

# Einsatz von Kamerasystemen zur Überwachung von Schutzräumen an Maschinen und Anlagen

Berthold Heinke, Maschinenbau- und Metall-BG

Bei der Absicherung von Gefahrstellen an Maschinen und Anlagen werden in der Sicherheitstechnik derzeit die bekannten Systeme wie „trennende verriegelte Schutzeinrichtungen“ (z. B. Umzäunung mit steuerungstechnisch abgesicherten Zugängen) sowie nicht „trennende Schutzeinrichtungen optischer Art“ (z. B. Lichtgitter oder Laserscanner) verwendet. Kamerasysteme, die in der Produktions- und Überwachungstechnik bekannt und etabliert sind, wurden bisher noch nicht für sicherheitstechnische Anwendungen eingesetzt. Dies ist u.a. darin begründet, dass in der Vergangenheit der Nachweis einer Eignung für derartige Aufgaben noch nicht erbracht wurde.

Aus nachfolgenden Gründen ließ sich die bisherige vorhandene Kameratechnik nicht zur Überwachung von Gefahrstellen einsetzen

- Die Bilderfassung erfolgt nicht sicherheitsgerichtet im Sinne der Fehlerbetrachtung der europäischen Richtlinien und Normen für die Auslegung sicherer Maschinen und Anlagen
- Die Bildauswertung sowie die daraus abzuleitende Reaktion für den Maschinenzklus muss durch den Bediener durchgeführt werden (visuelle Kontrolle)
- Die Bildauswertung erfolgt mit nicht sicherheitsgerichteten Algorithmen

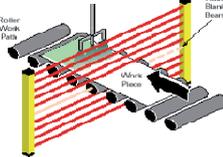
**Kamera zur Überwachung von Schutzräumen**

**Ziel:**

Überwachung eines Gefahrenbereiches durch Kamerasysteme

vollständiges Ersetzen von Lichtgittern, Schutzzäunen etc.

**Barrierefreie, aber sichere Überwachung von Gefahrenbereichen**

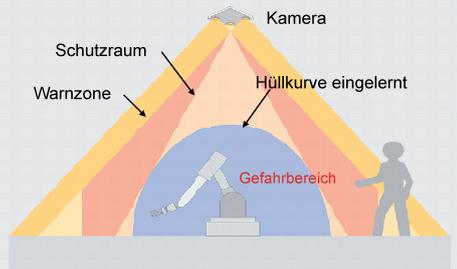
© Autor: Dipl.-Ing. B. Heinke, MMBG © MMBG / HWBG 2

Damit sich Kamerasysteme jedoch auch in der Maschinen- und Anlagentechnik zur Absicherung von Gefahrstellen einsetzen lassen, müssen sie demnach drei Voraussetzungen erfüllen:

- Eine sichere Bilderfassung
- Ein automatisches und sicheres Erkennen von Menschen in einem definierten Gefahrenbereich
- Eine sicherheitsgerichtete Einbindung in die Steuerung einer Maschine oder Produktionsanlage

Das anzustrebende Sicherheitsniveau muss gewährleisten, dass ein Einsatz in Maschinensteuerungen ermöglicht wird, in denen Steuerungsfunktionen die Anforderungen der Kategorie 3 gem. DIN EN 954-1, des Performance Level d gem. EN ISO 13849-1 oder SIL 2 gem. EN 61508 erfüllen müssen.

**Gleiches Sicherheitsniveau wie bisherige Lösungen ?**



**ZIEL:** Kat. 3 gem. DIN EN 954-1,  
PL = d gem. EN ISO 13849-1  
SIL 2 gem. EN 61508

© Autor: Dipl.-Ing. B. Heinke, MMBG © MMBG / HWBG 7

Da ein derartiges „Sicherheitskamerasystem“ zum Entwicklungszeitpunkt nicht auf dem Markt verfügbar war, wurde zwischen der Prüf- und Zertifizierungsstelle des FA-MHHW und der Fa. Pilz GmbH & Co. KG vereinbart, eine entwicklungs begleitende Prüfung durchzuführen. Aufgrund der Einbettung der berufsgenossenschaftlichen Prüf- und Zertifizierungsstelle in den Fachausschuss MHHW konnten bei der Durchführung der Prüfung die Erfahrungen und Kenntnisse aus

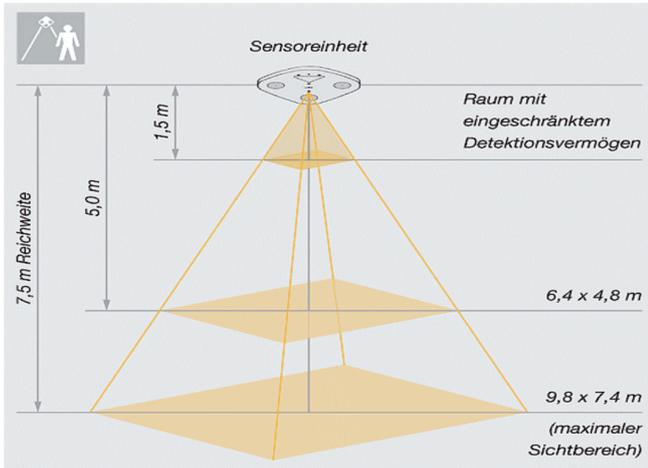
- Anforderungen der betrieblichen Praxis
- Unfalluntersuchungen,
- der Mitarbeit in der nationalen, europäischen und internationalen Normung,
- der Prüfung technischer Arbeitsmittel

frühzeitig in die praxis- und sicherheitsgerechte Produktentwicklung im Sinne des Präventionsauftrages einfließen. Zusätzlich wurden umfangreiche optische Versuche definiert und durchgeführt, die aus den jeweiligen Produktionsbedingungen der Mitgliedsbetriebe der Maschinenbau- und Metall-BG sowie der Hütten- und Walzwerks- BG abgeleitet wurden.

## Realisierung eines sicheren Kamerasystems

Ein Kamerasystem für sicherheitstechnische Aufgaben muss Bilder sicher erfassen, auswerten und sicherheitsgerichtet so verarbeiten, dass hieraus notwendige Reaktionen in der nachgeordneten Maschinensteuerung erfolgen können. Die notwendigen elektronischen Anforderungen unterscheiden sich hierbei

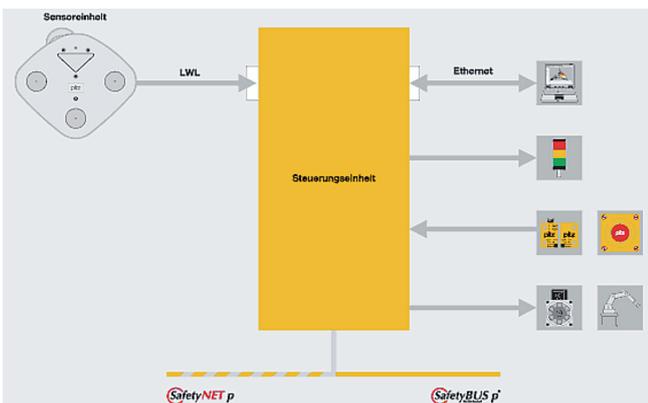
nicht von den Anforderungen eines Sicherheitsbussystems oder einer Sicherheits - SPS. Die Bilderfassung sowie die notwendige Bildverarbeitung und die Bildauswertung erfordern jedoch den Einsatz von Algorithmen, die bisher noch nicht in der Sicherheitstechnik verwendet wurden. Darüber hinaus sind die „optischen Umwelteinflüsse“ einer Produktionsanlage derart zu berücksichtigen, dass Sicherheit und Verfügbarkeit gleichermaßen gewährleistet werden.



SafetyEye Detektionsvermögen

Das realisierte Kamerasystem besteht aus drei Basis-Komponenten: der Sensoreinheit, einem Hochleistungsrechner sowie einer Sicherheitssteuerung. Die Sensoreinheit selbst beinhaltet drei hochdynamische Kameras und liefert die Bilddaten des zu überwachenden Raumes. Die Auswerteeinheit besteht aus einem Hochleistungsrechner, der über Lichtwellenleiter die Bilddaten der Kameras empfängt. Er berechnet anhand hochkomplexer und sicherer Algorithmen ein dreidimensionales Bild, so dass Objekte räumlich erkannt und ihre Position exakt bestimmt werden können.

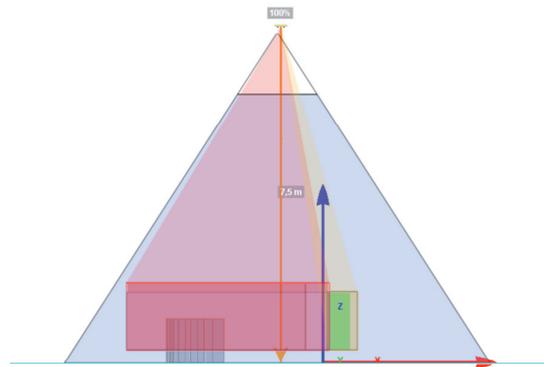
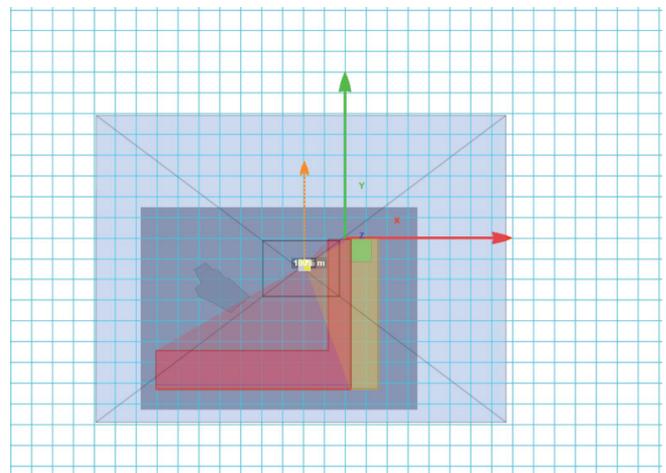
Diese Daten werden mit den im System konfigurierten Schutzräumen überlagert, so dass berechnet werden kann, ob eine Schutzraumverletzung vorliegt. Die Ergebnisse der Bildverarbeitung werden an eine integrierte Sicherheitssteuerung PSS übergeben, die mit ihren Ein- und Ausgängen als Schnittstelle zur Maschinensteuerung dient und den kompletten Betrieb von SafetyEYE steuert. Bei einer Schutzraumverletzung werden die konfigurierten Ausgänge sicherheitsgerichtet ausgeschaltet.



Prinzipieller Aufbau des sicheren Kamerasystems SafetyEYE

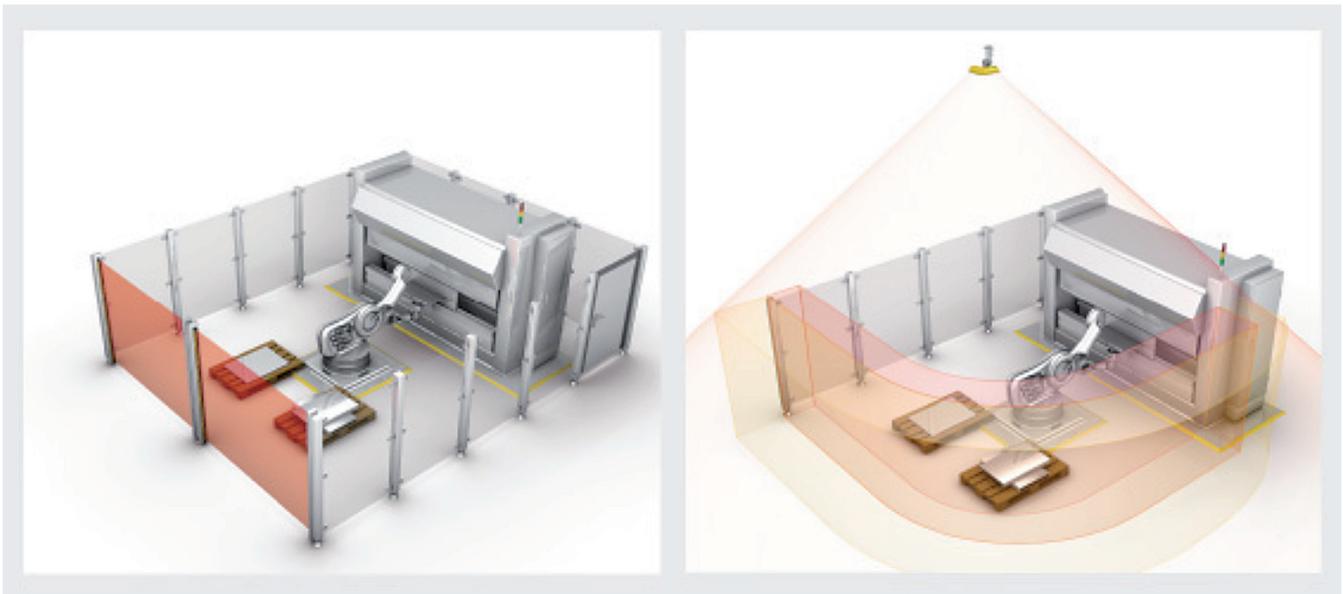
Eine Vernetzung des Kamerasystems innerhalb einer komplexen Anlagen- oder Maschinensteuerung kann über die Sicherheitsbussysteme SafetyBUSp oder SafetyNet p erfolgen.

Neben den Anforderungen an die Bildaufnahme und der sicherheitsgerichteten Verarbeitung ist bei einem Sicherheitskamerasystem insbesondere zu beachten, dass nicht ein zweidimensionales Schutzfeld überwacht wird, sondern – ähnlich wie bei einer Käseglocke – ein dreidimensionales Schutzfeld. Hieraus resultieren besondere Anforderungen an das Parametriersystem und an die optische Anzeige des Schutzraumes. Ein Bediener kann einen Schutzraum nicht erkennen, da keine „dreidimensionale Markierungen“ vorhanden sind. Es ist somit ein komfortables Parametrierprogramm für die Erstellung dreidimensionaler Schutzräume erforderlich. Die Anforderungen für eine bedienergerechte Umsetzung müssen erprobten Bedienkonzepten vorhandener Maschinen und Anlagen entsprechen.



Planung mit dem SafetyEYE Configurator

Für die Schutzraumkonfiguration wird eine speziell entwickelte Software verwendet, die es auch ermöglicht, bereits in der Projektierungsphase geometrische Abmessungen der Schutzbereiche mit der tatsächlichen Maschinengeometrie abzugleichen, um Schutz- oder Warnräume zu realisieren und zu parametrieren. Schutz- und Warnräume können zu komplexen Raumordnungen zusammengefasst werden. In Abhängigkeit von verschiedenen Betriebsarten einer Maschine können unterschiedliche Raumordnungen während des Arbeitszyklus der Maschine dynamisch über das sichere Bussystem SafetyBUSp oder die digitalen Eingänge der Sicherheitssteuerung PSS umgeschaltet werden.



Gegenüberstellung: Schutzzaunkonzept – Kamerasystem

### Anwendung von sicherheitsgerichteten Kamerasystemen

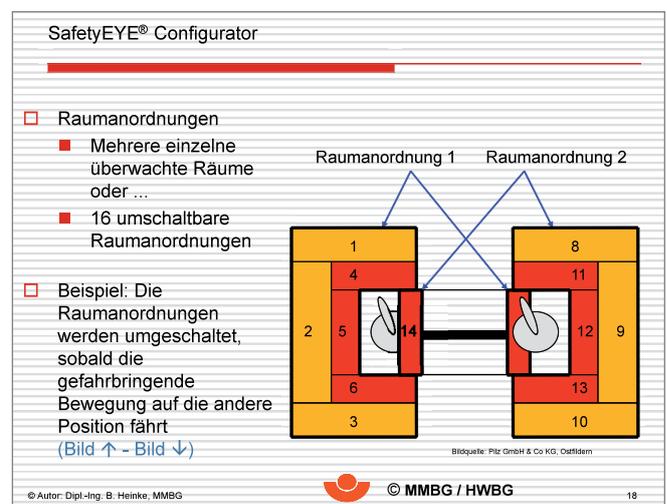
Für die Absicherung von Gefahrstellen an Maschinen und Anlagen werden in der Regel unterschiedliche optische Schutzrichtungen wie Lichtschranken, Lichtgitter und Laserscanner verwendet. Mit diesen sicherheitstechnischen Lösungen lassen sich jedoch keine Räume, sondern lediglich Ebenen überwachen. Zur Innenraumüberwachung von Arbeitsstationen müssen häufig zusätzliche Schutzeinrichtungen wie z. B. Trittmatten eingesetzt werden, um eine lückenlose Überwachung des Gefahrenbereiches zu realisieren. Diese häufig große Anzahl der unterschiedlichen Komponenten und deren komplexe Beschaltung beeinträchtigt die Verfügbarkeit und lässt eine notwendige Flexibilität für die Absicherung von Gefahrenbereichen bei geänderten Produktionsabläufen vermissen.

Ein sicherheitsgerichtetes Kamerasystem kann die Überwachung eines oder sogar mehrere Gefahrenbereiche mit einem einzigen System, welches gleichzeitig die Funktionen „Steuern, Überwachen und Sicherheitsgerichtet Schalten“ beinhaltet, übernehmen.

Eine mit dem Kamerasystem SafetyEYE abgesicherte Arbeitsstation beispielsweise wirkt völlig offen. Gitter, Zäune oder Absperrungen sind nicht mehr vorhanden. Die Sensoreinheit überwacht aus der Vogelperspektive die Arbeitsstation und hat den gesamten Gefahrenbereich im Blick. Eventuelle Manipulationen sind damit von vornherein nahezu ausgeschlossen. Über einen Monitor, auf welchem die Dreidimensionalen Warn- und Schutzfelder als farbige, halbtransparente Würfel und Quader dargestellt werden, kann eine Visualisierung erfolgen.

Die Gefahrenbereiche sind in Form einer virtuellen Hüllkurve, die Warn- und Schutzräume einschließt, definiert. Eine Schutzraumverletzung führt nicht automatisch zum Not-Stopp. Bei Verletzen des Schutzraumes, indem z. B. ein Mitarbeiter in diesen Raum eintritt, kann über die Steuerungstechnik die Ersatzmaßnahme „Reduzierte Geschwindigkeit“ eingeleitet werden. Bei anschließendem Verlassen des Schutzfeldes kann

mit normaler Geschwindigkeit weitergearbeitet werden. Nur wenn der Mitarbeiter den unmittelbaren Gefahrenbereich betritt, erfolgt ein Not-Stopp. Somit kann mit einem sicheren Kamerasystem eine passgenaue und flexible Anlagensteuerung und -absicherung erfolgen.



### Zusammenfassung:

Kamerasysteme werden in der Zukunft eine wichtige Erweiterung und Ergänzung der bestehenden Schutzeinrichtungen darstellen, sofern die o.g. Kriterien für die Eignung als „Sicherheitskamerasystem“ eingehalten und nachgewiesen werden. Im Vergleich zu herkömmlicher Sensorik bietet ein sicheres Kamerasystem deutlich mehr: Steuern, Schützen und Überwachen mit nur einem System. Durch die Überwachung von mehreren voneinander unabhängigen Schutzräumen ist eine kostengünstige und flexible Konfiguration von Schutzbereichen möglich.

Die derzeitige Entwicklung des Kamerasystems SafetyEYE der Fa. Pilz kann hier als ein weiterer Meilenstein bei der Entwicklung zukunftssträchtiger Schutzeinrichtungen angesehen werden.

**Bildnachweis:**

Für die Veröffentlichung der verwendeten Bilder liegt eine Genehmigung der Fa. Pilz GmbH & Co KG, Ostfildern vor.