

WHITEPAPER

Januar 2026

Inhalt

1	Einführung	3
2	Videosicherheit in Fahrzeugen	3
3	Wichtige Überlegungen zum Einsatz von Onboard-Kameras	5
3.1	Lichtverhältnisse	5
3.2	Belebtes Umfeld	5
3.3	Vibrationen	6
3.4	IP-Schutzklasse	6
3.5	Stromversorgung	6
3.6	Integration	6
3.7	Elektromagnetische Störfestigkeit	6
4	Sichtfeld	7
5	Cybersicherheit	7
6	Zertifikate	8

1 Einführung

Die Onboard-Kameras von Axis wurden speziell für den Einsatz in den verschiedensten Fahrzeugen entwickelt, darunter Züge, Straßenbahnen, Busse, Lkw, Einsatzfahrzeuge, Bergbaumaschinen und andere bewegliche Betriebsmittel, die langlebige Technologie erfordern. Diese Kameras sind für eine zuverlässige Funktion unter besonderen und schwierigen Bedingungen konzipiert und entsprechen den strengen Industriestandards und Vorschriften, die für die Installation in Schienen- und Straßenfahrzeugen gelten.

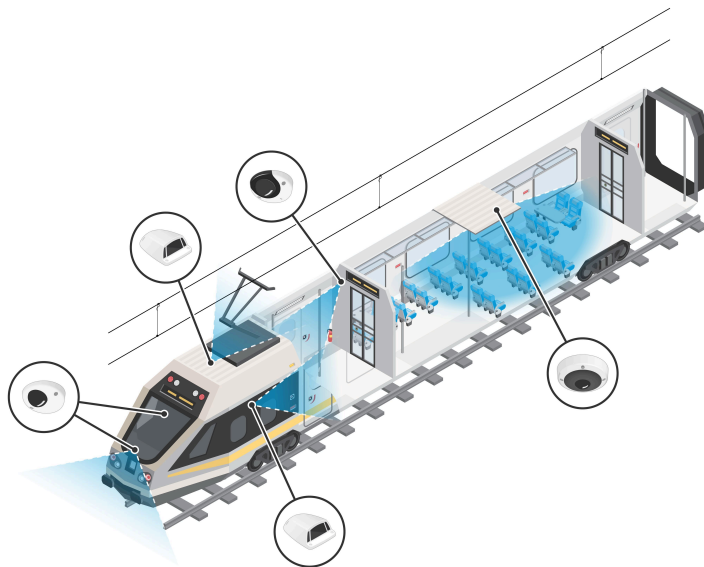
Dieses Whitepaper bietet einen kurzen Überblick über die technischen Aspekte der Onboard-Kameras von Axis. Es umreißt wesentliche Merkmale, wichtige Überlegungen und den erforderlichen robusten Cybersicherheitsansatz für eine optimale Leistung von Onboard-Videosicherheitslösungen.

2 Videosicherheit in Fahrzeugen

Videosicherheitslösungen für Fahrzeuge werden zunehmend eingesetzt, um die Sicherheit von Fahrgästen und Fahrpersonal zu erhöhen, Straftaten und Vandalismus vorzubeugen bzw. wertvolles Beweismaterial zu liefern. Onboard-Kameras erlauben die direkte Überwachung in Echtzeit sowie die anschließende Analyse nach einem Sicherheitsvorfall, um Beschäftigte, Fahrgäste, Fahrzeuge und Ausstattung zu schützen.

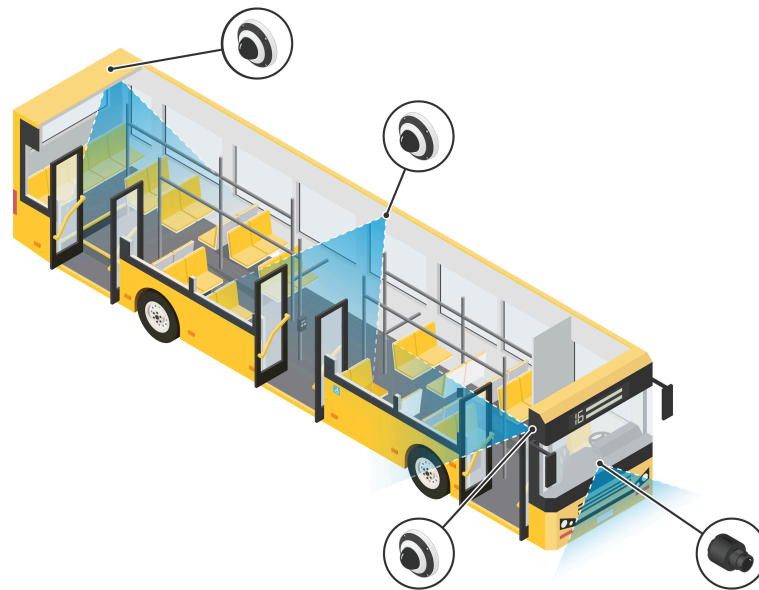
Um in Innenräumen von Verkehrsmitteln dauerhaft eine hervorragende Bildqualität zu gewährleisten, müssen Onboard-Kameras über lange Zeiträume starken Vibrationen standhalten, eine zuverlässige Stromversorgung und Datenübertragung sicherstellen und bei allen Lichtverhältnissen gut funktionieren. Obwohl diese Anforderungen in gleichem Maße für Geräte gelten, die im Schienen- oder im Straßenverkehr zum Einsatz kommen, unterscheiden die gesetzlichen Vorgaben in der Regel zwischen Schiene und Straße. Außerdem kann es regionale Unterschiede geben. Natürlich ist die Einhaltung regionaler Standards für Brandschutz und elektromagnetische Verträglichkeit unerlässlich.

Die robuste Konstruktion der Onboard-Kameras von Axis ist darauf ausgelegt, Stößen und Vibrationen standzuhalten (gemäß der Norm EN 50155) und Brandschutzvorschriften wie EN 45545-2 oder NFPA 130 zu erfüllen. Wir bieten sowohl Kameras für den Innen- als auch für den Außenbereich mit verschiedenen Objektivoptionen für individuelle Anforderungen an.



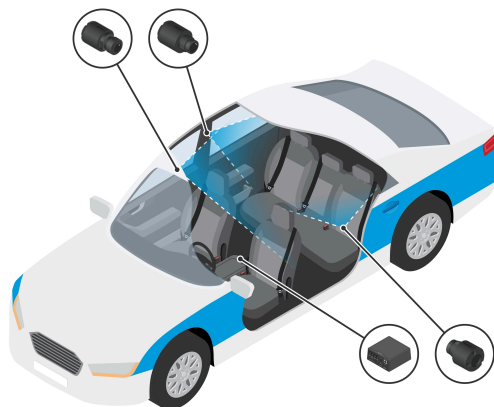
Verschiedene Typen von Onboard-Kameras in und an einem Zug.

Die Axis Kameras für Busse bieten ebenfalls mehrere Objektivoptionen. Bei Kombination mit für den Außenbereich geeigneten Gehäusen trotzen diese Kameras selbst widrigen Witterungsbedingungen und erlauben sogar den Außeneinsatz am Bus.



Modulare Kameras in und an einem Bus.

Die modularen Kameras von Axis ermöglichen eine flexible Installation und unterstützen auch die Installation in anderen Fahrzeugen wie Krankenwagen, Sicherheitsfahrzeugen oder Lastwagen. Auf der Basis eines verteilten Kamerakonzepts werden Haupteinheit, Sensor und Kabel ganz nach den individuellen Anforderungen für ein vollständig modulares System ausgewählt.



3 Wichtige Überlegungen zum Einsatz von Onboard-Kameras

Kameras, die für den Einsatz in und an Fahrzeugen vorgesehen sind, müssen Temperaturschwankungen, Vibrationen und elektromagnetischen Störungen standhalten. Darüber hinaus können sich wechselnde Lichtverhältnisse als Herausforderung erweisen. Typische Szenen sind in der Regel komplex und dynamisch.

Typische Merkmale einer Onboard-Kamera sind:

- Robustes Gehäuse (häufig aus Metall)
- Haltbare Komponenten und Anschlüsse
- Breite Temperaturtoleranz
- Eindringenschutz gegen Staub und Wasser sowie Stoßfestigkeit (IP- und IK-Schutzklassen)
- Vibrationsfestigkeit (robuste Konstruktion)

Onboard-Kameras sollten mit einem angemessenen Schutz gegenüber Umwelteinflüssen ausgelegt werden, über vibrationsfeste Steckverbindungen verfügen und Technologien zur Kompensation schwieriger Lichtverhältnisse nutzen. Idealerweise sollten sie zusätzlich vandalismusgeschützt sein und eine Funktion zur Meldung von Manipulationsversuchen besitzen. In vielen Umgebungen werden kleine und unauffällige Kameras bevorzugt.

3.1 Lichtverhältnisse

Onboard-Kameras müssen sich an unterschiedliche Lichtverhältnisse anpassen können. Bei äußerst schwierigen Lichtverhältnissen, wie beispielsweise dunklen Lichtbedingungen, Flimmern oder starkem Gegenlicht, sind Kameras auf spezielle Techniken zur Kompensation angewiesen.

Die Kameras von Axis nutzen extrem leistungsfähige WDR-Techniken, um Details in dunklen Bereichen einer Szene sichtbar zu machen, ohne dabei hellere Bereiche übermäßig zu belichten. Mehr über WDR-Techniken können Sie auf whitepapers.axis.com/de-de/wide-dynamic-range lesen

Axis Lightfinder bietet darüber hinaus die Möglichkeit, Vollfarbbilder bei extrem wenig Licht aufzunehmen. Mehr über Lightfinder können Sie auf whitepapers.axis.com/de-de/lightfinder lesen

Der Ampelmodus ermöglicht schließlich die Unterscheidung von farbigen Ampelsignalen bei schwacher Beleuchtung.

3.2 Belebtes Umfeld

Analysefunktionen können wertvolle Erkenntnisse liefern und Ihnen dabei helfen, den Passagierfluss zu überwachen und die Abläufe bei Ein- und Ausstieg zu optimieren. Analysefunktionen von Drittanbietern erlauben zudem die Belegungsüberwachung oder Erkennung zurückgelassener Gegenstände.

Die Implementierung von Analysefunktionen in Onboard-Kameras ist jedoch komplex. Die Einsatzumgebung birgt einzigartige Herausforderungen. Dazu gehört beispielsweise, dass sich die Szenerie ständig ändert, wenn man aus dem Fenster eines fahrenden Fahrzeugs blickt. Menschenmengen und Vibrationen tragen weiter zu diesen äußerst dynamischen Szenen bei. Zusätzlich können die häufig eher niedrigen Decken von Fahrzeugen Analysefunktionen beeinträchtigen. Ebenfalls komplexer gestaltet sich die Analyse bei einer Installation der Kamera außen am Fahrzeug, da dann die relevanten Witterungsbedingungen berücksichtigt werden müssen.

Bevor Sie Analyselösungen in Onboard-Kameras einsetzen, ist es unerlässlich, deren Eignung für den vorgesehenen Verwendungszweck zu testen und zu validieren.

3.3 Vibrationen

Der Begriff *robust* oder *widerstandsfähig* wird im Zusammenhang mit Onboard- und modularen Geräten von Axis verwendet, um deren Langlebigkeit und Stabilität in Umgebungen mit starken Vibrationen wie in Fahrzeugen oder in Maschinen bzw. in deren Nähe zu beschreiben. Robuste Geräte sind so konstruiert, dass ihre Funktion während der gesamten Lebensdauer unter diesen schwierigen Bedingungen erhalten bleibt.

Die Onboard-Kameras sind mit robusten Halterungen, flexiblen Anschlüssen sowie stoß- und vibrationsfesten Komponenten ausgestattet. Dadurch wird sichergestellt, dass die Kamera trotz der Herausforderungen des Schienen- oder Straßenverkehrs stets funktionsfähig bleibt und weiterhin Bilder in hoher Qualität liefert.

M12-Steckverbinder an Netzkabeln bieten eine sichere, weniger vibrationsanfällige Verbindung als herkömmliche RJ-45-Steckverbinder. Das Gewinde eines M12-Steckverbinders gewährleistet konstruktionsbedingt einen festen Sitz, was in Umgebungen mit starken Vibrationen von entscheidender Bedeutung ist, in denen sich herkömmliche Steckverbinder mit der Zeit lösen können. Auch der Innenaufbau unterscheidet sich von dem eines RJ-45-Steckverbinders.

In modularen Onboard-Kameras werden SMA-FAKRA-Steckverbinder für das Kabel zwischen Haupteinheit und Sensoreinheit verwendet, um Vibrationen standzuhalten und eine robuste Installation zu gewährleisten.

3.4 IP-Schutzklasse

Die meisten Bordkameras entsprechen der Schutzklasse IP66/67, wodurch Schutz vor Staub und Wasser gewährleistet ist. Das bedeutet jedoch nicht, dass sie für den Außenbereich geeignet sind.

Für den Außenbereich geeignete Kameras von Axis sind an der Endung „-E“ im Produktnamen zu erkennen, die anzeigt, dass diese ohne zusätzliche Gehäuse sofort für den Außeneinsatz geeignet sind. Sie erfüllen spezifische Anforderungen, darunter die Verwendung von UV-beständigen Materialien und die Feuchtigkeitsbeständigkeit bei minimaler innerer Kondensation.

Die meisten Onboard-Kameras sind nicht für den Einsatz in Außenbereichen vorgesehen. Eine Kamera an der Außenseite eines Fahrzeugs, beispielsweise eines Zuges, ist extremeren Vibrationen und Windbedingungen ausgesetzt als die meisten Außenkameras.

3.5 Stromversorgung

Onboard-Kameras erfordern eine zuverlässige Stromversorgung. Die Onboard-Kameras von Axis werden per Power over Ethernet (PoE) mit Strom versorgt, sodass keine separaten Stromkabel erforderlich sind. Der Switch übernimmt die Stromversorgung der Geräte und bezieht dabei selbst nur einen minimalen Strom. PoE vereinfacht die Installation und reduziert Ausfallzeiten.

3.6 Integration

Alle Videoprodukte von Axis verfügen über eine Schnittstelle für die Anwendungsprogrammierung (Application Programming Interface, API) namens VAPIX®. VAPIX ermöglicht während der Entwicklung die einfache Integration von Netzwerk-Videoprodukten von Axis und ihrer integrierten Funktionen in andere Software-Lösungen. So lassen sich die Kameras beispielsweise in spezifische Videosysteme für den Schienen- oder Straßenverkehr integrieren. Außerdem sind alle Kameras von Axis ONVIF®-konform, sodass sie unabhängig vom Hersteller gemeinsam mit anderen Netzwerk-Videoprodukten eingesetzt werden können.

3.7 Elektromagnetische Störfestigkeit

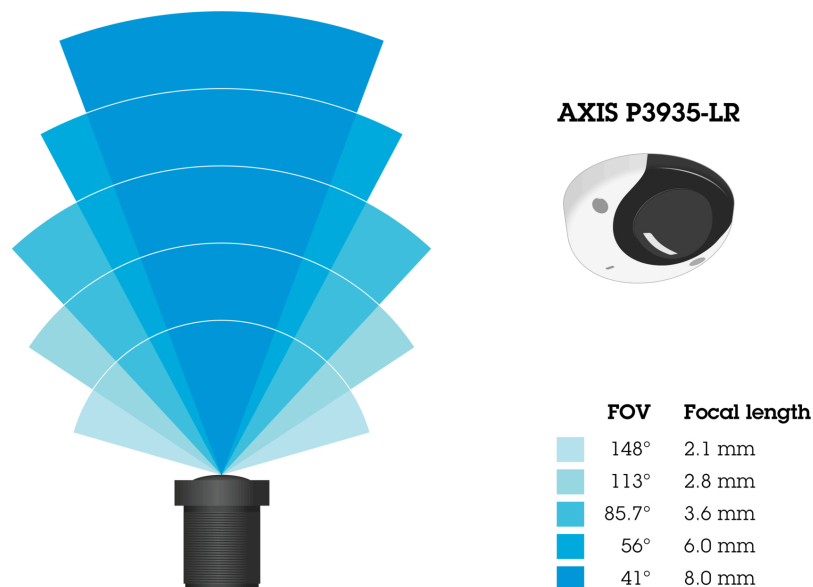
Der Einsatz von Kameras im Innenraum von Fahrzeugen kann hinsichtlich elektromagnetischer Störungen (Electromagnetic Interference, EMI) sowie des zuverlässigen Betriebs bei starken elektromagnetischen Feldern herausfordernd sein. Bahnanwendungen sind mit zahlreichen EMI-Quellen verbunden, darunter Hochfrequenzsignale von Kommunikationssystemen und elektromagnetische Impulse, die von Traktionsmotoren und anderen elektrischen Anlagen erzeugt werden.

Zur Bewältigung dieser Herausforderungen kommen bei Onboard-Kameras verschiedene EMV-Konstruktionsprinzipien zur Anwendung, wie z. B. die Abschirmung (mit Metallgehäusen oder Abschirmmaterialien zur Reduzierung elektromagnetischer Strahlung), die Filterung, um unerwünschte Frequenzen zu unterdrücken und Störungen zu vermeiden, sowie die ordnungsgemäße Erdung der Elektronik in der Kamera, um elektrostatische Entladungen zu verhindern.

4 Sichtfeld

Onboard-Kameras bieten verschiedene Sichtfeldoptionen, die eine umfassende Abdeckung gewährleisten sollen.

- Panorama-Kameras liefern einen breiten Überblick und eignen sich daher ideal für die allgemeine Videosicherheit.
- Kleine Fixed-Dome-Kameras oder modulare Kameras bieten Flexibilität bei Montage und Ästhetik.
- Durch austauschbare Objektive lässt sich das Sichtfeld an spezifische Sicherheitsanforderungen anpassen, wie zum Beispiel das Fokussieren auf die Fahrertür. Außerdem erhalten Sie mit den austauschbaren Objektiven der Onboard-Kameras von Axis stets das optimale Sichtfeld.



Horizontales Sichtfeld der verfügbaren Objektive für spezifische Axis Onboard-Kameras.

5 Cybersicherheit

Cybersicherheit ist bei Onboard-Kameras von besonderer Wichtigkeit, da diese häufig an Orten installiert werden, die öffentlich physisch zugänglich sind. Kameras, die als Zugangspunkte zu größeren Netzwerken dienen, bergen potenzielle Risiken. Sie müssen daher vor unbefugten Netzwerkzugriffen geschützt werden.

Robuste Sicherheitsfunktionen schützen die Onboard-Kameras von Axis vor Cyberangriffen und gewährleisten die Integrität des Netzwerks. Dazu gehören zum Beispiel:

- Regelmäßige Bereitstellung von Updates für Gerätesoftware und Sicherheitspatches.
- Implementierung sicherer Authentifizierungs- und Verschlüsselungsverfahren.
- Einhaltung von Branchenstandards und bewährten Verfahren.
- Angebot von Netzwerkschutzfunktionen wie Zugangskontrolle und sichere Protokolle.
- Kontinuierliche Überwachung und Verbesserung von Sicherheitsmaßnahmen.
- Bereitstellung von Richtlinien und Ressourcen für eine sichere Installation und Konfiguration.

Mehr über die Cybersicherheit von Axis Produkten können Sie auf www.axis.com/de-de/about-axis/cybersecurity lesen

6 Zertifikate

Axis verpflichtet sich zur Bereitstellung von Produkten, die Branchenstandards, Vorschriften und Zertifizierungsanforderungen nicht nur erfüllen, sondern übertreffen. Die konsequente Einhaltung dieser Standards gewährleistet die Zuverlässigkeit, Sicherheit und Hochwertigkeit unserer Lösungen.

Unsere Onboard-Kameras entsprechen denselben Standards und Vorgaben wie unsere anderen Kameras. Darüber hinaus erfüllen sie branchenspezifische Normen, um einen sicheren und zuverlässigen Betrieb in verschiedenen Verkehrsumgebungen zu gewährleisten.

Wichtige Zertifizierungen oder Standards für Onboard-Kameras sind unter anderem:

- **EN 50155 (Bahnanwendungen – Fahrzeuge – Elektronische Betriebsmittel)**
Stellt sicher, dass elektronische Geräte, wie beispielsweise Bordkameras, den rauen Umgebungsbedingungen in Bahnanwendungen standhalten können. Dies betrifft beispielsweise Vibrationen bei häufig vorkommenden Schwingungsfrequenzen sowie elektromagnetische Störungen (EMI) und starke elektromagnetische Felder.
- **EN 45545-2 (Bahnanwendungen – Brandschutz in Schienenfahrzeugen)**
Diese Norm konzentriert sich auf das Brandverhalten der Bordausstattung und stellt sicher, dass diese nicht zur Ausbreitung von Bränden beiträgt oder gefährliche Substanzen freisetzt.
- **UN ECE R118 (Brennverhalten von beim Bau von Kraftfahrzeugen bestimmter Klassen verwendeten Materialien)**
Diese Regelung konzentriert sich auf den Brandschutz in Straßenfahrzeugen, insbesondere in Bussen. Sie umfasst die Bewertung des Brennerhaltens sowie die Eigenschaft von im Innenraum von Bussen verwendeten Materialien und Komponenten, Kraftstoff abzuweisen.
- **NFPA 130 (Norm für spur- und schienengeführte Verkehrs- und Personenbeförderungssysteme)**
Die Norm legt Brandschutz- und Lebensrettungsanforderungen für unterirdische, oberirdische und erhöhte spur- und schienengeführte Verkehrs- und Personenbeförderungssysteme fest.

Über Axis Communications

Axis ermöglicht eine smartere und sichere Welt durch die Verbesserung von Sicherheit, Schutz, betrieblicher Effizienz und Geschäftsanalytik. Als Technologieführer im Bereich Netzwerk-Video bietet Axis Videosicherheits-, Zutrittskontroll-, Intercom- und Audiolösungen. Die branchenweit anerkannten Schulungen der Axis Communications Academy vermitteln fundiertes Expertenwissen zu den neuesten Technologien.

Das 1984 gegründete schwedische Unternehmen beschäftigt etwa 5.000 engagierte Mitarbeiter in über 50 Ländern und bietet mit Technologie- und Systemintegrationspartnern auf der ganzen Welt kundenspezifische Lösungen an. Der Hauptsitz ist in Lund, Schweden.