

WHITEPAPER

Aspekte für Systemintegratoren und Endkunden

Juni 2025

Inhalt

1	Einführung	3
2	Hintergrund	3
3	Lösungen zur Personenzählung von Axis	4
3.1	Funktionsweise der Personenzählung	5
3.2	Zählung von Überquerungen vs. Belegung in einem Bereich	6
3.3	Auswahl der richtigen Kamera für Ihre Installation	6
4	Visualisierung und Nutzung von Daten	6
5	Genauigkeit	8
5.1	Über allgemeine Angaben zur Genauigkeit.	9
5.2	Umweltfaktoren	9
5.3	Überprüfung der Genauigkeit Ihrer Installation	9
5.4	Unterstützung bei der Installation	10

1 Einführung

Zählösungen werden in vielen verschiedenen Bereichen von Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen eingesetzt. Sie liefern Besucherstatistiken, die es den Unternehmen ermöglichen, Trends zu analysieren und ihren Betrieb zu optimieren.

In diesem Whitepaper werden die Grundlagen der videobasierten Zählung vorgestellt. Es werden die Faktoren berücksichtigt, die die Genauigkeit beeinflussen, und es wird erläutert, was Sie als Systemintegrator oder Endkunde tun können, um eine optimale Installation sicherzustellen. In diesem Whitepaper werden auch die Zählungslösungen im Axis Portfolio und ihre typischen Schutzziele beschrieben.

2 Hintergrund



Abbildung 2.1 Die Objektzählung ist ein Instrument, das verschiedenen Branchen die Erfassung und Analyse von Daten zur Personenzählung an ihren Standorten ermöglicht.

Eine genaue Zählung von Besuchern und Fahrzeugen ist für verschiedene Organisationen unerlässlich, um ihren Betrieb zu optimieren, das Kundenerlebnis zu verbessern und datengestützte Entscheidungen zu treffen. Im Einzelhandel beispielsweise kann die Kenntnis der Besucherzahlen in den verschiedenen Geschäften sowie in den verschiedenen Bereichen eines Geschäfts dabei helfen, Umsatzraten zu berechnen, Kampagnen zu bewerten und das Personal effizient einzusetzen. Auch Museen und Bibliotheken benötigen unter Umständen Besucherstatistiken, um sich die Finanzierung durch Ämter und Behörden zu sichern. Sporteinrichtungen und Unternehmen, die Veranstaltungen durchführen, müssen häufig die Besucherzahlen überwachen, um die Ticketpreise zu optimieren, während andere Organisationen den Datenaustausch für eine effektive Kontrolle der Besucherströme überwachen.

AXIS Object Analytics wird diesen unterschiedlichen Anforderungen gerecht, indem es zuverlässige Daten über den Datenaustausch von Personen und Fahrzeugen liefert und in verschiedenen Szenarien eingesetzt werden kann, z. B.:

- Überwachung des Datenaustauschs in Einzelhandelsgeschäften, Museen und Bibliotheken zur Optimierung von Personal, Marketing und Betrieb.
- Zur Unterstützung der Stadtplanung, zur Stauvermeidung und zur Optimierung der Parkkapazitäten werden Fahrzeugbewegungen und Verkehrsflüsse in Parkhäusern, bei Verkehrsüberwachungsbehörden und in Smart Cities verfolgt.
- Zählen von Fahrzeugen im Verkehr, um Stadtplanern, Behörden und Interessengruppen Echtzeitdaten für fundierte Entscheidungen über die Infrastrukturentwicklung und Ressourcenzuteilung zu liefern.
- Analyse von Daten zur Nutzung von Elektro-Ladestationen und entsprechende Anpassung der Kapazitäten zur Optimierung der Geschäftsperformance in Parkhäusern.
- Ermittlung von Spitzenzeiten und effiziente Zuweisung von Ressourcen zur Verbesserung der Sicherheit in Bereichen mit hohem Datenaustausch.

Durch den Einsatz von AXIS Object Analytics erhalten Unternehmen wertvolle Einblicke in den Besucher- und Fahrzeugverkehr, was letztlich zu einer verbesserten betrieblichen Effizienz, einem besseren Kundenerlebnis und datengestützten Entscheidungen führt. Mit AXIS Object Analytics kann eine Kamera gleichzeitig für mehrere Zwecke eingesetzt werden, sodass Unternehmen die Kamera sowohl für die Sicherheitsüberwachung als auch für Business-Intelligence-Anwendungen wie Personenzählung nutzen können. Dadurch wird die Kapitalrendite maximiert und der Betrieb optimiert.

Das genaue Zählen von Besuchern und Fahrzeugen ist ein entscheidender Faktor mit potenziell großen finanziellen Auswirkungen. Daher ist es unerlässlich, dass die Zählalgorithmen zuverlässig sind und die Kameras unter optimierten Betriebsbedingungen installiert werden.

Die kamerabasierte Objekterzählung kann Bedenken hinsichtlich Datenschutz und Datensicherheit aufwerfen. AXIS Object Analytics bietet die Möglichkeit, den Videostream zu deaktivieren und ausschließlich die numerischen Zählraten zu speichern. Es gibt auch mehrere Optionen zur Wahrung der Privatsphäre, wie z. B. die Verwendung einer Privatzonenmaske oder AXIS Live Privacy Shield, sofern diese mit Ihrer Kamera kompatibel sind.

3 Lösungen zur Personenzählung von Axis

AXIS Object Analytics bietet zwei Szenarien für die Personenzählung, die Zählung von Überquerungen und die Belegung in einem Bereich, die bei ordnungsgemäßer Installation an geeigneten Standorten zuverlässige Ergebnisse liefern.

- **Crossline counting (Zählung von Überquerungen):** Zählt Objekte, die eine virtuelle Linie in einer bestimmten Richtung überqueren. Mit der Zählung von Überquerungen können Sie auch Ereignisse einstellen und Daten sammeln.

Die Zählung von Überquerungen eignet sich für Szenarien, in denen die Bewegungsabläufe von Objekten in eine bestimmte Richtung verfolgt werden müssen. So können Sie den Datenaustausch analysieren und Trends im Besucherverhalten erkennen.

- **Occupancy in area (Belegung des Bereichs):** Zählt die Anzahl der Objekte in einem bestimmten Bereich. Ein definierter Bereich ist der spezifische Teil des Sichtfeldes Ihrer Kamera, den Sie überwachen möchten.

Die Belegung im Bereich ist für Szenarien nützlich, in denen Sie die geschätzte Belegung kennen und die Menschenmenge kontrollieren müssen. Die Daten können auch für die Analyse der Raumnutzung in einem Gebäude oder einer Einrichtung nützlich sein.

Sie können sowohl die Zählung von Überquerungen als auch die Belegung in der Fläche verwenden, um ein Ereignis zu erzeugen, das auf einem benutzerdefinierten Grenzwert basiert.

3.1 Funktionsweise der Personenzählung

Um Personen und Fahrzeuge genau zu zählen, positionieren Sie die Kamera so, dass Sie einen freien Blick auf die zu erfassenden Objekte haben. Autorisierte Benutzer können dann von jedem Gerät oder Standort aus statistische Daten in Echtzeit anzeigen. Es ist einfach, das System in ein bestehendes IP-Netzwerk einzubinden.

Die Zählung von Überquerungen verfolgt Objekte, die eine virtuelle Linie in einer bestimmten, vom Benutzer festgelegten Richtung überqueren. Die Objekte sollten sowohl vor als auch nach dem Überqueren der Linie für die Kamera vollständig sichtbar sein.

Die Belegung in einem Bereich schätzt, wie viele Objekte sich zu einem bestimmten Zeitpunkt innerhalb eines benutzerdefinierten Bereichs befinden, und erkennt sowohl bewegliche als auch stationäre Objekte.

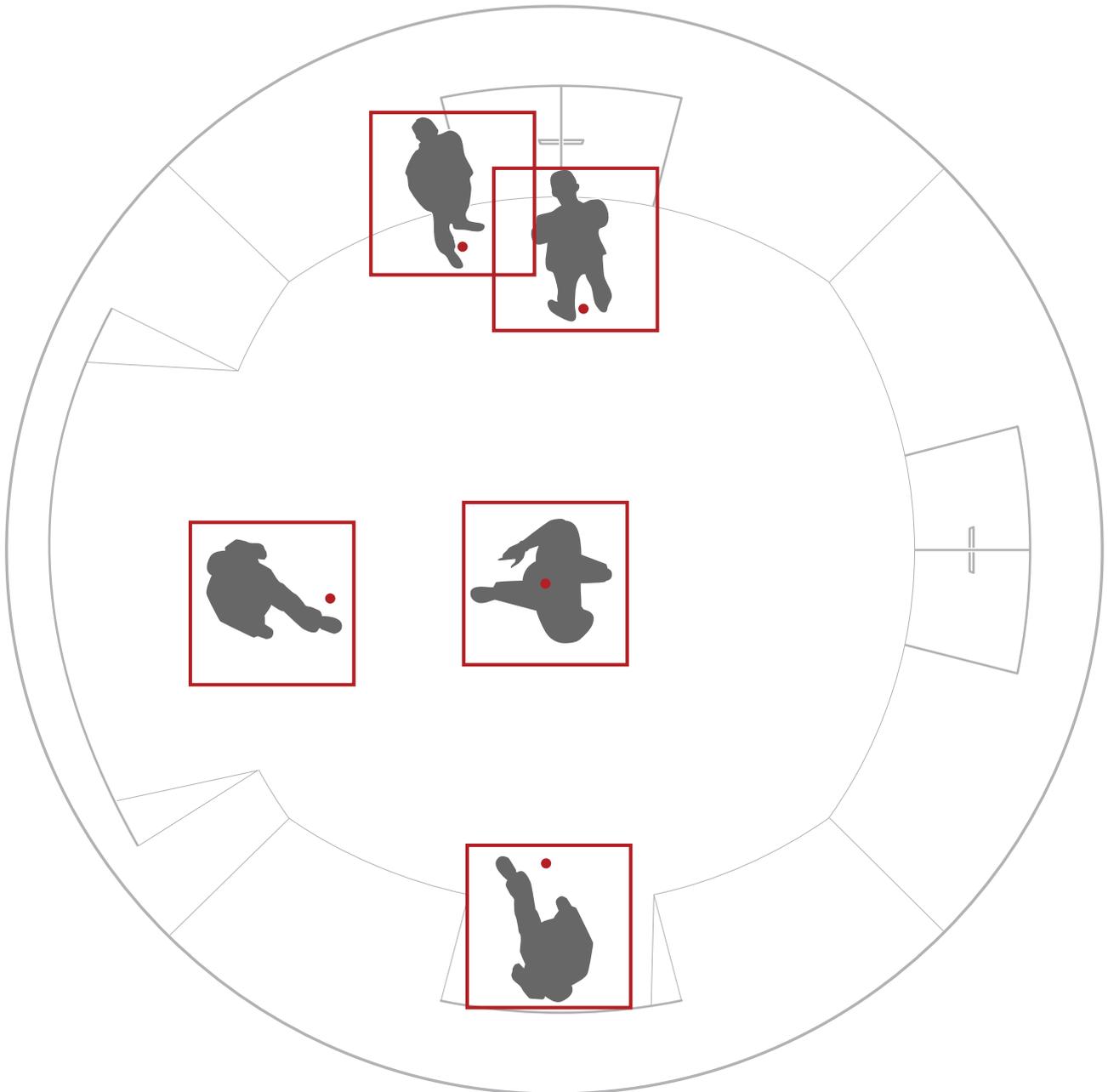


Abbildung 3.1 Eine 360°-Ansicht von bewegten Objekten von oben mit einer Fischaugenkamera.

3.2 Zählung von Überquerungen vs. Belegung in einem Bereich

Die Art des Szenarios für die Personenzählung hängt von Ihren spezifischen Bedürfnissen ab. Beide Lösungen liefern zwar wertvolle Erkenntnisse, doch besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen der Zählung von Überquerungen und der Erfassung der Belegung in einem Bereich in ihrer Anwendung. Das Zählen von Überquerungen wird häufig für allgemeine Verkehrsanalysen verwendet, um Objekte zu zählen, die eine Linie in einer bestimmten Richtung überqueren. Die Belegung erkennt und zählt dagegen sowohl bewegliche als auch statische Objekte, die innerhalb eines definierten Bereichs sichtbar sind.

3.3 Auswahl der richtigen Kamera für Ihre Installation

Vor der Auswahl und Installation einer Kamera zur Personenzählung und Fahrzeugüberwachung sollten Sie einige Faktoren berücksichtigen. Bei der Installation Ihrer Kamera können Sie entweder eine abgewinkelte oder eine von oben nach unten gerichtete Montage verwenden. Für eine Installation von oben nach unten ist eine Fischaugen-Panoramakamera erforderlich, während eine Installation im Winkel mit jeder Axis Kamera funktioniert, die mit AXIS Object Analytics kompatibel ist.

Eine Liste der kompatiblen Kameras finden Sie unter *kompatible Produkte*.

Die Wahl der richtigen Installation hängt von bestimmten Faktoren ab, wie z. B. dem Layout der Szene, möglichen Hindernissen, der Installationshöhe und der Sichtbarkeit von Objekten.

Bei der Wahl des Aufnahmewinkels ist die Komplexität der Szene zu berücksichtigen. Eine abgewinkelte Halterung verbessert die Sicht auf die Objekteigenschaften, wodurch diese leichter zu erkennen, zu verfolgen und zu zählen sind. In Bereichen, in denen häufig Objekte im Weg sind, ist eine von oben nach unten gerichtete Montage jedoch die bessere Wahl. Schräge Ansichten können das Risiko einer Okklusion erhöhen. Dabei werden Objekte teilweise oder vollständig verdeckt, was zu verpassten Erfassungen oder ungenauen Personenzählungen führt. Im Gegensatz dazu fokussiert eine von oben nach unten gerichtete Halterung Kopf und Schultern, um diese zu erfassen. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit von Fehlerquellen verringert und die Genauigkeit erhöht.

Der wichtigste Faktor bei der Bestimmung der Installationshöhe ist die Sichtbarkeit von Objekten. Die Objekte, die Sie zählen möchten, sollten gut sichtbar sein, wenn Sie die Kamera in der gewählten Höhe installiert haben.

Für die Personenzählung in Innenräumen sollte eine Fischaugenkamera mit von oben nach unten gerichteter Montage in einer Höhe von 2 bis 4 m montiert werden. Bei der Winkelmontage sind Höhe und Winkel flexibler, solange das Objekt von Interesse im Blickfeld bleibt. Für die abgewinkelte Montage gibt es keine Höhenbegrenzung, da die Installationshöhe durch die Zoom-Fähigkeit der gewählten Kamera bestimmt wird.

4 Visualisierung und Nutzung von Daten

AXIS Object Analytics ist Edge-basiert, d. h., es analysiert und verarbeitet die Daten direkt auf jeder Kamera und benötigt keine weitere Hardware. Die Edge-basierte Personenzählung hat mehrere Vorteile und ist zudem kostengünstig. Am Standort gibt es weniger Geräte, die Platz beanspruchen, gewartet und unterstützt werden müssen. Durch die Speicherung von Daten direkt im Endgerät wird auch die Bandbreite reduziert.

Sie können auf diese Weise auf Personenzählungsdaten von AXIS Object Analytics zugreifen:

- **Overlays zur Personenzählung:** Bei Verwendung eines Overlays zur Personenzählung werden die Daten zur visuellen Bestätigung in den Videostream eingebettet. Das bedeutet, dass die Daten nicht aktualisiert werden können und daher nur für eine kurzfristige Verwendung, z. B. für Proof-of-Concept-Demonstrationen, geeignet sind.
- **Herunterladen:** Mithilfe dieser Methode können Sie Daten zur Personenzählung über die Anwendung AXIS Object Analytics exportieren. Wir empfehlen es für kleine Setups mit wenigen Kameras. Es ist einfach zu bedienen und ermöglicht Ihnen den Zugriff auf Daten im CSV-Format, die Sie dann zur einfachen Verwaltung in Microsoft[®] Excel exportieren können. Informationen über die Anwendungs-API finden Sie unter *AXIS*

Object Analytics API. Sie eignet sich für fortgeschrittene Integrationen, wenn eine API verwendet wird, die eine nahtlose Verbindung mit verschiedenen BI-Systemen (Business Intelligence) ermöglicht. Außerdem ist ein direkter Zugriff auf die Kamera erforderlich.

- **MQTT:** Dies ist ein Protokoll für die Übertragung und Integration von Daten. Es ist nützlich, um Echtzeit-Daten von der Kamera an externe Systeme wie BI-Plattformen weiterzugeben.
 - Informationen zur Integration von Personenzählungsdaten in AXIS Object Analytics finden Sie unter *AXIS Object Analytics Integrationsübersicht*.
 - Informationen zur Visualisierung von Daten zur Personenzählung in AXIS Object Analytics finden Sie unter *AXIS Object Analytics Visualisierung*.
- **AXIS Data Insights Dashboard:** Dies ist für die Visualisierung von Daten mit Hilfe von Grafiken und Diagrammen sehr nützlich. Sie können die Daten zur Personenzählung von mehreren Kameras miteinander verknüpfen und im AXIS Data Insights Dashboard visualisieren. Mit dem Dashboard erhalten Sie einen besseren Überblick und eine visuelle Darstellung der Daten von mehreren Kameras.

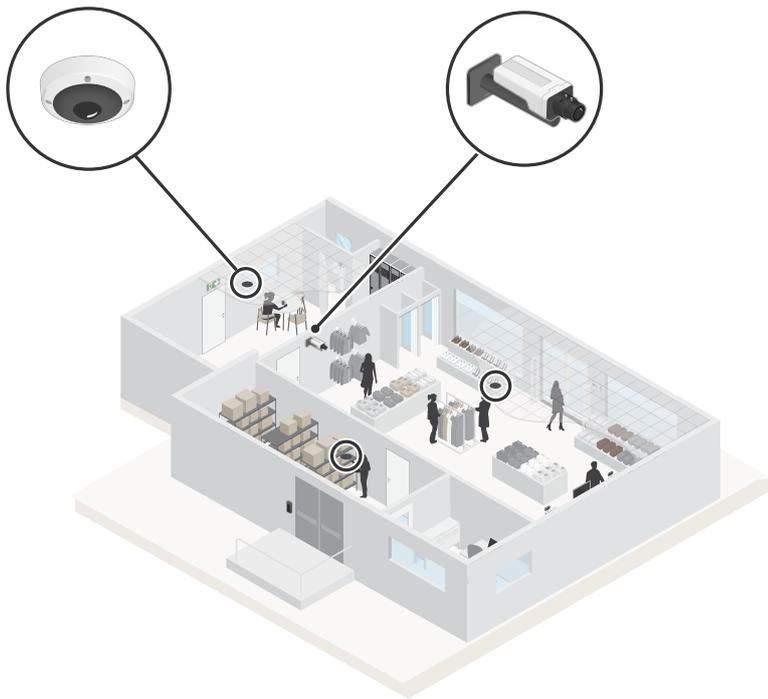
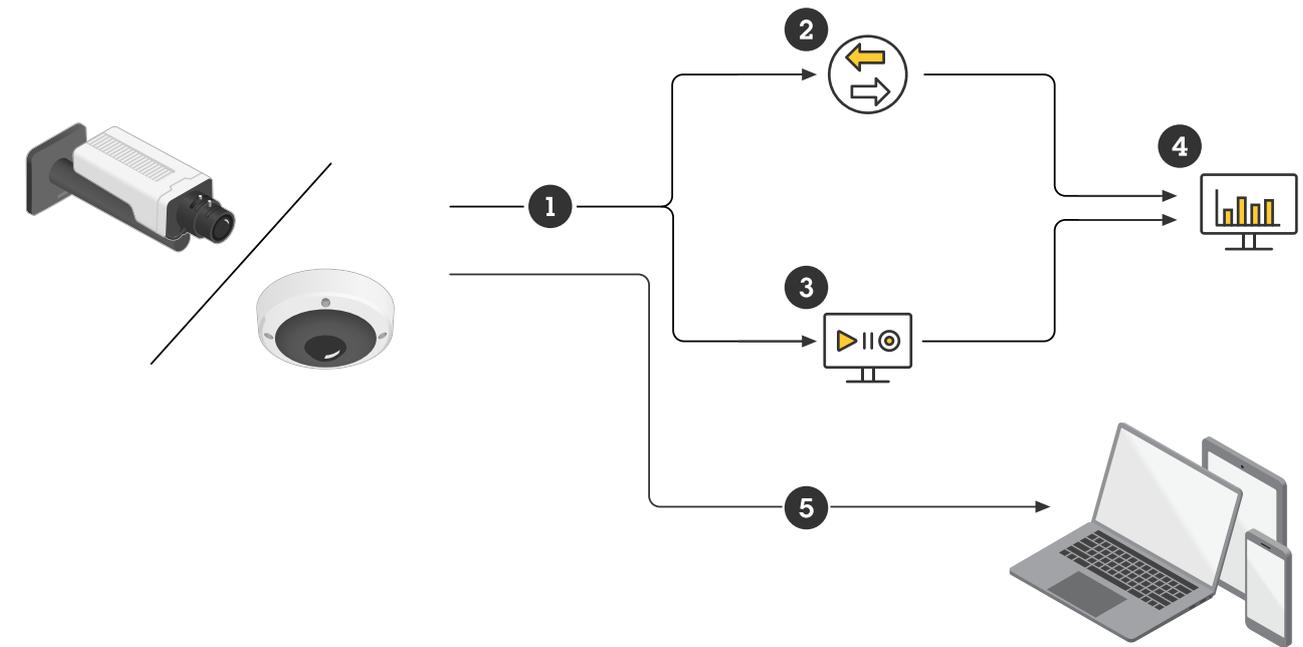


Abbildung 4.1 Die Daten zur Personenzählung können über einen automatischen Daten-Push (1) entweder in einen MQTT Message Broker (2) oder in die AXIS Camera Station (3) integriert werden. Die gesammelten Daten können mit einer Berichtsplattform wie AXIS Data Insights Dashboard (4) visualisiert werden. Alternativ fordern Anwendungen von Drittanbietern Daten über eine integrierte API (5) direkt vom Gerät an.

5 Genauigkeit

Die Genauigkeit der Personenzählung in der Analytik ist eine komplexe Angelegenheit, die weder auf einen allgemeinen Genauigkeitsgrad reduziert werden kann noch sollte. Jede Installation ist anders, und die Genauigkeit hängt von einer komplizierten Mischung von Umweltfaktoren ab, die nicht von einem Standort zum anderen reproduzierbar sind.

Die Genauigkeit kann in Abhängigkeit von diesen Faktoren variieren:

- Montage und Winkel der Kamera
- Lichtverhältnisse
- Sichtbarkeit des Objekts
- Szenenkomplexität

Im Allgemeinen ist es für ein genaues Ergebnis der Personenzählung wichtig, die Kamera so zu platzieren, dass sie das Objekt so gut wie möglich erfassen kann. Für beste Analyseergebnisse siehe *AXIS Object Analytics Benutzerhandbuch*.

5.1 Über allgemeine Angaben zur Genauigkeit.

Bei Axis geben wir keine allgemeine Angabe zur Genauigkeit an. Eine solche Zahl wäre nur in einem Labortest-Setup korrekt, das zwangsläufig zwischen verschiedenen Installationen variieren würde. Um einen Wert wie z. B. 97 % Genauigkeit angeben zu können, müssten Sie so viele Faktoren abschätzen, die von den Umgebungen und der Wahl der Installation abhängen. Um irreführende Angaben zur Genauigkeit zu vermeiden, konzentriert sich Axis darauf, Fachwissen, Online-Tools und Empfehlungen zur Installationsumgebung bereitzustellen. So können unsere Kunden optimale Bedingungen für eine zuverlässige Personenzählung schaffen.

5.2 Umweltfaktoren

Überlegungen zur Installation für optimale Ergebnisse:

- Virtuelle Linie: Um genaue Ergebnisse zu erzielen, empfehlen wir, die virtuelle Linie so zu platzieren, dass die Kamera das Objekt sowohl vor als auch nach dem Überqueren der Linie deutlich sehen kann. Die virtuelle Linie muss sich nicht direkt unter der Kamera befinden. Wenn sie leicht seitlich versetzt platziert wird und die Ränder des Sichtfelds (FoV) vermieden werden, können Objekte besser gesehen werden.
- Occupancy in area (Belegung des Bereichs): Um optimale Ergebnisse zu erzielen, empfiehlt es sich, einen ausgewählter Bereich für die Schätzung der Belegung festzulegen, in dem das Risiko einer Okklusion am geringsten ist.

5.3 Überprüfung der Genauigkeit Ihrer Installation

Sie können die Genauigkeit testen, indem Sie über einen bestimmten Zeitraum manuell zählen, entweder persönlich oder mithilfe von Live-Streams oder aufgezeichneten Videos, und die Zählung mit dem von der Analyse gezählten Ergebnis für denselben Zeitraum vergleichen. Es sollte jedoch beachtet werden, dass die manuelle Personenzählung bei weitem nicht 100%-ig genau ist, insbesondere in Szenarien mit vielen Menschen, die gleichzeitig ein- und ausgehen.

Es wird empfohlen, die Genauigkeit der manuellen Personenzählung wie folgt zu bewerten: Beginnen Sie mit der Messung der Genauigkeit nur für die eintretenden Personen. Notieren Sie die Gesamtzahl auf dem Personenzählungsgerät und beginnen Sie sofort mit der manuellen Personenzählung, bis 200 Personen eingetreten sind. Notieren Sie sofort die Gesamtzahl auf der Personenzählungsgerät und berechnen Sie die Differenz, die #IN ergibt. Der Fehlerprozentsatz ergibt sich aus der Formel $(\#IN - 200)/2$. Wiederholen Sie dann den gleichen Vorgang für die ausgehenden Personen.

Eine andere Methode ist der Vergleich von IN minus OUT für einen Zeitraum. Sie können dies in einem Szenario anwenden, in dem der Eintritt und Austritt zu einer bestimmten Zeit erfolgen soll. Eine einfache Maßnahme ist der Vergleich der Gesamtzahl der Personen, die eine Einrichtung an einem Tag betreten und verlassen. Die Abweichung zwischen Eintritt (IN) und Austritt (OUT) wird berechnet, um für jeden Tag des Monats einen Wert für die Genauigkeit zu erhalten. Eine gängige Formel lautet: $(IN-OUT)/(IN+OUT) \times 200$, die den Fehlerprozentsatz angibt. Diese Methode wird für Installationen mit demselben Ein- und Ausgang empfohlen. Es kann kompliziert werden, wenn es mehrere Eingänge zu der Einrichtung gibt. In diesem Fall muss die Personenzählung an allen Ein- und Ausgängen durchgeführt und mit der Gesamtzählung verglichen werden, und die Genauigkeit einer einzelnen spezifischen Sensoreinheit kann nicht gemessen werden.

5.4 Unterstützung bei der Installation

Die Web-Handbücher bieten eine Anleitung zur Installation von AXIS Object Analytics für eine optimale Personenzählung. Die Produktseiten auf axis.com enthalten auch Links zu anderen Ressourcen, zum Beispiel:

- *AXIS Site Designer*: zeigt die Installationsanforderungen, plant die Montage der Kameras und den Erfassungsbereich. Mit *AXIS Site Designer* können Sie die richtigen Axis Produkte für Ihre Bedürfnisse finden und auch deren Abdeckung visualisieren.
- Installations- und Konfigurationsvideos.
- *AXIS Object Analytics Benutzerhandbuch*.

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 MitarbeiterInnen in über 50 Ländern und bietet mit Technologie- und Systemintegrationspartnern auf der ganzen Welt kundenspezifische Lösungen an. Der Hauptsitz ist in Lund, Schweden.