

Güterkraftverkehr



Kamera-Monitor-Systeme (KMS) zur Vermeidung von Abbiegeunfällen

Auszug aus der Studie des IFA für die BG Verkehr

Kamera-Monitor-Systeme (KMS) zur Vermeidung von Abbiegeunfällen

Auszug aus der Studie des IFA für die BG Verkehr

Vorgehen	3	Einfrieren des Kamerabildes	8
Abbiegeunfälle.....	3	Blooming	8
Traumata und unzureichende direkte Sicht	4	Standarddarstellung	8
Umfrage in Mitgliedsunternehmen der BG Verkehr: Rechtsabbiegen mit KMS	4	Optischer Fluss	8
Aussagen aus der Umfrage.....	4	Verbau der Systeme	8
Spiegel und KMS	6	Kosten von KMS.....	9
Reflexionsempfindlichkeit	7	Hardware: Kamera und Monitor	9
Helle und dunkle Bereiche	7	Allgemeine Kriterien für Kameras.....	9
Periodischer Hell-Dunkel-Wechsel	7	Kriterien für die Positionierung der Kamera können sein:	9
Exkurs: Das menschliche Auge	7	Allgemeine Kriterien für den Monitor	10
Latenz.....	7	Fazit.....	10

Impressum

Herausgeber:
BG Verkehr

Geschäftsbereich Prävention
Ottenser Hauptstraße 54
22765 Hamburg
Tel.: +49 40 3980-0
Fax: +49 40 3980-1999
E-Mail: praevention@bg-verkehr.de
Internet: www.bg-verkehr.de

Zur Vermeidung von Unfällen beim Rechtsabbiegen von Lkw, Abfallsammelfahrzeugen, Omnibussen oder Transportern, bei denen zu Fuß Gehende oder Rad Fahrende getötet oder schwer verletzt werden, existiert immer noch keine befriedigende technische Lösung. Charakteristisch für solche Unfälle ist, dass die Fahrzeug führende Person in der Regel selbst körperlich nicht verletzt wird, aber mit den vielfältigen Folgen dieses traumatisierenden Ereignisses fertig werden muss.

Da es bisher noch keine auf ihre Wirkung und Nutzen hin wissenschaftlich erforschten präventiven Maßnahmen gab, hat die BG Verkehr Kamera-Monitor-Systeme näher erforschen lassen. Sie stellten sich als eine der vielversprechendsten Lösungen heraus, denn zuvor interviewte Lkw-Fahrende beurteilten die einfache Bedienweise, die bessere Sicht in die Bereiche neben dem Fahrzeug sowie verminderten Stress durch ein sicheres Fahrgefühl als positiv.

Die zentrale Frage, die es für die Mitgliedsunternehmen zu beantworten galt war: Können KMS zusätzlich zu den Spiegeln die Sicht neben das Fahrzeug verbessern oder wird mit deren Einsatz womöglich eine weitere Gefährdung generiert? Darüber hinaus sollte die Frage erörtert werden, anhand welcher Kriterien KMS von den Mitgliedsunternehmen der BG Verkehr ausgewählt werden können.

Vorgehen

Im Auftrag der BG Verkehr führte das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) in Zusammenarbeit mit dem Institut für Arbeit und Gesundheit (IAG) eine Untersuchung zu KMS durch. Hierbei wurden Eigen-

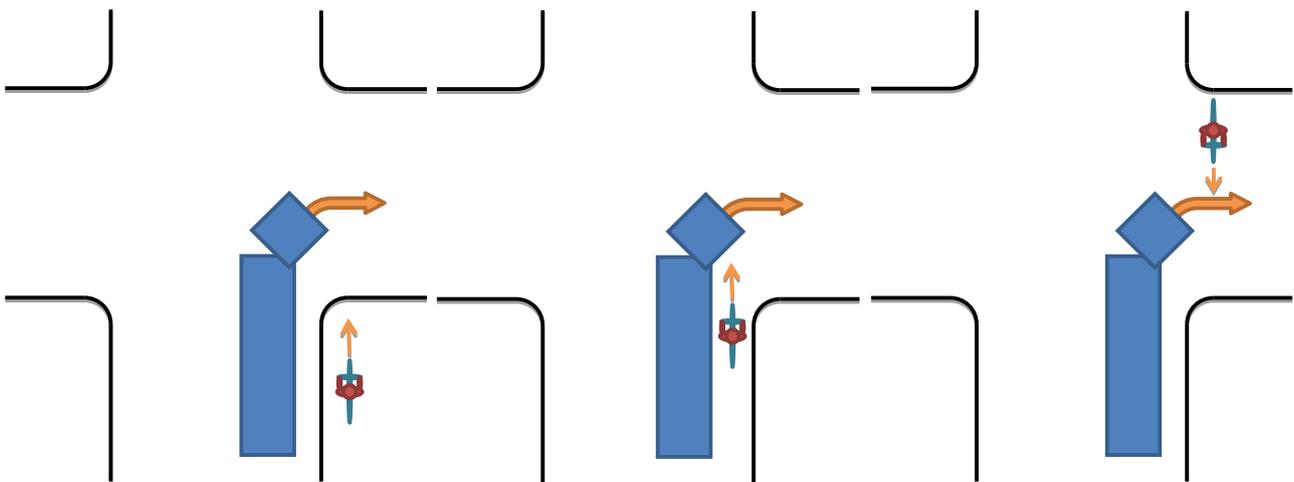
schaften vorhandener Systeme, Anforderungen aus Normen und Richtlinien sowie vorhandene Forschungsergebnisse betrachtet. Weiterhin wurden Studien zu Unfällen untersucht, um herauszufinden, in welchen Bereichen des Lkw Sichteinschränkungen vermehrt zu Unfällen führen.

Hinzu kamen zwei Befragungen: Die erste konzentrierte sich darauf, wie Fahrzeugführende Anspruch und Aufmerksamkeit beim Rechtsabbiegen einschätzen und ob sich diese durch ein vorhandenes KMS verändern. Die zweite Befragung zielte darauf ab, das Nutzungsverhalten von Fahrzeugführenden an dem von ihnen genutzten KMS festzustellen. Im Rahmen des Projektes wurden Systeme untersucht, die sowohl zur Nachrüstung als auch zur Erstausrüstung geeignet sind. Dies umfasste auch Systeme mit Rundumsicht (360°-Systeme).

Abbiegeunfälle

Abbiegeunfälle beziehungsweise Unfälle an Kreuzungen haben einen Anteil von über zwei Drittel an Unfällen zwischen Lkw und Rad Fahrenden.

Statistisch nachgewiesen ist, dass Abbiegeunfälle wesentlich häufiger als alle anderen Unfälle zwischen Lkw und Rad Fahrenden für Letztere tödlich enden. 88 % aller tödlichen Unfälle zwischen Rad Fahrenden und Lkw über 7,5 t in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und im Saarland, zwischen 2008 und 2012, geschahen beim Abbiegen von Lkw. Bei insgesamt 5.728 Unfällen kam es zu 98 getöteten, 1.034 schwer verletzten und 4.596 leicht verletzten Personen. Auf Abbiegeunfälle entfielen 57 Getötete, 305 schwer verletzte und 1.276 leicht verletzte Personen.



Häufige Unfallszenarien zwischen Lkw und Rad-Fahrenden

In der Regel fahren Lkw vor einem Rechtsabbiegeunfall zwischen 10 und 30 km/h (2,8 bis 8,3 m/s). Rad Fahrende waren in der Regel vor dem Unfall mit 10 bis 20 km/h (2,8 bis 5,6 m/s) unterwegs. Durch die zunehmende Zahl von Fahrern mit elektrischem Antrieb kann sich die maximale Geschwindigkeit auf bis zu 25 km/h (7 m/s) erhöhen.

Alle tödlichen Unfälle und über 90 % der weiteren Unfälle geschahen tagsüber, sodass schlechte Sicht durch Dunkelheit als Hauptursache ausgeschlossen werden kann. Auch geschahen die Unfälle in der Regel (90 %) bei trockenen Verhältnissen, sodass auch keine Sichtminderung durch Regen existierte.

Traumata und unzureichende direkte Sicht

Untersuchungen der BG Verkehr aus dem Jahr 2013 haben gezeigt, dass an diesen Unfällen Beteiligte nicht selten als Folge der Unfälle ein Trauma erleiden. Die Untersuchungen und Rechercheergebnisse des IFA haben ergeben, dass die Sicht der Fahrenden vor und neben das Fahrzeug, auch mit Hilfe der Spiegel, durch zahlreiche Faktoren eingeschränkt werden kann. Mit der für 2016 geplanten Veröffentlichung der neuen UN/ECE-Regelung Nr. 46 werden KMS künftig generell als Ersatz für Spiegel zugelassen.

Umfrage in Mitgliedsunternehmen der BG Verkehr: Rechtsabbiegen mit KMS

Aus den Feststellungen, dass Rechtsabbiegeunfälle einen Unfallschwerpunkt darstellen, der Bereich auf der rechten Seite des Lkw nur schwer zu überblicken ist und der Einsatz von KMS eine Verbesserung der Situation verspricht, entstand die Fragestellung für die erste Umfrage, ob das Rechtsabbiegen mit Lkw für den Fahrzeugführenden als besonders anspruchsvoll empfunden wurde. Diese Fragestellung wurde mit Hilfe eines Fragebogens untersucht.

In einer zweiten Befragung wurden Teilnehmerinnen und Teilnehmern, die Fahrzeuge mit KMS nutzten, ebenfalls Fragebögen zur Verfügung gestellt. Die Befragung ergab, dass KMS überwiegend positiv bewertet werden.

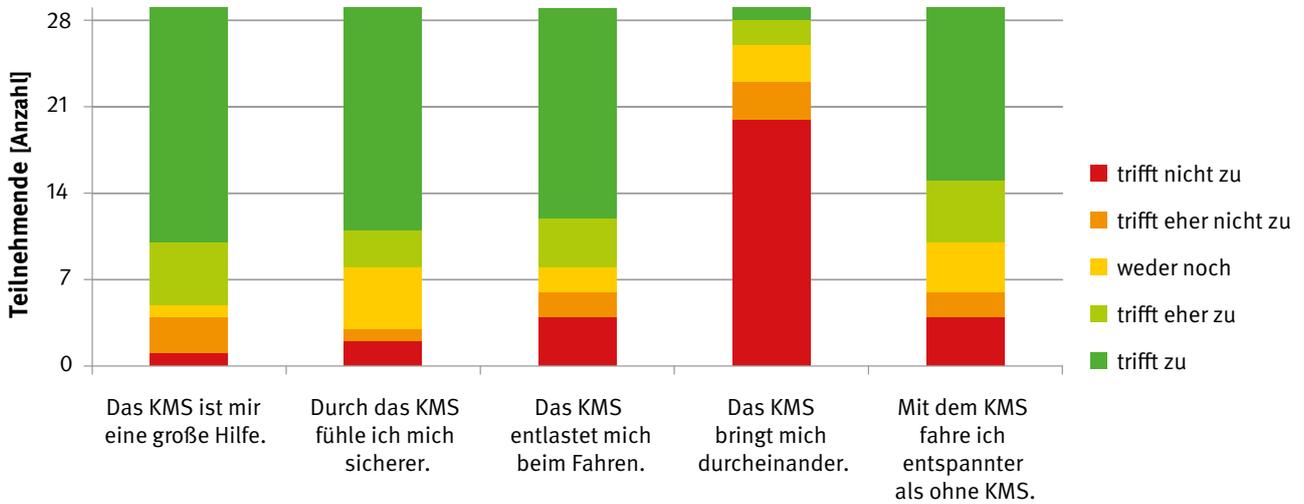
Aussagen aus der Umfrage

1. Das Rechtsabbiegen wird anspruchsvoller eingeschätzt als das Geradeausfahren.
2. Das Rechtsabbiegen wird anspruchsvoller eingeschätzt als das Linksabbiegen.
3. Bei der Einschätzung des Anspruchs und der Aufmerksamkeit treten Altersunterschiede auf. Die Einzelanalyse zeigt, dass der eingeschätzte Anspruch mit zunehmendem Alter geringfügig ansteigt.
4. Die Aspekte Stressreduktion, Akzeptanz, Nutzungsintensität, Vorteil gegenüber Spiegeln, Ablenkung und Usability werden für KMS in der Praxis positiv bewertet.
5. Die Teilnehmenden waren zu 87 % mit der Größe ihres Monitors zufrieden.
6. Generell waren die Befragten mit allen Monitorpositionen zufrieden. Bei denen, die unzufrieden waren, zeigte sich keine klare Präferenz.
7. Die Antworten zeigen deutlich, dass ein Großteil der Befragten KMS als Zusatzsysteme nutzt und zusätzlich zu den Spiegeln, nicht statt ihnen, einsetzt.

Fazit der Befragungen:

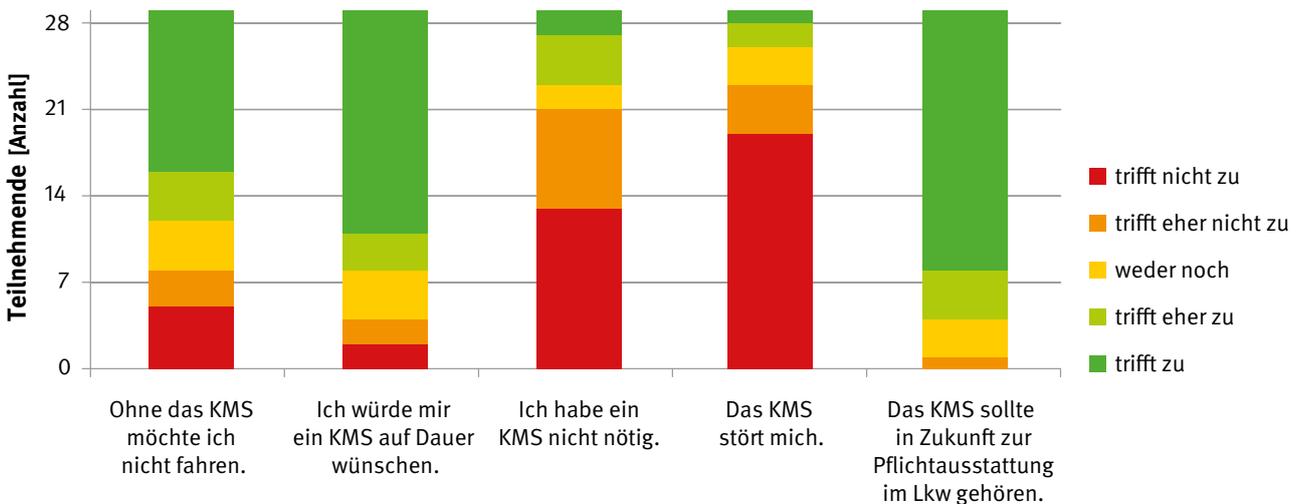
- Insgesamt werden KMS positiv bewertet. Die Rückfahrkamera ist dabei am positivsten bewertet worden. Dies kann daran liegen, dass dieser Bereich in der Regel nicht mit Spiegeln eingesehen werden kann und das KMS somit einen zusätzlichen Bereich abdeckt. Die Abbiegekamera ist hingegen zurzeit noch ein Zusatzsystem, für deren Sicht auch Spiegel existieren, die in der Regel einen großen Teil des Sichtbereichs des KMS bereits abdecken.
- Die Teilnehmenden haben größtenteils bestätigt, dass sie sich mit KMS sicherer und entspannter fühlen als ohne.

Stressreduktion – Abbiegekamera



Antworten zur Dimension Stressreduktion, bezogen auf die Abbiegekamera

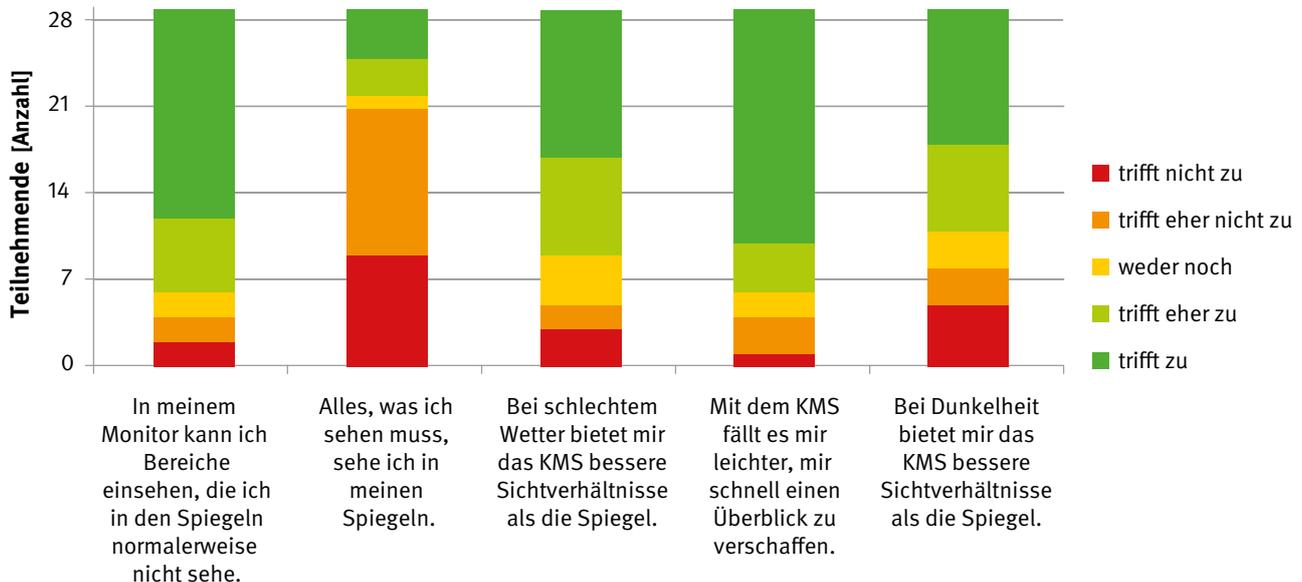
Akzeptanz – Abbiegekamera



Antworten zur Dimension Akzeptanz, bezogen auf die Abbiegekamera

- Generell lässt sich für alle Kameratypen feststellen, dass Teilnehmende, die mit diesen regelmäßig unterwegs sind, sie auch eher zur Pflichtausstattung machen würden. Das spricht dafür, dass Fahrzeugführende, die ein System kennenlernen, dieses auch eher akzeptieren.
- Die Aussage, dass die Teilnehmenden ohne ihr KMS nicht mehr fahren wollen, wird von mehr als der Hälfte der Fahrenden bejaht.
- Generell geben die Teilnehmenden an, das KMS als zusätzliches System und nicht als Ersatz zu nutzen.
- Mehr als 75 % geben an, bei schlechtem Wetter im KMS mehr zu sehen als in den Spiegeln. Allerdings haben auch einzelne Teilnehmende angemerkt, dass gerade die Regentropfen auf der Kamera als besonders störend empfunden werden. Beim Abbiegen in Dunkelheit gehen mehr als 60 % der Teilnehmenden davon aus, im Kamerasystem mehr zu sehen als in den Spiegeln.

Leichterer Überblick dank KMS



Antworten zur Dimension Spiegelvorteil, bezogen auf die Abbiegekamera

- Die überwiegende Mehrheit hatte nur eine sehr kurze Eingewöhnungszeit für ihr System benötigt. Nur wenige Teilnehmende haben für das System eine Schulung benötigt. Generell trauen sie es anderen Leuten zu, mit dem System in kurzer Zeit umgehen zu können.
- Insgesamt empfanden bei 94 bewerteten Monitoren nur 14 Befragte die Größe ihres Monitors als nicht ausreichend. Danach sind 87 % der Befragten zufrieden. Die Positionen, an denen die zu kleinen Monitore befestigt waren, und die Entfernung von den Fahrzeugführenden variierten.
- 87 Befragte gehen davon aus, dass KMS Unfälle verhindern oder möglicherweise verhindern können. Von diesen 87 geben 79 Befragte an, dass Unfälle beim Rückwärtsfahren verhindert werden können. 64 Befragte gehen davon aus, dass durch KMS Unfälle beim Abbiegen verhindert werden können. Die Befragten sehen im Bereich Unfallvermeidung das Potenzial von KMS überwiegend beim Rückwärtsfahren und beim Abbiegen.

Spiegel und KMS

Eine gefährliche Situation kommt zustande, wenn Fahrrad und Lkw mit jeweils 10 km/h auf gleicher Höhe fahren – in einem seitlichen Abstand von fünf Metern. Im Anfahr- oder Rampenspiegel ist die Rad fahrende Person dann erst im letzten Moment und auch nur mit der unteren Kante ihres Reifens zu sehen. Wenn hier vorher kein direkter Sichtkontakt durch die Seitenscheibe bestand, kann es zum Unfall kommen. Hinzu kommt, dass Fahrzeugführende im Lkw mindestens zwei Sekunden benötigen, um die drei Spiegel auf der Beifahrerseite zu überblicken.

Der Vorteil durch ein KMS kann hier, neben einem größeren Sichtfeld, darin bestehen, die Sicht der Spiegel in einem Bild zu vereinen. Somit kann man feststellen, dass eine Erweiterung des Sichtbereichs gerade in den bisher nicht erfassten Bereich hinein sinnvoll ist. Weiterhin ist auch die aktuell freiwillige Erweiterung des Bereichs rechts neben dem Lkw sinnvoll. Dabei ist es nicht so notwendig, den Bereich auf dem Boden zu erweitern, als vielmehr, diesen auch in der Höhe einzuhalten. Dies ist mit einem Spiegel über der Tür auf der rechten Seite des Lkw allerdings nur schwer umsetzbar. Ein KMS kann hier einen günstigeren Blickwinkel bieten.

Durch eine verzerrte Darstellung können die gesamte Ansicht oder auch nur Bereiche davon größer oder kleiner dargestellt werden. Ein Beispiel ist der Weitwinkelbereich im Spiegel eines Pkw, in dem auf kleiner Fläche ein großer Bereich dargestellt wird. Auch Anfahr-, Rampen-, Front- und Weitwinkelspiegel am Lkw sind üblicherweise gekrümmt und zeigen damit ein verzerrtes Bild der realen Sicht. Mit KMS kann diese Verzerrung statisch oder dynamisch erzeugt werden. Eine statische Verzerrung wird über Linsen erzeugt. Sie ist dann sinnvoll, wenn der Bereich dauerhaft so dargestellt werden muss, um beispielsweise den gesetzlichen Anforderungen zu entsprechen. Beim Abbiegen kann der Bereich, der nur den einknickenden Anhänger zeigt, dynamisch gestaucht und gleichzeitig der äußere Bereich dynamisch größer dargestellt werden. Damit wird die Übersicht des Gefahrenbereichs verbessert, ohne die Sicht auf den Anhänger komplett zu verlieren.

Reflexionsempfindlichkeit

Reflexionen auf dem Bildschirm können dazu führen, dass Inhalte auf diesem nicht mehr erkannt werden. Weiterhin kann der Einfall von Sonnenlicht die Farbwahrnehmung auf dem Bildschirm beeinflussen. Eine Möglichkeit, Reflexionen auf Bildschirmen zu verhindern, ist der Einsatz matter Bildschirme. Diese verringern aufgrund der matten Oberfläche zwar eventuell das Kontrastverhältnis, können dafür aber auch bei schräg einfallendem Fremdlicht noch abgelesen werden. Einen Einsatz solcher Bildschirme fordert die Norm ISO 16505.

Eine weitere Möglichkeit diesem Effekt zu begegnen ist es, die Helligkeit des Bildschirms zu erhöhen. Bildschirme so einzubauen, dass kein direktes Sonnenlicht von außen auf sie fällt, ist in der Regel nur begrenzt möglich. Hierbei helfen aber Krüge und Sonnenblenden, die um den Bildschirm angebaut werden. Hierbei muss nach Abschnitt 6.2.2.1.1 der aktuellen UN/ECE-Regelung 46 bereits beachtet werden, dass berührbare Teile einen Abrundungsradius von mindestens 2,5 mm haben, sodass man sich nicht durch scharfe Ecken und Kanten verletzen kann.

Helle und dunkle Bereiche

Die Helligkeitsempfindlichkeit stellt ein Problem dar, wenn sie zu hoch oder zu niedrig ist. Ist sie zu hoch, werden helle Bereiche weiß dargestellt und Fahrzeuge in hellen Bereichen können durch die Überbelichtung nicht wahrgenommen werden. Ist sie zu niedrig, werden dunkle Bereiche schwarz dargestellt und Fahrzeuge in dunklen Bereichen können schlechter gesehen werden.

Die gleichzeitige Aufnahme von hellen und dunklen Bereichen geschieht in unterschiedlichen Situationen, die auch beim Abbiegen auftreten können. Dies kann die Einfahrt in einen Tunnel oder ein Gebäude sein, bei dem Wände und Horizont sehr unterschiedliche Helligkeit aufweisen, oder auch die Fahrt auf einer Waldstraße, auf der ein starker Helligkeitsunterschied zwischen dem Waldrand und dem Horizont besteht. Die UN/ECE-Regelung Nr. 46 nennt die Forderung: „Die Kamera muss bei Bestrahlung durch Sonnenlicht gut funktionieren“.

Das System sollte schnell auf Hell-Dunkel-Wechsel reagieren können, ohne dabei von einem dunkel dargestellten Bild zu einem aufgehellten Bild „aufzublitzen“. Ein einmaliger Hell-Dunkel-Wechsel, beispielsweise bei Tunneleinfahrt, führt dazu, dass sich Kamera und Bildschirm neu justieren müssen. Die Kamera muss ihre Aufnahmefrequenz ändern und der Bildschirm muss seine Helligkeit nachjustieren. Hierbei kann es dazu kommen, dass ein Bildschirm aufblitzt, wenn die Anpassung nicht träge genug ist.

Man muss hierbei beachten, dass eine Einfahrt in einen Tunnel am Tag (hell auf dunkel) zu einem größeren Unterschied führt als in der Nacht (dunkel auf Beleuchtung). Das im IFA vorliegende System benötigt keine mit der Hand messbare Zeit für das Umschalten. ISO 16505 enthält für die Zeit der Anpassung keine Zeitvorgabe.

Periodischer Hell-Dunkel-Wechsel

Ein periodischer Wechsel von hell und dunkel kann beispielsweise durch die Beleuchtung im Tunnel oder durch die Straßenbeleuchtung in der Nacht auftreten. Hierbei muss das System ständig nachregeln. Wenn diese Regelung zu träge ist und die Frequenz des Hell-Dunkel-Wechsels mit dem Anpassen des Systems übereinstimmt, kann dies dazu führen, dass das System helle Bereiche zu hell und dunkle Bereiche zu dunkel darstellt. Ein typischer Abstand für Straßenbeleuchtung (Lichtpunktabstand), die in Bereichen für zu Fuß gehende und Rad fahrende Personen üblich sind (Klasse S5/S4), sind ca. 45 Meter. Bei 50 km/h beträgt hier die Zeit für einen Hell-Dunkel-Hell-Wechsel ca. drei Sekunden. Ein anderes Extrem ist ein Autobahntunnel mit 22,5 m Lichtpunktabstand. Bei 80 km/h käme ein Hell-Dunkel-Hell-Wechsel ca. alle 0,9 Sekunden zustande. Somit darf das System nicht zu schnell und nicht zu langsam reagieren und sollte in einem großen Bereich keine Resonanzfrequenz haben.

Exkurs: Das menschliche Auge

Die Anpassungsgeschwindigkeit der Pupille von Hell auf Dunkel sowie von Dunkel auf Hell liegt im Sekundenbereich. Das Anpassen der Netzhaut an dunklere Umgebungen dauert mehrere Minuten. Die Anpassung an helle Lichtverhältnisse geschieht hingegen in weniger als einer halben Sekunde. Somit benötigt ein Auge, das in dunkler Umgebung kurzzeitig einem hellen Licht ausgesetzt wurde, mehrere Minuten, um sich wieder an die dunkle Umgebung anzupassen. Ein heller Monitor in der Kabine kann dadurch die Nachtsicht nachhaltig negativ beeinträchtigen.

Latenz

Latenz ist die Zeit von der Aufnahme eines Bildes bis zur Darstellung des Bildes auf dem Monitor. Die Kamera benötigt Zeit, das Bild aufzunehmen und eventuell zu komprimieren. Die Daten müssen anschließend von der Kamera an den Monitor geschickt werden. Dieser muss die empfangenen Daten kurzzeitig speichern, eventuell wieder entkomprimieren und danach darstellen. Alle diese Aufgaben benötigen Zeit. Somit ist technisch bedingt immer eine Latenz vorhanden. Weiterhin muss auch für die Bearbeitung der Bilder Zeit eingerechnet werden. Das Rotieren von Bildern, die Anpassung der Kamera- und Monitorauflösung, das Herein- oder Herausrechnen von

Linseneffekten usw. beanspruchen Prozessorzeit. Die Latenz sollte nach Norm ISO 16505 unter 200 ms liegen. Dies ist für KMS, die Spiegel ersetzen, ausreichend. Viele der am Markt verfügbaren Systeme sind wesentlich besser.

Einfrieren des Kamerabildes

Ein Einfrieren des Kamerabildes kann gefährlich sein. Während Fahrzeugführende ein Aussetzen des Systems erkennen, können sie ein eingefrorenes Bild bei stillstehendem Fahrzeug unter Umständen nicht bemerken. Ändert sich die Situation dann gefahrbringend, wird der Fehler des Systems eventuell zu spät bemerkt. Abhilfe kann hier ein sich ständig änderndes Symbol schaffen, das die Kamera erzeugt. Friert das Kamerabild ein, muss auch das Symbol stillstehen, sodass eine Person den Fehler am dargestellten Bild bemerken kann.

Blooming

Als Blooming bezeichnet man einen hellen Fleck auf dem Bildschirm um eine Überblendung. Blooming kann besonders bei tief stehender Sonne zur kompletten Blendung der Sensoren führen. Dabei konnten Fahrzeuge neben hellen Bereichen nicht wahrgenommen werden. Diese Situationen führen allerdings in der Regel auch mit Spiegeln dazu, dass die Fahrzeugführenden selbst geblendet werden. In dieser Situation konnten Fahrzeugführende aber weiterhin reduzierte Informationen aus den Spiegeln erhalten, während dies bei KMS nicht möglich war. Weiterhin wurde in der Studie festgestellt, dass Blooming in dunkler Umgebung, beispielsweise bei starkem Regen, dazu führen kann, dass die Scheinwerfer anderer Fahrzeuge zu einem einzelnen Punkt verschmelzen. Dies erschwert das Abschätzen von Geschwindigkeiten anderer Fahrzeuge in der Nacht.

Der Entwurf der UN/ECE-Regelung 46 fordert für KMS einen Modus, bei dem dieses Verschmelzen nicht auftritt. Es muss anzeigen, wenn dieser Modus nicht aktiv ist. Nach ISO 16505 sollte dieses Verschmelzen nicht auftreten. Weiterhin fordern beide Vorgaben, dass Blooming im normativ vorgeschriebenen Test auf nicht mehr als 25 % der Bildfläche auftritt. Im Test nach Norm darf auf maximal 50 % der Bildfläche Verschmieren auftreten. Das Verschmieren eines Bildes bedeutet, dass sehr helle Bereiche im Bild einen hellen Streifen zu einem Rand des Monitors aufweisen.

Standarddarstellung

Der Bildschirm muss über eine feste Standarddarstellung verfügen. Individuelle Veränderungen dürfen als weitere Darstellungen gespeichert werden.

Nach ISO 16505 muss der Monitor die Objekte in der Standarddarstellung in einer Vergrößerung darstellen, die mindestens der Vergrößerung der ersetzten Spiegel entspricht. Die bedienende Person darf diese Darstellung auf ihre Bedürfnisse anpassen können. Die Vergrößerung muss hierbei nicht beibehalten werden. Diese Einstellung darf auch von der bedienenden Person gespeichert werden, damit sie diese bei späteren Fahrten wieder aufrufen kann. Die Standarddarstellung darf hierbei nicht verändert werden.

Optischer Fluss

Der optische Fluss in Spiegeln fließt entgegen dem generellen optischen Fluss oder hat, wie beim Anfahrspiegel, eine vorbeifließende Richtung. Diese Teilflüsse blendet das Gehirn aus, sodass Störungen in diesen Teilflüssen selbst nicht zur Reaktion führen. Die Folge ist, dass Spiegel aktiv genutzt werden müssen und können nicht nur aus dem Augenwinkel beobachtet werden. Auch ein Monitor, der das Bild einer Frontkamera in Fahrtrichtung darstellt, hat einen abweichenden optischen Fluss, dessen Störung in der Regel nicht wahrgenommen wird. Für ein KMS bedeutet dies, dass auch hier alle Monitorbilder einzeln betrachtet werden müssen. Dabei ist es vorteilhaft, wenn mehrere Kamerabilder passend zu einem Gesamtbild mit einem gemeinsamen optischen Fluss verknüpft werden.

Verbau der Systeme

Verbau an Gefahrguttransportern

Bei Gefahrguttransportern ist unter Umständen das Anbringen von KMS schwierig, da für die Verlegung von Kabeln regelmäßig vorhandene Teile verändert, beispielsweise durchbohrt werden müssen. Unter Umständen ist es nicht zulässig, dass zusätzliche stromführende Teile verbaut werden. Dann muss die Nachrüstung von KMS vor der Prüfung der Gefahrgutfahrzeuge eingeplant werden.

Verbau an Leasingfahrzeugen

Bei Leasingfahrzeugen ist in der Regel nur ein zerstörungsfreier Anbau zugelassen. Dies war für einige der getesteten Systeme möglich, andere schieden hierdurch aus. Die möglichen Positionen, an denen die Kamera zerstörungsfrei fest montiert werden kann, sind am Fahrzeug eingeschränkt. In der Regel sind dies die vorhandenen Arme der Spiegel.

Verbau an Fahrzeugen mit wechselnden Anhängern

Hat ein Fahrzeug wechselnde Anhänger, ist es meist nicht praktikabel, diese mit Kameras auszustatten. Lösungen hierfür erscheinen für den Arbeitsalltag als zu komplex.

Kosten von KMS

Beim nachträglichen Einbau eines KMS fallen für Transportunternehmen drei Kostenpunkte an:

1. Aufwand des Unternehmers sowie die Ausfallzeit des Fahrzeuges während des Einbaus.
2. Kosten für das System
3. Kosten für den Einbau.

Teilweise sind Fahrzeuge mit Leerrohren ausgestattet, die eine nachträgliche Verlegung von Kabeln vereinfachen. Andere Fahrzeuge haben wiederum an den Positionen, an denen die Kameras befestigt werden sollen, keine Haltepunkte, sodass diese erst montiert werden müssen. Die hier gemachten Angaben bestehen aus denen der im Projekt beteiligten KMS herstellenden Betriebe und den im Projekt gesammelten Erfahrungen beim Verbau der Systeme im Test.

Der Verbau eines einfachen Systems, bestehend aus zwei Kameras und einem Monitor, ist in der Regel an einem Tag erledigt. Teilweise kann dies in der Stammwerkstatt des Transportunternehmens durchgeführt werden, sodass geplante Termine für andere Reparaturen mitgenutzt werden können. Der Einbau eines aufwendigeren Systems, z. B. eines 360°-Bird's-Eye-View-Systems, erfordert zudem eine Kalibrierung des Systems. Dies müssen in der Regel speziell dafür ausgerüstete Werkstätten durchführen.

Die Kosten für ein einfaches KMS liegen bei ca. € 850,- für zwei Kameras und einen Monitor. Die Einbaukosten liegen in einer Größenordnung von ca. € 400,- bis € 1.150,-. Somit sind, je nach System und Aufwand, Kosten von ca. € 1.250,- bis ca. € 2.000,- zu erwarten. Die Kosten für ein 360°-Bird's-Eye-View-System oder Surround-View ohne Verbau liegen bei bis zu ca. € 1.700,-. Die Systeme am Markt unterscheiden sich in ihrem Funktionsumfang, Installationsumfang und Preis. Bei einem 360°-Surround-View-System entfällt beispielsweise die Kalibrierung. Inklusiv Einbau muss man für ein einzelnes 360°-System mit Kosten zwischen € 2.500,- und € 4.200,- rechnen. Bei der Auswahl von günstigeren Systemen – z. B. als 270°-Bird's-Eye-View-Ausführung mit nur drei Kameras – und dem gleichzeitigen Verbau in einer Reihe gleicher Fahrzeuge kann der Kalibrierungsaufwand unter Umständen so weit reduziert werden, dass ein Komplettpreis von ca. € 2.100,- möglich wird.

Hardware: Kamera und Monitor

Für zusätzlich zu Spiegeln verbaute KMS existieren derzeit – mit Ausnahme der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) und der Positionierung von Kamera und Monitor – keine gesetzlichen Anforderungen. Im Betrieb unterliegen Monitore und Kameras der regelmäßigen Prüfung von Arbeitsmitteln.

Allgemeine Kriterien für Kameras:

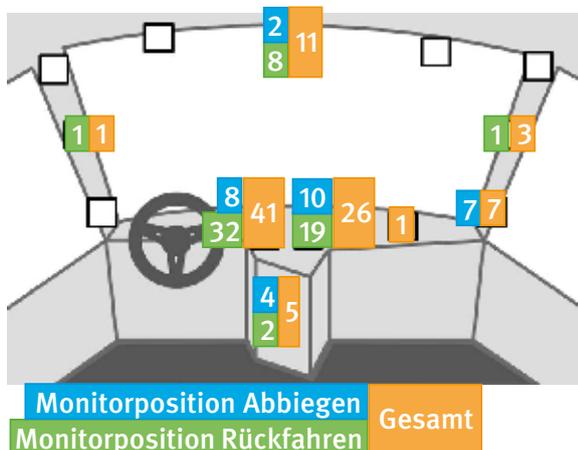
- Umwelteinflüsse (Betauung, Temperaturschwankungen, Regen, Frost) dürfen so wenig wie möglich Einfluss auf die Funktionsweise der Kamera haben – in der Regel haben KMS im Regen keinen Sicht-Nachteil gegenüber Spiegeln.
- Kameras müssen mindestens eine IP-Schutzklasse IPX4K/9K (X = meist Ziffer ab 5) zum Schutz vor Wasser haben.
- Kameraoptik sowie das Gehäuse müssen gegen Stein-schlag geschützt sein.
- Aktives und passives Infrarot kann im Nebel die Sicht verbessern. Die Norm ISO 16505 sagt zu Nebel nur aus, dass dessen Einfluss beachtet werden muss. Das Bearbeiten des Kamerabilds, vor dessen Anzeige auf dem Monitor ermöglicht die Erhöhung des Kontrasts und damit die Verbesserung der Sicht. Kameras, die aktiv Infrarotlicht aussenden, können damit Nebel besser durchdringen. Auch passive Infrarotsysteme – Wärmebildkameras –, haben im Nebel Vorteile.
- Kameras müssen nach der Norm ISO 16750-3 schock- und vibrationsgeprüft sein.

Kriterien für die Positionierung der Kamera können sein:

- Kameras, die die rechte Seite abdecken, sind häufig an den Außenspiegeln oder in deren Nähe befestigt.
- Möglich sind auch weitwinklige Kameras in der Mitte der Lkw-Seite oder Kameras, die von hinten nach vorne ausgerichtet sind.
- Weitwinklige Kameras, die die Seite und den Bereich vor dem Lkw abdecken, werden an der vorderen rechten Kante der Kabine befestigt. Dabei sollte auf die Vor- und Nachteile der jeweiligen Position Rücksicht genommen werden. Je höher eine Kamera angebracht ist, desto besser ist sie in der Regel vor Verschmutzung, Steinschlag und Vandalismus geschützt. Gleichzeitig hat sie damit einen steileren Blickwinkel auf Personen, die direkt neben dem Lkw stehen, und ist teilweise nicht mehr einfach für eventuelle Enteisung und Reinigung zu erreichen.
- An der Seite der Kabine befestigte Kameras können in der Regel auch in größerer Höhe aus dieser Kabine heraus gefahrlos erreicht werden, um sie zu reinigen und zu enteisen.
- Einfache Erreichbarkeit der Kamera ist wichtig, damit Verunreinigungen regelmäßig entfernt werden können. Eine Alternative hierzu ist auch ein Verschluss der Kamera, der diese vor Verunreinigungen schützt.
- Die Montageposition muss so gewählt sein, dass die Kamera je nach Einsatz ein Bild liefert, das dem Fahrer einen Mehrwert bietet.
- Die Verbindungsstellen der angeschlossenen Kabel müssen wasserdicht sein. Ebenso müssen diese gegen elektromagnetische Störfelder abgeschirmt sein.

Allgemeine Kriterien für den Monitor

- Aus der Befragung geht hervor, dass die Mitte des Armaturenbretts eine häufig gewählte Lösung für eine Positionierung ist. Gleichzeitig muss bei älteren Fahrzeugführenden unter Umständen die Altersweitsichtigkeit beachtet werden. Daher sollte die Monitorposition nicht zu nah am Fahrer gewählt werden.
- Die notwendige Größe des Monitors ergibt sich aus seiner Position. Je näher der Monitor am Fahrzeugführenden ist, desto kleiner kann seine Größe gewählt werden.
- Der Monitor sollte mindestens 90 cm vom Augenpunkt der fahrzeugführenden Person entfernt sein. Er sollte möglichst senkrecht zum Augenpunkt dieser Person ausgerichtet sein.
- Altersweitsicht – Der Monitor sollte daher mindestens 90 cm vom Augenpunkt der fahrzeugführenden Person entfernt sein. Er sollte möglichst senkrecht zum Augenpunkt dieser Person ausgerichtet sein. Größere Entfernungen sind zu bevorzugen.
- Generell muss die Helligkeit anpassbar sein oder sich bestenfalls selbstständig anpassen.
- Darüber hinaus muss bei einem Personalwechsel der Monitor angepasst werden können.
- Das Bild sollte in Farbe dargestellt werden. Friert das Bild im Monitor ein, muss das für die Fahrzeugführenden erkennbar sein.
- Der Monitor darf gegebenenfalls die rückwärtige und die seitliche Sicht gemeinsam abbilden.



Die Grafik zeigt die Verteilung der Anordnung der Monitore in der Kabine der jeweils befragten Fahrer

- Weiterhin muss darauf geachtet werden, dass der Monitor nicht so positioniert wird, dass andere Geräte oder mitfahrende Personen die Sicht auf den Monitor verdecken können. Zu beachten ist, dass Fahrzeugführende im Lkw wesentlich höher als im Pkw hinter dem Lenkrad sitzen und die Scheiben mehr Sicht nach unten ermöglichen.
- Der Monitor darf die Sicht aus dem Fahrzeug nicht beeinträchtigen.
- Die Auflösung des Monitors muss mindestens so gut sein wie die der Kamera. Eine höhere Auflösung kann den Sichteindruck verbessern, generiert aber keine neuen Details.

Fazit

Die KMS-Befragung zeigt, dass das KMS zusätzliche Aufmerksamkeit von den Fahrzeugführenden erhält und die Aufmerksamkeit nicht von den Spiegeln komplett auf das KMS verlagert wird. Dies führt zu einem größeren zeitlichen Aufwand für die Fahrzeugführenden oder einer kürzeren Zeit, in der die einzelnen Geräte betrachtet werden. Gleichzeitig zeigen aber die Ergebnisse der restlichen Fragen, besonders der Stressreduktion, dass dies nicht generell als störend wahrgenommen wird. KMS müssen wie Spiegel aktiv beobachtet werden. Im Gegensatz zu Spiegeln können verschiedene Ansichten in einem Bild vereint werden. Dies erspart Zeit und Gefahren werden schneller erkannt. Die Ergebnisse der KMS-Befragung zeigen, dass KMS den Fahrzeugführenden bereits heute in den meisten Fällen eine Hilfe sind und in der Regel in der Praxis gut angenommen werden.

Durch die Nachbearbeitung von Bildern, beispielsweise Anpassung der Helligkeit im Bild, können KMS bessere Ergebnisse erzielen als Spiegel. Ein großer Nachteil von KMS, der auch in naher Zukunft weiter bestehen wird, ist mit der Altersweitsichtigkeit der Menschen verbunden. Spiegel lenken den Blick um und zeigen somit weiterhin ein entferntes Bild. Monitore zeigen ein Bild dort, wo sie platziert sind. Somit ist es wichtig, dass sich alle Beteiligten beim Einbau eines KMS bei der Platzierung des Monitors Gedanken um Altersweitsichtigkeit machen, damit später alle Altersgruppen das KMS im Fahrzeug bedienen können.

Sämtliche Grafiken entstammen der Studie des IFA.

BG Verkehr

Geschäftsbereich Prävention

Ottenser Hauptstraße 54

22765 Hamburg

Tel.: +49 40 3980-0

Fax: +49 40 3980-1999

E-Mail: praevention@bg-verkehr.de

Internet: www.bg-verkehr.de