

WHITEPAPER

Lightfinder

Herausragende Leistung bei schwierigen Lichtverhältnissen

September 2021

Inhalt

1	Zusammenfassung	3
2	Einführung	3
3	Es werde Licht – Hintergrund	4
	3.1 Lichterfassung	4
	3.2 Lichtstärke in Lux	5
	3.3 Als Mindestlichtintensität definierte Lichtempfindlichkeit	6
4	Wichtigste Elemente von Lightfinder	6
5	Wichtigste Vorteile der Axis Lightfinder-Technologie	7
	5.1 Farbvideo zur präzisen Identifizierung bei extrem schwachem Licht	7
	5.2 Weitere Vorteile in Verbindung mit Belichtungszeit und Blendenöffnung	10
6	Lightfinder 2.0	11
	6.1 Vorteile	12
	6.2 Beispiel	12

1 Zusammenfassung

Die Axis Lightfinder-Technologie verleiht einer Netzwerk-Kamera extreme Lichtempfindlichkeit. Bei sehr schlechtem Licht, wenn andere Kameras in den Nacht-Modus und zu Graustufen-Video umschalten, bleiben Kameras mit Lightfinder weiterhin im Tag-Modus und können farbige Bilder liefern. In Überwachungssituationen kann Farbe den entscheidenden Unterschied ausmachen, um eine Person, ein Objekt oder ein Fahrzeug identifizieren zu können.

Lightfinder bietet nicht nur in den dunkelsten Szenen, sondern überall dort einen Mehrwert, wo die Lichtstärke unter der typischen Innenbeleuchtung liegt. Da sie weniger Licht benötigt, um ein gutes Bild zu erstellen, kann eine Kamera mit Lightfinder beispielsweise mit kürzerer Belichtungszeit arbeiten, wodurch Unschärfe und Rauschen auf ein Minimum reduziert werden.

Dieses Whitepaper zeigt die Möglichkeiten von Lightfinder bei schlechtem Licht anhand von Bildern aus einem Studio mit extrem präzise gesteuerter Lichtstärke. Bei einer Lichtstärke von 1,5–5 Lux erscheint die Szene für das menschliche Auge sehr dunkel, die Kamera zeigte hingegen eine anscheinend viel hellere Szene. Als die Lichtstärke immer weiter reduziert wurde, verlor das menschliche Auge bei etwa 0,5 Lux die Möglichkeit, Farben Details zu erkennen, während die Kamera weiterhin helle Farben lieferte. Selbst bei nur noch 0,02 Lux, von den anwesenden Personen praktisch als stockdunkel empfunden, da nur noch die allerhellsten Objekte überhaupt wahrnehmbar waren, lieferte die Kamera noch ein Farbbild.

Die Lightfinder-Technologie kombiniert fein aufeinander abgestimmte optische Komponenten hoher Qualität wie ein hochwertiges Objektiv mit einem speziellen, für die Überwachung optimierten Bildsensor. Algorithmen zur digitalen Bildverarbeitung sind in ein System-on-Chip eingebettet. Da alle diese Bausteine von Lightfinder regelmäßig verbessert werden, entwickelt sich auch die Lightfinder-Technologie immer weiter. Das Konzept von Lightfinder 2.0 stellt einen Entwicklungsschritt dar – mit erhöhter Lichtempfindlichkeit, einer sehr lebensechten Farbwiedergabe und individueller Feinabstimmung für erfahrene Benutzer.

Axis Lightfinder basiert auf umfassendem Know-how in den Bereichen Farbverarbeitung, -filterung und -abstimmung. Die Axis Technologien Lightfinder und Zipstream sorgen zusammen für eine besonders sorgfältige Komprimierung. Bilddetails bleiben erhalten, aber das entstandene Video hat eine niedrige durchschnittliche Bitrate und verursacht geringere Speicherkosten.

2 Einführung

Lightfinder ist eine Technologie von Axis, mit der eine Netzwerk-Kamera selbst bei extrem schlechten Lichtverhältnissen Farbvideos hoher Qualität liefern kann. Die Technologie ist das Ergebnis einer einzigartigen Kombination des richtigen Sensors mit dem richtigen Objektiv, zusammen mit optimierten Bildverarbeitungsalgorithmen auf einem hochmodernen Chip.

Netzwerk-Kameras mit Lightfinder sind für alle anspruchsvollen Videoüberwachungsanwendungen bei schwachem Licht wie beispielsweise auf Parkplätzen, in der Städteüberwachung, auf Hochschulgeländen und Baustellen von Vorteil, wo Farbvideo die Möglichkeit zur effizienten Identifizierung von Personen, Fahrzeugen oder Ereignissen deutlich verbessern kann.

In diesem White Paper sind die Grundlagen und die wichtigsten Vorteile der Lightfinder-Technologie beschrieben. Die Bildqualität wird anhand von Lightfinder-Videoschnappschüssen aus einer Szene mit schlechten Lichtverhältnissen bei gesteuerter Lichtstärke veranschaulicht. Als Einleitung beginnen wir jedoch zum besseren Verständnis der Technik mit den Grundlagen von Licht, Lichterfassung und Lichtmessung.

3 Es werde Licht - Hintergrund

Licht besteht aus diskreten Energiequanten, so genannten Photonen. Diese haben unterschiedliche Energiepegel oder Wellenlängen. Innerhalb des sichtbaren Lichtenergieintervalls repräsentieren verschiedene Wellenlängen Licht unterschiedlicher Farben. Die folgende Abbildung zeigt einige der Energiebereiche des elektromagnetischen Spektrums.

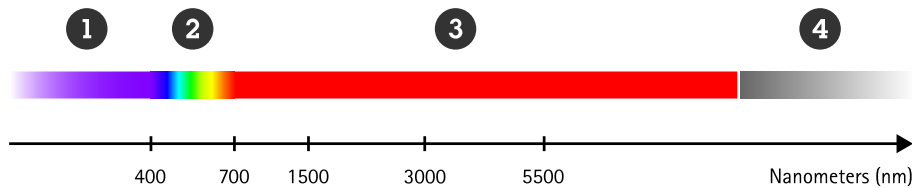


Figure 1. Teil des elektromagnetischen Spektrums, mit Kennzeichnung der Energiebereiche in Wellenlängen (Nanometer). Die Energiebereiche von links nach rechts sind: (1) Ultraviolettes Licht (UV-Licht), (2) sichtbares Licht, (3) Infrarotlicht, (4) Mikrowellen.

Der Infrarot-Energiebereich ist noch weiter unterteilt, in Nah-Infrarot, kurzwelliges Infrarot, mittleres Infrarot, langwelliges Infrarot und fernes Infrarot.

3.1 Lichterfassung

Das menschliche Auge kann Licht (Photonen) einer Wellenlänge von etwa 400 nm bis 700 nm erkennen (das sichtbare Spektrum). Das Auge hat zwei Arten von Lichtdetektoren: Stäbchen und Zapfen, die zur Messung von Licht unterschiedlicher Stärken und Wellenlängen optimiert sind. Die Zapfen ermöglichen die Farbwahrnehmung, benötigen aber eine relativ hohe Lichtstärke (ausreichend viele Photonen), um etwas zu erkennen. Die Stäbchen allerdings können sehr geringe Lichtstärken erfassen (nur wenige Photonen genügen); da sie jedoch nicht zwischen Wellenlängen unterscheiden können, liefern sie keine Farbinformation. Deshalb kann das menschliche Auge Farben bei abnehmendem Licht immer schlechter sehen: Die Zapfen nehmen nichts mehr auf, sondern nur noch die Stäbchen.

Eine Digitalkamera enthält statt der Stäbchen und Zapfen des Auges Millionen lichtempfindlicher Punkte (Pixel) auf einem Bildsensor. Neben Photonen sichtbaren Lichts kann eine Digitalkamera auch Photonen etwas größerer Wellenlängen (700–1.000 nm) im Nahinfrarotbereich (NIR) des Spektrums erfassen. NIR-Licht ist normalerweise sowohl im Sonnenlicht als auch in künstlichem Licht vorhanden.

Bei sehr geringer Lichtstärke kann eine Digitalkamera (eine Tag-/Nacht-Kamera mit schwenkbarem Infrarot-Sperrfilter) immer noch jedes verfügbare NIR-Licht nutzen, um Bilder zu produzieren. Dieses Licht enthält allerdings keine Farbinformationen, weshalb bei sehr geringer Lichtstärke sowohl das menschliche Auge als auch eine typische Tag-und-Nacht-Kamera nur Bilder in Graustufen liefern können.

Eine Kamera mit Lightfinder hingegen kann weiterhin Farben erkennen und liefert farbige Bilder auch bei einer Lichtstärke weit unter der Erkennbarkeitsschwelle des menschliche Auges Farbbilder.

Lightfinder-Kameras können außerdem mit Infrarot-Strahlern ausgestattet werden und stattdessen den Nachtmodus der Kamera nutzen. IR-Graustufenbilder im Nacht-Modus können beispielsweise bei

Videoanalyseanwendungen ungeheuer wertvoll sein, aber für viele Einsatzzwecke ist Video aus dem Tag-Modus mit seinen Farben und seinem natürlichen Erscheinungsbild vorzuziehen.



Figure 2. Schnappschuss aus einem Nachtvideo: Eine Lightfinder-Kamera nutzt das vorhandene Licht optimal aus.

3.2 Lichtstärke in Lux

Die Lichtstärke lässt sich photometrisch als Lichtintensität oder Lichtstrom pro Flächeneinheit quantifizieren. Die Belichtung beruht auf der absoluten, radiometrischen Intensität (Bestrahlungsstärke gemessen in W/m^2) des Lichts. Allerdings umfasst die Lichtintensität auch eine Gewichtung entsprechend der Empfindlichkeit des menschlichen Auges, ein standardisiertes Modell menschlicher visueller Helligkeitswahrnehmung verschiedener Wellenlängen. Das bedeutet, dass Lichtintensität der Lichtstärke entspricht, die das menschliche Auge wahrnimmt. Die Lichtintensität wird in Lux (lx) gemessen, wobei ein Lux einem Lumen pro Quadratmeter entspricht.

Die Ausleuchtung natürlicher Szenen ist oft komplex, denn Licht und Schatten führen zu unterschiedlichen Lux-Werten in verschiedenen Teilen der Szene. Ein Lux-Wert sagt nichts über die Lichtverhältnisse der gesamten Szene oder über die Richtung des Lichts aus. Dennoch stellen Messungen der Lichtstärke ein wertvolles Tool zur Beurteilung der Lichtverhältnisse und zum Vergleich verschiedener Szenen dar. In der folgenden Tabelle sind typische Lux-Werte für eine Reihe von Lichtverhältnissen aufgeführt.

Tabelle 3.1 Lux-Werte für verschiedene Bedingungen.

Lichtintensität	Beschreibung
0,05 – 0,3 Lux	Klare Vollmondnacht
1 Lux	Kerze in 1 m Abstand
80 Lux	Gang eines Bürogebäudes
500 Lux	Bürobeleuchtung

Tabelle 3.1. Lux-Werte für verschiedene Bedingungen. (Fortsetzung)

10.000 Lux	Helles Tageslicht
100.000 Lux	Starkes Sonnenlicht

3.3 Als Mindestlichtintensität definierte Lichtempfindlichkeit

Viele Hersteller spezifizieren die Lichtempfindlichkeit einer Netzwerk-Kamera als die zur Produktion eines annehmbaren Bilds benötigte Mindestlichtstärke. Diese Spezifikationen sind zwar hilfreich, um die Lichtempfindlichkeit von Kameras eines Herstellers zu vergleichen, aber bei entsprechenden Vergleichen von Kameras unterschiedlicher Hersteller ist Vorsicht geboten. Da es keinen globalen Standard für die Messung der Mindestlichtstärke gibt, verwenden die verschiedenen Hersteller unterschiedliche Verfahren und haben unterschiedliche Kriterien dafür, was ein akzeptables Bild ausmacht.

4 Wichtigste Elemente von Lightfinder

Die Lightfinder-Technologie kombiniert erfolgreich fein abgestimmte, hochwertige optische Komponenten mit moderner Bildverarbeitung in einem speziell auf Überwachung ausgelegten System-on-Chip. Da diese Bausteine immer weiter verbessert werden, entwickelt sich auch die Lightfinder-Technologie ständig weiter.

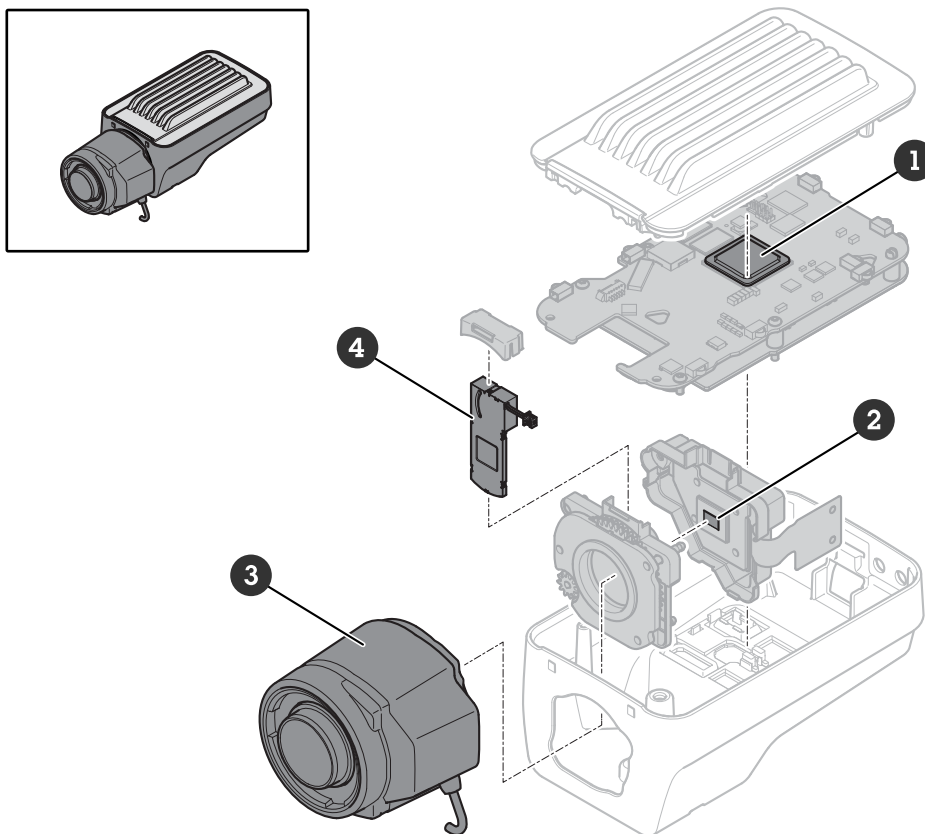


Figure 3. Explosionsansicht einer Axis Netzwerk-Kamera Die hervorgehobenen Komponenten sind in der Lightfinder-Technologie optimiert: (1) System-on-Chip mit integriertem Modul zur Bildsignalverarbeitung (ISP), (2) Bildsensor, (3) Objektiv und (4) Filter.

Nach dem Sammeln und Fokussieren des Lichts durch ein hochwertiges Objektiv erreicht es den Bildsensor, der ein wesentlicher Teil jeder Digitalkamera ist. Der Sensor ist eine elektrooptische Komponente und besteht aus einem Feld lichtempfindlicher Photonendetektoren, die Licht in elektrische Signale umwandeln. Alle Lightfinder-Produkte sind mit einem speziell ausgewählten, hochempfindlichen CMOS-Sensor ausgestattet, dessen Merkmale genau auf Überwachungszwecke abgestimmt sind.

Genauso wichtig wie der Bildsensor sind die eingebetteten Algorithmen zur digitalen Bildverarbeitung im ISP-Modul des System-on-Chip. Der Chip wurde speziell für die Videoüberwachung entwickelt und er wird gemäß der neuesten verfügbaren ASIC-Technologie hergestellt, so dass die maximale Anzahl digitaler Bausteine sichergestellt ist. In Echtzeit entfernen die Algorithmen Rauschen, frischen Farben auf und klären jedes Bild, um selbst aus dem kleinsten Sensorsignal ein optimal benutzbares Video zu produzieren. Allerdings hat die Erhaltung des Bildinhalts immer Priorität gegenüber übermäßiger Filterung, bei der entscheidende Details entfernt werden könnten. In der Überwachung ist es besonders wichtig, dass Bildalgorithmen die forensisch verwertbaren Informationen in der Szene nicht vernichten. Die Algorithmen müssen zuverlässig und berechenbar sein und dürfen niemals zusätzliche Informationen in das Bild einbringen, damit es „besser aussieht“.

Durch sorgfältige Auswertung jedes Aspekts auf dem Lichtweg und optimale Abstimmung aller digitalen Algorithmen lässt sich bei den meisten Lichtverhältnissen herausragende Kameraleistung erzielen, wobei schwaches Licht die größte Herausforderung darstellt. Bei Lightfinder-Produkten werden Objektiv und Sensor mit anderen optischen Komponenten, typischer Weise Objektivfilter, abgestimmt, um Lichtempfindlichkeit und Auflösung zu maximieren und gleichzeitig Artefakte zu vermeiden. Die Axis Technologien Lightfinder und Zipstream sind zusammen für eine besonders sorgfältige Komprimierung ausgelegt. Bilddetails bleiben erhalten und es entsteht Video mit niedriger durchschnittlicher Bitrate und geringeren Speicherkosten.

5 Wichtigste Vorteile der Axis Lightfinder-Technologie

Eine Kamera mit Lightfinder kann Farben auch in sehr dunklen Szenen wiedergeben. Außerdem liefert sie hochwertige Videos mit wenig Rauschen und minimaler Bewegungsunschärfe. Das liegt an der extremen Lichtempfindlichkeit, die kurze Belichtungszeiten zulässt.

5.1 Farbvideo zur präzisen Identifizierung bei extrem schwachem Licht

Bei sehr schlechtem Licht, wenn andere Tag-/Nacht-Kameras in den Nacht-Modus und zu Graustufen-Video umschalten, bleiben Kameras mit Lightfinder im Tag-Modus und liefern weiterhin Farbvideo. Farbe in Überwachungsvideos kann entscheidende Hinweise zur zuverlässigen Identifizierung von Personen, Fahrzeugen oder Ereignissen liefern. Mit Axis Lightfinder kann eine Wachperson die Farbe von Kleidung oder Fahrzeugen rasch und präzise weitermelden und dadurch schnelles Eingreifen und eine präzise Identifizierung ermöglichen.

5.1.1 Beispiele bei verschiedenen Lichtstärken

Um die speziellen Fähigkeiten von Lightfinder bei schwachem Licht zu veranschaulichen, zeigt dieser Abschnitt Bilder aus Videosequenzen, die mit einer Lightfinder-Kamera in einem Studio mit extrem präzise gesteuerter Lichtstärke aufgenommen wurden.

Eine AXIS Q1645 Network Camera, ausgestattet mit einem besonders lichtempfindlichen Objektiv F0.9, war im Abstand von 10 m von verschiedenen farbigen Objekte aufgestellt. Die Kamera hatte eine Belichtungszeit von 1/30, was ausgereicht hätte, um auch bewegliche Objekte zu erfassen. WDR war ausgeschaltet.

Die erste Abbildung zeigt die Szene wie von der Kamera bei Lichtstärken zwischen 1,5 Lux (gemessen um das Dreirad) und 5 Lux (gemessen um die Taillen der Puppen) aufgenommen. Für das menschliche Auge (ebenfalls im Abstand von 10 m von den Objekten, neben der Kamera) erschien diese Szene erheblich dunkler, als man aus dem Bild schließen könnte, auch nachdem das Auge sich darauf eingestellt hatte. Das Auge konnte noch Farben unterscheiden, aber die Lichtstärke ließ sich als „unangenehm gering“ beschreiben.



Figure 4. Eine Studioszene mit einer Lichtstärke zwischen 1,5 Lux (am Dreirad) und 5 Lux (in Höhe der Puppentaille). Die Lightfinder-Kamera lieferte klarere Farben und ein scheinbar helles Bild. Das menschliche Auge konnte die Farben ebenfalls unterscheiden, nahm die Szene aber als sehr dunkel wahr.

Die folgenden drei Abbildungen zeigen Ausschnitte derselben Szene, aufgenommen mit dem gleichen Aufbau, aber bei immer weniger Licht. Bei etwa 0,5 Lux konnte das menschliche Auge keine Farben mehr wahrnehmen, während die Lightfinder-Kamera weiterhin kräftige Farben wiedergab. Die Lightfinder-Kamera erkannte Farben durchgängig bis zu den niedrigsten getesteten Lichtstärken von 0,02-0,08 Lux, wenn

auch immer schwächer. Bei diesen Stärken konnte das menschliche Auge weder Farben noch Details wahrnehmen: Die Szene erschien praktisch stockdunkel, nur die hellsten Objekte waren schwach erkennbar.



Figure 5. 0,2 Lux – 0,7 Lux an den Objekten gemessen. Die Kamera mit Lightfinder liefert kräftige Farben. Das menschliche Auge konnte kaum Farben erkennen. Es konnte vor allem helle Flächen mit sehr wenigen Details erkennen.



Figure 6. 0,1 Lux – 0,3 Lux an den Objekten gemessen. Die Lightfinder-Kamera liefert ein weniger scharfes, aber immer noch sehr detailliertes Farbbild. Das menschliche Auge konnte die dunkleren Flächen nicht erkennen und nahm keine Details oder Farben wahr.



Figure 7. 0,02 Lux – 0,08 Lux an den Objekten gemessen. Die Kamera mit Lightfinder liefert ein dunkles Bild mit gedämpften, aber erkennbaren Farben. Das menschliche Auge konnte die hellsten Flächen nur vage erkennen und nahm keinerlei Details oder Farben wahr.

5.2 Weitere Vorteile in Verbindung mit Belichtungszeit und Blendenöffnung

Die extreme Lichtempfindlichkeit einer Lightfinder-Kamera ist nicht nur in besonders dunklen Szenen nützlich, sondern in jeder Szene mit Lichtstärken, die unter der eines typischen Büroraums liegen. Da sie weniger Licht benötigt, um ein gutes Bild zu produzieren, könnte eine Kamera mit Lightfinder entweder eine kürzere Belichtungszeit verwenden, was Rauschen und Unschärfe minimiert, oder eine kleinere Blendenöffnung, was andere Vorteile bietet.

Folgende Vorteile bietet die Lightfinder-Technologie:

- reduzierte Bewegungsunschärfe (durch Anwendung einer kürzeren Belichtungszeit)
- reduziertes Rauschen (ebenfalls dank der kürzeren Belichtungszeit)
- den Einsatz längerer Teleobjektive (was in der Regel eine kürzere Belichtungszeit voraussetzt, um ein gutes Ergebnis zu erzielen)
- erhöhte Schärfentiefe (durch Verwendung einer kleineren Blendenöffnung)
- reduziertes Rauschen (durch weniger digitale Verstärkung)
- bessere WDR Performance (was geringeres Rauschen bedeutet) in den dunklen Teilen des Bilds

Belichtungszeit ist der Zeitraum, in dem der Kamerasensor Photonen einfängt (und in elektrische Signale umwandelt), bevor die resultierende Elektronenrate für jedes Pixel gemessen und zur Erstellung eines Bilds genutzt wird. Alle Sensorpixel werden dann gelöscht, und das Einfangen der Photonen beginnt erneut.

Szenen mit schwachem Licht setzen in der Regel längere Belichtungszeiten voraus, damit der Sensor genügend Photonen einfangen kann, um ein nutzbares Bild zu produzieren. Wenn bei einer zu kurzen Belichtungszeit das Bild zu dunkel wird, kann es digital aufgehellt werden, wobei allerdings das Rauschen verstärkt wird. Bei langer Belichtung können jedoch schnell bewegliche Objekte im Bild unscharf werden, wenn sie sich während der Belichtungszeit am Sensor vorbeibewegen. Dieses Phänomen bezeichnet man als Bewegungsunschärfe – ein häufiges Problem in unzureichend beleuchteten Szenen.



Figure 8. Lange Belichtungszeit kann sichtbare Bewegungsunschärfe hervorrufen. Bei diesem Schnappschuss wäre das Kennzeichenschild bei einer kürzeren Belichtungszeit möglicherweise lesbar gewesen.

Da Axis Lightfinder kürzere Belichtungszeiten zulässt, kann Bewegungsunschärfe reduziert werden. Das ist besonders wichtig, wenn eine hohe Auflösung erforderlich ist (Detailauflösung des beweglichen Objekts). Weitere Möglichkeiten zur Reduzierung von Bewegungsunschärfe sind unter anderem die Platzierung der Kamera in größerem Abstand zum beweglichen Objekt oder die Verwendung eines Weitwinkelobjektivs. In solchen Fällen passiert ein bewegliches Objekt eine kleinere Anzahl von Pixeln am Sensor, obwohl es dieselbe Geschwindigkeit hat.

Ein weiterer Vorteil von Lightfinder ist, dass es die Schärfentiefe eines Bildes erhöhen kann, indem man eine kleinere Blendenöffnung verwendet. Bei schwachem Licht ist eine größere Blendenöffnung wünschenswert, um während der Belichtungszeit mehr Licht zu sammeln. Doch aufgrund der physikalischen Gesetze im Bereich Optik und Lichtstrahlverfolgung ist eine größere Blendenöffnung mit einer geringeren Schärfentiefe verbunden. Es kann also immer nur ein kleinerer Teil der Szene scharfgestellt sein. Mit Lightfinder kann die Belichtungszeit kürzer sein, was eine kleinere Blendenöffnung und damit eine größere Schärfentiefe ermöglicht.

6 Lightfinder 2.0

Seit Mai 2019 werden immer mehr Axis IP-Kameras mit Lightfinder 2.0 ausgestattet. Erhältlich für Kameras mit ARTPEC-7 System-on-Chip, stellt dieses Konzept eine neue Entwicklungsstufe von Lightfinder dar.

6.1 Vorteile

Dank eines umfassenden Neudesigns der Bildverarbeitungskette liefert Axis Lightfinder 2.0 noch schärfere Bilder mit weniger Artefakten. Neben der Verbesserung der allgemeinen Lichtempfindlichkeit der Kamera ermöglicht Axis Lightfinder 2.0 eine noch präzisere Farbproduktion und besseren Weißabgleich. Darüber hinaus gibt es mehr Möglichkeiten zur Reduzierung von Schatten und dunklen Objekten.

Außerdem umfasst Axis Lightfinder 2.0 neue Einstellungen für die zeitliche und räumliche Filterung. Das ist besonders für fortgeschrittene Benutzer wertvoll, die das Bild für spezielle Analyseanwendungen optimieren müssen.

6.2 Beispiel

Die folgende Abbildung ist ein Schnappschuss aus einem Überwachungsvideotest einer Axis Kamera mit Lightfinder 2.0. Auf den ersten Blick erscheint das Bild nicht besonders außergewöhnlich – wenn man nicht weiß, wie dunkel die Szene eigentlich war. Bei der Person, die im Bild unter der Brücke steht, wurde eine Lichtstärke von nur 0,05 Lux gemessen. Axis Lightfinder 2.0 reproduziert die dunkle Szene fast wie bei Tageslicht.



Figure 9. Ein scharfes, helles Farbbild von einer Kamera mit Lightfinder 2.0, obwohl die Lichtstärke unter der Brücke nur 0,05 Lux betrug.

Die nächste Abbildung zeigt zum Vergleich einen Schnappschuss der gleichen Szene. Hier wurde das Bild so manipuliert, dass es zeigt, was das menschliche Auge sehen würde. So erschien der Bereich unter

der Brücke für eine Person, die neben der Kamera mit Lightfinder 2.0 stand, sehr dunkel, nur bestimmte Details waren noch erkennbar.



Figure 10. Das konnten die Personen vor Ort sehen. Das Bild wurde manipuliert und zeigt die Szene so dunkel, wie sie für das menschliche Auge erscheint.

Die nächste Abbildung zeigt die gleiche Szene, dieses Mal mit einem aktuellen Smartphone aufgenommen. Natürlich optimieren Smartphones Bilder nicht für Überwachungszwecke, aber die Tatsache, dass der Bereich unter der Brücke völlig schwarz erscheint, vermittelt einen Eindruck davon, wie dunkel die Szene wirklich war.



Figure 11. Dieselbe Szene, aufgenommen mit einem iPhone8.

Über Axis Communications

Axis ermöglicht eine intelligente und sichere Welt durch Lösungen zur Verbesserung der Sicherheit und Geschäftsperformance. Als Unternehmen für Netzwerktechnologie und Branchenführer bietet Axis Lösungen in den Bereichen Videosicherheit, Zutrittskontrolle sowie Intercoms und Audiosysteme. Sie werden verstärkt durch intelligente Analyseanwendungen und unterstützt durch gute Schulungen.

Axis beschäftigt rund 4.000 engagierte Mitarbeiter in über 50 Ländern und arbeitet weltweit mit Technologie- und Systemintegrationspartnern zusammen, um den Kunden Lösungen anbieten zu können. Axis wurde 1984 gegründet und der Hauptsitz befindet sich in Lund, Schweden