

Bericht	Geschäftsbereich	Stadtentwicklung, Bauen und Verkehr
	Ressort / Stadtbetrieb	Ressort 104 - Straßen und Verkehr
	Bearbeiter/in	Johannes Blöser
	Telefon (0202)	563 5536
	Fax (0202)	563 8073
	E-Mail	johannes.bloeser@stadt.wuppertal.de
	Datum:	29.12.2004
	Drucks.-Nr.:	VO/3758/04 öffentlich
Sitzung am Gremium		Beschlussqualität
09.02.2005 Ausschuss für Verkehr		Entgegennahme o. B.
Einsatz von LED-Signalleuchten bei Lichtsignalanlagen		

Grund der Vorlage

Prüfauftrag des Verkehrsausschusses vom 19.11.2002 zum Einsatz der LED-Technik in Lichtzeichenanlagen

Beschlussvorschlag

Der Ausschuss für Verkehr nimmt den Bericht zur Kenntnis und unterstützt den zukünftigen Einsatz modernster LED-Signale in Wuppertal, wenn die Wirtschaftlichkeit im jeweiligen Einzelfall nachgewiesen werden kann.

Einverständnisse

entfällt

Unterschrift

Uebrick

Begründung

Der Prüfauftrag beinhaltete die Gegenüberstellung herkömmlicher Signalgeber, die mittels Glühlampe betrieben werden, mit Signalen in LED-Technik (Licht emittierende Dioden). Es sollte unter Einbeziehung relevanter Aspekte wie Wirtschaftlichkeit, Zuverlässigkeit, Lebensdauer, Wartungsaufwand, Erkennbarkeit/Verkehrssicherheit herausgestellt werden, welche Chancen und Risiken bei Einsatz dieser Technologie entstehen.

In der Sitzung des Verkehrsausschusses am 19.11.2002 wurde in einem Bericht der zu diesem Zeitpunkt aktuelle Preisvergleich zwischen den Signalen mit 60W Glühlampen, den Lampen in Niedervolttechnik mit 10V und 20W und der LED-Technik 230V und 20W dargestellt und einige Rahmenbedingungen erläutert.

Hauptsächlich die erheblichen Mehrkosten für LED-Signale in 230V-Technik bei der Beschaffung, die auch weitere Aufwendungen im Bereich der Steuergerätetechnik hervorrufen, verhinderten in Wuppertal bisher, dass in bereits laufenden Maßnahmen LED-Signale zum Einsatz kamen.

Im Jahr 2003 wurde vom Verband der Straßenbaulastträger/Straßenverkehrstechnik OCA für den deutschsprachigen Raum ein Arbeitskreis gebildet, der unter Beteiligung aller Interessensgruppen (Straßenbaulastträger als Betreiber von LZA (OCA), LZA- Hersteller (ODG) und LED- Hersteller) eine neue Richtlinie ausarbeiten sollte, die sowohl eine weitere Reduzierung des Stromverbrauchs wie auch die Mischung verschiedener Fabrikate über eine standardisierte Schnittstelle als maßgebliche Ziele entwickeln sollte.

Nach nur 8 Monaten konnte eine abgestimmte Version eines Datenblattes verabschiedet werden. Prototypen, die von verschiedenen Herstellern gebaut wurden, konnten der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und dem Technischen Überwachungsverein (TÜV) zur lichttechnischen und elektrotechnischen Prüfung vorgelegt werden. Gleichzeitig konnte eine Harmonisierung mit der in Überarbeitung befindlichen DIN und der VDE-Norm erreicht werden.

Auf der INTERTRAFFIC im April 2004 wurden von verschiedenen LED-Herstellern die neuen LED-Signalgeber in 40V-Technik mit Verbrauchswerten von ca. 8W ausgestellt.

Die Zertifizierungen zur Freigabe der Serienfertigungen lagen Ende 2004 vor.

In der Zwischenzeit sind einzelne Anlagen z.B. in Köln mit den neuen Systemen ausgestattet und laufen ohne erkennbare Anfangsschwierigkeiten.

Weitere Entwicklungen in den nächsten Jahren zielen auf Verbrauchswerte, die den heutigen Verbrauch noch einmal halbieren. Um diese geringen Verbrauchswerte erreichen zu können, musste von der 230V-Technik auf die 40V-Technik umgestellt werden. Vorteil ist hierbei, dass die vorhandenen Verkabelungen bestehender Anlagen weiter verwendet werden können. Es konnte jedoch nicht erreicht werden, dass die Bedingungen der Kleinspannungstechnik maßgeblich wurden.

Der wesentliche Unterschied zu bisherigen Entwicklungen für Beleuchtungskörper in der LED-Technik ist, dass bei Einsatz in Lichtzeichenanlagen eine Reaktionszeit von weniger als 100 Millisekunden zu Beginn und zum Ende der Leuchtzeit gewährleistet werden muss. Zusätzlich darf ein Signal nicht mehr als 400 Candela (cd) und nicht weniger als 100 cd hell leuchten, damit zum Einen bei Dunkelheit eine Blendwirkung ausgeschlossen ist aber auch die Wahrnehmbarkeitsschwelle noch bei gleichzeitiger Sonneneinstrahlung überschritten wird.

Das Zusammenspiel von Leuchtkörper und Signalsicherung spielt hier die zentrale Rolle. Während bei einer Glühlampe durch Messung von Spannung und Strom einfache physikalische Abläufe gemessen und überwacht werden müssen, ist die Überwachung von LED-Signalmodulen weitaus komplexer. Bei Ausfall einer Glühlampe wird unmittelbar der Stromfluss unterbrochen und löst eine zeitnahe Reaktion der Signalsicherung aus. Die Ablösung der 60W-Glühlampe mit Einsatz der Niedervolttechnik verlangte hier schon zusätzlichen Aufwand, da in jeder Signalkammer ein Transformator die übertragene Spannung von 230V auf 10V reduziert. Bei der LED-Technik ist eine Steuerelektronik unumgänglich und bewirkt beispielsweise, dass Strom fließt, obwohl die Leuchtmittel dunkel sind.

In Wuppertal wurden seit Zulassung der 10V-Signale im Jahr 1994 nur noch diese energiesparenden Signale im Rahmen verschiedenster Projekte eingebaut. Inzwischen sind von insgesamt 325 Signalanlagen in Wuppertal 261 Anlagen mit der 10Volttechnik ausgerüstet.

Um das Verhältnis zu verdeutlichen:

An 64 Altanlagen werden 2.354 Signallampen in 230V-60W betrieben und verursachen Stromkosten im Jahr von 79.000,-- EURO.

An 261 umgerüsteten oder neuen Anlagen werden 14.152 Signallampen in 10V-20W betrieben und verursachen Stromkosten von 158.000,-- EURO.

Die größten Probleme bereitet nach wie vor die Frage, wie der Ausfall eines LED-Signals, oder was in Zukunft noch bedeutender sein könnte, bei Teilausfall / Unterschreitung der Wahrnehmbarkeitsschwelle (z.B. durch Alterung oder Verschmutzung) erkannt werden kann, denn zwingend muss in solchen Fällen die Signalsicherung auslösen.

Wenn, ohne Langzeituntersuchungen zu kennen, heute eine Lebensdauer von 10 Jahren vorausgesetzt werden kann, müssen die jährlichen Reinigungsarbeiten dennoch durchgeführt werden, damit die Umwelteinflüsse nicht zur Unkenntlichkeit der Signale führen. Der technische Aufwand, die Signale optisch zu überwachen, ist unverhältnismäßig, da korrekte Ergebnisse nur unter ähnlichen Bedingungen wie in einem Lichtlabor erzielt werden können. Die für die Ansteuerung der LED notwendige Elektronik mit einem Prüfsystem auszurüsten, welches eine Art Vorwarnung vor tatsächlichem Ausfall oder Unterschreitung der Mindestwerte z.B. durch Degradation (Alterung) auswertet, würde die Kosten für das Signal in der Anschaffung mindestens verdreifachen. Gleichzeitig müsste dem Grundsatz der Sicherheitstechnik folgend auch die primäre Überwachungseinrichtung durch einen zweiten unabhängigen Prüfkreis überwacht werden. Hierbei ist aus hiesiger Sicht entscheidend, dass im Außeneinsatz oftmals die Elektronik die Fehlerquelle bildet und nicht das LED-Leuchtmodul.

Daher wird die Fachabteilung in Wuppertal bei Einsatz der 40V-LED-Signale nur die bisher standardisierten Signaltypen ausschreiben und auf alle weiteren kostenintensiven Zusatzentwicklungen verzichten.

Dies betrifft z.B. auch die Frage der Dimmbarkeit. Es gibt keine wirtschaftliche für jedes Signal individuelle und sicherheitstechnisch korrekt abgesicherte Messung, die eine Dimmung veranlassen könnte.

Viel sinnvoller als die beispielhaft genannten Zusatzentwicklungen sind die Ergebnisse und die weiteren Bemühungen, dass die Signale ein gleichmäßiges auch von der Seite gut erkennbares Licht abstrahlen und trotz EU- Vereinheitlichung (hier fordert Großbritannien eine weitaus höhere Mindestleuchtstärke) oder bei Einsatz neuer Signalgeber auch bei Dunkelheit keine Blendwirkung entsteht, wie man es bei den 230V-LED-Anlagen oft bemerken kann.

Verschiedene Betreiber anderer Städte wünschen die dargestellten Erweiterungen (Vorwarnung, Dimmung) und berechnen, dass sich der Mehraufwand durch Reduzierung des zweiten Rotlichts bei den Fußgängersignalen kompensiert.

Dem muss entgegen gehalten werden, dass die Vorschriften (DIN, VDE, RiLSA, StVO) unverändert bleiben und vorgeben, dass bei komplettem Ausfall des Rotlichts für einen Verkehrstrom die komplette Anlage abschalten muss. Da auch bei LED-Signalen von, wenn auch hoffentlich nur seltenen, technischen Defekten ausgegangen werden muss, kann der Ansicht dieser Fachkollegen nicht gefolgt werden.

In Wuppertal wird auch bei Ausstattung mit LED-Technik die Ausstattung mit doppeltem Rot für Fußgänger zur gewohnten Gewährleistung einer hohen Verfügbarkeit bestehen bleiben. Darüber hinaus bietet diese Signalisierungsform für sehbehinderte Menschen mit Restsehschärfe eine eindeutige Unterscheidungsmöglichkeit und dies wird in den einschlägigen Normen auch so gefordert.

Die moderne Ausrichtung von Signalanlagen der 5. Generation, die in Wuppertal mit Ausschreibung der Technik für den 5. Bauabschnitt für 54 Anlagen in 2003 begann, liegt in der Modularisierung und der herstellerübergreifenden Kompatibilität des kompletten Verkehrssteuerungssystems.

In der Vergangenheit richtete sich die Systemtechnik nach dem Hersteller des Verkehrsrechners. War die Synchronisation verschiedener Verkehrsrechner wichtig, konnte eine Kommunikation zwischen den Rechnersystemen nur durch den gleichen Hersteller gewährleistet werden (INSTATIONS-Schnittstelle). Der Lieferant der Verkehrsrechner war durch die patengeschützten Schnittstellen zwangsweise auch der Lieferant der Lichtzeichenanlagen (OUTSTATIONS-Schnittstelle). Die Außenanlagen galten als untrennbar mit der Signalsicherung des Gerätes verbunden und konnten nicht separat ausgeschrieben werden (LED-Schnittstelle). Jeder Hersteller entwickelte eine firmeneigene Software, die für die Abarbeitung der verkehrstechnischen Software erforderlich war (CONTROL-Schnittstelle).

Mit Entwicklung der standardisierten OCIT-Schnittstellen auf den verschiedensten Ebenen ist die Modularisierung und Herstellermischung seit Anfang 2004 auch in Wuppertal als vierter Stadt in Deutschland möglich.

So können Lichtzeichenanlagen verschiedenster Firmen, die eine OCIT-Outstations-Schnittstelle (Verbindung Verkehrsrechner-Gerät) beinhalten, an einen OCIT-fähigen Verkehrsrechner angeschlossen werden.

Es können zukünftig standardisierte 40V-LED-Signale über die standardisierte OCIT-LED-Schnittstelle mit modernen OCIT-fähigen Steuergeräten herstellerübergreifend kombiniert werden.

Durch den Einsatz einer standardisierten, geräteunabhängigen, verkehrstechnischen Software, kann der Austausch der Gerätehardware zukünftig im Wesentlichen unter Verwendung der vorhandenen Software durchgeführt werden.

So entsteht zum Einen Wettbewerb auf verschiedensten Ebenen, der die Grundlage wirtschaftlichen Handelns bildet. Gleichzeitig stellt diese hohe Qualität erhebliche Anforderungen an das planende und betreibende Personal.

Zum Anderen ist die Erneuerung einer Lichtzeichenanlage nicht mehr als Komplettsystem zwingend erforderlich, sondern kann sich nach den unterschiedlichen Lebenszyklen der Module (Steuergerät, Signale, Verkabelung, ect.) zeitnah ausrichten.

Zu beachten ist noch, dass eine Mischung von 10V-Signalen in Niedervolttechnik und 40V-LED-Signalen nicht möglich ist.

Dies begründet, dass bei Erneuerungen und Ergänzungen von Anlagen, wie z.B. bei den Anlagen des Südstraßenrings, die mit intakten 10V-Außenanlagen ausgestattet sind, eine komplette Umrüstung in LED-Technik nicht wirtschaftlich ist.

Es ist zu erwarten, dass die zzt. angebotenen Preise für die Lieferung neuer 40V- LED-Signale auch unter dem Druck von Ausschreibungen noch etwas sinken werden und sich den Preisen für die 10V-Signale weiter annähern. Die Preisentwicklung zeigt, welche Wirkung die Standardisierung und damit die Einführung des Wettbewerbs mit sich brachte. Im Jahr 1999 wurde ein 230V-LED-Signal zu 802,-- € angeboten und im Rahmen eines Verkehrsversuchs an der Anlage Düsseldorf Straße/Benrather Straße eingebaut. Im Jahr 2004 wurde im Rahmen einer Ausschreibung ein 40V-LED-Signal zu 320,-- € angeboten.

Die Bilanz, ob der Einsatz der 40V-LED-Signale sinnvoll ist, muss für jeden Einzelfall geprüft werden, da die Voraussetzungen zum Bau oder Umbau unterschiedliche Investitions- und Folgekosten nach sich ziehen und auch die Angebote durch den Druck des Wettbewerbs weiter sehr stark schwanken werden.

Die Frage der Zuverlässigkeit lässt sich zzt. nur aus der Erfahrung mit den 230V-LED-Signalen beantworten. Die Erfahrungen, die auch andere Betreiber gemacht haben, lassen ein hohes Maß an Zuverlässigkeit erwarten. Allerdings ist zzt. kein LED-Hersteller bereit, eine längere Garantie als 5 Jahre zu geben. So bleibt für die angesetzte Lebensdauer von 10 Jahren ein geteiltes Risiko zwischen Hersteller und Betreiber.

Zusammenstellung der einzelnen Kriterien, die für die Wirtschaftlichkeit entscheidend sind			
	230V – 60W	10V – 20W	40V-LED – 8W
Investition (3-feldiges Signal)	140,-- €	260,-- €	320,-- €
Investition LED-Leuchtmiteileinsatz (3-Stück)			210,-- €
Mehrkosten Steuergerät bei Anschluss von zehn 3-feldigen Signalen	0,-- €	0,-- €	1.252,80 €
Lebensdauer Signalgeber	15 Jahre	15 Jahre	15 Jahre
Lebensdauer Lampe / Leuchtmittel	1 Jahr	1 Jahr	10 Jahre
Wartungskosten / Jahr für ein 3-feldiges Signal (Lampentausch und Reinigung)	3,82 €	3,82 €	2,78 € (nur Reinigung)
Entstörungen / Jahr	3,3 %	3,2 %	0 % (?)
Gesamtentstörungskosten für Lampen/Jahr	3.126,-- € für 64 Lampen	24.530,-- € für 494 Lampen	0,00 € (?)
durchschnittliche Entstörungskosten für 1 Signal (3-feldiges Signal)	146,53 €	148,97 €	0,00 € (?)
Stromkosten / Jahr	100,77 €	33,48 €	13,44 €

Gesamtkosten für ein 3-feldiges Signal über 15 Jahre			
	230V – 60W	10V – 20W	40V-LED – 8W
Investition (3-feldiges Signal)	140,-- €	260,-- €	320,-- €
Investition LED-Leuchtmiteileinsatz (3-Stück)			210,-- €
Mehrkosten Steuergerät anteilig für ein 3-feldiges Signal	0,-- €	0,-- €	125,28 €
Wartungskosten 15 Jahre für ein 3-feldiges Signal (Lampentausch und Reinigung)	57,30 €	57,30 €	41,70 €
durchschnittliche Entstörungskosten für ein 3-feldiges Signal über 15 Jahre	2.197,95 €	2.234,55 €	0,00 € (?)
Stromkosten / Jahr	1.511,55 €	502,20 €	201,60 €
Gesamtkosten für ein 3-feldiges Signal über 15 Jahre [EURO]	3.906,80 €	3.054,05 €	793,58 €
Gesamtkosten für ein 3-feldiges Signal über 15 Jahre [%]	100 %	78,17 %	20,31 %

Zusammenfassend ist festzuhalten:

1. Die Leuchtwirkung der LED-Signale ist vergleichbar mit der bisher gebräuchlichen Signalform und übertrifft diese teilweise im Bereich der seitlichen Erkennbarkeit.
2. Die LED-Signale mit moderner Standardausstattung sind bei Neubaumaßnahmen die eindeutig wirtschaftlichste Variante.
3. Die LED-Signalausstattung kann nicht mit bisher eingesetzten Signalen kombiniert werden, so dass bei Umbaumaßnahmen der Einsatz im Einzelfall entschieden werden muss.

Daher beabsichtigt die Fachabteilung bei allen zukünftigen Maßnahmen grundsätzlich die 40V-LED- Technik alternativ zur 10V-Technik auszuschreiben und wird die jeweils wirtschaftlichere Lösung beauftragen.

4. Es können zum jetzigen Zeitpunkt noch keine gesicherten Aussagen zur Zuverlässigkeit gemacht werden. Daher bleibt ein kleines Risiko bei Einsatz der Technologie bestehen, sollte jedoch grundsätzlich während der Zeit der Herstellergewährleistung bewertbar sein.
Tritt der von Fachleuten erwartete nahezu störungsfreie Betrieb ein, wäre eine erhebliche Einsparung bei gleichzeitig hoher Verfügbarkeit und damit die Gewährleistung der Verkehrssicherheit im signalgeregelten Bereich gegeben.

Zeitplan

Die Zulassung des LED-Signals auf Basis der 40-Volt-Technologie mit standardisierter und damit Hersteller unabhängiger Schnittstelle gem. OCIT wurde Ende 2004 erteilt.
Die Bereitstellung aus Serienfertigung ist ab 2005 gewährleistet.