



Stadt Eschweiler  
Der Bürgermeister  
660 Abteilung für Straßenraum und Verkehr

Vorlagen-Nummer

1

**115/05**

# Sitzungsvorlage

Datum: 1.6.2005

Beratungsfolge			Sitzungsdatum	TOP
1. Beschlussfassung	Planungs-, Umwelt- und Bauausschuss	öffentlich	23.06.2005	
2.				
3.				
4.				

## Energiesparender Bau und Betrieb von Lichtsignal- und Straßenbeleuchtungsanlagen

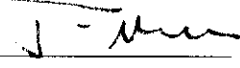
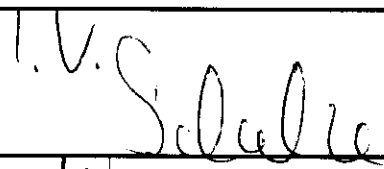
### Beschlussentwurf:

#### Lichtsignalanlagen :

Lichtsignalanlagen der Stadt Eschweiler werden zukünftig grundsätzlich mit der neuen LED-Technik ausgeführt. Die vorhandenen Lichtsignalanlagen sollen sukzessive umgerüstet werden.

#### Straßenbeleuchtungsanlagen :

Bei der Planung von Straßenbeleuchtungsanlagen wird zukünftig grundsätzlich die neue DIN (EN) 13201 zugrunde gelegt. Es werden Natriumdampf-Hochdrucklampen (gelbliches Licht) verwendet, es sei denn, es sprechen städtebauliche oder gestalterische Gründe dagegen (Fußgängerzone, Geschäftsstraße, Denkmalschutz). Diese Beleuchtungsanlagen werden so konzipiert, dass ein Austausch der Natriumdampf-Hochdrucklampen durch Halogen-Metall dampflampen ohne weiteren Aufwand möglich ist und auch dann noch die in der DIN geforderten Werte erreicht werden. Die Preisentwicklung auf dem Straßenbeleuchtungssektor wird weiter beobachtet, bei gravierenden Preisänderungen erfolgt eine erneute Vorlage.

A 14 - Rechnungsprüfungsamt <input checked="" type="checkbox"/> gesehen <input type="checkbox"/> vorgeprüft 		Unterschriften 	
1	2	3	4
<input type="checkbox"/> zugestimmt <input type="checkbox"/> zur Kenntnis genommen <input type="checkbox"/> abgelehnt <input type="checkbox"/> zurückgestellt	<input type="checkbox"/> zugestimmt <input type="checkbox"/> zur Kenntnis genommen <input type="checkbox"/> abgelehnt <input type="checkbox"/> zurückgestellt	<input type="checkbox"/> zugestimmt <input type="checkbox"/> zur Kenntnis genommen <input type="checkbox"/> abgelehnt <input type="checkbox"/> zurückgestellt	<input type="checkbox"/> zugestimmt <input type="checkbox"/> zur Kenntnis genommen <input type="checkbox"/> abgelehnt <input type="checkbox"/> zurückgestellt
<b>Abstimmungsergebnis</b>	<b>Abstimmungsergebnis</b>	<b>Abstimmungsergebnis</b>	<b>Abstimmungsergebnis</b>
<input type="checkbox"/> einstimmig <input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> einstimmig <input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> einstimmig <input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> einstimmig <input type="checkbox"/> ja
<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> Enthaltung	<input type="checkbox"/> Enthaltung	<input type="checkbox"/> Enthaltung	<input type="checkbox"/> Enthaltung

## **Sachverhalt :**

### **Lichtsignalanlagen**

#### **Allgemeines**

Bei den Lichtsignalanlagen gibt es momentan zwei konkurrierende Systeme. Es gibt die herkömmliche Technik, bei der die Signalgeber mit Glühlampen bestückt werden sowie die moderne Variante, bei der das Licht mittels LED erzeugt wird. LED bedeutet "Licht emittierende Diode": eine Elektronenröhre, die Strom in Licht umwandelt. 1962 kamen die ersten Exemplare auf den Markt. Der internationale Vorreiter beim Einsatz in Lichtsignalanlagen ist Japan (seit ca. acht Jahren). National ist es Aachen, dort begann 1999 ein Pilotprojekt, das sich bestens bewährte.

Nachfolgend werden die beiden oben genannten Techniken anhand der Kriterien Anschaffungskosten, Wartungsfreundlichkeit, Unfallsicherheit und Energieverbrauch miteinander verglichen. Diese vier Kriterien sind hinsichtlich Ihres Einflusses auf die Entscheidungsfindung vergleichbar.

#### **Wartungsaufwand :**

Hinsichtlich des Wartungsaufwands ist die LED-Technik der Bestückung mit Glühlampen klar überlegen, da hier kein routinemäßiger Austausch der Leuchtmittel mehr erforderlich ist, während die Glühlampen in der Regel zweimal jährlich gewechselt werden (Kosten ca. 400 € je Lichtsignalanlage und Jahr).

1. LED
2. Glühlampe

#### **Anschaffungskosten :**

Die Anschaffungskosten der LED-Technik sind noch höher als die Ausrüstung mit Glühlampen. Diese Mehrkosten sind stark abhängig von den jeweiligen Randbedingungen für die Lichtsignalanlage. Generell ist hierbei anzumerken, dass sich die Mehrkosten fast ausschließlich auf die Signalgeber beziehen, während die restliche Ausstattung (Maste, Gehäuse, Verkabelung, Schalttechnik etc.) weitgehend identisch ist. Die Mehrkosten betragen ca. 75 bis 100 € je Signal, dies entspricht ca. 5.000 € für einen vierarmigen Knotenpunkt mit Fußgängersignalisierung. Hierdurch ergibt sich folgende Wertung:

1. Glühlampe
2. LED

#### **Energieverbrauch :**

Der Stromverbrauch einer LED liegt im Vergleich zur Glühlampe bei vergleichbarer Lichtstärke um ca. 70 % niedriger. Die jährliche Kostenersparnis beträgt hierdurch bei der o. g. Anlage an einem vierarmigen Knotenpunkt ca. 500 € pro Jahr.

1. LED
2. Glühlampe

## Unfallsicherheit :

Ein Totalausfall eines mit LED bestückten Signalgebers ist verglichen mit der herkömmlichen Glühlampentechnik nahezu ausgeschlossen, da der LED-Signalgeber aus mehreren parallel geschalteten LED-Ketten besteht, die auch bei Ausfall einer Kette weiterhin eine eindeutige Erkennbarkeit des Signals gewährleisten. Die LED strahlt zudem heller und ist dadurch bei Sonnenlicht wesentlich besser zu erkennen.

1. LED
2. Glühlampe

Bei diesem Vergleich wird deutlich, dass die LED der Glühlampe bei der Ausrüstung von Lichtsignalanlagen mit drei von vier gewonnenen Kriterien deutlich überlegen ist. Lediglich bei den Anschaffungskosten schneidet die Glühlampe besser ab. Durch die günstigeren Energie- und Wartungskosten amortisieren sich diese allerdings innerhalb eines Zeitraums von ca. 5 Jahren. Über einen längeren Zeitraum ist also die LED wirtschaftlicher und schneidet hinsichtlich des Unfallrisikos wesentlich besser ab, so dass die LED bei diesem Vergleich eindeutig im Vorteil ist.

Von den sieben Lichtsignalanlagen, die die Stadt Eschweiler zurzeit betreibt, sind bereits folgende drei Anlagen auf die zukunftsweisende und energiesparende LED-Technik umgerüstet :

Kreuzung Marienstraße / Dechant-Deckers-Straße / Franzstraße  
Kreuzung Steinstraße / August-Thyssen-Straße / Gutenbergstraße  
Fußgängerüberweg Marienstraße Einmündung Grabenstraße

Bei den restlichen Lichtsignalanlagen soll die Umrüstung auf die LED-Technik sukzessive vollzogen werden. Die LED-Technik soll auch zukünftig bei neuen Lichtsignalanlagen der Stadt Eschweiler als Standard festgelegt werden.

Nachfolgend die entscheidenden Vorteile der neuen Technik:

- Das stärkere Signallicht trägt, ebenso wie die geringere Ausfallwahrscheinlichkeit der Leuchtmittel, zu einer Erhöhung der Verkehrssicherheit bei.
- Der um rd. 70 % niedrigere Energieaufwand stellt einen wesentlichen Beitrag zur Kostenreduzierung und zum Umweltschutz dar.
- Durch den niedrigeren Energieverbrauch und den Wegfall von regelmäßigen Leuchtmittelwechseln entsteht ein Einsparpotential, durch das sich die Investition innerhalb von ca. fünf Jahren amortisiert.

## **Straßenbeleuchtungsanlagen**

### **Regelwerk :**

Vorab einige Hinweise zu den geltenden Normen. Zurzeit wird gerade der Wechsel von der alten DIN 5044 auf die neue DIN EN 13201 vollzogen. Die neue DIN EN 13201 ist in 4 Teile aufgeteilt. Sie wurde bereits 1998 fertig gestellt, jedoch wurde die Einführung im europäischen Abstimmungsverfahren durch den Einspruch des WERD „Western European Road Directors“ verzögert. Dies hatte zur Folge, dass lediglich die Teile 2 bis 4 im April 2004 als DIN EN Normen erschienen. Der Teil 1 wird vermutlich im Jahr 2005 als nationale DIN-Norm erscheinen.

### **Allgemeines**

Auf dem Stadtgebiet der Stadt Eschweiler gibt es zurzeit ca. 5.000 Straßenleuchten. Ein Teil dieser Straßenleuchten ist entweder durch ihr Alter und/oder durch ihren baulichen Zustand mehr oder weniger erneuerungsbedürftig. Bedingt durch die Weiterentwicklung von Straßenleuchten gibt es mittlerweile unterschiedliche Lampenarten, mit denen heutzutage eine Straßenbeleuchtung hergestellt werden kann. Für den Betrachter liegt hierbei der größte Unterschied in der Lichtfarbe (gelbes oder weißes Licht). Diese Tatsache führte in jüngster Vergangenheit zu einer Diskussion mit den Anliegern von Straßenzügen, in denen bei der Erneuerung der Straßenbeleuchtung die Natriumdampf-Hochdrucklampe mit ihrem gelblichen Licht verwendet wurde.

In dem folgenden Vergleich geht es darum, den für das Eschweiler Stadtgebiet zukünftig herzustellenden Standard bei der Neuerstellung einer Straßenbeleuchtung festzulegen.

Im speziellen erfolgt hierbei die Festlegung der Lampenart, da z. B. der Mast und der Leuchtenkopf den jeweils gegebenen Randbedingungen zur Herstellung einer optimalen Straßenbeleuchtung anzupassen ist.

Bei den Lampenarten folgt ein Vergleich zwischen den heute gebräuchlichen Quecksilberdampf-Hochdrucklampen und den Natriumdampf-Hochdrucklampen; zudem wird die Halogen-Metaldampflampe hinzugezogen. Dieses System ist zurzeit allerdings noch wenig verbreitet und somit noch recht teuer. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass dieses System in Zukunft vermehrt eingesetzt wird.

Die im Eschweiler Stadtgebiet häufig vorhandene sogenannte Langfeldleuchte (mit Neonröhren bestückt) wird heutzutage bei Neuanlagen wegen ihrem hohen Energieverbrauch und hohen Wartungskosten kaum noch eingesetzt, ebenso wie die Natriumdampf-Niederdruckleuchte, Diese erzeugt ein Licht fast ausschließlich im gelben Spektralbereich, so dass hier Farben kaum noch zu unterscheiden sind. Aus diesem Grunde wurde auf die Einbeziehung dieser beiden Leuchten in den o. g. Vergleich verzichtet.

Nachfolgend werden die oben genannten Lampenarten hinsichtlich der Kriterien Farbwiedergabe, Lebensdauer/Wartungsaufwand, Umweltverträglichkeit, Anschaffungskosten, Lichtausbeute und Energieverbrauch verglichen. Da die verschiedenen Kriterien unterschiedlichen Einfluss auf die Entscheidungsfindung haben, wurden diese mit einer Wertigkeit versehen, d. h. je höher die Wertigkeit, desto größer der Einfluss.

### **Farbwiedergabe :**

Die Lichtquellen werden hinsichtlich ihrer Farbeigenschaften nach Lichtfarbe und Farbwiedergabe unterschieden. Die Lichtfarbe spiegelt den Farbeindruck beim direkten Betrachten einer Lichtquelle wieder, während sich die Farbwiedergabe im reflektierten Licht eines beleuchteten Gegenstands zeigt. Die Farbwiedergabeeigenschaft einer Lichtquelle beschreibt also deren Eigenschaft, Körperfarben richtig wiederzugeben. Diese Eigenschaft wird durch den Farbwiedergabeindex  $R(a)$  beschrieben.

ben. Je höher der Wert  $R(a)$  ist, desto besser ist die Farbwiedergabe. Anhand des Wertes  $R(a)$  erfolgt zudem eine Einteilung in Stufen von 1A (beste Farbwiedergabe) bis 4.

In der Außenbeleuchtung spielt die Farbwiedergabe eine kleinere Rolle als bei der Innenbeleuchtung, da bedingt durch das wesentlich niedrigere Beleuchtungsniveau der Mensch keine oder nur wenige Farben erkennen kann. Aus diesem Grunde besitzen die in der Straßenbeleuchtung eingesetzten Lampen generell nur eine mäßige bis schlechte Farbwiedergabe. Im Vergleich der einzelnen Lampen ergibt sich folgende Reihenfolge :

- |    |                                 |                                  |
|----|---------------------------------|----------------------------------|
| 1. | Halogen-Metaldampflampe         | $R(a) = 60-70$ , Stufe 2 B, weiß |
| 2. | Quecksilberdampf-Hochdrucklampe | $R(a) = 40-60$ , Stufe 3, weiß   |
| 3. | Natriumdampf-Hochdrucklampe     | $R(a) = 20-40$ , Stufe 4, gelb   |

Die Akzeptanz der Farbwiedergabe in der Bevölkerung ist relativ hoch zu bewerten.

→ Wertigkeit : 2

### Lebensdauer / Wartungsaufwand:

Bei Leuchtstofflampen und Kompaktleuchtstofflampen mit externen Vorschaltgeräten sowie bei Hochdrucklampen und Natriumniederdrucklampen wird die Nutzlebensdauer angegeben. Das ist diejenige Zeit, nach der der Anlagenlichtstrom (das Produkt aus dem Anteil der noch funktionsfähigen Lampen und dem aufgrund des Lichtstromabfalls noch verfügbaren Lichtstrom) 70 % des Anfangswertes (neue Lampen, 100 Stunden eingebrannt) erreicht hat. Bei Hochdrucklampen wird hierbei ein Schaltzyklus von 12 Stunden (11 Stunden ein und 1 Stunde aus) festgelegt.

Die Nutzlebensdauer hängt von einer Reihe von Einflussgrößen ab, z. B. von der Schalzhäufigkeit, von der Lampenleistung, von den Leuchtstoffen und schließlich auch von der Fertigungscharge.

Hinsichtlich des Wartungsaufwandes ist hierbei noch der Preis eines Leuchtmittels zu beachten. Hier ergibt sich die gleiche Reihenfolge wie bei der Lebensdauer.

- |    |                                 |  |
|----|---------------------------------|--|
| 1. | Quecksilberdampf-Hochdrucklampe | Nutzlebensdauer 16.000 Stunden<br>Preis ca. 3,50 € je Leuchtmittel           |
| 2. | Natriumdampf-Hochdrucklampe     | Nutzlebensdauer 12.000 - 16.000 Stunden<br>Preis ca. 15,00 € je Leuchtmittel |
| 3. | Halogen-Metaldampflampe         | Nutzlebensdauer 6.000 – 10.000 Stunden<br>Preis ca. 35,00 € je Leuchtmittel  |

Die Lebensdauer einer Lampe sowie der Wartungsaufwand haben einen mittleren Einfluss auf die Gesamtkosten.

→ Wertigkeit : 2

### Umweltverträglichkeit :

In den letzten Jahren wurde von Naturschützern und Biologen auf die Beeinflussung und Gefahren für nachtaktive Insekten aufmerksam gemacht, die durch Beleuchtungsanlagen hervorgerufen werden. Aufgrund der höheren spektralen Empfindlichkeit der Insekten im kurzwelligen Bereich (Wellenlängen zwischen 300 nm und 400 nm) werden diese durch blaue, violette und ultraviolette Strahlung stärker angezogen als durch solche, die im gelben bis roten Spektrum der Farbskala liegen. Die Quecksilberdampf-Hochdrucklampe weist von den untersuchten Lampen den höchsten Anteil an blau/violetter Strahlung auf, die Natriumdampf-Hochdrucklampe aufgrund ihres gelblichen Licht den geringsten.

1. Natriumdampf-Hochdrucklampe
2. Halogen-Metaldampflampe
3. Quecksilberdampf-Hochdrucklampe

Das Kriterium Umweltverträglichkeit spielt bei der Auswahl der Lampe in der Regel eine untergeordnete Rolle.

→ Wertigkeit : 1

### **Anschaffungskosten :**

Hinsichtlich der Anschaffungskosten (Leuchtmittel plus Vorschaltgerät) ist die Quecksilberdampf-Hochdrucklampe am günstigsten. Hiernach folgt die Natriumdampf-Hochdrucklampe und am teuersten ist die Halogen-Metaldampflampe. Die in den Klammern angegebenen Preise sind Nettopreise für die als Kofferleuchte einschließlich Vorschaltgerät und Leuchtmittel.

1. Quecksilberdampf-Hochdrucklampe ( ca. 385 € )
2. Natriumdampf-Hochdrucklampe ( ca. 420 € )
3. Halogen-Metaldampflampe ( ca. 440 € )

Die Anschaffungskosten sind hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit bedeutend, der Kostenunterschied zwischen den einzelnen Lampenarten ist aber relativ gering. Wegen der Umlegung der Anschaffungskosten mittels KAG / Erschließungskosten auf die Anlieger wird hier die Wertigkeit auf 2 festgelegt.

→ Wertigkeit : 2

### **Lichtausbeute :**

Die Lichtausbeute gibt das Verhältnis zwischen Gesamtlichtstrom einer Lampe und der dafür notwendigen Anschlussleistung an. Dieses Verhältnis wird in Lumen pro Watt angegeben und ist bei der Natriumdampf-Hochdrucklampe am höchsten, gefolgt von der Halogen-Metaldampflampe und der Quecksilberdampf-Hochdrucklampe.

- |                                    |                            |
|------------------------------------|----------------------------|
| 1. Natriumdampf-Hochdrucklampe     | Lichtausbeute ca. 100 lm/W |
| 2. Halogen-Metaldampflampe         | Lichtausbeute ca. 90 lm/W  |
| 3. Quecksilberdampf-Hochdrucklampe | Lichtausbeute ca. 50 lm/W  |

Die Lichtausbeute ist Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb einer Beleuchtungsanlage. Da sich die Folgen hieraus auch in den Betrachtungen für die Umweltverträglichkeit und den Energieverbrauch zeigen, wird hier eine geringe Wertigkeit angesetzt.

→ Wertigkeit : 1

### **Energieverbrauch :**

Bei dem Energieverbrauch wurde eine durchschnittliche Brenndauer von jährlich 4100 Stunden zugrunde gelegt. Hiervon entfallen ca. 2900 Stunden auf den Nebentarif und 1200 Stunden auf den Haupttarif. Um eine vergleichbare Helligkeit zu erreichen, wurden von den Quecksilberdampf-Hochdrucklampen 250 Watt benötigt, während bei Natriumdampf-Hochdrucklampe und Halogen-

Metалldampflampe lediglich ein Anschlusswert von 150 Watt erforderlich ist, wobei man bei der Natriumdampf-Hochdrucklampe einen leicht höheren Lichtstrom erzielt.

An Stromkosten fallen jährlich für einen den o. a. Wattzahlen entsprechenden Einsatz der Quecksilberdampf-Hochdrucklampe ca. 100,00 Euro an.

Bei der Natriumdampf-Hochdrucklampe liegen die Energiekosten 40 % niedriger (60 € pro Jahr) bei einem in diesem Fall um lediglich 4 % geringeren Lichtstrom. Bei der Halogen-Metалldampflampe ist der Lichtstrom bei gleichen Energiekosten wie bei der Natriumdampf-Hochdrucklampe um 7 % niedriger als bei der Quecksilberdampf-Hochdrucklampe.

Da die Werte für die Natriumdampf-Hochdrucklampe und die Halogen-Metалldampflampe auf einem vergleichbar hohen Niveau liegen und die Quecksilberdampf-Hochdrucklampe im Vergleich stark abfällt ergibt sich folgende Wertung.

1. Natriumdampf-Hochdrucklampe
- Halogen-Metалldampflampe
3. Quecksilberdampf-Hochdrucklampe

Die Energiekosten liegen im Vergleich zur Anschaffung und Wartung der Straßenbeleuchtungsanlagen auf einem sehr hohen Niveau. In Anbetracht der Nutzungsdauer von Straßenbeleuchtung von 30 bis 40 Jahren ist hier eine sehr hohe Wertigkeit anzusetzen.

→ Wertigkeit : 3

**Auswertung mittels Tabelle (Punkte = Rang x Wertigkeit) :**

Untersuchungskriterium	Wertigkeit	Quecksilberdampf-Hochdrucklampe		Natriumdampf-Hochdrucklampe		Halogen-Metалldampflampe	
		Rang	Punkte	Rang	Punkte	Rang	Punkte
Farbwiedergabe	2	2	4	3	6	1	2
Lebensdauer / Wartungsaufwand	2	1	2	2	4	3	6
Umweltverträglichkeit	1	3	3	1	1	2	2
Anschaffungskosten	2	1	2	2	4	3	6
Lichtausbeute	1	3	3	1	1	2	2
Energieverbrauch	3	3	9	1	3	1	3
<b>Summe</b>			<b>23</b>		<b>19</b>		<b>21</b>

In der Summe ihrer Eigenschaften schneidet die Natriumdampf-Hochdrucklampe also am besten ab. Dahinter liegt die Halogen-Metалldampflampe. Hier ist anzumerken, dass sich diese Lampenart noch in einem recht frühen Stadium der Entwicklung befindet. Die noch vorhandenen Schwächen gegenüber der Natriumdampf-Hochdrucklampe liegen in der deutlich niedrigeren Lebensdauer verbunden mit einem höheren Anschaffungspreis. Die Unterschiede laut Rangfolge sind zwar gering, jedoch geben hier die deutlich höheren Kosten der Halogen-Metалldampflampe den Ausschlag. In Zukunft ist hier deren Preisentwicklung zu beobachten, da sich bei einer Angleichung der Preise und einer Verlängerung der Lebensdauer die Rangfolge zum Vorteil der Halogen-Metалldampflampe ändert. Es ist anzumerken, dass unter bestimmten Voraussetzungen die Leuchtmittel Natriumdampf-Hochdrucklampe und Halogen-Metалldampflampe ohne weitere Umbaumaßnahmen ausgetauscht werden können. Hierbei ist jedoch ein leichter Rückgang der Beleuchtungsstärke möglich, so dass nach dem Austausch der Leuchtmittel eventuell die Werte der DIN leicht unterschritten werden können. Dies ist jedoch im Einzelfall zu überprüfen.

Die oben durchgeführte Untersuchung gilt nur für normale Verkehrsstraßen. Sie ist z. B. für Fußgängerzonen und Geschäftsstraßen nicht anzuwenden, da hier die Farbwiedergabe eine deutlich höhere Bedeutung hat als bei Hauptverkehrsstraßen oder Anliegerstraßen. Hier ist auf jeden Fall weißes Licht zu verwenden. Hinsichtlich Denkmalschutz ist ebenfalls eine gesonderte Untersuchung zur Herstellung einer Straßenbeleuchtung erforderlich. Auch hier können die Ergebnisse von der oben durchgeführten Untersuchung abweichen.