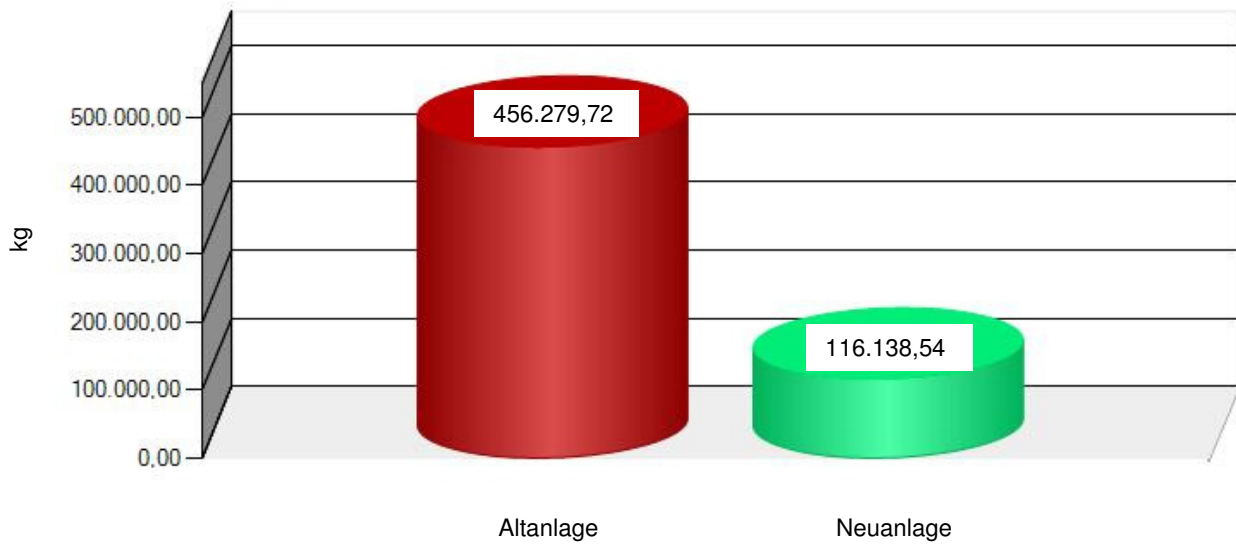
Gesamt Investitionskosten



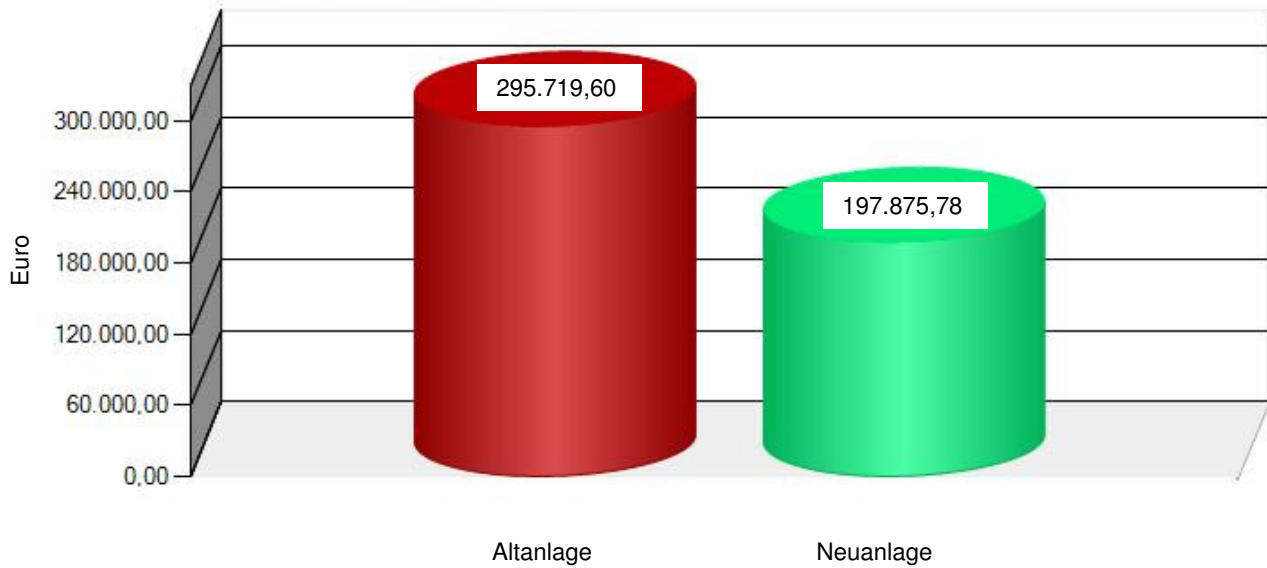
Gesamt Energieverbrauch über die Lebenszeit



Gesamt CO2 Emission über die Laufzeit



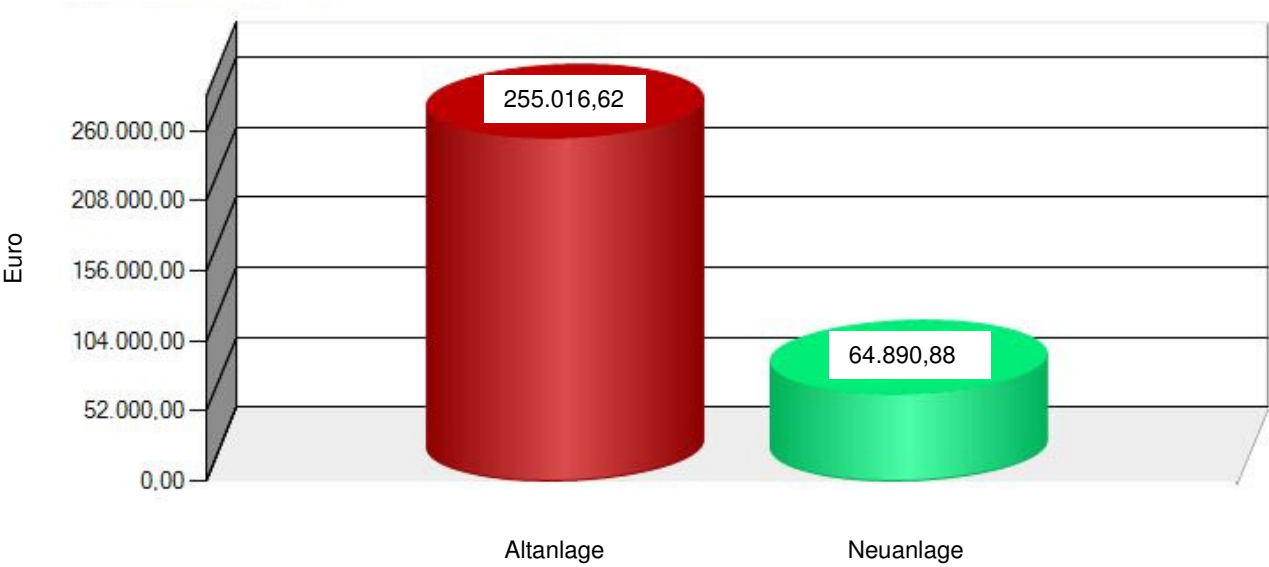
Gesamtkosten der Lichtlösung über die Lebenszeit (absolut)



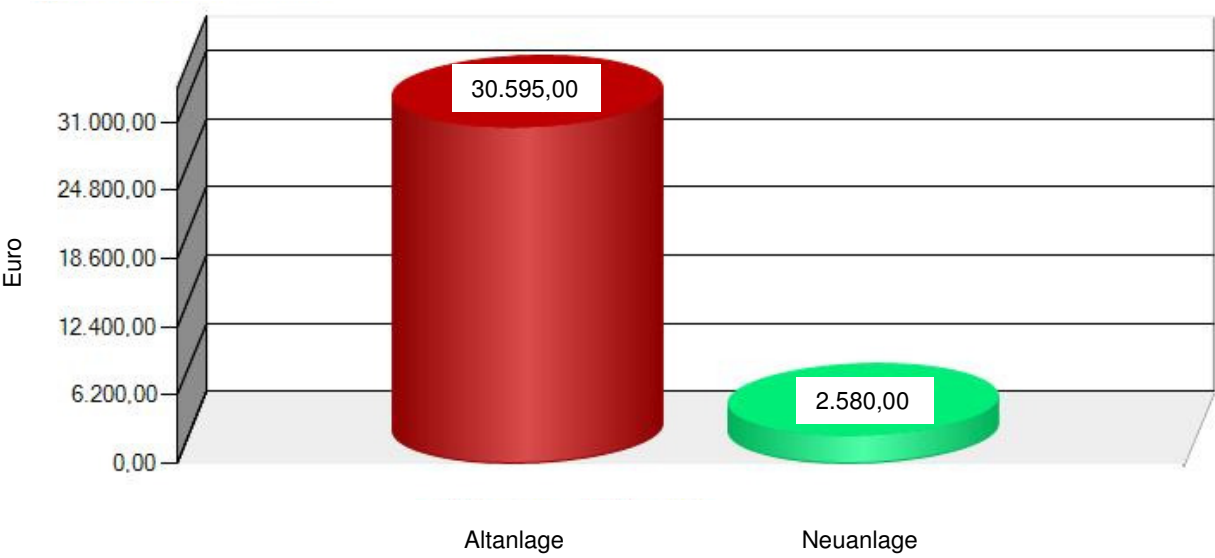
Die Gesamtkosten bilden die Summe aus:

	Altanlage	Neuanlage
Betriebskosten	295.719,60 €	67.470,88 €
Investitionskosten	0,00 €	130.404,90 €

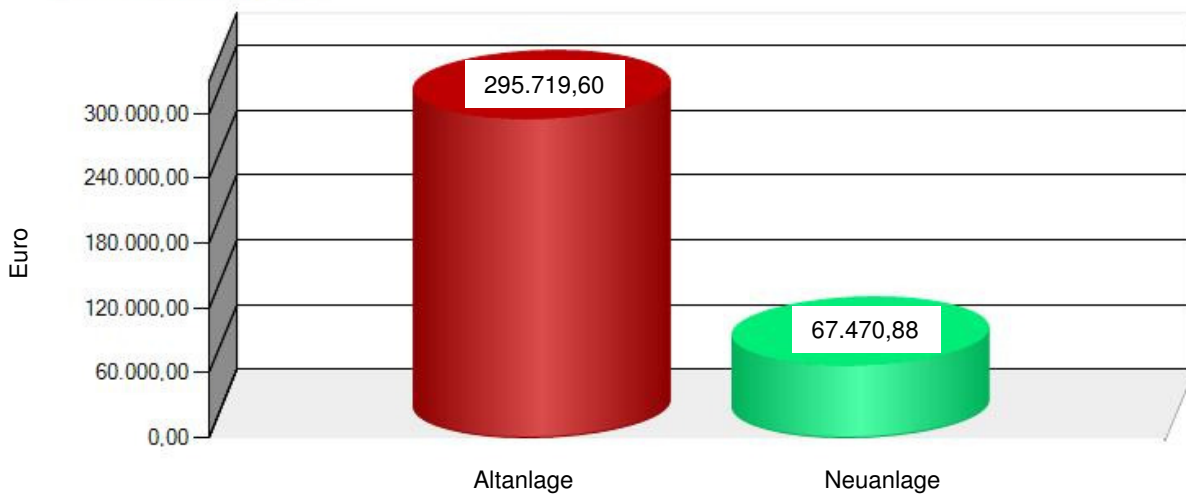
Gesamt Energiekosten über die Lebenszeit



Gesamt Wartungskosten über die Lebenszeit



Gesamt Betriebskosten über die Lebenszeit



Die gesamten Betriebskosten bilden die Summe aus:

	Altanlage	Neuanlage
Recyclingkosten	10.107,98 €	0,00 €
Energiekosten	255.016,62 €	64.890,88 €
Wartungskosten	30.595,00 €	2.580,00 €

Berechnung der statischen Rückflussdauer

Zuwendungsfähige Ausgaben (gesamt)	257.403 €
Investitionszuschuss (ggf. aus Zuwendungsbescheid)	128.701 €
Eigenanteil Ausgaben	128.701 €
Einsparung Energieverbrauch in kWh/a	19496
Einsparungen Energiekosten (bei 0,15 €/kWh)	2.924 €
Einsparungen Wartungskosten	1.025 €
Gesamteinsparungen	3.949 €
Statische Rückflussdauer in Jahren (Invest/Einsparung)	32,6

FAZIT

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse verdeutlicht, dass durch den Einsatz von moderner LED Lampentechnologien, in Verbindung mit einer intelligenten Lichtsteuerung, die mittlere CO2 Emission um 11.338,04 Kilogramm im Jahr reduziert wird.

Gleichzeitig wird mit der Neuanlage eine mittlere Energieeinsparung von 19.023,56 kWh pro Jahr erzielt.

Die Amortisationszeit des installierten Beleuchtungssystems beträgt mit Förderung 32,6 Jahre. D.h. die Investitionskosten der Neuanlage sind nach 32,6 Jahren abgegolten und der Main-Taunus-Kreis hat gegenüber der Altanlage spürbare Einsparungen bei den laufend anfallenden Energie- und Wartungskosten.

Hinweis:

Die Berechnungen wurden mit dem Programm ecoCALC Version 1.0.17 der Firma Zumtobel erstellt.

TABELLARISCHER TEIL

		Altanlage	Neuanlage
1	Anzahl der Leuchtstellen (Stck.)	50	36
2	Anzahl der Leuchten je Leuchtstelle (Stck.)	1	1
3	Anzahl der Lampen je Leuchten (Stck.)	1	86
4	Leistung der Lampe inkl. Betriebsmittel	151W	110W
5	Betriebsstunden im Jahr	3380 h	3380 h
6	Mastabstand der Leuchtstellen	unterschiedlich	unterschiedlich
7	Höhe der Leuchtstellen	3,50 m	4,60 m
8	Mittlere Ersatzteilkosten / Jahr	1.250,00 €	180,00 €
9	Mittleres Dimmniveau der Anlage /Jahr	100%	45%
10	Mittlerer Energieverbrauch / Jahr	25.519 kWh	6.495,44 kWh
11	Mittlere Energiekosten / Jahr (0,15 € /kWh)	8.500,55 €	2.163,03 €
12	Eingesetzte Technik	Quecksilberdampf lampen	LED
13	Vorschaltgerät	Konventionelles Vorschaltgerät (KVG)	Elektronisches Vorschaltgerät (EVG)
14	Mittlere Beleuchtungsstärke Mittelwert, Em	1,7 lx	22,62 lx
14.1	Beleuchtungsstärke Minimalwert, Emin	0,1 lx	9,50 lx
14.2	Beleuchtungsstärke Maximalwert, Emax	10,0 lx	51,60 lx