

Kamera-Monitor-Systeme

Sinnvoll und sicher nachrüsten

Tipps zum Einbau von Kamera-Monitor-Systemen (KMS) –
Leitfaden für Unternehmen, Fachhändler und Montagewerkstätten



Netzwerk Baumaschinen/NRMM

Das Netzwerk Baumaschinen unterstützt die Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Qualität von Prozessen im Einsatzbereich mobiler Maschinen (NRMM – Non Road Mobile Machinery). Bei Aufgabenstellungen von gemeinsamem Interesse werden im Netzwerk mit den zuständigen Akteuren abgestimmte Informationen für die Praxis entwickelt.

Offensive Gutes Bauen

Die Offensive Gutes Bauen ist eine nationale Initiative der Bauwirtschaft, die sich für Bauqualität in Deutschland einsetzt. Partner sind Bund und Länder, Unternehmerverbände und Kammern, Gewerkschaften, Berufsgenossenschaften, Innungen, Verbraucherschutzverbände der Bauherren – insgesamt über 150 Partner. Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) hat die Offensive Gutes Bauen initiiert und unterstützt sie.

Förderangebote

Über Förderprogramme zu den in der Broschüre angesprochenen Nachrüstungen informieren Sie sich bei der für Ihren Betrieb zuständigen Berufsgenossenschaft, z. B. der BG BAU und der VBG.



Arbeitsschutz ist Teamwork – und dem hat sich das Netzwerk verpflichtet. Seit 2018 unterstützt das Netzwerk als Kooperationspartner die BG RCI-Präventionsstrategie „VISION ZERO“. (www.bgrci.de/vision-zero/vision-zero)

Inhalt

1	Bestimmungsgemäße Verwendung von Kamera-Monitor-Systemen (KMS)	4
2	Sichtfeldanforderungen an KMS	5
2.1	Was muss der Bediener der Baumaschine im Gefahrenbereich sehen?	5
2.2	Was muss ein KMS leisten? Anforderungen nach ISO 16001	6
3	Rundumsicht mit KMS	9
4	Grundlagen Montage und Nutzung von KMS	10
4.1	Betriebsbereitschaft	10
4.2	Ausrichtung der Kamera	10
4.3	Ausrichtung des Monitors	11
4.4	Verhalten bei Ausfall des KMS	11
4.5	Prüfungen durch die zur Prüfung befähigte Person	12
4.6	Prüfungen durch den Bediener der Baumaschine	12
5	Vorschriften und Regelwerke	13
6	Geeignete Montagepunkte für die KMS-Nachrüstung	14
	▶ Montagebeispiele aus der Praxis	
7	Kabellose Bildübertragung im Akkubetrieb	17
	▶ Alternative KMS-Anbindung bei langen Anschlusswegen	
8	Fördermöglichkeiten	19
	Nachrüstung mit Kamera-Monitor-Systemen	
	Impressum	20

1 Bestimmungsgemäße Verwendung von KMS

Kamera-Monitor-Systeme (KMS) sind Hilfsvorrichtungen zur Verbesserung der Sicht und sorgen damit für mehr Sicherheit im Arbeits- und Bewegungsbereich der Baumaschine.

- ▶ KMS unterstützen die Überwachung des Gefahrenbereichs vor, hinter und um die Baumaschine herum – bei Maschinenbewegung und ggf. auch bei Bewegung der Anbaukomponenten.

Dabei ist zu beachten:

- ▶ KMS sind nicht dazu vorgesehen, längere Fahrbewegungen (Rangierbetrieb „auf Sicht“) durchzuführen!
- ▶ KMS sind ausschließlich zur Überwachung des Nahbereichs um die Maschine herum vorgesehen!

Gefährdungsbeurteilung nach TOP durchführen

- ▶ Die für jede Baustelle durchzuführende Gefährdungsbeurteilung Sicht kann zwingend das Umsetzen besonderer Schutzmaßnahmen zur Folge haben!
- ▶ Zu beachten ist dabei die Reihenfolge des TOP-Prinzips:

Technische Maßnahmen
Organisatorische Maßnahmen
Persönliche Maßnahmen

Weitere Infos siehe Seite 12.



Sichtbare Erfolge

Der Einsatz von Baumaschinen birgt hohe Risiken und erfordert u. a. aus arbeitsschutzrechtlichen Gründen besondere Vorkehrungen.

Optimale Sicht ermöglicht zum Beispiel:

- ▶ mehr Sicherheit auf der Baustelle
- ▶ einen Zugewinn an Ergonomie
- ▶ eine höhere Wirtschaftlichkeit

Personen- und Objekterkennungssysteme:
Bei akuter Gefahr wird der Fahrer alarmiert und sein Blick sofort auf den Monitor gelenkt!



Sinnvolle Ergänzungen zu Kamera-Monitor-Systemen

Nutzen sie auch sensorische Warnsysteme – wie zum Beispiel auf Basis von Radar-, Ultraschall-, Funktechnologie/RFID oder 3D-Kamerasensoren. Weitere Informationen dazu finden Sie in der Broschüre „Personen- und Objekterkennung in Gefahrenbereichen“ unter www.netzwerk-baumaschinen.de

Sichtfeldanforderungen 2 an KMS

► 2.1 Was muss der Bediener der Baumaschine im Gefahrenbereich sehen?

Mit der seit März 2019 gültigen Version der Norm DIN EN 474-1:2018* wurden die Anforderungen an das Sichtfeld verbessert:

Bei neuen Erdbaumaschinen richten sich die Mindestanforderungen jetzt nach Maschinentyp und Gewichtsklasse. Hierzu ist die Tabelle der ISO 5006:2017 zu beachten.

Für neue und Bestandsmaschinen gilt:

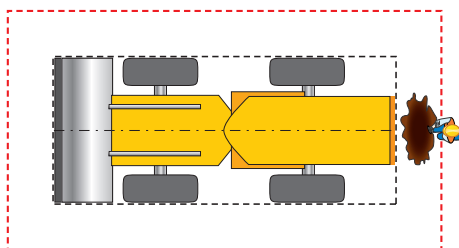
- Immer überprüfen, ob der Fahrer eine im Nahbereich vor, hinter oder erforderlichenfalls neben der Maschine (z. B. Bagger) **in leicht gebückter oder in kniender Haltung** arbeitende Person sehen kann.

Empfehlungen zur Verbesserung der Sicht

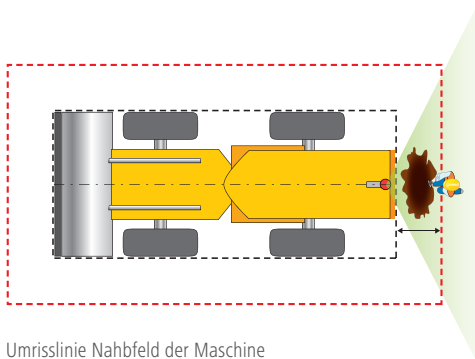
- Direktsicht muss immer Priorität haben
- Sicht Hilfsmittel in Vorwärtsrichtung anbringen
- Sicht Hilfsmittel nicht durch bewegliche Teile beeinträchtigen
- Sicht Hilfsmittel nicht durch Umbauten bzw. Anbauten beeinträchtigen
- keine Spiegel-zu-Spiegel-Systeme verwenden

Informieren Sie sich als Arbeitgeber laufend über den neuesten Stand der Technik.

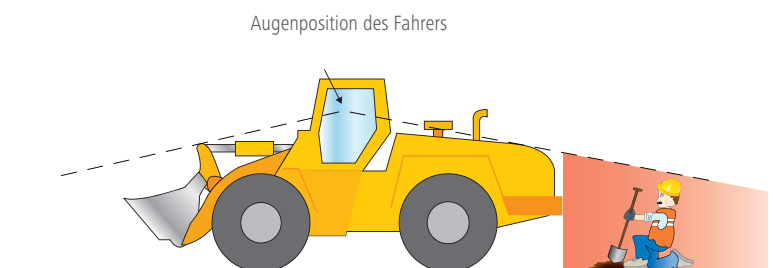
Vor dem Neukauf und vor dem Einsatz der Maschine stets eine Gefährdungsbeurteilung „Sicht“ durchführen!



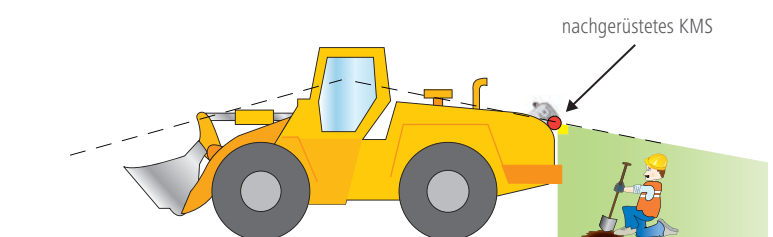
Umrisslinie Nahfeld der Maschine



Umrisslinie Nahfeld der Maschine



Die hinter der Maschine kniende Person kann der Fahrer nicht sehen.



Erweitertes Fahrersichtfeld durch Nachrüstung eines KMS (siehe auch Abbildung Seite 11).



▶ 2.2 Was muss ein KMS leisten? Anforderungen nach ISO 16001

Die Norm ISO 16001:2008 stellt spezifische Anforderungen an ein unterstützendes Kamera-Monitor-System – wie zum Beispiel:

- ▶ Das KMS darf die Funktionen der Maschine nicht einschränken.
- ▶ Der Monitor ist im Sichtfeld des Bedieners anzuordnen, ohne die Sicht auf den Arbeitsbereich der Maschine einzuschränken.
- ▶ Bei mehreren Kameras muss die Umschaltung in Fahrtrichtung automatisch erfolgen.
- ▶ Das Monitorbild kann spiegelbildlich umgeschaltet werden.
- ▶ Das KMS ist gegen äußere Beschädigung geschützt anzubringen.
- ▶ Das KMS ist geschützt gegen Diebstahl anzubringen.
- ▶ Kennzeichnung: Hersteller, Typ und Seriennummer sind anzugeben.
- ▶ Eine Bedienungsanleitung ist erforderlich.

Spiegelbildfunktion

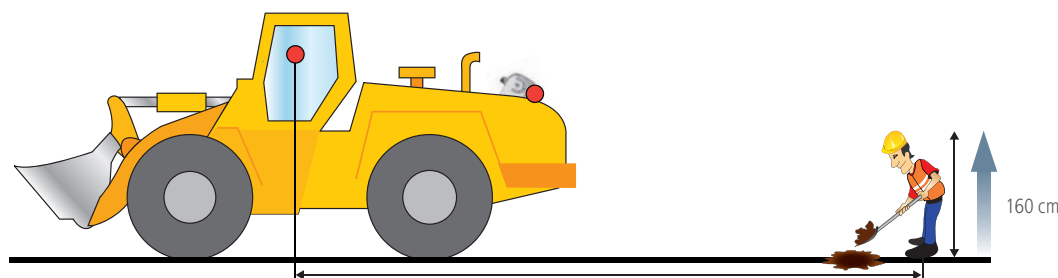
- ▶ Wird ein Kamera-Monitor-System für die Rückraumüberwachung eingesetzt, sollte laut ISO 16001:2008 eine Möglichkeit zur spiegelbildlichen Darstellung vorhanden sein. Werden mehrere Kameras eingesetzt, sollte die Möglichkeit zur Verfügung stehen, das Bild der Rückraumkamera in den Spiegelmodus umzuschalten.

Weitere Tipps

- ▶ Bei Maschinenstart muss das KMS aktiv sein!
- ▶ An einem der Bildränder des Monitors muss eine Fahrzeugkomponente zu sehen sein!
- ▶ Die Verkleinerung von Personen im Monitor verdeutlicht die Notwendigkeit des Tragens von Warnwesten auf der Baustelle!



mind. 7 mm
(bzw. 10 % der
Monitorhöhe)



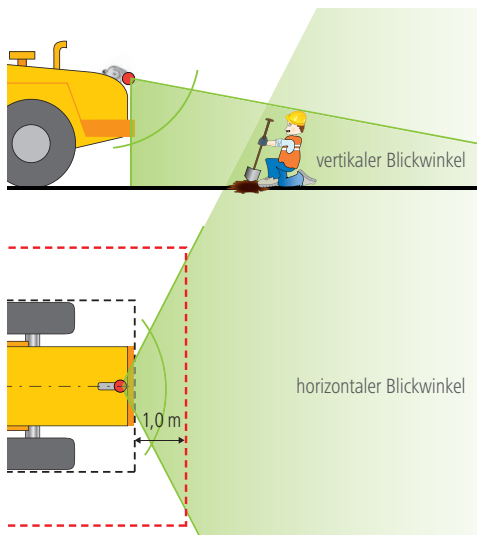
Das Monitorbild zeigt die minimal erforderliche Darstellunggröße im Monitor laut ISO 16001:2008 Erdbaumaschinen.

► Öffnungswinkel der Kamera

Der Öffnungswinkel der Kamera bestimmt die Größe des abgebildeten Gefahrenbereichs. Beim Öffnungswinkel wird zwischen dem horizontalen und dem vertikalen Bildwinkel unterschieden:

- Der **horizontale Bildwinkel** beschreibt die mögliche Breite des Sichtfeldes.
- Der **vertikale Bildwinkel** beschreibt die mögliche Höhe und Tiefe des Sichtfeldes.

Die Angabe „nur“ eines diagonalen Bildwinkels kann irreführend sein, da er beide Bildwinkel vermischt!



Der Öffnungswinkel ist in Abhängigkeit von der Anbauposition und der Höhe der Kamera so zu wählen, dass die Objekte im Gefahrenbereich gut erkannt werden (weitere Informationen siehe Kapitel 4, Seite 11).

Achtung: Bei einer Zunahme des Öffnungswinkels kann es im Randbereich zu Verzerrungen (Fisheye-Effekt) bei der Wiedergabe kommen*.

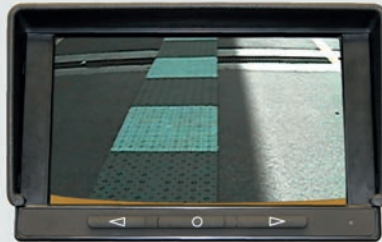


* kann durch spezielle Software abgemildert werden

Abbildung im Monitor

Jeweils bei einem horizontalen Öffnungswinkel von ...

► ... 40°



► ... 70°



► ... 100°



► ... 120°



Bitte beachten, dass an einem der Bildränder des Monitors ein Fahrzeugteil (hier das Heck) als Bezugspunkt zu sehen ist!

Je größer der gewählte Öffnungswinkel, umso größer wird der Gefahrenbereich erfasst. Aber desto kleiner erscheinen zum Beispiel Personen im Monitor: das Einschätzen von Entfernungen wird schwieriger!

► Monitor-Farbechtheit

Die Farbechtheit des Monitorbildes ist wichtig für eine bessere und deutlichere Erkennbarkeit von Personen und Gegenständen im Gefahrenbereich. Die Farbechtheit stellt sicher, dass zum Beispiel angelegte Schutzkleidung markant im Monitor sichtbar ist.

► Übertragungszeit

Die maximal zulässige Zeit zwischen der Aufnahme eines Bildes und der Anzeige des Bildes auf dem Monitor (Übertragungszeit) beträgt 300 ms laut ISO 16001. Empfohlen wird eine kürzere Übertragungszeit von höchstens 200 ms.

Bei netzwerkfähigen, verkabelten Kameras ist unbedingt zu beachten, dass es zu Verzögerungen, Störungen bzw. Stillstand bei der Bildübertragung kommen kann.

► Äußere Einwirkungen

Hinsichtlich der physikalischen Umgebung und den Arbeitsbedingungen sind folgende Anforderungen einzuhalten (vgl. ISO 15998):

- Monitor mindestens IP 54
Schockfestigkeit > 10 g
- Schalter und Steckverbindungen mindestens IP 67
- Verwendung geeigneter Kabel
- Einsatz des KMS bei Umgebungstemperatur zwischen -30° und $+60^{\circ}$ C
- elektromagnetische Verträglichkeit (ISO 13766)

Diese Werte sind in Abhängigkeit zu den spezifischen Einsatzbedingungen der Baumaschine zu betrachten.

Ergänzende Empfehlungen*

- Monitorgröße: mindestens 5,5" (5,5" = 14 cm Bildschirmdiagonale)
- erforderliche Lichtempfindlichkeit der Kamera: mindestens 0,5 Lux
- selbsttätiger Helligkeitsausgleich
- Tag-/Nachtumschaltung des Monitors
- Kamera mit integrierter Heizung zur Verhinderung von Beschlag/Vereisung
- ein Mikrofon in der Kamera ist zulässig, aber nicht erforderlich
- die Position des Monitors sollte der Fahrerposition angepasst werden
- bei Kameras zur Rückraumüberwachung sollte das Bild gespiegelt wiedergegeben werden
- für sicherheitsrelevante Anwendungen werden nach dem derzeitigen Stand der Technik kabelgebundene Systeme empfohlen

*nach dem Stand der Technik

Bei extremer Beanspruchung und sehr hohem Verschmutzungsrisiko zusätzlich:

- Kamera IP 69 K (hochdruckreinigerfest)
Schockfestigkeit > 25 g
Erschütterungsfestigkeit > 5 g



3

Rundumsicht mit KMS

► **Komplette Rundumsicht in Echtzeit**

Weiterentwickelte 3D-Kamera-Monitor-Systeme ermöglichen eine 270° bis 360° Rundumsicht – sie bedeuten das Aus für den „toten Winkel“. Ihr Einsatz kann zu sichereren, ergonomischen und wesentlich effektiveren Arbeitsabläufen führen. Die Vogelperspektive ermöglicht dem Bediener bzw. Fahrer vollständige Übersicht beim Fahren und Manövrieren. Ein rundum kontrollierbares Sichtfeld ermöglicht schnelles, präzises und stressfreies Arbeiten.

Empfehlenswerte Ausstattungsmerkmale:

- 3 bis 4 Ultraweitwinkel-Kameras zum Erfassen des gesamten Fahrzeugbereichs und der Umgebung
- unterbrechungsfreie Echtzeit-Videobilder
- anpassbarer Sichtbereich und Abstand an Fahrzeugtyp und Anwendung
- individuell einstellbare Auslöser für verschiedene Perspektiven

► **Technik und Ausstattung**

- Überwachungssystem zur Rundumsicht aus der Vogelperspektive
- bei richtiger Kalibrierung sind alle Bereiche – auch an den Ecken – einsehbar
- eine anwendungsspezifische Darstellung der Fahrzeugumgebung ist gegeben
- einblendbare (Führungs-)Linien sorgen für zusätzliche Orientierung
- Nachrüstbarkeit für unterschiedlichste Anwendungen sind optional möglich:
 - neben Draufsicht separate, vergrößerte Darstellung einzelner Bereiche, z. B. Rückfahrbereich bei Rückwärtsfahrten

Achtung:

- Bei falscher Kalibrierung können an Bildübergängen tote Winkel entstehen!
- Unbedingt vom Hersteller klar vorgeben lassen, wann und wie die Bildübergänge geprüft werden müssen!



Radlader, kompletter Anbau von 4 Kameras: 360°-Bildarstellung aus der Vogelperspektive.



Seitenkameras des Systems zur 360°-Ansicht aus der Vogelperspektive.

4 Grundlagen Montage und Nutzung von KMS

► 4.1 Betriebsbereitschaft

Das KMS muss beim Start der Maschine in einem ordnungsgemäßen, funktionalen Zustand sein. Eine Funktionsprüfung ist vor Arbeitsbeginn zwingend erforderlich (weitere Hinweise siehe Seite 12).

► 4.2 Ausrichtung der Kamera

Bestimmung des Bildwinkels

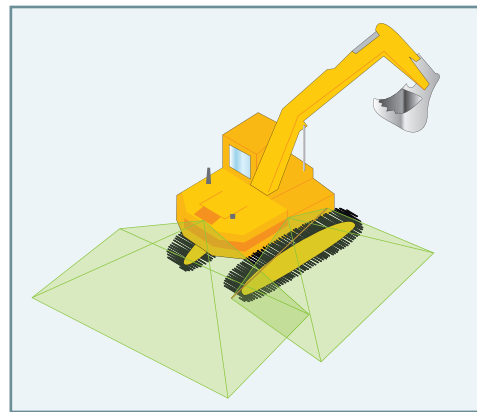
Die Festlegung des optimalen Bildwinkels einer Kamera hängt von mehreren Faktoren ab:

- dem gewünschten bzw. dem geforderten Erfassungsbereich
- der möglichen Montageposition und -höhe
- den Anforderungen an die Darstellungsgröße der Objekte auf dem Bildschirm

Ausrichtung der Kamera

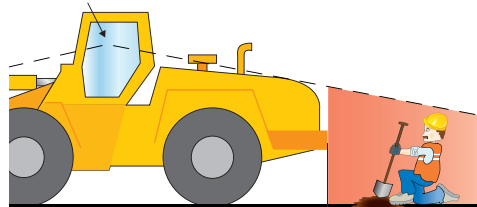
Die Kamera ist so auszurichten, dass die Referenzkante (das Maschinenheck in der gesamten Breite) sichtbar ist und der unmittelbare Nahbereich der Maschine erfasst ist (siehe Seite 5 und Seite 7).

Damit ist die Kamera einsatzbereit auf der Maschine angebracht. Und darüber hinaus kann z. B. eine kniende Person unmittelbar im Gefahrenbereich der Maschine mit dem KMS erkannt werden.

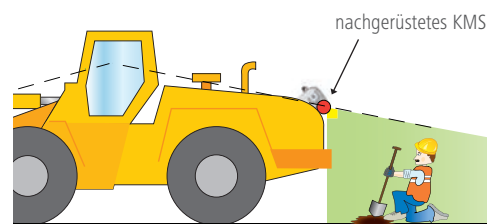


Anwendungsbeispiel: Bagger mit zwei Kamera-Monitor-Systemen

Augenposition des Fahrers



Ohne zusätzliches KMS kann der Fahrer die kniende Person im rückwärtigen Gefahrenbereich nicht sehen.



Mit einem Kamera-Monitor-System nachgerüstet, vergrößert sich das Sichtfeld des Fahrers.

- Weitere Kameras können auch bisher nicht einsehbare Gefahrenbereiche – wie zum Beispiel die dem Fahrer abgewandte Seite eines Baggers – erfassen.
- 360°-/Rundumsicht-KMS: Bei Verwendung von bis zu vier Kameras können alle Bereiche um die Maschine eingesehen werden und bei entsprechender Montage und Ausrichtung den Nahbereich um die Arbeitsmaschine umfassend darstellen.

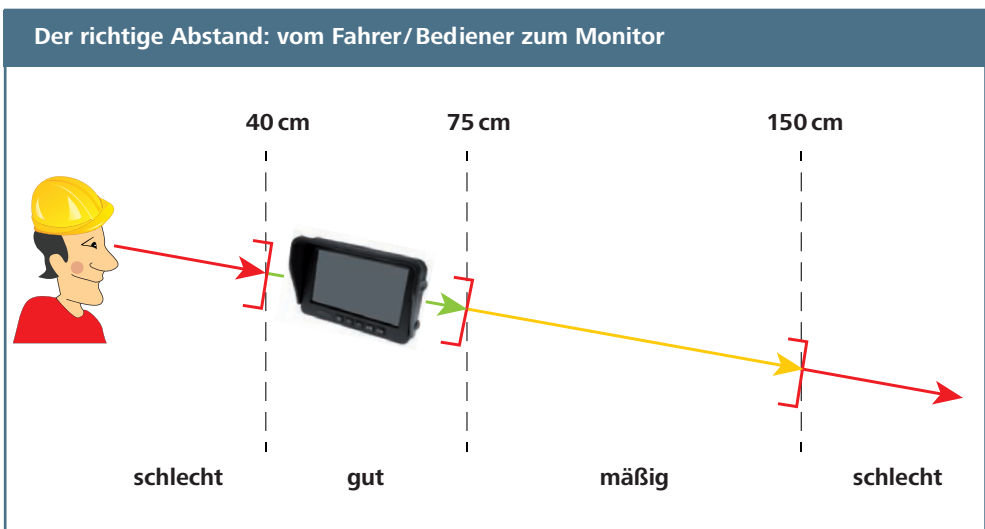
► 4.3 Ausrichtung des Monitors

Bei der Montage des Monitors ist stets auf eine ergonomisch sinnvolle Positionierung zu achten:

- Die direkte Sicht auf die Fahr-/Arbeits-/Gefahrenbereiche und auf die Bedienelemente sollen frei bleiben.
- Eine direkte Sonneneinstrahlung auf den Monitor soll vermieden werden.

► 4.4 Verhalten bei Ausfall des Kamera-Monitor-Systems

Bei einem Funktionsausfall des KMS darf die Maschine nur eingeschränkt rückwärts bewegt werden – z. B. wenn als Ersatzmaßnahme ein Einweiser zur Stelle ist. Die Funktion des KMS ist schnellstmöglich wiederherzustellen.



Tipp: Montagebeispiele und sinnvolle Befestigungspunkte für Kamera und Monitor finden sie auf den Seiten 14 bis 16.



Achtung: Bei Nachrüstungen unbedingt auf die Herstellerangaben achten: auf die von der Baumaschine **und** auf die von dem eingesetzten Kamera-Monitor-System!

Das eigenständige Festlegen von Prüfungsfristen ist mit besonderen Sorgfaltspflichten verbunden! Weiterführende Hinweise zu Betrieb, Wartung und Prüfung von Baumaschinen enthalten z. B. die TRBS 1201 und die DGUV-Regel 100-500.

▶ 4.5 Prüfungen durch die zur Prüfung befähigte Person*

- ▶ Nach erfolgter Montage sollte das KMS durch die zur Prüfung befähigte Person geprüft werden. Gemäß TRBS 1201 „Prüfungen und Kontrollen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“ sind eine sogenannte **Ordnungsprüfung** und eine **technische Prüfung** durchzuführen.

Ordnungsprüfung

- ▶ Die Ordnungsprüfung prüft, ob erforderliche Unterlagen vorhanden und mit voran gegangenen Prüfungen schlüssig sind. Dokumentiert werden zum Beispiel:
 - ▶ Änderung der Bauart oder Betriebsweise (nicht nur sicherheitsrelevante Änderung)
 - ▶ Einhaltung und Festlegung für Art, Umfang und Fristen der Prüfungen

Technische Prüfung

- ▶ Im Rahmen der technischen Prüfung werden die sicherheitstechnisch relevanten Merkmale des KMS auf Zustand, Vorhandensein und ggf. Funktion mit geeigneten Verfahren geprüft. Hierzu gehören zum Beispiel:
 - ▶ äußere und/oder innere Sichtprüfung
 - ▶ Funktions- und Wirksamkeitsprüfung

▶ 4.6 Prüfungen durch den Bediener der Baumaschine

- ▶ Vor Beginn jeder Arbeitsschicht überprüft der Bediener der Baumaschine:
 - ▶ Die Funktion und Wirksamkeit der Befehls- und Sicherheitseinrichtungen und deren ordnungsgemäße Anbringung.
 - ▶ Ob er als Bediener der Baumaschine ausreichende Sicht auf seine Fahr-/Arbeitsbereiche und Bedienelemente hat. Es dürfen keine toten Winkel mehr vorhanden sein.
 - ▶ Spiegel, Kamera-Monitor-Systeme, Radar-, Ultraschall- und Funküberwachungssysteme/RFID auf Vollständigkeit, Funktion, richtige Einstellung und Sauberkeit.
- ▶ Während des Betriebes sind Baumaschinen vom Bediener der Baumaschine auf ihren betriebssicheren Zustand zu prüfen.
- ▶ Werden Mängel an den Sicherheitseinrichtungen oder andere Mängel, die den sicheren Betrieb beeinträchtigen, festgestellt, ist der Aufsichtführende unverzüglich zu verständigen.
- ▶ Bei Mängeln, die Personen gefährden, ist der Betrieb der Baumaschine bis zur Beseitigung der Mängel einzustellen.

* Zur Prüfung befähigte Person ▶▶▶ BetrSichV:

§ 2 (6) Zur Prüfung befähigte Person ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Kenntnisse zur Prüfung von Arbeitsmitteln verfügt; ...

§ 2 (9) Prüfpflichtige Änderung ist jede Maßnahme, durch welche die Sicherheit eines Arbeitsmittels beeinflusst wird. Auch Instandsetzungsarbeiten können solche Maßnahmen sein.

§ 14 (3) Arbeitsmittel sind nach prüfpflichtigen Änderungen vor ihrer nächsten Verwendung durch eine zur Prüfung befähigte Person prüfen zu lassen. Arbeitsmittel, die von außergewöhnlichen Ereignissen betroffen sind, die schädigende Auswirkungen auf ihre Sicherheit haben können, durch die Beschäftigte gefährdet werden können, sind vor ihrer weiteren Verwendung einer außerordentlichen Prüfung durch eine zur Prüfung befähigte Person unterziehen zu lassen. Außergewöhnliche Ereignisse können insbesondere Unfälle, längere Zeiträume der Nichtverwendung der Arbeitsmittel oder Naturereignisse sein.

Gefährdungsbeurteilung Sicht durchführen

Die möglichen Sichtgefährdungen auf einer Baustelle ermitteln – Schutzmaßnahmen in der folgenden Reihenfolge durchführen:

- ▶ **Technisch:** Entscheiden, welche technische Ausstattung notwendig ist – z. B. System zur Sichtverbesserung für die vom Steuerstand nicht einsehbaren Gefahrenbereiche der Maschine. Nutzen Sie hierzu die Beratung der qualifizierten Fachbetriebe.
- ▶ **Organisatorisch:** Regelmäßig Unterweisungen der Beschäftigten durchführen und klare Regelungen für den Maschineneinsatz festlegen – auch für die Prüfung und die Instandsetzung. Einsatz von Einweisern, Abschränkungen und Sicherheitseinweisung durch befähigte Person sicherstellen.
- ▶ **Persönlich:** Persönliche Schutzausrüstung (PSA), wie z. B. Warnwesten, als ergänzende Maßnahme bereitstellen und für deren Benutzung sorgen.

Vorschriften und Regelwerke

5

Betreiber/Arbeitgeber

- ▶ ArbSchG – Arbeitsschutzgesetz
- ▶ BetrSichV – Betriebsicherheitsverordnung
Auszug: Anhang 1 Ziff. 1.5 „Der Arbeitgeber hat vor der ersten Verwendung von mobilen selbstfahrenden Arbeitsmitteln Maßnahmen zu treffen, damit sie
 - e) über geeignete Hilfsvorrichtungen, wie z. B. Kamera-Monitor-Systeme verfügen, die eine Überwachung des Fahrwegs gewährleisten, falls die direkte Sicht des Fahrers nicht ausreicht, um die Sicherheit anderer Beschäftigter zu gewährleisten“
- ▶ TRBS 1111 – Gefährdungsbeurteilung
- ▶ TRBS 1201 – Prüfungen und Kontrollen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen
- ▶ TRBS 2111 Teil 1 – Mechanische Gefährdungen – Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch mobile Arbeitsmittel
Auszug: „3.2.1 Der Arbeitgeber hat technische Maßnahmen zur Vermeidung oder, wenn das nicht möglich ist, zur Reduzierung der Gefährdung von Beschäftigten durch Anfahren, Überfahren oder Quetschen durch mobile Arbeitsmittel aufgrund unzureichender Sichtverhältnisse... insbesondere beim Rückwärtsfahren, zu treffen.
Solche Maßnahmen können z. B. sein:
 - Einsatz von Kamera-Monitor-Systemen, 360-Grad-Kamera-Systemen, Zusatzspiegeln
 - Warnung der Bediener mobiler Arbeitsmittel durch Systeme zur Erkennung von Personen oder Hindernissen, z. B. funkbasierte Anwendungen, ...“
- ▶ DGUV-Regel 100-500, Kapitel 2.12 – Betreiben von Erdbaumaschinen
- ▶ EmpfBS 1113 – Beschaffung von Arbeitsmitteln
- ▶ EmpfBS 1114 – Anpassung an den Stand der Technik

Hersteller

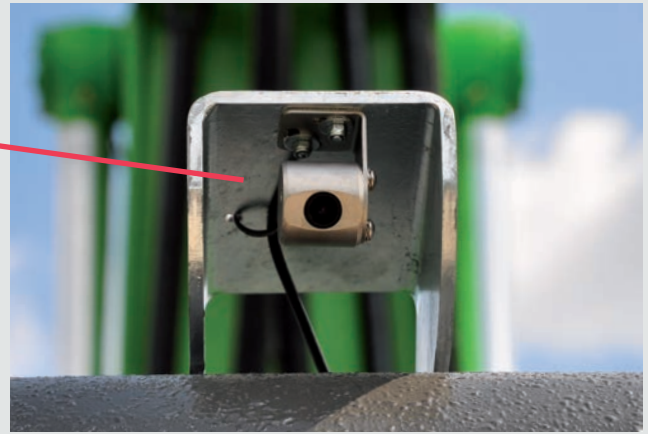
- ▶ ProdSG – Produktsicherheitsgesetz
 - ▶ MRL – EU-Maschinenrichtlinie 2006/42 EG
 - ▶ DIN EN 474 – Erdbaumaschinen – Sicherheit
 - ▶ ISO 5006 – Erdbaumaschinen – Sichtfeld – Testverfahren und Anforderungskriterien
- Hinweis zu DIN EN 474/ISO 5006:
Mit Listung der EN 474-1:2018 im Amtsblatt der EU im März 2019 haben die zwischenzeitlich ausgesetzten Sichtfeldanforderungen wieder Vermutungswirkung!
Ausnahme: Hydraulikbagger – Im europäischen Raum soll gelten, dass Sichthilfsmittel bei Baggern innerhalb der vorderen 180 Grad angebracht werden müssen.
(ISO 5006 lässt aktuell für Bagger bis zu 270 Grad zu.)
- ▶ UNECE R46 – Einrichtungen für indirekte Sicht und deren Anbringung
 - ▶ ISO 15008 – Anforderungen an Display-systeme in Fahrzeugen
 - ▶ ISO 14401 Teil 1 und 2 – Erdbaumaschinen – Spiegel
 - ▶ ISO 16001 – Erdbaumaschinen – Objekterkennungssysteme und Sichthilfsmittel – Leistungsanforderungen und Prüfverfahren
 - ▶ ISO 13766 – Erdbaumaschinen – Elektromagnetische Verträglichkeit von Maschinen mit internem elektrischen Bordnetz
 - ▶ ISO 15998 – Erdbaumaschinen – Maschinensteuerungssysteme (MSS) auf der Basis von elektronischen Bauteilen – Anforderungen und Prüfungen für die funktionale Sicherheit

▶ **Empfehlungen zur Verbesserung der Sicht**
siehe auch Seite 5

6 Geeignete Montagepunkte für die KMS-Nachrüstung

► Montagebeispiele aus der Praxis

A



► Montageposition einer Heckkamera mit zusätzlichem Schutzgehäuse.



► Montageposition einer Seitenbereichskamera zur Spiegelergänzung.

Vor der KMS-Montage prüfen, ob herstellerseitig bereits:

- ▶ Montagepunkte für Kamera und Monitor an der Maschine festgelegt und vorbereitet;
- ▶ Kabelführungen sowie Kabelverbindungen werkseitig vorhanden sind?



Vor Montagearbeiten unbedingt beachten:

- ▶ ROPS/TOPS dürfen nicht als Montagepunkte verwendet, z. B. angebohrt werden. Unbedingt geeignete Sonderhalter einsetzen – siehe Foto unten.

B



- ▶ Seitenkamera mit abweisendem Metallgehäuse – ohne kantige Halterungen die sich z. B. an Buschwerk verhaken können.



- ▶ Zusätzlicher Monitor mit Sonderhalter – direkt im Blickfeld platziert, ohne Beeinträchtigung der direkten Sicht.



- ▶ Zwei Kameras für rechte Seite eines Telehandlers – ermöglichen Sicht nach vorne und hinten in den Gefahrenbereich.



- ▶ Montiertes Kamera-Schutzgehäuse – für zusätzlichen Schutz der Rückfahrkamera gegen Diebstahl und Beschädigung.

Vor der KMS-Montage nachlesen: Bedienungsanleitungen

- ▶ Bedienungsanleitungen von der Bau-
maschine **und** vom Kamera-Monitor-System.



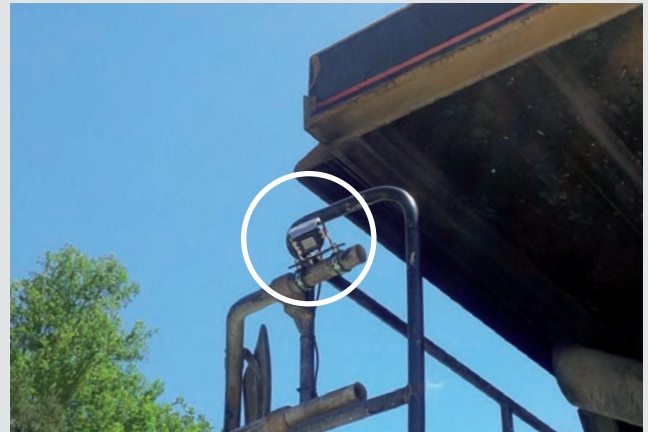
Zertifikate

- ▶ Zertifikate des Kamera-Monitor-Herstellers
geben Sicherheit!

C



- ▶ Montagepunkt einer Kamera am Fahrzeugheck.



- ▶ Frontsichtkamera an einem Muldenkipper.



- ▶ Monitor in der Fahrerkabine mit Darstellung der Aufnahme
einer Heckkamera.



- ▶ Montagepunkt 3D-Kamerasensoren (3D-Sensoren mit
integriertem KMS für intelligente Objekterkennung).

7

Kabellose Bildübertragung im Akkubetrieb

► Alternative Kamera-Monitoranbindung bei langen Anschlusswegen

Oft müssen Kameras an weit voneinander entfernten Montagepunkten mit Monitoren verbunden werden. Dabei können lange Wege und anfällige Umlenkpunkte den Einsatz üblicher Kabelverbindungen behindern .

Digitale Funksysteme für die kabellose Übertragung von Bilddaten bieten hier mittels robuster Sender-/Empfänger-Einheiten praxisingerechte Lösungen.



Am Knickarm montierte Funkkamera zur direkten Kontrolle der Arbeiten im Einsatzbereich eines Grabenräumlöffels.

Der Einsatz digitaler Funksysteme zur kabellosen Bildübertragung ist z.B. gekennzeichnet durch:

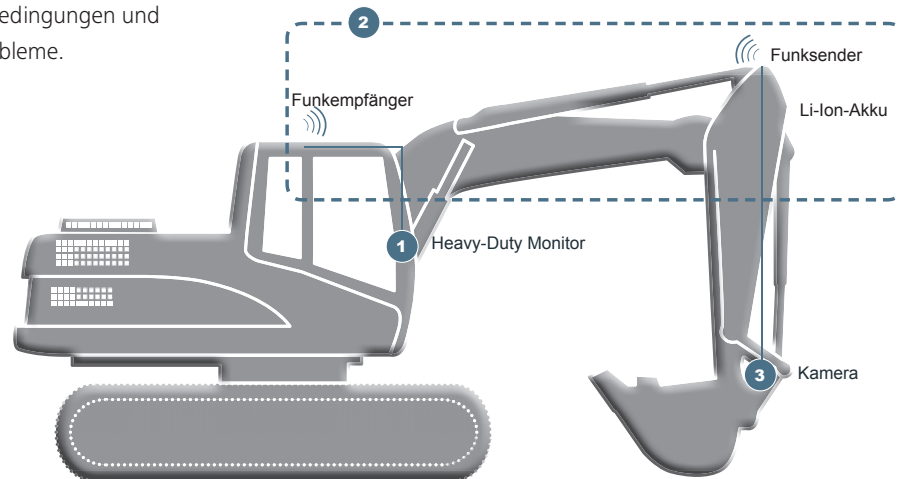
- Keine Kabelverlegung an der Maschine
- Einsatzzeit von bis zu 23 Stunden
- Störungsunempfindlich durch Frequenzsprungverfahren
- Anwendbarkeit für alle Baumaschinenarten
- Einfache, flexible Montage
- Schock- und Vibrationsfestigkeit der kompletten Systemeinheit inklusive integriertem Akkubetrieb
- Geringer Stromverbrauch
- Robuster M12 Industriesteckverbinder
- Wetter- und umweltgeschützte Systemkomponenten (IP 67K)



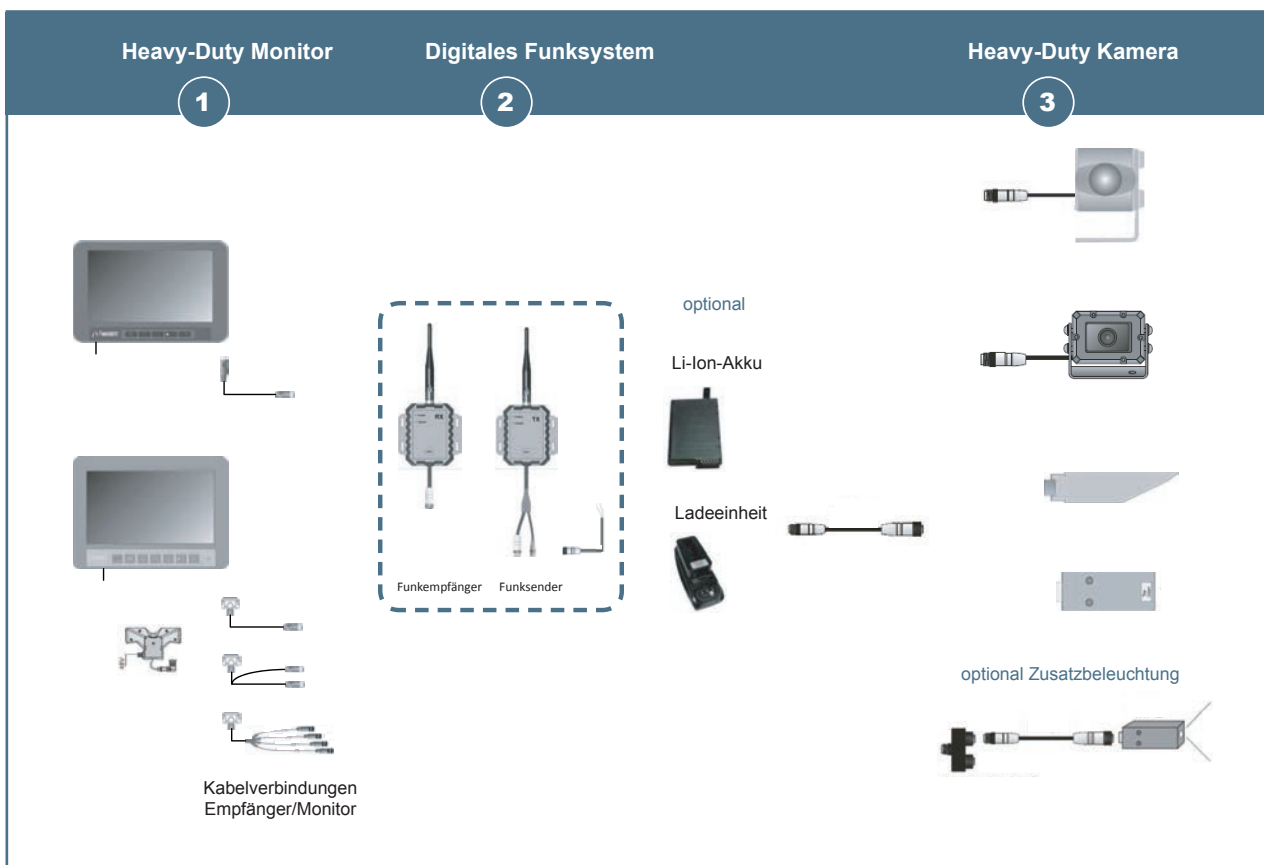
Radlader mit hoher Spezialschaufel – dadurch stark eingeschränkte Sicht nach vorn – und montierter Kamera mit Funkanbindung.

► Kabellose Bildübertragung im Akkubetrieb

Über kompakte Funkeinheiten werden digitale Signale einer Kamera über kurze und lange Distanzen schnell und ohne Verzögerung an einen Monitor gesendet. Systemabhängig erlauben bis zu 10 parallel betriebene Gerätepaare eine hohe Flexibilität bei der Anpassung an unterschiedlichste Maschinen, Einsatzbedingungen und Sichtprobleme.



► Systembeispiel





Fördermöglichkeiten

8

► Nachrüstung mit Kamera-Monitor-Systemen

Informieren Sie sich, nutzen Sie die aktuellen Förderangebote Ihrer Berufsgenossenschaft!
Alle wichtigen Informationen zu den Voraussetzungen, Prämienhöhen, Anmeldebögen usw.
erfahren Sie bei der für Ihren Betrieb zuständigen Berufsgenossenschaft.

Die BG BAU und die VBG unterstützen ihre Mitglieder:



[https://www.bgbau.de/service/angebote/
arbeitsschutzpraemien/](https://www.bgbau.de/service/angebote/arbeitsschutzpraemien/)
Telefon: 04321/9692-502



Präventionsfeld Glas und Keramik
www.vbg.de/praemie
Telefon: 040/5146-7778

Diese Broschüre wurde im Netzwerk Baumaschinen entwickelt.

Herausgeber:

Netzwerk Baumaschinen der Offensive Gutes Bauen
www.netzwerk-baumaschinen.de

Die Offensive Gutes Bauen ist Bestandteil der nationalen Initiative Neue Qualität der Arbeit

In Zusammenarbeit mit:

BAuA - Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BG BAU - Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft
BG RCI - Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie
BMAS - Bundesministerium für Arbeit und Soziales
IG BAU - Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt
SVLFG - Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau
UK NRW - Unfallkasse Nordrhein-Westfalen
VDGAB - Verein Deutscher Gewerbeaufsichtsbeamter e.V.

Koordination und Kontakt:

Wilhelmshöher Allee 262, 34131 Kassel, Fon: 0561 81041-11
info@netzwerk-baumaschinen.de

Bildnachweis:

Titelseite: Brigade Elektronik GmbH; S. 4: MIRO-Fotowettbewerb 2014_Heinke; S. 5: fact3 e.k.;
S. 6: Motec GmbH, fact3 e.K.; S. 7: Mekratronics GmbH, fact3 e.K.; S. 8: Mekratronics GmbH;
S. 9: Brigade Elektronik GmbH, S. 10: Mekratronics GmbH, fact3 e.K.; S. 11: fact3 e.K., Motec
GmbH; S. 14: Motec GmbH; S. 15: Brigade Elektronik GmbH, S. 16: Mekratronics GmbH, Sick AG;
S. 17-19: Motec GmbH

Keine Haftung und keine Garantie für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben.
Änderungen vorbehalten. Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit vorheriger schriftlicher
Zustimmung Netzwerk Baumaschinen fact3. Stand 08/2019