

ASFiNAG Video Qualitäts Monitoring AViMon

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung 2016
(VIF2016)

Februar 2019



Impressum

Herausgeber und Programmverantwortung

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien
Radetzkystraße 2
A – 1030 Wien



Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-
Aktiengesellschaft
Rotenturmstraße 5-9
A – 1010 Wien



Für den Inhalt verantwortlich

JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
DIGITAL – Institute für Informations- und
Kommunikationstechnologien
Steyrergasse 17
A – 8010 Graz



Programmmanagement

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH
Thematische Programme
Sensengasse 1



ASFiNAG Video Qualitäts Monitoring AViMon

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung
(VIF2016)

AutorInnen:

DI Peter Schallauer (peter.schallauer@joanneum.at)
DIⁱⁿ Stefanie Wechtitsch
DI Harald Stiegler
Erich Hauer

Auftraggeber

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft

Auftragnehmer

JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

1 INHALT

1 Inhalt	4
2 Übersicht	5
2.1 Bildqualität in Kameranetzwerken	5
2.2 Effiziente Wartung	5
2.3 Das AViMon Prototyp-System	6
2.4 Detektionsbeispiele	7
3 AViMon Prototyp-System	8
3.1 Systemübersicht	8
3.2 Detektions-Auswertefunktionen	10
4 AViMON Defekt-Detektionen	11
4.1 Qualitative Beurteilung der Detektionen	12
4.2 Häufigkeit von Defektdetektionen	18
5 AViMon Verwertung	24
6 Glossar	26

2 ÜBERSICHT

2.1 Bildqualität in Kameranetzwerken

Für die ASFiNAG und weitere Betreiber von Netzwerken mit einer Vielzahl von Videokameras ist die Sicherstellung der Bildqualität sowie die ständige Verfügbarkeit aller Kameras eine große Herausforderung, um die erforderlichen Dienstleistungen bestmöglich erbringen zu können.

Mit heutigen Technologien kann zwar die Netzwerkverbindung der Kameras automatisch überwacht werden, die Kontrolle der Bildqualität durch den Menschen (Operatoren) wird aber aufgrund der immensen Anzahl von Kameras und dem damit verbundenen hohen Arbeits- und Kostenaufwand meist nicht durchgeführt. Unzureichende Bildqualität bzw. der Ausfall einer Kamera werden damit erst bei expliziter Sichtung durch den Operator bei seinen Überwachungsaufgaben erkannt. Das führt dazu, dass die eigentliche Aufgabe nicht durchführbar ist.

Das neu entwickelte Prototypensystem AViMon ermöglicht nun, die Bildqualität auch von mehreren tausend Kameras laufend und robust zu beurteilen und Kameras mit problematischer Bildqualität oder falscher Blickrichtung automatisiert zu melden.

Betreiber großer Kameranetze in den Anwendungsbereichen öffentlicher Verkehr (Straße, Bahn, Flughafen, Schiff), Sicherheit (Polizei, private Sicherheitsdienste, Städte) und Industrie können mit AViMon den Aufwand zur Erkennung von Störungen drastisch reduzieren und darüber hinaus auch schleichende Bildverschlechterungen (durch Alterung, Verschmutzung ...) erkennen und zeitnah darauf reagieren, bevor es zu einem vollständigen Ausfall kommt und so die höchstmögliche Verfügbarkeit sicherheitskritischer Infrastruktur gewährleisten.

2.2 Effiziente Wartung

Die Sicherstellung der Bildqualität in Videokamera-Netzwerken ist essentiell, um die Bildinhalte nutzen zu können. Sowohl durch Menschen, etwa zur Abklärung sicherheitsrelevanter Fragestellungen in Sicherheitszentralen, als auch durch Maschinen, etwa zur automatisierten Detektion des Verkehrsflusses. Aufgrund sporadischer Nutzung im Regelbetrieb als auch aufgrund der hohen Anzahl der Videokameras ist eine laufende Beurteilung der Bildqualität durch den Menschen wegen des extrem hohem Zeit- und

damit Kostenaufwandes nicht effizient durchführbar. Bei mangelnder Bildqualität oder kompletten Ausfällen muss möglichst früh der Wartungsprozess zur Behebung des Problems eingeleitet werden, damit Kameras für die beabsichtigte Nutzung dann auch zur Verfügung stehen.

Insbesondere im Außenbereich unterliegen Videokameras, und auch die Netzwerkinfrastruktur zur Signalübertragung, verschiedensten Einflüssen, wie etwa Witterung, Alterung, Fehlfunktionen (z.B. Elektronikprobleme) oder Netzwerkanomalien. Diese können zu gravierenden Bildstörungen führen, die die vorgesehene Verwendung der Bilder unmöglich machen. Übertragungs- und Kameraprobleme führen zu Bildausfällen in Form von Blockbildungen oder zeilenartigen Bildstrukturen, defokussierten oder kontrastarmen Bildern. Verschmutzung, Wasser oder Schnee führen zur Einschränkung des Sichtfeldes, und unbeabsichtigt verdrehte Kameras führen zu verändertem Bildinhalt.

2.3 Das AViMon Prototyp-System

AViMon ist ein Prototyp-System, das Video-Streams bzw. -Dateien von tausenden Kameras in einer rollierenden Weise empfängt und automatisiert die Bildqualität beurteilt. Nur Kameras mit mangelhafter Bildqualität werden vom System automatisch an einen Spezialisten gemeldet, der den Mangel verifiziert und bei Bedarf unmittelbar Wartungs- bzw. Fehlerbehebungsmaßnahmen einleitet. Durch die Automatisierung der Bildqualitätsbeurteilung wird die Zeit, die ein Mensch involviert ist, und damit die Kosten auf ein Minimum reduziert. AViMon gibt detailliert Auskunft über folgende Bildqualitäts-Mängel:

- Bildausfälle in Form von Blöcken oder Zeilen
- Schwarze, kontrastarme oder überbelichtete Bilder
- De-fokussierte bzw. unscharfe Bilder
- Flackerndes, wackelndes, verrauschtes Video
- Nachhaltig verändertes Bild (durch Schmutz, Wasser, Schnee)
- Falsche Blickrichtung (durch verdrehte Kamera)

2.4 Detektionsbeispiele



Details: A01, bei Anschlussstelle Seewalchen



Details: A02, bei Anschlussstelle Laßnitzhöhe

< A1 km 231,99 A1 km 234,84 >

Block-Störungen durch Übertragungsfehler.

< A2 km 168,61 A2 km 169,90 >

Bildunschärfe durch De-Fokussierung
der Kameraoptik.



Details: S05, zwischen Anschlussstelle
Grafenwörth und Fels am Wagram

< S5 km 26,32

Veränderter Bildinhalt durch Verschmutzung
und Kondenswasser.



Details: A02, zwischen Anschlussstelle
Wolfsberg-Süd und Anschlussstelle St.Andrä

< A2 km 255,57

A2 km 264,45 >

Verlust der Bildstruktur durch Überbelichtung.

Abbildung 1. AViMon Detektionsbeispiele. Quelle: www.asfinag.at/verkehr/webcams

3 AVIMON PROTOTYP-SYSTEM

3.1 Systemübersicht

Die Softwareübersicht des finalen AViMon Systemprototypen ist in **Abbildung 2** zu sehen.

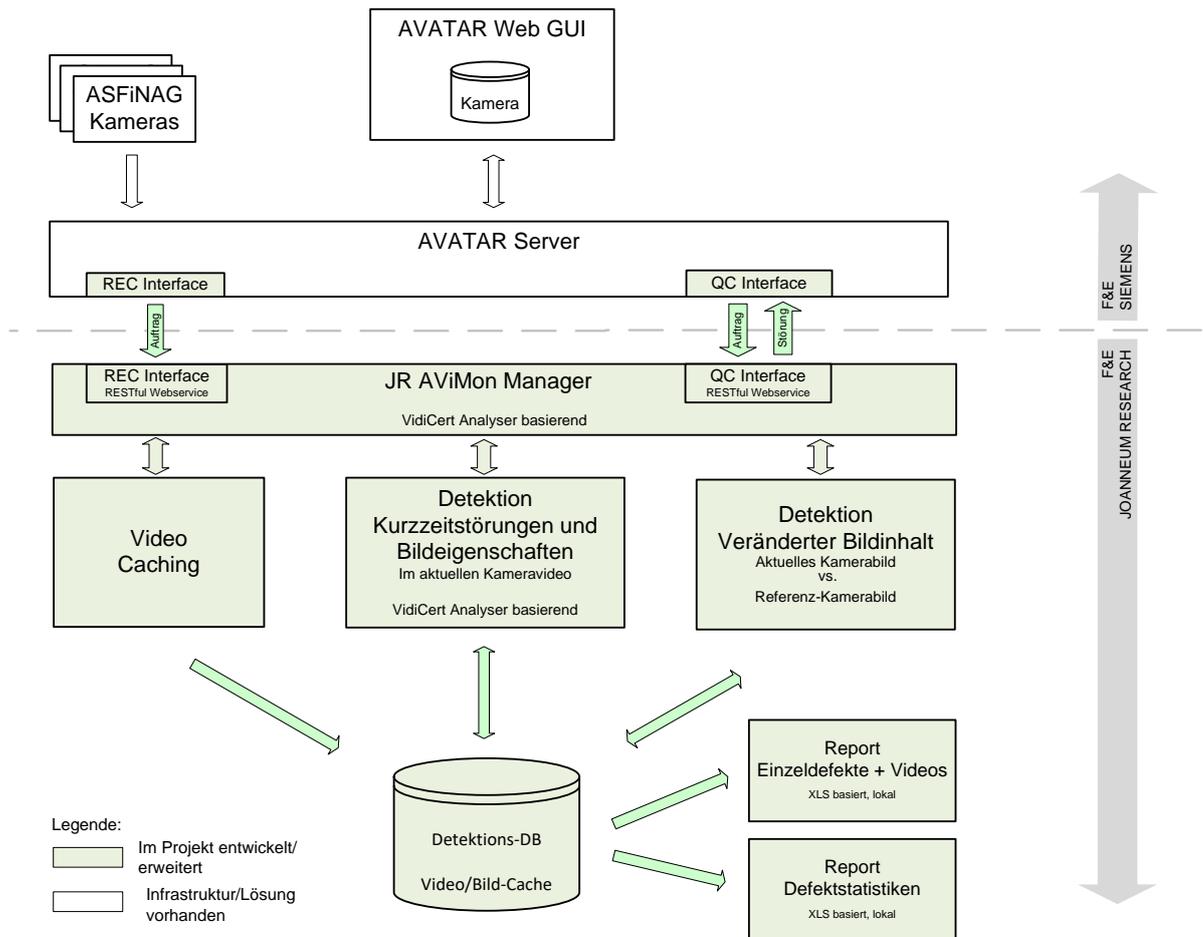


Abbildung 2: Softwarekomponenten und Informationsfluss des finalen AViMon Prototypsystems.

Die im Projekt entwickelten Softwarekomponenten zur bildbasierten Fehlerdetektion (Prototyp-System AViMon) wurden mit der bestehenden Infrastruktur zur netzwerkbasierter Fehleranalyse (System AVATAR) prototypisch integriert.

Die AViMon Softwarekomponenten „Detektion Kurzzeitstörungen und Bildeigenschaften“ sowie „JR AViMon Manager“ basieren auf VidiCert Analyser, einer Applikation zur semi-

automatisierten, file-basierten Qualitätsbeurteilung digitaler audiovisuelle Inhalte (Videos, Filme), die am Institut DIGITAL der JOANNEUM RESEARCH entwickelt worden ist. Die flexible Softwarearchitektur des Analysers erlaubt es, Detektionsmodule dynamisch hinzuzufügen, zu entfernen bzw. diese ein- oder auszuschalten. Die folgende Abbildung zeigt die Liste der inkludierten Detektionsmodule, mit ihren jeweiligen Aktivierungszuständen, wie diese in AViMon eingesetzt werden:



VidiCert Analyser bietet mehrere Schnittstellen zur Analyse von Videos, in AViMon wird das Webservice-Interface (JR AViMon Manager) zur Kommunikation mit dem AVATAR-Server verwendet. Dieser gibt per Webservice-Aufruf bekannt, wann ein Videostrom einer Kamera zu untersuchen ist („REC Interface“ in Abbildung 2). Der JR AViMon Manager nimmt diesen Aufruf entgegen und cacht je nach Konfiguration eine kurze Sequenz (derzeit 10 Sek.) der vom AVATAR bekanntgegebenen Kamera. Dies geschieht mit Hilfe der entwickelten Video-Caching Applikation. Danach wird das gecachte Video auf jene Defekte hin untersucht, deren Aktivierungszustand in der Liste (siehe oben) als „Enabled“ markiert ist. Als letzter Schritt in der Analyseketten wird die im Projekt entwickelte eigenständige Applikation „Detektion Veränderter Bildinhalt“ ausgeführt. Diese baut auf Bildmerkmalsdaten (SIFT-Keypoints) auf, die während der Kurzzeitstörungsdetektion und Bildeigenschaftsextraktion generiert werden.

Sowohl die Ergebnisse der Kurzzeitstörungsdetektion, der Bildeigenschaftsextraktion als auch der „Detektion Veränderter Bildinhalt“ werden in der Detektions-Datenbank hinterlegt. Nach Ablauf von ca. 35 Sek. erfolgt wiederum die Kontaktaufnahme seitens des AVATAR Servers zur Entgegennahme der Detektionsergebnisse („QC Interface“ in Abbildung 2).

3.2 Detektions-Auswertefunktionen

Zur lokalen Beurteilung von Detektionsergebnissen wurden zwei Reports implementiert, der Report für Einzeldefektdetektionsbeurteilung und der Report für Defekthäufigkeiten. Diese Reporting-Funktionalität erlaubt die effiziente Beurteilung der Detektionsergebnisse.

Report für Einzeldefektdetektionsbeurteilung

Dieser Report listet die Videosequenzen der Kameras mit den darin detektierten Defekten tabellarisch auf. Dazu erlaubt dieser Reporttyp die Videos direkt mittels eines einfachen Mausclicks am AViMon-Rechner zur visuellen Inspektion anzusehen. Aus diesem Grund wird der Report primär am AViMon-Rechner erstellt. Dieser Report gestattet die Verifikation jedes einzelnen Defektes, der durch das AViMon System detektiert wird.

Report für Defekthäufigkeiten

Dieser Report dient der statistischen Auswertung darüber, welcher Defekt an welcher Kamera im Beobachtungszeitraum (etwa eine Woche) wie oft detektiert wurde. Dies erlaubt die Beurteilung jeder Kamera auf einer zeitlich wesentlich längeren Basis, als dies der Report für Einzeldefektdetektionsbeurteilung ermöglichen kann.

4 AVIMON DEFEKT-DETEKTIONEN

Die im Projekt entwickelten prototypischen Software-Komponenten wurden im ASFiNAG Testlabor Lakeside-Park in Klagenfurt installiert und auf Stabilität und Sicherheit hin getestet. Nach Freigabe der Software betreffend Sicherheit und Stabilität, wurden die Komponenten in das ASFiNAG Produktiv Video Netzwerk eingebunden.

Es wurden diverseste Kameras verschiedenster Standorte (Tunnel, Freifeld, Portal, Rastplätze) und auch Kameras verschiedenster Bauart (PTZ, Fix, Analog, IP-Kameras) für die Auswertung konfiguriert. Es wurde auch Augenmerk auf die Verwendung verschiedenster Codec Typen gelegt (Teleste, Siemens, Siquira, MPEG4, H264). In den letzten Testmonaten waren 181 Kameras, dem sogenannten Kamera-Testset, konfiguriert.



Im Folgenden sind die im AViMon-Prototypsystem verfügbaren Detektionsfunktionalitäten aufgelistet. Für jeden Defektdetektor wird die grundlegende Detektionsfunktion und die Anwendbarkeit des Detektors im ASFiNAG-Video-Netzwerk beschrieben. Des Weiteren wurde die Detektionshäufigkeit der verschiedenen Defekttypen untersucht. All diese Erkenntnisse beziehen sich auf die Ergebnisse am aktuellen Kamera-Testset.

Ziele dieser Detektionsbeurteilung waren:

- Beurteilung und Test der Detektoren, welche ursprünglich für das Anwendungsgebiet Broadcast im Rahmen des JR Produktes VidiCert entwickelt wurden, im Anwendungsgebiet ASFiNAG-Video-Netzwerk sinnvoll eingesetzt werden können.
- Beurteilung und Test der Verwendbarkeit der neu entwickelten Detektionsfunktionalitäten für „Veränderter Bildinhalt“.
- Sammeln von Erfahrungen und Annäherung an die relevanten Schwellwerte für eine zukünftige Integration bzw. die Anwendung im produktiven Betrieb im ASFiNAG Video System.

4.1 Qualitative Beurteilung der Detektionen

Ziel dieser Beurteilung war es, herauszufinden, welche der Detektoren, die ursprünglich für das Anwendungsgebiet Broadcast im Rahmen des JR Produktes VidiCert entwickelt wurden, im Anwendungsgebiet ASFiNAG Video-Netzwerk sinnvoll eingesetzt werden können, und wie gut die vollständig neu entwickelten Detektionsfunktionalitäten für „Veränderter Bildinhalt“ eingesetzt werden können.

Blurriness

Detektionsfunktion

Der Blurriness Detektor dient zur Detektion der Unschärfe des Bildinhaltes. Für jede Aufschaltung wird ein numerischer Wert berechnet, der die Stärke des Blur-Defektes repräsentiert. Übersteigt der Wert eine vordefinierte Schwelle für Unschärfe, so wird ein High Blurriness Defekt an den Avatar gemeldet.

Anwendbarkeit des Detektors im ASFiNAG Video-Netzwerk

Die High Blurriness Defektdetektion ist sehr gut zur Detektion de-fokussierter Kameraoptiken geeignet, diese sind im Kamera-Testset häufig zu beobachten.

Des Weiteren ist die High Blurriness-Detektion gut geeignet um schlechte Wetterverhältnisse bzw. die daraus resultierende schlechte Sicht zu detektieren. Dies kann als Vorverarbeitung und als Entscheidung für weitere Analyseschritte verwendet werden oder als Ausschlusskriterium zur Anwendung der automatischen Analyse dienen.

Innerhalb des Projektes wurde der Detektionsalgorithmus erweitert, sodass auch Videos mit stärkerer Unschärfe erkannt werden können, als dies im Applikationsbereich Broadcast notwendig ist. Des Weiteren wurde der Algorithmus um die Unterdrückung von Bild-Randbereichen erweitert und auch die Parametrierung an den Surveillance Use Case angepasst. Insbesondere war eine Adaption zur globalen Bildschärfewertung notwendig, da festzustellen war, dass lokal auch in Großteils unscharfen Bildern scharfe Einzelkanten vorkommen können.

Im Zuge der Evaluierung sind uns besondere Kamerasituationen aufgefallen, die den High Blurriness-Detektor ebenfalls anschlagen lassen. Transparente Verschmutzungen, wie Tropfen durch z.B. Kondenswasser innen oder sehr starke Wassertropfen außen am Gehäuse, führen zu unschärferen Bildern.

Text-Inserts im Kamerabild können die Detektion dahingehend beeinflussen, dass die scharfen Kanten des Textes erwartungsgemäß zu einem niedrig bewerteten Blurriness Wert führen, unabhängig davon, welche Bildschärfe der restliche Bildinhalt aufweist. Sollen in einem zukünftigen Produktivsystem Textinserts in der Bildunschärfewertung für diese Kameras unterdrückt werden, ist es erforderlich, die Text-Insert Regionen von der Bewertung auszunehmen. Regionen-Information, die von ASFiNAG Infrastruktur bereitgestellt wird, kann entweder statisch für alle Kameras gleich oder dynamisch je Kamera berücksichtigt werden. Auch eine automatische Textregionen-Detektion ist umsetzbar.

Video Breakup

Detektionsfunktion

Der Video-Breakup-Detektor identifiziert starke, analoge (zeilenartige) Bildstörungen, die länger als zwei Bilder hintereinander, bei sich örtlich verändernder Störung, andauern. Die Ursache liegt hier häufig bei einer Störung der Analog-Kamera oder der Analog-Videoübertragung, etwa Probleme mit Steckverbindern oder der Kameraelektronik.

Anwendbarkeit des Detektors im ASFiNAG Video-Netzwerk

Ein Video Breakup ist ein starker Defekt der sich schwerwiegend auf den Bildinhalt auswirkt. Ist eine Kamera betroffen, verliert sie ihren Nutzen, eine Überwachungsfunktion ist kaum mehr möglich. Für das ASFiNAG Video-Netzwerk ist die Video Breakup Detektion von großer Bedeutung. Tritt ein Video Breakup Defekt auf, kann dieser rasch detektiert und die entsprechende Kamera bzw. deren Verbindung repariert bzw. ersetzt werden.

Nur in einem speziellen Szenario waren wenige unerwünschte Detektionen von Video Breakup Defekten zu beobachten: wenn Kameras rechtwinkelig zur Fahrbahn ausgerichtet sind (etwa bei Tunnelnischenbeobachtung oder bei Fahrbahnoberflächenbeobachtung). So kann es bei sehr nahe vorbeifahrenden LKWs vereinzelt zu Detektionen von Video Breakup kommen. In diesem Fall ist durch die Nähe nur ein Ausschnitt des LKW zu sehen, und dieser bewegt sich extrem schnell fort, sodass es auch für den menschlichen Betrachter wie eine Bildstörung aussieht. Für ein Produktivsystem können solche Detektionen gefiltert werden, indem nicht sofort jede Einzeldetektion gemeldet wird, sondern nur sehr häufig wiederkehrende Video Breakup

Detektionen. Darüber hinaus können für bestimmte Kameras (etwa jene für die Fahrbahnoberflächenbeobachtung) Video Breakup Detektionen ausgefiltert werden.

Block Dropout

Detektionsfunktion

Es werden digitale, kontrastreiche Block-Ausfälle lokal im Bild detektiert. Die Ursache dieser Block-Ausfälle lässt sich auf Netzwerk- oder Encoder-Probleme zurückführen.

Anwendbarkeit des Detektors im ASFiNAG Video-Netzwerk

Block Dropouts in Videos sind ein Hinweis auf Netzwerk- oder Encoder Probleme. Treten die Probleme häufiger auf, ist es wichtig die Ursache zu erforschen, um einem Totalausfall vorzubeugen. Während der Evaluierungsphase wurde eine repräsentative Menge an Detektionen und Nicht-Detektionen stichprobenartig überprüft und es kam weder zu einer Nichtdetektionen noch zu einer Überdetektion.

Macroblocking

Detektionsfunktion

Detektion von niedrigkontrastiger Blockbildung die großflächig/im gesamten Bild auftritt. Macroblocking ist häufig die Konsequenz von Encoding von Video mit niedriger Bitrate

Anwendbarkeit des Detektors im ASFiNAG Video-Netzwerk

Macroblocking tritt häufig bei schlechter Beleuchtung (Nacht) und daraus resultierenden verrauschten Kamerabildern und bei gleichzeitig genutzter niedriger Encoding-Bitrate auf. Da dies nachts prinzipiell nicht zu vermeiden ist, ist für den Macroblocking Detektor eine Nachtauswertung nicht sinnvoll.

Bei Nutzung bestimmter Encoding-Verfahren, Bitrate und Bildrausch-Ausmaßes ist Macroblocking prinzipiell nicht vollständig vermeidbar, durch Anpassung des Detektionsschwellwertes konnte eine Überdetektion vermieden werden. Für Aufschaltungen bei ausreichend Tageslicht sind keine Überdetektionen aufgetreten.

Low Luma Range

Detektionsfunktion

Der Low Luma Range Detektor detektiert Kamerabilder, die nur einen signifikant reduzierten Luminanzbereich nutzen und daher einen niedrigen Bildkontrast aufweisen.

Viele dieser Kameras weisen einen erhöhten Schwarzwert auf, d.h. die dunkelsten Bildinhalte sind dunkel bis mittelgrau, nicht schwarz. Der digital mögliche Luminanzbereich wird dadurch nicht ausgenutzt.

Besonders bei schlechter Beleuchtung (in der Nacht, zu Tagesrandzeiten oder auch bei starker Bewölkung oder Niederschlag), aber auch bei einzelnen Kameras bei guter Beleuchtung, ist dadurch der Kontrast vieler Kamerabilder stark verringert, sodass sich die Nützlichkeit sowohl für den Menschen als auch für automatisierte Auswertung verringert.

Anwendbarkeit des Detektors im ASFiNAG Video-Netzwerk

Bei sehr vielen Kameras im ASFiNAG Video-System ist festzustellen, dass diese erhöhte Schwarzwerte aufweisen, d.h. dass die dunkelsten Regionen im Bild nicht einen Luminanzwert von 0 oder knapp darüber aufweist, sondern häufig zwischen 50 und 100 (bei einem Wertebereich von 0 bis 255) und in Einzelfällen auch im Bereich 130-150 zu liegen kommt. Die Folge sind extrem kontrastarme Bilder, die sowohl für den menschlichen Betrachter die Wahrnehmbarkeit erschweren, aber vor allem auch für maschinelle Auswertung aufgrund des geringen Bildkontrastes erschwerend wirken oder eine solche Auswertung schlichtweg unmöglich machen. Beispiele sind die heute operative Video-Analyse im Tunnel, und die Detektion Veränderter Bildinhalt und High Blurriness im AViMon Prototyp-System. Durch spezifische Witterungsverhältnisse (z.B. starker Regen, Schnee oder Nebel) kann sich der Luminanzbereich ebenfalls stark verringern.

Durch den Low Luma Range Detektor können solche speziellen Situationen erkannt und entsprechend gehandelt werden. Damit können unerwünschte Detektionen von Verändertem Bildinhalt oder Blurriness unterdrückt werden.

Monochrome Frame

Detektionsfunktion

Der Monochrome Frame Detektor detektiert Bilder, die großflächig bestimmte, vordefinierte Farben enthalten, etwa Schwarzbilder, Graubilder, Grünbilder. Einfarbige Bilder treten bei Kamera-, Encoder- oder Verbindungs-Problemen auf.

Anwendbarkeit des Detektors im ASFiNAG Video-Netzwerk

Der Monochrome Frame Detektor detektiert verlässlich vordefinierte Farbvarianten von Monochrome Frames. Um mögliche Kamera-, Encoder- oder Videoübertragungsprobleme aufzuzeigen, ist dieser Detektor auch im ASFiNAG-Netzwerk ein nützliches Werkzeug.

Da nachts bei wenig Verkehr die Aufnahmen naturgemäß aus Schwarzbildern bestehen, würde es in der Nacht zu einer hohen Anzahl von unerwünschten Detektionen kommen. Daher werden Monochrome Frame Detektionen nur zu den üblichen Tageslichtzeiten gemeldet.

Gamut/Clipping

Detektionsfunktion

Der Gamut/Clipping Detektor meldet Bilder, in dem ein großer Teil der Bildfläche überbelichtet (geclipped) ist.

Anwendbarkeit des Detektors im ASFiNAG Video-Netzwerk

Überbelichtete Aufnahmen entstehen, wenn Kameras zu stark in Richtung Himmel ausgerichtet werden oder durch eine Fehlfunktion/konfiguration der Kamera bzw. des Encoders. Der Gamut/Clipping Detektor findet Bilder, die großflächig zu helle Bereiche aufweisen, sprich überbelichtet sind. In überbelichteten Aufnahmen können Betrachter nur noch wenig bis gar nichts erkennen, die Überwachungsfunktion ist gestört, daher müssen solche Kameras gemeldet und entsprechend gewartet bzw. gegebenenfalls neu ausgerichtet werden.

Um zu definieren, ab wann eine Meldung erfolgen soll, muss eine Schwelle für die erlaubte überbelichtete Bildfläche festgelegt werden. Damit werden Bilder mit großem Himmelanteil nicht detektiert, aber sehr wohl Fälle von starker Überbelichtung im gesamten Bildbereich.

In den Wintermonaten, wenn Straße und Umgebung stark verschneit sind, ist es zu wenigen unerwünschten Detektionen gekommen. Im Produktivsystem sollten daher Gamut/Clipping Detektionen über einen gewissen Zeitraum beobachtet werden bevor diese gemeldet werden. Damit können kurzzeitige Detektionen aufgrund von großen Schneemengen unterdrückt werden.

Freeze Frame

Detektionsfunktion

Der Detektor detektiert eingefrorenen Bildinhalt, also Bildinhalt der sich in aufeinanderfolgenden Bildern nicht unterscheidet.

Anwendbarkeit des Detektors im ASFiNAG Video-Netzwerk

Da es immer wieder Zeitfenster ohne Verkehr gibt, in denen es zu keiner Änderung des Bildinhaltes kommt, würde diese Situation zu einer sehr hohen Anzahl an unerwünschten Detektionen führen. Der Freeze Frame Detektor ist daher im ASFiNAG Video-Netzwerk nicht anwendbar.

Replicated Line

Detektionsfunktion

Der Replicated Line Detektor erkennt Bilder, in denen Zeilenbildinhalt in übereinanderliegenden Bildzeilen ident ist.

Anwendbarkeit des Detektors im ASFiNAG Video-Netzwerk

Im Zuge der Evaluierung wurden de facto keine Replicated Line Detektionen gefunden. Dieser analoge Defekt scheint im ASFiNAG Video-Netzwerk nicht präsent zu sein, daher ist der Detektor für diesen Kontext nicht relevant und wurde aus der Analyseketten entfernt.

Veränderter Bildinhalt

Detektionsfunktion

Der Detektor detektiert veränderten Bildinhalt. Dazu wird der Bildinhalt der aktuellen Aufschaltung mit dem einer früheren Aufschaltung (der sogenannten Referenz) verglichen. In einer kurzen Lernphase (Stunden bis Tage) wird eine Referenz bestimmt und danach wird in der sogenannten Detektionsphase mittels Bild(-Feature)vergleich bestimmt, ob eine Änderung des Bildinhaltes stattgefunden hat.

Anwendbarkeit des Detektors im ASFiNAG Video-Netzwerk

Veränderter Bildinhalt ist im Evaluierungs-Kameraset sehr häufig zu beobachten, eine Detektionsfunktionalität für Veränderten Bildinhalt ist daher im ASFiNAG Video-Netzwerk von großer Bedeutung. Es waren verschiedene Ursachen für veränderten Bildinhalt festzustellen, die erfolgreich detektiert werden können. Etwa wenn die Ausrichtung der Kamera durch Tunnelwäsche verändert ist, Kameras nach Nutzung nicht mehr in ihre PTZ Home Position zurückkehren, der Bildinhalt trotz richtiger Kameraausrichtung massiv verändert ist, etwa durch Verschmutzung, Kondenswasser und Schnee/Eis.

Der Detektor ist fähig auch bereits geringe Verschiebungen zu detektieren. Entsprechend der Konfiguration kann ab einem gewissen Prozentsatz an Verschiebung ein veränderter Bildinhalt detektiert werden, ein Umstand der insbesondere für die Sicherstellung der Video-Detektionsbereiche bei Tunnelkameras relevant ist.

Durch eine Toleranzzeit von einem Tag, bevor es zu einer Meldung von verändertem Bildinhalt kommt, können sehr viele unerwünschte Detektionen erfolgreich ausgeschlossen werden. Etwa kurzzeitige Änderung des Bildinhaltes durch Okklusionen, die ein großer, kameranaher LKW bewirkt, oder kurzzeitige extreme Wetterverhältnisse, wie Starkregen, extremer Nebel, starker Schneefall oder unterschiedliche Lichtverhältnisse (Sonne auf Kamer-Frontglas), und natürlich auch PTZ Kameras die gerade im Regülarbetrieb genutzt werden.

4.2 Häufigkeit von Defektdetektionen

Um einen Überblick über die Häufigkeiten der Detektionen von einzelnen Defektklassen am Kamera-Testset zu bekommen, wurde eine Auswertung pro Defektklasse und pro Kamera für den Zeitraum 18-22. Februar erstellt.

Es wurden beispielhaft zwei Defekthäufigkeits-Auswertungen erstellt, um auf die verschiedenen Anforderungen von potentiellen ASFiNAG-Nutzern einzugehen, „Product Manager“ und „Technischer Support“ (TSUP).

In der ersten Auswertung wurden alle Defekte berücksichtigt, auch weniger schwerwiegende wie z.B. alle Detektionen aufgrund von einem geringen Luminanzbereich (Low Luma Range) oder reduzierter Bildschärfe (Blurriness). In Abbildung 3 sind alle Defekte und deren Detektionshäufigkeiten pro Kamera visualisiert. Zusätzlich wurden noch die Detektionen aller Defekte pro Kamera akkumuliert (Summe Defektdetektionen je Kamera). Würde man diese akkumulierten Werte sortieren, können Kameras mit den

häufigsten Defektdetektionen sofort identifiziert werden. Bei dieser Auswertung ist das akkumulierte Ergebnis allerdings mit Vorsicht zu betrachten, nicht alle Defekte können als gleichermaßen schwerwiegend gesehen werden, wodurch die Kameras mit den meisten Defektdetektionen nicht unbedingt mit Kameras mit den schwersten Defekten gleichzusetzen sind.

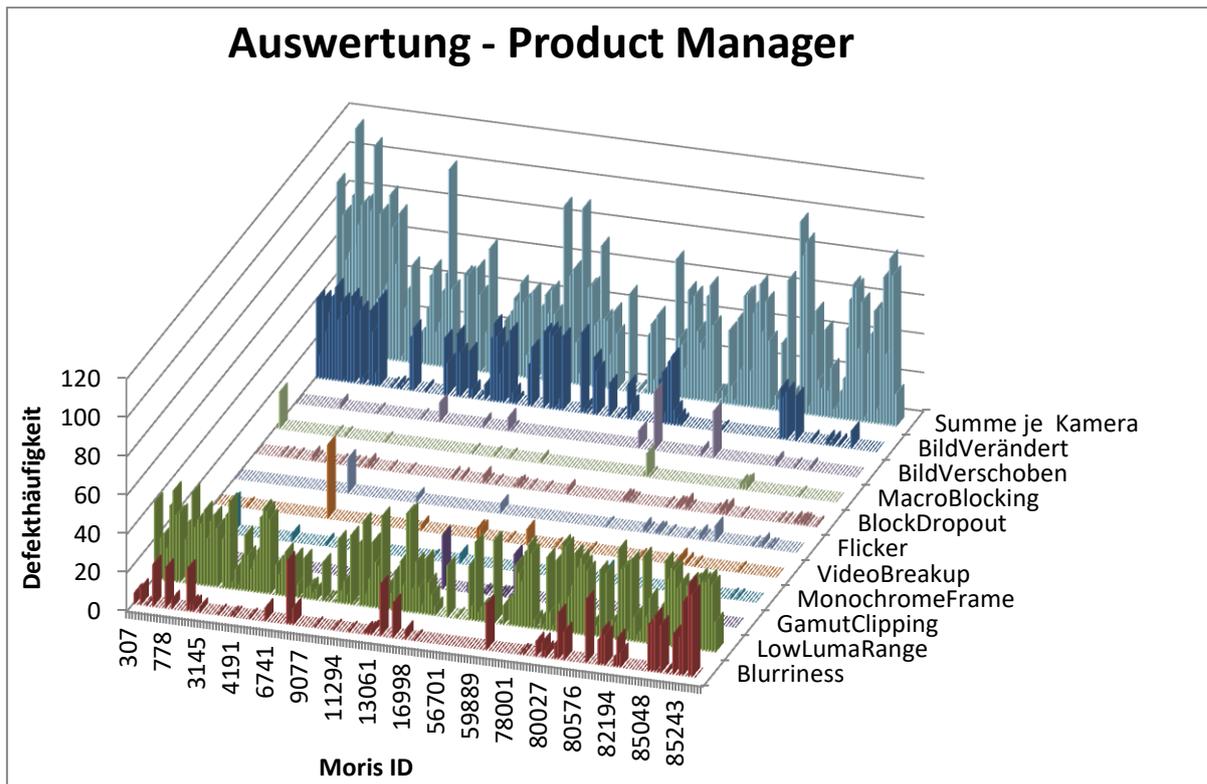


Abbildung 3: Defekthäufigkeiten pro Kamera für „Product Manager“, 18-22 Feb.2019.

Man beachte auch die Anzahl der betroffenen Kameras pro Defektyp, in Abbildung 4 ist die Anzahl der Kameras pro Defektyp für den „Product Manager“ visualisiert. Heraussticht, dass 90% aller Kameras zumindest einmal eine LowLumaRange Detektion aufweisen. Ein weiteres Qualitätsmanko haben viele Kameras im Bereich Bildschärfe. 30% der Kameras sind leicht bis stark unscharf.

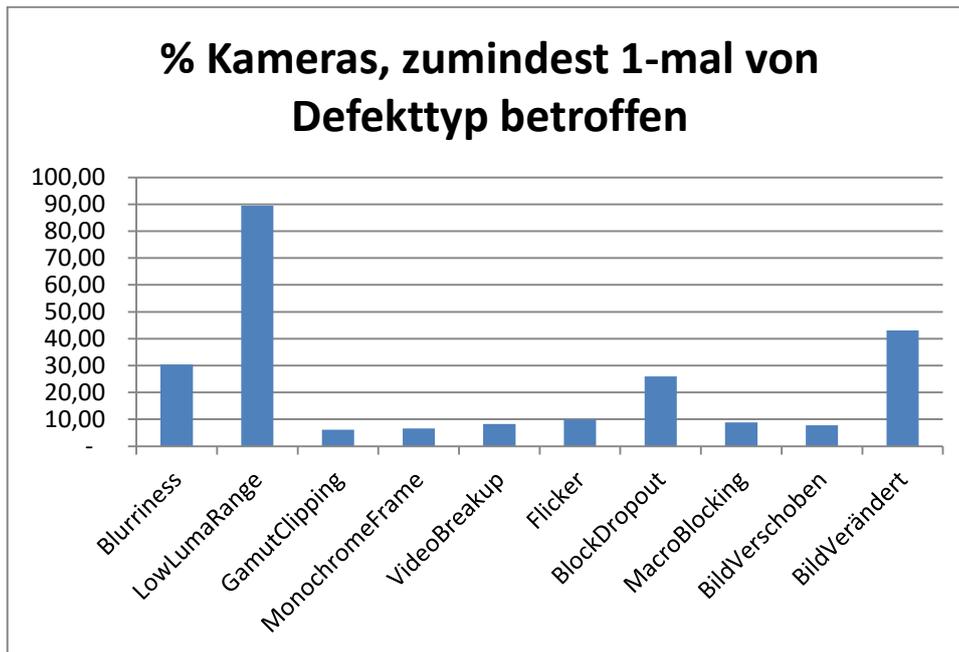


Abbildung 4: Kameras, die von einem Defekt (schwach oder stark) zumindest einmal betroffen sind (Auswertung Product Manager)

Für den Technischen Support (TSUP) sind schwerwiegendere Defekte wichtig, bei denen unmittelbar ein operativer Handlungsbedarf besteht. Leichtere Defekte sind hier weniger interessant bzw. wären hier operativ sogar störend. Bei Aufnahmen zum Beispiel, in denen der Kontrast niedrig ist, besteht kein unmittelbarer Handlungsbedarf, solange noch ausreichend Bildinhalt durch den Operator erkannt wird. Aus diesem Grund wurden in die Auswertung der Detektionshäufigkeiten für den Technischen Support (TSUP) nur Defekte mit hoher Defektstärke (eine Stärkeschwelle kann konfiguriert werden) berücksichtigt. In Abbildung 5 sind die Detektionen nach Häufigkeiten pro Kamera für den Technischen Support visualisiert.

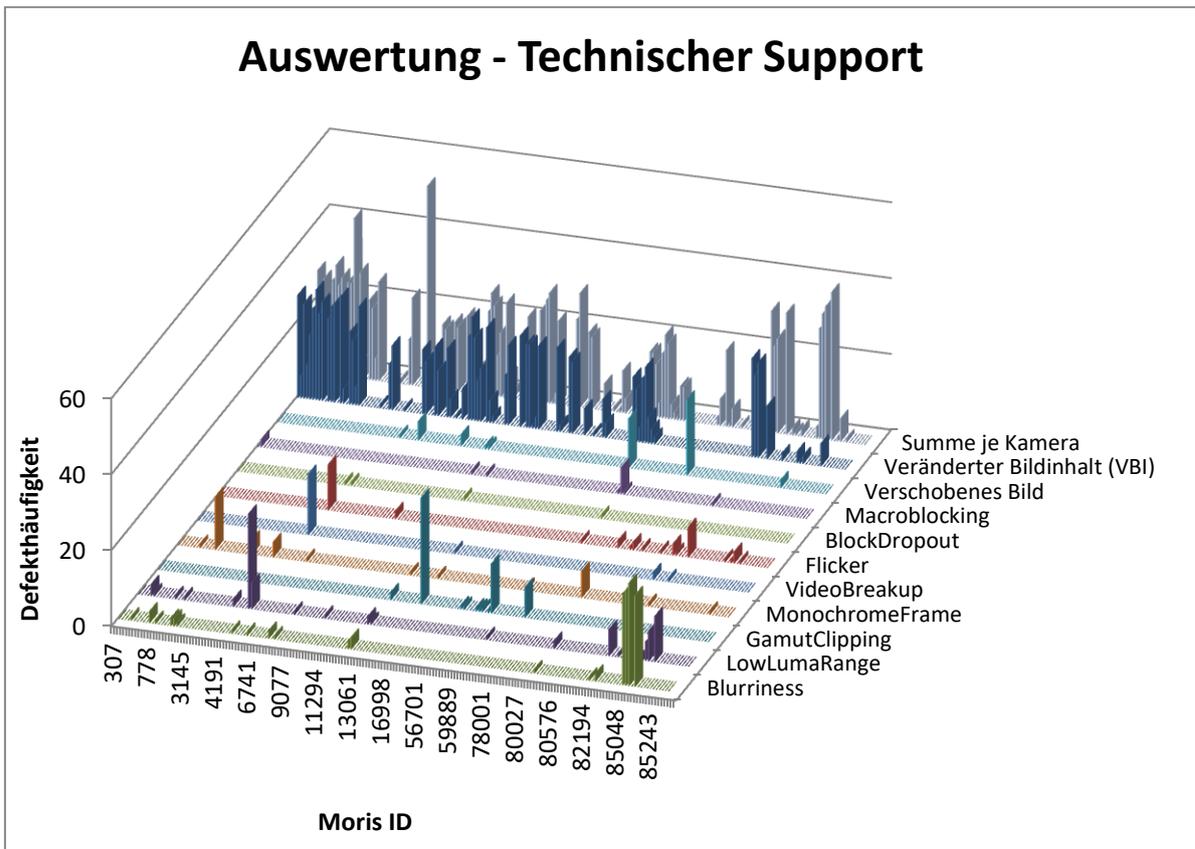


Abbildung 5: Defekthäufigkeiten pro Kamera für „Technischen Support“ (TSUP), 18-22 Feb.2019.

Betrachtet man die beiden Auswertungen, ist der Unterschied für den LowLumaRange und Blurriness besonders deutlich. Mit den höheren Schwellwerten, so wie bei TSUP verwendet, sind deutlich weniger Meldungen zu erwarten, da die schwächeren Defekte aussortiert wurden, und nur die starken Defekte berücksichtigt werden. Der Technische Support bekommt somit nur mehr Meldungen von Kameras mit schwerwiegenderen Problemen, bei denen direkt ein Handlungsbedarf besteht. Beispiele dazu wären Kameras die sehr stark unscharf sind, sodass kaum bis gar nichts mehr aus den Kameraaufschaltungen erkannt werden kann.

Ähnlich wie in Abbildung 3, findet sich in Abbildung 6 noch eine Auswertung, in der sichtbar ist, wie viele Kameras von den jeweiligen Defekten in einem stärkeren Ausmaß betroffen sind, wobei eine Kamera mindestens drei Mal von einem starken Defekt (Scenario TSUP) betroffen sein muss, um in dieser Statistik berücksichtigt zu werden.

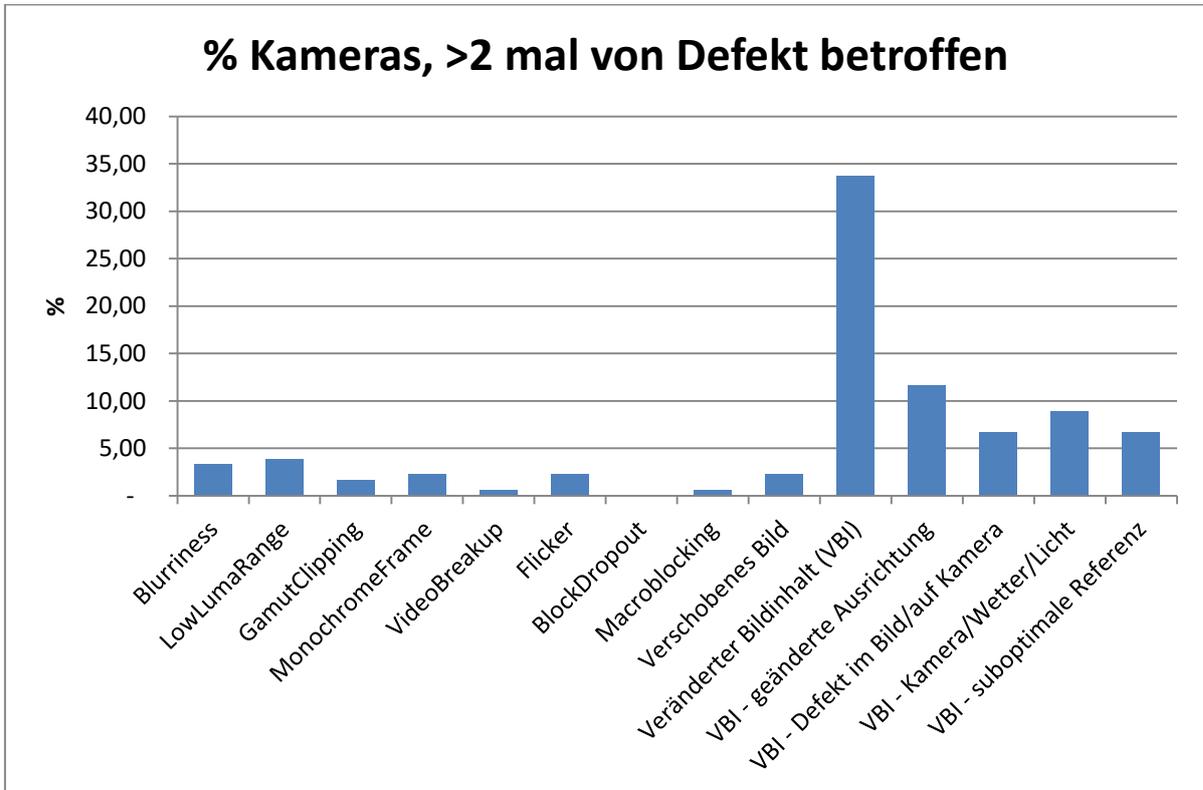


Abbildung 6: Kameras, die von starken Defekten mehrfach betroffen sind (TSUP)

Auffällig ist hier, dass ein Veränderter Bildinhalt (VBI) bei einem Drittel der Kameras zu beobachten war. Um diese hohe Anzahl an betroffenen Kameras besser analysieren zu können, wurden die Detektionen durch manuelle Begutachtung aller Kamerabilder in 4 Kategorien unterteilt und zusätzlich getrennt visualisiert:

- 1) VBI – geänderte Ausrichtung: Detektionen, die auf eine tatsächliche Änderung der Kameraausrichtung zurückzuführen sind. Meist haben wir es in solchen Fällen mit PTZ Kameras zu tun, die zum Monitoring von bestimmten Ereignissen verwendet wurden und am Ende nicht mehr in die Home-Position zurückkehrten.
- 2) VBI – Defekt im Bild/auf Kamera: Alle detektierten Veränderungen zur Referenz aufgrund von Defekten im Bild oder direkt auf der Kamera, wie z.B. beschlagene Kamera, Kondenswasser auf der Kamera, de-fokussierte Kameras, Video Breakups, Block Dropouts etc.
- 3) VBI – Kamera/Wetter/Licht: Detektionen aufgrund starker Bildinhaltsänderungen (gegenüber der Referenz) durch Witterung, Licht bzw. durch hohen Kameraschwarzwert. Durch starken Nebel, Regen, Schneefall oder hohem

Kameraschwarzwert (das betrifft 90% aller Kameras im Testdatenset) kann der Bildinhalt so kontrastarm werden, dass keine Bildübereinstimmung mehr gefunden werden kann.

- 4) VBI – suboptimale Referenz: Eine nicht optimal gewählte Referenz kann unter Umständen auch zu Detektionen des Veränderten Bildinhaltes führen, z.B. wenn verschiedene Defekte bereits in der Referenz vorkommen oder wenn die Beleuchtung zum Referenzzeitpunkt nicht optimal ist.

Die Anzahl der Detektionen der vier Kategorien summieren sich auf die Anzahl der Detektionen für Veränderten Bildinhalt (VBI). Zur Vermeidung von Detektionen der Kategorie 3) und 4) sind im Pilot/Produktivsystem Optimierungen notwendig, welche bereits algorithmisch konzipiert wurden.

5 AVIMON VERWERTUNG

Neben dem Bedarfsträger ASFiNAG gibt es potentielle weitere Anwender, die sich in der gleichen Situation befinden, und zwar ein Videokameranetzwerk zu betreiben und einzelne Kameras bei Bedarf nutzen zu wollen, aber die Sicherstellung der Bildqualität durch explizite Sichtung durch den Menschen aufgrund der immensen Anzahl von Kameras mit einem sehr hohen Arbeits- und Kostenaufwand verbunden wäre.

Das AViMon Prototypsystem ermöglicht es, die Bildqualität auch von mehreren tausend Kameras (bei Einsatz mehrerer Einzelsysteme) laufend zu beurteilen und Kameras mit problematischer Bildqualität oder verändertem Bildausschnitt automatisiert zu melden.

Betreiber großer Kameranetze in den Anwendungsbereichen öffentlicher Verkehr (Straße, Bahn, Flughafen, Schiff), Sicherheit (Polizei, private Sicherheitsdienste, Städte) und Industrie könnten mit AViMon den Aufwand zur Erkennung von Störungen drastisch reduzieren und so die höchstmögliche Verfügbarkeit sicherheitskritischer Infrastruktur gewährleisten. Dies gilt umso mehr bei Betreibern von Kameranetzen mit hohen Videoqualitätsansprüchen, etwa dort wo Video/Bilderkennungs-SW zum Einsatz kommt oder dort, wo unter gesetzlicher Aufsicht, Bilder in möglichst hoher Qualität zur Nachverfolgung von Straftaten notwendig sind.

Um potentielle Interessenten anzusprechen, wurden Informationen zu den Vorteilen, potentiellen Anwendungsgebieten und der Funktionalität von AViMon auf einer deutsch- und englischsprachigen Webseite verfügbar gemacht, siehe <https://www.joanneum.at/avimon>.

Für die Überführung des AViMon Prototypsystems in ein Pilot- bzw. Produktivsystem sind verschiedene Entwicklungen notwendig, etwa:

- Integration des AViMon Systemes in die Infrastruktur des potentiellen Kameranetzwerkbetreibers (Kopplung mit Funktionen der Kamerasteuerung, Videoempfang, Einbindung in die Betriebsprozesse (Fehlervorfall, Tausch, ...))
- Eine graphische Benutzeroberfläche für eine effiziente Nutzung der AViMon-Funktionalität durch Operatoren mit verschiedenen ITSM Rollen mit Filterfunktionen, Defektbeurteilungsmöglichkeit, Auswerte-/Reportingfunktionalität (Defektstatistik, KPI...) für ausgewählte Nutzergruppen (z.B. Technischer Support, Product Management)

- Optimierung und Erweiterung der Detektionsfunktionalität, z.B. automatische Kamerabild-Schwarzwertkorrektur
- Potentiell Umsetzung einer zentralisierten AViMon Lösung (zentrale Detektionsstationen, zentraler Ergebnisdatenbank,...) in einer zentralen, virtualisierten Data Center Umgebung der ASFiNAG bzw. des Infrastrukturbetreibers.

6 GLOSSAR

ASF	ASFiNAG
GPU	Graphics Processing Unit
ITSM	IT-Service Management
JR	Joanneum Research
KPI	Key Performance Indicator
PTZ	Pan Tilt Zoom (Schwenk Neige Zoom)
SIE	Siemens
TSUP	Technischer Support
VIF	Verkehrs Infrastruktur Forschung
VÜZ	Verkehrsüberwachungszentrale