

8030741/AE00

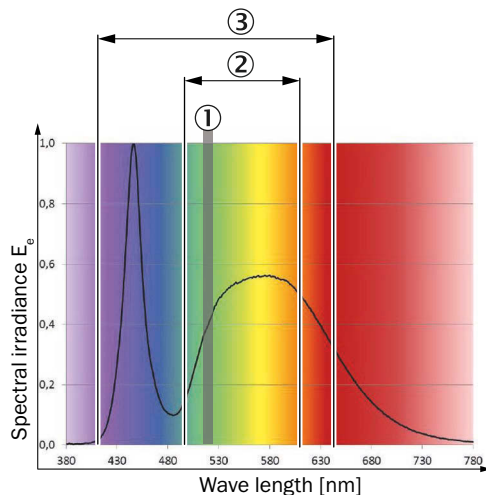
Ergänzende Informationen

DE

Anpassung der Sichtweitemesswerte in Tunneln mit LED-Beleuchtung

In Tunneln werden immer mehr moderne Halogen- oder LED-Beleuchtungen eingesetzt. Dies bedeutet eine Verschiebung der Lichtspektren – vom eher langwelligen IR-Wellenlängenbereich hin zum kurzwelligeren Wellenlängenbereich mit hohen Blauanteilen. Die subjektive Wahrnehmung der Sichtverhältnisse hat sich dabei für den Tunnelbenutzer verbessert. Allerdings verändert sich auch die Wahrnehmung der Sichttrübung, die im Tunnel von Partikeln hervorgerufen wird. Die Messung der Sichttrübung ist wie deren Wahrnehmung wellenlängenabhängig.

Tunnelsensoren messen im langwelligen IR-Wellenlängenbereich. Dadurch kommt es zu einem Unterschied zwischen den von Tunnelbenutzern wahrgenommen Sichtverhältnissen und den von den Messgeräten ermittelten k-Werten. Der Wellenlängenbereich um 520 nm wird vom menschlichen Auge gut erkannt. Er liegt im Bereich der 50%-Hell-Empfindlichkeit und liegt zudem in der Mitte des im Wesentlichen emittierten Spektralbereichs moderner LED-Beleuchtung in Tunneln.



- ① Optimaler Wellenlängenbereich um 520 nm
- ② 50%-Hell-Empfindlichkeit
- ③ Emittierter Spektralbereich LED-Beleuchtung

Optimierung der Sichtverhältnisse durch Anpassung der gemessenen k-Werte

- Die vom Messgerät gemessenen k-Werte auf die Wellenlänge von 520 nm mit folgendem Faktor anpassen:

$$k_{\text{optimiert}} = \text{Korrekturfaktor} \times k_{\text{Messgerät}}$$

Korrekturfaktoren

Messgerät	Korrekturfaktor
VICOTEC320	1,78
VICOTEC410	2,00
VICOTEC450	1,65
VISIC100SF	2,25

Beispiel für VISIC100SF:

$$k_{\text{Messgerät}} = 5 \text{ km}^{-1}$$

$$k_{\text{optimiert}} = 2,25 \times 5 \text{ km}^{-1} = 11,25 \text{ km}^{-1}$$

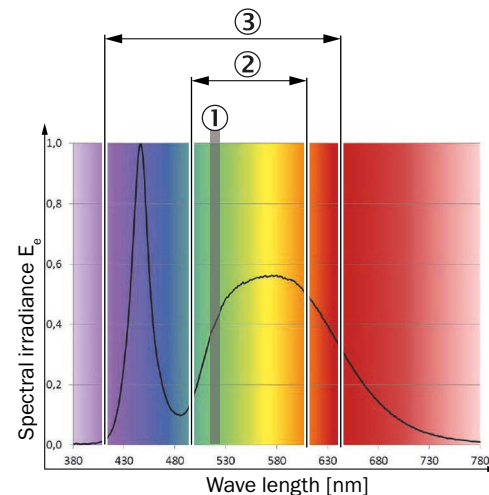
Supplementary information

EN

Adaptation of measured visibility values in tunnels with LED lighting

More and more modern halogen or LED lighting systems are being used in tunnels. This means a shift of the light spectra – from the rather long-wave IR wavelength range to the shorter wavelength range with a high content of blue. This has improved the subjective perception of visibility conditions for the tunnel user. However, the perception of visibility caused by particles in the tunnel also changes. The measurement of visibility, like its perception, depends on the wavelength.

Tunnel sensors measure in the long-wave IR wavelength range. This results in a difference between the visibility conditions perceived by tunnel users and the k-values determined by the measuring devices. The wavelength range around 520 nm is well recognized by the human eye. It is in the range of 50% brightness sensitivity and is also in the middle of the essentially emitted spectral range of modern LED lighting in tunnels.



- ① Optimum wavelength range around 520 nm
- ② 50% brightness sensitivity
- ③ Emitted spectral range LED illumination

Optimization of visibility conditions by adaptation of the measured k-values

- Adapt the k-values measured by the measuring device to the wavelength of 520 nm with the following factor:

$$k_{\text{optimized}} = \text{correction factor} \times k_{\text{measuring device}}$$

Adjustment factors

Measuring device	Correction factor
VICOTEC320	1.78
VICOTEC410	2.00
VICOTEC450	1.65
VISIC100SF	2.25

Example for VISIC100SF:

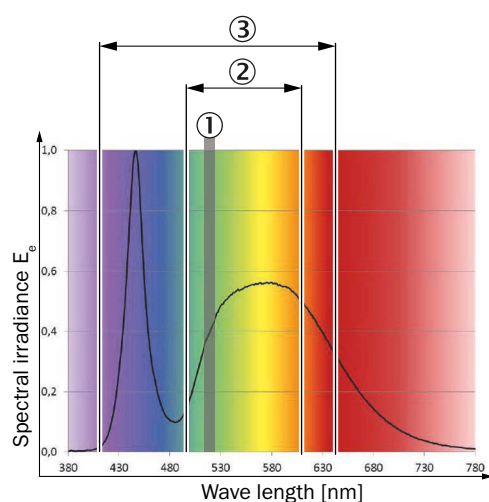
$$k_{\text{measuring device}} = 5 \text{ km}^{-1}$$

$$k_{\text{optimized}} = 2.25 \times 5 \text{ km}^{-1} = 11.25 \text{ km}^{-1}$$

Adaptación de los valores de medición del alcance de visibilidad en túneles con iluminación LED

En los túneles se utilizan cada vez más los modernos sistemas de iluminación halógena o LED. Esto conlleva un desplazamiento de los espectros de luz — del rango de longitudes de ondas IR más bien largas hasta un rango de longitudes de ondas más cortas con componentes altamente azules. Aquí, la percepción subjetiva de la visibilidad ha mejorado para el usuario del túnel. Sin embargo también cambia la percepción de la opacidad, causada por las partículas que hay en el túnel. La medición de la opacidad como también su percepción dependen de las longitudes de onda.

Los sensores de túneles miden en el rango de longitudes de ondas IR largas. Así se produce una diferencia entre las visibilidades percibidas por los usuarios de túneles y los valores k determinados por los dispositivos de medición. El ojo humano reconoce bien el rango de longitudes de onda al rededor de 520 nm. Este se encuentra en el rango de sensibilidad lumínica del 50% y además se encuentra en el centro del rango espectral esencialmente emitido por la iluminación LED moderna en los túneles.



- ① Rango óptimo de longitudes de onda al rededor de 520 nm
- ② Sensibilidad lumínica del 50%
- ③ Rango espectral emitido por la iluminación LED

Optimización de la visibilidad mediante la adaptación de los valores k medidos

► Adaptar los valores k medidos por el dispositivo de medición a la longitud de onda de 520 nm con el factor siguiente:

$$k_{\text{optimizado}} = \text{factor de corrección} \times k_{\text{dispositivo de medición}}$$

Factores de corrección

Dispositivo de medición	Factor de corrección
VICOTEC320	1,78
VICOTEC410	2,00
VICOTEC450	1,65
VISIC100SF	2,25

Ejemplo para VISIC100SF:

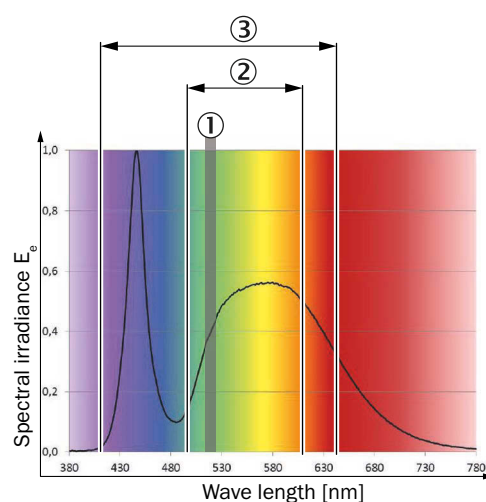
$$k_{\text{dispositivo de medición}} = 5 \text{ km}^{-1}$$

$$k_{\text{optimizado}} = 2,25 \times 5 \text{ km}^{-1} = 11,25 \text{ km}^{-1}$$

Adaptation des mesures de visibilité dans les tunnels éclairés par des DEL's

Dans les tunnels routiers, il y a de plus en plus d'éclairages modernes réalisés par des lampes halogènes ou des DEL's. Cela signifie un décalage du spectre lumineux depuis la gamme de longueurs d'ondes longues IR vers la gamme de longueurs d'ondes plus courtes avec des composantes bleues élevées. La perception subjective des conditions de visibilité s'est ainsi améliorée pour l'utilisateur du tunnel. Toutefois, la perception de l'opacité visuelle causée par les particules dans le tunnel est également modifiée. La mesure de l'opacité visuelle (visibilité), comme sa perception, dépend de la longueur d'onde.

Les capteurs de visibilité pour tunnels mesurent dans la plage des infra-rouges. Il en résulte une différence entre les conditions de visibilité perçues par les usagers du tunnel et les valeurs k déterminées par les instruments de mesure. La plage des longueurs d'onde autour de 520 nm est bien détectée par l'œil humain. Elle se situe dans la plage de sensibilité lumineuse de 50 % et en gros au milieu de la plage spectrale essentiellement émise par l'éclairage moderne à DEL's dans les tunnels.



- ① Plage de longueurs d'onde optimale autour de 520 nm
- ② Sensibilité à la lumière 50%
- ③ Domaine spectral émis par un éclairage à DEL's

Optimisation des conditions de visibilité par adaptation des valeurs k mesurées

► Adapter les valeurs k mesurées par l'appareil à une longueur d'onde de 520 nm avec les facteurs suivants :

$$k_{\text{optimisé}} = \text{facteur de correction} \times k_{\text{mesuré}}$$

Facteurs de correction

Appareil de mesure	Facteur de correction
VICOTEC320	1,78
VICOTEC410	2,00
VICOTEC450	1,65
VISIC100SF	2,25

Exemple pour VISIC100SF :

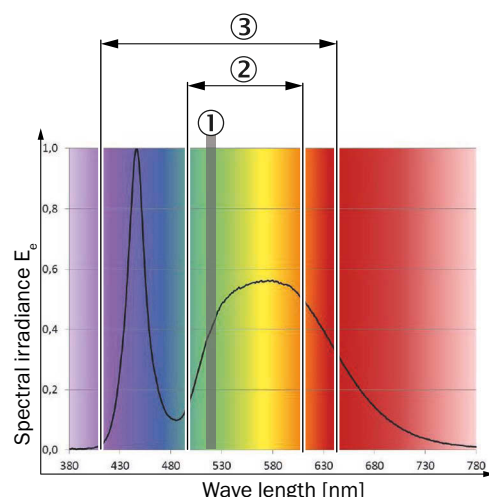
$$k_{\text{mesuré}} = 5 \text{ km}^{-1}$$

$$k_{\text{optimisé}} = 2,25 \times 5 \text{ km}^{-1} = 11,25 \text{ km}^{-1}$$

Adattamento dei valori di visibilità misurati nei tunnel con illuminazione a LED

Sono sempre più numerosi i moderni sistemi di illuminazione alogeni e a LED che vengono utilizzati nei tunnel. Ciò comporta uno spostamento dello spettro luminoso da una lunghezza d'onda IR piuttosto lunga a una lunghezza d'onda più corta con una quantità elevata di blu. La percezione soggettiva delle condizioni di visibilità per gli utilizzatori dei tunnel è così migliorata. Tuttavia, è cambiata anche la percezione della visibilità generata dalle particelle nei tunnel. La misura della visibilità, come la sua percezione, dipende dalla lunghezza d'onda.

I sensori dei tunnel misurano nella gamma della lunghezza d'onda IR a onda lunga. Ne deriva una differenza tra le condizioni di visibilità percepite dagli utilizzatori dei tunnel e i valori k determinati dai dispositivi di misura. L'occhio umano distingue chiaramente la lunghezza d'onda intorno a 520 nm. È nel campo del 50% della sensibilità alla luminosità ed è anche nel mezzo del campo spettrale essenzialmente emesso dai moderni sistemi di illuminazione a LED dei tunnel.



- ① Gamma di lunghezza d'onda ottimale intorno a 520 nm
- ② Sensibilità alla luminosità del 50%
- ③ Campo spettrale emesso dall'illuminazione a LED

Ottimizzazione delle condizioni di visibilità tramite adattamento dei valori k misurati

- Adattamento dei valori k misurati dai dispositivi di misura alla lunghezza d'onda di 520 nm con il fattore seguente:

$$k_{\text{ottimizzato}} = \text{fattore di correzione} \times k_{\text{dispositivo di misura}}$$

Fattori di adattamento

Dispositivo di misura	Fattore di correzione
VICOTEC320	1,78
VICOTEC410	2,00
VICOTEC450	1,65
VISIC100SF	2,25

Esempio per VISIC100SF:

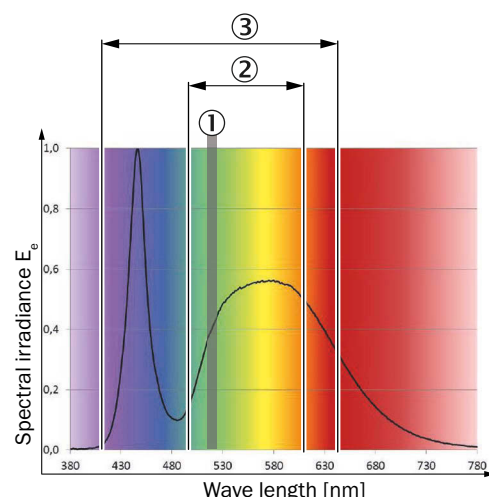
$$K_{\text{dispositivo di misura}} = 5 \text{ km}^{-1}$$

$$k_{\text{ottimizzato}} = 2,25 \times 5 \text{ km}^{-1} = 11,25 \text{ km}^{-1}$$

Adaptação dos valores da medição de visibilidade em túneis com iluminação LED

É cada vez mais frequente o uso de iluminação moderna por LED ou por lâmpadas halógenas em túneis. Isto implica um deslocamento do espectro de luz — de uma faixa de comprimento de onda IR longa para uma faixa de comprimento de onda mais curta com alta porcentagem de azul. Por causa disso, a percepção subjetiva da visibilidade nos túneis melhorou. Porém, a percepção da opacidade visual causada pelas partículas no túnel também muda. Tanto a medição da opacidade visual (visibilidade) como da sua percepção dependem de ondas curtas.

Os sensores de túneis fazem as medições na faixa de comprimento de onda IR longa. Por isso, existe uma diferença entre as condições de visibilidade percebidas pelos usuários de túneis e os valores k registrados pelos dispositivos de medição. A faixa de comprimento de onda de 520 nm é bem vista pelo olho humano, pois fica na faixa de sensibilidade à claridade de 50% e, além disso, ainda fica no meio da faixa espectral principal emitida pelas lâmpadas LED modernas em túneis.



- ① Faixa de comprimento de onda ideal em 520 nm
- ② Sensibilidade à claridade de 50%
- ③ Faixa espectral emitida pelas lâmpadas LED

Otimização das condições de visibilidade mediante adaptação dos valores k medidos

- Os valores k registrados pelo medidor devem ser adaptados com o seguinte fator ao comprimento de onda de 520 nm:

$$k_{\text{otimizado}} = \text{fator de correção} \times k_{\text{medidor}}$$

Fatores de correção

Medidor	Fator de correção
VICOTEC320	1,78
VICOTEC410	2,00
VICOTEC450	1,65
VISIC100SF	2,25

Exemplo para VISIC100SF:

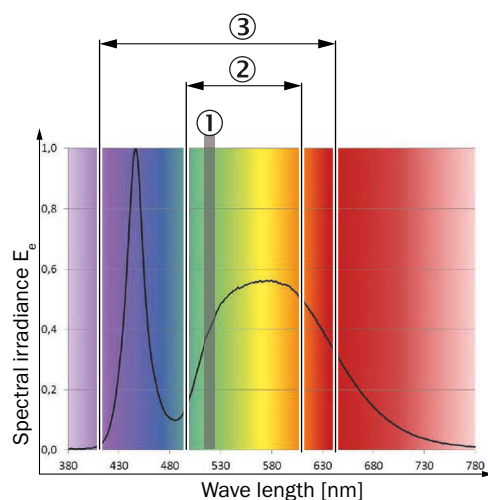
$$k_{\text{medidor}} = 5 \text{ km}^{-1}$$

$$k_{\text{otimizado}} = 2,25 \times 5 \text{ km}^{-1} = 11,25 \text{ km}^{-1}$$

Адаптация значений измерения дальности оптической видимости в тоннелях с освещением СД.

Все чаще в тоннелях применяются современные галогенные освещения или освещения СД. Это вызывает смещение светового спектра — от более длинноволновой ИК области спектра к коротковолновому спектру с высокой долей синей составляющей. При этом, субъективное восприятие условий видимости для пользователей тоннелей улучшилось. Однако, изменяется также восприятие дальности видимости, которая обусловлена частицами в тоннеле. Измерение дальности видимости зависит, также как ее восприятие, от длины волн.

Датчики тоннеля производят измерение в длинноволновой ИК области. Это обуславливает разницу между воспринимаемой пользователями тоннелей видимостью и определенными измерительными приборами k-значениями. Диапазон длин волн в пределах 520 нм хорошо опознается человеческим глазом. Он находится в пределах 50% спектральной чувствительности глаза при дневном зрении и находится в середине основной испущенной спектральной области современных освещений СД в тоннелях.



- ① Оптимальный диапазон волн в пределах 520 нм
- ② 50% спектральной чувствительности глаза при дневном зрении
- ③ Излучаемая спектральная область освещения СД

Оптимизация видимости посредством адаптации измеренных k-значений

► Согласовать измеренные измерительным прибором k-значения с длиной волны 520 нм, с помощью следующего коэффициента:

$$k_{\text{оптимизировано}} = \text{Поправочный коэф.} \times k_{\text{измерительный прибор}}$$

Поправочные коэффициенты

Измерительный прибор	Поправочный коэффициент
VICOTEC320	1,78
VICOTEC410	2,00
VICOTEC450	1,65
VISIC100SF	2,25

Пример для VISIC100SF:

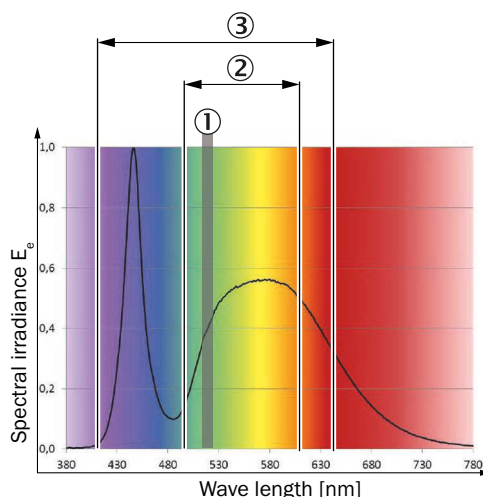
$$k_{\text{измерительный прибор}} = 5 \text{ км}^{-1}$$

$$k_{\text{оптимизировано}} = 2,25 \times 5 \text{ км}^{-1} = 11,25 \text{ км}^{-1}$$

发光二极管灯照明隧道能见度测量值的修正

在隧道中越来越多地使用先进的卤素灯或发光二极管灯照明技术。这意味着光谱发生了移动——从主要为长波的红外波区移到蓝光比例高的较短波区。在该过程中，隧道使用人员的主观感知能见度条件得到了改善。但它也改变了对隧道中由颗粒引起的感知能见度。能见度的测量与其感知一样也与波长有关。

隧道用传感器测量长波的红外波区。从而在隧道使用人员感知的能见度和测量仪得出的 K 系数之间产生了差别。人眼能够很好地识别出 520 nm 左右的波区。它处于 50% 亮度灵敏度范围，而且也在隧道用先进的发光二极管灯的主要发射谱区中心。



- ① 520 nm 左右的最佳波区
- ② 50% 亮度灵敏度
- ③ 发光二极管灯发射的谱区

修正测量的 K 系数来优化能见度

► 测量仪在波长为 520 nm 处测量的 K 系数使用以下因子进行修正:

$$k_{\text{优化后}} = \text{修正因子} \times k_{\text{测量仪}}$$

修正因子

测量仪	修正因子
VICOTEC320	1.78
VICOTEC410	2.00
VICOTEC450	1.65
VISIC100SF	2.25

VISIC100SF 使用示例:

$$k_{\text{测量仪}} = 5 \text{ км}^{-1}$$

$$k_{\text{优化后}} = 2.25 \times 5 \text{ км}^{-1} = 11.25 \text{ км}^{-1}$$